



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

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE
VIDEO HEAD IMPULSE TESTİ'NİN (vHIT)
NORMAL DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

BURAK KABİŞ

KBB ODYOLOJİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI PROGRAMI

EYLÜL 2015



**SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE VIDEO HEAD IMPULSE
TESTİ'NİN (vHIT) NORMAL DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Burak KABİŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KBB ODYOLOJİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

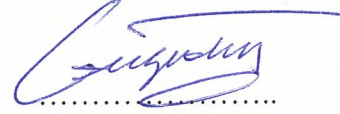
EYLÜL 2015

Burak KABİŞ tarafından hazırlanan “Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Video Head İmpulse Testinin(vHIT) Normal Değerlerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi KBB Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ

Odyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Başkan: Doç. Dr. Hayriye KARABULUT

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

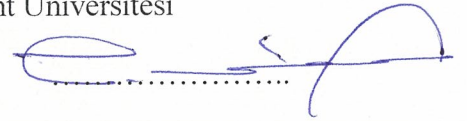
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye: Prof. Dr. Erol BELGİN

KBB Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 11/09/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr. Ufuk KOCA ÇALIŞKAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Burak KABİŞ

11/09/2015

SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE VIDEO HEAD IMPULSE TESTİ' NİN (vHIT) NORMAL DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Burak KABİŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2015

ÖZET

Video Head Impulse Test (vHIT), semisirküler kanal disfonksiyonlarını belirlemek için kullanılan yeni ve kullanışlı bir araçtır. vHIT değerlendirmesinde hızlı baş hareketi ile göz hareketi arasında kanallar düzleminde ilişki incelenmektedir. vHIT, vestibülo-oküler refleks (VOR) ölçümleri için altın standart olarak kabul edilmektedir. vHIT ile VOR kazanç değerleri lateral kanallar için güvenilir bir değerlendirme olarak kabul edilmekte vertikal kanallar için ise daha fazla ve yeni bulgulara ihtiyaç olduğu ileri sürülmektedir. Çalışmanın amacı, sağlıklı yetişkinlerde, semisirküler kanalları değerlendirmek için yeni bir test yöntemi olan vHIT'in semisirküler kanallara özgü normal kazanç değerlerinin belirlenmesi ve Test-Tekrar Test yöntemiyle testin güvenilirliğinin saptanmasıdır. Çalışma, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Bilim Dalı, Prof. Dr. Necmettin Akyıldız İşitme, Konuşma, Ses ve Denge Bozuklukları Tanı, Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi'nde 46 gönüllü ile yürütüldü. Her bir bireye Test ve Test-tekrar test olarak 2 kez vHIT ölçümü yapıldı. Her bir kanalın ortalama VOR kazançları hesaplandı. Test-Tekrar Test güvenilirlik çalışmasında, RALP ortalama kazanç asimetrisi aralarında istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki gözlemlendiği halde ($p>0,05$), diğer bütün parametreler arasında anlamlı bir ilişki gözlemlendi. En yüksek anlamlı ilişki lateral kanallarda gözlemlendi (sağ; %81, sol; %75,9) ($p<0,05$). vHIT, klinik açıdan yetişkin bireyler için non-invazif, kolay uygulanabilen ve aynı anda 6 kanal değerlendirilmesi yapılabilen bir test metodudur. Vertikal kanal normatif değerleri başta olmak üzere tüm kanallar için elde edilen ortalama normatif değerler klinik çalışmalar için referans bir değer olarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Bilim Kodu : 1043
Anahtar Kelimeler : Vestibüler değerlendirme, vHIT, Vestibülo Oküler Refleks
Sayfa Adedi : 62
Danışman : Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ

DETERMINING NORMAL VALUES OF THE VIDEO HEAD IMPULSE TEST (vHIT)
IN HEALTHY ADULT INDIVIDUALS

(M. Sc. Thesis)

Burak KABİŞ

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

September 2015

ABSTRACT

The video head impulse test (vHIT) is a new and useful tool to detect semicircular canal dysfunctions. In vHIT evaluation, relationship between head movement and eyes movement is analysed. However, there are various situations that effect VOR gain values in measurements of the vHIT. Moreover, there are quite few studies especially about vertical VOR gains. The aim of the study is to determined vHIT, whose normal gain values is a new test metod and its validaty with Re-Test metod. The study was conducted at Gazi University Faculty of Medicine, Department of Otolaryngology, Prof. Dr. Necmettin Akyıldız Center of Diagnosis, Treatment and Rehabilitation of Hearing, Speaking, Sound and Balance Disorders with fourty-six valunteers. The test was performed to each individuals in twice as test and Re-test. In the findings, the mean of VOR gains for each semicircular canals was measured. To have been researched, Re-Test is shown that whereas there is statistically no signifciant correlation with the VOR gain asymmetry values of the RALP ($p>0,05$), there are statistically significant correlation with the other parameters ($p<0,05$). It is found that he most significant corelation with lateral canals (right; %81, left; %75,9) ($p<0,05$). In a conclusion that, vHIT is a test metod, which can be implemented easily and can be evaluated tos ix semicircular canals at same time, is clinically non-invasive for adutls. To have obtained mean normative values for all semicircular canals, particularly vertical canals contribute to literatüre as a reference value.

Cience Code : 1043
Key Words : Vestibular evaluation, vHIT, Vestibulo Oculer Reflex
Number of Pages : 62
Supervisor : Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ

TEŞEKKÜRLER

Engin bilgi ve tecrübelerini her zaman paylaşmaktan mutluluk duyan ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU'na,

Odyoloji bilimini ve bilim ahlakını bana öğreten, akademik hayatıma ilk günden ışık tutan, uzun yıllar boyunca da ondan öğrenecek çok şey olduğunu düşündüğüm değerli hocam Prof. Dr. Erol BELGİN'e,

Asistanlığa ilk başladığım günden beri engin bilgi ve tecrübelerini, iş ahlakını, bir klinisyenin nasıl olması gerektiğini ve bu mesleğe bağlılığımın daha çok artmasını sağlayan, bir bilim insanı olarak örnek aldığım, tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ'e,

Odyoloji eğitimimde ve sonraki hayatımda çok büyük destekleri ve katkıları olan Hacettepe Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozukluğu öğretim üyelerinden değerli hocam Prof. Dr. Aydan GENÇ'e,

Odyoloji eğitimimde çok büyük katkıları olan, Başkent Üniversitesi KBB Anabilim Dalı Başkanı başta Prof. Dr. Levent ÖZLÜOĞLU olmak üzere Başkent KBB Anabilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma,

Asistanlığım süresince, desteğini her zaman bana hissettiren ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Dr. Ody. Çağrı GÖKDOĞAN'a,

Asistanlığa başladığım günden itibaren desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen değerli asistan arkadaşlarım, Uzm. Ody. Bilgehan Tekin Dal'a, Uzm. Ody. Gurbet Korkmaz'a, Uzm. Ody. Melis Keskin'e, Uzm. Ody. Seher YILMAZ'a, Şadiye Bacık'a ve Mustafa Yüksel'e, klinikte kısa bir süre de olsa birlikte çalışma fırsatı bulduğum Ayşe Mutlu'ya ve Sümeyye Ulutaş'a, ve tüm Gazi Odyoloji Kliniği'ne,

Doğduğum günden itibaren hiç bir fedakarıktan kaçınmayıp beni buralara kadar getiren en fazla desteği gördüğüm canım ailem Annem Rahime Kabiş'e, Babam Abdullah Kabiş'e ve Kız Kardeşim Başak Kabiş'e,

En zor ve en mutlu anlarımda benim yanımda olan desteğini her zaman hissettiğim, benim için çok değerli insan, Meryem Yurdusever'e, sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜRLER	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.1.1. Vestibüler labirentin embriyolojisi	3
2.1.2. Vestibüler sistem anatomisi	4
2.1.3. Vestibüler sistem fizyolojisi	14
2.2. Head Impulse Test (HIT).....	20
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	23
3.1. Çalışma Yeri.....	23
3.2. Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı	23
3.3. Çalışma Grubu.....	23
3.4. Video Head Impulse Test (vHIT) Protokolü	24
3.4.1. Teste hazırlık aşaması.....	24
3.4.2. Kalibrasyon.....	24
3.4.3. Test aşaması.....	25
3.4.4. Program arayüz özellikleri.....	26
3.5. İstatistiksel Analiz Yöntemleri	27
4. BULGULAR	29

	Sayfa
4.1. Demografik Bulgular	29
4.2. Lateral Kanal Bulguları	29
4.3. Vertikal Kanal Bulguları	32
4.4. Ortalama Değerlerin Cinsiyete Göre Analizi	35
4.5. Ortalama Değerlerin Yaş Gruplarına Göre Analizi.....	37
5. TARTIŞMA	39
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	57
Ek-1. Etik Kurul Onay Sayfası.....	58
Ek-2. Veri Kullanım İzin Formu	60
ÖZGEÇMİŞ	62

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Sağ ve sol lateral kanala ait, ortalama kazanç değerleri, 40 msn, 60 msn, 80 msn' deki ortalama kazanç değerleri ve latetal kanal ortalama asimetri değeri	29
Çizelge 4.2. Test- Tekrar Test'te Sağ ve sol lateral kanala ait, ortalama kazanç değerleri, 40 msn, 60 msn, 80 msn' deki ortalama kazanç değerleri ve latetal kanal ortalama asimetri değeri	30
Çizelge 4.3. Lateral kanallar için ortalama kazanç değerleri, ortalama kazanç asimetrisi ve anlık ortalama kazanç değerlerinin, Test ve Test-Tekrar Test arasındaki ilişki yüzdeleri	31
Çizelge 4.4. Sağ anteriör ve sol posteriör (RALP), sol anteriör ve sağ posteriör (LARP) parametrelerin ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri	32
Çizelge 4.5. Test-Tekrar Test sağ anteriör ve sol posteriör (RALP), sol anteriör ve sağ posteriör (LARP) parametrelerin ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri	33
Çizelge 4.6. Vertikal kanallar için ortalama kazanç değerleri, RALP ve LARP ortalama kazanç asimetrisi değerlerinin Test ve Re-Test arasındaki ilişki yüzdeleri	34
Çizelge 4.7. Lateral kanallar için ortalama kazanç değerleri, ortalama anlık kazanç değerleri ve lateral kanalların ortalama asimetri değerlerinde cinsiyete göre incelenmesi	35
Çizelge 4.8. Vertikal kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile RALP ve LARP ortalama asimetri değerlerinde cinsiyete göre incelenmesi	36
Çizelge 4.9. Lateral kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile lateral kanallar arası ortalama asimetri değerlerinin yaş gruplarına göre incelenmesi	37
Çizelge 4.10. Vertikal kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile RALP ve LARP ortalama asimetri değerlerinin yaş gruplarına göre incelenmesi	38

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Vestibüler Labirent	5
Şekil 2.2. Vertikal ve horizontal kanalların konumları.....	6
Şekil 2.3. Tip I ve Tip II tüylü hücreler	8
Şekil 2.4. Kupula ve Maküla.....	10
Şekil 2.5. Vestibüler Sinir Şematik Şekli.....	11
Şekil 2.6. Vestibüler kan damarları.....	12
Şekil 2.7. Semisirküler kanallarda ampulopedal akım ve kupula hareketi	15
Şekil 2.8. Utrikül ve sakkül makülalarında tüy hücrelerinin geometrik şekli	16
Şekil 2.9. Vestibülooküler Refleks (VOR)(Sol horizontal kanal VOR).....	19

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu araştırmada kullanılan bazı simge ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
dB	Desibel
gr	Gram
gr/ml	Gram/mililitre
Hz	Hertz
K+	Potasyum İyonu
msn	Milisaniye
Na+	Sodyum İyonu
°/sn	Derece/Saniye

Kısaltmalar	Açıklama
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
HIT	Head Impulse Test
hVOR	Horizontal Vestibülo-Oküler Refleks
LARP	Left Anterior-Right Posterior
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
RALP	Right Anterior-Left Posterior
SSK	Semisirküler Kanal
vHIT	Video Head Impulse Test
VOR	Vestibülo-Oküler Refleks
VSR	Vestibülo-Spinal Refleks

1. GİRİŞ

Denge, mekanik olarak uygulanan dış kuvvete rağmen cismin kendi durumunu koruması olarak tanımlanır (Newton'un 1. Yasası). Herhangi bir cismin, pozisyonunu koruyabilmesi veya dengede kalabilmesi için cismin ağırlık merkezinin vertikal iz düşümünün cismin yerle temasını sağlayan destek alanı içinde olması gerekmektedir. Yaşamak için hareket etmek ve dik konumunu muhafaza etmek zorunda olan insanlarda ağırlık merkezi yaklaşık olarak pelvis ile karın boşluğunun ortasında bulunmaktadır. Ağırlık merkezinin vücudun yerle temasını sağlayan destek alanı içinde olmaması durumunda denge fonksiyonu bozulmaktadır. İnsanlarda ağırlık merkezi noktasının yerden yüksekliği düşünüldüğünde denge fonksiyonu için çok sayıda sistemin uyumlu çalışmasına ihtiyaç vardır. Bu sistemler, algılayıcılar olarak; labirent, görsel sistem ve proprioseptif sistem, değerlendirici ve motor cevapların ortaya çıkmasını sağlayıcılar olarak; merkezi sinir sistemidir [1]. Denge sisteminin tüm bu bileşenlerinin uyumlu çalışması ile insan içinde bulunduğu uzayı doğru bir biçimde algılayabilir ve denge fonksiyonunu devam ettirebilir. Fizyolojik olarak denge fonksiyonu, baş hareketleri sırasında görme alanının sabit tutulması ve yerçekimi alanında postürün kontrol edilmesi ile ortaya çıkan motor cevaplar sonucunda ortaya çıkar [2].

Denge bozukluğu, dengenin sağlanmasındaki zorluk, vertigo ise bir dönme illüzyonudur. Denge bozukluğu ve baş dönmesi iç kulaktan kardiyolojik sorunlara, psikiyatrik sorunlardan fiziksel yetersizliğe, yaşlılıktan merkezi sinir sistemi sorunlarına kadar geniş bir yelpazede çeşitli patolojiler sonucunda ortaya çıkar. Bu nedenle yakınmaya neden olan patolojinin hangi sistemden kaynaklandığının belirlenmesi klinisyenler için zor olabilmektedir. Denge bozukluğu ve baş dönmesi çocukluk döneminde az rastlanan bir sorun olup, özellikle yaşlılık döneminde bu sorunlarla daha sık karşılaşılmaktadır. Altmış yaş üstünde hastaların %20'sinde denge bozukluğu ve baş dönmesi hastaların günlük yaşam aktivitelerini olumsuz yönde etkilemekte bu hastalarda sorunun hangi sistemden kaynaklandığının belirlenmesi değerlendirme araçlarının sınırlılıklarından dolayı daha da zorlaşmaktadır [3].

Denge fonksiyonunu meydana getiren sistemlere yönelik izole değerlendirmeler, yirminci yüzyıl başlarında ilk defa çalışılmaya başlanmıştır. Refleksif göz hareketlerinden kaynaklanan santral sinir sisteminin rolü, sistematik olarak ilk Macar fizyolog Andreas Hoegyes tarafından çalışılmıştır. Hoegyes ilk kez baş hareketleri sırasında göz hareketlerinin baş hareketlerine uyum sağlaması için, her bir semisirküler kanalın (SSK)

uygun göz kaslarıyla bağlantı kurduğunu ileri sürmüştür [4]. Baş hareketleri sırasında görme alanını sabit tutma; Vestibülo-Oküler Refleks (VOR), nöroanatomik arkın bir fonksiyonudur. Baş hareketi ile birlikte oluşan SSK uyarıları vestibüler sinir aracılığı ile vestibüler çekirdek kompleksine ulaşır. Buradan göz motor hareketini göz sinirlerinin uyarılması ile uyumlu göz hareketi meydana gelir. VOR arkının fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla, 1988 yılında Halmagyi ve Curthoys tarafından Head Impulse Test (HIT) geliştirilmiştir. HIT, özellikle periferik ve santral patolojilerin ayırımında önemli bir klinik değere sahip olmakla beraber değerlendirmede sayısal bir veri taşımaması ve uygulayıcıya bağlı olması nedeniyle objektif değerlendirmede sınırlılıkları olan bir değerlendirme aracıdır[5]. Teknolojik gelişmeler, yüksek hızlı video kayıtlarının alınabilmesinin ve göz pozisyonlarının hassas şekilde belirlenmesinin önünü açmış ve HIT ölçümlerinin sayısal olarak ifade edilebilmesini sağlayan, video head impulse test (vHIT) geliştirilmiştir. vHIT, yatak başında ve uygulanması kolay, ayrıca altı SSK'ı değerlendirmesine ve VOR sırasında meydana gelen gizli sakkadların görülebilmesine olanak sağlayan, değerlendirmede sayısal verilerin elde edilmesine imkan tanıyan önemli bir değerlendirme aracıdır.

Çalışmamızın amacı, labirent içinde bulunan SSK'ların ve bu SSK'lardan çıkarak vestibüler nükleuslar üzerinden göz sistemine yol alan VOR arkının değerlendirilmesi amacıyla periferik ve santral vestibüler değerlendirmede önemli yer tutan vHIT'in sağlıklı erişkin bireylerde normal değerlerini saptamak ve elde edilen verilerin kliniğimize denge bozukluğu ve baş dönmesi şikayeti ile gelen hastaların vestibüler değerlendirilmesinde normatif değerler olarak kullanılmasını sağlamaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

Vestibüler sistem, yerçekimini, kafanın boşluktaki konumunu, vücudun her türlü hareketini ve konum değişikliğini hisseden özelleşmiş yapılardan oluşur. Konum ve harekete yönelik bilgiler, esas olarak her iki iç kulakta da yer alan vestibüler uç organlar (end organs) tarafından sağlanır. Bununla birlikte gözler, deri, tendonlar, kaslar ve eklemlerden de bilgiler toplanır. Bu bilgiler, merkezi sinir sisteminde işlenir, bütünleştirilir ve vücudun konumuna ve her türlü hareketine uyumlu olacak şekilde duruşu sağlayan kaslara komutlar gönderilir. Neticede; gözlerin bakılan noktada sabitlenmesi, çeşitli vücut kaslarının tonusunun ayarlanması gibi çeşitli refleksif mekanizmalarla vücut pozisyonu korunur ve denge sağlanır.

Bu bölümde, vestibüler sistem organlarının anatomisi ve işlevlerini incelemekten önce, bu olağanüstü mekanizmanın işleyişine dikkat çekmek açısından, kökeni ve embriyolojisi üzerinde durulacaktır.

2.1.1. Vestibüler labirentin embriyolojisi

İç kulağın gelişimi, hamileliğin 3. haftasından başlayıp yaklaşık 25. haftasında sona eren kompleks bir süreçtir. Bu süreç sonuna kadar da vestibüler aparat, erişkin formunu ve büyüklüğünü tamamlamış olur [6].

Yaklaşık 3-4. haftalarda, yüzey ektodermin kalınlaşması ile otik plakod oluşur. Dördüncü haftanın sonunda otik vezikül meydana gelir. Otik vezikül yani membranöz labirentin etrafındaki mezenşim hücreleri zamanla değişerek, önce kıkırdak daha sonra kemik labirenti (otik kapsül) oluştururlar. Otik vezikülden, utriküler ve sakküler odacıklar oluşur. İlerleyen safhalarda, utriküler odacıktan utrikül ve SSK'lar meydana gelirken; sakküler odacıktan ise, sakkül ve kohlea oluşur. Sakkül ve kohlea zaman içinde birbirinden ductus reuniens adı verilen küçük bir bağlantı ile birbirinden ayrılırlar [7].

