T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

60 YAŞ VE ÜSTÜ SAĞLIKLI BİREYLERDE VİDEO HEAD IMPULSE TEST (vHIT) BULGULARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güliz IŞIK

ODYOLOJİ, SES VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2019

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

60 YAŞ VE ÜSTÜ SAĞLIKLI BİREYLERDE VİDEO HEAD IMPULSE TEST (vHIT) BULGULARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güliz IŞIK

ODYOLOJİ, SES VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2019

T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

60 Yaş ve Üstü Sağlıklı Bireylerde Video Head Impulse Test (vHIT) Bulgularının Araştırılması

Güliz IŞIK

Yüksek Lisans Tezi

25.09.2019

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ali Sami Berçin

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ali Sami Berçin

Doç. Dr. Banu Müjdeci

Doç. Dr. Bilgehan Böke

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Doç. Dr. Ender ŞİMŞEK

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

25.09.2019

Güliz IŞIK

TEŞEKKÜR

Tez sürecimin her aşamasında bilgi ve deneyimini paylaşarak desteğini esirgemeyen birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ali Sami Berçin'e,

Çalışma sürem boyunca klinik desteğini esirgemeyen Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi personellerine,

Ankarada geçirdiğim süre boyunca aile olarak beni destekleyen ve yanımda olan Şirin Kurtçu ve Barış Kurtçu'ya,

Her adımda beni destekleyen ve beni bu günlere getiren canım ailem, annem Gülperi Işık, babam Özner Işık ve abim Özgün Işık'a,

Her sevincim ve her üzüntümde yanımda olan ve beni destekleyen çok değerlim Mustafa Uğurlu'ya,

sonsuz teşekkürlerimi ve minnetimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....iii

ABSTRACT iv

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ……..v

TABLO DİZİNİ……..……vi

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 12

2.2. Video Head Impulse Test (vHIT).....18

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....22

3.1. Çalışma Yeri 22

3.2. Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı 22

3.3. Bireyler…….....23

3.4. Yöntem……23

3.4.1. Mini Mental Test……..…24

3.4.2. Snellen Testi……..……24

3.4.3 Video Head Impulse Test (vHIT)….....25

3.5. İstatistiksel Analiz Yöntemleri 28

4. BULGULAR 29

4.1. Demografik Bulgular 29

4.2. Lateral SSK Bulguları 31

4.3. Vertikal SSK Bulguları.....33

4.4. Ortalama Değerlerin Çalışma ve Kontrol Gruplarında Cinsiyete Göre Analizi 35

4.5. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubundaki Kadın ve Erkeklerin Hemcinsleri ile Analizi……38

4.6. Ortalama Değerlerin Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunda Analizi……43

5. TARTIŞMA 47
6. SONUÇ ve ÖNERİLER 58
7. KAYNAKLAR 61
8. EKLER 72
EK-1. ETİK KURUL ONAY FORMU 72
EK-2. VERİ KULLANIM İZİN FORMU 73
EK-3. ÖZGEÇMİŞ 74

ÖZET

60 Yaş ve Üstü Sağlıklı Bireylerde Video Head Impulse Test Bulgularının Araştırılması

Video Head Impulse Test (vHIT), SSK disfonksiyonlarını belirlemede kullanılan güncel ve kullanışlı bir test yöntemidir. vHIT' te hızlı baş hareketi ve bu harekete cevap olarak oluşan göz hareketi arasındaki ilişki SSK'lar düzleminde incelenmektedir. vHIT ile yapılan değerlendirmede SSK'lara ait VOR kazanç değerlerinin güvenilir olarak elde edildiği kabul edilmektedir. Vertikal SSK'ların değerlendirilmesinde, güvenilirlik için daha fazla ve yeni bulgulara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızın amacı, SSK'ları değerlendirmek için güncel bir test yöntemi olan vHIT'in 60 yaş ve üstü sağlıklı bireylerde, SSK'lara özgü normal kazanç değerlerinin belirlenmesi ve 18-55 yaş arası yetişkin grup ile arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Çalışmaya 60 yaş ve üstü 100 birey (çalışma grubu) ve 18-55 yaş arası 30 birey (kontrol grubu) katılmıştır. Her iki grubun her bir SSK'a ait VOR ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları hesaplanmıştır. Her iki grupta cinsiyete göre analiz yapılmıştır. Çalışma grubu ve kontrol grubundaki kadın ve erkek katılımcıların Lateral, RALP ve LARP test bulguları hemcinsleri ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak tüm kanal bulgularında çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Çalışma ve kontrol grubunda cinsiyete göre yapılan analizlerde ise anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). vHIT, özellikle yetişkin bireylerde, klinik açıdan objektif, noninvazif, kolay uygulanabilen ve aynı anda 6 SSK değerlendirilmesinin yapılabildiği bir test yöntemidir. Çalışmamızda vertikal SSK'lara ait normatif değerler başta olmak üzere tüm SSK'lar için elde edilen ortalama değerler referans değer olarak klinik çalışmalar için literatüre katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Vestibüler değerlendirme, vestibülo-oküler refleks, vHIT, yaşlanma

ABSTRACT

Researching Sign Of Video Head Impulse Test (vHIT) In 60 Years And Older Healthy Individuals

The video head impulse test (vHIT) is a new and useful test battery to detect SSC dysfunctions. In vHIT evaluation, relationship between head movement and eyes movements which is occur being reflex to the head movements is analysed with canals. Evaluation with vHIT for VOR gain value of SSCs is considered to be obtained reliably. However, for evaluation of vertical SSC's, more and new findings are needed for reliability. Aim of the our study, in 60 years and older healthy ındividuals, determined the normal gain values of SSCs in vHIT which is new test method and examining relationship with 18-55 between years inviduals. One hundred, 60 years and older volunteers (study group) and thirthy eighteen 18-55 between years volunteers (control group) joined in study. For two group, mean VOR gains and mean asymmetry ratio of each semicircular canals were calculated. Both of groups was analyzed by gender. Group of female and male which in study group with control group, were analyzed in sign of lateral, RALP and LARP test with their fellow. As a result, there were statistically significant differance in all mean VOR gains and mean asymmetry of each semisircular canals between study and control groups ($p<0.05$).As a result of analysis by gender there weren't statically significant difference. In a conclusion that, vHIT is a test metod, which can be implemented easily and can be evaluated to six SSC at same time, is clinically non-invasive and objective especially for adults. To have obtained mean normative values for all SSCs, especially vertical SSCs, can contribute to literatüre as a reference value.

Keywords: Vestibular evaluation, vestibulo-oculer reflex, vHIT, aging

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

sn : saniye

gr : gram

gr/ml : Gram/mililitre

kHz : kilohertz

Hz : hertz

K^+ : Potasyum iyonu

msn : milisaniye

Na^+ : Sodyum iyonu

°/sn : derece/saniye

cm : santimetre

HIT : Head impulse test

hVOR : Horizontal vestibülo-oküler refleks

LSSK : Lateral semisirküler kanal

LARP : Left anterior-right posterior

RALP : Right anterior-left posterior

SSK : Semisirküler kanal

vHIT : Video head impulse test

VOR : Vestbülo-oküler refleks

VSR : Vestibülo-spinal refleks

SSC : Semisircular canal

µm : mikrometre

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Çalışma grubuna ait cinsiyet tablosu……...……..29
Tablo 4.2. Kontrol grubuna ait cinsiyet tablosu……...……..29
Tablo 4.3. Çalışma grubuna ait yaş tablosu……..…….30
Tablo 4.4. Kontrol grubuna ait yaş tablosu……...…….30
Tablo 4.5. Çalışma grubu ve kontrol grubuna ait yaş özet tablosu……...……....31
Tablo 4.6. Çalışma grubunda vHIT'te LSSK test bulguları……..……31
Tablo 4.7. Kontrol grubunda vHIT'te LSSK test bulguları……...……32
Tablo 4.8. Çalışma grubuna ait 40 msn, 60msn, 80msn ve 0-100 msn ortalama anlık kazanç değerleri……32
Tablo 4.9. Kontrol grubuna ait 40 msn, 60msn, 80msn ve 0-100 msn ortalama anlık kazanç değerleri……....33
Tablo 4.10. Çalışma grubunda vHIT'te RALP ve LARP test bulguları…….……...33
Tablo 4.11. Kontrol grubunda vHIT'te RALP VE LARP test bulguları…….……..34
Tablo 4.12. Çalışma grubunda vHIT'te LSSK test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi……35
Tablo 4.13. Çalışma grubunda vHIT'te RALP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi……36
Tablo 4.14. Çalışma grubunda vHIT'te LARP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi……36
Tablo 4.15. Kontrol grubunda vHIT'te LSSK test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi……37
Tablo 4.16. Kontrol grubunda vHIT'te RALP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi……37
Tablo 4.17. Kontrol grubunda vHIT'te LARP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi……38
Tablo 4.18. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan kadın katılımcıların vHIT'te LSSK bulgularının karşılaştırılması……39
Tablo 4.19. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan kadın katılımcıların vHIT'te RALP test bulgularının karşılaştırılması……..39
Tablo 4.20. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan kadın katılımcıların vHIT'te LARP test bulgularının karşılaştırılması……..40
Tablo 4.21. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan erkek katılımcıların

vHIT'te LSSK test bulgularının karşılaştırılması……..41
Tablo 4.22. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan erkek katılımcıların vHIT'te RALP test bulgularının karşılaştırılması…….....42
Tablo 4.23. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan erkek katılımcıların vHIT'te LARP test bulgularının karşılaştırılması…….....43
Tablo 4.24. vHIT'te, çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan bireylerin LSSK test ortalama değerlerinin karşılaştırması……..……..44
Tablo 4.25. vHIT'te, çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan bireylerin RALP test ortalama değerlerinin karşılaştırması……...…...44
Tablo 4.26. vHIT'te, çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan bireylerin LARP test ortalama değerlerinin karşılaştırması…….....45

1.GİRİŞ

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 çıkmaktadır. Bu nedenle yakınmaya neden olan patolojinin hangi sistemden kaynaklandığının belirlenmesi klinisyenler için komplike 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 etkilemektedir. Bu hastalarda sorunun hangi sistemden kaynaklandığının belirlenmesi değerlendirmedeki test bataryalarının sınırlılıklarından dolayı daha da zorlaşmaktadır (1). Vestibüler sistem, periferal sensör uç organlar ve santral nöronların kompleks iletişim ağının bağlantılı yapısından meydana gelmektedir. Periferal anatomi ve fizyoloji büyük oranda hareketin derecesinin ve yönünün algılanmasından sorumludur ve baş hareketinin oryantasyon algısını oluşturarak yerçekimsel harekete uyum sağlamaktadır. Özellikle vestibüler nöronların yer aldığı santral sistemdeki bağlantılar, büyük oranda, gelen birçok sensör inputun işlenmesinden sorumludur. Hareketin doğru ve devamlı algısı ile self-oryantasyon sağlıklı vestibüler sistem sayesinde oluşur ve devam ettirilir (2).

Halmagyi ve Curthoys tarafından 1988 yılında tanımlanan baş itme testi (head impulse test, HIT), vestibüler disfonksiyonu olan kişilerde tanılamada kullanılan testlerden biridir. Test, tekrarlanan hızlı baş itme hareketlerine cevaben gelişen göz hareketlerinin incelenmesi ve bu yolla vestibülo-oküler refleks (VOR) bütünlüğünün değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır. Yatak başında ve kolay uygulanabilen bir test olarak HIT, özellikle periferik vestibüler hastalıklarla merkezi sinir sistemi kaynaklı hastalıkların ayırıcı tanısının yapılmasına yaramaktadır. Sonuçlar, klinisyenin yorumuna dayalıdır ve sayısal olarak ifade edilemez. Kamera ve dijital işlemleme teknolojisindeki gelişmeler, yüksek hızlı video kayıtları alınabilmesini ve göz hareketinin hassas şekilde belirlenebilmesini sağlamış; böylece HIT ölçümlerinin

sayısal olarak ifade edilebilmesini sağlayan video baş itme testi (video head impulse test, vHIT) geliştirilmiştir (3).

Vestibülo-oküler refleksin (VOR) görevi başın hareketi sırasında retina üzerine düşen görüntüyü sabitlemek ve baş hareket hızına uyumlu ve baş hareket yönüne ters şekilde göz hareketini sağlamaktır. Baş ve göz arasındaki bu ilişki VOR kazancı olarak tanımlanmaktadır (4, 5). Baş hareket ettiği zaman vestibüler organ içindeki endolenf de harekete geçmektedir. Böylece tüy hücreleri uyarılmaktadır. Vestibüler sinir aracılığıyla ponto-medullar bölgede yer alan vestibüler nükleusa primary afferenler gönderilmektedir. Daha sonra eksitatör uyarılar okülomotor nükleusa iletilmektedir. Kontralateral lateral rectus ve ipsilateral medial rektus uyarılarak, antagonist okülomotor kaslar da inhibe olmaktadır. Böylece karşı kulak yönünde de horizontal göz hareketi meydana gelmektedir. Eğer VOR yetersiz durumda ise, başın hareketi süresince göz hedefe odaklanamayacak ve hedefe doğru sonradan gerçekleşen kompansatör hızlı göz hareketleri yani sakkadlar meydana gelecektir. Eğer kompensatör hızlı göz hareketleri baş hareketi durduktan sonra meydana geliyorsa *overt* sakkad, eğer baş hareket halinde iken meydana geliyorsa *covert* sakkad olarak tanımlanmaktadır (6).

vHIT, HIT'e göre kısmen covert sakkadlara, büyük oranda ise overt sakkadlara daha hassastır. VOR 'u değerlendirme şekli ve kayıt özelliğiyle daha uygulanabilir ve hastanın takibi süresince kullanılabilir bir testtir (7).

Bu çalışma 60 yaş ve üstü sağlıklı bireyler için normatif vHIT değerlerinin oluşturulması ve bu değerlerin 18-55 yaş arası yetişkin bireylerden elde edilen veriler ile karşılaştırılması amacı ile planlanmıştır. Bu çalışmanın hipotezleri şunlardır;

H_1: 60 yaş ve üstü sağlıklı bireyler ile 18-55 yaş arası sağlıklı bireylerden elde edilen vHIT bulguları arasında anlamlı farklılık vardır.

H_0: 60 yaş ve üstü sağlıklı bireyler ile 18-55 yaş arası sağlıklı bireylerden elde edilen vHIT bulguları arasında anlamlı farklılık yoktur.

H_2: Çalışma ve kontrol gruplarından elde edilen verilerde, kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık vardır.

H_o: Çalışma ve kontrol gruplarından elde edilen verilerde, kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık yoktur.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

Vestibüler sistem içerisinde periferal vestibüler organların, oküler sistemin, postural kasların, beyinsapı, sebellum ve korteks yapılarının ve aralarındaki bağların dahil olduğu kompleks sensör organizasyondur. İç kulaktaki küçük yapılar vestibüler organları oluşturarak kafanın boşluktaki algısını ve vücuttaki yerçekimi gücünü algılamaktadır. Bu bilgi beyindeki vestibüler merkezler tarafından incelenerek, hareket süresince vücudun dengesini ve düzenli uzaysal oryantasyonunu devam ettirebilmesini sağlamaktadır. Bu süreç boyunca doğru görsel girdinin işlenmesi de devam etmektedir (8).

Vestibüler sistem iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar periferik ve santral sistemdir. Periferik kısımda, üç SKK (anterior, posterior, lateral), sakkül, utrikül, vestibüler sinir ve vestibüler gangliyon yer almaktadır. Santral kısımda ise 4 tane vestibüler nükleus, ikincil nöronları ve bunların santral bağlantılarını yer almaktadır (9). Vestibüler sistem anatomisinden önce vestibüler sistem embriyogenezinin üzerinde durulmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

2.1.1. Vestibüler Sistem Embriyogenezi

İç kulağın gelişimi, intrauterin 3. haftadan başlayıp yaklaşık 25. haftada sona eren kompleks bir süreçtir. Yaklaşık 3-4. haftalarda, nöroektoderm ve ektodermin dönüşümüyle otik plakod oluşmaktadır. 4. haftanın sonunda otik vezikül oluşmaktadır. Otik vezikülden, utriküler ve sakküler odacıklar meydana gelmektedir. Endolenfatik boşluk ektoderm kökenli epitelyum ile kaplıdır. İlerleyen safhalarda, utriküler odacıktan utrikül ve semisirküler kanallar meydana gelirken; sakküler odacıktan ise, sakkül ve koklea oluşur. Sakkül ve koklea zaman içinde *ductus reuniens* adı verilen küçük bir bağlantı sayesinde birbirlerinden ayrılırlar. Vestibüler duyu epiteli ektoderm kökenlidir. Sonuç olarak SSK'ların her birinde bulunan kristaları ve sakkül ile utrikülda bulunan birer makulayı oluşturmaktadır (10).

6. haftada eş zamanlı olarak otik vezikülün ventral kısmında koklear kanal oluşurken, dorsal kısmında da iç kulağın vestibüler kısmının gelişimi başlamaktadır. Aynı zamanda otokistin iç kısmında endolenfatik duktus oluşmaktadır. 6. haftada 14

mm büyüklüğüne erişen embriyoda vestibüler parçada poşlar ortaya çıkmaktadır. Bu yapıların periferik kısımlarından da yarım daire kanalları oluşmaktadır. 7. haftada 20 mm büyüklüğüne ulaşan embriyoda vestibüler yapı utrikül ve sakküle ayrılarak, 8. Haftada da 30 mm çapında olarak erişkin iç kulak formuna ulaşır. Sonrasında utrikülüs, sakkülüs ve endolenfatik kesenin birbiri ile bağlantı yapmasını sağlayan "Y" şeklindeki kanal meydana gelmektedir. Bununla birlikte koklea ve sakkülü birbirine bağlayan kanal (duktus reuniens) oluşmaktadır. 9. haftada vestibüler sistemde yer alan tüylü hücreler büyük oranda şekillenmiştir. Ayrıca sinir uçları ile sinapslar da oluşmuştur. 6. haftada yarım daire kanallarının oluşumu başlamaktadır. 7. haftada SSK'ların ampullarındaki zar labirentteki epitelden krista ampullaris oluşmaktadır. 11. haftada makuladaki duysal epitel ve destek hücreleri bölünür ve ototlitler meydana gelir. 22. haftada gelişim bütünüyle sağlanmış durumdadır. 14. ve 16. haftalar arasındaki sürede makulalar gelişmektedir. Otik vezikülün iç yüzeyi kalınlaşıp ortak makula oluştuktan sonra, makula ikiye ayrılmaktadır (11). Üst tarafı utriküler makula, süperior ve lateral semisirküler kanalın krista ampülarisine dönüşürken, alt tarafı da saküler makula ve posterior semisirküler kanalın krista ampüllarisi olarak şekillenir. Makula erişkin formuna 14. ve 16. haftalar arası, krista ampullaris 23. haftada, korti organı ise 25. haftada erişkin formuna ulaşmaktadır. Mezoderm, membranöz labirenti sararak kemik otik kapsül ve kemik labirent şeklini almaktadır (12, 13).

2.1.2. Vestibüler Anatomi

2.1.2.1. Periferik Vestibüler Sistem Anatomisi

Kemik labirent

Temporal kemiğin petröz parçası içinde yer alan kemik labirent zar labirenti tamamen kaplamaktadır. Aralarındaki boşluk perilenf adlı bir sıvıyı ve bağ dokusu trabekülleri içerir. Perilenf ektrasellüler ve serebrospinal sıvılarına benzeyen, yüksek sodyum (Na^+) ve düşük potasyum (K^+) oranına sahip bir sıvıdır. Kemik labirent birbirleriyle bağlantılı üç parçaya ayrılır. Anteriorda koklea; posteriorda SSK'lar; bu iki yapının ortasında ise vestibül yer almaktadır. Bu kemik yapılardan yalnız ilk ikisi vestibüler organın yerleşim yerleridir (13, 14).

Vestibül

Kemik labirentin orta bölümünde yer alan vestibül, iç kulağın anterior ve posterior bölümleri arasındaki ilişkiyi sağlayan bir boşluk görevindedir. Lateral duvarında bulunan oval pencere sayesinde aynı zamanda orta kulak ile iç kulak arasındaki bağlantıyı da sağlamaktadır. Utrikül ve sakkül de vestibül içerisinde bulunmaktadır (13). Vestibülde utrikul ve sakkulun resesleri, koklear kanalın bazal ucunun bulunduğu reses ve vestibüler aquaduct girişi, SSK'ların uçlarının açıldığı giriş delikleri bulunur (15).

