

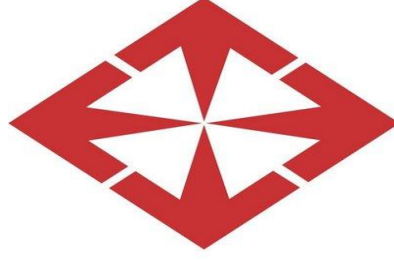
T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

MOTOSİKLET KULLANAN BİREYLERDE POZİSYONEL
TESTLER, VEMP TESTİ, STATİK VE DİNAMİK DENGE
SKORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIVANÇ TIĞLI

ANKARA, 2018



T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

MOTOSİKLET KULLANAN BİREYLERDE POZİSYONEL
TESTLER, VEMP TESTİ, STATİK VE DİNAMİK DENGE
SKORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KIVANÇ TIĞLI

Tez DanıŐmanı: Prof. Dr. Selim S. Erbek

ANKARA, 2018

Bu alıŐma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA18/140) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bizlere bu eğitimi alma şansını sağlayan hocamız Başkent Üniversitesi kurucusu Sayın Prof. Dr. Mehmet HABERAL'a ve Başkent Üniversitesi Rektörü Sayın Prof. Dr. Ali HABERAL'a,

Yüksek lisans eğitimim süresince, bilgi ve deneyimlerinden yararlanma olanağı bulduğum Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU' na, tanımaktan ve öğrencisi olmaktan onur duyduğum saygıdeğer tüm öğretim üyelerine,

Çalışmamı gerçekleştirebilmem için tez konumun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar tezimin her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, eğitim süresince her zaman yanımda olan ve bana ışık tutan; insanlığı ile de beni her zaman etkileyen tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Selim S. ERBEK' e,

Yüksek lisans programım süresince bilgi, deneyim ve desteklerini benden esirgemeyen, tanımaktan ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, her zaman sabrı ve hoşgörüsü ile yanımda olan, tez aşamasında bilgi ve yardımları ile çalışmamıza destek veren değerli hocam Prof. Dr. Seyra ERBEK' e,

Tez sürecim boyunca çalışmamı yürüttüğüm Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz kliniğinde bana destek veren değerli arkadaşım Uzm. Ody. Belde ÇULHAOĞLU' na, Kulak Burun Boğaz kliniğinde çalışan tüm arkadaşlara,

Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümünde ki tüm çalışma arkadaşlarıma ve desteklerinden dolayı hocalarıma,

Klinik anlamda desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Aydan AYTAR' a,

Bu günlere gelmemi sağlayan ve her daim arkamda olduklarını hissettiğim, bana her konuda destek olan sevgili babam Ferruh TIĞLI ve canım annem Neşe TIĞLI' ya, sevgili kardeşlerim M. Alphan TIĞLI ve Ertuğrul TIĞLI' ya,

Manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olarak bana güç veren sevgili eşim Dr. Fzt. Ayça TIĞLI ve varlığı ile beni dinlendiren canım oğlum Demir Efe TIĞLI' ya

En içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Kıvanç Tıǒlı. Motosiklet Kullanan Bireylerde Pozisyonel Testler, VEMP Testi, Statik ve Dinamik Denge Skorlarının Değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Yüksek Lisans Tezi. 2018.

Motosiklet kullanımının işitme üzerine negatif etkileri daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı motosiklet kullanan kişilerde vestibüler sistemdeki olası değişiklikleri araştırmaktır.

Çalışmamıza Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında motosiklet kullanan ve kullanmayan toplam 60 sağlıklı birey alınmıştır. Çalışmaya katılan tüm bireylere kulak burun boğaz muayenesi, pozisyonel testler, VEMP testi, statik ve dinamik denge testleri yapılmıştır.

Motosiklet kullanan katılımcıların yaş ortalamaları 39.76 ± 9.46 , kullanmayan bireylerin yaş ortalaması ise 31.96 ± 7.03 'dir. Motosiklet kullanan bireyler motosiklete 14.36 ± 8.12 yıl ve haftada 5.03 ± 1.90 gün bindiklerini belirtmişlerdir. Motosiklet kullanan bireylerde yapılan statik denge ölümü skoru 212.70 ± 188.80 iken; kullanmayan bireylerde skor 164.10 ± 81.57 olarak lmlştr. İki grup arasında elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Motosiklet kullanan bireylerde yapılan dinamik denge ölümü skoru 1598.96 ± 533.66 olarak belirlenmiştir. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan dinamik denge ölümü skoru 1595.00 ± 451.79 olarak belirlenmiştir. İki grup arasında elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Her iki gruba da yapılan pozisyonel testlerde herhangi bir patoloji (nistagmus, baş dönmesi) saptanmamıştır. Motosiklet kullanan bireylerde sol kulak cVEMP n1 dalgası latansı 25.51 ± 3.24 iken, motosiklet kullanmayan bireylerde latans 23.45 ± 2.83 olarak saptanmıştır ($p < 0.011$). Ayrıca iki grup arasında yapılan sol kulak ölümlerinde oVEMP p1 dalgası latansında da istatistiksel olarak anlamlı fark vardır, motosiklet kullanan bireylerin p1 latansları uzamıştır. Motosiklet kullanan bireylerde yapılan sol kulak oVEMP p1 dalgası latansı 12.70 ± 3.21 iken, motosiklet kullanmayan bireylerde

11.46±2.70 dir ($p<0.041$). Sağ kulak için cVEMP ve oVEMP latans değerleri iki grup arasında istatistiksel farklılık göstermemiştir.

Elde edilen bulgular ışığında motosiklet kullanmanın vestibüler sistem üzerinde belirgin etkisi olmadığı söylenebilir. Bu konuda farklı çalışmalara devam edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Motosiklet, Pozisyonel Testler, VEMP Testi, Statik Denge, Dinamik Denge

ABSTRACT

The negative effects of motorcycle use on hearing have been shown in previous studies. The purpose of this study is to investigate possible changes in the vestibular system in motorcycle users.

Our study at Başkent University Ankara Hospital, at the department of otolaryngology with 60 healthy individuals using motorcycles and not using them were taken. All the study subjects participants were performed otolaryngological assesment, positional tests, VEMP test, static and dynamic equilibrium tests.

The average age of participants using motorcycles was 39.76 ± 9.46 , and the average age of non-motorized participants was 31.96 ± 7.03 . Individual motorcycle users reported motorcycle 14.36 ± 8.12 years and 5.03 ± 1.90 days per week. The static balance measurement score of the motorcycle users was 212.70 ± 188.80 ; the score was 164.10 ± 81.57 in non-users. The results obtained between the two groups were not statistically significant ($p > 0.05$). The dynamic balance measurement score for individuals using motorcycles was 1598.96 ± 533.66 . The dynamic balance measurement score for individuals without motorcycles was determined as 1595.00 ± 451.79 . The results obtained between the two groups were not statistically significant ($p > 0.05$). No pathology (nystagmus, dizziness) was detected in the positional tests performed on both groups. In motorcycle-using individuals, the left ear oVEMP n1 wave was 25.51 ± 3.24 , while the non-motorized individuals were 23.45 ± 2.83 ($p < 0.011$). There was also statistically significant difference in oVEMP p1 wave in left ear measurements between two groups. The left ear oVEMP p1 wave made by motorcycle users was 12.70 ± 3.21 , while those without motorcycle were 11.46 ± 2.70 ($p < 0,041$). cVEMP and oVEMP latency values for right ear did not show statistical difference between two groups.

It can be said that the use of motorcycles in the finds obtained is not a significant effect on the vestibular system. Different studies should be continued in this regard.

Keywords: Motorcycle, Positional Tests, Static Balance, Dynamic Balance, VEMP,

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER	ix
TABLolar	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Motosiklet Tarihçesi.....	2
2.2. Motosiklet Kullanımı ve Kazalar	4
2.3. Denge	6
2.3.1. Denge.Mekanizması	7
2.4. Vestibüler Sistem	7
2.5. Görsel Sistem	11
2.6. Propriyoseptif Sistem	11
2.7. Vestibuler Testler ve Denge Testleri.....	13
2.7.1. Pozisyonel Testler	13
2.7.2. Vestibüler Uyarılmış Myojenik Potansiyeller (VEMP)	15
2.7.3. Statik ve Dinamik Denge Değerlendirilmesi.....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	22
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇLAR	37
7. KAYNAKLAR.....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR

KAT	: Kinestetik Yetenek Eğitimsi
VNG	: Videonistagmografi
VEMP	: Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
cVEMP	: Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
oVEMP	: Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
mm	: Milimetre
ms	: Milisaniye
Hz	: Hertz
kHz	: Kilo Hertz
cm	: Santimetre

ŞEKİLLER

	Sayfa No
Şekil-1. 1905 Model İndian Motosiklet	3
Şekil-2. BMW Marka R32 model 1923 yapımı ilk motosiklet	3
Şekil-3. Günümüzde kullanılan modern motosikletlere bir örnek	4
Şekil-4. Yarım daire kanalları, Utrikul, Sakkul, Koklea	8
Şekil-5. 'The SportKAT 3000' Denge Cihazı	17
Şekil-6. cVEMP Arkı	24

TABLÖLAR

	Sayfa No
Tablo 1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri	28
Tablo 2. Bireylerin oküler ve servikal VEMP bulgularının karşılaştırılması	29
Tablo 3. Bireylerin denge test skorları ve grup karşılaştırma sonuçları	31

1. GİRİŞ

Motosiklet 1885 yılında Gottlieb Daimler tarafından, içten yanmalı motorlarından birinin bisiklet iskeletine yerleştirilmesi ile icat edilmiştir. O zamandan günümüze 100 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Motosiklet kullanımı yakıt verimliliği, trafik tıkanıklığı ve yol üzerinde kapladığı daha az alan yüzünden özellikle kalabalık ülkelerde tavsiye ve teşvik edilmektedir (1,2).

Motosiklet kullanımı ile alakalı yapılmış çalışmalara bakıldığında genellikle işitme, kask güvenliği ve görsel beceri üzerine yapılan çalışmalara rastlanmaktadır. McCombe ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada motosiklet sürücülerinde duyma fonksiyonunun korunması incelenmiş ve 124 motosiklet kullanıcısının belli frekanslardaki işitme eşiklerine bakılmıştır (3). Yapılan değerlendirmelerde özellikle yüksek frekanslı seslere çıkıldıkça işitmenin kötü yönde etkilendiği ve bunun engellenmesi için kulak içi kulaklıkların kullanılmasının yüksek frekanslardaki eşik düşmelerini engellediği sonucuna varılmıştır. McCombe ve arkadaşlarının profesyonel yarış motosikleti kullanıcıları ile yaptıkları başka bir çalışmada, yüksek akustik travmaya bağlı işitme eşiklerinin düştüğü ve bu durumun kullanıcının güvenliğini tehlikeye soktuğu sonucuna varmışlardır (4). Literatürde motosiklet ile ilgili işitme sistemine yönelik çalışmalar olmasına rağmen denge ve vestibüler sistemi sorgulayan çalışmaya rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızın amacı motosiklet kullanan kişilerde vestibüler sistemdeki olası değişiklikleri araştırmaktır.

Araştırmanın hipotezleri:

H0: Motosiklet kullanmanın vestibüler sistem üzerinde etkisi yoktur.

H1: Motosiklet kullanmanın vestibüler sistem üzerinde etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Motosiklet Tarihçesi

Motorlu bisiklet, arabanın icadından daha önce bulunmuştur. Pierre Michaux ve Ernest Michaux adındaki iki Fransız kardeş, buharla işleyen ilk motosikleti Karl Benz ve Gottlieb Daimler'in yarattığı ilk motorlu arabadan tam 16 yıl önce, 1869 da Paris'de icat etmişlerdir. Fakat kısa süre sonra, Gottlieb Daimler benzinli motorunu bisiklet kasasına yerleştirmiştir. Sonraki yıllarda motosiklet tasarımcıları bu benzin motorlu modelden yararlanmaya başlamışlardır (5).

Zamanının hızla gelişen teknik yenilikleri ile bu ilk araçlar kısa sürede geliştirildi. 1888'de J.B. Dunlop'un bulduğu şişirme lastikler, yolun neden olduğu sarsıntının bir kısmını ortadan kaldırdı. Transmisyon genellikle, yağmurlu havalarda kopan ya da kayan kayışla sağlanırdı. Motora ilk hareket, ya pedal çevrilerek ya da sürücünün aracı koşarak ittiği ve çalışmaya başladığında üstüne atladığı yöntemle veriliyordu. 1893'te Wilhelm Maybach tarafından geliştirilip, yenilenen 1889 butler püskürtmeli karbüratörü, bugün hala kullanılmakta olanlara öncülük etmiştir (6).

Motosiklet Amerika'da da yaygınlaşmaktaydı. 1905'e gelindiğinde en büyük yapımcılar Harley Davidson ve Indian idi. İki şirket de, gaz kelebeğini ve tutuşma zamanının öne alınması ya da geciktirilmesini denetim altına almak amacıyla, gidonlarda döner kumandalı sapın kullanımına öncülük ettiler.



Şekil 1. 1905 model İndian motosiklet

Almanya’da BMW ilk motosikletlerini karşılıklı yatay silindirli bir motorla çıkardı. Bu, günümüzde de kullanılan bir düzenlemedir. Özellikle Amerika ’da trafik arttıkça polis kuvvetleri devriye görevleri için motosiklet kullanmaya başladı. Henderson ve Indian gibi şirketler tarafından üretilen bütün dört silindirli araçlar, özellikle uzun, düz Amerikan yollarında kullanılmaya uygundu (7,5).