Altıncı haftada SSK'lar oluşmaya başlarken 7. haftada, kanalların ampullarındaki zar labirentin epitel kökenli crista ampullaris oluşur. Ondördüncü ve onaltıncı haftalar arasında, her bir SSK duktusun ampullasında birer adet olarak crista ampullaris; biri

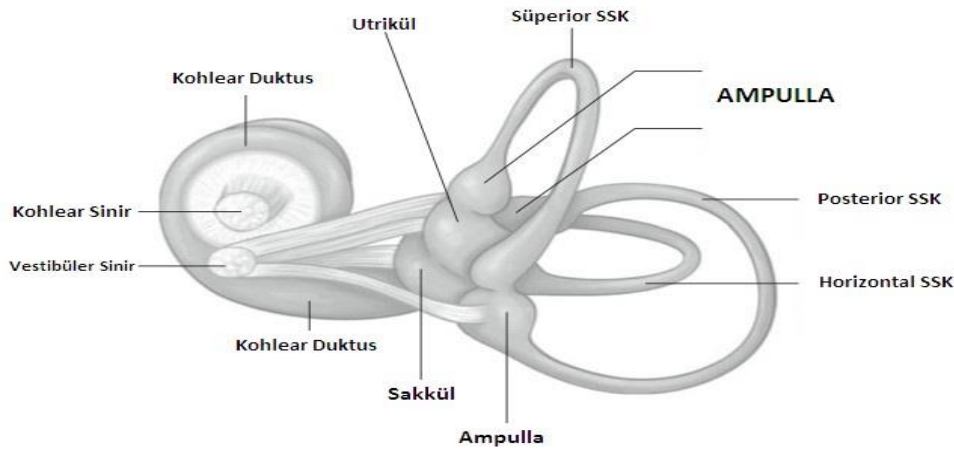
utrikülde diğeri de sakkülde olmak üzere iki maküla gelişimi gerçekleşir. Önce otik vezikülün iç yanı kalınlaşarak ortak maküla oluşur. Maküla, daha sonra ikiye bölünür. Üst tarafı utriküler maküla, süperior ve lateral SSK'ların krista ampullarisine; alt tarafı ise, sakküler maküla ve posterior SSK krista ampullarisine dönüşür. Maküla, 3. haftada belirir ve 14-16. haftada erişkin boyutuna ulaşır [7].

Endolenfatik boşluk, ektoderm kökenli epitelle örtülüdür. Otik veziküle ilk ulaşan lifler efferent liflerdir. Afferent liflerin nörosensöriyal epitele gelmesi ile saçlı hücre gelişimi başlar. Krista 23. haftada, korti organı ise 25. haftada erişkin şekillerine ulaşır. Labirentin geri kalan kısmı, prenatal yaşamın ortasında yetişkin formuna ulaştığı halde, aquaduktus vestibüli ve endolenfatik kese postnatal dönemde gelişmeye devam eder [7-9].

2.1.2. Vestibüler sistem anatomisi

Onaltıncı yüzyılda, insan vücuduna detaylı şekilde diseksiyon uygulanması organların spesifik özelliklerinin keşfedilmesine öncülük etmiştir ve organlara spesifik hastalıkların tanımlanması açısından önemli adım olmuştur. Padua'lı bir anatomist olan Gabriele Fallopio, ilk olarak kulağın anatomisini tanımlamıştır. Gabriele Fallopio, iç kulağı iki bölüme ayırmıştır; birinci bölümün, vestibuli ile SSK'ları içermekte olduğunu ve ikinci bölümün ise, kohlea olduğunu söylemiştir. İç kulak sıvılarının keşfedilmesi, Domenico Cotugno ve Antonio Scarpa'nın üst başarısı olarak görülmektedir. Perilenf sıvısı, 1761 yılında Cotugno tarafından tanımlanmıştır ve Scarpa ise membranöz labirentte ayrı bir sıvının daha olduğunu yani endolenfi tanımlamıştır. Kulak anatomisinin büyük bir çoğunluğu 19. yüzyılın başlangıcında detaylı olarak tanımlanmıştır. Fakat SSK'ların fonksiyonu hala belirlenememiştir. Ondokuzuncu yüzyıl ortalarında, Fransız fizyolog Pierre-Marie Flourens güvercinler ile yaptığı deneylerde SSK'ların, kohleadan ayrı olduğunun ve dengede kritik rol oynadığının ilk olarak farkına varmıştır [4].

Vestibüler Sistem, periferik ve santral olmak üzere iki bölümde incelenebilir. Periferik bölüm, üç SSK (anterior, posterior, lateral), sakkül, utrikül, vestibüler sinir ve vestibüler gangliyondan oluşur (Şekil 2.1). Santral bölüm ise 4 tane vestibüler nükleus, ikincil nöronları ve bunların santral bağlantılarından oluşur [10].



Şekil 2.1. Vestibüler Labirent [11]

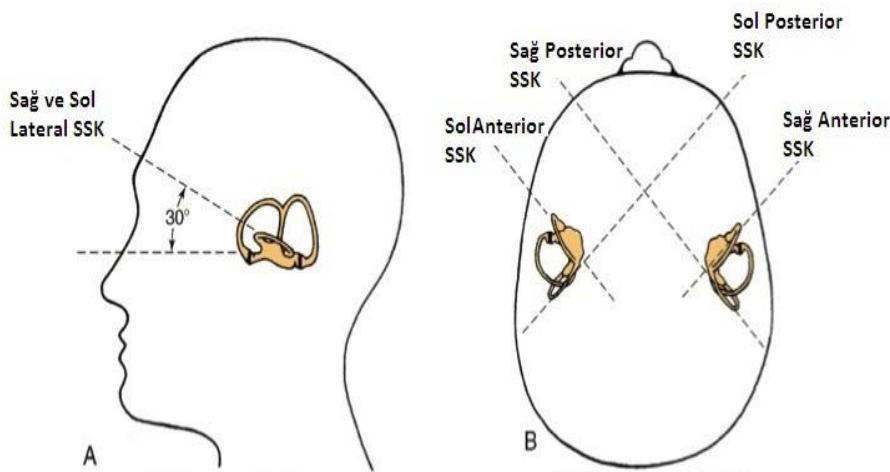
Periferik Vestibüler Sistem Anatomisi

Semisirküler Kanallar ve İç kulak Sıvıları

Temporal kemiğin petröz parçası, kemik labirent olarak bilinen , birbiri ile bağlantılı bir dizi kıvrımlardan oluşur. Kemik labirentin orta kavitesi, oval pencerenin medial kısmında yerleşmiş olan vestibül adını alır. Vestibülün anterior kısmında kohlea ve posterior kısmında ise SSK'lar yer almaktadır. Farklı kesecikler ve kanallardan oluşan membranöz labirent, kemik labirentin içini kapsamaktadır, Etrafını, hücre dışı (ekstrasellüler) ve serebrospinal sıvıya oldukça benzeyen perilenf adında berrak bir sıvı çevrelemektedir. Kandan sağlanan bir ultra-filtrattır. Ayrıca beyin omurilik sıvısından (BOS) duktus perilenfatikus aracılığı ile gelir. Bu kanal dardır ve sıvı girişi çok yavaştır. Yüksek sodyum (Na^+) ve düşük potasyum (K^+) içermektedir ($[\text{K}^+]=10 \text{ mEq/l}$; ($[\text{Na}^+]=140 \text{ mEq/l}$). Perilenfatik sıvı dengesi, çoğu ekstrasellüler sıvı için geçerli olduğu gibi, büyük oranda hidrostatik ve osmotik basınç dengesinin kontrolü altında olmaktadır [12]. Membranöz labirentin içinde ise, hücreler içi sıvıya çok benzeyen, yüksek potasyum iyonları ve düşük sodyum iyonları içeren endolenf sıvısı ile doludur ($[\text{K}^+]=144 \text{ mEq/l}$; ($[\text{Na}^+]=5 \text{ mEq/l}$). Endolenf, kohleada stria vasküleristen, vestibüler labirentte dark hücrelerinden salınmaktadır [13].

Membranöz labirentin vestibüler bölümü, beş sensör organa ayrılmıştır. Bunlar vestibülde yerleşik halde bulunan sakkül ve utrikül ve kemik labirentin içini dolduran üç adet SSK'lardır [14]. SSK'lar vestibülün posteriorunda bulunur. Bunlar, horizontal, anterior, posterior semisirküler kanallar (SSK) olarak adlandırıldığı gibi, sırasıyla; lateral, superior

ve inferior semisirküler kanallar olarak da adlandırılmaktadır . SSK'ların hepsi birbiriyle 90° açı yapmaktadırlar. Lateral SSK, oturur veya ayakta iken ve başın tam karşıya bakar pozisyonunda, horizontal plandan 30° açı ile yerleşik halde iken (Şekil 2.2.A), posterior ve anterior kanallar ise sagittal plandan 45° açı yaparak yerleşmişlerdir. Bununla birlikte, bir kulağın anterior kanalı kontralateral taraftaki posterior kanal ile paralel şekilde yerleşmiştir (Şekil 2.2.B). Aynı anatomik yapı posterior SSK için de geçerlidir [15]. Vestibüler organların içindeki duyu reseptörleri, farklı uzaysal düzlemlerde baş hareketleri tarafından farklı şekilde uyarıldıklarından, vertikal ve horizontal düzlemlere göre yatay ve dikey şekilde yerleşik halde bulunmaktadır. Bu reseptörler tamamen başın ivme hareketine bağlı olarak stimüle edilirler. Fakat, vestibüldeki sensör organlar (utrakül ve sakkül), fonksiyonel açıdan SSK'larından farklıdır. Sakkül ve utriküldeki nöroepiteller, yerçekimi kuvvetine (yerçekimi kuvveti de aynı zamanda doğrusal yönde bir ivme meydana getirir) ve doğrusal hareketlere duyarlıdır. Bundan dolayı, bu reseptörler, doğrusal hareketlere bağlı bilgileri, baş hareketi olmaksızın bile başın pozisyonunu korumak için sağlamış olur. Bunun aksine, SSK reseptörleri, başın rotasyonel hareketleri tarafından uyarıldıkları için, açısal ivmelere bağlı olarak stimüle edilirler. Normal şartlar altında, SSK reseptörleri, yerçekimi kuvveti tarafından uyarılamadıkları için, statik baş pozisyonunda cevap oluşturmazlar [7].



Şekil 2.2. Vertikal ve horizontal kanalların konumları [16]

Vestibüler aquaduktus, endolenfatik duktusu barındıran bir kanaldır. İçini kaplayan fibröz

doku, içte vestibülün periotik dokusu ve dışta ise meninkslerle devam eder. Bu yapı endolenf değişimi için önemlidir [17]. Cochlear aqueduktus, vestibüliyi kafa içine birleştiren iki kanaldan biridir. Periotik doku ile doludur ve gerçek bir kanal niteliği taşımaz. Bazı çalışmalara göre, bazı kan hücrelerinin geçmesine olanak verecek bir açıklığı vardır [9]. İç kulak kanalı (meatus acusticus internus) dura ile döşenmiş, transvers ve frontal konumda olan, 7-10 mm uzunluğunda kısa bir kanaldır. Kemik labirentin medial bölümünde yer alır. Bu kanalın içinden 7. ve 8. kraniyal sinirler ile iç kulak arter ve veni geçer [17].

Utrikül ve Sakkül (Otolit Organlar)

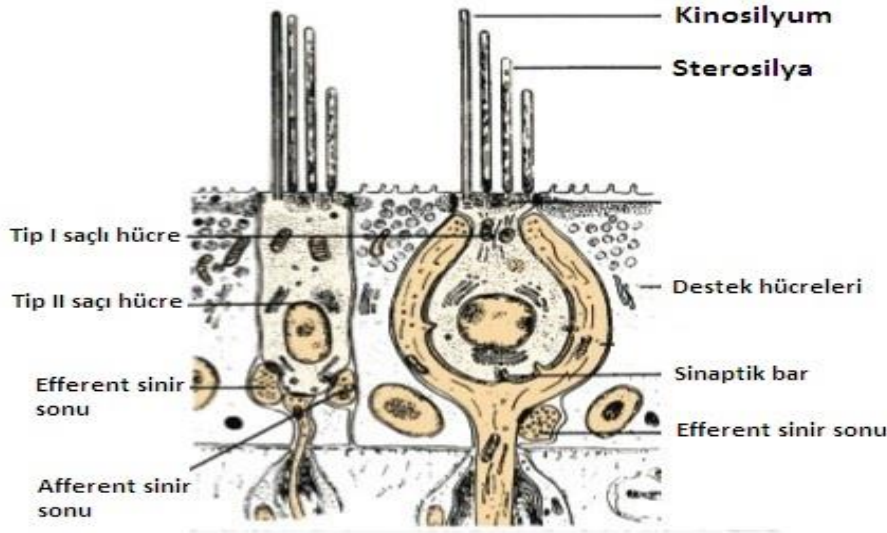
Utrikül, hafifçe düzleşmiş oval bir keseciktir. Utrikülün iç yan duvarı vestibülün iç yan duvarına tutunmaktadır, dış yan duvarı ise, stapes tabanının karşısında horizontal SSK ön tarafına tutunmaktadır. Kesenin içinde endolenf bulunmaktadır. Bu kesenin lateral yarısında, kafa tabanına paralel olarak 3x2 mm boyutlarında kalınlaşmış bir alan bulunur. Bu kalınlaşmış alana maküla denir. Maküla üzerinde endolenf hareketini algılayan silyalı hücreler vardır [10, 18].

Sakkül , oval biçimlidir ancak utrikülden küçüktür. Doğrusal hızlanmaları algılar. Anterior ucu, düzlemden yukarı kıvrım yapmasına karşın, büyük bir bölümü hemen hemen yatay kanal ile aynı düzlemedir. Sakkülün makülası vertikal (dikey) konumdadır. Yer çekimi ve doğrusal hareketlerden etkilenir. Yukarı ve aşağı doğrusal hızlanmaları algılama şekli olarak kendine özgü bir rol taşımaktadır [10].

Vestibüler Reseptör Hücreler (Tüylü Hücreler)

Maküler organ ve SSK'ların duyu reseptörleri, vestibüler duyu hücrelerinin uyarılması için donanımsal olarak farklı tiplerde oldukları halde, farklı nöroepitellerin hepsinin , yapısal düzenleme açısından çok benzerdir [19]. Vestibüler reseptör hücreler, kohleadaki reseptör hücreler gibi tüylü hücrelerdir. Tüyler, reseptör hücrelerin üst kısmından çıkan ve yapılarında aktin filamanları bulunan uzantılardır (Şekil 2.3). Tüylü hücrelerin her birinde, hücrenin apical ucundan kaynaklanan 20-200 arası stereosilyum (stereocilium) adı verilen küçük tüycükler ve bir adet kinosilyum (kinocilium) adı verilen büyük tüy bulunur [20]. Bu tüyler her hücrede özel bir dizim şeklinde bulunmaktadır. Kinosilyum her zaman en kenarda yer almaktadır. Kinosilyumdan diğer tarafa gidildikçe, stereosilyumlar uzundan kısaya doğru dizilmiştir. Stereosilyumların tepesinde elektron mikroskopuyla dahi güçlük

farkedilebilen çok ince ipliksi bağlantılar vardır. Bu yapıların görevi, stereosilyumları birbirine bağlamak ve en uzun stereosilyumu kinosilyuma bağlamaktır. Bu bağlantılar sayesinde stereosilyumlar, birlikte hareket edebilirler [21].



Şekil 2.3. Tip I ve Tip II tüylü hücreler [22]

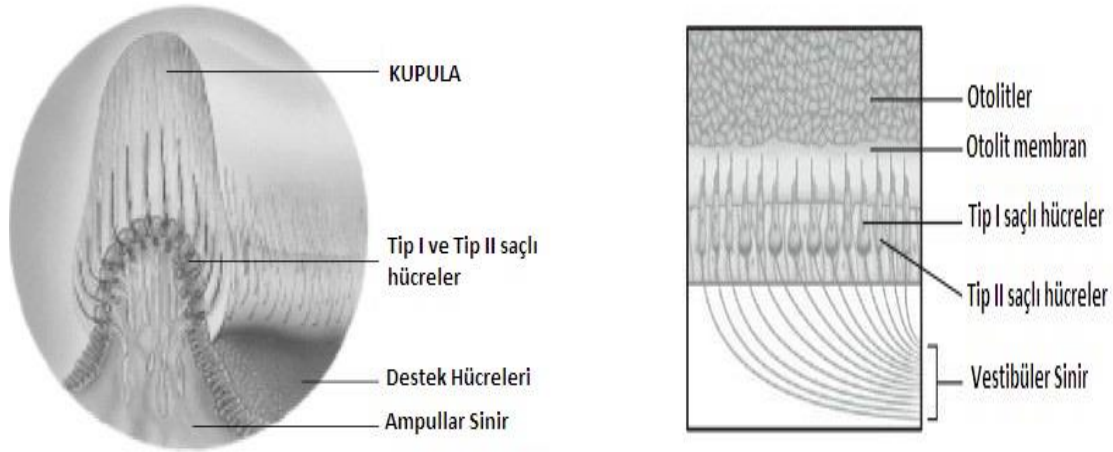
Vestibüler labirentte birbirinden farklı iki tip tüylü hücre tanımlanmıştır. Tüm vestibüler uç organlarda (end organs), her iki tipteki hücrelerden de bulunmaktadır. Bunlar Tip I ve Tip II tüylü hücreler olarak adlandırılmışlardır. Tip I tüylü hücreler, kadeh şeklindedirler. İnerv eden sinirler, Tip II tüylü hücrelerden farklı olarak kalın miyelinlidir ve geniş bir çanak şeklinde afferent sinir ucu bağlantısı bulunur. Çekirdekleri yuvarlaktır ve hücre tabanına yerleşmiştir. Morfolojik olarak daha büyük ve düzensiz ateşleme özelliği bulunan sinir uçlarına sahiptirler. Çok hassas oldukları ve çok hafif uyarıyı algıladıkları bilinmektedir. Filogenetik açıdan daha gelişmiş omurgalıların bulunmaktadır. Tip II hücreler ise, daha düz ve silindirik yapıdadır. Sinir bağlantıları daha basit ve düğme şeklindedir. Düzenli ateşleme özelliğine sahip daha küçük sinir uçları bulunmaktadır [23].

Algılayıcı Organlar

Vestibüler reseptör hücrelerin çalışma prensipleri tüm vestibüler uç organlarda aynı olmasına rağmen yerleşim özellikleri farklılık göstermektedir. Memeliler iki tür vestibüler algılayıcı organeler sahiptir. Bunlardan birincisi, SSK'ların ampullalarına yerleşmiş olan krista ampullaris, diğeri de utrikül ve sakkül makülasıdır [23].

Krista (Crista) Ampullaris: Her semisirküler duktusun sonlandığı ampullanın içinde, tüylü hücreler ile destek hücrelerinin yerleştiği, kabarık tepeye benzeyen bir bölgedir. Kristaların kabarık tepe bölgelerinde daha çok Tip I vestibüler duyu hücreleri bulunurken, kenarlara doğru daha çok Tip II vestibüler duyu hücreleri görülmektedir [7]. Krista ampullarisin üst kısmı, kubbe şeklinde jelatinöz bir madde olan kupula ile kaplıdır (Şekil 2.4). Kupula sıvı geçirmez özelliği ile utrikulus ile yarım daire kanalları arasında sıvı irtibatına olanak vermez. Özgül ağırlığı 1 g/ml'dir. Çevresindeki endolenfle aynı özgül ağırlığa sahip olmaları nedeniyle açısız hareketler sırasında endolenfle birlikte hareket eder ama doğrusal hareketlerde endolenf akımı olmadığı için etkilenmezler. Ayrıca, özgül ağırlıklarının endolenfle aynı olması nedeniyle yerçekiminden de tek başına etkilenmezler. Krista ampullaristeki tüylü hücreler, kupulanın içine doğru uzanır. Kupula, tavanda ve tabanda ampullanın duvarına bağlıdır. Endolenfatik sıvı, semisirküler duktuslar ve ampullada hareket ettikçe kupulayı da oynatır. Kupulanın bu hareketi de içinde gömülü halde bulunan, vestibüler reseptör hücrelerin tüylerini hareket ettirir [7-9].