Semisirküler Kanallar

İç kulakta yer alan vestibülün posterior tarafında üç adet kemik SSK (yarım daire kanalı) bulunmaktadır. Bu yapılar anterior (superior), posterior (inferior) ve lateral (horizontal) SSK olarak adlandırılmıştır. 1 mm çapında olarak, 240º'lik bir tur yapmaktadırlar. SSK'ların hepsi de birbirleriyle, yaklaşık olarak dik açılı konumda yer almaktadırlar. Otururken ya da ayaktayken ve kafa tam karşıya doğru bakar pozisyondayken, lateral SSK'lar horizontal düzlemden yukarıya doğru 25º-30º açı oluşturmuş şekilde pozisyon almışlardır. Yani, lateral SSK'lar baş öne doğru 25º-30º kadar büküldüğünde horizontal düzlemle paralel konuma gelmektedir. Dikey düzlemde öne ve dışa doğru 45º açı yapacak şekilde bulunan anterior SSK'lar, diğer kulağın posterior SSK'larına paralel konumda; geriye ve dışa doğru 45º açı yapacak şekilde bulunan posterior SSK'lar ise diğer kulağın anterior SSK'larına paralel şekilde bulunmaktadırlar. Anterior ve posterior SSK'ların arka uçları birbiriyle birleşerek; lateral kanalın arka ucu ise tek başına vestibüle açılmaktadırlar. Her SSK'ın ön ucunda bulunan şişkinlikler ampulla olarak isimlendirilmektedir. Bu yapıların bulunduğu ön uçlar da vestibüle açılmaktadır. SSK endolenf adı verilen sıvı ile doludur. Endolenf intrasellüler sıvıya benzeyen yüksek potasyum (K^+) ve düşük sodyum (Na^+) oranına sahip bir sıvıdır. SSK'ların vestibülünde birbirine bağlı iki kese halinde utrikül ve sakkül yer almaktadır. Utrikül sakkülden daha büyük olarak ve vestibülün üst-arka kısmında yer almaktadır (13, 15).

Koklea

2.5 kez dönüş yapan bir spiral kanal olup 32 mm çapındadır. Tabanı internal akustik kanalın fundusuna yerleşir ve 5 mm yüksekliğindedir. Apeksi anterior, inferior ve laterale dönüktür. İç kısmında ossöz spiral lamina, skala vestibuli ve skala timpani bulunur. İçinde spiral ganglionun bulunduğu Rosenthall kanalı vardır (15).

Utrikül ve Sakkül

Utrikül hafif düzlükte ve oval görünümlü bir keseciktir. Utrikül yan duvarı vestibül yan duvarına yapışıktır, dış yan duvarı ise stapes tabanının karşısındaki horizontal SSK ön tarafına yapışıktır. Kese içerisinde endolenf bulunmaktadır. Bu kesenin lateral bölümünde kafa tabanına göre paralel konumda bulunan ve 3x2 mm boyutundaki kalınlaşmış alan makuladır. Utrikül makulası horizontal düzlemdeki hareket değişikliklerini algılamaktadır.

Sakkül utriküle göre daha küçük olup oval biçimdedir. Doğrusal hızlanmaları algılamaktadır. Büyük bir bölümü yaklaşık olarak yatay kanal ile aynı düzlemde olmasına karşın, anterior ucu düzlemden yukarı kıvrım yapmaktadır. Sakkül makulası vertikal konumdadır. Yerçekimsel ve doğrusal hareketleri algılamaktadır. Vertikal düzlemdeki hareket değişikliklerini algılamaktadır (8, 9, 16).

Krista Ampullaris ve Makula

Makula tüylü saçlı hücrelerin streosilyumlarının bağlantılı olup, kalsiyum karbonat kristallerinin de jelatinöz bir membranda gömülü olduğu yapıdır (17). Kalsiyum karbonat kristalleri endolenf sıvısının özgül ağırlığıyla karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 2.7 gr/ml' lik daha yoğun özgül ağırlığa sahiptir. (Endolenf sıvısının özgül ağırlığı yaklaşık olarak 1 gr/ml dir.). Bu da makulayı düzlemsel hızlanmalara hassas bir biyonik hız ölçer yapı haline getirmektedir. Makula böylece öne, arkaya, bir taraftan başka bir tarafa dönüşlerde (utrikül) ve vertikal hareketler ile yerçekimsel kuvvet (sakkül) için algılayıcıdır. Bu yapılar temelde 3 ana komponente sahiptir. Bunlar ağırlık sağlayan kristaller (kalsiyum karbonat), duyu organı (tüylü hücreler) ve bu iki yapı arasındaki ilişkiyi sağlayan jelatinöz yapıdır (otolitik membran) (18).

Otolitik membran 2 tabakadan oluşmaktadır. En üstteki organik bölgede otolitler gömülüdür bu tabakanın altında ise glikoprotein ve glikozaminoglikan içeren jelatinöz tabaka yer alır. Jelatinöz tabaka ise kendi içinde 2 katmanlıdır. Üstteki tabaka yüksek oranda çaprazlaşan fibrillerin otolitleri sıkı bir şekilde desteklediği tabaka, dikey tabaka ise elastik yapıdaki ağ örgüsüdür. Bu tabakalarda, çok sayıda bulunan otolitlerin eylemsizlik kuvvetinin altta bulunan duyu epiteline eşit şekilde dağılımı sağlanmaktadır. Otolitik membran, otolitleri ve otogelinden oluşmuş jeletinöz membranı kapsamaktadır. Ağır kütlede olan kalsiyum karbonat kristallerinin yine ağır kütledeki elastik yapının üstünde bulunması makula reseptörünün, duyu epitelinin streosilya demetlerine doğrusal hızlanması hakkında bilgi göndermede oldukça hassas bir yapı olmasını sağlamaktadır (19, 20).

Küresel destek hücreleri gözeneksiz olup protein tabanı üretmez. Protein yapı otolitleri birarada tutan, aralarındaki iletişimi biçimlendiren bir ağ örgüsüdür. Ayrıca büyüklüklerini, şekillerini ve otolitlerin oluşumunu ayarlamaktadır. Otolitlerin oluşmasını, gelişmesini ve mineralizasyonunu sağlayan Otokonin 90, proteinlerin (otokonin) %90'nından fazlasını içermektedir. Maymunların her bir makulasında yaklaşık olarak 200.000 otolit yer almaktadır. Biominerilizasyon süreci, başlangıçta yeni oluşmuş otolitler olarak bir kalsiyum konsantrasyonunun utrikül ve sakkülün her ikisinde de duyu epitelinden daha dıştaki otolitik epitele taşınmasıyla şekillenir. Otokonin 90 diğer otokoninlerle birlikte, kalsiyum karbonat kristallerinin oluşumunu planlamanın yanısıra büyüklüklerini de düzenlemektedir (Genelde 0.5µm ile 30µm aralığında değişmektedir.). Striola makulada eğrisel ayrılan bir hattın merkezinde yer almaktadır. Sonuç olarak makula yerleşim yeri ve şekli itibariyle tüm yönlerdeki hızlanma hissine cevap vermektedir. Striolanın yakınındaki otolitler dejenerasyona daha yatkındır (20, 21, 22).

Her semisirküler kanal krista adlı kısmı içeren makula adındaki çıkıntılara sahiptir. Krista makulanın sağ köşesi boyunca uzanan jelatinöz bir yapı olarak tabanına ve ampullanın apikal duvarlarının sonuna yapışık durumdadır. Endolenfin kontrolsüz geçişini engelleyici bir duvar görevindedir. Elastikiyeti sayesinde, endolenfin ileri geri hareketiyle kupula hareketini sağlamaktadır. Kristanın tüylü hücrelerinin (en üstteki Tip I ve en dipteki Tip II hücreleri) streosilyaları kupulanın içerisine doğru uzanır ve kupulanın mekaniksel değişimlerine yanıt oluşturur. Sonuç olarak baş hareket

ettiğinde endolenf hareketi kupulayı büker. Böylece endolenf akımının yönü ve kanal pozisyonuna bağlı olarak streosilyum bükülerek eksitatör ya da inhibitör uyarı oluşturur. Krista yerçekimi kuvvetine karşı hassas değildir. Krista kanal yerleşimine göre olan açısal hızlanmalara karşı hassastır. Devam eden durumda kupula elastikiyeti sayesinde ilk baştaki konumuna gelir. Kupulanın ilk haline dönmesi durumu matematiksel olarak şöyle ifade edilebilir; küpüler zaman sabiti 6-7 sn olarak tahmin edilmekte olup bu sürede kupula, diğer hareketle olan son halinden %63' lük oranda geri dönüşümü sağlamıştır (10, 23, 24).

Tüylü Hücreler

Vestibüler sistem macula ve krista ampullaris olmak üzere iki tip sensör nöroepitelyuma sahiptir. Bu iki yapıda da çubuk biçiminde olan tüylü hücreler olarak adlandırılan mekanoreseptörler bulunmaktadır. Bu reseptör hücreleri bir nöroepitelyum zarına gömülü şekildedir. Tüylü olarak adlandırılan kısım aslında streosilyumlardır. Her bir tüylü hücre içerisinde, hücrenin apikal ucunda yer alan 40-200 arası streosilyum olarak adlandırılan küçük tüycük ve 1 adet kinosilyum adı verilen büyük tüy bulunmaktadır. Streosilyumlar en uzun olanların kinosilyuma en yakın olduğu, en kısa olanın en uzak olduğu ve uzunluklarının düzenli bir şekilde artıp-azaldığı bir dizi şeklinde sıralanmışlardır. Kinosilyum hareketsizdir ve 9+2 sayıda mikrotübülle daha da güçlendirilmiş yapıdadır (Merkezdeki çift diğer 9 çift tarafından desteklenmektedir.). Bunun tersine streosilyumlar miyosinin çeşitli izoformlarıyla kaplanmış aktin yönünden zengin paralel filamentlerden oluşur (8, 25).

Streosilyumların başında çok ince ipliksi yapılar bulunmaktadır. Bu ipliksi yapılar sayesinde her bir streosilyumun ucu yanındaki daha uzun olan streosilyuma, en uzun streosilyumu ise kinosilyuma bağlanmaktadır. Streosilyumlar tepelerindeki bu ince iplikçik şeklindeki yapılar sayesinde toplu ve eş zamanlı hareketi sağlamaktadırlar. Streosilyumların kinosilyuma doğru ve kinosilyumdan uzağa olmak üzere iki türlü hareketi vardır. Kinosilyumlar otolitik membran ve kupulanın jelatinöz bölgesine uzanmış durumdadır. Transdüksiyon, elektrokimyasal uyarıya bağlı olarak mekanikal dengenin değişmesidir ve sitreosilyumların eğim derecesiyle de orantılıdır. Uyarımın olduğu düzlemde streosilyumların 3 derecelik küçük yer değiştirme hareketi maksimum uyarıya neden olur. Vestibüler reseptör hücrelerin membran istirahat

potansiyeli -40mV ile -60 mV aralığında değişir. Hücre eksitatör uyarıyla 5-20 mV ' a kadar, depolarize olduğu durumda ise inhibitör uyarıyla -64mV'a kadar hiperpolarize olur (10).

Morfolojik olarak vestibüler labirentte iki ayrı tip tüylü hücre tanımlanmıştır. Her iki tüylü hücre tipi de vestibüler sensör epitelyumunda yer almaktadır. Tip I ve Tip II hücrelerin şekilleri sırasıyla; kadeh ve silindirik yapılardır. Tip I tüylü hücrelerde geniş bir çanak şeklindeki tabanında afferent sinir ucu bağlantısı bulunmaktadır. Kristanın uçlarında ve makulanın striasında yoğun olarak yer alır. Tip II tüylü hücreler ise membranlarında daha basit ve düğme şeklinde sinir uçlarına sahiptir. Tip I ve Tip II tüylü hücreler farklı morfolojik özelliklere sahiptir. Tip I tüylü hücrelerinde daha büyük ve daha düzensiz ateşlenme özelliği bulunan sinir uçlarına bulunurken; Tip II hücrelerinde daha küçük ve düzenli ateşleme özelliğine sahip sinir uçları bulunmaktadır (8, 10, 26, 27).

Vestibüler sinir

Vestibüler sinir uçları *Scarpa's ganglionun* bipolar nöronlarının afferent bağlarıdır. Vestibüler sinir labirentten aldığı afferent sinyalleri internal akustik kanal boyunca aktarmaktadır. İnternal akustik kanalda vestibüler sinirin ek yanında koklear sinir, fasiyal sinir, nervus intermedius (fasiyal sinirin fasiyal duyusunu içeren dalı), labyrintin arteri yer almaktadır. İnternal akustik kanal temporal kemiğin petröz parçası boyunca uzanarak pons seviyesinde '*posterior fossa'* dan çıkmaktadır. Vestibüler sinir beyinsapına pontomedullar kısımdan giriş yapmaktadır. Vestibüler sinir nöronlarında ateşleme özelliğine göre iki grup yer almaktadır. Düzenli nöronlar genelde düzenli hıza sahip ve interspike intervallerinde çok az değişiklik olanlardır. Düzensiz nöronlar ise dinlenme zamanında hiç ateşleme yapmayan ve baş hareketiyle uyarıldıktan sonra interspike intervalleri arasında büyük değişiklikler olan ateşlemeler yaparlar. Düzenli afferentler vestibulo-oküler refleks için çok önemli bağlantılardır. Düzensiz afferentler ise vestibulo-oküler reklekste çok büyük değişiklikler meydana gelmesi dışında elektriksel uyarı ile söndürülebilmektedir. Düzensiz afferentler vestibulo-spinal refleks için daha önemli olup, otolitler ve kanallar arasındaki cevapları koordine etmektedir. Maymunlarda yapılan çalışmalarda düzenli afferentlerin tonik ateşleme oranlarının saniyede yaklaşık 90 atış olduğu ve baş hızında her bir derece için her bir saniyede

0.5'lik atış ile hassas bir oran ortaya konmuştur (28). Vestibüler ganglionun süperior ve inferior kısımlarının aksonları vestibüler siniri oluşturmaktadır (8). Süperior vestibüler sinir lateral SSK ve utrikül makulasından köken alan liflerden oluşurken, inferior vestibüler sinir posterior semisirküler ampullasından ve sakkül makulasından köken alan liflerden oluşmaktadır (29).

Vestibüler sistem damarları

Vestibüler sensör organlar *a. labyrinthi* olarak bilinen ve *a.auditiva* veya *internal artery* olarak da isimlendirilen kanal tarafından beslenmektedir. Bu damar, genellikle *a cerebelli inferior anterior*'un (*anterior inferior cerebellar artery*) bir dalı olarak bazen *a.basilaris*'den (*basilary artery*) ve nadir olarak da *a.cerebelli superior*'dan (*superior cerebellar artery*) oluşabilmektedir. İç kulağa giriş yaparken *a,labyrinthi, a. vestibularis anterior (anterior vestibular artery) ve a.cochlearis communis (common cochlear artery)* olmak üzere 3 dala ayrılmaktadır. *A.cochlearis communis* sonrasında *a.vestibulocochlearis (vestibulocochlear artery)* olarak devam eder. *A.vestibulocochlearis ise a.vestibularis posterior (posterior vestibular artery)* dalına ayrılır. *A.vestibularis* anterior, anterior ve lateral SSK'ları, utrikülü ve sakkülün küçük bir kısmını beslemektedir. *A.vestibularis posterior* ise vestibülün medial duvarı boyunca ilerleyerek posterior ampullayı ve sakkülün büyük bir kısmını beslemektedir. Arteryel dağılım genellikle bu şekildedir. Ancak labirentin venöz kan dolaşımı kişiden kişiye değişiklik gösterebilir (30, 31, 32).

2.1.2.2. Santral Vestibüler Sistem Anatomisi

Primary afferentlerden vestibüler inputu alan başlıca iki yapı vardır. Bu yapılar vestibüler nüklear kompleks ve serebellumdur. Vestibüler nüklear kompleks, direk işlemleme yaparak ve iletilen afferent bilgiler ile motor output nöronları arasındaki hızlı bağlantıları sağlayarak, vestibüler inputların ana işlemcisi görevindedir. Ana adaptif işlemci görevindeki yapı ise serebellumdur. Vestibüler organizasyonu yöneterek, gerekli olduğu durumlarda santral vestibüler işlemlemeyi tekrar düzenlemektedir. Bu yapıların her ikisinde de vestibüler sensör input somatosensör ve görsel inputlarla bağlantılı olarak işlenmektedir (28).

Vestibüler çekirdekler

Beyin sapında medulla ile pons arasında yer alan vestibüler çekirdekler başlıca 4 tane majör ve birçok minör grupta olmak üzere her iki tarafta da yer almaktadırlar. Majör grupta yer alan çekirdekler süperior, medial, lateral, ve inferior olarak isimlendirilmektedir. Minör grupta ise, intenstisial nükleus, grup x, y, z ve supravestibüler nükleus yer almaktadır (33).

Süperior vestibüler çekirdek: Santral ve periferik olmak üzere 2 kısma ayrılmaktadır. Santral parçada geniş ve orta büyüklükte nöronlar bulunmaktadır. Çevrede ise daha küçük nöronlar yer almaktadır. Bu çekirdek genellikle (VOR) ile ilgilidir. Başlıca projeksiyonu okülomotor nükleustur (34).

Lateral vestibüler çekirdek, anatomik ve fonksiyonel açıdan 2 altgruba ayrılmaktadır. Bunlar dorsal-lateral ve ventral-lateral nükleuslardır. Dorsal-lateral nükleus geniş nöronları içermektedir. Lateral vestibülo-spinal traktusu oluşturur. Ventral lateral nükleus ise vestibülo-oküler, vestibülo-spinal ve vestibülo-talamik lifler göndermektedir.

Medial vestibüler çekirdek, vestibüler çekirdekler arasında en geniş olanıdır. Beyinsapında, abducens çekirdeğinden itibaren hipoglossal nükleusa kadar uzanmaktadır. İç tarafında nükleus prepositus ve dış tarafında inferior vestibüler nükleus yer alır. İşlev bakımından ön ve alt olmak üzere 2 kısma ayrılmaktadır. Ön medial vestibüler nükleus, göz hareketleri ile ilgili olmakla beraber, göz motor çekirdeklerine bağlantı yapmaktadırlar (35).

İnferior vestibüler çekirdek, otolitik organlardan gelen lifleri almaktadır. Bu çekirdekteki hücrelerin bir kısmı vestibülo-spinal yolların oluşumuna katılırken büyük bir kısmı serebellumla bağlantılıdır.

Minör hücre grupları X, Y, Z, E hücre grupları olarak ayrılmaktadırlar. Z hücre grubu vestibüler sistem içinde kabul edilmemektedir. Spinal dorsal kolon içinden gelen lifleri almaktadır. X grup hücreler çekirdeklerin kaudal parçasında yer almaktadır. Spinal korddan gelen inputları almaktadır. Serebellumla bağlantılıdır. Y ve E grup hücreler görevleri bakımından önemlidir. Y grubu hücreler superior

vestibüler çekirdeklerin arka ve alt kısmında bulunur ve lateral ve inferior çekirdeklere komşudur. Genellikle sakkulustan gelen lifler burada bulunmaktadır ve serebeller flocculus'tan gelen lifleri de vestibüler çekirdeklere iletmektedir. Ayrıca göz hareketleri ile ilgili lifler de bulunmaktadır. E grubu hücreler ise efferent yollarla ilgili olduğu düşünülmektedir. Periferik vestibüler organlardan gelen afferent sinir lifleri birçok çekirdekte sonlanmaktadır (11).

Serebellum

Serebellumun vestibüler sistemdeki rolü adaptif işlemci olmasıdır. Vestibüler performansı yönetmekle ve gelen vestibüler inputu gerekirse tekrar düzenlemekle görevlidir. Vestibuloserebellum flocconoduler lobtan vermian korteksine kadar olan bölgede yer almaktadır. İpsilateral serebellum gerekirse bilateral vestibüler çekirdeğe efferent bilgi gönderebilmektedir. İpsilateral vestibüler serebellum ile ipsilateral fastigial nükleusa direk uyarımı sağlayabilmektedir. Fastigial nükleusun aksonları *juxarestiform body* aracılığıyla kontralateral vestibüler çekirdeğe uzanmaktadır. Bu alan postural reflekslerin yönetimi ve davranış oryantasyonu açısından önemlidir. Serebellar flokkulus vestibülo-okuler refleks kazancını düzenlemektedir. Serebellar nodulus vestibulo-oküler durasyonunu düzenlemekte ve makulanın afferent aktivitesini işlemleme sürecine dahil olmaktadır. Anterior vermis ise vestibüler sinyalleri ve axial kaslardan gelen proprioseptif inputları işleyerek vestibulo- spinal reflekslerin düzenlenmesinde yer alır (8).

2.1.3. Vestibüler Sistem Fizyolojisi

2.1.3.1. Periferik Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Semisirküler kanallar

Semisirküler kanallar baş hızı hakkında sensör input sağlarlar. Böylece VOR 'a ulaşan inputlar ile, baş hızı ve göz hızı arasındaki eşleşmeyi sağlanmaktadır. Baş hareketi süresince gözün sabit kalması ve görüntünün sabitlenerek aktarımın düzenli olması sağlıklı durumdur. Vestibüler sinirdeki nöral ateşleme baş hızı ile orantılı olarak değişmektedir (Baş hızı genellikle 0.5 ve 7 kHz arasında değişmektedir.) (28). Başın hareketiyle birlikte SSK'lar ve makula içindeki endolenf sıvısının hareket

etmesiyle kupula da uyarılır. Kupulanın hareket etmesi içerisinde gömülü olarak bulunan vestibüler resöptör hücrelerin tüylerinin de hareket etmesine neden olmaktadır. Tüylü hücrelerin hareketi ile de vestibüler reseptör hücrelerde uyarım sağlanır. Endolenfin aktığı yöne bağlı olarak eksitatör ya da inhibitör uyarı oluşmaktadır. Kupulanın uyarılması sayesinde, streosilyumların kinosilyumlara doğru bükülmesi hücrede depolarizasyon meydana gelmesine ve uyarımda artışa neden olmaktadır. Kupulanın ve streosilyumların, kinosilyumlardan ters tarafa doğru bükülmesi ise hiperpolarizasyona ve uyarı hızında azalışa neden olmaktadır. (29, 36).