BMW R32 1923



Şekil 2. BMW marka R32 model 1923 yapımı ilk motosiklet

Günümüzde satılan motosikletlerin çoğu ekonomik ve rahat araçlardır. Elektrikli kontaklar ve hidrolik disk frenleri standart hale gelmektedir (8).



Şekil 3. Günümüzde kullanılan modern motosikletlere bir örnek

2.2. Motosiklet Kullanımı ve Kazalar

Motosiklet kullanımı gün geçtikçe daha fazla yaygınlaşmaktadır. Coğrafi özelliklerin daha uygun olduğu büyük şehirlerde özellikle alım maliyeti ucuz olan motosikletlerin satışındaki artışlar ile motosiklet kullanımı artmaktadır. Ekonomik gelişmeler insanların ulaşım şekillerinde değişikliklere neden olmaktadır. Yürümekten, motosiklet kullanmaya ve gelir arttıkça da arabalara doğru giden bir ulaşım tercihi izlenmektedir. Motosikletler Çin’de 1987 yılında kayıtlı motorlu araçlar içinde %23,4’lük bir paya sahip iken, 2001 yılında bu oranın %63,2’ye çıktığı belirtilmiştir (9).

Tüm Dünyada trafik kazaları ve bu kazalara bağlı ölüm oranları, giderek büyüyen bir toplum sağlığı sorunu hâlini almıştır. Bu sorunun önemli bir kısmını motosiklet kazaları oluşturmaktadır. Başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere, tüm dünya çapında motosiklet kullanımı artmaktadır. Şehirlerdeki trafik yoğunluğu, park sıkıntısı ve petrol fiyatlarının yüksekliği nedeniyle motosikletler özellikle büyük şehirlerde avantajlı hâle gelmektedirler. Türkiye’de de, dünyada olduğu gibi,

motosiklet sayısı son on yılda iki katına çıkmıştır. Motosiklet kazaları ortopedi ve travmatoloji uygulamalarında sık görülen yaralanmalardır. Bu yaralanmalardan çoğunlukla genç ve orta yaş erkekler etkilenmektedir. Bundan dolayı motosiklet kazaları ciddi sağlık harcamaları ve işgücü kaybını beraberinde getirir (10,11).

Motosiklet kazaları travmalara bağlı mortalite ve morbiditenin önemli bir nedenidir. Motosiklet kazalarının tüm trafik kazaları içindeki oranı ülkeden ülkeye, şehirden şehire farklılık gösterse de, motosiklet kazalarında yaralanma olasılığı araba kazalarına göre çok daha fazladır. Araç içi kazalarda seyahat edilen 100 milyon araç mili başına ölüm hızı 1,18 ve yaralanma hızı 101 iken, motosiklet kazalarında bu hızlar sırasıyla 39,89 ve 760'dır. Motosiklet sürücüleri trafik kazalarında mil başına araç içinde olanlara oranla 32 kat daha fazla ölüm ve altı kat daha fazla yaralanma riskine sahiptir. Motosiklet kazalarına bağlı yaralanma ve ölümlerin 1987-2001 arasında sırası ile 5,5 ve 9,3 kat arttığı saptanmıştır (12).

Motosiklet kazalarında; kaza sonucu mortalitenin diğer kara araçları kazalarına göre ciddi derecede fazla olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Motosiklet kazalarındaki mortalite; en fazla trafik kazasına karışan taşıtlar olan otobüs ve minibüslerden üç kat daha fazladır (13).

Motosiklet kazalarında meydana gelen sakatlıkların topluma maliyeti yüksektir. Bunun sebebi uygulanan tedavi ya da hastanede kalış süreleri olmakla birlikte, uygulanan rehabilitasyon; fiziksel ve davranışsal kötü sonuçlar hastanın duyduğu acı ve zorluklar da maliyeti önemli ölçüde arttırmaktadır. Bütün olumsuz sonuçlar düşünüldüğünde motosiklet kazalarının engellenebilmesi önemli bir hedef olmaktadır. Kazalarda oluşan yaralanmalardan korunmada pasif stratejilerin en etkili yöntem olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden motosiklet sürücülerinde yaralanma riskinin azaltmak amacıyla; motosiklet kullanıcılarının koruyucu aparatlar kullanımının yaygınlaştırılması, sürücülerin sürüş eğitimi düzeylerinin artırılması, sürücü belgesi ile motosiklet kullanımının yaygınlaştırılması ve motosiklet kullanımına uygun yolların yapılması gerekmektedir. Tüm bu önlemler

düşünüldüğün dahi motosiklet sürücüleri ciddi yaralanmalara karşı halen savunmasızdır. Günlük yaşamımızda motosiklet kazaları her geçen gün karşımıza daha sık çıkmaktadır (14).

2.3. Denge

Denge, kişilerin hareket halinde veya durağan pozisyonda iken destek temeline dayanarak, vücudun ağırlık merkezini kontrol edebildiği süreç olarak tanımlanır. Vücut pozisyonunu koruyabilme ve devam ettirebilme, yürüme hareketini yapabilme ve tehlikeye karşı reaksiyon gösterebilme yeteneği olarak da tanımlanır (15).

Genellikle insan vücudunun uzayda kapladığı yerin algılanması olarak da tanımlanmaktadır (16). Ayrıca tüm vücudun statik ve dinamik olarak uyum içinde görev yapmasıdır. Denge, merkezi sinir sistemi tarafından sağlanan bir reflekstir; ancak bazı durumlarda istemli olarak da sağlanabilir. Dengeyi organize eden sistemler, vücudun dünya üzerindeki yerini, pozisyonunu, yönünü, hangi yönde hareket ettiğini, döndüğünü mü yoksa sabit durumda hareketsiz mi olduğunu bildirir (17). Dünya üzerindeki her maddenin bir kütle yerçekimi merkezi vardır. Yerçekimi merkezi, kütlelerin içinde, kuvvet ve momentlerin toplamının sıfır olduğu hayali bir noktadır. İnsan vücudunun da bir kütle yerçekimi merkezi vardır. Bu merkezin, göbeğin hemen altında ve biraz gerisinde, yaklaşık olarak 2. sakral vertebranın anteriorunda olduğu kabul edilir. Vücudun mevcut kilosu ve yerçekimine bağlı olarak basıncı hissettiği düzlem ise destek yüzeyi olarak ifade edilir (18).

Bilimsel olarak kullanılan denge tanımı; insanın, yerçekimi merkezini destek yüzeyi içerisinde tutabilme ve koruyabilme yeteneğidir (19). Denge mekanizması periferik ve santral olmak üzere 2 bölümde incelenir. Periferik bölümü; vestibüler sinir (8. Kranial sinir), vestibüler ganglion ve vestibüler aygıttan oluşmaktadır. Santral bölüm ise 4 adet vestibüler nükleus, ikincil nöronları ve

bunları biraraya getiren bağlantılardan oluşur. Vestibüler aygıt, kafatasında temporal kemiğin pars petrozusunda yer alır. Bu aygıt kemik ve membranöz labirent olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Membranöz labirent aygıtın fonksiyonel olan bölümüdür. Kemik labirent içerisinde bulunmaktadır ve içi endolenf sıvısı ile doludur. Duktus koklearis üç semisirküler kanal, utrikulus ve sakkulustan oluşur (20).

2.3.1. Denge.Mekanizması

Dengenin bozulmasına sebep olan bir durumda, denge reaksiyonunun ortaya çıkmasını sağlayan bir mekanizma mevcuttur. Normalde dengenin korunması refleksler yardımı ile kontrol edilir ve vücudu dik tutmak için bilinçli çaba harcanmaz (21). Görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemler, hızlı bir biçimde en doğru bilgiyi sağlayarak postüral dengeyi sürdürmede rol oynarlar. Bu sistemlerden gelen veriler, serebellumdan gelen verilerle kortikal seviyede birleştirilir. Beyin hatalı olduğunu düşündüğü bilgileri ayıklayarak postüral kontrolü sağlamak için koordine motor hareket yapmaya yönelik bilgileri seçer. Bu gelişmiş mekanizma sayesinde bireyler gündelik hayatlarında basit hareketlerden, daha zor aktivitelere kadar yaşamlarını kolayca devam ettirirler (21,22).

2.4. Vestibüler Sistem

Periferik denge mekanizmaları içinde en özelleşmiş ve karmaşık olanı bu sistemdir. Denge ve vücut postürünün kontrolü, vestibüler aparatı da içine alan, farklı periferik reseptörlerden gelerek duyuşal kortekse ve beyin sapı ile serebellumdaki birleştirme merkezlerine ulaşan duyuşal bilgilere bağlıdır. Gelen bu bilgiler ışığında lateral ve medial vestibulospinal traktus ve retikülospinal traktus ile medulla spinalise iletilen emirlerle postüral düzenleme oluşur. Vücut postürünü dik pozisyonda kontrol etmek amacıyla lateral vestibulospinal traktus ekstansör kasları aktive ederken, medial vestibulospinal traktus ise boyun kaslarının

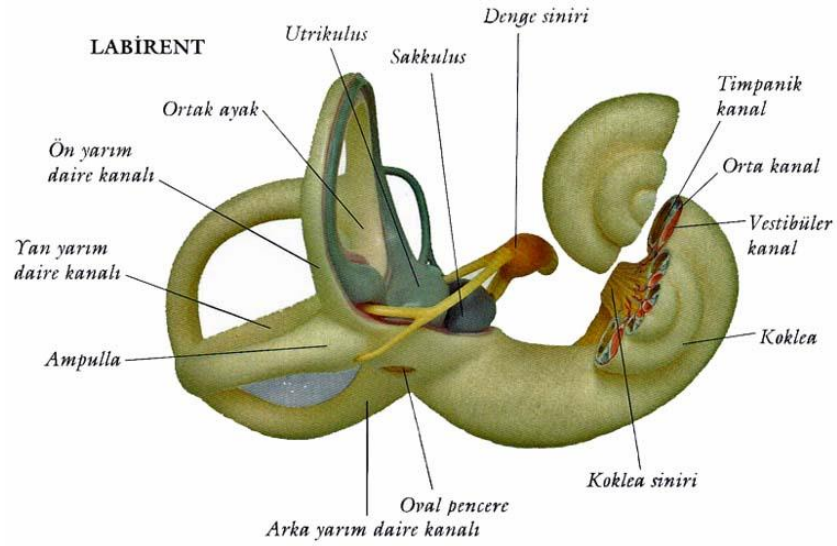
kontraksiyonu sağlar (22).

Vestibüler sistemin içerisinde kohlea, semisirküler kanallar, utrikulus ve sakkulus bulunur.

• **Semisirküler Kanallar:** Yarım daire kanalları olarak da adlandırılan bu kanallar birbirlerine dik düzlemlerde bulunan yarım daire şeklindeki üç kanaldan oluşur. Her semisirküler kanal kendi düzlemindeki dönme gibi açılma hareketleri algılar ve yanıt verir. Hareketli yönlendirme görevinden sorumludurlar.

• **Utrikulus:** Yatay (horizontal) düzlemi algılar. Dik alçalma ve doğrusal ivmeye yanıt verir.

• **Sakkulus:** Makulası utriküldekine diktir. Doğrusal ivmeye yanıt verir. Utrikulus ve sakkulus durağan yönlendirme görevinden sorumludur (23).



Şekil 4. Yarım daire kanalları, Utrikul, Sakkul, Koklea

Utrikulus ve sakkulus yapılarının içerisinde, çapı 2 mm. kadar olan makula isimli küçük bir duyuşsal alan bulunmaktadır. Utrikulustaki makula, alt yüzde yatay (horizontal) düzlem üzerinde; sakkulustaki makula ise medial çeperde, düşey (vertikal) plandadır. Makulalar içerisinde statokonia (otolit) adı verilen kalsiyum karbonat kristallerinin gömülü bulunduğu bir jelatin tabakası örtülü durumdadır. Makulada bulunan binlerce tüy hücresinden jelatinöz tabakanın içine silyalar uzanır. Bu tüy hücreleri vestibüler sinirin duyuşsal aksonlarıyla sinaps yaparlar.

Yarımdaire kanalları superior (anterior), posterior (inferior) ve horizontal (lateral) semisirküler kanal olmak üzere 3 adettir. Bu kanallar, herbiri 3 farklı pozisyonu oluşturacak şekilde birbirleriyle dik açı oluşturan düzlemler üzerinde bulunurlar. Kanalların içerisi endolenf isimli visköz bir sıvı ile doludur. Herbir kanalın ucunda ampulla denilen bir genişleme bulunur. Kanallardaki sıvının hareketi ampulladaki duyu organını uyarır. Ampullalarda krista ampullaris adı verilen küçük çıkıntılar bulunur. Kristanın tepe noktası kupula denilen jelatinöz bir maddeyle örtülüdür. Krista ampullaris boyunca yerleşmiş tüy hücrelerinin silyası kupulaya doğru uzanır. Bu hücrelerle sinaps yapan duysal sinir lifleri vestibüler sinire katılırlar (22,23).

Vestibüler sinir, kranial sinirlerden 8. olan nervus vestibulocochlearis 'in denge ile ilgili olan dalıdır. İç kulak yolundaki vestibüler gangliyon hücrelerinden çıkar. Periferik uzantısının iki dalı vardır, bunlar üst ve alt dal diye isimlendirilir. Üst dalı makula utrikuli'ye, süperior vertikal ve horizontal kanallara; alt dalı sakkül ve posterior vertikal kanala gider. Merkezi uzantılar ise medulla ve ponda bulunan 4. vestibüler çekirdekte sonlanırlar.