Maküla (Macula): Utrikül ve sakkülde bulunan sensöriyel epitele maküla adı verilmektedir. Otolitik organların iç yüzünde, duvarların kalınlaşmış küçük bir bölümünde (çapı yaklaşık 2 mm) yerleşmiştir. Utriküler ve sakküler makülaların tüylü hücreleri, benzer yapısal organizasyona sahiptir. Binlerce tüylü hücrelerden, bunların üzerini örten jelatinöz bir tabakadan (otolitik membran) ve tabakanın üzerinde bulunan otolitlerden (otoconia ya da statoconia) oluşmaktadırlar (Şekil 2.4). Her makülada, tüylü hücrelerin her biri tüyleri farklı yönlerde bakacak şekilde dizilmiştir. Makülanın içinde bu farklı yönlerde bakan hücrelerin arasında eğri bir hat bulunur. Buna striola denir. Sakkül makülasında, tüylü hücrelerin kinosilyumları strioladan uzağa bakacak şekilde konumlanmış iken, utrikül makülasında ise tüylü hücrelerin kinosilyumları striolaya yakın olacak şekilde konumlanmıştır. Striola civarında daha çok Tip I vestibüler duyu hücreleri bulunurken, strioladan uzaklaştıkça daha çok Tip II vestibüler duyu hücreleri görülmektedir [7, 10].



Şekil 2.4. Kupula ve Maküla [11]

Otolitler, kalsiyum kristallerinden oluşmaktadır ve özgül ağırlıkları endolenfin yaklaşık 3 katıdır. Yapısal durumlarından dolayı, endolenf içinde yüzmezler ve maküladaki jelatinöz tabakaya gömülü halde bulunurlar. Boyutları, enaz $1\mu\text{m}$ 'den $20\mu\text{m}$ 'ye kadar değişmektedir. Doğrusal baş hareketleri ve yerçekiminin etkisi altında, maküler yüzeydeki otolit membranındaki ufak değişiklik otolitlerin ağırlığı ile tabaka içine doğru uzanan sillerin eğilmesine neden olur. Bu değişim saçlı hücrelerde elektriksel bir polarizasyona sebep olmaktadır [24].

İç Kulak Sıvı Dinamikleri

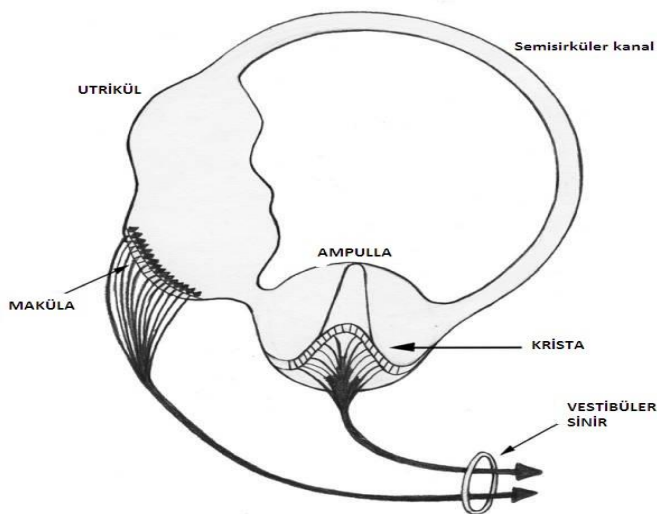
Normal vestibüler ve kohlear işlev, endolenfatik ve perilenfatik sıvı basınçlarının sabit olmasına bağlıdır. Otik ve periotik boşlukların intracranial yayılımlarının bir diğer işlevi de endolenfatik ve perilenfatik sıvı basıncı arasındaki dengenin sürdürülmesidir. Aralarında bir fistül geliştiği zaman, fistül bölgesinde saçlı hücrelerin aktiviteleri kesintiye uğramaktadır. Vücut pozisyonundaki değişim, öksürme ve zorlanma gibi her zaman söz konusu olabilen hidrostatik basınç değişimleri dışında iç kulağın yuvarlak ve oval pencereler aracılığı ile maruz kaldığı atmosferik basınç değişiklikleri de vardır. Endolenfatik kese, perilenfatik basınçtaki değişiklikleri dengeleyebilir. Çünkü benzer BOS basıncı değişiklikleri her iki sıvı sistemine eş zamanlı olarak iletilecek ve denge sürdürülecektir [12].

Vestibüler Sinirler

Tüylü hücrelerden çıkan uyarılar, hücrelerin etrafında bulunan sinir uçları ile alınırlar. Bu sinir uçları birleşerek sinir liflerini meydana getirirler (Şekil 2.5). Lateral SSK'lar ve utrikül makülasından köken alan lifler, süperior vestibüler siniri oluşturmaktadır. Posterior SSK ampullasından ve sakkül makülasından kaynaklanan lifler birleşerek de inferior vestibüler siniri oluştururlar [20].

Süperior ve inferior vestibüler sinirler, kohleadan gelen kohlear sinirle birlikte VIII. kranial siniri (vestibülokohlearis) oluştururlar. Vestibüler sinirde, düzenli (regüler) ve düzensiz (irregüler) ateşlemeli olarak iki tip efferent nöron bulunmaktadır. Regüler tip olanlar, spontan aktivitede ve VOR'da önemli rol oynarlar. İrregüler olanlar, çok hızlı tepki verirler fakat spontan ateşleme yapmazlar. Bunlar ise, vestibülospinal refleks (VSR) önemlidirler [23].

Süperior ve inferior vestibüler sinirler, fasiyal sinir (VII. Sinir) ve kohlear sinirle beraber internal akustik kanala birlikte girerler. Ön üstte fasiyal sinir, ön altta kohlear sinir, arka üstte superior vestibüler sinir, arka altta ise, inferior vestibüler sinir yer alır. Internal akustik kanal, ortalama 3,7 mm çapında, 8 mm uzunluğunda, dört bölümlü bir kanaldır. Medial ucu porus, lateral ucu fundus olarak adlandırılır. Fundus kısmında, horizontal krest (falsiform) ve vertikal kerestler (Bill's bar) bulunur. Bu yapılar sinirler arasındaki ilişkiyi sağlamaktadırlar. Ayrıca internal akustik kanalda labirentin arter de bulunur [6, 12].

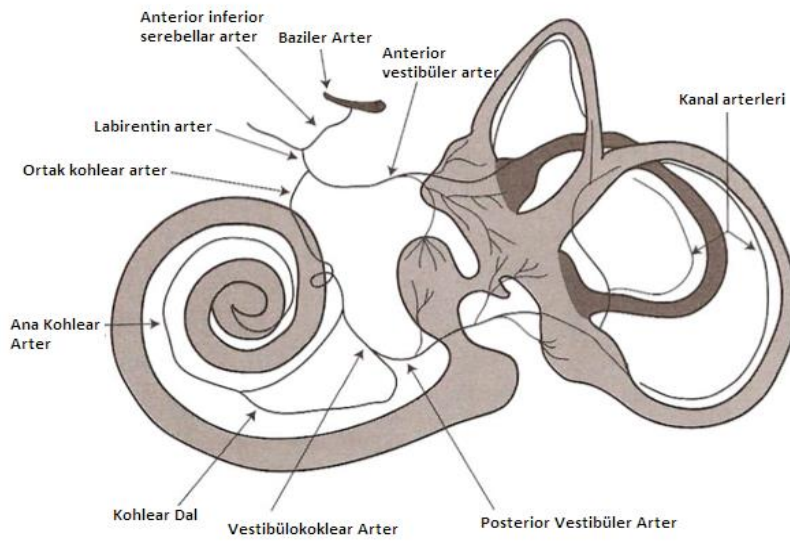


Şekil 2.5. Vestibüler Sinir Şematik Şekli [25]

Vestibüler Sistem Damarları

Vestibüler uç organlar, labirentin arter olarak da isimlendirilen internal auditory arter tarafından beslenmektedir. Labirentin arter, iç kulağa girince, anterior vestibüler arter (vestibularis anterior) ve vestibülokohlear arter olarak iki kola ayrılır. Vestibülokohlear arter de iki dala ayrılır. Birincisi, kohlear arter ve ikincisi, posterior vestibüler arterdir. Anterior vestibüler arter, anterior ve lateral SSK'ları, utrikülü ve sakkülün küçük bir kısmına kan akışı sağlamaktadır. Posterior vestibüler arter de, sakkülün büyük bölümünü ve posterior ampullayı beslemektedir (Şekil 2.6).

İç kulağın venöz dolaşımı, aquaduktus kohlea etrafındaki venler yoluyla inferior petrosal sinüse doğrudur. Lenfatik sistem, endolenf ve perilenf olarak kabul edilir ve bunlar da BOS'a dökülürler.



Şekil 2.6. Vestibüler kan damarları [26]

Santral Vestibüler Sistem Anatomisi

Primer afferent sinirlerden gelen vestibüler inputlar, temel olarak iki noktaya ulaşırlar: Vestibüler çekirdekler ve serebellum [27]. Vestibüler sinir beyin sapına, kohlear ve fasiyal sinirle yakın bir şekilde, pons ve medullanın birleşim yerinden girerler. Beyin sapına girdikten sonra vestibüler sinir lifleri, arka ve iç tarafta yoluna devam eder ve nervus trigeminusun (V. sinir) inen tractusu ve inferior serebellar demetin arasından vestibüler çekirdeklere ulaşır.

Vestibüler Çekirdekler

Beyin sapında yaklaşık olarak medulla ile pons arasında yerleşmişlerdir. Her bir tarafta, superior, inferior, medial ve lateral olmak üzere 4 adet vestibüler çekirdek bulunur [7, 10].

Süperior vestibüler çekirdekler (Bechterew): Santral ve periferik olarak ikiye ayrılırlar. 4. ventrikülün rostral tabanına yerleşik halde bulunur. Semirsirküler kanalların kristallerinden gelen lifleri alır ve SSK'lardan kaynaklanan VOR için ana yönlendirme çekirdeğidir. Serebelluma giden efferentleri de bulunur [7].

Medial vestibüler çekirdek (Schwalbe): Vestibüler çekirdeklerin en büyüğüdür ve superior vestibüler çekirdeğin hemen kaudalinde bulunur. Medial vestibüler çekirdek, VOR için önemli SSK girdilerini alır. Bunun yanında kas tonusunu düzenlemek için, vestibülospinal traktusa vestibüler sinyalleri yönlendirir. Örneğin; lateral kanal kristasının uyarılması ile ipsilateral kas tonusunda artma, kontralateral kas tonusunda ise azalma görülür. Bu mekanizma, postür koruyucu ve düzeltici refleksler için önemlidir. Özellikle de hızlı ve beklenmedik kafa hareketleri sırasında, postürün koruması için önem taşır [7, 8].

İnferior vestibüler çekirdek (Desandan): Otolitik organlardan gelen lifleri alır. Inferior vestibüler çekirdekteki hücrelerin bir kısmı, vestibülospinal yolların oluşumuna katılırlar. Fakat büyük çoğunluğu serebellum ile bağlantılıdır [23].

Lateral vestibüler çekirdek (Deiters): Santral ve periferik olarak ikiye ayrılır. Ventral yüzünde utrikülden (periferik) gelen, dorsal yüzünde ise serebellumdan (santral) gelen bilgileri alır. Lateral vestibüler çekirdekten çıkan ana afferentler, aşağı doğru uzanarak lateral vestibülospinal traktusu oluşturur [7].

Serebellum (Cerebellum)

Serebellum, çoğu hızlı vücut hareketleri gibi, dengeyi sağlamada da sorumlu bir organ gibi çalışır. Serebellumun flocculonoduler lobları, özellikle kanallardan gelen dinamik denge uyarıları ile bağlantılıdır. Bu lobların hasarı, SSK'ların hasarı ile gelişen belirtilerin neredeyse aynısına yol açar. Başka bir ifade ile, flocculonoduler lobların ya da SSK'ların zarar görmesi hareket yönünün hızlı değişikliklerinde dinamik dengenin bozulmasına sebep olurken, statik durumlarda dengenin çok fazla etkilenmemesine neden olur. Serebellum uvulasının ise static dengede önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir [7, 10].

2.1.3. Vestibüler sistem fizyolojisi

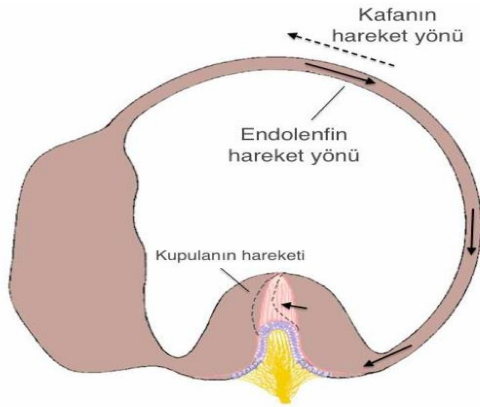
Vestibüler sistem, dengenin sağlanmasında fonksiyonu olan 3 sensöriyel sistemden biridir. Bu sistemler; görsel (visüel) sistem, somatasensöriyel (proprioseptif) sistem ve vestibüler sistemdir. Görsel sistem, gözler aracılığı ile, proprioseptif sistem de kas, eklem ve tendonlar aracılığı ile elde edilen duyuların merkezi sinir sistemine (MSS) gönderilmesini sağlayarak dengenin oluşmasında rol oynarlar. Vestibüler sistemin temel görevi, istemsiz olan baş hareketlerini algılamak ve bu bilgileri reflex göz hareketleri ve postural düzenleme ile birleştirip, vizyonu ve postürü stabil tutmaktır [28].

Semisirküler Kanallar ve Krista Ampullaris

SSK'ların, kohleanın işitme fonksiyonundan ayrı olarak, dengenin sağlanmasında önemli bir role sahip olduğu, ilk olarak 1842 yılında Pierre-Marie Flourens tarafından farkedilmiştir [4]. Ancak endolenf hareketlerinin meydana geldiği kanal ile göz ve baş hareketleri arasındaki ilişki, açık bir şekilde 1992 yılında Ewald tarafından ortaya konulmuştur [6]. Bu ilişki Ewald kanunları adı altında toplanmaktadır. SSK'larda, endolenf akımının yönü ve bu etkenlerin yönü ile ilişkisini ortaya koyan üç adet kural vardır. Ewald'ın birinci kanunu Flourens' in kanununa benzer: Kanalın uyarılması sonucu ortaya çıkan göz hareketleri, o kanalın düzleminde ve endolenf akımı yönündedir. Ewald'ın ikinci kanunu, "Lateral SSK'da ampullofugal endolenf akımı, ampullopedal endolenf akımına oranla daha büyük cevap doğurmaktadır" şeklindedir. Ewald'ın üçüncü kanunu ise, "Anterior ve posterior SSK'larda ampullofugal endolenf akımı, ampullopedal endolenf akımına göre daha büyük cevap doğurmaktadır" şeklindedir [7].

Krista ampullaris, kanalın uzun eksenine dik konumda yerleşmiştir. Krista üstünde kupula bulunur ve kupulanın özgül ağırlığı endolenf ile aynıdır. Kristadan ampullanın tavanına kadar uzanmaktadır. Elastik bir membran özelliğindedir.

Baş aniden herhangi bir yöne dönmeye başladığında, SSK'lardaki endolenf, SSK'ların hareketine göre geride kalma eğilimi gösterir. Bu kanallardaki hareket başın dönüşüne zıt doğrultuda sıvı akışına sebep olur (Şekil 2.7). Bu endolenf akımı ampullaya doğru ise ampullopedal, ampulladan uzaklaşır şekilde ise ampullofugal akım denilmektedir. Örneğin; baş horizontal planda sağ doğru hareket ettirildiğinde, sağ horizontal kanalda endolenf akımı rölatif olarak sola kayar ve ampullopedal, sol horizontal kanalda endolenf sağa doğru hareket eder ve ampullofugal akıma neden olur [10].



Şekil 2.7. Semisirküler kanallarda ampullopedal akım ve kupula hareketi [8]

SSK'ların kristaları, hareketin meydana geldiği kanal düzlemindeki açısal hareketlere duyarlıdır. Her bir kulaktaki SSK'lar, kontralateral taraftaki eşleri ile simetrik çalışmaktadırlar. Sağ lateral SSK ile sol lateral SSK, sağ posterior ile sol anterior SSK, sağ anterior ile sol posterior SSK'lar birbirinin zıt eşi gibidirler. Bir tarafta SSK'da uyarım var ise , o kanalın kontralateraldeki eşinde uyarımda azalma mevcuttur. Benzer şekilde, bir taraftaki SSK'da uyarımda azalma varsa, karşı kulaktaki eşinde uyarım artışı görülür [8].

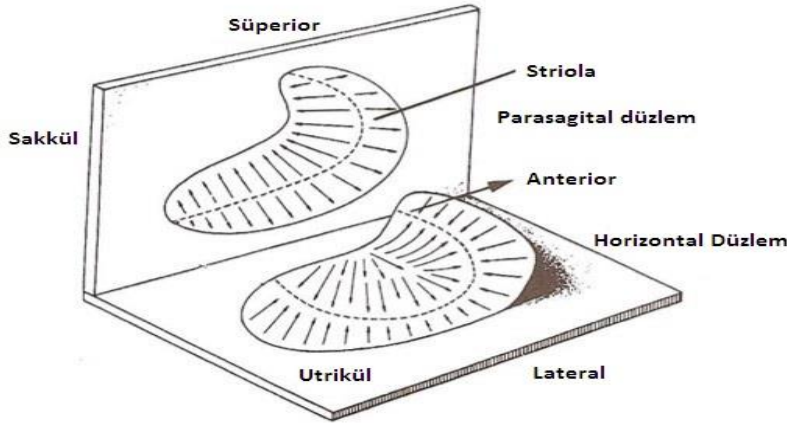
Kupulanın içinde tüylü hücrelerde bulunan kinosilyumlar, hep aynı yöne doğru bakacak şekilde yerleşmişlerdir. Lateral SSK duktusların kristalarındaki tüylü hücrelerin kinosilyumları, utriküle yakın konumda yer alır. Örneğin; kafa sağa doğru çevrildiğinde, sağ lateral SSK duktus kristasında eksitasyon (uyarım artışı) meydana gelirken, sol lateral SSK duktus kristasında ise inhibisyon (uyarımda azalma) meydana gelir. Anterior ve posterior SSK duktus kristalarında ise kinosilyumlar kanalların utrikül uçlarının tersi yönde konumlanmışlardır. Bu nedenle bu kanallarda, lateral kanalların tam aksine ampullopedal akım sonucu inhibisyon görülür [7, 10, 20].

Otolit Organlar (Utrikül ve Sakkül) ve Maküla

Utriküldeki maküla esas olarak alt yüzeyde ve horizontal plandadır. Kişi dik pozisyonda olduğu zaman, yerçekiminin yönüne göre başın pozisyonunu tespit etmede önemli rol oynamaktadır. Sakkül makülası ise, düşey düzlemde yerleşmiştir ve insan yatay pozisyonda iken denge sisteminde aktif rol alır [10].

Utrikül ve sakkül makülalarındaki tüy hücrelerinin yerleşim yönlerinin farklı olması çok önemlidir (Şekil 2.8). Baş öne doğru hareket ettiğinde bazı tüylü hücreler, baş arkaya

hareket ettiğinde farklı tüylü hücreler, baş sağ veya sola hareket ettiğinde farklı tüy hücre grupları daha fazla uyarılır. Bu nedenle yerçekimin etkisinde kalınan her an, kafanın her konumu için maküla sinir liflerinde farklı çeşitte uyarılar meydana gelir. Utrikül makülası yatay konumda yerleşmişken, sakkül makülası dikey pozisyonda bulunmaktadır. Bu iki otolit organ makülalarının yerleşim pozisyonları sebebi ile, bazı hareketler utrikül , bazı hareketler ise sakkül tarafından daha kolay tanımlanır.