Baş bir yöne hareket ettiğinde (açısal olarak) SSK'lar içerisinde bulunan endolenf sıvısında eylemsizlik kuvvetine bağlı olarak hareketsiz kalma eğilimi olmaktadır. Başın bir yöne hareketiyle o yönde hareket eden SSK'larda, içindeki sıvının özelliği nedeniyle, baş hareketinin tersine göreceli bir sıvı hareketi meydana gelmektedir. Örneğin baş sağ yöne döndürüldüğünde lateral SSK'lar içindeki endolenf sola (ampullaya doğru) hareket ediyormuş gibi şekillenir. İstirahat durumunda tüylü hücrelerin saniyedeki ateşleme sayıları 100 civarı olduğu belirtilmiştir. Baş sağa doğru döndürülmeye başlandığında sağ lateral SSK'da ampullaya doğru ilerleyen endolenf akımı, kupula ve tüylü hücreleri kinosilyumun bulunduğu yöne doğru itmekte ve uyarı sıklığında artma meydana gelmektedir. Başın dönme hareketinin devam etmesi durumunda bu kez uyarı sayısı giderek azalmakta ve istirahat haline dönmektedir. Reseptör hücrelerdeki bu adaptasyonun nedeni endolenf sıvısının ilk baştaki dönme hareketi sırasında endolenf sıvısının SSK ile aynı hızda dönmeye başlamasıyla kupulanın eğilmesi ve sonrasında ise kupulanın esnekliği nedeniyle yavaşça eski pozisyonuna dönmesidir. Eğer dönme hareketi aniden durursa farklı durumlar gelişmektedir. Tam tersi olaylar gözlemlenmektedir. SSK'ların hareketi durmasına rağmen endolenf hareketine devam etmektedir. Kupula tam ters yöne eğilerek tüylü hücrelerde oluşan uyarıların bütünüyle durmasına sebep olmaktadır. Endolenfin durmasından birkaç saniye sonra kupula yavaş bir şekilde istirahat konumuna dönmektedir ve tüylü hücrelerdeki uyarı sayıları artarak istirahat konumundaki orana ulaşmaktadır. SSK'ların kristaları hareketin olduğu düzlemdeki açısal hareketlere duyarlıdır (9, 10, 28, 29).

Her bir SSK karşı kulaktaki düzlemsel eşi ile birlikte çalışmaktadır. Bir taraftaki SSK'da uyarı artışı olduğunda, diğer SSK'da uyarımda azalma olmaktadır.

Tüylü hücrelerin kupulanın içindeki kinosilyumlarının yerleşimleri, hepsinin aynı yöne baktığı şekildedir. Lateral SSK'ların kristalarında yer alan tüylü hücrelerin yerleşimleri utriküle yakın konumdadır. Bu nedenle örneğin baş sağa döndürüldüğünde sağ lateral SSK kristasında uyarım artışı (eksitasyon) olurken, sol lateral SSK kristasında uyarımda azalma (inhibisyon) ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyişle, lateral SSK'larda ampullupetal (ampullaya doğru) bir endolenf akışı eksitasyona neden olmaktadır. Kinosilyumların yerleşimleri, anterior ve posterior SSK'ların kristalarında ise utriküler uçların tam tersi yönündedir. Bu nedenle lateral SSK tersine anterior ve posterior SSK'larda ampullopetal (ampullaya doğru) akım uyarımda azalmaya (inhibisyon) neden olur. SSK'lardaki tüylü hücreler bu şekilde başın açısal, dönme ve eğilme hareketlerini ve hızını algılayarak vestibüler sinir yoluyla santral sinir sistemine gönderilmektedir (37).

Otolit organlar

Utrikül ve sakkül makulasındaki tüylü hücrelerin yerleşim yönlerine bakıldığında faklı yerleşim özellikleri görülmektedir. Bu özellik farklı hareketlerin algılanmasında farklı uyarımların oluşması açısından çok önemlidir. Başın öne, arkaya, sağa ve sola hareketlerinde farklı grup tüylü hücrelerde daha fazla uyarım oluşmaktadır. Buna bağlı olarak da yerçekiminin olduğu her ortamda başın her hareketi için maküler sinir liflerinde farklı uyarımlar meydana gelmektedir. Utrikül ve sakkül makulalarının yerleşim yerleri farklıdır ve bu nedenle farklı düzlemdeki hareketlere daha çok hassas yapıdadırlar. Utrikül makulasının yerleşim yeri utrikülün inferior yüzünde ve daha çok yatay düzlemde, sakkül makulası ise daha çok dikey düzlemdedir. Kişi dik dururken ve karşıya bakarken utrikül makulasındaki reseptör hücrelerdeki tüylü hücreler horizontal düzleme dik pozisyonda, sakkül makulasındaki reseptör hücrelerin tüylü hücreleri ise horizontal düzleme paralel uzanmaktadır. Başın herhangi bir yöne dönmeden ileriye hareket etmesi durumunda otolitik membran eylemsizlik nedeniyle geride kalmaktadır. Böylece utrikül makulasındaki reseptör hücrelerdeki tüylü hücreler arkaya doğru eğilmektedirler. Başın geriye doğru hareket etmesi durumunda ise tam tersi gelişerek, otolitik membranın eylemsizlik hereketi nedeniyle reseptör hücrelerdeki tüylü hücreler öne doğru eğilmektedirler. Yüksek bir yerden aşağı atlanıldığında ya da asansörle aşağı inildiği düşünüldüğünde sakkül makulasındaki reseptör hücrelerdeki tüylü hücreler yukarıya doğru eğilmektedirler.

Yukarı hareket durumunda ise tam tersi gelişerek sakkül makulasındaki tüylü hücreler aşağı doğru (yerçekimine doğru) eğilmektedirler. Makulalardaki bu yerleşim özellikleri sayesinde utrikül daha çok horizontal düzlemdeki doğrusal baş hereketlerini algılarken, sakkül ise daha çok dikey düzlemdeki doğrusal baş hareketlerini algılamaktadır. Baş sabitken vücutsal hareketler de yine utrikül ve sakkül tarafından algılanmaktadır. Vücudun ileri-geri ve sağ-sol yönlerdeki doğrusal hareketleri utrikül makulası tarafından, vücudun aşağı-yukarı doğrusal hareketleri ve yerçekimi kuvveti sakkül makulası tarafından algılanmaktadır. Makula, tüm yönlerdeki doğrusal hareketleri şekli ve konumu sayesinde algılayabilmektedir (10, 11, 29).

2.1.3.2. Santral Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Vestibüler çekirdekler afferent liflerini iç kulakta yer alan SSK'lar, utrikül ve sakkül ile serebellumdan, inferior serebral pedünkül yoluyla gelen liflerden almaktadır. Vestibüler çekirdeklerin efferentleri, inferior serebellar pedünkülden geçen vestibüloserebral traktus ile serebelluma (üst yollar), lateral ve medial vestibülospinal traktuslar ile anterior fonikülde omuriliğe gitmektedir (alt yollar). Bazı afferent lifler ise vestibüler çekirdeklere hiç uğramadan direkt olarak inferior serebellar pedünküle gitmektedirler. Omuriliğe uzanan lifler çaprazlaşmadan aynı tarafta omurilik yarımında aşağı inmektedirler. Bu yollar denge duyusunu omuriliğe taşıyarak postür ile dengenin sağlanmasında yer almaktadırlar (38, 39).

Lateral vestibülo-spinal traktus, lateral vestibüler çekirdekten ipsilateral olarak lumbosakral bölgeye uzanmaktadır. Bu yolun bazı lifleri kısadır ve üst ya da alt servikal bölgede sonlanmaktadır. Lateral vestibülo-spinal traktustaki lifler gövde kaslarının alt ve üst ekstremitelerin motor nöronlarına bağlanarak ekstansör kasların fonksiyonuna destektir. Medial vestibülo-spinal traktus, medial ve inferior vestibüler çekirdeklerden geçerek omuriliğe uzanmaktadır. Bu yoldaki liflerin çoğu servikal bölgede kalmaktadır. Medial vestibülo-spinal traktus vagusun dorsal motor çekirdeğine de lifler göndermektedir. Retiküler formasyon aracılığı ile glossofarengeal sinir ile bağlantı kuran lifler de vardır (40).

Denge yolları içinde bazı efferentler lifler ise medial longitudinal fasikül içinde inen ve çıkan dallara ayrılmaktadır. Bu bağlar aslında uzaysal oryantasyonu düzenlemekle ilişkilidir. İnen dalların kesin tanımı yapılamamakla birlikte bilateral olarak boyun bölgesi kaslarına giden motor nöronlar ile bağlantı kurdukları düşünülmektedir. Çıkan dallar ise okülomotor (III. sinir), troklear (IV.sinir) ve abducens (VI.) ile bağlantılı olarak başın hareketi esnasında retinada görüntünün sabitlenmesini sağlayan ekstra- oküler kas hareketlerini kontrol etmektedir. Medial longitudinal fasikülde yer alan lifler dört vestibüler çekirdekten de köken alırlar. Superior vestibüler çekirdekten köken alanlar ipsilateral ilerlerken, diğer lifler bilateral olarak devam etmektedirler (41).

Vestibüler çekirdeklerden yukarı çıkan lifler talamusun posterior ventral çekirdeklerinde sinaps yaparak buradan korteksle bağlantı kurmaktadırlar. İnsanda korteksteki vestibüler sistem alanları çok netleştirilememiştir. Lateral sulkusun hemen üst kısmında yerleşmiş postsantral gyrusa ait bölge vestibüler alan olarak tanımlanmaktadır (19, 41).

Vestibülo-oküler Refleks (VOR)

VOR, başın hareketi sırasında düz bakışı sağlamak için meydana gelmektedir. Gözler, retinadaki görüntüyü sabitleyebilmek amacıyla baş hareketinin aksi yönde ve eşit hızla hareket etmektedirler. Baş hareketleri ve göz arasındaki bu ilişki denge için gerekli mekanizmadır ve VOR'un nedenidir. Başın pozisyon değişiklikleri santral sinir sistemine aktarılmaktadır (42).

Bunun için de optokinetik sistemin mekanizmaya dahil olması gerekmektedir. Optokinetik sistem mekanizmaya dahil olarak santral sinir sistemine bilgi vermektedir. Denge sisteminin işleyişi için de en önemli sistemlerden biri budur; başın hareketi esnasında görme alanının sabit tutulması ve bu bilginin santral sinir sistemine aktarımının düzenli olması gerekmektedir. VOR, başın hareketi süresince bütün labirent reseptörlerinin simültane uyarılması ve bunun sonucunda meydana gelen kompanse göz hareketleri olarak tanımlanabilmektedir. Başın hareketi esnasında, krista ve makulalardaki tüylü hücrelerin konumlarındaki farklılık nedeniyle birçok farklı hücrelerin değişik derecelerde uyarımları meydana gelir. Bütün bu

uyarımlardan oluşan elektriksel iyon değişimleri vestibüler sinir lifleri ile taşınır ve refleks göz hareketleri meydana gelir.

VOR'un meydana gelmesinde 3 farklı nöron görev almaktadır. Bunlar vestibüler sinir, sekonder vestibüler nöron, ve motor nörondur. Baş hareketi sonucunda vestibüler sinirin uyarımıyla, afferent sinir lifleri primer vestibüler nöronu oluşturmaktadır. Bu lifler vestibüler çekirdeklerde sonlanmaktadır. Vestibüler çekirdeklerle göz motor çekirdekleri arasındaki bağlantıyı sağlayan lifler sekonder vestibüler nöronu oluşturmaktadırlar. Göz motor çekirdeklerinden göz kaslarına uzanan lifler ise motor nöronu oluşturmaktadır. Vestibüler çekirdekler ve medial longitudinal fasikulus yoluyla gözlerin hareketini sağlayan kaslara gönderilen uyarılar sayesinde mekanizma gerçekleşir. VOR köken aldığı vestibüler fonksiyonel yapılara göre iki başlığa ayrılabilmektedir (43, 44).

Kanal-oküler Rekleks: Kanal oküler refleksin nöral uyarımının kaynağı semisirküler kanalların ampullalarının uyarılmasıdır. Bir kanaldaki uyarım o kanalın düzleminde bulunan kas kontraksiyonuna neden olur (Flouren Kanunu). Başka bir ifadeyle, hangi kanalın uyarıldığına bağlı olarak gözler o kanal düzleminde hareket etmektedir (10, 45).

Otolit-oküler rekleks: Otolit organlardan kaynaklı oküler reflekslerin varlığı ortaya konmuştur. Fakat otolit-oküler refleks yolu, kanal-oküler refleks yolu kadar netlik kazanmamıştır.

Doğrusal baş hareketleri düşünüldüğünde gözlerin bakılan nesne üzerinde daha kolay sabitlik kazanabileceği ve açısal hareketlerle karşılaştırıldığında bakış stabilizasyonunun daha kolay olacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak da otolit-oküler refleks yanıtlarının, kanal-oküler refleks yanıtlarına göre daha zayıf oldukları düşünülebilir. Fakat bakış stabilizasyonunun sağlanmasında otolit-oküler refleksler de önemli yer tutmaktadırlar. Sakkül ve utrikül kaynaklı uyarımların daha küçük vertikal göz hareketi yanıtlarını oluşturdukları, otolit-oküler reflekslerin de gözlerin aynı horizontal pozisyonda bulunmasını sağladıkları düşünülmektedir. Otolit ve vertikal kanal yollarında patolojik bir durum olduğunda, 'oküler tilt cevabı' (ocular tilt reaction, OTR) olarak adlandırılan bir durum görülmektedir. OTR, bir gözün yukarı

diğer gözün aşağı doğru kayması; başın alttaki kulağa doğru eğilmesi hareketiyle yine alttaki kulağa doğru oluşan dairesel torsiyonel göz hareketi olarak ortaya çıkmaktadır (10, 11, 43).

Vestibülo-spinal refleksler (VSR)

Vestibülo-spinal refleksler içerisine makula, krista ampullaris, görsel sistem, aksiyal ve ekstremite kaslarından input alan birçok karmaşık sistemi dahil ederek dengenin ve postürün sürekliliğini sağlamaktadır. Lateral ve medial vestibüler traktı kapsamaktadır. Lateral vestibüler trakt ana bağlantıdır ve lateral vestibüler nükleustan köken almaktadır. Vestibüler organlarda oluşan uyarılar vestibülo-spinal, vestibülo-kolik ve retikülo-spinal traktuslar yoluyla aşağı spinal korda doğru taşınmaktadır. Spinal korda ulaşan bilgiler, vücutta yerçekimine bağlı çalışan birçok kasın kasılma-gevşeme düzenini sağlamakta ve bu yol ile dengenin direkt olarak korunmasını sağlamaktadır. Yerçekimine karşı çalışan kaslara giden eksitatör uyarılar, ipsilateral lateral vestibüler çekirdekten (Deiter's çekirdeği) çıkan lateral vestibulo-spinal traktus ile iletilmektedir. Ayrıca her iki medial vestibüler çekirdekten çıkan, vestibulo-spinal yapıda yer almaktadır. Retiküler çekirdeklerde oluşan uyarılar ise retikülo-spinal traktus yoluyla spinal korda iletilmektedir. Dengenin sağlanmasında bu yollar önemlidir. Başın angüler rotasyon hareketi semisirküler kanallar tarafından algılanarak medial vestibulo-spinal trakttan köken alan medial vestibüler nükleusa iletilmektedir. Bu trakt servikal spinal nöronlardaki bilateral motor nöronlara uzanmaktadır. Bu da baş ve boyun duyusunu oluşturan aksiyal ve ekstremite kaslarını aktive etmektedir. Vestibülo-spinal refleksle ilgili diğer bir yapı da vestibülo- kolik reflekstir. Bu da boyun kaslarını aktive ederek, başın uzaysal oryantasyonundaki düzenliliği sağlamada ve başın stabilize edilmesinde görevlidir (8, 46).

2.2. Video Head Impulse Test (vHIT)

Halmagyi ve Curthoys tarafından 1988 yılında tanımlanan head ımpulse test (HIT) vestibulo-oküler refleks cevabıyla unilateral ya da bilateral vestibüler hipofonksiyonda değerlendirme açısından kolay bir yol olarak ön plana çıkmıştır. Değerlendirme aşamasında klinisyen hastanın karşısında oturur ve hastadan gözünü

kırpmamasını bu süre boyunca da burnuna sabit bir şekilde bakmasını ister. Klinisyen hastanın başını temporal-zigomatik bölgeden her iki eliyle de kavrar ve lateral kanalların yere paralel olması için hastanın başını 30^{O} kadar öne eğik pozisyonda tutar. Sonrasında hastanın başını rastgele yönlerde, düzensiz aralıklarla, horizontal düzlemde hızlı bir şekilde çevirir ($\pm 200^{O}$/sec). Bu sırada hastanın gözlerinin hedefe sabit bakma yeteneğini gözlemler. Hareket sırasında rotasyon açısı 5^{O}-10^{O} yi geçmemelidir. Fakat yapılan çevirme hareketi hızlı olmalı, beklenmeyen zaman ve yönlerde olmalıdır (47, 48, 49, 50).

Klinik standartta periferik vestibüler bozuklukları değerlendirmede kalorik test en çok kullanılan test bataryalarındandır. Fakat kalorik test sadece lateral semisirküler kanalları değerlendirmekte ve alçak frekanslarda uyarım sağlamaktadır (yaklaşık olarak 0.002–0.004 Hz). Günlük yaşamda ise SSK'lar üç düzlemde fonksiyon göstermekte ve daha çok yüksek frekanslı baş hareketleri oluşmaktadır. HIT testte hastanın başına uygulanan hızlı kısa durasyona sahip uyarılar ile oluşan vestibülo-oküler refleks sadece gözlemsel olarak değerlendirilmektedir. Klinisyenin periferik patoloji varlığında kanalın uyarılmasıyla ortaya çıkan overt sakkadları saptamasına dayanmaktadır. Vestibüler bozuklukları değerlendirmede temel sorun yeni geliştirilen testlerin hiçbirinin altın standart olarak görülmemesidir. Bu nedenle yeni geliştirilen testlerin değerlendirilmesi mevcut testlerle karşılaştırılarak yapılabilmektedir. Curthoy ve ark. 'skleral search coil' yönteminin göz hareketlerini kaydetmede optimal yöntem olduğunu, overt ve covert sakkad gibi göz hareketlerinin kolaylıkla ayrımının yapılabileceğini savunmuşlardır (51, 52).

Skleral search coil testi, tekniği pratik olmayan, ekipman ve ek alan gerektiren bir yöntemdir. Hastanın gözüne topical bir anestezi uygulandıktan sonra kornea üzerinde bir tel bobini içeren sert bir kontakt lens yerleştirilmektedir. Bu aşamadan sonra hasta başını ya da gövdesini çevreleyen bir manyetik alana yerleştirilmekte ve lens altındaki tüm göz hareketleri 3 boyutlu bir alanda izlenebilmektedir. Göz ve baş hareketleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla baş hareket hızlarını bir ısırma çubuğu ya da diş tepsisi kullanılmaktadır (53, 54).