Semisirküler kanallardaki reseptörler angüler akselerasyon, açısal hızlanma ve deselerasyon (yavaşlama) gibi rotatuar hareketlere verdikleri cevapla endolenfatik sıvının hareketine ve epiteldeki silyaların dönmesine neden olurlar. Utrikulus yerçekimine ve özellikle horizontal (yatay) eksenindeki doğrusal hızlanmaya cevap verir. Sakkuluslar ise titreşim tarzındaki uyarılarla ön-arka plandaki doğrusal hızlanmaya cevap verir. Vestibüler sinir liflerinin çoğu çıkan ve inen yollarla vestibüler çekirdeklerde sonlanırlar (21,23).

Medial longitüdinale fasikül içinde seyreden vestibüler refleksi: Superior, medial ve daha az olmak üzere lateral ve inferior vestibüler çekirdeklerden çıkan liflerdir. Bu lifler, ekstraoküler kasları innerve eden somatik motor çekirdeklerle sinaps yaparlar. Bu yolla, vestibüler refleksi optik sisteme ait bazı refleksi birlikte baş ve gövde hareket ederken, gözlerin sabit cisimler üzerinde fiske olmasını sağlar. Buna Vestibulo-Oküler Refleks (VOR) denir. Gözler retinadaki görüntüyü

sabitleyebilmek için başın tersi istikametinde ve aynı hızla hareket ederler. Bu olay denge için çok önemli ve gereklidir. Kazanç (gain), göz hareketlerinin hızı, bölü, baş hareketlerinin hızı şeklinde tanımlanır ve normalde 1'dir. Herhangi bir vestibüler lezyon varlığında bu oran değişebilmektedir (20,23).

Vestibüler çekirdeklerden lateral ve medial vestibülospinal traktus olmak üzere 2 adet vestibülospinal yol çıkar. Lateral vestibülospinal traktus medulla spinal yoldan sakral seviyeye, medial vestibülospinal traktus ise servikal seviyeye uzanır. Bu yönleri kullanarak inen stimuluslar gövdeyle ekstremitelerin ekstansör kaslarının tonusunu güçlendirerek yerçekimine karşı ayakta durmayı gerçekleştirir. Bireyin dinamik hareketleriyle birlikte düşmenin önlenmesi, başın dengeli hareketi ve postüral stabilitenin korunması için, dengeleyici vücut hareketlerini organize eden bir refleks meydana getirirler. Buna vestibülospinal refleks (VSR) adı verilir. Vestibülospinal refleksin vücudun ve başın dik pozisyonunu koruyucu bir işlevi vardır.

Vestibüler sistemdeki bir başka refleks ise vestibülokolik refleks (VKR) olarak isimlendirilir. Vestibülokolik refleksde, birey başı serbest bırakılarak hiç beklemediği bir anda herhangi bir yöne doğru döndürülürse, baş ilk pozisyonunu muhafaza etmek ister. Vestibüler sistem semisirküler kanallardan başlayan ve ense kaslarına uzanan bir refleksle başı eski pozisyonuna getirir. Amaç Vestibülokolik refleks ile aynıdır, yani retinadaki görüntüyü sabitlemektir (23,24).

Sonuç olarak denge mekanizmasını oluşturan karmaşık yapılar içinde vestibüler sistemin en az 3 görevi vardır;

i. Vestibüler sistem başın pozisyon değişikliklerine duyarlıdır. Baş hareketlerini santral sinir sistemine aktarır. Dengenin sağlanması için biyolojik sinyaller haline getirir.

ii. Baş ve vücut hareketleri sırasında düz bakışı sabit hale getirir; retinadaki görüntüyü aynı noktada sabitler.

iii. Ekstansör iskelet kaslarının tonusunda etkili olur (24).

2.5. Görsel Sistem

Gözlerin hemen arkasında retinada, özel duyu reseptörlerinin yer aldığı çubuk ve koni hücreleri bulunur. Retinadaki bu reseptörler ışığa karşı duyarlıdır. Bundan ötürü karanlık bir ortamda duran veya gözleri kapatılan bir insanda vücut kompozisyonu ve dengesi bir miktar bozulmaktadır. Dengenin sağlanması için gözlerden gelen görsel veriler optik sinirler yardımıyla beyine iletilirler. Bir objenin hareketini, baş hareketine göre gözlerdeki hareketi veya gözler ile başın birlikte hareketi arasındaki farkı ayırma yeteneği olan bu sistem, düzgün ve dik pozisyondaki postürün ve de dengenin sağlanıp sürdürülmesinde çok büyük öneme sahiptir (21,24).

2.6. Propriyoseptif Sistem

Vücudu meydana getiren tüm ekstremiteler ve farklı bölümlerinin pozisyonları hakkında bilgi sağlayarak dengeye katkıda bulunur. Periferik duyu reseptörleri, eklemlerdeki propriyoseptif reseptörler (özellikle üst servikal faset eklemler ve ayak bileği eklemi), kasların gerilim-vibrasyon reseptörleri; yer yüzeyi, vücut pozisyonu, eklemlerin pozisyonu, kasların hareketleri ve yerçekimi ile ilgili bilgi verirler. Ayak tabanındaki basınç reseptörlerinde oluşan basınç farklılıkları, vücudun destek yüzeyine göre ağırlık merkezinin dikey pozisyonu hakkında beyni bilgilendirir. Eğer her iki ayak tabanındaki eşit basınç dağılımı bozulur ve tek ayak üzerinde basınç artarsa, basıncın arttığı ekstremitedeki ekstansör kasların tonusu artarken karşı ekstremitede fleksör kasların da buna uygun olarak tonusu artar. Böylece düşme önlenerek ayakta duruş pozisyonu sürdürülür veya korunmaya çalışılır (25). Denge yalnızca periferden reseptörlerden gelen uyarıların beyinde yorumlanmasıyla sağlanmaz. Ayrıca yeterli kas kuvveti ve yeterli hareket kabiliyeti de gereklidir. Merkezi sinir sistemi, tüm bu parçalar ve reseptörlerden gelen uyarıları durmaksızın işler. Karmaşık olmayan durumlarda ise bu sistemlerden sadece birisi dengenin korunması veya sağlanmasında yeterli olabilmektedir. Beyin tarafında bilinç altı seviyede postüral stabiliteyi sağlamak amacıyla oluşturulan cevaplara otomatik

postüral reaksiyonlar denmektedir. Bu reaksiyonlar istemli hareketten önce refleks olarak meydana gelirler.

Dengeyi sağlanma ve korunmada 3 temel postüral reaksiyon etkilidir (25,26).

- **Ayak bileği eklem reaksiyonu:** Ayak bileği vücudun dengesinin düzeltilmesinde çok önemli bir yere sahiptir. En çok kullanılan yöntemdir. Vücudun ağırlık merkezinde herhangi bir sebepten ötürü meydana gelen değişiklikler, küçük ayak bileği hareketleri ile düzeltilir.

- **Kalça eklem reaksiyonu:** Ayak bileği eklem reaksiyonunun yetersiz kaldığı daha büyük ağırlık merkezi değişimlerinde kalça eklemi devreye girmektedir. Kalça eklemine yapılan fleksiyon ve ekstansiyon hareketi ile ağırlık merkezi destek yüzeyi sınırlarında tutulmaya çalışılır. Bu reaksiyon genellikle dar yüzeyler üzerinde ayakta dururken oluşmaktadır.

- **Adım alma reaksiyonu:** Ayak bileği eklem reaksiyonu ve kalça eklemi reaksiyonu ile ağırlık merkezi destek yüzeyi içinde korunamadığı durumlarda, adım alma reaksiyonu ile destek yüzeyi yeniden şekillendirilir. Birey ağırlık merkezini dengeleyeceği yöne doğru uygun ayağı ile bir adım atar (26).

Bunların dışında denge temel olarak 3 alt bölümde incelenmektedir:

1. **Statik denge:** Vücudun denge durumundaki durağan pozisyonunu sabit bir yerde veya durumda sağlayabilme yeteneğidir. Statik dengenin devam ettirilebilmesi için vücut ağırlık merkezinin ikinci sakral vertebra seviyesi üzerinde ve destek yüzeyi içerisinde olması gerekmektedir.

2. **Dinamik denge:** Vücut hareket halindeyken meydana gelen postüral değişikliklerin önceden kestirilebilmesi, uygun denge yanıtlarının verilebilmesi ve devam ettirilebilmesi yeteneğidir.

3. **Objeye dengeleme:** Herhangi bir amaçla bazı hareketleri yaparken ya da ek bir araç kullanırken dengeyi sağlayabilme yeteneğidir. Statik ve dinamik denge ile bir arada kullanılabilir (27,28).

2.7. Vestibuler Testler ve Denge Testleri

Bu testler ile vestibüler organların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2.7.1. Pozisyonel Testler

Belirli pozisyonlarda baş dönmesi tarif eden hastalarda, vertigo ve nistagmusu ortaya çıkarmak, değerlendirmek ve tanı koymak için çeşitli manevralar uygulanır. Her semisirküler kanal için farklı test yöntemleri uygulanır. Bu yöntemler posterior (inferior) semisirküler kanal, lateral (horizontal) semisirküler kanal ve anterior (superior) semisirküler kanal pozisyonlamalarıdır (29). Pozisyonel testlerden en sık uygulananı, posterior semisirküler kanal Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV) da kullanılan Dix-Hallpike manevrasıdır. (30,31). Manevraya başlamadan önce hastaya ne yapılacağı hakkında bilgi verilir. Hasta uygun bir sedye veya yatağa ayakları uzatılmış pozisyonda oturur. Yatağın baş kısmı ile hastanın oturduğu yer arasındaki mesafe, hasta yattığında başı arkaya sarkacak şekilde ayarlanır. Sağ posterior semisirküler kanalı test etmek için, hastanın başı karşıya bakar pozisyonda sağ omuzuna doğru 45° çevrilir (sol posterior semisirküler kanalı test etmek için ise baş sol tarafa doğru 45° çevrilir). Hastadan boynunu serbest bırakması istenir. Sonrasında hasta hızlıca arkaya doğru sırt üstü yatırılır. Yatar pozisyonda hastanın başı 30 derece kadar aşağı sarkıtılır. Hastadan başını hareket ettirmemesi ve nistagmusun değerlendirilmesi için gözlerini açık tutması istenir. Bu pozisyonda en az 30 saniye durulur. Vertigo hissedip hissetmediği hastaya sorulur, aynı zamanda nistagmuslar gözlenir. Vertigo veya nistagmus gözlenmiyorsa hasta oturtulur ve 30 saniye kadar beklenerek bu pozisyonda vertigo veya nistagmus olup olmadığı gözlenir. Posterior semisirküler kanal rahatsızlıklarında, hasta yatırıldıktan birkaç saniye sonra (latens gösteren) nistagmus ortaya çıkar. Nistagmusun hızlı fazı altta kalan kulağa ve superiora doğru (yerçekimine doğru, geotropik), torsiyonel özelliktedir. Nistagmusun şiddeti, kanal içineki parçacıkların ve endolenfin hareketi yavaşladıkça azalır ve 1 dakikadan kısa süre içinde kaybolur. Manevra üst üste

tekrarlanırsa her seferinde nistagmusun şiddeti ve süresi kısalır, nistagmusun yorgunluk gösterdiği gözlenir (31,32).

Lateral (horizontal) semisirküler kanal rahatsızlıklarını değerlendirmek için, baş yere 30 ° açı yapacak şekilde hasta yatar pozisyonda iken hızlıca laterale doğru çevrilir. Bu pozisyonda 1 dakika kadar beklenerek vertigo veya nistagmus gözlemlenir. Daha sonra baş yavaşça orta hatta doğru alınır ve hızlıca karşı tarafa çevrilerek diğer tarafın lateral kanalı test edilir (33). Nistagmusun yönü ise, kanal içindeki debrisin serbest (kanalolitiazis) veya kupulaya yapışık (kupulolitiazis) olmasına göre değişir (34). Lateral kanal kanalolitiazisinde geotropik nistagmus görülür ve yorgunluk gösterir; kupulolitiazis olması durumunda ise nistagmus ageotropiktir ve daha uzun sürer (32,34).

Anterior (superior) semisirküler kanal rahatsızlıkları posterior kanal problemlerine benzer manevralarla değerlendirilir. Uygulanan Dix-Hillpike manevrasında nistagmus görülür. Ancak, nistagmusun yönü aşağıya doğru (ageotropik) ve torsiyoneldir. Nistagmusun latensi, süresi ve tekrarlayan manevralarla yorgunluk göstermesi, posterior kanal rahatsızlıklarına benzer. Pozisyonel testlerde her zaman tek bir kanal tutulumunu net olarak gösteren sonuçlar alınmayabilir. Örneğin, anterior ve posterior kanalların her ikisinin tutulduğu olgularda saf torsiyonel nistagmus gözlenebilir (35).

Baş sallama (Head Shaking Test) testine hasta oturur pozisyonda iken başlanır. Hastanın başı her iki tarafa doğru, saniyede 2 hareket olacak şekilde ritmik ve hızlı olarak sallanır. Sallama hareketi 15-40 saniye süreyle (genellikle 20 saniye) tekrarlanır. Baş sallanırken görsel fiksasyon olmamalı, hastanın gözleri kapalı veya Frenzel gözlükleri takılı olmalıdır. Sallama hareketi bittikten sonra hastadan gözlerini açması ve bir noktaya bakması istenir. Sağlıklı bireylerde baş durduktan sonra gözler hedefe sabitlenebilir. Ancak tek taraflı labirent hasarı varsa, hasarlı olan tarafın karşı tarafına doğru (kontralateral) en az 5 saniye süren nistagmus görülür. Bilateral veya simetrik kaybı olan hastalarda da test normal sonuç verir. Merkezi

sinir sistemi lezyonlarında ise hasar olan tarafa doğru (ipsilateral) nistagmus izlenir (36,37).