Şekil 2.8. Utrikül ve sakkül makülalarında tüy hücrelerinin geometrik şekli

Kişi dik pozisyonda iken. utrikül makülasındaki reseptör hücrelerin tüyleri yatay düzlemde, sakkül makülasındaki reseptör hücrelerin tüyleri ise yatay zemine paralel konumda bulunmaktadır.

Utrikül ve sakkül fizyolojik fonksiyonunu günlük hayatta sık sık karşılaştığımız durumlardan örnek vererek açıklayacak olursak; Bir arabanın içinde giderken, araba aniden hızlandığında, başımızın ve gövdemizin o anlık arkaya doğru yatmasını örnek verebiliriz. Bu sırada, otolitik membranın eylemsizlik nedeniyle ön tarafta kalır ve utrikül makülasındaki reseptör hücrelerin tüyleri öne doğru eğilir. İçinde bulunan araba fren yaptığı anda ise, baş ve vücut aniden öne doğru hareket ederken, otolitik membran arkada kalma eğiliminde bulunur ve utrikül makülalarındaki reseptör hücrelerin tüyleri arkaya doğru eğilir. Asansörde yukarı doğru çıkıldığında, otolitik membranın eylemsizliği, sakkül reseptör hücrelerinin tüylerinin yerçekime doğru yani aşağı doğru eğilmesine sebep olur. Yüksek bir yerden aşağı atıldığında ise otolitik membranın eylemsizliği, reseptör tüylü hücreleri yukarı doğru hareket ettirir yani yukarı doğru eğilmesine sebep olur [7, 20].

Santral Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Vestibüler çekirdekler afferent liflerini iç kulaktaki utrikül, sakkül ve SSK'lar ile serebellumdan, inferior serebral pedünkül aracılığı ile gelen liflerden alırlar. Vestibüler çekirdeklerin efferentleri, inferior serebellar pedünkülden geçen vestibüloserebral traktus ile serebelluma (yükselen yollar), lateral ve medial vestibülospinal traktuslar ile de anterior funikülde omuriliğe gider (inen yollar). Bazı afferent lifler, vestibüler çekirdeklere hiç uğramadan, doğrudan inferior serebellar pedünküle giderler [29]. Omuriliğe giden lifler çaprazlaşmadan aynı tarafta omurilik yarımında aşağı inerler. Bu yollar denge duyusunu omuriliğe taşıyarak postür ile dengenin sağlanmasında rol oynarlar [30].

Lateral vestibülospinal traktus, lateral vestibüler çekirdekten ipsilateral olarak lumbosakral bölgeye kadar uzanır. Bu yolun bazı lifleri kısadır. Bu kısa lifler üst ya da alt servikal bölgede sonlanır. Başka bir ifade ile, lateral vestibülospinal traktustaki lifler gövde kaslarının, üst ve alt ekstremitelerin motor nöronlarına bağlanarak yerçekimine karşı olan ekstansör kasların fonksiyonunu kolaylaştırır [31].

Medial vestibülospinal traktus, medial ve inferior vestibülospinal çekirdeklerden omuriliğe uzanır. Bu yoldaki liflerin çoğu üst servikal bölgenin altına inmezler. Medial vestibülospinal traktus vagusun dorsal motor çekirdeğine de lifler gönderir. Bu da vestibüler uç organ uyarılmasından sonraki mide bulantısını açıklamaktadır. Retiküler formasyon aracılığı ile glossofarangeal sinir ile bağlantı kuran lifler de vardır [31].

Denge yolları içinde bazı efferent lifler ise medial longitudinal fasikül içinde inen ve yükselen dallara ayrılır. Bu yol asıl olarak boşlukta ortantasyonu sağlamak ile alakalıdır. İnen yolların kesin tanımlanması yapılamamıştır. Ancak, bilateral olarak boyun bölgesi kaslarına giden motor nöronlar ile bağlantı kurdukları sanılmaktadır. Yükselen dallar da bilateral olarak okülomotor (III. sinir), troklear (IV. sinir) ve abduzens (VI. sinir) ile bağlantı kurarak, baş hareket halinde iken bir obje üzerinde gözlerin sabit kalmasını sağlayan ekstra oküler kas hareketlerini kontrol eder. Medial longitudinal fasikül içindeki lifler dört vestibüler çekirdekten de köken alırlar. Superior vestibüler çekirdekten köken alanlar ipsilateral ilerlerken, diğerlerinden orjin alanlar bilateral olarak devam ederler [30, 32].

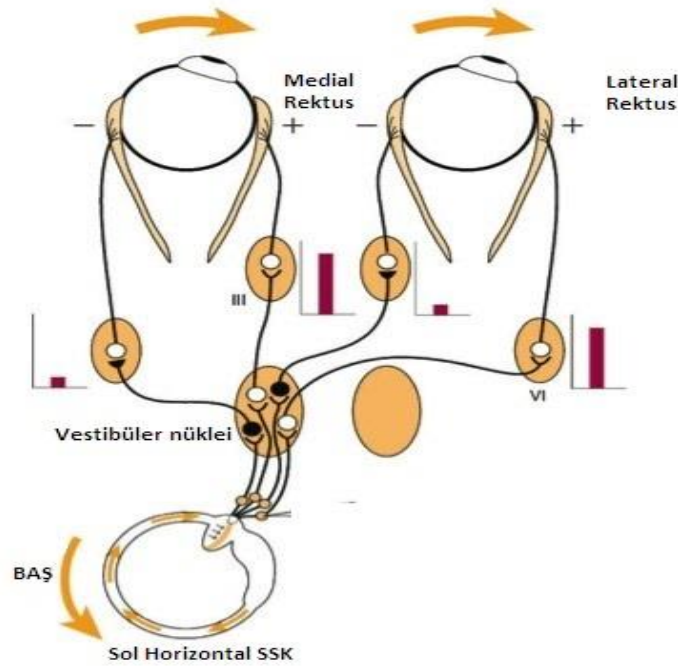
Vestibüler çekirdeklerden yukarı yükselen lifler, talamusun posterior ventral çekirdeklerinde sinaps yaparak buradan kortekse ulaşırlar. İnsanda vestibüler sistem ile

ilgili korteks bölümleri çok iyi tanımlanamamıştır. Lateral sulkusun hemen yukarısında lokalize olan, postsantral gyrusa ait bölge vestibüler alan olarak tanımlanmaktadır [18, 32].

Vestibülo-Oküler Refleks (VOR)

Vestibülo-oküler reflex (VOR), net bir görüş sağlamak için kafanın dönme hareketlerine karşılık olarak göz hareketlerinin oluşmasını sağlayan ve çok hızlı bir şekilde çalışan reflekstir. Bir cismin görülebilmesi için, gözlerin nesne üzerinde kısa bir süre de olsa odaklanması, nesnenin retinadaki görüntüsünün sabitlenmesi gerekir. SSK'lar, kafa pozisyonu her değiştiğinde bu değişikliği algılayarak, gözlerin kafa hareket yönünün tam tersi yöne doğru ve kafa hareket hızının büyüklüğüne eşit şekilde kaymasını sağlayacak uyarılar iletirler. Bu düzenleme, vestibüler çekirdekler ve medial longitudinal fasikül yoluyla, gözleri hareket ettiren kaslara iletilmesi sayesinde gerçekleşir. VOR, refleks yollarının köken aldığı vestibüler duyu yapılarına göre, kanal oküler ve otolit oküler refleksler olarak alt başlıklarda toplanabilir [8].

Kanal-Oküler Refleks: SSK'nın ampullasının uyarılmasıyla başlar. Bir kanalın uyarılması, o kanalın düzlemindeki kas kontraksiyonuna yol açar (Flouren kanunu). Bir başka ifade ile, hangi kanal uyarılırsa gözler o kanal düzleminde hareket eder. Anterior SSK'da uyarı artışı olduğunda, sinyaller ipsilateral süperior vestibüler çekirdeğe, buradan da kontralateral okülomotor çekirdeğe giderler. Sonuçta, ipsilateral süperior rectus kası ile kontralateral inferior oblik kasları kasılır ve gözler yukarı ve aşağı şekilde torsiyonel olarak döner. Lateral SSK'da, uyarı artışı olduğunda, ipsilateral medial vestibüler çekirdeğe, buradan da kontralateral abduzens çekirdeğe ve ipsilateral okülomotor çekirdeğe gider. Sonuçta, ipsilateral medial rectus ve kontralateral rectus kasları kasılır ve gözler karşı tarafa doğru konjuge şekilde hareket eder (Şekil 2.9). Posterior SSK'da ise sinyaller, ipsilateral medial vestibüler çekirdeğe, buradan da kontralateral troklear çekirdeğe ve kontralateral okülomotor çekirdeğe gider. Sonuçta, ipsilateral superior oblik kası ile kontralateral inferior rektus kasları kasılır ve gözler aşağı ve karşı tarafa doğru torsiyonel şekilde döner [7, 8].



Şekil 2.9. Vestibülooküler Refleks (VOR)(Sol horizontal kanal VOR) [33]

Otolit-Oküler Refleks: Sakküler ve utriküler uyarıların göreceli olarak küçük vertical göz hareketleri cevaplarına neden oldukları, otolit oküler reflekslerin gözlerin aynı yatay düzlemde hızlanmasını sağladığı düşünülmektedir. Otolit ve vertikal kanal yollarında sorun olduğunda, patolojik ‘oküler tilt cevabı’ olarak isimlendirilen bir bulgu görülmektedir. Bu bulgu, bir gözün yukarı diğerinin aşağıya kayması, kafanın altta kalan kulağa doğru eğilmesi ve altta kalan kulağa doğru olan dairesel torsiyonel göz hareketi şeklinde üç bileşenden oluşur [7].

Vestibülospinal Refleksler: Vestibüler çekirdeklerden lateral ve medial vestibülospinal yol olarak iki adet vestibülospinal yol çıkar. Lateral vestibülospinal yol, medulla spinaliste sakral seviyeye, medial vestibülospinal yol ise servikal seviyeye uzanır. Bu yollarla inen uyarıcılar, gövdeyle ekstremitelerin ekstansör kaslarının tonusunu güçlendirerek yer çekimine karşı ayakta durmayı sağlarlar. Vücudun hareketleriyle birlikte düşmenin önlenmesi, başın dengeli hareketi ve postüral stabilitenin korunması için, dengeleyici vücut hareketlerini organize eden bir refleks meydana getirirler. Buna vestibülospinal refleks (VSR) adı verilir. Bu refleksin başın ve vücudun dik konumunu koruyucu işlevi vardır [34].

Proprioseptif Duyu (Derin Duyu): Bir kas veya tendondaki gerilim değişimini hissedebilen duyuşal sinir uçlarına proprioseptör denilmektedir. Vestibüler organlar, sadece kafanın konum değişimini ve hareketini belirleyebilirler. Kafanın vücudun diğer kısımlarına göre pozisyonunu saptamak için ise merkezi sistemin ek bir bilgiye ihtiyacı vardır. Bu bilgi, boyun ve vücuttaki proprioseptörlerden sağlanmaktadır. Proprioseptörlerden gelen bilgi, direkt olarak beyin sapındaki vestibüler ve retiküler çekirdeklere iletilmelerine ek olarak, indirekt olarak serebellum üzerinden de iletebilirler. Boyundaki proprioseptörler, dengenin sağlanmasında oldukça önemlidir. Boyun bükülerek baş herhangi bir yöne doğru eğildiğinde, boyundaki proprioseptörlerden gelen uyarılar, vestibüler organların verdiği dengesizlik hissini devam ettirirler. Boyun dışında vücudun diğer kısımlarından da bilgi sağlanmaktadır. Örneğin, ayak tabanlarında bulunan basınç reseptörleri, ağırlığın her iki ayak üzerine eşit olarak dağılıp dağılmadığını, bir ayağın diğerinden önde veya geride olduğunu hisseder [10, 20].

2.2. Head Impulse Test (HIT)

Head Impulse Test (HIT), 1988 yılında ilk olarak Halmagyi ve Curthoys tarafından tanımlanmıştır [5]. Yatak başı kullanılan bu test, unilateral periferik vestibüler bozukluklarda, kötü olan tarafı tanımlamak için geliştirilmiştir. Baş uyarıları hızlı, pasif ve yapılan kişinin önceden tahmin edemeyeceği tarafa doğru yapılmaktadır. Baş rotasyonlarının amplitüdü düşük ($< 20-30^\circ$), fakat yüksek ivme ile yapılmaktadır ($> 3000^\circ/s^2$). Eğer periferik vestibüler sistem intakt (normal) durumda ise, test sonucunda normal VOR bulguları gözlemlenmektedir. Eğer intakt durumda değil ise, periferik vestibüler hipofonksiyonun olduğu tarafa doğru refleksif sakkadlar meydana gelir. Bunun sebebi, ipsilateral tarafta VOR' in zayıflığı ve kontralateral taraftan kaynaklanan inhibitör sinyalin, rotasyon sırasında bakış stabilitesini sağlamaya yetmemesidir. Hasta testi yapan klinisyenin önüne oturtularak başı 30° öne eğilir ve horizontal kanalların yer düzlemi ile paralel hale gelmesi sağlanır. Hastanın başı, iki yandan kavranarak sağ ve sola yapılacak olan baş itmeleri sırasında, sabit bir noktaya bakması açısından yüzünde bir nokta seçmesi ve baş hareketleri sırasında gözünü oradan ayırmaması istenir. Bu nokta klinisyenin burnunun ucu veya alnı olabilir. Horizontal kanallara ek olarak vertikal kanallar da uygun düzlemde yapılan baş itme hareketleri ile de değerlendirilebilir [35].

HIT, yatak başı uygulanan bir test olmakla birlikte uygulayan klinisyenin gözlemlerine bağlı bir testtir. Testin daha objektif ve doğru şekilde kullanılabilmesi için, test sırasında video-nistagmografi kullanılması fikri ortaya çıkmıştır. Baş hareketleriyle birlikte meydana gelen göz hareketlerini, yüksek çözünürlüğe sahip bir kamera yardımı ile hızlı kayıt alabilen aynı zamanda çıplak gözle görülemeyen gizli sakkadların tespitinde önemli bir yere sahip video Head Impulse Test (vHIT) geliştirilmiştir [36]. Aynı test paradigmasına sahip fakat uygulama açısından farklılık olan, göz hareketlerini belirlemede altın standart olarak kabul edilen “scleral search coil” tekniği de bulunmaktadır. Bu test yönteminde, kamera hastanın göz hareketlerini kayıt etmesi açısından harici olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, altın standart olarak kabul edilen bu teknikle beraber VHIT test yönteminin de benzer geçerlilik ve güvenilirlikle sonuçlar verdiği gösterilmiştir [37, 38].

vHIT ölçümleri, göz hareketlerinin küçük, hafif, yüksek hızlı bir dijital kamera ile kayıt edilmesi temeline dayanmaktadır. Kamera, baş hareketleri sırasında kaymaması için tasarlanan ve göz çevresine sıkıca oturan bir gözlüğün üzerine yerleştirilmiştir. Tek gözün hareketlerini kaydedebilen ve normalde sol tarafta bulunan kamera, ihtiyaç halinde yerinden çıkarılarak gözlüğün sağ tarafına yerleştirilebilmekte ve böylece sağ gözün hareketlerini kaydedebilmektedir. Gözler infrared ışık ile aydınlatılmakta ve gözlerin görüntüsü, bir ayna ile kameraya yansıtılmaktadır. Baş hızı, gözlüğe yerleştirilmiş bir üç-boyutlu ivme ölçer ve ve iki adet iki-boyutlu *gyroscope*’tan oluşan atalet ölçüm ünitesi tarafından belirlenmektedir. Göz konumları, ağırlık merkezi algoritmasına dayanan bir pupil belirleme yazılımı tarafından bilgisayar programı ile tespit edilmektedir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Yeri

Bu çalışma; Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Bilim Dalı, Prof. Dr. Necmettin Akyıldız İşitme, Konuşma, Ses ve Denge Bozuklukları Tanı, Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi'nde gerçekleştirildi.

3.2. Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Hastanesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı Yüksek Lisans tezi olarak yapıldı. Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Rektörlük Etik Komisyonu tarafından 19.06.2015 tarihinde Karar No:73633 ile alındı. Proje Kodu: 77082166-604.01.02- onayı ile kabul edildi. Çalışmaya katılan tüm bireylerden; Gazi Üniversitesi Etik Komisyon Veri Kullanım İzin Formu imzalatılarak onay alındı.

3.3. Çalışma Grubu

Bu çalışma, otolojik ve nöro-otonörolojik şikayeti olmayan, 18-55 yaş aralığında gönüllü erişkin bireyler üzerinde yapıldı.

Çalışmaya alınma kriterleri;

- Bireylerin 18-55 yaş arasında olması,
- Otoskopik muayanelerinin normal olması,
- Saf ses ve işitme eşiklerinin, impedansmetrik bulgularının normal olması (işitme eşiklerinin 500Hz, 1kHz, 2kHz ve 4kHz ortalamasının 15 dB' den daha iyi olması),
- Baş dönmesi şikayetinin ve yakınmasının olmaması,
- Son bir ay içinde herhangi bir ilaç kullanmamış olması,
- Kafa travması hikayesi olmaması,
- Boyun ile ilgili herhangi bir şikayetinin olmaması (özellikle servikal disk hernisi yani boyun fıtığı gibi),
- Görme veya gözlerle ilgili bir sorununun olmaması,
- Spontan nistagmuslarının olmaması, pozisyonel yapılan testlerde (Dix-Halpike ve

Roll) bilateral nistagmus ve baş dönmesi gözlenmemesi şeklindedir.

Bu kriterlerin herhangi birine uymayan, çalışmaya katılmak için gönüllü olmayan ve çalışma için yapılan testleri tamamlamayan kişiler çalışma dışı bırakıldı.

3.4. Video Head Impulse Test (vHIT) Protokolü

vHIT ölçümleri, EyeSeeCam vHIT (Interacoustics, A/S DK-5610, Assens, Denmark) cihazı ile yapılmış olup OtoAccess™ bilgisayar programı ile değerlendirilmiştir. Kullanılan sistemde, yapılan farklı testler sırasındaki göz hareketlerinin ve ölçüm grafiklerinin aynı anda izleme olanağı sağlayan basit bir kullanıcı arayüzü vardır. Çalışmada, eğimli, bükülebilir bir çerçevesi olan, lastik bir bant ile başa tutturulan ve hafif (40 gr) bir gözlük kullanılmıştır. Ayrıca gözlük üzerinde 32 gr ağırlığında, sağ ve sol gözlük tarafına değiştirilebilen monooküler bir kamera bulunmaktadır. Kameranın 6 serbestlik dereceli atalet ölçüm ünitesi bulunmaktadır (intertial measurement unit). Gözlüğün tam ortasına yerleştirilmiş bir lazer kaynağı bulunmaktadır. Gözlük, veri aktarımını sağlayan bir USB 2.0 kablo ile bilgisayara bağlanmaktadır [39].

3.4.1. Teste hazırlık aşaması

Gönüllüden, düz renkli bir duvar karşısına 150 cm mesafede ayarlanmış bir sandalyeye dik bir pozisyonda oturması istendi. Duvara, gönüllünün göz hizasında olacak şekilde hedef bir nokta yapıştırıldı. Teste başlamadan gönüllü bireyin başına gözlük yerleştirildi ve test sırasında baş hareketlerinden dolayı kaymasını önlemek açısından, bant yardımıyla gözlük yeterince sıkılarak sabitlenmesi sağlandı. Daha sonra, gözlük üzerinde bulunan kamera, gönüllünün pupilasının program ekranına ortalanması sağlandı ve kalibrasyon aşamasına geçildi.