Fakat bu yöntemde, uygulanma şekli ve başı yönlendirmek; hastayı rahatsız eden, pahalı, zaman alıcı ve verileri yorumlaması zor bir süreç olmuştur. Bu nedenle 'search coil' yönteminin rutin klinik uygulamada çalışılması zordur. HIT testi ve uygulanışı ilk kez Halmagyi tarafından, göz hareketlerinin video kaydının yapılabildiği daha objektif bir test bataryası da ilk olarak Curthoys tarafından tanımlanmıştır. Daha sonra ikisi birlikte tek sistemde geliştirilmiştir. Sistem her iki göz pozisyonunda hafif camları ve kamerası olan bir gözlük ile bu kamera sistemi sayesinde hastanın göz pupilinin izlenebildiği, tanımlanan şekliyle başın angüler hareketinin de jiroskop ile takip edilerek kayıt yapılan, oran ve değerleri hesaplayan yazılımdan oluşmaktadır. Baş uyarı hızı ve klinisyen tarafından hastanın başına uygulanan yüksek hızdaki uyarılara cevap olarak ortaya çıkan göz hareketlerinin hızını kaydetmektedir. Uyarılar hastanın başına üç SSK düzleminde uygulanmaktadır. Her bir düzlemde SSK çiftleri test edilmektedir. Subjektif head impulse testte olduğu gibi, yüksek amplitüdlü hız bir SSK'ı harekete geçirirken, aynı düzlemdeki eşinde inhibisyon meydana getirmektedir. Bu nedenle diğer SSK efektif izolasyonda test edilmiş olur. vHIT testi ile bu değerler grafiksel olarak ifade edilir. Ayrıca VOR kazancı baş hızının tepe şekli olarak görülür (^{O}/sec değerinde). VOR küçük bir pencere içerisinde, başa ait hız tepesi ve başın hızlanma tepesi arasında ölçülür. VOR kazancının sayısal ifadesi ve standart sapma, her bir uyarıdan kaydedilen total uyarımdan ortaya çıkan tüm kazancın her birinin ayrı ayrı hesaplanıldığı değerlerden oluşur ve sistemde görüntülenir. vHIT overt ve covert sakkadların her ikisini de ortaya çıkarabilmektedir. Overt sakkad baş hareketi durduktan sonra gözde meydana gelen hedefi bulma hareketidir. Covert sakkadlar ise baş hereketi süresince gözün, gereken noktaya re-fiksasyonu sağlaması amacıyla beyin tarafından sağlanan bir feedback hareketi olarak düşünülmektedir (55). vHIT' te hasta karşısındaki hedef noktasından en az 1m uzakta olacak şekilde yerleştirilmişken, baş değerlendirilen semisirküler kanal düzleminde 10^{o}-20^{o} aralığındaki düşük amplitüdlü, 150-200 msn aralığındaki durasyona sahip, baş hareket ivmesi 2000^{o}-6000 $^{o}/s^{2}$ aralığında yer alan ve baş hız tepesi 200 ^{o}/s olan uyarılarla hareket ettirilir. vHIT search coil yöntemi ve kalorik teste göre bazı avantajlara sahiptir. vHIT fizyolojik olarak hızlı cevap alan, mide bulantısı ya da baş dönmesine neden olmayan, tüm SSK'lara ait bilgi veren ve böylece mono ya da multi kanal disfonksiyonlarının saptanmasını sağlayan, karanlık odanın gerekmediği bir yöntemdir. Araştırmalarda %90 spesifite oranına sahip olduğu

görülmüştür (56, 57).

vHIT, 6 SSK'ın değerlendirilmesini sağlayarak vestibüler organda yer alan kanallardan patolojik olanın saptanmasına ve böylece erken tanıya yardımcı olmaktadır. Tanıdan sonraki süreçte selektif rehabilitasyon programının düzenlenerek oluşan hipofonksiyonun yönetilmesini sağlamaktadır (58, 59).

Özellikle çocuklarda vHIT'in diğer testlere göre sahip olduğu avantajların önemi daha çok öne çıkmaktadır. Testin objektif ve efektif olması, diğer testlerle karşılaştırıldığında mide bulantısı ve baş dönmesine neden olmaması, karanlık odanın gerekmemesi ve teorik olarak baş dönmesi dışında anksiyeteyi tetikleyebilecek bir mekanizmasının olmayışı pediatrik populasyonda kullanışlı bir yöntem olmasını sağlamaktadır (60, 61).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Yeri

Çalışmaya Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, KBB Kliniği'ne bağlı Odyoloji Bölümü'nde başlanmış ve sonrasında hastanenin Ankara Şehir Hastanesi' ne dahil olmasıyla hastanenin Odyoloji Bölümü'nde devam edilerek, çalışma tamamlanmıştır.

3.2. Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı

Bu çalışma, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji, Ses ve Konuşma Bozuklukları Programı Yüksek Lisans tezi olarak yapılmıştır. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 21.11.2018 tarihinde Karar No: 13 ile alınmıştır. Proje Kodu: 2018- 339 onayı ile kabul edilmiştir.

3.3. Bireyler

Çalışmamız, çalışma grubu içerisinde yer alan 60 yaş ve üstü sağlıklı bireyler ve kontrol grubunda yer alan 18-55 yaş arası sağlıklı yetişkin bireyler üzerinde yapılmıştır. Çalışma grubuna 100 birey, kontrol grubuna ise 30 birey dahil edilmiştir. Tüm bireylerin çalışmaya alınma kriterleri;

• Otoskopik muayanelerinin normal olması,

• Havayolu işitme eşiklerinin 500Hz, 1kHz, 2kHz ve 4kHz ortalamasının 25 dB ya da daha iyi olması (62),

• İmmitansmetrik bulgularının normal olması (Tip A timpanograma sahip olması ve akustik reflekslerin elde edilmesi)

• Baş dönmesi şikayetinin olmaması,

• Kafa travması hikayesi olmaması,

• Boyun ile ilgili herhangi bir şikayetinin olmaması,

• Testin yapılmasını engelleyici ve test kooperasyonunu bozacak şekilde göz ve görme ilgili bir problemin olmaması

• Spontan nistagmus ve pozisyonel nistagmus olmaması

• Kontrol edilemeyen sistemik ve nörolojik hastalığı olmamasıdır.

Çalışma grubundaki bireylerde ayrıca;

• Mini Mental testten 24 ve üzerinde skor alması

• Snellen tablosunda 0.7 oranı kullanılarak normal görmeye sahip olması şartı aranmıştır.

3.4. Yöntem

Çalışma ve kontrol grubundaki tüm bireyler, kulak burun boğaz muayenesi yapılmış olarak Odyoloji bölümüne yönlendirilmiştir. Çalışma kapsamında kliniğe gelen tüm bireylerden ayrıntılı anamnez alınmıştır. Her iki grupta da tüm bireylere odyolojik değerlendirme yapılmıştır. Odyolojik değerlendirmesi ve anemnezi sonucunda dahil edilme şartlarına uyan bireyler çalışma içeriği ve test hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllülük esasına dayalı olarak çalışmaya katılmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden 60 yaş ve üstü bireylere test şartlarını sağlaması açısından Mini Mental Test ve Snellen Testi uygulanmıştır. Dahil edilme şartlarındaki skorları sağlayamayan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen her bireye vHIT uygulanmıştır. vHIT'te;

Çalışma grubu ve kontrol grubunda, LSSK, RALP, LARP parametreleri değerlendirilerek 6 SSK'ın ayrı ayrı VOR kazanç değerleri ve asimetri oranları belirlenmiştir. Aşağıda belirtilen parametreler hesaplanarak, katılımcılara ait kayıtlar ayrı ayrı tutulmuştur.

LSSK testinde, 40 msn, 60 msn, 80 msn, ve 0-100 msn'lerdeki anlık kazanç (ortalama regresyon eğrisi) değerleri, ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları çalışma grubu ve kontrol grubu için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Sağ anterior ve sol posterior (RALP) SSK ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları çalışma grubu ve kontrol grubu için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Sol anterior ve sağ posterior (LARP) SSK ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları çalışma grubu ve kontrol grubu için ayrı ayrı

hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerde çalışma grubu ve kontrol grubunda kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranlarında cinsiyete göre anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

Çalışma ve kontrol grubundaki kadın ve erkek katılımcıların hemcinsleri ile arasında ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

Çalışma ve kontrol grubu arasında ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir.

3.4.1. Mini Mental Test

Mini Mental Test bilişsel seviyenin belirlenmesinde kullanılan bir testtir. Bu testin kısa, kullanışlı ve standardize olması, klinisyenler tarafından sıklıkla tercih edilmesine neden olmakta ve testin kolaylıkla uygulanmasını sağlamaktadır. Bilişsel düzey beş alt başlıkta değerlendirilmektedir. Bunlar; kayıt belleği, yönelim, dikkat, hatırlama ve lisandır. Bu test bataryasında toplam 11 madde yer almaktadır ve 30 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Bu puanlama sisteminde 24 ile 30 puan arası normal kabul edilirken, 24 puanın altında olması ise kognitif bozukluğu düşündürmektedir (63).

3.4.2. Snellen Testi

Snellen testi, 1862 yılında Dr. Herman Snellen tarafından geliştirilmiş, klinik pratikte görsel keskinliği değerlendirmede standard olarak uygulanan bir yöntemdir. Test ulaşılabilirliği kolay, uygulaması basit ve hızlı olması nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Grafik en üstte en büyük harfin en altta da en küçük harflerin bulunduğu giderek küçülen bir sırada düzenlenmiştir. Grafik 6 metre uzaklıktan gözle takip edilerek okunur. Test görme keskinliğinin açısal terimlerle değerlendirilmesi üzerine tasarlanmıştır. Sağlıklı bireyde çözünürlük sınırı 30 sn ile 1 dk arasında olmalıdır. Skorlama yöntemi olarak kişinin her bir satırda puanlandığı çizgi atama

yöntemi kullanılır (64).

3.4.3. Video Head Impulse Test (vHIT)

EyeSeeCam vHIT (Interacoustics, A/S DK-5610, Assens, Denmark) cihazı test yapılmış ve OtoAccess^{TM} bilgisayar programı ile değerlendirilmiştir. Kullanılan test bataryasında, yapılan farklı test aşamalarındaki göz hareketlerinin ve ölçüm grafiklerinin eşzamanlı izlenebildiği basit bir kullanıcı arayüzü vardır. Çalışmada, eğimli bir çercevesi olan ve lastik bir bant ile hastanın başına göre ayarlanıp sabitlenen hafif (40 gr) bir gözlük kullanılmıştır. Ayrıca gözlük üzerinde 32 gr ağırlığında, sağ ve sol gözlük tarafına değiştirilebilen monooküler bir kamera yer almaktadır. Kamerada 6 serbestlik dereceli atalet ölçüm ünitesi yer almaktadır. (intertial measurement unit). Gözlüğün tam ortasında bir lazer kaynağı bulunmaktadır. Veri aktarımı, gözlüğün USB 2.0 kablo ile bilgisayara bağlantısı ile sağlanmaktadır (65).

3.4.3.1. Teste hazırlık aşaması

Düz renkli bir duvar karşısında 150 cmlik bir mesafede bulunan sandalyeye katılımcının dik konumda oturması istenmiştir. Duvarda katılımcının göz hizasında ve tam ortada olacak şekilde hedef bir nokta belirlenmiş ve bu noktaya mavi yuvarlak bir nokta yapıştırılmıştır. Teste başlamadan önce katılımcıya gözlük takılarak, test sırasında yapılacak baş hareketleri nedeniyle oluşabilecek kaymanın engellenmesi için gözlük bandı katılımcının başına göre ayarlanarak sabitlenmiştir. Daha sonra gözlük üzerindeki kameranın gözü çerçevesi içerisinde görüntülemesi ve net olarak algılaması için açı ayarı yapılmıştır. Katılımcının pupillası ekran üzerinde ortalanarak ve kamera odağında netliği sağlanarak ve kalibrasyon aşamasına geçilmiştir.

3.4.3.2. Kalibrasyon aşaması

Kalibrasyona başlamadan önce katılımcı kalibrasyon aşaması hakkında bilgilendirilmiştir ve kalibrasyon sırasında gözlerini kırpmayarak, sürekli açık tutması istenmiştir. Kalibrasyon standart (göz kalibrasyonu) ve baş (baş kalibrasyonu) olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Kalibrasyon sırasında, gözlük üzerindeki lazer

kaynağından 8.5^{o} açılarla yerleştirilmiş 5 tane lazer ışığı, katılımcının önündeki duvarda, ortada, sağda, solda, yukarıda ve aşağıda olmak üzere belirmektedir. Katılımcıdan, duvara yansıyan beş noktadan merkezdeki noktayı duvardaki belirlenen mavi nokta üzerine getirmesi ve bu noktada sabitlemesi istenmiştir. Standart kalibrasyon sırasında katılımcının beş kırmızı noktadan hangi noktaya bakması gerektiği bilgisayar ekranındaki yönergeye göre sesli bir şekilde söylenerek katılımcı yönlendirilmiştir. Cihazın rastgele verdiği yönergelere göre katılımcıdan yukarı-aşağı-sağ-sol ve ortada bulunan lazer noktalarına bakması istenmiştir. Yaklaşık 40 sn-1 dk içinde standart kalibrasyon tamamlanmıştır. Sonrasında baş kalibrasyonu aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada katılımcıdan sürekli olarak duvarda belirlenen hedef noktaya bakması ve bu süre boyunca gözlerini kırpmadan, sürekli açık tutması istenmiştir. Katılımcı hedef noktaya sabit bir şekilde bakarken yatay ve dikey düzlemde (sağ-sol,yukarı-aşağı) minimum beşer kez olmak üzere aktif baş hareketleri uygulanmıştır. Her katılımcı için her iki aşama da bu şekilde gerçekleştirilerek test aşamasına geçilmiştir.

3.4.3.3. Test aşaması

Test aşaması lateral SSK'ların değerlendirilmesi için yapılan lateral test (right-left, sağ-sol) ile vertikal SSK'ların değerlendirilmesi için yapılan RALP (right anterior-left posterior, sağ anterior-sol posterior) ve LARP (left anterior-right posterior, sol anterior-sağ posterior) testleri olmak üzere üç aşamayı kapsamaktadır. Bu testler sırasında test edilen SSK'ın anatomik yerleşimine göre yaklaşık 15^{o} lik açılar ile itme kuvveti uygulanmıştır. Test sırasında katılımcıdan 1.5 metre ilerideki duvar üstünde belirlenen hedef noktaya sabit olarak bakması, başını rahat bırakması ve boyun kaslarını kasmaması istenmiştir.

Lateral SSK'ların değerlendirilmesi aşamasında, katılımcının baş pozisyonu 30^{o} kadar öne eğilmiş durumdayken (lateral kanalın anatomik açıdan horizontal düzleme paralel hale getirmek için), katılımcının tam arkasında yer alan klinisyen tarafından, katılımcının çene kemiğini iki elle tutularak sağa ve sola hızlı ve küçük açılarla (15^{o}) baş itme hareketleri uygulanmıştır.

Vertikal SSK'ları değerlendirirken genellikle uygulanan iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi katılımcı karşısında yer alan hedef noktaya bakarken başı vertikal kanalların bulunduğu düzlemde itilir. İkinci yöntem ise test sırasında katılımcı hedef noktaya sabit bir şekilde ve sürekli olarak bakarken, katılımcının başı 45^{o} sağa veya sola çevrilerek, katılımcı vertikal SSK'ların maksimum uyarılma pozisyonu ayarlanarak itme kuvveti uygulanır. Çalışmamızda vertikal SSK'lar birinci yöntem uygulanarak değerlendirilmiştir. Lateral ve vertikal SSK'ların değerlendirilmesi aşamasında her kanal için 10 baş itme hareketi uygulanmış ve test sonlandırılmıştır.

3.4.3.4. Program arayüz özellikleri

OtoAccess™ bilgisayar programı ile baş hareketlerinin doğru yapıldığının ya da başa verilen açının yeterli olup olmadığının test sırasında ve test sonrasında kontrolü mümkün olmaktadır. Test sırasında uygulanan baş itme hareketlerinin doğru ve kabul edilebilir sınırlarda olduğu program tarafından belirlenerek, kabul edilen uyarı sayısı programda belirtilmektedir. Baş hızının tepe noktası, baş hareketi başladıktan sonraki ilk 150 msn içinde 70^{o}/ s'den daha fazla olmalı, baş ivmesi ise 1000^{o}/ s^{2}'den büyük olmalıdır. Başın hareketinden 50 msn önceki baş hızı 20^{o}/s'yi geçmemelidir. Başın yönü sabit olmalı, en yüksek hızdaki baş rotasyonu, istenen yönün $\pm 45^{o}$ içinde olmalıdır. Baş hareketi başlamadan önce, göz ve baş hareketi arasındaki maksimum fark 20^{o}/s'yi geçmemelidir. Bu kriteleri sağlayan uyarımlara yanıt olarak oluşan göz hareketlerinin de programdan takibi sağlanmaktadır. Program ara yüzünde, baş hareketleri siyah renk ile, göz hareketleri de gri renk ile belirtilmektedir. Programın, belirlenen kriterlere uygun olamayan uyarımların kabul etmemesi ile birlikte bir diğer özelliği de artefaktlı olan itme hareketlerini eleme imkanı sağlamasıdır. Belirlenen kriterler dışında kalan itme hareketleri programın en sonda sunduğu rapora dahil edilmemektedir. Eğer raporda silinmemiş artefaktlı olan değerler mevcut ise, program ara yüzü o değerleri silme olanağını klinisyene tanımaktadır. Sonuç olarak 3 farklı test aşaması ile 6 SSK'nın aynı anda ve tek bir bataryada değerlendirilebilmesi mümkündür.

Raporda lateral ve vertikal kanalların 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 SSK'lar veri raporunda, vertikal SSK'ların veri raporundan farklı olarak 40 msn, 60 msn, 80 msn sırasındaki VOR kazanç hesapları görülmektedir. Tüm testlerde, test sırasında gerçekleşen göz hareketlerini programın video kayıt özelliği ile kaydetmek mümkündür. Üretici firma normal VOR kazanç değerinin 0,76 ve üzerinde, normal VOR kazanç asimetri yüzdesinin de %0-8 arasında olaması gerektiğini bildirmişlerdir.

3.5. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Çalışmamızda, çalışma grubunda 100 kişi, kontrol grubunda ise 30 kişi olmak üzere toplam 130 katılımcı yer almıştır. Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edilmiştir. Normallik için çarpıklık ve basıklık katsayısına bakılmış, ayrıca Shapiro Wilk normallik testi her grup için uygulanmıştır. Normal dağılan verilerde bağımsız student t- testi yapılmış, normal dağılmayan veriler için ise Mann Whitney U Testi uygulanmıştır. Varyansların homojenliği ise Levene Testi ile incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$ referans değeri alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bulgular

Tablo 4.1. Çalışma grubuna ait cinsiyet tablosu.

Cinsiyet	N	%
Kadın	42	42.0
Erkek	58	58.0
Total	100	100.0

Yukarıdaki tabloya göre çalışma grubunda, 42 erkek bulunurken, örneklemimizin %42 sini oluşturmaktadır. Kadın sayısı ise 58 olup örneklemimizin %58 ini oluşturmaktadır**.**

Tablo 4.2. Kontrol grubuna ait cinsiyet tablosu.

Cinsiyet	N	%
Kadın	19	63.3
Erkek	11	36.7
Total	30	100.0

Yukarıdaki tabloya göre kontrol grubunda 11 erkek bulunurken bu örneklemimizin %36,7 sini oluşturmaktadır. Kadın sayısı ise 19 olup örneklemimizin %63,3 ünü oluşturmaktadır.

Tablo 4.3. Çalışma grubuna ait yaş tablosu.

Yaş	N	%
60,00	7	7,0
61,00	6	6,0
62,00	4	4,0
63,00	9	9,0
64,00	5	5,0
65,00	11	11,0
66,00	4	4,0
67,00	5	5,0
68,00	4	4,0
69,00	13	13,0
70,00	9	9,0
71,00	5	5,0
72,00	3	3,0
73,00	3	3,0
74,00	1	1,0
75,00	4	4,0
76,00	2	2,0
77,00	3	3,0
81,00	1	1,0
82,00	1	1,0
Total	100	100,0

Çalışma grubuna ait yaş ve dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.4. Kontrol grubuna ait yaş tablosu.

Yaş	N	%
23,00	2	6,7
25,00	1	3,3
26,00	1	3,3
29,00	2	6,7
30,00	2	6,7
31,00	1	3,3
32,00	2	6,7
34,00	1	3,3
37,00	1	3,3
38,00	1	3,3
40,00	2	6,7
42,00	1	3,3
43,00	1	3,3
44,00	3	10,0
45,00	3	10,0
49,00	2	6,7
50,00	1	3,3
51,00	1	3,3
52,00	2	6,7
Total	30	100.0

Kontrol grubuna ait yaş ve dağılımı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.5. Çalışma grubu ve kontrol grubuna ait yaş ortalamaları tablosu.

Grup	N	Ortalama ± SS (min-max)
Çalışma	100	67.44 ±4.98 (60-82)
Kontrol	30	38.46 ± 9.16 (23-52)

Yukarıdaki tabloya göre çalışma grubunda 100 birey bulunmakta olup, grubun yaş ortalaması 67.4 ± 4.98; minimum yaş 60, maximum yaş 82 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda toplam 30 kişi bulunmakta olup, grubun yaş ortalaması 38.46 ± 9.16; minimum yaş 23, maximum yaş 52 olarak bulunmuştur.

4.2. Lateral SSK Bulguları

Çalışma grubunda lateral SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranı Tablo 4.6.' da verilmiştir.

Tablo 4.6. Çalışma grubunda vHIT'te lateral SSK test bulguları.

	N	Ortalama ± SS (min-max)
Sol lateral SSK	100	0.89 ± 0.12 (0.56-1.15)
Sağ lateral SSK	100	0.88 ± 0.12 (0.50-1.31)
Asimetri Oranı	100	4.78 ±5.0 (0-20)

vHIT: video head impulse test SSK: semisirküler kanal

Çalışma grubunda yapılan lateral SSK testinde, sağ lateral SSK ortalama kazanç değeri 0.88±0.12; minimum 0.50, maximum 1.31; sol lateral SSK için ise ortalama kazanç değeri 0.89 ± 0.12; minimum 0.56 maximum 1.15 olarak bulunmuştur. Sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama asimetri oranı ise 4.78 ±5.08; minimum 0 maximum 20 olarak bulunmuştur.

Kontrol grubunda lateral SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranı Tablo 4.7. 'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Kontrol grubunda vHIT'te lateral SSK test bulguları.