2.7.2. Vestibüler Uyarılmış Myojenik Potansiyeller (VEMP)

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP, Vestibular Evoked Myogenic Potentials), periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü bir elektrofizyolojik test yöntemidir. Uyarılmış miyojenik potansiyeller terimi, odyoloji terminolojisinde yoğunlukla kullanılan “işitsel uyarılmış potansiyeller”den farklı olarak oluşan sinirsel cevabın değil, kas kütlesinde meydana gelen elektriksel cevabın ölçüldüğünü belirtmek için kullanılır. Sonuç olarak vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller bir elektromyogram (EMG) kayıdır. Vestibüler sistemin uyarılması sonucu miyojenik potansiyeller oluşur. Vestibüler sistemdeki uyarım, fizyolojik olan hareket uyarılarıyla sağlanabileceği gibi, sesli uyarım, titreşim ile uyarım veya elektriksel uyarılarıyla da sağlanabilir.

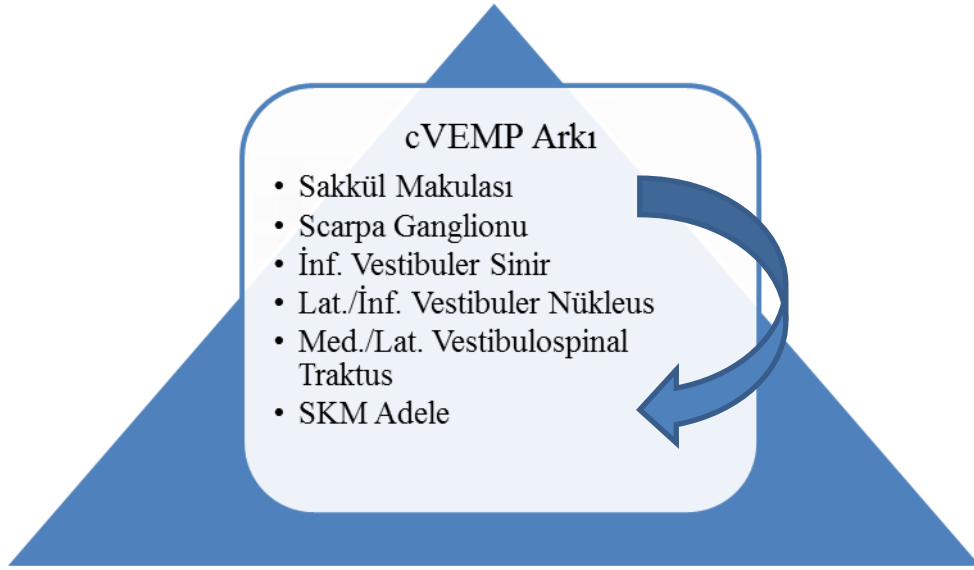
Vestibüler sistemdeki akustik duyarlılığa ilk dikkati inceleyen, Pietro Tullio’dur. Pietro Tullio, deney hayvanlarında kemik labirente açtığı bir pencere ile ses uyarılarını takiben ortaya çıkan baş ve göz hareketleri ile postüral değişiklikleri gözlemlemiştir (38). 1930’larda Georg von Bekesy yüksek şiddette seslere cevaben baş hareketleri oluştuğunu bildirilmiş, daha sonraki çalışmalarıyla 1961 yılında Nobel ödülüne layık görülmüştür (39).

1940’lı yıllara gelindiğinde güvercinlerde ses uyarılarına karşı gelişen baş hareketi cevapları kaydedilmiştir (40). Değerlendirme yöntemlerinin gelişmesi ile ses uyarılarına karşı gelişen cevapların ölçüm ve kaydı, saçlı deriye yerleştirilen elektrotlarla ölçülmeye başlanmıştır. 1960’lı yıllarda havayolu ile verilen yüksek şiddette ses uyarılarına karşı kaslarda oluşan cevaplar incelenmiştir (41).

Oksipital bölgeden alınan ve kas dokusundan kaynaklı oldukları düşünülen bu cevaplar, “inion cevabı (inion response)” olarak tanımlanmıştır. Ses uyarısından yaklaşık 13 milisaniye sonra ortaya çıkan kısa latanslı tepe noktası gösterilmiştir. Duyma yeteneği olmayan sağır fakat vestibüler fonksiyonları normal olan hastalarda da bu cevapların gösterilmesi, vestibüler sistemin uyarılması sonucunda cevapların çıktığını düşündürmüştür. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla inion cevabının sakkül kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Fakat farklı uyaranlar sonucu da benzer cevaplar elde edildiği için klinik kullanımda inion cevaplarının faydalı olmayacağı kanısına varılmıştır (38).

Inion cevaplarını tekrar değerlendiren ve kayıt elektrotlarını inion yerine m.sternocleidomastoideus (SKM) kası üzerine yerleştiren Colebatch ve arkadaşları, yüksek şiddette klik ses uyarılarına karşı ortaya çıkan kısa latanslı bir cevabın olduğunu göstermişlerdir (42). SKM kasının kasılmasına bağımlı olan bu cevabın, unilateral olduğu, ilk önce bir pozitif tepe (p13 veya p1) ile bunu takip eden negatif ve pozitif tepelerden (n23, p34, n44) oluştuğu, ancak vestibüler kaynaklı olduğu düşünülen kısmının p13-n23 olduğu bildirilmiştir. İlerleyen çalışmalarda bazı hastalardan, uyarıların bilateral SKM kaslarına bağlantıları bulunan utriküler afferentler gibi diğer vestibüler afferentlere yayılması sonucu kontralateral SKM'den ters tepe cevabı (crossed response) şeklinde yanıt alınabileceği de bildirilmiştir (43).

Sonraki yıllarda yüksek şiddette ses uyarılarına karşı benzer yanıtlar, m.masseter (44), m.trapezius (45), m.splenius capitis (46), m.triceps (47) ve m.soleus (48) gibi diğer kaslardan da alınmıştır. Fakat SKM kasından elde edilen vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (servikal VEMP, cVEMP), şimdiye kadar üzerinde en çok çalışılmış test yöntemi olarak güncelliğini sürdürmektedir.



Şekil 5. cVEMP Arkı

Oküler VEMP (oVEMP), vestibülo-oküler refleks (VOR) sonucu ortaya çıkan ekstraoküler kas aktivitesinin EMG kaydıdır. Gözlerin çevresine yerleştirilen elektrotlar yardımıyla ölçülür. Ekstraoküler kaslar zengin bir innervasyona sahiptir. Bu kaslar uyarılara çok kısa sürede tepki vererek kasılan ve bu sayede göz hareketlerinin çok ince bir şekilde kontrol edilebilmesini sağlayan kaslardır. Saniyede 150 hatta daha fazla ateşleme yeteneğine sahip bu kaslar çok sayıda motor birim içermektedir. Ard arda yapılan hızlı göz hareketleri sırasında, agonist kaslarda meydana gelen eş zamanlı hızlı bir ateşlenme ile antagonist kaslarda eş zamanlı inhibisyon gözlenir. Başka bir deyişle, vestibülo-oküler refleksin ortaya çıkması veya nistagmusun hızlı fazının gerçekleşmesi için, ekstraoküler kasların eş zamanlı çalışması gerekir. Buradan yola çıkarak, hızlı göz hareketlerinin başlangıcı sırasında ekstraoküler kaslarda yüksek oranda elektriksel aktivite üretileceği, bu elektriksel aktivitenin de etrafa yayılacağı ve yüzey elektrotları yardımıyla ölçülebileceği düşünülmüştür (49). Vestibüler uyarım ile ortaya çıkan kortikal potansiyellerin de kafatasının ön kısmında ve gözlerin etrafında yoğunlaştığı görülmüş ve bunların vestibülo-oküler refleksin tetiklenmesiyle oluştuğu düşünülmüştür (50). Yakın tarihte yapılan çalışmalarda bu potansiyellerin korneo-retinal potansiyellerden bağımsız olduğu ve ekstraoküler kaslardan kaynaklandığı gösterilmiştir. En belirgin cevapların superomediale bakış sırasında gözlerin alt kısmındaki elektrotlardan alındığı ve inferior oblik kasın cevaplarda önemli rol oynadığı düşünülmüştür (51).

Oküler VEMP (oVEMP) ölçümleri için kullanılan uyarılar ve test koşulları servikal VEMP (cVEMP) için kullanılanlardaki benzerlik göstermektedir. Uyarıdan kaynaklı artefaktları engellemek ve temiz oVEMP cevapları alabilmek için uyarı süresi kısa olmalıdır. Testler hasta oturur pozisyonda iken yapılabileceği gibi uzanır pozisyonda da yapılabilir. Hastadan yüz kaslarını kasmaması, rahat bırakması istenir. oVEMP'lerin amplitüdü yukarı doğru bakma sırasında artmaktadır; bu sebeple hastadan ölçümler sırasında 30-40 derece yukarıya doğru bakması istenir. Sonuçları doğru yorumlayabilmek ve karşılaştırmalarda kullanabilmek için yukarı bakış açısı sabit olmalıdır (52).

Kayıt yapılacak elektrotlar, her iki tarafta orbita alt kenarının 15-30 milimetre altına yanak üstüne yerleştirilir. Elektrotların simetrik olması önemlidir. Aktif elektrotlar ile referans elektrotları arasındaki mesafe, uzak aktivite kaynaklarının etkisini önlemek için birbirine yakın tutulmalı, fakat bir "elektrot köprüsü" yaratmayacak kadar da uzak yerleştirilmelidir. Toprak elektrot, sternum, alın veya çeneye yerleştirilebilir. Kayıt ve referans elektrotlarının birbirine yakın yerleşimini sağlayabilmek için standart EMG elektrotları kesilerek küçültülebilir. Veya 9 milimetre Ag/AgCl skalp elektrotları kullanılabilir. oVEMP'ler cVEMP'lere göre çok daha küçük potansiyeller oldukları için (cVEMP'lerin en fazla 1/10'u kadar) amplifikasyon miktarı çok olmalıdır. Elektrotlarla kayıt edilen elektriksel aktivite yaklaşık 50,000 ila 100,000 kez (veya 94-100 dB) yükseltilir, bant geçişi filtrelenir (5 Hz-1 kHz) ve uyarım öncesi 10-20 ms ile uyarım sonrası 50-70 ms arasında kalan 10 kHz etrafındaki kayıtlar incelenir (39).

Tekrar edilmesi gereken uyarı sayısı, uyarının etkinliği ve fasiyal kasların aktivitesine bağlı olarak 100 ila 500 arasındadır. oVEMP kayıtları, gözlere yakın bir kayıt elektrodu ve bundan 2-3 cm ötede bir referans elektrot yerleştirilmesiyle alınabilmektedir. oVEMP bir dizi negatif ve pozitif tepeden oluşur. Genellikle ilk tepe, latansı yaklaşık 10 ms olan negatif bir tepedir (n10 veya n1). İlk ortaya çıkan tepe özellikle önemlidir çünkü kas aktivitesinin en erken belirtisi olarak gözlemlenir. Dalganın polaritesi, cVEMP'te olduğu gibi, kas aktivasyonunu gösterir (53). Yüzey pozitifliği, tonik olarak aktif ekstraoküler kasların inhibisyonunu, negatifliği ise

eksitasyonunu gösterir. oVEMP'in n10 bileşeni, aslında cVEMP'e benzer eşik ve frekans ayarı özellikleri gösterir. AC oVEMP'ler 400-800 Hz arası frekanslarda, BC oVEMP'ler ise 100 Hz ve aşağısındaki frekanslarda verilen uyarılarla en belirgin şekilde gözlenir. Bilateral vestibüler kaybı olan hastalarda hiç tepe gözlenmez (54,55).

Vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirmek amacıyla kullanılan bu test yöntemi, refleks arkı yanıtı boyun kaslarından ölçülüyorsa ve otolit organlardan sakkül değerlendirilecek ise cVEMP (servikal VEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülüyorsa ve otolit organlardan utrikül değerlendiriliyor ise oVEMP (oküler VEMP) olarak adlandırılır. cVEMP yüksek sesli akustik uyarana cevaben ipsilateral Sternokleidomastoideus (SKM) kasında gevşeme ortaya çıkması sonucu, bu adeleden yapılan elektromyografik kayıta elde edilen bifazik bir dalgadır. cVEMP testi ile sakkül, inferior vestibüler sinir ve alt beyin sapının fonksiyonu değerlendirilmektedir. oVEMP ise yüksek şiddetli akustik uyarana cevaben kontralateral ekstraoküler göz kaslarında elde edilen myojenik potansiyellerdir. Elde edilen miyojenik aktivite daha çok inferior oblik adeleye aittir, o-VEMP'de tıpkı cVEMP gibi hava yolu ya da kemik yolu akustik uyarana elde edilebilir. oVEMP utrikül ve superior vestibüler sinire dair olan kontralateral miyojenik cevabı yansıtır. VEMP'ler vestibüler sistemin değerlendirilmesinde çok kıymetli bulgular sağlamaktadır (56,57).