3.4.2. Kalibrasyon

Kalibrasyon başlamadan, kalibrasyonun nasıl yapılacağı açısından gönüllü bilgilendirildi ve kalibrasyon sırasında göz kırpmaması istendi. Kalibrasyon standart (göz kalibrasyonu) ve head (baş kalibrasyonu) olarak iki aşamada yapılmaktadır. Kalibrasyon sırasında, gönüllünün tam karşısında olan ve baktığı duvarda, gözlük üzerinde bulunan lazer kaynağından 8.5° açılar ile yerleştirilmiş 5 adet lazer ışığı belirlemektedir. Gönüllüden,

duvara yansıyan 5 noktadan orta hat üzerinde bulunan noktayı, hedef nokta üzerinde tutması istendi. Standart kalibrasyon aşamasında, gönüllünün hangi noktaya bakması gerektiği, program ekranından bakılarak tek tek sesli bir şekilde söylendi. Cihazın rastgele verdiği komutlara göre, yukarı-aşağı-sağ-sol ve ortada bulunan lazer noktalarına bakılması istendi. Yaklaşık 30 saniye içinde kalibrasyonun ilk aşaması olan göz kalibrasyonu tamamlandı. Daha sonra baş kalibrasyonu aşamasına geçildi. Bu aşamada gönüllüden sadece karşısındaki hedef noktaya bakması istendi ve kişi o hedef noktaya bakarken yatay ve dikey yönde (her yöne 5'er kez, sağa-sola ve yukarı-aşağı) aktif baş hareketleri uygulandı. Kalibrasyon, her gönüllü için ayrı ayrı tekrar edildi. Göz ve baş kalibrasyonu anlatılan şekilde tamamlanıp test aşamasına geçildi.

3.4.3. Test aşaması

Test aşaması, horizontal kanalların değerlendirilmesi için yapılan Lateral (Left-Right, Sağ-Sol), vertikal kanalların değerlendirilmesi için yapılan RALP (Right Anterior-Left Posterior, Sağ Anteriör-Sol Posteriör) ve LARP (Left Anterior-Right Posterior, Sağ anteriör- Sol Posterior) testleri olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. Bu testler sırasında, gönüllünün başına test edilen semisirküler kanala göre, yaklaşık 15°'lik açılar ile itme kuvveti uygulandı. Test sırasında, gönüllüden başını serbest bırakması, boyun kaslarını kasmaması, kendinden 1.5 metre mesafede duvar üzerinde ayarlanmış noktadan gözünü kaçırmamaya çalışması istendi.

Lateral SSK değerlendirilmesi aşamasında, gönüllünün baş pozisyonu 30° kadar öne eğilmiş pozisyonda gönüllünün tam arkasında yer alan uygulayıcı tarafından, gönüllünün çene kemiğini iki elle kavrayarak sağa ve sola hızlı ve küçük açılarla (15°) baş itme hareketleri uygulandı.

Vertikal SSK değerlendirilmesinde genellikle iki ayrı yöntem ile uygulanabilmektedir. Birinci yöntem, gönüllü orta hattaki önceden ayarlanmış hedef noktaya bakarken, başı vertikal kanalların düzleminde itilir. İkinci yöntem ise, daha önce orta hat üzerinde belirlenmiş hedef noktaya ek olarak hedef noktanın sağına ve solunda iki hedef nokta daha belirlenir. Gönüllünün başı test sırasında 45° sağa veya sola çevirilerek vertikal kanalların optimum uyarılabilme pozisyonu ayarlanarak itme kuvveti uygulanır. Bu çalışmada birinci yöntem kullanılarak vertikal kanallar değerlendirildi. Lateral kanallar ve vertikal kanallar

değerlendirilmesi aşamasında, her kanal için 10 baş itme hareketi uygulandı ve test aşaması sonlandırıldı.

3.4.4. Program arayüz özellikleri

OtoAccess™ bilgisayar programı ile baş hareketlerinin doğru yapıldığını test sırasında ve test sonrasında kontrolü mümkün olmaktadır. Test sırasında uygulanan baş itme hareketlerinin doğru ve kabul edilebilir sınırlarda olduğu program tarafından belirlenmektedir. Baş hızının tepe noktası, baş hareketi başladıktan sonraki ilk 150 ms içinde $70^\circ/\text{s}$ 'den daha fazla olmalıdır. Baş ivmesi $1000^\circ/\text{s}^2$ 'den büyük olmalıdır. Hareket başlangıcından 50 ms önceki baş hızı $20^\circ/\text{sn}$ 'yi aşmamalıdır. Baş yönü değişmemeli, en yüksek hızdaki baş rotasyonu, istenen yönün $\pm 45^\circ$ içinde olmalıdır. Baş hareketi başlamadan önce, göz ve baş hareketi arasındaki maksimum fark $20^\circ/\text{sn}$ 'yi aşmamalıdır. Bu kriterleri sağlayan baş hareketlerine yanıt olarak oluşan göz hareketleri de programdan takip edilebilmektedir. Program ara yüzünde, baş hareketleri siyah renk ile, göz hareketleri de gri renk ile gösterilmektedir. Belirlenen kriterlere uygun olamayan baş hareketlerini kabul etmemekle birlikte programın bir diğer özelliği de artefaktlı olan itme hareketlerini eleme imkanı sunmasıdır. Kriterler dışında kalan itme hareketleri en son programın sunduğu rapora dahil edilmemektedir. Raporda silinmemiş artefaktlı olan değerler var ise, program ara yüzü o değerleri silme olanağını uygulayıcıya tanımaktadır. Sonuç olarak 3 farklı test modülü ile 6 semisirküler kanalı aynı anda ölçülebilmesi mümkündür. Raporda her bir kanalın VOR kazançlarına ek olarak (lateral kanallarda 60 msn'deki kazanç ile vertikal kanallar için ortalama regresyon eğrisi kazancı), baş-göz hareket eğrileri ve baş itme hareketi süresindeki hız değişimini gösteren bir regresyon eğrisi sunulmaktadır. Lateral kanallar veri raporunda, vertikal kanalların ver raporuna ek olarak 40 msn, 60 msn, 80 msn sırasındaki VOR kazanç hesapları görülmektedir. Tüm testler sırasında gerçekleşen göz hareketlerini programın video kayıt özelliği ile kaydetmek mümkün olmaktadır. Üretici firma normal VOR kazanç değerinin 0,76 ve üzerinde, normal VOR kazanç asimetri yüzdesinin de %0-8 arasında olamadı gerektiğini bildirmişlerdir.

Sağlıklı yetişkin bireylerde, Lateral, RALP, LARP parametreleri değerlendirilerek 6 SSK'ın ayrı ayrı VOR kazanç ve asimetri değerleri belirlendi. vHIT, Test-tekrar-test yöntemi uygulanmak suretiyle, her bireye iki kez yapıldı. Aşağıda belirtilen parametreler hesaplanarak, gönüllülere özgü kayıtlar ayrı ayrı tutuldu.

Lateral SSK'ın, 40 msn, 60 msn, 80 msn 'lerdeki anlık kazanç (ortalama regresyon eğrisi) değerleri, ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri yüzdesi hesaplandı.

Sağ anteriör ve sol posteriör (RALP) ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri yüzdesi hesaplandı.

Sol anteriör ve sağ posteriör (LARP) ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri yüzdesi hesaplandı.

Elde edilen verilerin için, cinsiyetler arasında fark olup olmadığının analizi ve 18-40 ile 41-55 olarak iki gruba ayrılan olguların arasında yaş farkına bağlı bir farklılık olup olmadığı analiz edildi.

Her gönüllüye elde edilen verilerin güvenilirliğinin kontrol edilmesi amacıyla 2 defa test uygulanarak yukarıda belirtilen parametreler 2'şer adet kayıt edildi.

3.5. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak incelenmesinde, çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve tabloların oluşturulması amacıyla SPSS (SPSS Inc, Chicago IL, USA) sürüm 20 kullanıldı. Değişkenler ortalama ($\bar{X}$) $\pm$ standart sapma (SD) ve minimum değer-maksimum değer (min.-max.) şeklinde ifade edildi ve yüzde değerleri kullanıldı. Öncelikle, verilerin parametrik dağılım gösterip göstermedikleri kontrol edildi. Bu amaçla, Shapiro ve Wilk (1965) tarafından geliştirilen ve bu çalışmadaki örneklem boyutu ve ölçüm sayısı için uygun olan Shapiro-Wilk Sınaması gerçekleştirildi. Parametrik grupların varyanslarının homojenliği ise Levene testi ile analiz edildi (Levene, 1960). Buradan elde edilen değerler neticesinde Bağımsız Örneklem T-testi ile grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar incelendi. Test-tekrar test analizinde ise, incelenecek veriler arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi ile değerlendirildi. Bütün istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ değeri kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bulgular

Bu çalışma, çalışmaya dahil olma özelliklerine sahip, 16'sı erkek, 26'sı kadın olan 42 gönüllü ile yapıldı. Katılımcıların yaş ortalamaları, $33,62 \pm 11,17$ (18-55) olarak bulundu.

Elde edilen verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro-Wilk Testi ile analiz edildi. Tüm değerlerin normal dağılıma sahip olduğu gözlemlendi ($p > 0,05$).

Varyansların homojenliğinin belirlenmesi açısından Levene Testi kullanıldı. Levene Testi sonucunda sadece Tekrar-testte sol lateral SSK ait değişkenin homojen varyansa sahip olmadığı ($p < 0,05$), bunun dışındaki tüm değişkenler için varyansların homojen olduğu sonucuna varıldı ($p > 0,05$).

4.2. Lateral Kanal Bulguları

Lateral kanallara ait ortalama kazanç değerleri, ortalama asimetri değeri ve 40 msn, 60 msn, 80 msn anlık ortalama kazanç değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sağ ve sol lateral kanala ait, ortalama kazanç değerleri, 40 msn, 60 msn, 80 msn' deki ortalama kazanç değerleri ve lateral kanal ortalama asimetri değeri

LATERAL KANAL	ORTALAMA X (min.-max.) $\pm$ SD	40msn X (min.- max.) $\pm$ SD	60 msn X (min.- max.) $\pm$ SD	80 msn X (min.- max.) $\pm$ SD	% Asimetri X (min.-max.) $\pm$ SD
SAĞ	0,96 (0,76-1,17) $\pm 0,10$	1,14 (0,90- 1,87) $\pm 0,21$	0,97 (0,77- 1,45) $\pm 0,14$	0,85 (1,09- 0,68) $\pm 0,10$	0,03 (0-8) $\pm 0,03$
SOL	1,00 (0,80-1,21) $\pm 0,10$	1,14 (0,79- 1,85) $\pm 0,22$	1,04 (0,82- 1,42) $\pm 0,13$	0,93 (0,70- 1,27) $\pm 0,12$	

Olguların kulaklara özgü lateral kanal ortalama kazançları ve lateral kanal ortalama asimetri yüzdeleri incelendiğinde, sağ lateral kanal için; $0,96 \pm 0,10$, sol lateral kanal için;

1,00±0,10 ve lateral kanallar arası ortalama asimetri yüzdesi 0,03±0,03 (%3) olarak bulundu.

Olguların kulaklara özgü lateral kanal ortalama anlık kazançları incelendiğinde, sağ kulak için; 40 msn'de 1,14±0,21, 60 msn'de 0,97±0,14, 80 msn'de 0,85± 0,10 olarak hesaplandı. Sol kulak için; 40 msn'de 1,14±0,22, 60 msn'de 1,04±0,13, 80 msn'de 0,93±0,12 ortalama anlık kazançları elde edildi.

Test-tekrar test'e ait sağ ve sol lateral kanala için ortalama kazanç değerleri, 40 msn, 60 msn, 80 msn'deki anlık ortalama kazanç değerleri ve latetal kanal ortalama asimetri değeri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Test-tekrar test'te Sağ ve sol lateral kanala ait, ortalama kazanç değerleri, 40 msn, 60 msn, 80 msn'deki ortalama kazanç değerleri ve latetal kanal ortalama asimetri değeri

LATERAL KANAL (Test-Tekrar Test)	ORTALAMA X (min.-max.)±SD	40msn X (min.-max.)±SD	60 msn X (min.-max.)±SD	80 msn X (min.-max.)±SD	% Asimetri X (min.-max.)±SD
SAĞ-2	0,96 (0,79-1,20) ±0,09	1,08 (0,77-1,50) ±0,14	0,95 (0,77-1,20) ±0,11	0,88 (0,64-1,03) ±0,12	0,03 (0-7) ±0,02
SOL-2	0,99(0,81-1,19) ±0,10	1,13 (0,79-1,60) ±0,11	1,02 (0,82-1,20) ±0,10	0,91 (0,65-1,09) ±0,11	

Test-tekrar test için, olguların kulaklara özgü lateral kanal ortalama kazanç değerleri ve lateral kanalların ortalama kazanç asimetri yüzdeleri incelendiğinde, sağ lateral kanal için; 0,96±0,09, sol lateral kanal için; 0,99±0,10 ve lateral kanalların ortalama asimetri yüzdesi 0,03±0,02 olarak bulundu.

Test-tekrar test için, olguların kulaklara özgü lateral kanal ortalama anlık kazançları incelendiğinde, sağ kulak için; 40 msn'de 1,08±0,14, 60 msn'de 0,95±0,11, 80 msn'de 0,88±0,12, sol kulak için; 40 msn'de 1,13±0,11, 60 msn'de 1,02±0,10, 80 msn'de 0,91±0,11 ortalama anlık kazançları elde edildi.

Lateral kanallar için ortalama kazanç değerleri, ortalama kazanç asimetrisi ve anlık ortalama kazanç değerlerinin, Test ve Test-Tekrar Test arasındaki ilişki yüzdeleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Lateral kanallar için ortalama kazanç değerleri, ortalama kazanç asimetrisi ve anlık ortalama kazanç değerlerinin, Test-tekrar test arasındaki ilişki yüzdeleri

Test Test-Tekrar Test			ORTALAMA X±SD	40 msn X±SD	60 msn X±SD	80 msn X±SD	%Asimetri X±SD
LATERAL	Test	Sağ	0,96±0,10	1,14±0,21	0,97±0,14	0,85±0,10	0,03±0,03
		Sol	1,00±0,10	1,14±0,22	1,04±0,13	0,93±0,12	
	Tekrar Test	Sağ	0,96±0,09	1,08±0,14	0,95±0,11	0,88±0,12	0,03±0,02
		Sol	0,99±0,10	1,13±0,11	1,02±0,10	0,91±0,11	
Pearson korelasyon testi		Sağ	0,81**	0,225	0,63,6**	0,742**	0,45**
		Sol	0,759**	0,815**	0,682**	0,743**	

p<0,05*, p<0,01**

Olguların kulaklara özgü lateral kanal ortalama kazançları, lateral kanal ortalama asimetri yüzdeleri ve anlık ortalama kazanç değerlerinin , test ve tekrar test arasındaki ilişkisi Pearson Korelasyon Testi ile bakıldı. Buna göre, test ve tekrar test için sağ lateral kanal kazanç değerleri arasında %81'lik anlamlı bir ilişki, sol lateral kazanç değerleri arasında %75,9'luk anlamlı bir ilişki, lateral kanallar arası ortalama kazanç asimetrisi arasında %45'lik anlamlı bir ilişki bulundu (p<0,05). Lateral kanal anlık ortalama kazanç değerleri arasında, sağ lateral kanallar için, 40 msn'de %22,5'lik anlamsız bir ilişki, 60 msn'de %63,6'lık anlamlı bir ilişki , 80 msn'de ise %74,2'lik anlamlı bir ilişki gözlendi (p<0,05). Sol lateral kanallar için, 40 msn'de %81,5'lik anlamlı bir ilişki (p<0,05), 60 msn'de %68,2'lik anlamlı bir ilişki ve 80 msn'de ise %74,3'lük anlamlı bir ilişki gözlendi (p<0,05).

4.3. Vertikal Kanal Bulguları

Vertikal kanalların değerlendirildiği, sağ anterior ve sol posterior (RALP), sol anterior ve sağ posterior (LARP) parametrelerin herbirinin ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sağ anterior ve sol posterior (RALP), sol anterior ve sağ posterior (LARP) parametrelerin ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri

Vertikal Kanallar		ORTALAMA X±SD	% Asimetri X±SD
RALP	Sağ Anteriör	0,96 (0,76-1,26) ±0,13	0,03 (0-12) ±0,03
	Sol Posterior	0,95 (0,76-1,25) ±0,11	
LARP	Sol Anteriör	1,03 (0,76-1,36) ±0,16	0,03 (0-8) ±0,02
	Sağ Posterior	1,03 (0,77-1,29) ±0,14	

Olguların kulaklara özgü ortalama vertikal kanal kazanç değerleri (RALP ve LARP) ve vertikal kanallar arası ortalama asimetri değeri incelendiğinde, RALP için; Sağ anterior kanal 0,96±0,13, sol posterior kanal 0,95±0,11 olarak bulunmuş olup, sağ anterior ve sol posterior kanal arasındaki ortalama kazanç asimetri değeri ise; 0,03±0,03 olarak bulundu. LARP için; Sol anterior kanal 1,03±0,16, sağ posterior kanal 1,03±0,14 bulunmuş olup, sol anterior ve sağ posterior arasındaki ortalama kazanç asimetri değeri ise; 0,03±0,02 olarak bulundu.

Test-Tekrar Test sağ anterior ve sol posterior (RALP), sol anterior ve sağ posterior (LARP) parametrelerin her birinin ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Test-tekrar test sağ anterior ve sol posterior (RALP), sol anterior ve sağ posterior (LARP) parametrelerin ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri

Vertikal Kanallar Test-Tekrar Test		ORTALAMA X (min.-max.) $\pm$ SD	% Asimetri X (min.-max) $\pm$ SD
RALP	Sağ Anteriör	0,95 (0,77-1,20) $\pm$ 0,11	0,03 (0-11) $\pm$ 0,02
	Sol Posterior	0,98 (0,81-1,20) $\pm$ 0,11	
LARP	Sol Anteriör	0,95 (0,77-1,35) $\pm$ 0,18	0,03 (0-8) $\pm$ 0,02
	Sağ Posterior	0,97 (0,75-1,27) $\pm$ 0,20	

Test-Tekrar Test için, olguların kulaklara özgü ortalama vertikal kanal kazanç değerleri (RALP ve LARP) ve vertikal kanalların ortalama asimetri değeri incelendiğinde, RALP için; Sağ anterior kanal 0,95 $\pm$ 0,11, sol posterior kanal 0,98 $\pm$ 0,11 olarak bulunmuş olup, sağ anterior ve sol posterior kanal arasındaki ortalama kazanç asimetri değeri ise; 0,03 $\pm$ 0,02 olarak bulundu. LARP için; Sol anterior kanal 0,95 $\pm$ 0,18, sağ posterior kanal 0,97 $\pm$ 0,2 bulunmuş olup, sol anterior ve sağ posterior arasındaki ortalama kazanç asimetri değeri ise; 0,03 $\pm$ 0,02 olarak bulundu.

Vertikal kanallar için ortalama kazanç değerleri, RALP ve LARP ortalama kazanç asimetrisi değerlerinin Test ve tekrar test arasındaki ilişki yüzdeleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Vertikal kanallar için ortalama kazanç değerleri, RALP ve LARP ortalama kazanç asimetrisi değerlerinin Test ve Re-Test arasındaki ilişki yüzdeleri

Test ve Test- Tekrar Test				ORTALAMA X±SD	% Asimetri X±SD
VERTİKAL KANALLAR	TEST	RALP	Sağ Anteriör	0,96±0,13	0,03±0,03
			Sol Posteriör	0,95±0,11	
		LARP	Sol Anteriör	1,03±0,16	0,03±0,02
			Sağ Posteriör	1,03±0,14	
	Test-Tekrar Test	RALP	Sağ Anteriör	0,95±0,11	0,03±0,02
			Sol Posteriör	0,98±0,11	
		LARP	Sol Anteriör	0,95±0,18	0,03±0,02
			Sağ Posteriör	0,97±0,20	
Pearson Korelasyon Testi (p<0,05)*, (p<0,01)**		RALP	Sağ Anteriör	0,768**	0,235
			Sol Posteriör	0,624**	
		LARP	Sol Anteriör	0,511**	0,466**
			Sağ Posteriör	0,599**	

Olguların kulaklara özgü vertikal kanal ortalama kazançları, vertikal kanal (RALP ve LARP) kazanç ortalama asimetri yüzdeleri ve vertikal kanallar anlık ortalama kazanç değerlerinin, Test ve tekrar test arasındaki ilişkisi Pearson Korelasyon Testi ile bakılmıştır. Buna göre, Test ve tekrar test için, RALP testinde sağ anteriör kanal değerleri arasında %76,8'lik anlamlı bir ilişki, sol posteriör kanal değerleri arasında %62,8'lik anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). Sağ anteriör ve sol posteriör kazanç asimetri değerleri arasında istatistiksel olarak %23,5'lik anlamsız bir ilişki gözlemlendi ($p>0,05$). LARP testinde ise, sol anteriör kanal değerleri arasında %51,1'lik anlamlı bir ilişki, sağ posteriör kanal değerleri arasında %59,9'luk anlamlı bir ilişki gözlemlendi ($p<0,05$). Sol anteriör ve sağ posteriör kanal kazanç asimetrisi arasında %46,6 anlamlı bir ilişki gözlemlendi ($p<0,05$).