	N	Ortalama ± SS (min-max)
Sol lateral SSK	30	1.00 ± 0.07 (0.84-1.13)
Sağ lateral SSK	30	1.00 ± 0.08 (0.87-1.21)
Asimetri Oranı	30	2.70 ±2.2 (0-9)

vHIT: video head impulse test *SSK: semisirküler kanal*

Kontrol grubunda yapılan lateral SSK testinde, sağ lateral SSK ortalama kazanç değeri 1.00 ± 0.08; minimum 0.87 maximum 1.21 olarak bulunmuştur. Sol lateral SSK ortalama kazanç değeri 1.00 ± 0.07; minimum 0.84 maximum 1.13 olarak bulunmuştur. Sağ lateral SSK ve sol lateral SSK kazançları arasındaki ortalama asimetri oranı ise 2.70 ± 2.27; minimum 0, maximum 9 olarak bulunmuştur.

Lateral SSK testinde çalışma grubuna ait 40, 60,80 ve 0-100 msn ortalama anlık kazanç değerleri Tablo 4.8.' de verilmiştir.

Tablo 4.8. Çalışma grubuna ait 40,60,80 ve 0-100 msn ortalama anlık kazanç değerleri.

	N	40 MSN Ort. ± SS (min-max)	60 MSN Ort. ± SS (min-max)	80MSN Ort. ± SS (min-max)	0-100 MSN Ort. ± SS (min-max)
Sol lateral SSK	100	0.99 ± 0.13 (0.60-1.74)	0.89 ± 0.40 (0.54-1.32)	0.80 ±0.20 (0.35-1.13)	0.90±0.09 (0.10-1.26)
Sağ lateral SSK	100	0.91 ±0.13 (0.52-1.65)	0.87 ± 0.32 (0.46-1.78)	0.84 ±0.09 (0.34-1.12)	0.89±0.08 (0.10-1.26)

SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda çalışma grubunda ortalama anlık kazanç değerleri;
Sağ lateral SSK için 40 msn'de 0.91±0.13, 60 msn'de 0.87±0.32, 80 msn'de 0.84±0.09, 0-100 msn'de ise 0.90±0.09 olarak bulunmuştur. Sol lateral SSK için ise anlık kazanç değerleri 40 msn'de 0.99±0.13, 60 msn'de 0.89±0.40, 80 msn 'de 0.80±0.20 ve 0-100 msn'de ise 0.89±0.08 olarak bulunmuştur.

Lateral SSK testinde kontrol grubuna ait 40, 60,80 ve 0-100 msn ortalama anlık kazanç değerleri Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Kontrol grubuna ait 40, 60, 80 ve 0-100 msn ortalama anlık kazanç değerleri.

	N	40 MSN Ort. ± SS (min-max)	60 MSN Ort. ± SS (min-max)	80MSN Ort. ± SS (min-max)	0-100 MSN Ort. ± SS (min-max)
Sol lateral SSK	30	1.09 ± 0,42 (0.86-1.59)	1.01 ± 5.11 (0.87-1.26)	0.90 ± 0.26 (0.73-1.07)	1.00 ± 4.64 (0.84-1.14)
Sağ lateral SSK	30	0.98±0.06 (0.72-1.61)	0.96 ± 0.09 (0.81-1.15)	0.95 ± 5.19 (0.68-1.18)	0.99 ± 4.94 (0.86-1.22)

SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda kontrol grubuna ait ortalama anlık kazanç değerleri; Sağ lateral kanal için 40 msn'de 0.98±0.06, 60 msn'de ortalama 0.96±0.09, 80 msn'de 0.95±5.11, 0-100'de ise o 0.99±4.94 olarak bulunmuştur. Sol lateral kanal için ise anlık kazanç değerleri 40 msn'de 1.09±0.42, 60 msn'de 1.01±5,11, 80 msn 'de 0.90±0.26 ve 0-100 msn'de ise 1.00±4.64 olarak bulunmuştur.

4.3. Vertikal SSK Bulguları

Çalışma grubunda vertikal SSK'lara ait ortalama kanal kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları Tablo 4.10. 'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Çalışma grubunda vHIT 'te RALP ve LARP test bulguları.

RALP	N	Ortalama ± SS (min-max)
Sağ Anterior SSK	100	0.85 ± 0.15 (0.25-1.12)
Sol Posterior SSK	100	0.74 ± 0.17 (0.36-1.10)
Asimetri Oranı	100	9.39 ± 6.85 (0-35)
LARP	N	Ortalama ± SS (min-max)
Sağ Posterior SSK	100	0.90 ±0.11 (0.58-1.11)
Sol Anterior SSK	100	0.92 ± 0.13 (0.09-1.19)
Asimetri Oranı	100	5.64 ± 4.70 (0-20)

vHIT:video head impulse test *RALP : sağ anterior-sol posterior*
LARP:sol anterior-sağ posterior *SSK: semisirküler kanal*

Çalışma grubuna ait ortalama vertikal SSK kazanç değerleri (RALP ve LARP) ve vertikal SSK'lar arası ortalama asimetri oranı incelendiğinde;
RALP testi için, sağ anterior SSK ortalama kazanç değeri 0.85 ± 0.15; minimum 0.25, maximum 1.12 olarak bulunmuştur. Sol posterior SSK ortalama kazanç değeri 0.74 ±0.17; minimum 0.36, maximum 1.10 olarak bulunmuştur. Sağ anterior SSK ve sol posterior SSK arasındaki ortalama asimetri oranı ise 9.39 ± 6.85; minimum 0, maximum 35 olarak bulunmuştur. LARP testi için; sağ posterior SSK ortalama kazanç değeri 0.90 ± 0.11; minimum 0.58 maximum 1.11 olarak bulunmuştur. Sol anterior SSK ortalama kazanç değeri 0.92 ± 0.13; minimum 0.09 maximum 1.19 olarak bulunmuştur. Sağ posterior SSK ve sol anterior SSK arasındaki ortalama asimetri oranı ortalama 5.64 ± 4.70; minimum 0, maximum 20 olarak bulunmuştur.

Kontrol grubunda vertikal SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Kontrol grubunda vHIT'te RALP ve LARP test bulguları.

RALP	N	Ortalama ± SS (min-max)
Sağ Anterior SSK	30	0.95 ± 0.12 (0.68-1.30)
Sol Posterior SSK	30	0.89 ± 0.13 (0.63-1.15)
Asimetri Oranı	30	5.53 ± 2.96 (0-10)
LARP	**N**	**Ortalama ± SS (min-max)**
Sağ Posterior SSK	30	1.00 ± 0.11 (0.82-1.24)
Sol Anterior SSK	30	1.07 ± 0.12 (0.77-1.30)
Asimetri Oranı	30	3.56 ± 2.95 (0-9)

vHIT: video head impulse test *RALP: sağ anterior-sol posterior*
LARP:sol anterior-sağ posterior *SSK: semisirküler kanal*

Kontrol grubuna ait ortalama vertikal SSK kazanç değerleri (RALP ve LARP) ve vertikal SSK'lar arası ortalama asimetri değerleri incelendiğinde;
RALP testi için, sağ anterior SSK ortalama kazanç değeri 0.95 ± 0.12; minimum 0.68 maximum 1.30 olarak bulunmuştur. Sol posterior SSK ortalama kazanç değeri 0.89 ± 0.13; minimum 0.63 maximum 1.15 olarak bulunmuştur. Sağ anterior SSK ve sol

posterior SSK arasındaki ortalama asimetri oranı ise 5.53 ±2.96; minimum 0, maximum 10 olarak bulunmuştur. LARP testi için, sağ posterior SSK ortalama kazanç değeri 1.00 ± 0.11; minimum 0.82 maximum 1.24 olarak bulunmuştur. Sol anterior SSK ortalama kazanç değeri 1.07 ± 0.12; minimum 0.77 maximum 1.30 olarak bulunmuştur. Sağ posterior SSK ve sol anterior SSK arasındaki ortalama asimetri oranı 3.56 ±2.95; minimum 0, maximum 9 olarak bulunmuştur.

4.4. Ortalama Değerlerin Çalışma ve Kontrol Gruplarında Cinsiyete Göre Analizi

Çalışma grubunda lateral SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve asimetri oranlarında kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.12.' de verilmiştir.

Tablo 4.12. Çalışma grubunda vHIT'te lateral SSK test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi.

	Kadın Ortalama± SS	Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol lateral SSK	0.89 ± 0.13	0.90 ± 0.12	t = 0.54	0.58
Sağ lateral SSK	0.88 ± 0.14	0.87 ± 0.10	t = -0.405	0.68
Asimetri Oranı	4.1 ± 4.4	5.8 ± 5.7	t =1.60	0.10

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda çalışma grubundaki kadın ve erkeklerin, sağ lateral ve sol lateral SSK'ları ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t- testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Çalışma grubunda, RALP testinde sağ anterior ve sol posterior SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranlarında kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.13.' te verilmiştir.

Tablo 4.13. Çalışma grubunda vHIT'te RALP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi.

RALP	Kadın Ortalama ± SS	Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sağ Anterior SSK	0.83 ± 0.16	0.88 ± 0.12	t =1.46	0.14
Sol Posterior SSK	0.74 ± 0.18	0.74 ± 0.16	t =-0.12	0.89
Asimetri Oranı	8.70 ± 6.68	10.33 ± 7.06	t =1.17	0.24

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
RALP: sağ anterior sol posterior *SSK: semisirküler kanal*

Yukarıdaki tabloda çalışma grubundaki kadın ve erkeklerin, sağ anterior SSK ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Çalışma grubunda sol anterior ve sağ posterior SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve asimetri oranlarında kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.14.' te verilmiştir.

Tablo 4.14. Çalışma grubunda vHIT'te LARP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi.

LARP	Kadın Ortalama ± SS	Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	P
Sol Anterior SSK	0.91 ± 0.15	0.93 ±0.11	t = 0.71	0.47
Sağ Posterior SSK	0.91 ± 0.11	0.89 ±0.11	t =-0.69	0.48
Asimetri Oranı	6.22 ± 4.80	4.83 ± 4.50	t = -1.46	0.14

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
LARP: sol anterior sağ posterior *SSK: semisirküler kanal*

Yukarıdaki tabloda çalışma grubundaki kadın ve erkeklerin, sol anterior SSK ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranı bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Kontrol grubunda lateral SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranlarında kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.15.' te verilmiştir.

Tablo 4.15. Kontrol grubunda vHIT'te lateral SSK test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi.

	Kadın Ortalama ± SS	Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol lateral SSK	0.99 ± 0.07	1.03 ± 0.07	t = 1.44	0.15
Sağ lateral SSK	1.00 ± 0.10	0.99 ± 0.05	t =-0.16	0.87
Asimetri Oranı	2.89 ± 2.64	2.36 ± 1.50	t =-0.60	0.54

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda kontrol grubundaki kadın ve erkeklerin, sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t- testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Kontrol grubunda sağ anterior ve sol posterior SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranlarında kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.16.' da verilmiştir.

Tablo 4.16. Kontrol grubunda vHIT'te RALP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi.

RALP	Kadın Ortalama ± SS	Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	P
Sağ Anterior SSK	0.95 ±0.13	0.95 ± 0.12	t = 0.12	0.90
Sol Posterior SSK	0.90 ± 0.14	0.87 ±0.11	t =-0.40	0.69
Asimetri Oranı	4.89 ± 2.68	6.63± 0.23	t =1.58	0.12

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
RALP: sağ anterior sol posterior *SSK: semisirküler kanal*

Yukarıdaki tabloda kontrol grubundaki kadın ve erkeklerin, sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

Kontrol grubunda sol anterior ve sağ posterior SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve asimetri oranlarında kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.17.' de verilmiştir.

Tablo 4.17. Kontrol grubunda vHIT'te LARP test bulgularının cinsiyete göre incelenmesi.

LARP	Kadın Ortalama ± SS	Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol Anterior SSK	1.00 ± 0.12	1.00 ± 0.11	t = 0.24	0.81
Sağ Posterior SSK	1.04 ± 0.11	0.99 ± 0.10	t = -1.04	0.30
Asimetri Oranı	3.42 ± 2.77	3.81 ± 3.37	t = 0.34	0.73

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
LARP: sol anterior sağ posterior *SSK:semisirküler kanal*

Yukarıdaki tabloda kontrol grubundaki kadın ve erkeklerin, sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranı bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

4.5. Çalışma Grubu ve Kontrol Grubundaki Kadın ve Erkeklerin Hemcinsleri ile Analizi

Çalışma grubu ve kontrol grubundaki kadın katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.18.'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan kadın katılımcıların vHIT'te lateral SSK test bulgularının karşılaştırılması.

	Çalışma Grubu Kadın Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Kadın Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol lateral SSK	0.89 ± 0.13	0.99± 0.07	t = -3.09	0.003
Sağ lateral SSK	0.88 ± 0.14	0.89 ± 0.13	t = -3.28	0.002
Asimetri Oranı	4.12± 4.15	2.89 ± 2.64	t = 1.13	0.26

vHIT: video head impulse test t: bağımsız student t-test istatistiği SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda çalışma grubundaki kadın katılımcılar ile kontrol grubundaki kadın katılımcıların, sağ lateral SSK ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda çalışma grubu ve kontrol grubu sol ve sağ lateral SSK kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubundaki kadın katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri, kontrol grubundaki kadın katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşüktür. Çalışma grubundaki kadın katılımcıların ortalama asimetri oranı ile kontrol grubundaki kadın katılımcıların ortalama asimetri oranı arasında ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

RALP testte, çalışma grubu ve kontrol grubundaki kadın katılımcıların sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.19.'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan kadın katılımcıların vHIT'te RALP test bulgularının karşılaştırılması.

RALP	Çalışma Grubu Kadın Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Kadın Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sağ Anterior SSK	0.83 ± 0.16	0.95 ± 0.13	t =-2.73	0.008
Sol Posterior SSK	0.74 ± 0.18	0.90 ± 0.14	t = -3.27	0.002
Asimetri Oranı	8.70 ± 6.68	4.89 ± 2.68	t = 2.41	0.018

vHIT: video head impulse test t: bağımsız student t-test istatistiği
RALP: sağ anterior sol posterior SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda çalışma grubundaki kadın katılımcılar ile kontrol grubundaki kadın katılımcıların, sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmış ve bu parametrelerde çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubundaki kadın katılımcıların sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri, kontrol grubundaki kadın katılımcıların sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşüktür. Çalışma grubundaki kadın katılımcıların ortalama asimetri oranı ise genç gruptaki kadın katılımcıların ortalama asimetri oranına göre anlamlı ölçüde daha büyüktür.

Çalışma grubu ve kontrol grubundaki kadın katılımcıların, sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan kadın katılımcıların vHIT'te LARP test bulgularının karşılaştırılması.

LARP	Çalışma Grubu Kadın Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Kadın Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol Anterior SSK	0.91 ± 0.15	1.06 ± 0.12	t = -3.85	0.00
Sağ Posterior SSK	0.91 ± 0.11	1.04 ± 0.11	t = -4.18	0.00
Asimetri Oranı	6.22 ± 4.80	3.42 ±2.77	t =2.40	0.018

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
LARP:sol anterior sağ posterior *SSK: semisirküler kanal*

Yukarıdaki tabloda çalışma grubu ve kontrol grubundaki kadın katılımcıların, sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmış ve tüm parametrelerde çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubundaki kadın katılımcıların sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerler, kontrol grubundaki kadın katılımcıların sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşüktür. Çalışma grubundaki kadın katılımcıların ortalama asimetri oranı ise genç gruptaki

kadın katılımcıların ortalama asimetri oranına göre anlamlı ölçüde daha büyüktür ($p<0.05$).

Çalışma grubu ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.21.' de verilmiştir.

Tablo 4.21. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan erkek katılımcıların vHIT'te lateral SSK test bulgularının karşılaştırılması.

	Çalışma Grubu Erkek Ortalama± SS	Kontrol Grubu Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol lateral SSK	0.90 ± 0.12	1.03 ± 0.07	t = -3.23	0.002
Sağ lateral SSK	0.87 ±0.10	0.99 ± 0.05	t = -3.70	0.001
Asimetri Oranı	5.69 ±5.77	2.36 ± 1.50	t =1.88	0.60

vHIT: video head impulse test t: bağımsız student t-test istatistiği SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda çalışma grubu ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların, sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmıştır ($p<0.05$). Analiz sonucunda çalışma ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubundaki erkek katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri, kontrol grubundaki erkek katılımcıların sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşüktür. Çalışma grubundaki erkek katılımcıların ortalama asimetri oranı ile kontrol grubundaki erkek katılımcıların ortalama asimetri oranı arasında ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

RALP testte, çalışma grubu ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.22.'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan erkek katılımcıların vHIT'te RALP test bulgularının karşılaştırılması.

RALP	Çalışma Grubu Erkek Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sağ Anterior SSK	0.88 ± 0.12	0.95 ± 0.12	t = -1.78	0.080
Sol Posterior SSK	0.74 ± 0.16	0.87 ± 0.11	t = -2.53	0.014
Asimetri Oranı	10.33 ± 7.06	6.63± 0.23	Z = -1.46	0.143

vHIT: video head impulse test t: bağımsız student t-test istatistiği SSK: semisirküler kanal
RALP:sağ anterior sol posterior Z: mann whitney u test istatistiği

Yukarıdaki tabloda çalışma grubu ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri bağımsız student t-test ile karşılaştırılmış her iki SSK için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Her iki grubun sağ anterior SSK ortalama kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Sol posterior SSK ortalama kazanç değerlerinde ise anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatiksel analize göre çalışma grubundaki erkek katılımcıların sol posterior SSK ortalama kazanç değeri kontrol grubundaki erkek katılımcıların sol posterior SSK ortalama kazanç değerinden anlamlı ölçüde küçüktür.

Çalışma grubundaki erkek katılımcılar ile kontrol grubundaki erkek katılımcıların ortalama asimetri oranları ise Mann Whitney U test ile karşılaştırılmış ve anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p<0.05$).

LARP testte, çalışma grubu ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların, sağ posterior ve sol anterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.23.' de verilmiştir.

Tablo 4.23. Çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan erkek katılımcıların vHIT'te LARP test bulgularının karşılaştırılması.

LARP	Çalışma Grubu Erkek Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Erkek Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol Anterior SSK	0.93 ± 0.11	1.07 ± 0.11	t = 3.67	0.001
Sağ Posterior SSK	0.89 ± 0.11	0.99 ± 0.10	t= -2.70	0.009
Asimetri Oranı	4.83 ± 4.50	3.81 ± 3.37	t = 0.69	0.490

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği*
LARP: sol anterior sağ posterior *SSK: semisirküler kanal*

Yukarıdaki tabloda çalışma grubu ve kontrol grubundaki erkek katılımcıların, sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile SSK'lar arasındaki ortalama asimetri oranı bağımsız student t-testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda her iki gruba ait sol anterior ve sağ posterior SKK ortalama kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubundaki erkek katılımcıların sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri, kontrol grubundaki erkek katılımcıların sol anterior ve sağ posterior SSK ortalama kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşüktür ($p<0.05$). İki grup arasında ortalama asimetri oranı açısından ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir. ($p>0.05$)

4.6. Ortalama Değerlerin Çalışma Grubu ve Kontrol Grubunda Analizi

Çalışma grubu ve kontrol grubunda lateral SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.24.' de verilmiştir.

Tablo 4.24. vHIT'te, çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan bireylerin lateral SSK test ortalama değerlerinin karşılaştırması.

	Çalışma Grubu Ortalama± SS	Kontrol Grubu Ortalama± SS	Test İstatistiği	P
Sol lateral SSK	0.89 ± 0.12	1.00 ± 0.07	t = -4.39	0.00
Sağ lateral SSK	0.88 ± 0.12	1.00 ± 0.08	t = -4.78	0.00
Asimetri Oranı	4.78 ± 5.08	2.70 ± 2.27	t =2.17	0.032

vHIT: video head impulse test t: bağımsız student t-test istatistiği SSK: semisirküler kanal

Yukarıdaki tabloda lateral testte çalışma grubu ve kontrol grubuna ait sağ lateral ve sol lateral SSK'ları ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranlarında iki grup arasında anlamlı farklılık olup olmadığı bağımsız student t-test ile incelenmiştir. Analiz sonucunda iki grup arasında sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranı parametrelerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Çalışma grubu sağ lateral ve sol lateral SSK ortalama kazanç değerlerine bakıldığında kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde daha düşük değerlere sahiptir. SSK'lar arası ortalama asimetri oranları karşılaştırıldığında ise çalışma grubu kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde daha büyük asimetri oranına sahiptir.

Çalışma grubu ve kontrol grubunda, RALP testte sağ anterior ve sol posterior SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranlarının arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.25.'de verilmiştir.