2.7.3. Statik ve Dinamik Denge Değerlendirilmesi

Postüral Testlerle önemli sonuçlar edinilse de yorumlaması zor testlerdir; çünkü postürü sağlamak için çeşitli nörolojik mekanizmalar devreye girer ve lezyonunun süresi yani, santral kompensasyon gelişip gelişmediği, hastanın genel sağlık hali, motivasyonu, kapasitesi gibi kişisel faktörler bu mekanizmaları etkiler. Günümüzde kliniklerde uygulanan bazı test yöntemleri şöyledir;

- **Romberg Testi:** Hastanın her iki ayağı bitişik kolları yanda ayakta tutulur. Hasta eğer sabit ise gerekli emniyet önlemleri alınarak gözlerini kapatması istenir. Vestibüler sistemdeki lezyonlarda lezyon tarafına doğru düşme görülür. Santral lezyonlarda ise testin her tekrarlanışında düşme yönü değişir. Romberg testi, kollar öne uzatılarak veya ayaklar bir çizgi üzerinde topuk-parmak şeklinde yerleştirilerek, tek ayak üzerinde durarak modifiye edilebilir (20).

- **Unterberger Testi:** Romberg testinin uzantısıdır. Hastadan gözlerini kapatıp kollarını öne doğru uzattıktan sonra yerinde sayması istenir ve bir tarafa sapma olup olmadığı gözlemlenir. Sapma genellikle spontan nistagmusun tersi yönde olur.

- **Gait (yürüyüş, gidiş):** Hasta belirli bir çizgi üzerinde 3-4 metre yürüdüktan sonra gözleri kapalı aynı çizgi üzerinde yürütülür. Vestibüler sistemde lezyonu olan hastalarda düz çizgiden lezyonun olduğu tarafa sapma görülür. Ototoksik ilaç etkisinden dolayı bilateral vestibüler hipoaktivitesi olan hastalar gözler açıkken düz hatta yürüyebilirken gözlerini kapatınca belirgin denge bozukluğu gösterip yürüyemezler (22,25).

- **Dinamik Postürografi Testi:** Duyu ve denge kontrolü etkileşimi için uygulanan bir testtir.

- 1) Gözler açık, dengeli yüzey sabit, visual alan sabit.
- 2) Gözler kapalı, destek yüzeyi sabit (Rhombert testi).
- 3) Gözler açık, destek yüzeyi, visual alan sallanır.
- 4) Gözler açık, destek yüzeyi sallanır, visual alan sabit.
- 5) Gözler kapalı, destek yüzeyi sallanır.
- 6) Gözler açık, destek yüzeyi sallanır, visual alan sallanır.

Düşme sayısı ve sallanmanın artması ile 30 saniye denenir. Performansta görülen yaygın paternler şunlardır;

- I) Normal (hiçbir pozisyonda problem yok)

- II) Vestibüler sistem bozukluğu (problem 5 ile 6 da)
- III) Visuel vestibular fonksiyon bozukluğu, destekli ve sabit yüzey paterni (4,5,6)
- IV) Visuel tercih (problem 3 ile 4'te)
- V) Somatosensory-vestibüler fonksiyon bozukluğu, visuel şekile bağlı (problem 2,3,5 ile 6 da)
- VI) Yukarıdakilerden bir kaçının birleşik problemi
- VII) İnkontinans (58, 59, 60).

Statik ve Dinamik denge değerlendirilmesinde derin duyu (proprioception) ve serebellumun değerlendirilebileceği bir cihaz seçilmiştir. Bu test için “Kinestetik Yetenek Eğitimsi” (KAT) 3000 (Breg, Vista, CA) cihazı kullanılmıştır. KAT 3000, hareketli olan ancak küçük bir mil etrafında merkezi bir nokta üzerinde desteklenen bir platformdan yapılmıştır. Platformda, her saniyede 18,2 kez, referans pozisyonundan platforma sapmasını kaydeden bir eğim sensörü aracılığıyla bilgisayara bir bağlantı vardır. Her bir kayıt ölçüsü, merkezi nokta ile referans konumu arasındaki mesafedir. Daha sonra, bu mesafelerin toplamı ile bir denge endeksi hesaplanır. Düşük bir denge indeksi, testin başarısındaki oranı göstermektedir. Deneklerden, test esnasında her iki ayağı üzerinde bir duruş sağlamaları istenecektir. Deneme, bir statik denge ve bir dinamik denge olacak şekilde iki farklı görevi içerecektir. Statik denge görevinde, katılımcının her iki ayağı üzerinde durması ve bilgisayar ekranında bir çarpı ile gösterilen merkez noktasını tutması istenecektir. Dinamik denge görevinde, katılımcının bilgisayar ekranında imleci (referans pozisyonu) takip etmesi istenecektir. Hem statik hem de dinamik denge testleri, her biri 30 saniyede süren ölçümlerden oluşacaktır. Tüm testler sırasında katılımcının kollarını kullanması ve bilgisayar ekranına bakması istenecektir. Bir katılımcı bir ölçüm sırasında dengesini koruyamaz ve korkuluğa dokunursa, ölçüm iptal edilecek ve yeniden başlatılacaktır (61).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje No: KA18/140).

Örneklem genişliği yapılmış olan istatistik ön değerlendirme ile belirlenmiştir. Çalışmaya Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda otoskopik muayenesi yapılmış toplam 60 sağlıklı birey katılmıştır. Bu bireylerin 30'u motosiklet kullanan grubu, 30'u ise motosiklet kullanmayan grubu olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya katılan tüm gönüllülere değerlendirici tarafından aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır.

Çalışmaya alınma kriterleri:

1. Deney grubundaki tüm gönüllü bireylerin aktif motosiklet kullanıyor olması.
2. Tüm gönüllü bireylere yapılan otoskopik Kulak Burun Boğaz muayenesinde herhangi bir kulak şikayetinin olmaması.

Çalışmaya alınmama kriterleri:

1. Herhangi bir kafa travması öyküsü olması.
2. Vestibüler sistemi etkileyecek ilaç ve uyarıcı madde kullanması.
3. Geçirilmiş beyin ve kulak ameliyatı öyküsü olması.
4. Alkol Bağımlılığı olanlar
5. Vertigo, BPPV gibi denge sistemi hastalığı geçirmiş veya geçirmekte olanlar çalışmaya dahil edilmemişlerdir.

Çalışmaya uygun olarak değerlendirilen kontrol ve deney grubu katılımcılarına odyolojik incelemeler öncesi tam bir kulak burun boğaz (KBB) muayenesi yapıldı. Sonra her iki gruba da aşağıdaki denge ve vestibüler değerlendirmeler yapıldı.

Statik ve Dinamik Denge Değerlendirmesi

Statik ve Dinamik denge değerlendirilmesinde derin duyu (proprioception) ve serebellumun değerlendirilebileceği bir cihaz seçilmiştir. Bu test için “Kinestetik Yetenek Eğitimi” SportKAT 3000 (Breg, Vista, CA) cihazı kullanılmıştır. SportKAT 3000, hareketli olan ancak küçük bir mil etrafında merkezi bir nokta üzerinde desteklenen bir platformdan yapılmıştır. Platformda, her saniyede 18,2 kez, referans pozisyonundan platforma sapmasını kaydeden bir eğim sensörü aracılığıyla bilgisayara bir bağlantı vardır. Her bir kayıt ölçüsü, merkezi nokta ile referans konumu arasındaki mesafedir. Daha sonra, bu mesafelerin toplamı ile bir denge endeksi hesaplanır. Düşük bir denge indeksi, testin başarısındaki oranı göstermektedir. Katılımcılardan test esnasında her iki ayağı üzerinde bir duruş sağlamaları istenmiştir. Yapılan her iki testten önce deneme alıştırmaları yapılarak katılımcıdan ne istendiği anlatılmıştır. Testler bir statik ve bir dinamik olmak üzere iki farklı görevi içermiştir. Statik denge görevinde, katılımcının her iki ayağı üzerinde durması ve bilgisayar ekranında bir çarpı ile gösterilen merkez noktasını tutması istenmiştir. Dinamik denge görevinde, katılımcının bilgisayar ekranında imleci (referans pozisyonu) takip etmesi istenmiştir. Hem statik hem de dinamik denge testleri, her biri 30 saniyede süren ölçümlerden oluşmuştur. Tüm testler sırasında katılımcının kollarını kullanması ve bilgisayar ekranına bakması istenmiştir. Bir katılımcı bir ölçüm sırasında dengesini koruyamaz ve korkuluğa dokunursa, ölçüm iptal edilmiş ve yeniden başlatılmıştır. Dinamik denge ölçümlerinde ekranda gözüken çarpı imlecinin hızı 3 olarak ayarlanmıştır. Her iki ölçümde de hareketli platformun basıncı 6 PSI olarak ayarlanmıştır.



Şekil 6. 'The SportKAT 3000' Denge Cihazı

Pozisyonel Testler:

Katılımcıların göz hareketlerini ve nistagmus olup olmadığını takip edebilmek için Videonistagmografi (VNG); Visual Eyes 4 Channel (Spectrum Balance Software Tech., Inc., IL., USA); cihazı kullanılmıştır. Gözlük şeklinde takılan video kameralar kullanılmıştır (Frenzel Gözlüğü). Göz kürelerinin hareketleri hem monitöre yansıtılmış hem de grafik kayıtları haline dönüştürülmüştür. VNG cihazı kullanılarak hem spontan nistagmus kayıtları hem de çeşitli manevralar ve uyaranların etkisi ile ortaya çıkacak nistagmus cevapları kaydedilmiş ve vestibüler sistemin bütünlüğü değerlendirilmeye çalışılmıştır. Katılımcılara Frenzel Gözlüğü takılmış ve görsel fiksasyon sağlamak amacı ile gözlüğün içinde yakılan küçük bir ışığa bakması istenmiştir. Bakış testlerinde katılımcının tam karşısındaki ve orta hattın sağındaki, solundaki, aşağısında ve yukarısında verilen hedeflere bakması

sırasındaki göz hareketleri kaydedilmiştir. Spontan nistagmus ve bakış testlerindeki nistagmus varlığı incelenmiştir.

Baş Sallama Testi

Katılımcı oturur pozisyonda iken başı her iki tarafa doğru ritmik ve hızlı bir şekilde, yaklaşık olarak saniyede 2 defa hareket ettirerek, 20 saniye süre ile sallanarak yapılmıştır. Baş sallanırken hastaya görsel fiksasyon verilmemiştir. Frenzel gözlükleri takılı olan katılımcıya sallama esnasında isterse gözlerini kapatabileceği fakat sallama sonunda gözlerini açması ve sabit bir noktaya bakması anlatılmıştır. Sallama işlemi bittikten sonra katılımcının göz hareketleri kaydedilmiştir.

Posterior (inferior) Semisirküler Kanal Testi

Dix-Hallpike manevrası olarak da adlandırılan bu teste başlamadan önce katılımcıya ne yapılacağı hakkında bilgi verilmiştir. Katılımcı uygun bir yatağa ayakları uzatılarak oturtulmuştur. Yatağın baş kısmı ile katılımcının oturduğu yer arasındaki mesafe, katılımcının yattığında başını arkaya sarkıtacak şekilde ayarlanmıştır. Sağ posterior semisirküler kanal test etmek için katılımcıdan başını sağ omzuna doğru çevirmesi istenmiştir. Katılımcıdan boynunu kasmaması ve başını rahat bırakması istenmiş; sonrasında katılımcı hızlıca arkaya doğru sırt üstü yatırılmıştır. Yatar pozisyona geldiğinde katılımcının başı yatay düzlemde 30 derece kadar aşağı sarkıtılmıştır. Katılımcıdan bu pozisyonda başını oynatmaması ve gözlerini açık tutması istenmiştir. 30 saniye bu pozisyonda durulduktan sonra katılımcı oturma pozisyonuna geri döndürülmüştür. Sol posterior semisirküler kanal içinde katılımcıdan başını sol omzuna doğru çevirmesi istenmiş ve yapılan manevralar tekrarlanmıştır. Testin tüm aşamalarında katılımcının başı testi yapan uygulayıcı tarafından desteklenmiştir. Katılımcı her oturma pozisyonuna geldiğinde göz hareketleri incelenmiş ve nistagmus varlığı değerlendirilmiştir.

Lateral (Horizontal) Semisirküler Kanal Testi

Katılımcıya yatar pozisyon verilmiş ve bu pozisyonda iken başını laterale doğru 30 derece çevirerek test edilmiştir. Baş yere 30 derece açı yapacak şekilde katılımcı yatar pozisyonda iken hızlıca laterale doğru çevrilmiştir. Bu pozisyonda 1 dakika kadar beklenmiş ve nistagmus varlığı değerlendirilmiştir. Daha sonra baş yavaş bir şekilde orta hatta doğru getirilmiş ve hızlıca karşı tarafa doğru çevrilerek diğer tarafın lateral kanalı test edilmiştir.

VEMP TESTLERİ :

oVEMP Ölçümü;

Öncelikle peeling jel ile cilt temizliği yapılmıştır. Myojenik aktivitelerin kayıt altına alınabilmesi için Oto Access Suit, EPX5 Eclipse (interacosutics, Middlefart, Denmark) cihazı kullanılmıştır.

Her test için beş adet tek kullanımlık, kendiliğinden yapışkanlı Ag/AgCl (Ambu Blue Sensor N ref No N-00-s/25) yüzey elektrodu kullanılmıştır. Noninverting elektrot alt göz kapağının hemen altına 3-4 mm infraorbital rime gelecek şekilde, 3 cm. altına inverting elektrod gelecek düzende yerleştirildi. Alın bölgesine ground elektrod yerleştirildi. Cilt rezistansı 5 mikroohm'un altında tutulmuştur. Yapılan her kayıt esnasında 250 stimulus kullanılmıştır. İki metre uzaklıkta göz nötral bakış çizgisi ile horizontal ekseninde 30-40 derece açı oluşturan, önceden belirlenmiş objeye, sadece gözler ile bakmaları istenmiştir. İnsert earphone (kanal içi) ile uyarın verirken kontralateral gözden kayıt alınmıştır. Minimum ard arda yapılan iki testte aynı dalga formu ve latansı elde edilecek şekilde eşik belirlenmiştir.