4.4. Ortalama Değerlerin Cinsiyete Göre Analizi

Lateral kanallara ait ortalama kazanç değerleri, ortalama anlık kazanç değerleri ve ortalama asimetri değerleri için cinsiyet (Erkek:16, Kadın:26) farkının sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Lateral kanallar için ortalama kazanç değerleri, ortalama anlık kazanç değerleri ve lateral kanalların ortalama asimetri değerlerinde cinsiyete göre incelenmesi

Lateral Test Cinsiyet Analizi			ORTALAMA	40 msn	60 msn	80 msn	% Asimetri
			X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
LATERAL	ERKEK	Sağ	0,91±0,07	1,06±0,10	0,93±0,09	0,84±0,08	0,04±0,02
		Sol	0,99±0,10	1,11±0,14	1,01±0,10	0,93±0,10	
	KADIN	Sağ	0,99±0,10	1,18±0,25	1,00±0,16	0,85±0,10	0,03±0,02
		Sol	1,01±0,10	1,17±0,26	1,05±0,14	0,93±0,14	
Student-t Testi (P<0,05)*		Sağ	0,016*	0,061	0,132	0,739	0,403
		Sol	0,541	0,417	0,348	0,992	

Olguların kulaklara özgü lateral kanal için, ortalama kazanç değerleri, anlık ortalama kazanç değerleri ve lateral kanallar arası ortalama asimetri değerleri için Student-t Testi kullanılarak kadın ve erkek arasındaki fark olup olmadığına bakıldı. Verilerin varyans homojenliğine Levene Testi kullanılarak bakılmıştır ve tüm varyansların homojen olduğu görüldü ($p>0,05$). Student-t testine göre; kadın ve erkek arasında sadece ortalama sağ lateral kazanç parametresinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görüldü ($p<0,05$). Bu parametre dışındaki ortalama sol lateral kanal kazanç değerleri, bilateral anlık ortalama kazanç değerleri arasında ve lateral kanallar arası asimetri yüzde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Vertikal kanallara ait, ortalama kazanç değerleri, ortalama anlık kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerleri için cinsiyet farkının sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Vertikal kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile RALP ve LARP ortalama asimetri değerlerinde cinsiyete göre incelenmesi

RALP ve LARP Test Cinsiyet Analizi				ORTALAMA	% Asimetri	
				X±SD	X±SD	
VERTİKAL KANALLAR	ERKEK n:16	RALP	Sağ Anteriör	0,96±0,16	0,04±0,03	
			Sol Posteriör	0,96±0,13		
		LARP	Sol Anteriör	1,03±0,18	0,03±0,01	
			Sağ Posteriör	1,06±0,14		
	KADIN n:26	RALP	Sağ Anteriör	0,97±0,12	0,03±0,03	
			Sol Posteriör	0,95±0,10		
		LARP	Sol Anteriör	1,03±0,16	0,03±0,02	
			Sağ Posteriör	1,02±0,13		
	Student-t Testi (p<0,05)*		RALP	Sağ Anteriör	0,812	0,707
				Sol Posteriör	0,924	
LARP			Sol Anteriör	0,878	0,312	
			Sağ Posteriör	0,395		

Vertikal kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile RALP ve LARP için ortalama asimetri değerlerinde cinsiyet farkının incelenmesi Student-t testi ile yapıldı. Varyans homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Varyansların homojenliği testi sonucunda tüm varyansların homojen olduğu gözlemlendi (p>0,05). Vertikal kanallara ait elde edilen değerlerin cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü (p>0,05).

4.5. Ortalama Değerlerin Yaş Gruplarına Göre Analizi

Olgulardan elde edilen lateral kanallara ait, ortalama kazanç değerleri, anlık ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerlerinin belirlenen yaş gruplarına göre (18-40 yaş: 30, 41-55 yaş: 12) farkının sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Lateral kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile lateral kanallar arası ortalama asimetri değerlerinin yaş gruplarına göre incelenmesi

Lateral Test Yaş Analizi			ORT.	40 msn	60 msn	80 msn	% Asimetri
			X±SD	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
LATERAL	18-40 yaş n:30	Sağ	0,97±0,09	1,11±0,14	0,95±0,09	0,85±0,09	0,03±0,02
		Sol	1,01±0,09	1,13±0,23	1,03±0,11	0,91±0,10	
	41-55 yaş n:12	Sağ	0,94±0,12	1,20±0,34	1,01±0,22	0,84±0,10	0,04±0,03
		Sol	0,99±0,13	1,17±0,21	1,07±0,17	0,98±0,17	
Student-t Testi (P<0,05)*		Sağ	0,476	0,358	0,377	0,616	0,337
		Sol	0,661	0,670	0,357	0,115	

Olguların kulaklara özgü lateral kanal için, ortalama kazanç değerleri, anlık ortalama kazanç değerleri ve lateral kanalların ortalama asimetri değerleri için Student-t testi kullanılarak yaş grupları arasında fark olup olmadığına bakıldı. Verilerin varyans homojenliğine Levene Testi kullanılarak bakıldı. 40 msn ile 60 msn anlık kazanç değerlerinin ($p<0,05$) dışında tüm verilerin varyansların homojen olduğu görüldü ($p>0,05$). Student-t testine göre; yaş grupları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü ($p<0,05$).

Vertikal kanallara ait, ortalama kazanç değerleri, anlık ortalama kazanç değerleri ve ortalama kazanç asimetri değerlerinin belirlenen yaş gruplarına analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Vertikal kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile RALP ve LARP ortalama asimetri değerlerinin yaş gruplarına göre incelenmesi

RALP ve LARP Test Yaş Analizi				ORTALAMA X±SD	% Asimetri X±SD
VERTİKAL KANALLAR	18-40 yaş n:30	RALP	Sağ Anteriör	0,98±0,11	0,04±0,03
			Sol Posterior	0,97±0,09	
		LARP	Sol Anteriör	1,03±0,16	0,03±0,02
			Sağ Posterior	1,03±0,13	
	41-55 yaş n:12	RALP	Sağ Anteriör	0,91±0,17	0,03±0,02
			Sol Posterior	0,92±0,14	
		LARP	Sol Anteriör	1,02±0,17	0,03±0,02
			Sağ Posterior	1,03±0,15	
Student-t Testi (p<0,05)*		RALP	Sağ Anteriör	0,176	0,572
			Sol Posterior	0,053	
		LARP	Sol Anteriör	0,757	0,473
			Sağ Posterior	0,983	

Vertikal kanallara ait ortalama kazanç değerleri ile RALP ve LARP için ortalama asimetri değerlerinde cinsiyet farkının incelenmesi Student-t testi ile yapıldı. Varyans homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Buna göre, sağ anteriör kanal ortalama kazanç değerleri (p<0,05) dışında tüm verilerin homojen dağıldığı gözlemlendi (p>0,05). Vertikal kanallara ait elde edilen değerlerde yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü (p>0,05).

5. TARTIŞMA

Vestibüler sistem, vücut dengesinin devamlılığı için gözler ve proprioseptif sistem ile birlikte entegre halinde çalışmaktadır. Bu üç sistemin entegrasyonu vestibüler çekirdekte meydana geldiği için, vestibüler sistem dengeden sorumlu ana organ olarak nitelendirilir. Vestibüler sistemin klinik değerlendirilmesi için en yaygın kullanılan teknikler, spontan ve gaze nistagmus, optokinetik nistagmus ve sakkadik göz hareketlerinin gözlenmesi ve kayıt edilmesi (HIT ve vHIT), rotasyonel testler ve kalorik testtir.

Kalorik test, periferik vestibüler patolojiler için klinik kullanımı oldukça yaygın olan bir testtir. Ancak, kalorik testin vestibüler sistemin sınırlı bir bölümünü test ettiği bilinmektedir. Örneğin; kalorik uyarılar öncelikli olarak sadece lateral SSK'ları düşük frekansta (0,002-0,004 Hz) test etmektedir [40]. Günlük yaşamda, SSK'lar üç düzlemde daha yüksek frekanslarda uyarılmaktadırlar. Bu yüzden, periferik sistemin daha büyük bölümünü test edebilen güvenilir objektif metodların geliştirilmesinin ihtiyacı doğmuştur. Klinik head impulse testinde (HIT), yüksek frekansta VOR değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Baş kısa süreli ve hızlı itme hareketleri uygulanırken, gözden elde edilen bulguların değerlendirildiği bir testtir. Baş itme sırasında uyarılan kanaldaki periferik bir bozukluğun sonucu olarak meydana gelen açık sakkadların (overt saccad) gözlenmesi esasına dayanmaktadır [41]. HIT, VOR'ü kalorikten daha yüksek frekansta değerlendirmektedir. Ancak, açık sakkadlar uygulayan uzman tarafından belirlendiği için kalorik testine göre daha subjektif bir testtir [42]. Bir çok çalışmada klinik HIT ile kalorik test performansları karşılaştırılmıştır. Perez ve Rama-Lopez'in kalorik testi referans olarak aldığı bir çalışmada, klinik HIT' nin özgüllüğünü %91 ve hassaslığını %45 olarak bulmuşlardır. Ayrıca kalorik teste %42,5'ten büyük olarak tespit edilen patolojileri olan hastalarda HIT testi anormal olarak bulunmuştur [40]. Schubert ve ark., tanılanmış periferik vestibüler bozuklukları olan 79 unilateral hipofonksiyonu olan ve 32 bilateral hipofonksiyonu olan hastalarda yaptığı çalışmada, klinik HIT'nin %82 özgüllükle vestibüler hipofonksiyonu tanımlamada, unilateral hipofonksiyonları %71 hassaslıkta ve bilateral hipofonksiyonları %84 hassaslıkta olduğunu belirtmişlerdir [43]. Rohrmeier ve ark.'nın 151 vestibüler bozukluğu olan hastada yaptığı çalışmada, spontan nistagmus, head-shaking nistagmus ve klinik HIT testi kullanmışlardır. HIT testinin özgüllüğünü %85 hassaslığını ise %64 olarak bulmuşlardır. Bu bulguların su-kalorik testi ile yakın sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir [44]. HIT'in vestibüler hipofonksiyonu tanımlamada önemli bir

yerinin olduğu tespit edilmesiyle göz hareketlerinin matematiksel değerlendirmeler ile derecelendirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu düşünce ile vHIT'in vestibüler değerlendirmedeki öneminin daha fazla olabileceği düşünülebilir.

Curthoys ve ark. , “scleral search coil”ın refleksiyon sakkadları gibi göz hareketlerini gözlemek ve kayıt etmek için uygun bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir [45]. Topikal anestezi altında scleraya yerleştirilen elektrotlar ile gerçekleştirilen ve günümüzde hala altın standart olarak kabul edilen bu yöntem, göz hareketlerini oldukça hassas bir şekilde kayıt edebilmektedir. Ancak, invazif, koperasyon zorluğu, pahalı ve kayıt edilen verilerin alınmasının uzun sürmesi ve zorluğu nedeniyle klinik kullanımı açısından uygun bir metod değildir. Teknolojik gelişmelerin ilerlemesiyle birlikte, Halmagyi ve Curthoys'un geliştirdiği HIT metodunun prensiplerini temel alan, göz hareketlerini kayıt etmek için video kamera kullanarak daha objektif bir metod olan vHIT'in klinik öneminin yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır [46]. Bu metodta, video kayıt sistemi içeren bir bilgisayar programı, hafif ağırlıkta bir gözlük ve hem uygulanan kişinin pupilasının görüntüsü kayıt edebilen hem de baş hareket hızını ölçebilen gyroscope kullanılmaktadır. Bu gelişmeler süresinde baş hareketine bağlı göz hareketlerini belirlemek için vHIT'in önemi artmaktadır [47].

Normal şartlar altında, uzak bir hedefe bakan bir kişinin başı her bir yönde doğru itilirse gözler hedefe bakmaya devam eder. Bu durumun gerçekleşmesi, baş hareketi ile aynı hızda ve ters yönde meydana gelen göz hareketleridir. Baş hareketleri sırasında semisirküler kanalların kristallarının uyarılması sonucu VOR'un devreye girmesi ile gerçekleştirilir. Normal kişilerde VOR kazancı, baş hızı göz hızına eşit olacağı için 1 olmalıdır. Ancak, VOR kazancı 1'den düşük ise yapılan baş hareketi ile bakışın hedef noktadan kayması gerçekleşir ve bu anormalliği düzeltmek için ters yönde düzeltici sakkadlar meydana gelir. Bu düzeltici hareketler eğer baş hareketi sonlandıktan sonra meydana geliyor ise açık (overt) sakkad adını almaktadır. Unilateral kanal paralizi olanlarda önemli bir klinik bulgudur. Eğer bu hareketler baş hareketi sırasında meydana geliyor ise de gizli (covert) sakkad adını alırlar. Bu düzeltici hareketlerin çıplak gözle gözlemlenmesi çok zor olduğu için HIT'in dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır. vHIT ile birlikte, baş hızına ($^{\circ}/sn$) bağlı olarak meydana gelen VOR kazancı grafiksel olarak gösterilebilmektedir. VOR, yüksek kafa ivmesi ve kafa hızı ile birlikte kısa bir süre içinde ölçülebilmektedir [48]. Ayrıca bu test metoduyla birlikte 6 SSK'nın değerlendirilebilmesi yanında klinik HIT testine göre bir avantajı da VOR refleksi sırasında meydana gelen açık

ve özellikle gizli sakkadların tespit edilebilmesidir. Weber ve ark., HIT'in hata payının yüksek olmasını, gizli sakkadların çıplak gözle görülememesi ve gözden kaçırılmasına bağlamaktadır [49]. Perez ve ark., çeşitli vestibüler hastalık teşhisleri bulunan 179 hastada HIT ve vHIT sonuçlarını karşılaştırmışlar ve testlerin %32,1'inde farklı sonuçlar çıktığını gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak yatak başı uygulanan HIT'in vHIT'e göre hassaslığının çok düşük olduğunu belirtmişlerdir [40]. vHIT'te gizli (covert) sakkadların belirlenebilmesinin önemini vurgulayan başka bir çalışmada, Blödov ve ark, farklı periferel vestibüler patoloji tanısı olan 117 hastaya ve 20 sağlıklı bireye horizontal vHIT değerlendirmesi yapmıştır. Bulgularında, normal bireylerde ortalama horizontal VOR (hVOR) kazancını $0,96 \pm 0,08$ ve hasta bireylerde ise hVOR kazancını $0,44 \pm 0,20$ olarak bulmuşlardır. Sonuç olarak tüm hasta bireylerin %13,7'sinde gizli sakkadları, %34,3'ünde açık sakkadları ve %52'sinde hem açık hem de gizli sakkadları gözleyebilmişlerdir. Çalışmamızda lateral kanallar için ortalama VOR kazancı sağ kulak için 0,96, sol kulak için %1,00 olarak bulundu. Elde etmiş olduğumuz değerler Blödov ve arkadaşlarının çalışmaları ile benzerlik göstermekte olup 1'e yakın değerlerdir. Bu yönüyle sağlıklı kişilerde bire bir baş hareketine yakın bir değer elde edilmesi testin ileri sürülme felsefesi ile uyumlu olup, test bulgularının değerlendirmedeki güvenilirliğini göstermektedir. Çalışmamızın bir sonraki ayağında yapılacak olan denge bozukluğu olan kişilerde elde edilecek cevaplar güvenilirlik açısından tamamlayıcı olacaktır.

SSK'nın ayrı ayrı fonksiyonlarının ölçülmesi, süperiör ya da inferiör vestibüler nöritis gibi periferel vestibüler patolojileri tanılamada oldukça değerlidir [50]. Lateral kanallar için VOR kazancının sağlıklı bireylerde 0,7'in üstünde olması beklenmektedir, bu değer altında olan kazançlar anormal kabul edilmektedir [51]. 12 sağlıklı birey ile yapılan çalışmada search coil yöntemi ile ortalama kazancı $0,81 \pm 0,068$ olduğu, vHIT ile de sağlıklı kişilerde horizontal VOR kazancının 0,68 ve üzerinde olması gerektiği bildirilmiştir [52]. Mossman ve ark.'nın Interacustics marka cihaz ile (EyeSeeCam) 60 (20-80 yaş) sağlıklı bireyde yaptığı çalışmada, lateral kanal ortalama kazançlarını $0,97 \pm 0,09$ (0,76-1,18) olarak bulmuşlardır [53]. Çalışmamızda elde edilen sağ ve sol lateral kanal bulguları bu yönüyle literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Normal popülasyonda sağ ve sol kulak değerlerimizin yüksek olması ve %3'lük asimetri oranı her iki kulağında simetrik cevaplar ortaya çıkardığını göstermektedir.