Tablo 4.25. vHIT'te, çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan bireylerin RALP test ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

RALP	Çalışma Grubu Ortalama±SS	Kontrol Grubu Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sağ Anterior SSK	0.85 ± 0.15	0.95 ± 0.12	t = -3.21	0.002
Sol Posterior SSK	0.74 ± 0.17	0.89 ± 0.13	t = -4.20	0.000
Asimetri Oranı	9.39 ± 6.85	5.53 ± 2.96	Z = -2.69	0.007

vHIT: video head impulse test t: bağımsız student t-test istatistiği SSK: semisirküler kanal
RALP: sağ anterior sol posterior Z: mann whitney u testi

Yukarıdaki tabloda çalışma grubu ve kontrol grubuna ait sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri bağımsız t-test uygulanarak karşılaştırılmış ve iki gruba ait sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubuna ait sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri, kontrol grubuna ait sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşüktür. Çalışma grubu ve kontrol grubuna ait sağ anterior ve sol posterior SSK'ları arasındaki ortalama asimetri oranları ise Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmış ve anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubuna ait ortalama asimetri oranı, kontrol grubuna ait ortalama asimetri oranına göre anlamlı ölçüde büyüktür ($p<0.05$).

LARP testte, çalışma grubu ve kontrol grubuna ait sol anterior ve sağ posterior SSK'lara ait ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranlarının arasında anlamlı farklılık olup olmadığı değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sonucu Tablo 4.26.'da verilmiştir.

Tablo 4.26. vHIT'te, çalışma grubu ve kontrol grubunda yer alan bireylerin LARP test ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

LARP	Çalışma Grubu Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Ortalama ± SS	Test İstatistiği	p
Sol Anterior SSK	0.92 ± 0.13	1.07 ± 0.12	Z = -5.29	0.00
Sağ Posterior SSK	0.90 ± 0.11	1.02 ± 0.11	t = -5.01	0.00
Asimetri Oranı	5.64 ±4.70	3.56 ± 2.95	t = 2.27	0.024

vHIT: video head impulse test *t: bağımsız student t-test istatistiği* *SSK: semisirküler kanal*
LARP:sol anterior sağ posterior *Z: mann whitney u test istatistiği*

LARP testinde, çalışma grubu ve kontrol grubuna ait sağ posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları bağımsız t-test ile karşılaştırılmış ve tüm değerlerde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analize göre çalışma grubuna ait sağ posterior SSK ortalama kazanç değeri, kontrol grubuna ait ortalama kazanç değerinden anlamlı ölçüde düşüktür. Çalışma grubuna ait ortalama asimetri oranı ise kontrol grubuna ait ortalama asimetri oranından anlamlı ölçüde büyüktür.

Çalışma grubu ve kontrol grubuna ait sol anterior SSK ortalama kazanç değerleri ise Mann Whitney U testi karşılaştırılmış ve iki grup arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Çalışma grubuna ait sol anterior SSK ortalama kazanç değeri, kontrol grubuna ait sol anterior SSK ortalama kazanç değerinden anlamlı ölçüde düşüktür.

5. TARTIŞMA

Vestibülo-oküler refleks (VOR), 8-12 msnlik latansa sahip temel, hassas ve hızlı bir refleks arkıdır. Üç temel nöronal arktan oluşmaktadır. İlki vestibüler uç organlardan beyinsapında yer alan vestibüler nükleusa, ikincisi devam ederek okülomotor nükleusa ve üçüncü olarak da ekstraoküler kaslara ulaşmaktadır. Görevi, başın hareketi süresince görme alanının sabit tutulmasıdır. Beyin, VOR kazancı dışında santral merkez tarafından oluşturulan sakkadik göz hareketlerinin meydana gelmesiyle oluşan herhangi bir bakış ya da refleksif disfonksiyonu kompanse etmek için feedback sistemini kullanmaktadır. VHIT ile birlikte; baş ve göz hızı arasındaki oran ve VOR kazancı hesaplanmaktadır. Test süresince de başın hareketi esnasında ya da hareketin sonlanmasından sonra, göz hareketlerinde kompanse herhangi bir göz hareketinin olup olmadığı (covert ve overt sakkad) gözlemlenebilmektedir. Göz hareketinin ya da refleksif disfonksiyonun kompanse edilmesi ve pupilin tekrar hedefe odaklanması için gerekli zaman ortaya konmaktadır (66). VOR kazancı baş hareketiyle sağlanan 'input' tan farklı olarak 'output' olarak tanımlanmaktadır. Foveanın hedef üzerinde sabit tutulmasını sürdürmek için 'output' yani VOR, 'input' a (baş hareketine) eşit olmalıdır. VOR kazancı ise 1 'e eşit ya da çok yakın değerde olmalıdır (67).

Birçok çalışmada vestibüler disfonksiyonu olan hastalarda HIT ile kalorik testin karşılaştırması yapılmıştır (68, 69, 70). Perez ve Rama-Perez (68), kalorik testle birlikte HIT testinin %91'lik spesifite ve %45'lik sensitivite referans değerlerini elde etmişlerdir. Kalorik testte, % 42.5 ve üstünde hipofonksiyon oranına sahip hastalarda HIT bulgularını da anormal olarak elde etmişlerdir. Shubert ve ark. (69), vestibüler disfonksiyonu olan 176 hastada (79 hasta unilateral vestibüler hipofonksiyona ve 32 hasta bilateral vestibüler hipofonksiyona sahip) kalorik test ve HIT'i karşılaştırmışlardır. HIT'in vestibüler hipofonksiyonu tanılamadaki sensitivitesini %71, unilateral vestibüler hipofonksiyonda %84 ve bilateral vestibüler hipofonksiyonda %82 olarak bulmuşlardır. Rohrmeier ve ark. (70), vestibüler disfonksiyonu olan 151 hastada kalorik test beraberinde spontan nistagmus test, head- shaking test ve HIT uygulamışlardır. HIT'in su kalorik teste göre sensitivitesini %64, spesivitesini %84 olarak bulmuşlar ve bu nedenle bu 3 testin unilateral vestibüler hipofonksiyonu olan

hastaları tanılamada yararlı olabileceğini belirtmişlerdir. Halmagyi tarafından tanımlanan HIT ile Curthoys tarafından objektif bir test olarak (skleral search coil yöntemi) ortaya konan göz hareketlerinin video kaydı, tek sistemde geliştirilerek yeni bir test olarak vHIT geliştirilmiştir (55).

Periferik vestibüler disfonksiyonların tanılanmasında vHIT yüksek sensitivite ve spesivite oranına sahiptir. Ayrıca non-invaziv, kolay uygulanan ve 6 semisirküler kanala ait *VOR gain, VOR gain asimetry, head velocity, eye velocity'i* tanımlayan güvenilir bir testtir. vHIT'in unilateral vestibüler disfonksiyonları tanılamada HIT'e göre sensitivitesi daha yüksektir (71). Macdougall ve ark. (72), çalışmalarında SSK disfonksiyonu olan bir grup ile normal bir grup üzerinde skleral search coil yöntemini ve vHIT'i uygulamışlar, sonuç olarak vestibüler disfonksiyonu olan kişilerde vertikal SSK disfonksiyonunu iki yöntemin de çok yakın oranlarda saptadıklarını rapor etmişlerdir. vHIT uygulamasının skleral search coil yöntemine göre daha pratik olarak uygulaması kolay ve non-invaziv bir yöntem olmasıyla da klinik kullanımda daha uygun bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Park ve ark. (73), vestibüler disfonksiyonu olan 92 hastada vHIT ve kalorik test'i karşılaştırmış her iki test parametreleri arasında anlamlı korelasyon elde etmişlerdir.

Blödow ve ark. (74), unilateral vestibüler nörit, unilateral vestibüler schwannoma, unilateral Meniere ve bilateral vestibülopati rahatsızlıklıkları olan 117 kişiden oluşan hasta grupta ve 20 kişilik sağlıklı grupta yaptıkları vHIT'te, hVOR'u değerlendirmişlerdir. Sağlıklı grup hVOR ortalama kazanç değerlerini sağ tarafta 0.96±0.08, sol tarafta 0.97±0.09 olarak bulmuşlardır. Periferal patolojisi olan çalışma grubunun ise hVOR ortalama kazanç değerini 0.44±0.20 olarak bulmakla birlikte, kazanç değerlerinde bilateral düşüklük ve patolojik tarafta daha düşük kazanç değerlerini (0.38±0.21 ortalamayla) rapor etmişlerdir. Tüm hasta bireylerin %13,7'sinde gizli sakkadları, %34,3'ünde açık sakkadları ve %52'sinde hem açık hem de gizli sakkadları gözlemleyebilmişlerdir. Birçok patolojide ortaya çıkan covert ve overt sakkadların oluşumunun ve şeklinin vHIT ile ortaya konabileceğini belirtmişlerdir. Guan ve ark. (75), vestibüler nöronit tanılı 33 hasta, akut vertigolu 96 hasta ve 50 kişilik normal bireyler üzerinde yaptıkları vHIT sonucunda, vestibüler nöritli ve akut vertigolu hastaların tümünde normalin üstünde VOR kazanç asimetri oranını saptamışlar ve normal grup ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı

sonuca ulaşmışlardır. vHIT'in vestibüler nöriti tanılamadaki sensitivitesini %87.9, spesitivitesini %94.8 olarak bulmuşlar ve bu nedenle vHIT 'in vestibüler nöritli hastaları tanılamada güvenilir olacağını belirtmişlerdir. Periferal vestibüler patolojilerin tanılanmasında Bartolomeo ve ark. (76), vestibüler nöritli hastalarda yaptıkları vHIT ve kalorik test değerlendirmesinde kalorik testteki %30'luk disfonksiyon oranında, vHIT 'in sensitivitesinin %68.84, spesivitesinin %100 olduğunu rapor etmişlerdir. Kalorik testteki %30 'un altındaki disfonksiyon oranında, normal vHIT değerleriyle karşılaştıklarını bildirmişlerdir. McCaslin ve ark. (77), dizziness semptomları olan 115 yetişkin hastada yaptıkları kalorik ve vHIT değerlendirmelerinde vHIT'in sensitivitesini %78, spesivitesini % 95 olarak bildirmişlerdir. Mahringer ve ark. (78), çalışmalarında vHIT için akut fazda %61, akut olmayan durumda ise %33'lük sensitivite değerini rapor etmişlerdir. vHIT'in farklı çalışmalar ile periferal vestibüler disfonksiyonları tanılamada kullanılabilecek güvenilir bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Literatüre bakıldığında normatif değerler konusunda ise yapılan çalışma sayısı azdır. vHIT'ın farklı popülasyonlardaki normatiflerinin çalışılarak literatürde karşılaştırma sağlayacak değerlere ihtiyaç vardır. Kabiş (79), vHIT'in 18-55 yaş arası sağlıklı bireylerde normatif değerlerini çalışmış; lateral SSK testtinde, sağ lateral SSK için 0.96±0.09, sol lateral SSK için 0.99±0.10 ortalama kazanç değerlerini ve %3 asimetri oranını elde etmiştir. RALP testinde sağ anterior SSK için 0.96±0.13, sol posterior SSK için 0.95±0.11 ortalama kazanç değerlerini ve %3 asimetri oranını elde etmiştir. LARP testinde sağ posterior SSK için 1.03±0.16, sol anterior SSK için 1.03±0.14 ortalama kazanç değerlerini ve %3 asimetri oranını elde etmiştir. Bizim çalışmamızda da kontrol grubunda yapılan Lateral, RALP ve LARP testlerinden elde edilen ortalama değerler literatür ile yüksek uyum göstermektedir. Literatür çalışmalarında belirtildiği üzere baş ve göz hızı birbirine eşit ya da çok yakın değerde olmalı böylece görsel uyarı net olarak sağlanmalıdır. Kontrol grubumuzda yer alan yetişkin ve sağlıklı bireylerden lateral SSK testinde, sağ lateral SSK için 1.00± 0.08, sol lateral SSK için 1.00±0.07 ortalama kazanç değerleri ve 2.7±2.2 ortalama asimetri oranı elde edilmiştir. Vertikal SSK bulgularına bakıldığında ise RALP testte; sağ anterior SSK için 0.95±0.12, sol posterior SSK için 0.89±0.13 ortalama kazanç değerleri ve 5.5±2.9 ortalama asimetri oranı, LARP testte; sol anterior SSK için

1.07±0.12, sağ posterior SSK için 1.02±0.11 ortalama kazanç değerleri ve 3.5±2.9 ortalama asimetri oranı elde edilmiştir. Kontrol grubundan elde edilen ortalama değerler, literatür bilgisini desteklemektedir ve literatür çalışmalarında elde edilen değerlerle çok yakın olarak elde edilerek güvenilirdir. Ayrıca vertikal SSK'lara ait bulguların ayrı ayrı hesaplanması ve farklı yaş gruplarında karşılaştırmasının yapılması açısından çalışmamızın literatüre sağladığı katkı önemlidir. İstatiksel analiz sonucunda vertikal SSK'larda da yaşlanmaya bağlı olarak VOR kazançlarının azaldığı ve SSK'lar arası asimetri oranlarının arttığının ortaya konmuştur.

Yaşlanma ile birlikte vestibüler fonksiyon ile bağlantılı tüm yapılarda dejenerasyon meydana gelmekte olup başlangıç zamanı farklılık göstermektedir. Sensör vestibüler tüy hücreleri doğumdan itibaren her on yılda bir yaklaşık %6'lık dejenerasyona uğramaktadır (80, 81, 82). SSK'lardaki tüylü hücrelerde, otolit organların makulasındaki tüylü hücrelere göre daha erken ve daha büyük oranda dejenerasyon meydana gelmektedir (83). 70 yaş ve üstü bireylerde SSK'ların kristalarındaki tüylü hücre oranında %40'lık azalma görülmektedir (%24 sakkülde, %21 utrikülde) (80). Hücre kaybıyla birlikte azalan hücrelerde morfolojik ve fonksiyonel değişiklikler meydana gelmektedir (84, 85). Primary vestibüler afferentler, başlıca fazla miyelinli fiberlerdir ve orta yaştan itibaren dejenerasyon başlamaktadır. 70-85 yaşlarında afferentlerin % 35'i kalmaktadır (85, 86). Geniş çaplı düzensiz afferentler ve hızlı iletişim ağı, düzenli afferentlere göre daha büyük oranda dejenerasyona uğramaktadır (87, 88). Bazı post-mortem çalışmalar Scarpa Ganglion'daki hücre sayısındaki düşüşün 30'lu yaşlarda başladığını ve 60 yaşına kadar aşamalı olarak devam ettiğini göstermiştir (89, 90). Vestibüler nükleustaki hücrelerde 40 yaşından 90 yaşına kadar her on yılda bir %3 lük azalma meydana gelmektedir (85, 91). Vestibüler inputtaki hücrelerin inhibisyonu azalmaktadır. Örneğin; serebellar volüme ve vermiste yer alan Purkinje lifleridir (92).

Vestibüler nüklear komplekste her 10 yılda bir %3 oranında nöronal kayıp meydana gelmektedir. Serebellar vermisteki serebellar volüme ve Purkinje lifleri ile flokkonodüler loptaki beyaz madde yoğunluğu azalmaktadır. Periferal vestibüler sistem ve vestibüler sinirin direk uyarımını, vasküler, atropik ve kaslardaki farklı input girişlerini yönetmedeki kontrol mekanizması yaşlanma ile birlikte giderek zayıflamaktadır. Periferal vestibüler sistemdeki değişiklikler santral vestibüler sistem

tarafından kompanse edilmektedir fakat 60 yaş ve üstünde santral kompanzasyonun da yetersiz olmasıyla yaşlılarda vestibüler fonksiyon yetersiz durumdadır. Serebellum direkt olarak vestibüler refleksleri yönetmektedir ve bu yapıda meydana gelen fonksiyon farklılıkları da algısal fonksiyonu ve adaptasyonu etkilemektedir (93). Vestibüler sinir fiberlerinin 40 yaşından itibaren her 10 yılda bir %5 oranında azaldığı belirtilmektedir (94). Vestibüler sensör hücreler ve nöral yollarda oluşan dejenerasyonlar nedeni ile vestibüler afferentlerden santral sinir sistemine gönderilen sinyallerde azalma meydana gelmektedir. Purkinje liflerinin sayısında yaşa bağlı olarak meydana gelen azalma vestibüler afferentlerin modülasyonunu etkilemektedir (95). Yaşlanma ile birlikte intrasellüler anatomik değişiklikler ile sinaptik ve elektrofizyolojik değişiklikler de meydana gelmektedir. Vestibüler epiteldeki destek hücreleri de yaşlanma süresince büyük oranda dejenerasyona uğrayan kısımdır. Serebral kan akışı yaşlanma ile birlikte azalmaktadır ve bu değişim nöronal hücreler için çok önemlidir (96). Özetle tüylü hücrelerde erken yaşlarda başlamakla birlikte hayat boyu aşamalı devam eden dejenerasyon meydana gelmektedir. Vestibüler sinir ve santral nöronlar orta yaşlarda başlayıp geç yaşlarda daha da artan oranlarda yıkıma uğramaktadır. Periferal tüylü hücre kaybı kısmen santral merkezdeki vestibüler yapılar tarafından kompanse edilmektedir (85, 97, 98).

Dizziness ve yürüyüş güçlükleri yaşlı popülasyonda yaygın olsa da literatürde vestibüler fonksiyon testlerinde yaşa bağlı farklı sonuçlar elde edilmiştir. Kalorik test ve vHIT gibi vestibulo-oküler refleksi değerlendiren testlerde yaşa bağlı küçük değişiklikler meydana gelmektedir (99). Bazı çalışmalarda VOR fonksiyonundaki azalmanın 75 yaş ve üstünde gerçekleştiği rapor edilmiştir (100). vHIT testi tüm SSK'lardaki VOR değerlendirmesini sağlamasıyla birçok patolojik durum için farklı çıkarımlar sağlamaktadır. Fakat değerlendirme parametrelerinde yaşa bağlı oluşabilecek normatif farklılıklar gözetilerek farklı yaş grupları için bu parametreler düzenlenmeli ve buna göre tanı ve rehabilitasyon aşamaları planlanmalıdır.

Teggi ve ark. (101), 70 yaş ve üstü farklı kardiovasküler ve vasküler rahatsızlıkları olan, düşme sorunu yaşamış 58 hastada yaptıkları çalışmada, vHIT ile hVOR 'u değerlendirmişlerdir. Tüm hastaların (sağ lateral ve sol lateral SSK kazanç değeri ortalaması alınarak) ortalama kazanç değerini 0.86±0.12, 70-80 yaş arası

hastaların ortalama kazanç değerini 0.90±0.01, 80 ve üstü hastaların kazanç değerini 0.81±0.13 olarak bulmuşlardır. Çalışma sonucunda VOR kazancının yaş ile birlikte azaldığını ve düşme probleminin azalmış VOR kazancı ile desteklenebileceğini rapor etmişlerdir. Kim ve ark. (102), daha öncesinde denge rahatsızlığı olan fakat son 1 aydır hiçbir şikayeti bulunmayan 10-90 yaş arası bireylerde cVEMP test, kalorik test ve vHIT uygulamışlar ve bu bireylerden anormal cVEMP ve anormal kalorik test sonuçları elde edilenleri çalışma dışına almışlardır. Çalışmada 835 katılımcı yer almış ve katılımcılar her 10 yaş aralığında gruplayarak toplam 8 grupta vHIT bulgularını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yaşlanma ile birlikte VOR kazancında azalma olduğunu ve özellikle 70 yaş ve üstü bireylerde anlamlı derecede azalma görüldüğünü belirtmişlerdir. Hem horizontal SSK'lar hem de vertikal SSK'lardan elde edilen bulgulara göre her bir SSK'a ait VOR kazançlarında yaşlanma ile birlikte anlamlı derecede azalma gözlenmiştir. Vertikal SSK'lara ait VOR kazançlarında düşüşün, horizontal SSK'lara göre dejeneresyonun daha geç olarak 80 yaş ve üstünde başladığını belirtmişlerdir. Bu sonucu da vertikal SSK'lardaki tüy hücrelerinde meydana gelen dejenerasyonun horizontal SSK'lara göre daha az olması ya da vertikal SSK'lara ait VOR kazanç değerlerinin methodları kaynaklı (gözlük kayması gibi) yaşlı grupta daha yüksek çıkabileceği hipotezleri ile savunmuşlardır. Matino-Soler ve ark. (103), 212 sağlıklı bireyde (6-93 yaş aralığında 110 kadın ve 5-95 yaş aralığında 102 erkekten oluşan) hVOR kazancını ve refiksasyon sakkad oluşumunu yaşa, cinsiyet, baş uyarı hızı ve yönüne göre analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda lateral SSK ortalama kazanç değerlerini sağ lateral SSK için 1.11 ± 0.08 ve sol lateral SSK için 1.00 ± 0.08, SSK'lar arasındaki ortalama asimetri oranını ise %9.1 olarak bulmuşlardır. VOR kazancında 90 yaşına kadar anlamlı azalma olmadığını fakat 70 yaş ve sonrasında artan *head impulse velocity* ile birlikte aşamalı olarak azalmanın gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. SSK'lar arasındaki asimetri oranlarına bakıldığında ise 10 yaş altında %6, 91 yaş ve üstünde ise %13 olarak rapor ederek, artan yaşla birlikte SSK'lar arasındaki asimetri oranının da arttığını belirtmişlerdir. Cinsiyete göre analizde anlamlı farklılık gözlememişlerdir. VOR kazancında meydana gelen azalmanın, yaşlanma ile birlikte tüy hücreleri ve vestibüler sinir liflerinde oluşan kayba bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da çalışma ve kontrol grubu Lateral, RALP ve LARP testleri ortalama SSK kazanç değerleri ve SSK'lar arası asimetri oranları incelendiğinde iki grup test parametreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu gözlenmiştir. Çalışma

grubu ve kontrol grubunda cinsiyete göre analizde ise aynı şekilde anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Yaşlanma ile birlikte VOR kazançlarının anlamlı ölçüde azaldığı, kazanç asimetri yüzdelerinin ise arttığı görülmüştür. Vertikal SSK'lar üzerinde yapılan çalışmaların az olması nedeniyle çalışmamız rotasyonel SSK'lar hakkında hem yaşlı popülasyon hem de genç popülasyon hakkında literatüre katkı sağlamaktadır.