Stimulus verilmesini takiben oluşan ilk dalga formunun tepe noktasına N1, dip noktası ise P1 olarak işaretlenip, dalgaların latans ve amplitüdü ölçülüp kayıt edilmiştir.

cVEMP Ölçümü;

Myojenik aktivitelerin kayıt edilmesinde Oto Access Suit, EPX5 Eclipse (interacosutics, Middlefart, Denmark) cihazı kullanılmıştır. Katılımcılar sandalyeye oturtulmuş ve peeling jel yardımı ile cilt temizlikleri yapılmıştır. Aktif elektrot sternokleidomastoideus (SKM) kasının 1/3 orta kısmına, referans elektrod SKM kasının sternuma yapıştığı sternoklavikular eklem üzerine yapıştırılmıştır. Pasif elektrot ise alın ortasına yerleştirilmiştir. SKM kası üzerinde cevaplar elde edilmiş ve kaydedilmiştir. Katılımcıdan başını fleksiyona getirerek test edilen kulağın kontralateraline doğru baş rotasyonu yapması istenmiş ve böylelikle SKM kasının tonik aktivasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. Uyarı süresi 5 msn ve iniş-çıkış süresi 1 msn kullanılmıştır. EMG sinyalleri amplifiye edilmiş, 10 Hz altı ve 3000 Hz üzerinde filtre edilmiştir. Uyarı insert kulaklık (kanal içi) yardımı ile verilmiştir. 105 dB ses şiddetinde 500 Hz tone burst uyarı kullanılmıştır. Uyarı hızı 5 Hz ve analiz süresi 50 msn ayarlanmıştır. Cevaplar ortalama 128 uyarı cevabının ortalaması alınarak elde edilmiştir. Cevap doğruluklarını kontrol etmek amacı ile iki kayıt yapılmıştır. VEMP'lerin ilk pozitif (p13) ve onu takip eden negatif dalga (n23) latansları analiz edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi için sosyal bilimler için istatistik programı (SPSS) (Versiyon 18, Chicago IL, ABD) kullanılmıştır. Sayısal veriler ortalama (X) ve standart sapma (SS), kalitatif veriler ise sıklık(%) olarak ifade edilmiştir. Sonuç ölçümleri normal dağılıma uymadığından, non-parametrik testler kullanılmıştır. İki grup karşılaştırması için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerdeki anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamıza toplam 60 birey dahil edilmiştir. Olguların 30 tanesi motosiklet kullanmakta ve 30 tanesi ise motosiklet kullanmamakta idi. Motosiklet kullanmakta olanların yaş ortalaması 39.76 ± 9.46 yıl, Motosiklet kullanmayanların yaş ortalaması ise 31.96 ± 7.03 yıl idi.

Tablo 1. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri

	Grup 1	Grup 2
Yaş, yıl, $x \pm SS$	39.76 \pm 9.46	31.96 \pm 7.03
Boy, cm, $x \pm SS$	177.36 \pm 7.28	174.23 \pm 8.22
Kilo, kg, $x \pm SS$	80.93 \pm 14.05	73.26 \pm 12.49
Sigara İçme Durumu, n(%)		
Var	14(46.7)	10(33.3)
Yok	16(53.3)	20(66.7)
Alkol Kullanma Durumu, n(%)		
Var	20(66.7)	15(50)
Yok	10(33.3)	15(50)
Motosiklet Kullanma Süresi, yıl, $x \pm SS$	14.36 \pm 8.12	0
Cinsiyet, n(%)		
Kadın	2(6.7)	8(26.7)
Erkek	28(93.3)	22(73.3)

Grup1: Motosiklet Kullananlar, **Grup2:** Motosiklet Kullanmayanlar, $x \pm SS$: ortalama \pm standart sapma, n: sayı, %: yüzde, cm: santimetre

Motosiklet kullanan bireylerin %93.3 (n=28) 'si erkek, %6.7 (n=2) 'ü kadın idi. Motor kullanmayanların ise %73.3 (n=22) 'si erkek, %26.7 (n=8)'ü kadın idi.

Motosiklet kullanan bireylerin yaş ortalamaları 39.76 ± 9.46 ,motor kullanmayanların yaş ortalamaları 31.96 ± 7.03 idi. Motosiklet kullanan bireylerin boy ortalamaları 177.36 ± 7.28 cm. , motor kullanmayanların boy ortalamaları 174.23 ± 8.22 cm. idi. Motosiklet kullanan bireylerin %46.7'i (n=14) sigara kullanırken %53.3'u (n=16) sigara kullanmadıklarını bildirmiştir, motor kullanmayan bireylerden %33.3'ü (n=10) sigara kullanırken, %66.7'si (n=20) sigara kullanmadıklarını bildirmiştir. Motosiklet kullanan bireylerin %66.7'si (n=20) alkol kullandıklarını, %33.3'ü (n=10) alkol kullanmadıklarını bildirmiştir. Motor kullanmayan bireylerin %50'si (n=15) alkol kullandıklarını, %50'si (n=15) alkol kullanmadıklarını bildirmiştir.

Motosiklet kullanan bireylerin kaç yıldan beri motosiklete bindikleri sorgulandığında sonuç 14.36 ± 8.12 yıl bulunmuştur.

Tablo 2 . Bireylerin oküler ve servikal VEMP bulgularının karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	pχ
cVEMP p1 (Sağ Kulak), $x \pm SS$	15.52 \pm 1.81	15.47 \pm 2.08	0.870
cVEMP n1 (Sağ Kulak), $x \pm SS$	24.13 \pm 3.34	23.18 \pm 2.15	0.067
cVEMP p1 (Sol Kulak), $x \pm SS$	16.04 \pm 2.14	15.38 \pm 1.87	0.256
cVEMP n1 (Sol Kulak), $x \pm SS$	25.51 \pm 3.24	23.45 \pm 2.83	0.011*
oVEMP p1 (Sağ Kulak), $x \pm SS$	11.94 \pm 2.53	11.92 \pm 2.39	0.718
oVEMP n1 (Sağ Kulak), $x \pm SS$	8.63 \pm 1.73	8.66 \pm 1.85	0.773
oVEMP p1 (Sol Kulak), $x \pm SS$	12.70 \pm 3.21	11.46 \pm 2.70	0.041*
oVEMP n1 (Sol Kulak), $x \pm SS$	9.36 \pm 2.18	8.95 \pm 2.67	0.349

Grup1: Motosiklet Kullananlar, **Grup2:** Motosiklet Kullanmayanlar, $x \pm SS$: ortalama \pm standart sapma, χ : Mann whitney U test

Yapılan pozisyonel testlerde her iki grup katılımcılarında da herhangi bir patolojiye rastlanmamıştır. VEMP testi klinik özelliklerine bakıldığı zaman, motosiklet kullanan bireylerin yapılan sağ kulak cVEMP ölçümlerinde p1 latansı 15.52 ± 1.81 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 15.47 ± 2.08 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark

görülmemiştir ($p>0.870$). Gruplara yapılan sağ kulak cVEMP ölçümlerinde motosiklete binen bireylerin n1 latansı 24.13 ± 3.34 olarak belirlenmiş, motosiklete binmeyen bireylerin de sağ kulak cVEMP n1 latansı 23.18 ± 2.15 olarak bulunmuştur. Gruplara arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0.067$). Motosiklet kullanan bireylerin yapılan sol kulak cVEMP ölçümlerinde p1 latansı 16.04 ± 2.14 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 15.38 ± 1.87 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.256$). Motosiklet kullanan bireylerin yapılan sol kulak cVEMP ölçümlerinde n1 latansı 25.51 ± 3.24 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 23.45 ± 2.83 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0.011$).

Motosiklet kullanan bireylerin yapılan sağ kulak oVEMP ölçümlerinde n1 latansı 8.63 ± 1.73 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 8.66 ± 1.85 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0.773$). Motosiklet kullanan bireylerin yapılan sağ kulak oVEMP ölçümlerinde p1 latansı 11.94 ± 2.53 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 11.92 ± 2.39 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.718$).

Motosiklet kullanan bireylerin yapılan sol kulak oVEMP ölçümlerinde n1 latansı 9.36 ± 2.18 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 8.95 ± 2.67 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.349$). Motosiklet kullanan bireylerin yapılan sol kulak oVEMP ölçümlerinde p1 latansı 12.70 ± 3.21 bulunmuştur. Motosiklete binmeyen bireylerde ki sonuç 11.46 ± 2.70 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0.041$).

Tablo 3 . Bireylerin denge test skorları ve grup karşılaştırma sonuçları

	Grup1	Grup 2	pχ
KAT Dinamik Denge Skoru	1598.96 \pm 533.66	1595.00 \pm 451.79	0.929
KAT Statik Denge Skoru	212.70 \pm 188.80	164.10 \pm 81.57	0.830

KAT: Kinestetik Ability Trainer, Grup1: Motosiklet Kullananlar, Grup2: Motosiklet Kullanmayanlar, $x\pm SS$: ortalama \pm standart sapma, *:p<0.05, χ : Mann Whitney U test

Katılımcılara yapılan statik ve dinamik denge ölçümlerinin skorları Tablo 3'te görülmektedir. Buna göre motosiklet kullanan bireylerde yapılan ölçümlerde dinamik denge skoru 1598.96 \pm 533.66 olarak tespit edilmiş; motosiklete binmeyen bireylerde ise dinamik denge skoru 1595.00 \pm 451.79 olarak bulunmuştur. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir (p>0.929).

Katılımcılara yapılan statik denge ölçümlerinde, motosiklet kullanan katılımcıların statik denge skoru 212.70 \pm 188.80 olarak bulunmuş iken motosiklet kullanmayan katılımcıların statik denge skoru 164.10 \pm 81.57 olarak ölçülmüştür. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (p>0.830).

Motor kullanan ve kullanmayan bireyler arasında statik ve dinamik denge skorları arasında herhangi bir istatistiksel farklılık gözlemlenmemiştir.

5. TARTIŞMA

Başkent Üniversitesi, Kulak Burun Boğaz kliniğinde gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda motosiklet kullanımının vestibüler sistem üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Motosiklet kullanan ve motosiklet kullanmayan bireylere, statik ve dinamik denge değerlendirilmesi, pozisyonel testlerle semisirküler kanalların değerlendirilmesi ve VEMP testleri ile de vestibüler sinir iletim hızı incelemeleri yapılmıştır. Motosiklet kullanan bireylerde sol kulak cVEMP ölçümleri n1 latansında, sol kulak oVEMP p1 latansında uzama olduğu görülmüştür. Diğer test sonuçlarında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilememiştir. Daha önce literatürde yapılan çalışmalarda motosiklet kullanımının işitme sistemi ve kohleada hasara sebep olduğu gösterilmiştir. Bulgularımız motosiklet kullanımının yarattığı akustik travma ve kohlear sistemdeki hasarlanmaya benzer mekanizmalarla, motosiklet kullanan bireylerin VEMP değerlerinde uzamaya neden olabileceğini düşündürmektedir.

Günümüzde motosiklet kazaları, motosikletin işitme ve görme üzerindeki etkileri, motosiklet kullanımında kask seçimi ve görüş kalitesi üzerine yapılmış çalışmalar olmasına rağmen; motosiklet kullanımında denge ve vestibüler sistemin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bizim çalışmamızda detaylı vestibüler değerlendirmeler yapılmış ve motosiklet kullanan kişilerde vestibüler sistemdeki değişiklikler incelenmiştir.

Literatüre bakıldığında motosiklet ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu kaza sıklığı ve kaza oranları üzerinedir. Yapılan araştırmalarda genç sürücülerin motosiklet kazaları için yüksek oranda risk oluşturduğu gözlemlenmiştir (62,63). Motosiklet kazalarının genç erkek nüfusu daha çok etkilediği gösterilmiştir (64,65). Türkiye'deki trafik veri tabanı incelendiğinde motosiklet kazalarındaki ölümlerin tümünün erkek kullanıcılara ait olduğu görülmektedir (66). Motosiklet kazalarının çoğunlukla erkekler bireylerde görülmesi motor kullanan kişilerin genellikle erkek olması ile ilişkilidir.

Asıl adı "International Female Ride Day" olan ülkemizde "Dünya Kadın Motosiklet Sürücüleri Günü" olarak ilk defa İzmir'deki bayan motor kullanıcıları tarafından; kadın motosiklet kullanıcılarını tanıtmak ve yaygınlaştırmak amacı ile yapılan; bu ve benzer organizasyonlar olmasına karşın ülkemizde ve dünyada motor kullanıcılarının çoğu halen erkeklerdir. Bizim çalışmamızda da motosiklet kullanan bireylerin çoğunu erkekler oluşturmaktadır.

Rowland ve arkadaşları koruyucu kask kullanmayan sürücülerde koruyucu kask kullananlara kıyasla % 30 daha fazla hastane masrafı ile karşı karşıya kaldığını göstermiştir (66,67).

Başka bir araştırmada ise Philip ve ark. Amerika Birleşik Devletleri'nde kask zorunluluğu olmayan eyaletlerdeki sağlık giderlerinin kask zorunluluğu olan eyaletlere oranla daha fazla olduğunu göstermişlerdir (67,68). Türkiye'de yapılan bir çalışmada Antalya ilinde kask kullanımını % 9 olarak bulunurken (69), Konya'da bu oran % 0 bulunmuştur (70). Bu sebeplerden ötürü çalışmamızda; çalışmaya dahil edilme kriterleri belirlenirken bunlar göz önüne alınmış, motosiklet kullanan ve kullanmayan bireylerin herhangi bir travmaya maruz kalmamış olmasına dikkat edilmiştir. Motosiklet kazası geçirmiş veya herhangi bir travmaya maruz kalmış kişiler çalışma dışı bırakılmıştır.