Literatürde, vertikal kanallar ile ilgili çalışmalar da oldukça az sayıdadır. Standart olarak hala günümüzde kabul edilen scleral search coil yöntemi ile vertikal kanallar ile ilgili

çalışmalar vardır [54-57]. Mac Dougall ve ark., search coil yöntemini standart olarak kabul edip horizontal ve vertikal kanalların vHIT sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Unilateral veya 12 bilateral vestibüler patolojisi olan hasta grubu ve 7 sağlıklı bireyi (25-66 yaş) çalışmaya dahil edilmiştir. Sonuç olarak yazarlar, vertikal kanallar için iki ayrı ölçüm yöntemleri ile yapılan testlerin birbiriyle anlamlı derecede korelasyon ($R^2 = 0,98$, $p < 0,05$) gösterdiğini belirtmişlerdir [58]. Bizim çalışmamızda vertikal kanal bulguları kendi içinde değerlendirilmiştir. İlk test ve son test arasında sağ anterior kanal için %76.8, sol posterior kanal için %62.4, sol anterior kanal için %51.1, sağ posterior kanal için %59.9 anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Bu oranlar uygulayıcının vertikal kanalları değerlendirmedeki güvenilirlik oranları olup lateral kanal kadar olmasa da bu kanalların değerlendirilmesinin güvenilir olduğunu göstermektedir. Vertikal kanalların güvenilirlik oranının lateral kanallardan daha az olması bu testlerin yapılması sırasında lateral kanallara göre uygulama zorluklarından veya hasta kooperasyonundaki güçlüklerden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Vertikal kanalların değerlendirilmesinde çalışmamızda, literatürle uyumlu ortalama değerler bulunmasına rağmen, ölçüm sonuçlarında 1'in üstünde değerlerin görülmesi bu test sırasındaki uygulama zorluklarını işaret etmektedir. Uygulama zorluklarının bir kaç sebebinin olduğu düşünülmekle beraber baş itme hareketleri sırasında, cildin kaymasının sonucu olarak gözlükteki kayma öncelikli sebep olarak görülmektedir. Diğer sebepler arasında, kalibrasyon hatası ve özellikle yaşlı popülasyonda kooperasyon problemi sayılabilir. Ayrıca, Meniere gibi hastalıklarda özellikle akut dönemlerinde metabolik problemlere bağlı yüksek VOR kazancı elde edilebilmektedir [59]. Çalışmamıza sağlıklı yetişkinler bireyler alındığından iç kulaktaki basınç artımına bağlı olarak bir oranının üzerinde değerler elde edilme ihtimali ortadan kaldırılmıştır.

vHIT'te kazanç değerleri bilgisi elde edilirken, diğer yandan değerlendirmeye alınan birbirinin antagonistiği olan kanallar arasında kazanç asimetrisi değeri hesaplanmaktadır. Kazanç asimetrisi Jongkess formülüne göre hesaplanır. Bu formüle göre; Kazanç asimetrisi, birbirinin antagonistiği olan her bir kanal kazancının farkının, toplamına bölümü şekilde hesaplanır ve yüzde olarak ifade edilir [60]. Kalorik test ile normal vestibüler fonksiyona sahip 17 sağlıklı bireyde yapılan bir çalışmada (22-29 yaş), ortalama %4 kazanç asimetrisi bulmuşlardır [61]. Çalışmamızda, lateral kanallar açısından VOR kazanç asimetri yüzdesi %3 (%0-8) bulundu. Elde etmiş olduğumuz bulgu literatürde az sayıda olan çalışmalarla uyumludur.

vHIT'te , VOR kazanç hesabı göz hareketinin baş hareketine oranı şeklindedir. hVOR kazancı için, kullanılan cihazda kazanç değerlerinin referans alındığı 40 msn, 60 msn ve 80 msn olarak zaman aralıkları mevcuttur. Cihaz ortalama vor kazanç hesabını yaklaşık 60 msn civarını baz alarak hesaplamaktadır. Bu yöntem geçerliliği retinal search coil ile gösterilmiş bir algoritma dikkate alınarak uygulamaya konulmuştur. Cihaz bir regresyon eğrisi oluşturarak 0-100 msn arasındaki tüm noktalarda anlık kazanç değişimini görmeye imkan sağlamaktadır. Normal şartlarda, göz hızının baş hızına eşit olduğu noktada regresyon eğrisinin eğimi 1,0'dir. Literatürde net olarak hangi zaman noktasında VOR kazanç değerlerinin değerlendirilmesi gerektiği hakkında net bir bilgi yoktur. Hizal, yaptığı bir çalışmada, lateral kanal 80 msn'de elde edilen vor kazancının, değerlendirme açısından kullanılabileceğini belirtmiştir [62]. Çalışmamızda test- tekrar test arasındaki ilişki sağ kulak için ortalama VOR kazanç değeri arasındaki ilişki %81, 40 msn de elde edilen anlık VOR kazancı değeri arasındaki ilişki %22.5, 60 msn de anlık VOR kazancı arasındaki ilişki %63.6, 80 msn'de anlık VOR kazancı arasındaki ilişki %74.2 olarak elde edildi. Sağ kulak 80 msn anlık VOR cevabının ortalama VOR cevabına en yakın değer olduğu tespit edildi. Sol kulak için ortalama VOR kazanç değeri arasındaki ilişki %75.9, 40 msn de anlık VOR kazancı arasındaki ilişki %81.5, 60 msn de anlık VOR kazancı arasındaki ilişki %68.2, 80 msn'deki anlık VOR kazancı arasındaki ilişki %74.3 olarak elde edildi. sol kulak için ortalama VOR kazancına en yakın değer 40 msn olmasına rağmen sağ ve sol kulak arasındaki tutarsızlık nedeniyle en tutarlı ve uyumlu değerlerin 80 msn anlık VOR kazancı değerleri olduğu bulundu. Bu durumda anlık vor kazancı bulgularından 80 msn cevabının klinik kullanıma en uygun anlık VOR cevabı olduğu düşünüldü.

VOR kazanç değerlerini ve doğruluğunu etkileyen bir başka parametre de, testin 3 aşamasında da (Lateral, RALP, LARP) farklılık gösteren baş hareket yönleridir. Lateral kanallar, oturur veya ayakta iken ve başın tam karşıya bakar pozisyonunda, horizontal plandan 30° açı ile, posterior ve anterior kanallar ise sagittal plandan 45° açı yaparak yerleşmişlerdir [15]. Lateral kanallar, test esnasında baş 30° aşağı eğilir ve itme hareketi değerlendirilecek tarafa doğru yapılır. Vertikal kanalların değerlendirilmesi lateral kanallardan çok daha zordur. Değerlendirilmesi, vertikal kanallar boyunca diagonal bir biçimde yapılmaktadır. Bu da uygulanan kişiyi rahatsız edebilmektedir. Uygulanan kişi, itme hareketinin rahat bir şekilde gerçekleşmesi için boynunu yeterince serbest bırakamaması, alınan değerlerin aralarında uyumsuzluğuna neden olmaktadır. Vertikal

kanal değerlendirilmesi için, test aşamasında da anlatıldığı gibi 2 metod kullanılmaktadır. Birinci metotta, uygulanan kişi nört pozisyonunda iken baş sagittal ve koronal düzlem arasında yaklaşık 15°'lik itme hareketiyle olmaktadır. İkinci durumda, uygulanan kişinin başı 35° sağa veya sola çevrilerek sadece sagittal düzlem boyunca itme kuvveti uygulanır. Migliaccio ve ark., iki yöntemi de uyguladığında elde edilen sonuçların birbiriyle yüksek derecede korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir [63]. Birinci yöntem, ikinci yöntemden daha zor olmasına rağmen, klinisyenin el alışkanlığı ve deneyimi arttıkça daha kolay yapılabilmesi mümkündür. Bu çalışmada birinci anlatılan yöntem kullanıldı.

vHIT'in tanısal değerini gösteren çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Kalorik test, HIT ve vHIT karşılaştırılması yapılan bir çalışmada, kalorikle %25'den daha fazla unilateral zayıflık tespit edilen hastaların, %41'inde patolojik vHIT bulguları elde edildiği gösterilmiştir. Yazarlar sonuç olarak vHIT duyarlılığını, unilateral zayıflığın derecesine ve testin kendisine bağlamışlardır [64]. Bell ve ark., hava kalorik testi standart olarak kabul ederek vHIT'in özgüllüğünü ve hassalığını araştırmışlardır. Çalışmaya aldıkları 51 baş dönmesi şikayeti olan hastadan 14'ünde kalorik test değerlendirilmesi sonucu kanal paralizisi düşünülmüş (>%20), bu hastalardan yalnızca 4'ünde anormal vHIT bulguları (<0,8) elde edilmiştir. Buna göre, vHIT hassalığını %29 ama özgüllüğünü %96 olduğunu belirtmişlerdir [65]. Blödow ve ark., meniere ve vestibüler migren olan iki grup hastada yaptıkları çalışmada, kalorik ve vHIT sonuçlarının, meniere olan grupta %55 korelasyon gösterdiğini, vestibüler migrende ise %40 korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir [66]. vHIT ile yapılmış en geniş hasta popülasyonlarından birini içeren retrospektif bir çalışmada, 1063 kişiye hem kalorik hem de vHIT testi yapılmıştır (aynı gün içerisinde). Bu hastaların %13,3'ünde hem patolojik kalorik hemde patolojik vHIT bulguları, %4,6'sında sadece patolojik vHIT bulguları, %24,1'inde sadece patolojik kalorik sonuçları elde edilmiştir [67]. vHIT'in vestibüler patolojilerdeki tanısal önemine yönelik çalışmalarda, örneğin vestibüler nörektömi yapılmış 24 Meniere hastasında, cerrahi müdahale yapıldıktan yaklaşık bir yıl sonra vestibüler değerlendirmelere alınmışlardır. vHIT değerlendirmeleri sonucunda 23 hastada hiç bir semisirküler kanaldan yanıt alınamazken, 1 hastada anterior ve posterior kanalları normal gözlenmiştir [68]. Walther ve ark., rekürren ataklar geçiren ve intratimpanik gentamisin uygulanmış bir Meniere hastasına hVOR kazancının bir ay içerisinde düştüğünü ve refleksasyon sakkadlarının ortaya çıktığını göstermiş, vHIT'in intratimpanik gentamisin uygulanan hasta popülasyonlarında objektif bir test aracı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir [69]. Akut vestibüler nörit

hastalarında yapılan bir çalışmada, hastaların oküler ve servikal vestibüler miyojenik potansiyelleri ölçülmüş, aynı hastalara vHIT uygulanmış ve 3 ayrı test bulgusu birlikte değerlendirildiğinde vestibüler nöritin kaynaklandığı bölge hakkında ek bilgi verdiği belirtilmiştir [70]. Çalışmamız denge bozukluğu ve baş dönmesi olan hastalarda vHIT testinin uygulanabilmesi için bir ön çalışma olup patoloji gruplarında yapılacak olan çalışmalar için bir ön hazırlık niteliğindedir.

Literatürde, yaş ile birlikte primer efferent sinirler ve vestibüler reseptör hücrelerin dejenere olduğu konusunda oldukça fazla kanıtlar gösterilmiştir. Sağlıklı genç yetişkinlerin her bir SSK'larında çok fazla sayıda reseptör hücre vardır. Fakat yaş ile birlikte bu reseptör hücrelerin sayısının azaldığı gösterilmiştir [71, 72]. Buna bağlı olarak VOR'in de yaşa bağlı olarak zayıflayabileceği düşünülebilir. Mossman ve ark., lateral semisirküler kanal değerlendirmeleri sonucunda, kazançların yaşa bağlı olarak düştüğünü göstermişlerdir. Fakat bu çok az kazanç düşüşünün belirgin ve anlamlı olmadığını, VOR kazancının 0,76'nın üzerinde olması gerektiğini belirtmişlerdir [53]. Başka bir çalışmada, search coil metodu standart kabul edilerek yaşlı popülasyonda (71-80 yaş) değerlendirme yapılmıştır. Çalışmaya alınan 6 kişiye, hem search coil hem de vHIT ölçümleri yapılmıştır. Bulguların istatistiksel analizinde iki ayrı ölçümümde yüksek derecede anlamlı korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Geriatrik grupta yapılan bir diğer çalışmada da, vHIT'in yaşlı kişilerde de anlamlı sonuçlar verdiği gösterilmiştir [73]. Mc Garvie ve ark.'nın çalışmasında yaşa bağlı VOR kazanç değişimleri incelenmiş ve 60-89 yaş arasında kazançlarının normal aralıkta kalmakla beraber düştüğü fakat anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir [74]. Çalışmamıza, yaşlı popülasyonun uyum sorunları yaşayabileceği düşünülerek 18-55 yaş aralığındaki bireyler dahil edildi ve çalışma grubu 18-40, 41-55 yaş aralığı olarak ikiye ayrıldı. Yaşın vHIT cevapları üzerine etkisi iki grubun karşılaştırılması ile değerlendirildi. Çalışmamızda iki yaş grubu arasında VOR kazancı açısından tüm kanallarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmedi. Bu yönüyle çalışmamız literatür ile benzerlik göstermemektedir. Bu durumun çalışmaya alınan hastaların üst yaş aralığının 55 ile sınırlandırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde bulunan çalışmalar vHIT cevapları üzerine yaşın etkisini sadece lateral kanal üzerinden araştırmışlardır. Çalışmamız vHIT cevaplarının yaş ile ilişkisi noktasında rotasyonel kanalların cevabı olarak literatüre katkıda bulunmaktadır.

vHIT’te doğru ve güvenilir bir sonuç elde etmek için, hastanın teste katılımı önemlidir. Bu nedenle uygulayıcı hastaya neler yapması gerektiğini ayrıntılı bir şekilde anlatmalıdır. Test gözlüğünü hastanın başına kayma ihtimalini en aza indirecek şekilde sabitlenmesi gerekir. Gözlükten kaynaklanan artefaktlar yanlış ölçüm yapılmasına neden olabilmektedir [75]. Uygulama sırasında hastanın tam olarak neresinde durması gerektiğini ve baş itme hareketlerini hangi yöntemle yapması gerektiğini bilmelidir. Kamera açısı, kalibrasyon ve test sırasında oluşturma önemlidir. Kamera ayarını yaparken pupilanın görüntüsünün tam merkezde olmasına dikkat etmeli ve kalibrasyonu en doğru şekilde yapmalıdır. Ölçümler sırasında hastanın sürekli gözlerini açık tutması ve göz kırmalarından kaçınılmalıdır. Ölçüm sırasında horizontal ve vertikal kanalları ölçmek açısından hastaya uygulanan baş itme hareketlerinin pozisyonu değiştiği gibi uygulayan kişinin de her bir parametrede duruş pozisyonu ölçümlerin doğruluğu için önemlidir. Lateral kanallar değerlendirilirken, hastanın tam arkasında durulmalı ve iki el kullanılarak hastanın mandibula çevresi kavranmak suretiyle tutulmalıdır. Vertikal kanallar için de, çalışmada da uyguladığımız yöntem olan, test edilen vertikal kanal yönünde diagonal baş itme hareketleri uygulanması şeklindedir. Hastanın başını sağa ve sola çevirip sagittal yönde yapılan itme hareketleri de bir başka yöntemdir. Ancak bu yöntem sırasında hastanın hedef noktaya bakması zor olabilir ve pupila kamera görüntüsünün dışına çıkabilir. Baş itme hareketleri hastanın beklemediği anda ve beklemediği tarafa yapılmalıdır. Ayrıca baş itme hareketleri ard arda hızlı bir şekilde yapılmamalıdır. Her itme hareketi arasında bir zaman farkı olmalıdır ve mümkün olduğunca yavaş yapılmalıdır. Hizal, her bir baş itme hareketi arasında en az 2 saniye olması gerektiğini çalışmada belirtmiştir [62]. Çalışmamızda, hasta teste başlamadan önce ayrıntılı bir şekilde bilgilendirildi. Baş itme hareketleri hastanın beklemediği anda ve beklemediği tarafa doğru yapıldı ve baş itme hareketleri sırasında testi etkileyebilecek diğer sebeplerden de kaçınılmaya çalışıldı.

SSK’ların değerlendirilmesinde kullanılan ve VOR kazancını matematiksel olarak ortaya koyan vHIT, tüm araştırmacılar için objektif bir veri sağlamaktadır. Özellikle tüm kliniklerde hasta takiplerinin ve vestibüler rehabilitasyon sonuçlarının değerlendirilebilmesi için hızlı ve kolay uygulanabilir bir teste ihtiyaç vardır. Ülkemiz şartlarında çok kullanılmakta olan ve sayısal veri sağlayan testlerden kalorik test, hasta için zor bir değerlendirme metodu olup, sadece lateral kanallar hakkında bilgi veren bir test aracıdır. Tanı ve değerlendirmede daha çok kullanılan, takip ve rehabilitasyon aşamalarındaki kolay uygulanabilen bir test seçeneği değildir. HIT testi ise, daha çok klinik

gözleme dayalı bir testtir. Bu test ile elde edilen veriler sadece var ya da yok şeklinde değerlendirilebildiğinden tedrici gelişmeler tespit edilememektedir. Bu nedenle vHIT bu ihtiyaçları karşılamada kliniklerde önemli bir vestibüler değerlendirme aracı olacağı düşünülmektedir. Çalışmamızda elde edilen vHIT norm değerleri, hastaların takibi ve rehabilitasyonunda baz bilgi olarak kullanılacağından dolayı tedavi ve rehabilitasyonun etkinliğinin takibinde önemli bir bilgi olacağı ön görülmektedir. Diğer klinikler ve araştırmalar için de referans bir veri oluşturacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Her iki kulak lateral kanal değerlendirmesi sonucunda, ilk değerlendirmede kulaklar arasında sağ lateral kanal için; $0,96 \pm 0,10$, sol lateral kanal için; $1,00 \pm 0,10$ VOR kazancı elde edildi ve lateral kanal ortalama asimetri yüzdesi $0,03 \pm 0,03$ (%) olarak bulundu. İkinci değerlendirmede sağ lateral kanal için $0,96 \pm 0,09$, sol lateral kanal için $0,99 \pm 0,10$ VOR kazancı elde edildi ve lateral kanallar arası asimetri oranı %3 olarak bulundu. Klinik içi hasta değerlendirmelerinde ve akademik çalışmalarda lateral kanal için %3 asimetri yüzdesinin referans bir değer olduğu sonucuna varıldı.
2. Test-tekrar test sonuçlarına göre lateral kanal değerlendirmesinde VOR kazanç değerlerinde sağ kulak için %81, sol kulak için %75,9'luk yüksek uyum değerlendirmenin yüksek güvenilir bir değerlendirme olduğu sonucunu düşündürdü.
3. Lateral kanal değerlendirmesi sonrası her iki kulakta ortaya çıkan yüksek uyum klinik değerlendirmede bu testin lateral kanallar için uygun bir test bataryası olduğu sonucunu ortaya çıkardı.
4. Lateral kanallar için anlık VOR kazançlarının hangisinin ortalama VOR kazancı ile uyumlu olduğu sorusu çalışmamızda cevap buldu. Buna göre 80 msn'deki %74,2'lik anlık VOR kazancının kulaklar arası iç tutarlılık parametresi de dikkate alındığında ortalama VOR kazancına en yakın değer olduğu tespit edildi.
5. Vertikal kanallar ilk değerlendirmede RALP değerlendirmesinde sağ anterior kanal için $0,96 \pm 0,13$, sol posterior kanal için $0,95 \pm 0,11$, ikinci değerlendirmede sağ anterior kanal için $0,95 \pm 0,11$, sol posterior kanal için $0,98 \pm 0,11$ VOR kazancı elde edildi. RALP değerlendirmesinde asimetri oranı %3 elde edildi. Klinik içi hasta değerlendirmelerinde ve akademik çalışmalarda RALP için %3 asimetri yüzdesinin referans bir değer olduğu sonucuna varıldı.
6. Vertikal kanallar ilk değerlendirmede LARP değerlendirmesinde sağ anterior kanal için $1,03 \pm 0,16$, sol posterior kanal için $1,03 \pm 0,14$, ikinci değerlendirmede sağ anterior kanal için $0,95 \pm 0,18$, sol posterior kanal için $0,97 \pm 0,20$ VOR kazancı elde edildi. LARP değerlendirmesinde asimetri oranı %3 elde edildi. Klinik içi hasta değerlendirmelerinde ve akademik çalışmalarda LARP için %3 asimetri yüzdesinin referans bir değer olduğu sonucuna varıldı.