Wiener-Vacher ve Wiener (104), çalışmalarında 274'ü çocuk (2.6 aylık-15 yaş arası), 26'sı yetişkin (16-67 yaş) olmakla birlikte 303 kişilik sağlıklı bireylerde vHIT'i uygulamışlardır. Sonuç olarak 1,2 ve 3 yaş çocukların SSK kazançlarının 10-15 yaş aralığındaki çocukların SSK kazançlarına göre anlamlı ölçüde düşük olduğunu görmüşlerdir. 10-15 yaş aralığı ve yetişkin grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. 6 yaş ve 16 yaşlarında aşama kaydedildiği belirtilmiştir. Pediatrik popülasyonda sağ ve sol taraf arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Sadece 2 yaşından küçük çocuklarda anterior SSK'larda kanal kazanç değerleri arasında normalin üstünde asimetri görülmüştür. SSK kazançlarının anatominin yapılanması ve maturasyona bağlı değişikliklerle, aşamalı olarak artarak 16 yaşında normal erişkin değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Bachmann ve ark. (105), 4-6 yaş, 7-9 yaş, 10-12 yaş çocuk ve yetişkin grubu kapsayan 41 sağlıklı bireyde vHIT yapmışlardır. Tüm kazançlar 1'in üstünde çıkmakla birlikte çocukların ortalama SSK kazanç değerleri yetişkin grubu ortalama SSK kazanç değerlerinin anlamlı derecede üstünde olduğu görülmüştür. Çocuk gruplarda vertikal SSK'ların kazanç değerlerinin lateral SSK'ların kazanç değerlerinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların da maturasyon kaynaklı olabileceğini savunmuşlardır.

Lv ve ark. (106), erken ve orta evrelerdeki Parkinson hastaları (67.9 yaş ortalaması) ile sağlıklı grupta (65.7 yaş ortalaması) lateral SSK VOR'u değerlendirmişlerdir. 63 Parkinson hastası ve 56 kişiden oluşan kontrol grubunda yaptıkları vHIT test sonucunda, kontrol grubunda ortalama VOR kazançların sol lateral SSK'da 0.98±0.09, sağ lateral SSK'da 0.99±0.16, SSK'lar arası ortalama asimetri oranını 4.37±3.45 olarak, Parkinson hastalarında ise ortalama VOR kazançlarını sol lateral SSK'da 1.20±0.22, sağ lateral SSK'da 1.23±0.23, SSK'lar arası ortalama asimetri oranını ise 4.38±4.03 olarak elde etmişlerdir. Sağlıklı grup ile Parkinson hastaları (her iki erken ve orta evre grubunun) VOR kazançları arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir. Orta evredeki Parkinson hastalarında, erken evredeki

Parkinson hastalarına göre daha düşük VOR kazancı elde etmişlerdir. Özellikle erken evredeki Parkinson hastalarının VOR kazançlarının normalden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle vHIT'in Parkinson hastalarında VOR'u değerlendirmek için kullanılabileceğini ve erken evredeki Parkinson hastalarının tanılanmasında kullanılabileceği belirtilmiştir. Parkinson hastalığındaki nörolojik bozukluklar düşünüldüğünde hastalığın farklı evrelerinde, vHIT' te yaşlanmadaki dejenerasyonun yarattığı etkilere benzer sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür. Çalışmamız da VOR kazancının yaşlanma ile birlikte azaldığını gösteren çalışmaları desteklemektedir. Hem lateral SSK bulguları hem de vertikal SSK bulgularında yaşlanma ile birlikte SSK kazanç değerlerinde azalma ve SSK'lar asimetri oranlarında artma olduğu saptanmıştır. Bunun da nedeninin vestibüler sisteme dahil olan ve bu sistemle bağlantılı birçok yapıda meydana gelen anatomik ve fonksiyonel değişimler sonucu VOR' daki dejenerasyon olduğu literatür ile desteklenmektedir. İki grup arasında ortaya çıkan bu farklılıklar vestibüler disfonksiyonu değerlendirme parametrelerinin ve referans değerlerin önemini ortaya koymaktadır.

Teggi ve ark.'nın çalışması (101) ile Wiener-Vacher ve Wiener' ın çalışması (104) ele alındığında; doğum sonrasında da devam eden maturasyon dönemi sonunda insan vücudu, belli bir yapılanmaya sahip olup orta yaşlardan itibaren gelişen dejenerasyon ile birlikte de farklı oranlarda hücresel yıkım yaşamaktadır. Winer Vacher ve Wiener'ın (104) da çalışmalarında vHIT ile değerlendirdikleri VOR kazançlarında maturasyon döneminde gelişen farklılığı ortaya koyarak, gelişim döneminde VOR refleksinin kazancı yaş ilerledikçe artmış ve 16 yaşlarında yetişkin VOR kazancına ulaşmıştır. Sonrasında Teggi ve ark.'nın (101) çalışmasına bakıldığında; yaşlanma ile birlikte tüy hücrelerinden itibaren vestibüler sistem içerisinde yer alan tüm yapılarda gelişen yıkıma bağlı olarak özellikle 70 yaş ve üstünde aşamalı olarak VOR kazancı azalmaktadır. Çalışmamızda çalışma grubu ve kontrol grubu arasında, hem lateral hem de vertikal SSK'lara ait VOR kazançlarında gözlenen anlamlı farklılık, yaşlanmanın ve vestibüler sistem dahilindeki tüm sistemlerde gelişen dejenerasyonun bir sonucu olarak, literatür ile desteklenmektedir. Ortaya konulan bu farklılık yaşlı hastalarda patolojik durumun değerlendirilmesinde ele alınacak referans değerleri önemli kılmaktadır. Çalışmamız sonucunda 60 yaş ve üstünde Tablo 4.6., Tablo 4.8. ve Tablo 4.10.' da yer alan lateral ve vertikal SSK'lara

ait ortalama VOR kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranlarının referans alınması önerilmektedir. İstatiksel analiz sonucu çalışma grubu ve kontrol grubunda ortaya çıkan anlamlı farklılıklar, farklı yaş grupları için hem lateral hem de vertikal SSK'larda farklı referans değerlerin oluşturulması gerektiğini düşündürmektedir. Sonuç olarak çalışmamızda tüm SSK'larda yaşın etkisi ortaya konmuştur ve değerlendirme parametrelerinde her yaş grubunda aynı referans değerlerin kullanılmasının, vestibüler disfonksiyonu tanılamada gözden kaçabilecek durumların ortaya çıkmasına neden olabileceğini düşündürmektedir.

VOR değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmalara bakıldığında birçoğunda cinsiyete göre analizin yapılmadığı görülmektedir. Fakat yapılacak çalışmalarda cinsiyete göre analizin de yapılması gerektiği ve literatürde karşılaştırma sağlayacak verilere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Cinsiyete göre analiz yapılan çalışmalarda ise SSK VOR kazanç değerleri ve SSK'lar arası asimetri oranlarında anlamlı farklılık gözlenmediği görülmüştür (78, 102). Bizim çalışmamız ele alındığında cinsiyete göre analizde hem çalışma grubu hem de kontrol grubunda anlamlı farklılık gözlenmemesi, yaşlanma ile birlikte kadın veya erkek cinsiyet grubunda farklı oranlarda dejenerasyonun oluşmadığını, oluşan dejenerasyonun her iki cinsiyet grubunda da normal yaşlanma sürecindeki gelişmelerden oluştuğunu düşündürmektedir. Ayrıca çalışmamızda çalışma grubu ve kontrol grubunda cinsiyete göre analiz yapılarak farklı yaş aralıklarındaki bireylerde cinsiyete göre analiz ortaya konmuştur ve bu nedenle literatüre katkı sağlamaktadır. Çalışmalarda değerlendirilmesi gereken bir başka parametre ise vertikal SSK'lara ait VOR kazanç değerleri ve SSK'lar arası asimetri oranlarıdır. Çalışmaların çoğunda lateral SSK'lara ait VOR kazanç değerleri ve asimetri oranları değerlendirilmiştir. Yaşın VOR üzerine etkisi lateral SSK'lar üzerinde çalışılmıştır fakat vertikal SSK'lar için hem normatif değerler hem de yaşın etkisi konularında yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Çalışmalara bakıldığında çalışmamızda da elde edildiği üzere, yaşın lateral SSK'larda VOR üzerine etkisi olduğu ortaya konmuştur. Yapılacak çalışmalarda ise lateral ve vertikal SSK'lara ait bulgular elde edilerek her iki grupta da yaşa ve cinsiyete göre analizler yapılmalıdır. Böylece literatürde vHIT'in vertikal SSK'lar üzerindeki test güvenirliği ve normal değerleri daha çok çalışma ile ortaya konmalıdır.

vHIT SSK'lar yoluyla VOR'u değerlendiren ve bununla birlikte vestibüler disfonksiyonu tanılamada kullanılan bir testtir. Çalışmalarda, vestibüler disfonksiyonu tanılamada kullanılan, SSK ve VOR'u değerlendiren diğer test yöntemlerine bakıldığında HIT, kalorik test ve skleral search coil testi yer almaktadır. HIT, uygulaması kolay, klinikte pratik ve kısa zaman alan fakat klinisyen gözlemine dayalı, sadece lateral SSK VOR'unu değerlendiren, overt ve covert sakkadları gözlemsel olarak değerlendiren bir test yöntemidir. Kalorik test objektif ve nicel sonuç sağlayan fakat tolere etmesi zor, zaman alıcı ve sadece lateral SSK'ı değerlendiren bir test yöntemidir. Skleral search coil testi ise objektif, göz hareketlerinin üç boyutlu olarak izlenebilmesi sayesinde overt ve covert sakkadların gözlemlenebildiği, tüm SSK'ları değerlendirebilen fakat kontakt lens yerleşimiyle anestezi gerektiren ve hasta için rahatsız edici olan, hastanın manyetik alana yerleştirilmesi nedeniyle artefakt hareketlerin ortaya çıktığı, uygulaması ve teste hazırlığı zaman alan bir test yöntemidir. Tüm test bataryaları düşünüldüğünde daha pratik, uygulaması hasta için rahatsız edici olmayan, tüm göz hareketlerinin izlenip kaydının yapılabildiği, lateral ve vertikal SSK'ların değerlendirilebildiği ve değerlendirme sonucunda program içinde alınan cevapları klinisyenin tekrar değerlendirip ve sonuçların daha sağlıklı olması açısından artefaktlı cevaplara müdahale edebilmeyi gerektiren bir sistem ihtiyacı vardır. vHIT tüm ihtiyaçları sağlayarak, çalışmalarla da güvenilirliği ortaya konularak vestibüler disfonksiyonları tanılamada kullanılan test bataryaları arasında yerini almıştır. vHIT' te kullanılan gözlükteki kamerada göz pupili koyu renkte olarak görünmekte ve göz pupili kamera tarafından odak olmaktadır. Bu nedenle göze yansıma yapan bir ışığın ya da gözdeki daha koyu bir rengin göz hareketinde odağın sapmasına ve böylece programın bu sapma hareketini overt sakkad olarak algılamasına neden olduğu görülmüştür. Test aşamasında odadaki ışık düzenine ve göz pupilinin kamera tarafından sürekli odak olarak algılanmasına çok dikkat edilmelidir. Ayrıca göz kırpması sırasında odak kaybolduğu için o an yapılan bir hareket program tarafından disfonksiyon olarak algılanabilmektedir. Test sırasında hasta mutlaka uyarılmalı, göz hareketi takip edilmeli, göz açıkken uyarı verilmeli ve doğru VOR cevabı gözlemlenmelidir. Bunlara ek olarak hastanın dik pozisyonda oturmasıyla boyun kontrolünün daha rahat sağlandığı görülmüştür. Bu nedenle sandalye seçimi önemlidir. Çalışmamızda tüm koşullara dikkat edilerek test aşaması tamamlanmıştır. Vestibüler disfonksiyonu tanılamada, 60 yaş ve üstü bireylerde vHIT sonuçlarının yaşa

bağlı değişiklikler gösterebileceği unutulmayarak farklı test bataryaları da dahil edilerek tanı konmalıdır. Altı SSK'ın değerlendirilmesinde kullanılan ve VOR kazancını sayısal olarak ortaya koyan vHIT objektif bir veri sağlamaktadır. VOR değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılan ve sayısal veri sağlayan kalorik test hasta açısından tolere etmesi zor bir yöntem olmakla birlikte sadece lateral SSK'ları değerlendirmektedir. HIT test ise klinisyenin gözlemine dayalı ve var/yok şeklinde değerlendirilebilen, kısıtlı bilgi sağlamaktadır. Bu nedenle vHIT bu ihtiyaçları tamamen karşıladığından, kliniklerde daha yaygın olarak kullanılması gerektiği düşünülmektedir (107).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Lateral SSK testinde, çalışma grubunda sağ lateral SSK için 0.88±0.12, sol lateral SSK için 0.89±0.12 ortalama kazanç değerleri, kanallar arası ortalama asimetri değeri ise 4.7±5 olarak bulunmuştur.

- Çalışma grubunda ortalama anlık kazanç değerleri; sağ lateral SSK için 40 msn'de 0,91±0,13, 60 msn'de ortalama 0,87±0,32, 80 msn'de 0,84±0,09, 0-100'de ise o 0,90±0,09 olarak ; sol lateral SSK için ise ortalama anlık kazanç değerileri 40 msn'de 0,99±0,13, 60 msn'de 0,89±0,40, 80 msn 'de 0,80±0,20 ve 0-100 msn'de 0,89±0,08 olarak bulunmuştur.

- Lateral SSK testinde, kontrol grubunda sağ lateral SSK için 1.00±0.08, sol lateral SSK için 1.00±0.07 ortalama kazanç değerleri, kanallar arası ortalama asimetri değeri ise 2.7±2.2 olarak bulunmuştur.

- Kontrol grubu için ortalama anlık kazanç değerleri; sağ lateral SSK için 40 msn'de 0,98±0.06, 60 msn'de 0,96±0.09 , 80 msn'de 0.95±5.1, 0-100 msn'de ise o 0,99±4.9 olarak msn'de sol lateral SSK için ise ortalama anlık kazanç değerileri 40 msn'de 1.09±0,42, 60 msn'de 1.01±5,1, 80 msn 'de 0,90±0,26 ve 0-100 msn'de ise 1.00±4.6 olarak bulunmuştur.

- RALP testte, çalışma grubunda sağ anterior SSK için 0.85±0.15, sol posterior SSK için 0.74±0.17 ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranı ise 9.3±6.8 olarak bulunmuştur.

- LARP testte, çalışma grubunda sağ posterior SSK için 0.90±0.11, sol anterior SSK için 0.92±0.13 ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranı ise 5.6±4.7 olarak bulunmuştur.

- RALP testte, kontrol grubunda sağ anterior SSK için 0.95±0.12, sol posterior SKK için 0.89±0.13 ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranı ise 5.5±2.9 olarak bulunmuştur.

- LARP testte, kontrol grubunda sağ posterior SSK için 1.02±0.11, sol anterior SSK için 1.07±0.12 ortalama kazanç değerleri ve ortalama asimetri oranı ise 3.5±2.9 olarak bulunmuştur.

- Çalışma grubu ve kontrol grubu lateral SSK test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubu RALP test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubu LARP test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

- Çalışma grubunda bulunan kadın ve erkek katılımcıların lateral SSK test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

- Çalışma grubunda bulunan kadın ve erkek katılımcıların RALP test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

- Çalışma grubunda bulunan kadın ve erkek katılımcıların LARP test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubunda bulunan kadın katılımcıların lateral SSK test bulguları incelendiğinde; sağ SSK ve sol SSK kazanç değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). SSk'lararası asimetri oranlarında ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir. ($p>0.05$)

- Çalışma grubu ve kontrol grubunda bulunan kadın katılımcıların RALP test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubunda bulunan kadın katılımcıların LARP test bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubunda bulunan erkek katılımcıların lateral SSK kanal bulguları incelendiğinde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubunda bulunan erkek katılımcıların RALP test bulguları incelendiğinde, sağ anterior ve sol posterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranlarında; sağ anterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranları parametrelerinde arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Sol posterior SSK ortalama kazanç değerlerinde ise anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$).

- Çalışma grubu ve kontrol grubunda bulunan erkek katılımcıların LARP test bulguları incelendiğinde, sağ posterior ve sol anterior SSK ortalama kazanç değerleri ile ortalama asimetri oranlarında; kanallara ait ortalama kazanç değerlerinde anlamlı farklılık gözlenirken ($p<0.05$), ortalama asimetri oranlarında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

- Çalışmamız VOR kazançlarında ve asimetri oranlarında yaşlanmanın

etkisini ortaya konmuştur.

- vHIT, klinik açıdan yetişkin bireyler için non-invazif, kolay uygulanabilen ve altı kanalda birden VOR değerlendirmesi yapılabilen bir test metotudur.

Çalışmamızda 60 yaş ve üstü sağlıklı bireylerde bulunan ortalama değerler güvenilirdir ve kliniklerde referans değer olarak kullanıma uygundur.

Önerilerimiz aşağıda sıralanmıştır.

- Literatüre bakıldığında çalışmalarda genellikle hVOR değerlendirildiği ve vertikal SSK'lar hakkında kısıtlı çalışma olduğu görülmüştür. Bu nedenle vertikal SSK'lar hakkında daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğu ve vHIT 'in vertikal SSK'lardaki normatif değerleri ve test güvenirliğinin daha çok çalışma ile ortaya konulmasının gerektiği düşünülmüştür.

- Test yapılan odadaki ışık yansımalarının ve hastanın oturuş şeklinin de test sonuçlarına etmen olduğu görülmüş ve bu nedenle test yapılacak odada ışık düzeni ve hastanın oturtulduğu sandalyenin seçiminde dikkat edilmesi gerektiği düşünülmüştür.

- Vestibüler disfonksiyonu tanılamada 60 yaş ve üstü hastalarda vHIT test sonuçlarının yaşa bağlı değişiklikler gösterebileceği unutulmamalı bu nedenle farklı test bataryaları da dahil edilerek süreç tamamlanmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Brandt T, Dieterich M, Strupp M. Vertigo and dizziness. *Springer*, 2005:1-5,53.

2. Zalewski CK. Aging of the human vestibular system. *Seminars in Hearing*, 2015, 36(3): 175-196.

3. Curthoys IS, MacDougall HG, McGarvie LA, Weber KP, Szmulewicz D, Manzari L, Burgess AM, Halmagyi GM. The video head impulse test (vHIT) In: Jacobson GP, Shepard NT (eds.) *Balance Function Assessment and Management*. 2nd ed. San Diego, CA: Plural Publishing, 2014 :391–430.

4. Aw ST, Haslwanter T, Halmagyi GM, Curthoys IS, Yavor RA, Todd MJ. Three-dimensional vector analysis of the human vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration head rotations. I. Responses in normal subjects, *Australia*: *Journal of Neurophysiology*, 1996,76(6): 4009-4020.

5. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head ımpulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy, *Australi: Neurology*, 2009,73(14): 1134-1141.

6. Korsager LEH, Schmidt JH, Faber C, Wanscher J. Reliability and comparison of gain values with occurrence of saccades in the EyeSeeCam video head impulse test (vHIT), *Denmark: European Archives Oto-rhino-laryngology*, 2016, 273(12) :4273-4279.

7. Mezzalira R, Bittar RSM, Do Carmo Bilécki-Stipsky MM, Brugnera C, Grasel SS. Sensitivity of caloric test and video head impulse as screening test for chronic vestibular complaints, *Clinics*, 2017, 72(8): 469-473.

8. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review, *Neurorehabilitation*, 2013, 32: 437-443

9. Koylu EO, Kanıt L, Bağırıcı F, Erdoğan Ş., Özaykan B., Sinir Sistemi: B.Özel Duyular, İçinde: *Tıbbi Fizyoloji*, Çavuşoğlu H., Yeğen BÇ, (Çeviri editörleri). Textbook of Medical Physiology, Guyton AC, Hall JE. 12. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp

Kitapevleri, 2013: 633-642.

10. Fife TD., Overview of anatomy and physiology of the vestibular system, *Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*, 2010, 2(9).

11. Akyıldız, N. *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi I.* Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998: 1-124.

12. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, Haughey BH. Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi, (Çev.Ed.:C.Koç), Ankara : Güneş Tıp Kitapevleri, 2007.: 1-11.