McKnight ve arkadaşları tarafından yapılmış bir çalışmada; motosiklet kullananlarda farklı özelliklerdeki kaskların görme ve duyma eylemlerini nasıl etkilediği değerlendirilmiştir. Çalışmaya alınan 50 motosiklet sürücüsüne farklı özelliklerdeki üç tip kask giydirilmiş ve aynı rota üzerinde farklı kask gruplarının görme ve işitme üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Tam kapalı kaskların işitme sistemi üzerinde olumlu etkileri olmasına rağmen görme açısını engellediği; açık kaskların ise işitme ve güvenlik üzerinde negatif etkileri olmasına karşın görüş açısında tam kapalı kasklara göre avantajlı olduğu saptanmıştır (71). Lesage ve arkadaşları'nın 887'si motorlu polis, 805 'i sivil toplam 1692 motor kullanıcılarını değerlendirdikleri bir çalışmada; motorlu polislerin sivil kullanıcılara göre 1.4 kat

daha fazla işitme kaybına maruz kaldıkları belirtilmiştir. En çok 4000 Hz. civarı seslerde işitme kaybı yaşadıkları analiz edilmiştir (72).

McCombe ve arkadaşlarının 246 motor kullanıcında yaptıkları işitme değerlendirmesinde, 80 mph. süratte, 1 saat motosiklet kullanımından sonra maruz kalınan rüzgar sesinin geçici işitme eşiği düşmesine neden olduğu sonucuna varılmıştır. Geçici eşik düşmesinin 0.25, 0.5. 1 ve 2 Khz.de bulunduğu; en çok geçici işitme eşik düşmesinin 1kHz.de olduğu ve ortalama 10.3 dB. de işitme kaybının olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmada işitme eşiklerinin motosiklet kullananlarda anlamlı biçimde daha düşük olduğu belirtilmiştir (73).

Literatürdeki çalışmalarda motosiklet kullanıcılarında işitme eşiklerinde düşmeler saptanmış ve motora binme süreleri ve sıklıkları ile de doğrudan alakalı olduğu sonucuna varılmıştır. Bizim çalışmamızda motosiklet kullanıcılarının işitme eşikleri ile ilgili bir değerlendirme yapılmamış olmasından ötürü herhangi bir sonuca varılamamıştır. Bu çalışmamızın limitasyonlarından birisidir.

Literatüre bakıldığında motosiklet kullanıcılarının vestibüler sistemlerini değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır.

Denge, hareket ve dinlenme esnasında yerçekimine karşı gösterilen vücut kompozisyonuna uyum olarak tanımlanabilmektedir (75). Denge vestibüler sistem, proprioseptif bilgiler, motor ve görsel nörofizyolojik yapıların bütünlüğü ile sağlanır. Bunlardan birinin yetersizliği veya yokluğunda olumsuz yönde etkilenir (76). Vestibüler sistem; işitme, görme sistemi ve kassal yapılar gibi pek çok sistemden gelen bilgilerle çeşitli ortamlarda vücudun dik pozisyonunu, yürürken yer çekimiyle ilişkili olarak dengenin sağlanabilmesinde önemli rol oynar. Herhangi bir nedenden dolayı geçici süreyle veya kalıcı olarak vestibular sistemin devre dışı kalması hareketlerde oryantasyon bozukluğu, yürüyüş sırasında dengenin bozulması, kalp hızı ve basıncında değişiklikler, korku, sinirlilik ve panik gibi fizyolojik ve psikolojik problemlere neden olur (77).

Paillard ve ark. tarafından yapılan amatör ve profesyonel futbol oyuncularının postüral kontrol performansının karşılaştırıldığı araştırma sonucunda; futbolun top, rakip ve takım arkadaşları hakkında güçlü bir görsel bağımlılığı meydana getirdiği, ayaklarla topu kontrol ederken diğer oyuncuların yer değiştirmesini takip edebilme zorunluluğu üst düzey futbol oyuncularının maçı gözleme zamanını artırmak için bakışlarını toptan başka yöne çevirme becerilerini geliştirdiğini bildirilmiştir. Profesyonel futbol oyuncularında postüral kontrol için görmeye olan bağımlılığın daha düşük olması, topu izlemeksizin kontrol edebilme yeteneği ile kazanılabildiği, bu yeteneğin aynı zamanda proprioseptif kapasitelerini geliştirmiş olabileceği vurgulanmıştır (78,79).

Denge yapıları iç kulakta bulunan vestibüler sistem ile ilgilidir. Ancak, dengeyi sağlayan sistemler tek bir organa bağlı olmamakla birlikte oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Medullaspinalis, serebellum, eklemlerin ve kasların içindeki proprioseptörler ile gözler ve iç kulakta bulunan vestibüler sistemin koordineli bir şekilde çalışmasıyla dengemiz sağlanmaktadır. Bu sistemlerin devamlılığı, gözümüzü kapattığımızda da düşmeden ayakta kalabilmemizi mümkün kılar. Vestibüler sistemin öncelikli görevi dengeyi devam ettirmek ve baş pozisyonunun sabit düzlemini korumaktır. Bu sistemlerde meydana gelebilecek herhangi bir bozukluk, baş hareketi gerektiren tüm performansların doğru yapılmasına engel olur. Ayrıca, vestibüler ve proprioseptif sistemler dahili bilgileri algılamak, görsel uyarılar, vücuttan bağımsız olarak çevredeki nesnelere ilgili pozisyonuna ve başın hareketine göre bilgi rapor eder (80).

Yapılan diğer bir çalışmada gövde denge yetisi ve denge egzersizlerinin statik ve dinamik denge performansına etkilerini incelemiştir. Bunun sonucunda ise statik denge performansının istatistiksel olarak anlamlılık ifade ettiği ve statik denge üzerinde gövde denge yetisi antrenmanının, yalnızca denge antrenmanına oranla daha fazla etki ettiği tespit edilmiştir (81). Çalışmamızda motor kullanan ve kullanmayan bireyler arasında statik ve dinamik denge skorlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Bizim çalışmamızda motosiklet kullanan bireylerde sol kulak için cVEMP ölçümleri n1 latansında ve oVEMP p1 latansında uzama olduğu görülmüştür. Daha önce literatürde yapılan çalışmalarda motosiklet kullanımının işitme sistemi ve kohleada hasara sebep olduğu gösterilmiştir. Bulgularımız motosiklet kullanımının yarattığı akustik travma ve kohlear sistemdeki hasarlanmaya benzer mekanizmalarla, motosiklet kullanan bireylerin VEMP değerlerinde uzamaya neden olabileceğini düşündürmektedir. Ancak çalışmamızın kısıtlılığı katılımcılara herhangi bir odyolojik değerlendirme yapılmamış olmasıdır. Yapılan statik ve dinamik denge ölçümleri; pozisyonel testlerde iki grup arasında fark yoktur. Yukarıda belirtilen kısıtlılıkları gideren, farklı test bataryalarını kullanan çalışmalarla motosiklet kullanımının vestibüler sistem üzerine etkileri araştırılmaya devam edilmelidir.

6. SONUÇLAR

Motosiklet kullanan bireylerde Pozisyonel Testler, VEMP Testi; Statik ve Dinamik Denge Skorlarının Değerlendirilmesi adlı çalışmamıza katılan 60 bireyin; 30'u motosiklet kullanmakta, 30 ise motosiklet kullanmamaktadır. Bu bireylere otoskopik muayene sonrası statik ve dinamik denge testleri, pozisyonel testler, ovemp ve cvemp testleri uygulanmıştır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar şöyledir;

- 1- Çalışmamıza katılan bireylerde motosiklet kullanan katılımcıların yaş ortalamaları 39.76 ± 9.46 (n=30), motosiklet kullanmayan bireylerin yaş ortalaması ise 31.96 ± 7.03 (n=30) dur.
- 2- Motosiklet kullanan bireylerin 28'i erkek iken sadece 2 katılımcı kadındır. Motosiklet kullanmayan bireylerden 22'si erkek iken 8 katılımcı kadındır.
- 3- Motosiklet kullanan bireylerin boy ortalamaları $177.36 \pm 7,28$ cm. dir. Motosiklet kullanmayan bireylerin boy ortalamaları ise 174.23 ± 8.22 cm. dir.
- 4- Motosiklet kullanan bireylerin kilo ortalamaları 80.93 ± 14.05 kg. dır. Motosiklet kullanmayan bireylerde kilo ortalamaları ise 73.26 ± 12.49 kg. dır.
- 5- Motosiklet kullanan bireylerde, 14 kişi sigara içerken 16 kişi sigara içmediğini belirtmiştir. Motosiklet kullanmayan bireylerden 10 kişi sigara içerken 20 kişi sigara içmediğini belirtmiştir.
- 6- Motosiklet kullanan bireylerden 20 kişi alkol kullandığını belirtirken 10 kişi kullanmadığını belirtmiştir. Motosiklet kullanmayan bireylerden ise 15 alkol kullandığını belirtirken 15 kişi alkol kullanmadığını belirtmiştir.
- 7- Motosiklet kullanan bireyler motosiklete 14.36 ± 8.12 yıldır bindiklerini belirtmişlerdir.
- 8- Motosiklet kullanan bireyler motosiklete haftada 5.03 ± 1.90 gün bindiklerini belirtmişlerdir.
- 9- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan statik denge ölçümü skoru 212.70 ± 188.80 olarak belirlenmiştir. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan statik denge ölçümü skoru 164.10 ± 81.57 olarak belirlenmiştir. İki grup arasında elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

- 10- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan dinamik denge ölçümü skoru 1598.96 ± 533.66 olarak belirlenmiştir. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan dinamik denge ölçümü skoru 1595.00 ± 451.79 olarak belirlenmiştir. İki grup arasında elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).
- 11- Her iki gruba da yapılan pozisyonel testlerde herhangi bir patoloji (nistagmus, baş dönmesi) saptanmamıştır. Dolayısı ile gruplar arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).
- 12- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sağ kulak p1 dalgası 15.52 ± 1.81 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sağ kulak p1 dalgası 15.47 ± 2.08 olarak bulunmuştur. İki grup arasında yapılan cVEMP ölçümlerinde sağ kulak p1 dalgasının da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).
- 13- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sağ kulak n1 dalgası 24.13 ± 3.34 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sağ kulak n1 dalgası 23.18 ± 2.15 olarak bulunmuştur. İki grup arasında gerçekleştirilen cVEMP ölçümlerinde sağ kulak n1 dalgasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0.05$).
- 14- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sol kulak p1 dalgası 16.04 ± 2.14 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sol kulak p1 dalgası 15.38 ± 1.87 olarak bulunmuştur. İki grup arasında yapılan cVEMP ölçümlerinde sol kulak p1 dalgasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$).
- 15- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sol kulak n1 dalgası 25.51 ± 3.24 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan cVEMP ölçümlerinde sol kulak n1 dalgası 23.45 ± 2.83 olarak ölçülmüştür. İki grup arasında yapılan cVEMP ölçümlerinde sol kulak n1 dalgasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).
- 16- Motosiklet kullanan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sağ kulak p1 dalgası 11.94 ± 2.53 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sağ kulak p1 dalgası 11.92 ± 2.39 olarak

ölçülmüştür. İki grup arasında yapılan oVEMP ölçümlerinde sağ kulak p1 dalgasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

17-Motosiklet kullanan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sağ kulak n1 dalgası 8.63 ± 1.73 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sağ kulak n1 dalgası 8.66 ± 1.85 olarak bulunmuştur. İki grup arasında yapılan oVEMP ölçümlerinde sağ kulak n1 dalgasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

18-Motosiklet kullanan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sol kulak p1 dalgası 12.70 ± 3.21 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanmayan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sol kulak p1 dalgası 11.46 ± 2.70 olarak bulunmuştur. İki grup arasında yapılan oVEMP ölçümlerinde sol kulak p1 dalgasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmiştir ($p<0.05$).

19-Motosiklet kullanan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sol kulak n1 dalgası 9.36 ± 2.18 olarak bulunmuştur. Motosiklet kullanamayan bireylerde yapılan oVEMP ölçümlerinde sol kulak n1 dalgası 8.35 ± 2.67 olarak ölçülmüştür. İki grup arasında yapılan oVEMP ölçümlerinde sol kulak n1 dalgası, istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

20-Elde edilen bulgular ışığında motosiklet kullanmanın vestibüler sistem üzerinde belirgin etkisi vardır ve vestibüler sistemi geliştirmektedir demek mümkün değildir.

21-İstatistiksel olarak statik ve dinamik denge skorlarında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir.