7. Her iki kulak vertikal kanal değerlendirmesinde test- tekrar test sonuçlarına göre RALP için sağ anterio kanalda %76.8, sol posterior kanalda %62.4'lk yüksek bir uyum elde edildi. Elde edilen bu sonuçlar RALP değerlendirmesinin yüksek güvenilir bir değerlendirme sonucu olduğunu ortaya çıkardı.
8. Cinsiyet açısından incelendiğinde, lateral kanallara ait ortalama VOR kazançları arasında sağ lateral kanal VOR kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlendi ($p<0,05$). Lateral kanallara ait diğer değerler açısından ve vertikal kanallara ait değerler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).
9. Yaş gruplarına (18-40, 41-55) göre incelendiğinde, lateral ve vertikal kanallara ait ortalama verilerin hiçbirinde yaşı bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).
10. Çalışmamız 18-55 yaşı arası kişilerde yapıldığından dolayı vHIT normalizasyon çalışmaları, pediyatrik popülasyonlarda ve 55 yaşı üzeri yaşlı popülasyonlarda da araştırılmalıdır.
11. Tanısal değeri hala tartışma konusu halinde olan vHIT'in periferal vestibüler tanısı olan hasta popülasyonunda kalorik test gibi standart olarak kabul edilebilecek test metodlarıyla da tanısal değeri çalışılmalıdır.
12. Çalışmada vertikal kanal VOR kazanç değerleri güvenilirlik açısından horizontal kanallara göre düşük bulunmuştur. Vertikal kanal değerlendirilmesi yapılan RALP ve LARP test aşamasının güvenilirliği tartışma konusudur. Bu test metodunda vertikal değerlendirme açısından güvenilirliği artırıcak yöntemler geliştirilmelidir.
13. vHIT, klinik açıdan yetişkin bireyler için non-invazif, kolay uygulanabilen ve altı kanal birden değerlendirilmesi yapılabilen bir test metotudur. Bu yüzden, alışamda elde edilen normatif veriler, kliniğimize baş dönmesi şikayeti ile başvuran hastalarımızın değerlendirilmesinde referans olarak kullanılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Bell, F. (1998). *Principles of mechanics and biomechanics*. Cheltenham: Stanley Thornes.
2. Barmack, N. H. (2003). Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain research Bulletin*, 60(5), 511-541.
3. Brandt, T., M. Dieterich, and M. Strupp (2005). *Vertigo and dizziness*. Springer.
4. Wiest, G. (2015). *The origins of vestibular science*. Ann N Y Acad Sci.
5. Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S. (1988). A clinical sign of canal paresis. *Archives of Neurology*, 45(7), 737-739.
6. Akyıldız, A.N. (1998). *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi I*. 103-116.
7. Fife, T. (2010). *Overview of anatomy and physiology of the vestibular system*, in *Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system. Handbook of clinical neurophysiology*, Z.D. Eggers SDZ, Editor., Elsevier: Amsterdam.
8. Hızal, E. (2015). *Vestibüler sistemin anatomi ve fizyolojisi*, in *Temel Odyoloji*, E. Belgin, Editor. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
9. Akyıldız, A.N. (1998). *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi II*,. 103-116.
10. Guyton, A.C., Hall, J. E. (2007). *Tıbbi Fizyoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.
11. Stach, B. (2008). *The Nature of Hearing*, in *Clinical audiology*. Cengage Learning: Detroit, Michigan, 77.
12. Bailey B, J.J. (2011). *Baş Boyun Cerrahisi, Otolarengoloji*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.
13. Dickman, J. D., Angelaki, D. E. Correia, M. J. (1991). Response properties of gerbil otolith afferents to small angle pitch and roll tilts. *Brain Research*, 556 (2), 303-310.
14. Gulya, A.J., Schuknecht (H. 1995). *Vascular anatomy. Anatomy of the Temporal Bone with Surgical Implications* The Parthenon Publishing Group Inc, New York, 185-206.
15. Tóth, M. and A. Csillag, (2005). *The Organ of Hearing and Equilibrium*, in *Atlas of the Sensory Organs*. Springer, 1-83.
16. Barber, H. and Stockwell, C. (1976). *Manuel of Electronystagmography*. St Louis: Mosby Year Book.

17. Goldberg ME, H.A. (2000), *The vestibular system*, in *Principles of neural science*, S.J. Kandel ER, Jessell TM, Editor, p801–814., McGraw-Hill,: New York.
18. Snell, R. (2004). *Clinical Anatomy*. Lippincott Williams & Wilkins: USA, 436-7.
19. Lindeman, H.K. (1969). *Studies on morphology of the sensor regions of the vestibular apparatus*, in *Advances in anatomy embryology and cellular biology*. Berlin: Periodikum (Zeitschrift), 1-113.
20. Van De Graff, K. (2001). *Senses of hearing and balance*, in *Human Anatomy*, e. Van De Graff KM, (p. 516-530, Editor). McGraw-Hill Companies: The USA.
21. Assad, J. A., Shepherd, G. M. and Corey, D. P. (1991). Tip-link integrity and mechanical transduction in vertebrate hair cells. *Neuron*, 7(6), 985-994.
22. Wersall, J. and D. Bagger-Sjöback, *Morphology of vestibular sense organ*, in *Handbook of sensory physiology*, H. Kornhuber, Editor. 1974, Springer Verlag: New York. 124-170.
23. Cummings, C., Flint, PW. (2007). *Cummings otolaringoloji baş ve boyun cerrahisi*. (4 th ed). Ankara: Güneş Kitapevi.
24. Charles, G. and a.N. Wright, Schwade, D. (2000). *Anatomy and Physiology of the Vestibular System*, in *Audiology Diagnosis*, R.J. Roeser, (Editor). New York: Thieme Medical.
25. Pender, D.J. (2009). A model analysis of static stress in the vestibular membranes. *Theor Biol Med Model*, (6) 19.
26. Flint, P.W, (2010). *Otolaryngology Head & Neck Surgery*. Mosby Elsevier.
27. Timothy C. Hain, M. and Janet, P., Helminski, O. (2014). *Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System*, in *Vestibular Rehabilitation*, Susan j. Herdman and R.A. Clendaniel, Editors., F. A. Davis Company.
28. Minor, L.B. (1998). Physiological principles of vestibular function on earth and in space. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 118(3 suppl), 5-15.
29. Stranding, S. (2005). *Special senses*, in *Gray's Anatomy*, S. Stranding, Editor. Elsevier Churchill Livingstone: Spain. 339-40, 436-7.
30. Newman, A., I. Storper, and Wackym, P. (2000). *Central representation of the eighth cranial nerve*, in *The ear*, (Canalis, R. and Lambert, P. Editor). Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia.
31. Donaldson, J. (1992). *The ear: adult anatomy*, in *Surgical Anatomy of the Temporal Bone*. Raven Press Ltd.: USA.
32. Arıncı, K. and Elhan, A. (2001). *Anatomi*. Güneş Kitapevi.

33. Carey, J. P., Della Santina, C. C. (2005). Principles of applied vestibular physiology. *Cummings: Otolaryngology: Head & Neck Surgery*. 4th ed. p. 2761-78. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby.
34. Manter, J., Gilman, S. and Winans, S. (2003). *Manter and Gatz's essentials of clinical neuroanatomy and neurophysiology*. 10 ed. Ankara: Hacettepe Yayınları.
35. Aw, S. T., Halmagyi, G. M., Haslwanter, T., Curthoys, I. S., Yavor, R. A. and Todd, M. J. (1996). Three-dimensional vector analysis of the human vestibuloocular reflex in response to high-acceleration head rotations. II. Responses in subjects with unilateral vestibular loss and selective semicircular canal occlusion. *Journal of neurophysiology*, 76(6), 4021-4030.
36. MacDougall, H. G., Weber, K. P., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M. and Curthoys, I. S. (2009). The video head impulse test Diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*, 73(14), 1134-1141.
37. Carey, J. P., Minor, L. B., Peng, G. C., Della Santina, C. C., Cremer, P. D. and Haslwanter, T. (2002). Changes in the three-dimensional angular vestibulo-ocular reflex following intratympanic gentamicin for Ménière's disease. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 3(4), 430-443.
38. Cremer, P., Halmagyi, G. M., Aw, S. T., Curthoys, I. S., McGarvie, L. A., Todd, M. J., and Hannigan, I. P. (1998). Semicircular canal plane head impulses detect absent function of individual semicircular canals. *Brain*, 121(4), 699-716.
39. Interacoustics. *vHIT Overview*. Available from: Web: http://interacousticsacademy.articulateonline.com/p/3888920467/story_html5.html. Son Erişim Tarihi: 20.05.2015.
40. Perez, N., Rama-Lopez, J. (2003). Head-impulse and caloric tests in patients with dizziness. *Otology & Neurotology*, 24(6), 913-917.
41. Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S. (1988). A clinical sign of canal paresis. *Archives of Neurology*, 45(7), 737-739.
42. Jorns-Häderli, M., Straumann, D. and Palla, A. (2007). Accuracy of the bedside head impulse test in detecting vestibular hypofunction. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(10), 1113-1118.
43. Schubert, M. C., Tusa, R. J., Grine, L. E. and Herdman, S. J. (2004). Optimizing the sensitivity of the head thrust test for identifying vestibular hypofunction. *Physical Therapy*, 84(2), 151-158.
44. Rohrmeier, C., Richter, O., Schneider, M., Wirsching, K., Fiedler, I., Haubner, F. and Kühnel, T. S. (2013). Triple test as predictive screen for unilateral weakness on caloric testing in routine practice. *Otology & Neurotology*, 34(2), 297-303.
45. Curthoys, I. S. (2012). The interpretation of clinical tests of peripheral vestibular function. *The Laryngoscope*, 122(6), 1342-1352.

46. Ulmer, E. and Chays, A. (2005). [*Curthoys and Halmagyi Head Impulse test: an analytical device*]. in *Annales d'oto-laryngologie et de chirurgie cervico faciale: bulletin de la Societe d'oto-laryngologie des hopitaux de Paris*.
47. MacDougall, H. G., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S. and Weber, K. P. (2013). The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction.
48. İnternet: Curthoys IS, B.A., MacDougall HG, McGarvie LA, Weber KP, Halmagyi GM. *Video impulse example data*. 2010 Available from: Web: <http://headimpulse.com/sites/default/files/> Son Erişim Tarihi: 16.08.2015.
49. Weber, K. P., MacDougall, H. G., Halmagyi, G. M. and Curthoys, I. S. (2009). Impulsive Testing of Semicircular-Canal Function Using Video-oculography. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1164(1), 486-491.
50. Aw, S., et al., *Individual semicircular canal function in superior and inferior vestibular neuritis*. *Neurology*, 2001. 57(5): p. 768-774.
51. MacDougall, H., et al., *The video head impulse test Diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy*. *Neurology*, 2009. 73(14): p. 1134-1141.
52. Weber, K., et al., *Head impulse test in unilateral vestibular loss Vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades*. *Neurology*, 2008. 70(6): p. 454-463.
53. Mossman B, M.S., Purdie G, Schneider E, *Normal horizontal VOR gain with video-oculography (EyeSeeCam VOG)*, in *27th Barany Society Meeting*. 2012: Uppsala, Sweden.
54. Manzari, L., Burgess, A. M., MacDougall, H. G. and Curthoys, I. S. (2013). Vestibular function after vestibular neuritis. *International Journal of Audiology*, 52(10), 713-718.
55. Halmagyi, G. M., Weber, K. P., Aw, S. T., Todd, M. J., & Curthoys, I. S. (2009). Impulsive testing of semicircular canal function. In *Neuropathies of the Auditory and Vestibular Eighth Cranial Nerves* (pp. 93-109). Springer Japan.
56. Carey, J. P., Minor, L. B., Peng, G. C., Della Santina, C. C., Cremer, P. D., & Haslwanter, T. (2002). Changes in the three-dimensional angular vestibulo-ocular reflex following intratympanic gentamicin for Ménière's disease. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 3(4), 430-443.
57. Cremer, P., Halmagyi, G. M., Aw, S. T., Curthoys, I. S., McGarvie, L. A., Todd, M. J., and Hannigan, I. P. (1998). Semicircular canal plane head impulses detect absent function of individual semicircular canals. *Brain*, 121(4), 699-716.
58. MacDougall, H. G., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S. and Weber, K. P. (2013). The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction. *PLoS One*, 8(4), e61488.

59. MacDougall, H. G., Weber, K. P., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M. and Curthoys, I. S. (2009). The video head impulse test Diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*, 73(14), 1134-1141.
60. Furman, J. M., Cass, S. P. and Whitney, S. L. (2010). *Vestibular disorders: a case-study approach to diagnosis and treatment*. Oxford University Press.
61. DeLong, A., Jacobson, G. (2013). Specificity of the Video Head Impulse Test System.
62. Hızal, E. (2015). *Farklı zaman aralıkları ile tekrarlanan baş hareketlerinin video head Impulse test (vHIT) ölçümleri üzerindeki etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
63. Migliaccio, A. A., Cremer, P. D. (2010). The 2D modified head impulse test: A 2D technique for measuring function in all six semi-circular canals. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium & Orientation*, 21(4), 227-234.
64. Mahringer, A., Rambold, H. A. (2014). Caloric test and video-head-impulse: a study of vertigo/dizziness patients in a community hospital. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 271(3), 463-472.
65. Bell, S. L., Barker, F., Heselton, H., MacKenzie, E., Dewhurst, D. and Sanderson, A. (2014). A study of the relationship between the video head impulse test and air calorics. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 272(5), 1287-1294.
66. Blödown, A., Heinze, M., Bloching, M. B., von Brevern, M., Radtke, A. and Lempert, T. (2014). Caloric stimulation and video-head impulse testing in Ménière's disease and vestibular migraine. *Acta Oto-Laryngologica*, 134(12), 1239-1244.
67. Rambold, H.A., Economic management of vertigo/dizziness disease in a county hospital: video-head-impulse test vs. caloric irrigation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2014: p. 1-8.
68. Leveque, M., Seidermann, L., Tran, H., Langagne, T., Ulmer, E. Chays, A. (2010). Vestibular function outcomes after vestibular neurectomy in Meniere disease: Can vestibular neurectomy provide complete vestibular deafferentation?. *Auris Nasus Larynx*, 37(3), 308-313.
69. Walther, L. E., Hulse, R., Blättner, K., Bloching, M. B. and Blödown, A. (2013). Dynamic change of VOR and otolith function in intratympanic gentamicin treatment for Ménière's disease: case report and review of the literature. *Case reports in otolaryngology*, 2013.
70. Walther, L.E. and Blödown A. (2013). Ocular vestibular evoked myogenic potential to air conducted sound stimulation and video head impulse test in acute vestibular neuritis. *Otology & Neurotology*, 34(6), 1084-1089.
71. Rosenhall, U. (1973). Degenerative patterns in the aging human vestibular neuro-epithelia. *Acta Oto-Laryngologica*, 76(1-6), 208-220.

72. Bergström, B. (1973). Morphology of the vestibular nerve: III. Analysis of the calibers of the myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Oto-Laryngologica*, 76(1-6), 331-338.
73. Agrawal, Y., Schubert, M. C., Migliaccio, A. A., Zee, D. S., Schneider, E., Lehen, N. and Carey, J. P. (2014). Evaluation of quantitative head impulse testing using search coils versus video-oculography in older individuals. *Otology & Neurotology*, 35(2), 283-288.
74. McGarvie, L.A., MacDougall, H.G., Halmagyi, G.M., Burgess, A.M., Weber, K.P., Curthoys, I.S. (2015). *The video head impulse test (vHIT) of semicircular canal function—age-dependent normative values of VOR gain in healthy subjects*. *Frontiers in neurology*, 6.
75. Weber, K. P., MacDougall, H. G., Halmagyi, G. M. and Curthoys, I. S. (2009). Impulsive Testing of Semicircular-Canal Function Using Video-oculography. *Basic and Clinical Aspects of Vertigo and Dizziness*, 486.

EKLER

Ek-1. Etik Kurul Onay Sayfası

Evrak Tarih ve Sayısı: 19/06/2015-73633



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Etik Komisyonu**



Sayı : 77082166-604.01.02-
Konu : Değerlendirme ve Onay

**Sayın Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ
Odyoloji Bölüm Başkanlığı - Bölüm Başkanı**

Tez Danışmanı olduğunuz Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü KBB Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Yüksek Lisans Öğrencisi Burak KABIŞ'ın tez çalışması olan *"Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Video Head İmpulse Testinin (vHIT) Normal Değerlerinin Belirlenmesi"* başlıklı araştırma öneriniz incelenmiş ve Üniversitemiz Etik Komisyon ilkelerine uygun olduğuna öybirliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

**e-imzalıdır
Prof. Dr. Aysu DUYAN ÇAMURDAN
Komisyon Başkanı**

EK :
1 Liste

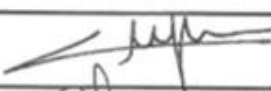
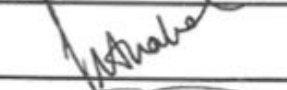
Ankara
Tel:0 (312) 202 69 58 Faks:0 (312) 202 46 73
İnternet Adresi :<http://etikkurul.gazi.edu.tr/>

Bilgi için :Nursel Güner
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 20 57

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onay Sayfası

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ

TOPLANTI TARİHİ : 28.05.2015		TOPLANTI SAYISI : 05	
ADI-SOYADI		İMZA	
Prof.Dr.Aysu DUYAN ÇAMURDAN (Başkan)			
Doç.Dr.Eda KÖKSAL (Başkan Yrd.)		KATILAMADI	
Prof.Dr.Hüseyin Güçlü YAVUZCAN			
Prof.Dr.Oğün DOĞRU			
Prof.Dr.Hülya ÇENGEL KASAPOĞLU		KATILAMADI	
Prof.Dr.Şenol DURGUN		KATILAMADI	
Prof.Dr.F.Bilge TANRIBİLİR			
Prof.Dr.F. Nur BARAN AKSAKAL			
Doç.Dr.Cumhur TUNCER			
Doç.Dr.Mustafa İsmail KAYA		M.İ-Key.	
Doç.Dr.Müjde AKTÜRK			
Doç.Dr.Ramazan YILDIZ		KATILAMADI	
Yrd.Doç.Dr.Ayşe Bikem HACİÖMEROĞLU		KATILAMADI	

Ek-2. Veri Kullanım İzin Formu

VERİ KULLANIM İZİN FORMU

“Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Video Head Impulse Testinin (vHIT) normal değerlerinin belirlenmesi” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. **Bu araştırma kapsamında size herhangi bir girişim yapılmayacaktır** ancak; size ait bazı bilgiler elde etmek istediğimiz için izniniz almak amacı ile bu form hazırlanmıştır. Size ait bu bilgilerin, kimliğiniz açıklanmamak kaydı ile bilimsel amaçla kullanımını onaylar iseniz bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, Gazi Üniversitesi KBB Anabilim Dalında, Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ’ün sorumluluğu altındadır.

Çalışmanın amacı, 18-55 yaş arası sağlıklı yetişkin bireylerde Video Head Impulse Testinin (vHIT) normal değerlerini belirlemektir. Çalışmaya, 20 erkek ve 20 kadın olmak üzere en az 40 kişi alınması planlanmıştır.

Bu çalışmaya kontrol grubu olarak katılmayı kabul ederseniz, hastaneye gelme nedeniniz için yapılan rutin işlemlerin dışında herhangi bir işlem yapılmayacaktır. Çalışmada yalnızca, kliniğimizde uygulanan test bataryaları uygulanacaktır. Öncelikle, çalışma kriterlerine uyup uymadığınız açısından değerlendirilmeye alınacaksınız. Bu aşamada, normal işitmeye sahip olduğunuzu göstermek açısından, her bir kulağınız tek tek işitme testiyle değerlendirilecektir. Normal işitmeye sahipseniz çalışmaya dahil edileceksiniz ve video head impulse testi (vHIT) ile değerlendirileceksiniz. Bu test aşamasında, gözünüze hafif ağırlıkta ve üzerinde kamera olan bir gözlük takılacaktır. Sizden 1.5 metre uzağınızda ve baş hizanızdaki bir noktaya odaklanmanız istenecektir. Test aşamasında, başınızı çok küçük açılar ile (15°) sağa, sola, yukarı, aşağı şekilde ve açışal olarak da sağ-arka, sağ-ön, sol-arka, sol-ön şekilde oynatılacaktır. Bu aşamada gözünüzü hiç bir şekilde karşınızdaki mavi noktadan ayırmamanız istenecektir. Bu işlem iki kez tekrarlanacaktır. Test toplamda yaklaşık, 15 dakika sürecektir.

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Bu çalışmada yer alıp alamamak tamamen size bağlıdır ve tamamen gönüllülük esasına dayalıdır. Eğer katılmak istemez iseniz hastanedeki rutin tetkik ve tedavileriniz devam edecektir. Eğer katılmaya karar vererseniz, bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu tarafımızdan imzalanmak için size verilecektir.

Daha fazla bilgi için aşağıda iletişim bilgileri bulunan kişi ile iletişime geçebilirsiniz.

ADI ve SOYADI: Burak KABİŞ

GÖREVİ : Araştırma Görevlisi

TELEFON : 554 820 40 25

Ek-2. (devam) Veri Kullanım İzin Formu

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

GÜTF KBB Anabilim dalında, Doç.Dr. Bülent GÜNDÜZ tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

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

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek 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).

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KABİŞ, Burak
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 12.01.1988 / ANKARA
Medeni hali : Bekar
Telefon : 05548204025
Faks : -
e-mail : burakkabis@gmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/ Kbb Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı	Devam Ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü	2011

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2014-devam	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB AD, Odyoloji BD	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİ GELECEKTİR...