13. Hızal E. Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi. İçinde: Belgin E.(editör). *Temel Odyoloji.* Ankara, Güneş Tıp Kitapevleri, 2015: 57-66.

14. Akkın SM. Vestibüler sistemin fonksiyonel anatomisi, *Baş Ağrıları-Baş Dönmeleri Sempozyumu*, İstanbul, 1998.

15. Ardıç FN. Denge sisteminin işleyişi. İçinde: Ardıç FN. (editör). *Vertigo.* 1.Baskı. İzmir, İzmir Güven Kitapevi, 2005: 3-27.

16. Snell R. Head and Neck. In: *Clinical Anatomy*. 9th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkings., Chapter 11, 2012 :527-682.

17. Felten DL, O'Banion MK. Maida MS. Sensory Systems. In: Netter's *Atlas of Neurosicience*, Philadelphia, Elsevier Inc. 2016: 369-379.

18. Fermin CD, Lychakov D, Campos A, Hara H, Sondağ E, Jonas A, Jonas S, Taylor M, Meza-Ruiz, Martin DS. Otoconia biogenesis, phylogeny, composition and functional attributes. *Histol. Histopathol*.,1998, 113: 1103–1154.

19. Ross MD, Komorowski TE, Donovan KM, Pote KG. The suprastructure of the saccular macula. *Acta Otolaryngol*.,1987, 103: 56–63.

20. Lins U, Farina M, Kurc M, Riordan G, Thalmann I, Kachar B. The otoconia of the guinea pig utricle: internal structure, surface exposure, and interactions with the filament matrix. *J. Struct. Biol*., 2000,131: 67–78.

21. Thalmann R, Ignatova E, Kachar B, Ornitz DM. Thalman. Development and maintenance of otoconia: biochemical considerations. *Ann. N.Y. Acad. Sci*., 2001,942: 162-178.

22. Campos A, Crespo PV, Garcia JM, Sanchez-Quevedo MC, Ciges M. The crystalline pattern of calcium in different topographical regions of the otoconial membrane. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)*, 1999,119: 119–203.

23. Ferna´ndez C, Goldberg JM. Physiology of peripheral neurons innervating semicircular canals of the squirrel monkey. II. Response to sinusoidal stimulation and dynamics of peripheral vestibular system. *J. Neurophysiol*.,1971, 34: 661-675.

24. McLaren JW, Hillman DE. Displacement of the semicircular canal cupula during sinusoidal rotation. *Neuroscience*, 1979, 4: 2001–2008.

25. Oghalai, JS, Brownell WE. Anatomy & Physiology of the Ear. In: Lalwani AK. (eds.). *Current Diagnosis & Treatment in Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 3rd. ed., New York, McGraw-Hill Education – Europe, 2012, Chapter 44: 577-594.

26. Assad JA, Stepherd GM, Corey DP. Tip-link integrity and mechanical transduction in vertebrate haircells, *Neuron*, 1991,7(6): 985- 994.

27. Dechesne CJ, Sans A. Development of vestibular receptor surfaces in human fetuses. *Am. J. Otolaryngol*. 1985,6: 378-387.

28. Hain TC, Helminski J, Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. In: Herdman SJ, Clendaniel RA. (eds.). *Vestibular Rehabilitation*., 4th Ed., 2014: 1-18.

29. Van De Graff K. Senses of hearing and balance. In: *Human Anatomy*, McGraw-Hill Companies, 2001: 516-530.

30. Toth M, Csillag A. The organ of hearing and equilibrium. In: *Atlas of sensory organs*, Humana Press., 2005: 1-85.

31. Kim JS, Lee H. Inner ear dysfunction due to vertebrobasilar ischemic stroke, *Seminars in Neurootology*, 2009, 29 (5): 534-540.

32. Mazzoni A. the vascular anatomy of the vestibular labyrinth in man., *Acta-Otolaryngologica*, 1990,472: 1-83.

33. Gray L. Overview of ascending and descending pathways *In: Neuroscience Online*. Chapter 11., https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s2/chapter11.html

34. Watson C. Hindbrain. In: Watson C., Paxinos G., Puelles L. (Eds.). *The Mouse Nervous System*, Elsevier Inc., 2012, Chapter 12: 398–423.

35. Highstein SM, Holstein GR. The anatomy of the vestibular nuclei., *Prog Brain Res*. 2006; 151: 157-203.

36. Schubert MC, Shepard NT. Practical anatomy and physiology of the vestibular system In: Jacobson GP, Stephard NT.(Eds.). *Balance Function Assessment and Management*, 2016, (2nd Ed.), Plural Publishing, 1-16.

37. Dickman JD. The Vestibular System. In: *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications*, 5th Ed., Elsevier Inc.,2018, Chapter 22: 320–333.

38. Stranding S. Special senses. In: *Gray's Anatomy*. Spain, 41st. Ed., Elsevier Churchill Livingstone, 2016: 624-658.

39. Newman A, Storper I, Wackym P. Central represantation of the eight cranial nerve In: Canalis RF, Lambert PR. (Eds.). *The Ear Comprehensive Otology*, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2000 :141-156.

40. Rea P. Spinal Tracts- Descending/ Motor Pathways. *In: Essential Clinical Anatomy of the Nervous System*, 1st Ed., Academic Press, 2015, Chapter 9: 161-176.

41. Precht W. Physiology of the Peripheral and Central Vestibular Systems In: Llinas R, Precht W (Eds.). *Frog-Neurobiology*, New York, Springer, 1976, 481-509.

42. Beraneck M, Lambert FM, Sadeghi SG. Functional Development of the Vestibular System: Sensorimotor Pathways for Stabilization of Gaze and Posture In: Raymond R, Varela-Nieto I. (Eds.). *Development of Auditory and Vestibular Systems*, Elsevier Inc., 2014, Chapter 15, 449–487.

43. Sharpe J, Wong MFA. Systems, anatomy and physiology of ocular motor. *Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology*, 2005, 3(17): 810-873.

44. Angelaki DE. Vestibulo-ocular reflex, *Encyclopedia of Neuroscience*, 2009, 139–146.

45. Ito M, Nisimaru N, Yamamoto M. Pathways for the vestibulo-ocular reflex excitation arising from semicircular canals of rabbits, *Exp. Brain Res*., 1976, 24: 257–271.

46. Manzoni D. Vestibulo-spinal reflexes, *Encyclopedia of Neuroscience*, 2009, 4245-4250.

47. Halmagyi GM, Chen L, Macdougal HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. Video head impulse test, *Front İn Neurology*, 2017, 258(8).

48. Halmagyi GM, Curthoys IS. A clinical sign of canal paresis, *Arch Neurol*. 1988, 45:737–739.

49. Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Curthoys IS, Halmagyi GM. Head impulse test in unilateral vestibular loss: vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades, *Neurology*, 2008, 70: 454–463.

50. Curthoys IS, Manzari L. Clinical application of the head impulse test of semicircular canal function, *Hearing, Balance and Communication*, 2017,15(3): 113–126.

51. Curthoys IS. The interpretation of clinical tests of peripheral vestibular function, *Laryngoscope*, 2012, 122(6): 1342-1352.

52. Riska KM, Murnane O, Akin FW, Hall, C. Video head impulse testing (vHIT) and the assessment of horizontal semicircular canal function, *Journal of the American Academy of Audiology*, 2015, 26(5): 518–523.

53. Weber KP, MacDougall HG, Halmagyi GM, Curthoys IS. Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography, *Ann NY Acad. Sci.*, 2009, 1164: 486–491.

54. Schmid-Priscoveanu A, Böhmer A, Obzina H, Straumann D. Caloric and search-coil head-impulse testing in patients after vestibular neuritis, *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 2001, 2(1): 72-78.

55. Bell ST, Barker F, Haselton H, MacKenzie E, Dewhurst D, Sanderson A. A study of the relationship between the video head impulse test and air calorics, *UK: Eur Arch Otorhinolaryngology*, 2015,272(5): 1287-1294.

56. Alhabib SF, Saliba I. Video head impulse test: a review of the literatüre, *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, 2017, 274: 1215–1222.

57. Blödow A, Blödow J, Bloching MB, Helbig R, Walther LE. Horizontal VOR function shows frequency dynamics in vestibular schwannoma, *Eur. Arch. Otorhinolaryngo.*, 2014, 272(9): 2143–2148.

58. Miłoński J, Pietkiewicz P, Bielińska M, Kuśmierczyk K, Olszewski J. The use of videonystagmography head impulse test (VHIT) in the diagnostics of semicircular canal injuries in patients with vertigo, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2014,27(4): 590-593.

59. Bansal S, Sinha SK. Assessment of VOR gain function and its test–retest reliability in normal hearing individuals, *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2016, 273(10): 3167–3173.

60. Hamilton SS, Zhou G, Brodsky JR. Video head impulse testing (VHIT) in the pediatric population, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*,2015, 79(8): 1283–1287.

61. Hülse R, Hörmann K, Servais JJ, Hülse M, Wenzel A. Clinical experience with video head impulse test in children, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2015, 79(8): 1288–1293.

62. Clark JG. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification, *Asha, 23,* 493–500.

63. Anthony JC, Leresche L, Niaz U, Von Korff MR, Folstein MF. Limits of the

‘Mini-Mental State’as a screening test for dementia and delirium among hospital patients, *Psychological Medicine*, 1982, 12(2): 397-408.

64. Kaiser PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis), *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.*,2009, 107: 311-324.

65. Interacoustics. vHİT Overview. [Alıntı Tarihi: 3. 4. 2019.] http://interacousticsacademy.articulateonline.com/p/3888920467/story_html5.html.

66. Elsherif M, Reda IM, Saadallah H, Mourad M. Video head impulse test in migraine dizziness, *Journal of Otology*, 2018,13: 65-67.

67. Maranhão E, Maranhão-Filho P. Vestibulo-ocular reflex and the head impulse test, *Arq. Neuro-Psiquiatr.*, 2012, 70(12).

68. Perez N, Rama-Lopez J. Head-impulse and caloric tests in patient with dizziness, *Otol Neurotol.*, 2003, 24(6): 913-917.

69. Schubert MC, Tusa RJ, Grine LE, Herdman SJ. Optimizing the sensitivity of head trust test for identifying vestibular hypofunction, *Physical Therapy*, 2004, 82(2): 151-158.

70. Rohrmeier C, Richter O, Schneider M, Wirsching K, Fiedler I, Haubner F, Strutz J, Kühnel TS. Triple test as predictive screen for unilateral weakness on caloric testing in routine practice, *Otology Neurotology*, 2013, 34(2): 297-303.

71. Weber KP, MacDougall HG, Halmagyi GM, Curthoys IS. Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2009. 1164: 486-491.

72. Macdougall HM, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS, Weber KP. The Video Head Impulse Test (vHIT) Detects Vertical Semicircular Canal Dysfunction, *PLOS ONE*, 2013, 8(4): e61448.

73. Park P, Park JH, Kim JS, Koo JW. Role of video-head impulse test in lateralization

of vestibulopathy: comparative study with caloric test, *Auris Nasus Larynx*, 2016, 44(6): 648-654.

74. Blödow A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vertibular disorders, *Auris Nasus Larynx*, 2013, 40: 348-351.

75. Guan O, Zhang L, Hong W, Yang Y, Chen Z, Lu P, Zhang D, Hu X. Video head impulse test for early diagnosis of vestibular neuritis among acute vertigo, *THE CANADIAN JOURNAL OF NEUROLOGICAL SCIENCES INC*., 2017, 44(5): 556-561.

76. Bartolomeo M, Biboulet R, Pierre G, Mondain M, Uziel A, Venail F. Value of the video head impulse test in assessing vestibular deficits. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2013, 271(4): 681-688.

77. McCaslin DL, Jacobson GP, Bennett ML, Gruenwald JM, Green AP. *P*redictive properties of the video head impulse test: measures of caloric symmetry and self-report dizziness handicap, *Ear and Hearing*, 2014, Cilt 35(5): 185-191.

78. Mahringer A, Rambold HA. Caloric test and video-head-impulse: a study of vertigo/dizziness patients in a community hospital, *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2013, 271(3): 463-472.

79. Kabiş B. Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Video Head Impulse Testi'nin (vHIT) Normal Değerlerinin Belirlenmesi, 2015.

80. Rosenhall U. Degenerative patterns in the aging human vestibular neuro-epithelia, *Acta oto-laryngologica*, 1973. 76: 208-220.

81. Baloh RW, Sloane PD, Honrubia V. Quantitative vestibular function testing in elderly patients with dizziness, *Ear Nose Throat J*, 1989,68: 935-939.

82. Jahn K. The aging vestibular system: dizziness and imbalance in the elderly, *Advances in Oto-rhino-laryngology*, 2019, 82: 143-149.

83. Ishiyama G. The aging human vestibular periphery, *Seminars in Neurulogy*, 2009,

29(5): 491-499.

84. Sloane PD, Baloh RW, Honrubia V. The vestibular system in the elderly: clinical implications, *American Journal Of Otolaryngology*, 1989, 10(6): 422-429.

85. Jahn K, Naessl A, Schneider E, Strupp M, Brandt T, Dieterich M. Inverse u- shaped curve for age dependecy of torsional eye movement responses to galvanic vestibular stimulation, *Brain*, 2003, 126: 1579-1589.

86. Bergstrom B. Morphology of the vestibular nerve. 3. Analysis of the calibers of the myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages, *Acta oto- laryngologica*, 1973, 76: 331-338.

87. Goldberg JM. Afferent diversity and the path-ways organization of central vestibular pathways, *Experimental Brain Research*, 2000, 130: 277-297.

88. Lopez I, Ishiyama G, Tang Y, Frank M, Baloh RW, Ishiyama A. Estimation the number of nerve fibers in the human vestibular endorgans using unbiased stereology and immunohistochemistry, *Journal of Neurosicience Method*, 2005: 14537-14546.

89. Park JJ, Tang Y, Lopez I. Ishiyama A. Unbiased estimation of human vestibular ganglion neurons, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2001. 942: 475-478.

90. Velazquez-Villasenor L, Merchant SN, Tsuji K, Glynn RJ, Wall CE, Rauch SD. Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system normative Scarpa's ganglion cell data, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2000. 181:14-19.

91. Lopez I, Honrubia V, Baloh RW. Aging and the human vestibular nucleus, *Journal of Vestibular Research*, 1997: 77-85.

92. Raz N, Gunning-Dixon F, Head D, Williamson A, Acker JD. Age and sex differences in the cerebellum and the ventral pons:a prospective MR study of healthy adults, *American Journal of Neuroradiology*, 2001, 22: 1161-1667.

93. Allen D, Ribeiro L, Arshad Q, Seemungal BM. Age-related vestibular loss: current understanding and future research directions, *Front Neurol*. 2016, 7:231.

94. Fattal D, Hansen M, Fritzsch B. Aging-Related Balance Impairment and Hearing Loss, Rizzo M, Anderson S, Fritzsch B. (Eds.) In*: Aging Mind and Brain*, 1st. Ed., 2018, John Wiley & Sons Ltd., Chapter 16: 315-336.
95. Anson E, Jeka J. Perspectives on aging vestibular function, *Front. Neurol*., 2018 6:269.

96. Sloane PD, Baloh WR, Honrubıa V. The vestibular system in elderly : clinical implications, *Am J Otolaryngol*., 1989, 10: 422-429.

97. Agrawall Y, Rubin A, Wetmore JS. Age-Related Vestibular Loss in The Geriatric Population In: Sataloff RT., Johns MM., Kost KM. (Eds.) *Geriatric Otolaryngology*, Thieme Medical Publishers Inc., 2015, 94-117.

98. Whitney SL, Morris LO. Multisensory Impairment in Older Adults: Evaluation and Intervention, In: Calhoun KH., Eıblıng DE. (Eds.) *Geriatric Otolaryngology*, Taylor & Francis Group, 2006,109-124.

99. Mulch G, Petermann W. Influence of age on results of vestibular function tests. Review of literature and presentation of caloric test results, *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology: Supplement,* 1979, 88: 1-17.

100. Baloh RW, Jacobson KM, Socotch TM. The effect of aging on visual-vestibuloocular responses, *Exprimental Brain Research,*1993, 95: 509-516.

101. Teggi R, Trimarchi M, Gatti O, Fornasari F, Bussi M. Decrease of horizontal canal vestibulo-oculomotor reflex gain in the elderly with dysequilibrium without lifetime vertigo, *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*., 2017, 79(3): 178- 184.

102. Kim TH, Kim MB. Effect of aging and direction of impulse in video head impulse test, *Laryngoscope*, 2018, 128(6): E228-E233.

103. Matiño-Soler E, Esteller-More E, Martin-Sanchez JC, Martinez-Sanchez JM, Perez-Fernandez N. Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test, *Otology and Neurotology,* 2015, 36(3): 466-471.

104. Wiener-Vacher SR, Wiener, SI. Video head impulse tests with a remote camera system: normative values of semicircular canal vestibulo-ocular reflex gain in infants and children, *France: Frontiers in Neurology*, 2017, 8(434).

105. Bachmann K, Sipos K, Lavender V, Hunter LL. Video head impulse testing in a pediatric population: normative findings, *Journal of the American Academy of Audiology*, 2018, 29(5): 417-426.

106. Lv W, Guan Q, Hu X, Chen J, Jiang H, Zhang L, Fan W. Vestibulo-ocular reflex abnormality in Parkinson's disease detected by video head impulse test, *Neurosicience Letter*, 2017, 657: 211-214.

107. Tinetti ME, Williams CS, Gill TM. Dizziness among older adults: a possible geriatric syndrome, *Ann. Intern. Med.*, 2000,132(5): 337-344.

8. EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay Formu

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ (AYBÜ)
ETİK KURULU
PROJE ONAY BELGESİ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi/Enstitüsü Odyoloji,Ses ve Konuşma Bozuklukları bölümü öğrencilerinden Güliz Işık.'ın, 60 Yaş ve Üzeri Sağlıklı Bireylerde Video Head Impulse Test Bulgularının Araştırılması adlı araştırması değerlendirilmiştir.

Proje etik açısından uygun bulunmuştur.	☑
Proje etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir.	☐
Proje etik açısından uygun bulunmamıştır.	☐

AYBÜ ETİK KURULU KARARI (Etik Kurul tarafından doldurulacaktır)	
Araştırma kodu (Yıl – Araştırma sıra no)	2018 – 339 –
Başvuru formunun Etik Kurula ulaştığı tarih	18.10.2018
Etik Kurul Karar toplantı tarihi ve karar no	27.11.2018 – 13
Yer	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Esenboğa Külliyesi
Katılımcılar	Formda imzası bulunan üyelerimiz toplantıya katılmıştır.

KURUL BAŞKANI, BAŞKAN YARDIMCISI VE ÜYELER:

		İMZA
Prof. Dr. Cem Şafak ÇUKUR	Başkan	
Prof. Dr. Tekin AKDEMİR	Bşk. Yrd.	
Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM	Üye	
Prof. Dr. Seldağ GÜNEŞ PESCHKE	Üye	
Dr. Ögr. Üyesi Özge GÖKBULUT ÖZDEMİR	Üye	
Dr. Ögr. Üyesi Fatma DOĞAN GÜZEL	Üye	
Dr. Ögr. Üyesi Behlül TOKUR	Üye	
Dr. Ögr. Üyesi Şule KAYA	Üye	
Dr. Ögr. Üyesi Birgül ÖZKAN	Üye	

9

EK-2. Veri Kullanım İzin Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Ody. Güliz Işık tarafından yürütülen "60 Yaş ve Üzeri Sağlıklı Bireylerde Video Head Impulse Test Bulgularının Araştırılması" başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. Araştırmayla İlgili Bilgiler:

a. Araştırmanın Amacı: Araştırmanın amacı Video Head Impulse Testi(VHIT)'nin geriatrik popülasyondaki bulgularının araştırılmasıyla test bataryasının koşulları ve değerlendirilebilecek sonuçları ortaya konmasıdır.
b. Araştırmanın İçeriği: 60-89 yaş arası sağlıklı bireylerde Video Head Impulse Test bulgularının araştırılması
c. Araştırmanın Nedeni: Tez çalışması
d. Araştırmanın Öngörülen Süresi:8 ay
e. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı:130 kişi
100 kişi (ÇalışmaGrubu),30(Kontrol Grubu)
f. Araştırmanın Yapılacağı Yer: Atatürk Eğitim ve AraştırmaHastanesi /Ankara Şehir Hastanesi

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

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

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.
Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....
İmzası:

EK-3. Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı	: Güliz Işık
Doğum tarihi	: 23.01.1994
Doğum yeri	: Muğla
Medeni hali	: Bekar
Uyruğu	: Türkiye Cumhuriyeti
Adres	: İncirli Mah./ Sevin Sok./ Apartman No:9/ Daire:3 Keçiören / ANKARA
Tel	: 05395516227
Faks	: -
E-mail	: gulizisk@gmail.com
EĞİTİM	
Lise	: Fethiye Anadolu Lisesi
Lisans	: Hacettepe Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Fakültesi/ Odyoloji
YABANCI DİL BİLGİSİ	
İngilizce	: İyi düzeyde
ÜYE OLUNAN MESLEKİ KURULUŞLAR	
-	