22-Katılımcı sayısının çok fazla olmaması dolayısı ile daha geniş çaplı, ileri araştırmaların yapılması motosiklet kullanımının vestibüler sistem üzerindeki etkilerini araştırmada yardımcı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. McCombe AW, Hearing Loss in Motorcyclists. Clinical Otolaryngology. 19: 177-178,1994.
2. McCombe AW, Binnington J. Davis A. Spencer H, Hearing Loss and Motorcyclists. The Journal of Laryngology and Otology. 109: 599-604, 1995.
3. McCombe AW. Binnington J. McCombe TS, Hearing Protection For Motorcyclists. Clin. Otolaryngol 18: 465-469, 1993.
4. McCombe AW. Binnington J, Hearing loss in Grand Prix Motorcyclists: Occupational Hazard or Sport Injury. Br. J. Sp. Med; 28(1), 1994.
5. Motosiklet Tarihçesi, Erişim: (<https://www.bilgiustam.com/motosikletin-tarihcesi/>). Erişim tarihi: 12/06/2018.
6. Motosiklet Tarihi, Erişim: (<https://www.motorcular.com/tr/moto-bilgi/motosikletin-tarihi->). Erişim tarihi: 19/07/2018.
7. Motosiklet Tarihi, Erişim: (<http://www.serenti.org/motosikletin-tarihi-motor-aski-nasil-basladi/>). Erişim tarihi: 15/06/2018.
8. Motosiklet; Erişim: (<http://www.wikipedia.org/motosiklet/>) Erişim tarihi: 15/06/2018.
9. Güngör F. Oktay C. Topaktaş Z. Akçimn M, Acil servise başvuran motosiklet kazası olgularının özellikleri. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.; 15(4):390-395, 2009.
10. Evans L, Frick M. Helmet effectiveness in preventing motorcycle driver and passenger fatalities. Accident Analysis & Prevention. 20:447-458; 1988.
11. Monk JP. Buckley R. Dyer D, Motorcycle-related trauma in Alberta: a sad and expensivestory. Can J Surg; 52(6):235-40, 2009.
12. Saunders A. Helmet vision: Seeing is believing. Motorcyclist January: 31-42;1991.
13. Uygur E. Ünal ÖK. Esenkaya İ. Kemah B. Başaran H, Ortopedi ve travmatolojide motosiklet yaralanmaları: Risk etmenleri, yaralanma tipleri ve hastane giderleri. Göztepe Tıp Dergisi; 29(4):230-235, 2014.
14. Şener N., Korkmaz M., Yılmaz M., Ordu S. Motosiklet Kazalarında Kas İskelet Sistemi Yaralanmaları. Haseki Tıp Bülteni; 53: 24-9, 2015.

15. Helminski JO, Zee DS, Janssen I, Hain TC. Effectiveness of particle repositioning maneuvers in the treatment of benign paroxysmal positional vertigo: a systematic review. *Phys Ther.*; 90:663-78; 2010
16. Chapman AE, Biomechanical analysis of fundamental human movements: Human Kinetics. USA: Edwards Brothers, 2008.
17. Horak FB, Macpherson JM, Postural orientation and equilibrium. *Comprehensive Physiology*, p:255-292, 2011.
18. Shumway-Cook, A. McCollum G, Assessment and Treatment of Balance Deficits. P.C. Montgomery, B.H. Connolly (Ed). *Motor Control and Physical Therapy: Theoretical Framework and Practical Applications* (s.123-138). Hixson, Tennessee: Chattanooga Group, 1991.
19. Deliagina TG, Zelenin PV, Beloozerova IN, Orlovsky GN, Nervous mechanisms controlling body posture. *Physiology & Behavior*, 92 (1), 148-154, 2007.
20. Klc DG, Yanık B, Vestibüler Rehabilitasyon, *FTR Bil Der - J PMR Sci* ;9(2):69-75, 2006.
21. Fife TD, Giza C. Posttraumatic vertigo and dizziness. *Semi Neurol* ; 33:238-43, 2013.
22. Usta A, Serebral Palsili ocuklarda Denge Değerlendirilmesinde Kullanılan Farklı yöntemlerin Karşılaştıırılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2011.
23. Taner, D., Atasever, A., Durgun, B. (1998). Fonksiyonel Nroanotomi ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. -METU PRESS– Yayınları, Ankara, s:160-161, 1998.
24. neri A. Vestibüler Rehabilitasyon. *Otoskop*; 2:78-81, 2002.
25. Tekin, D. Modern Dansılarda Proprioseptif-Nöromuskuler Eğitimin ve Kinezyo-Bant Uygulamasının Dengeye Olan Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2013.
26. Horak, F., Nashner, L., Diener, H. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*, 82 (1), 167-177, 1990.
27. Assaiante, C., Mallau, S., Viel, S., Jover, M., Schmitz, C. Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plasticity*, 12 (2-3), 109-118, 2005.

28. Teker B. T.C. Mental Retardasyonlu Bireylerde Tai Chi Egzersiz Programı Ve Klasik Denge Egzersizlerinin Denge Parametreleri Ve Denge İle İlgili Aktiviteler Üzerine Etkileri. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü .(Doktora Tezi). Ankara. 2015
29. Belgin E., Şahli S., Temel Odyoloji. 2.Baskı S: 450-452
30. Dix MR, Hallpike CS. The pathology, symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. The Annals of otology, rhinology, and laryngology.;61(4):987-1016, 1952.
31. Dal T, Ozluoglu LN, Ergin NT. The canalith repositioning maneuver in patients with benign positional vertigo. European archives of oto-rhino-laryngology: official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies.;257(3):133-6, 2000.
32. Herdman SJ, Tusa RJ, Physical Therapy Management of Benign Positional Vertigo. In: Herdman SJ,editör. Vestibular Rehabilitation.3rd ed. Philadelphia, U.S.A.:F.A. Davis;.p.233-60, 2007.
33. Baloh RW, Jacobson K, Honrubia V. Horizontal semicircular canal variant of benign positional vertigo. Neurology.;43(12):2542-9,1993.
34. Nuti D, Vanunucchi P, Paganini P. Benign paroxysmal positional vertigo of the horizontal canal: a form of canalolithiasis with variable clinical features. Journal of vestibular research: equilibrium & orientation.;6(3):173-84, 1996.
35. Imai T, Takeda N, Uno A, Morita M, Koizuka I, Kubo T. Three-dimensional eye rotation axis analysis of benign paroxysmal positioning nystagmus. ORL; journal for oto-rhino-laryngology and its related specialties.;112(5):796-801, 2002.
36. Furman JM., Approach to the patient with vertigo 2013. Available from :<http://www.up-todate.com>.
37. Choi KD., Oh SY, Park SH, Kim JH, Koo JW, Kim JS. Head-shaking nystagmus in lateral medullary infraction: patient and possible mechanisms.Neurology.;68(17):1337-44, 2007.
38. Erbek HS. Sağlıklı erişkin bireylerde oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (oVEMP) normal değerleri: Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji, Konuşma ve Ses Bozuklukları Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2012.
39. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. Clin Neurophysiol ; 121:636-651, 2010.

40. De Vries H, Bleeker JD. The microphonic activity of the labyrinth of the pigeon; the response of the cristae in the semi-circular canals. *Acta Otolaryngol*; 37:298-306, 1949.
41. Bickford RG, Jacobson JL, Cody DT. Nature of Average Evoked Potentials to Sound and Other Stimuli in Man. *Ann N Y Acad Sci*; 112:204-223, 1964.
42. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 57:190-197, 1994.
43. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. *Clin Neurophysiol*; 112:1971-1979, 2001.
44. Deriu F, Tolu E, Rothwell JC. A sound-evoked vestibulo-masseteric reflex in healthy humans. *J Neurophysiol*; 93:2739-2751, 2005.
45. Ferber-Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: a comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles. *Acta Otolaryngol* ; 117:472-481, 1997.
46. Wu CH, Young YH, Murofushi T. Tone burst-evoked myogenic potentials in human neck flexor and extensor. *Acta Otolaryngol*; 119:741-744, 1999.
47. Cherchi M, Bellinaso NP, Card K, et al. Sound evoked triceps myogenic potentials. *Otol Neurotol* ; 30:545-550, 2009.
48. Watson SR, Colebatch JG. Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: a comparison between click and galvanic stimulation. *Exp Brain Res.*; 119:504-510,1998.
49. Bjork A, Kugelberg E. The electrical activity of the muscles of the eye and eyelids in various positions and during movement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*; 5:595-602, 1953.
50. Todd NP, Rosengren SM, Colebatch JG. A short latency vestibular evoked potential (VsEP) produced by bone-conducted acoustic stimulation. *J Acoust Soc Am*; 114:3264-3272, 2003.
51. Rosengren SM, McAngus Todd NP, Colebatch JG. Vestibular-evoked extraocular potentials produced by stimulation with bone-conducted sound. *Clin Neurophysiol* ; 116:1938-1948, 2005.
52. Govender S, Rosengren SM, Colebatch JG. The effect of gaze direction on the ocular vestibular evoked myogenic potential produced by air-conducted sound. *Clin Neurophysiol*; 120:1386-1391, 2009.

53. Colebatch JG, Rothwell JC. Motor unit excitability changes mediating vestibulocollic reflexes in the sternocleidomastoid muscle. *Clin Neurophysiol*; 115:2567-2573, 2004.
54. Chihara Y, Iwasaki S, Fujimoto C, Ushio M, Yamasoba T, Murofushi T. Frequency tuning properties of ocular vestibulo-ocular evoked myogenic potentials. *Neuroreport* ; 20:1491-1495, 2009.
55. Todd NP, Rosengren SM, Colebatch JG. A utricular origin of frequency tuning to low-frequency vibration in the human vestibular system? *Neurosci Lett*; 451:175-180, 2009.
56. Hızal E., Erbek H. S., Özlüoğlu L.N. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP), *Bozok Tıp Derg.*; 1(1):26-37, 2014.
57. Derinsu U., İsgenderova Baş E., Akdaş F., Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Standardizasyonu. *Marmara Medical Journal*; 22(2);127-133, 2009.
58. Timothy Ch. Moving Platform Posturography Testing Computerized Dynamic Posturography (CDP). December 30, 2011
59. Stewart MG, Chen AY, Wyatt JR, Favrot S, Beinart S, Coker NJ and Jenkins HA. "Cost-effectiveness of the diagnostic evaluation of vertigo." *Laryngoscope* 109(4): 600-5, 1999.
60. Baloh RW, Jacobson KM, Beykirch K and Honrubia V. "Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions." *Arch Neurol* 55(5): 649-54, 1998.
61. Biciçi S., Karataş N., Baltacı G. Effect Of Athletic Taping And Kinesiotaping® on Measurements of Functional Performance in Basketball Players with Chronic Inversion Ankle Sprains. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Volume 7, Number 2 , , Page 154, April 2012
62. Monk JP, Buckley R, Dyer D. Motorcycle-related trauma in Alberta: a sad and expensivestory. *Can J Surg* ;52(6):235-40, 2009.
63. Zambon, F, Hasselberg M. Socio economic differences and motorcycle injuries: age at risk and injury severity among young drivers: a Swedish nation wide cohort study. *Accid Anal Prev* 2006;38(6):1183-9,2006.
64. Hurt H,Jr. Status report of accident investigation data motorcycle accident cause factors and identification of countermeasures. Los Angeles, CA. Traffic Safety Center, Univesity of Southern California; 1979.

65. Güngör F, Oktay C, Topaktaş Z, Akçimen M. Analysis of motorcycle accident victims presenting to the emergency department. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* ;15(4):390-5, 2009.
66. Emniyet Genel Müdürlüğü; Türkiye İstatistik Kurumu. Trafik kaza istatistikleri-Karayolu 2011, Ankara, 2012.
67. Rowland J, Rivara F, Salzberg P, Soderberg R, Maier R, Koepsell T. Motorcycle helmet use and injury outcome and hospital costs from crashes in Washington state. *Am J Public Health* ;86(1):41-5, 1996.
68. Philip AF, Fangman W, Liao J, Lilienthal M, Choi K. Helmets prevent motorcycle injuries with significant economic benefits. *Traffic Inj Prev* ;14(5):496-500, 2013.
69. Güngör F, Oktay C, Topaktaş Z, Akçimen M. Analysis of motorcycle accident victims presenting to the emergency department. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* ;15(4):390-5, 2009.
70. Koçak S, Uçar K, Bayır A, Ertekin B. Acil Servise Başvuran Motosiklet ve Bisiklet Kazası Olgularının Karakteristikleri. *Turk J Emerg Med* ;10(3):112-8, 2010.
71. McKnight A.J., McKnight A.S. The Effects Of Motorcycle Helmets Upon Seeing and Hearing., *Accid. Anal. And Prev.* , 27: (4); 493-501, 1995.
72. Lesage F., Jovenin N., Deschamps F., Vicent S. Noise-induced hearing loss in French Police officers. *Occupational Medicine.* 59: 483-486, 2009.
73. Aldman B, Gustaffson H, Nygren A, Wersall J. Hearing and Motorcycle helmets. *Journal of Traffic Medicine.* 11:42-44; 1983.
74. Timmer FC., Zhou G., Guinan JJ., Kuajawa SG.,et al. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) in patients with Meniere' disease with drop attacks. *Laryngoscope.* 116:776-9, 2006.
75. Sandrey, M.A. The Comparative Effects Of A Six-Week Balance Training Program, Gluteus Medius Strength training Program, And Combined Balance Training/Gluteus Medius Strength Training Program On Dynamic Postural Control, Master Of Science In Athletic Training, School Of Physical Education, Morgantown, West Virginia. 2006.
76. McLeod B., Hansen E. EffectsOf TheEyerobics Visual Skills Training Program On Static Balance Performance Of Male And Female Subjects. *Percept Mot Skills*, 69(3):1123-6, 1989.

77. Guyton A.C. Textbook of Medical Physiology. İstanbul: Nobel Kitabevi. 1986.
78. Paillard TH, Noe F. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 16: 345-348, 2005.
79. Paillard T, Noé F, Rivière T, Marion V, Montoya R. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. Journal of Athletic Training, 41: 172 – 176, 2006.
80. Kocaağa T. Egzersize Bağlı Kas Hasarının Denge Performansına Etkisi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu , 2014.
81. Gür F. Kor Antrenmanın 8-14 Yaş Grubu Tenis Sporcularının Kor Kuvveti, Statik ve Dinamik Denge Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80 sayfa, Ankara, 2015.