T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Erdoğan BULUT

FARKLI DİNAMİK DENGE POZİSYONLARINDA VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLER (VEMP) SONUÇLARININ İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

NİHAL EVRAN

Referans no: 10509658

EDİRNE-2024

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Erdoğan BULUT

FARKLI DİNAMİK DENGE POZİSYONLARINDA VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLER (VEMP) SONUÇLARININ İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

NİHAL EVRAN

Destekleyen Kurum: TÜBAP 2023/95

EDİRNE-2024

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI ..... **I**
ETİK BEYAN ..... **II**
İTHAF ..... **III**
TEŞEKKÜR ..... **IV**
SİMGE VE KISALTMALAR ..... **V**
ÖZET ..... **VI**
ABSTRACT ..... **VIII**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
2. GENEL BİLGİLER **2**
2.1. Denge ve Denge Sistemi **2**
2.1.1. Görsel Sistem **3**
2.1.2. Proprioseptif Sistem **3**
2.1.3. Vestibüler Sistem **4**
2.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi **4**
2.2.1. Periferik Vestibüler Sistem **5**
2.2.2. Santral Vestibüler Sistem **10**
2.3. Vestibüler Refleksler **12**
2.3.1. Vestibülooküler Refleks (VOR) **12**
2.3.2. Vestibülospinal Refleks (VSR) **12**
2.3.3. Vestibülokolik Refleks (VKR) **13**
2.4. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi **13**
2.4.1. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) Testi **13**
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER **17**
3.1. Çalışmanın Türü **17**
3.2. Çalışmanın Yeri ve Zamanı **17**
3.3. Çalışmanın Örneklemi **17**
3.4. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri **17**
3.5. Çalışmanın Etik Yönü **18**
3.6. Çalışmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri **18**
3.7. Çalışmada Kullanılan Araç, Gereç ve Yöntemler **18**

3.7.1. Odyolojik Değerlendirmeler 18
3.7.2. Vestibüler Değerlendirmeler 19
3.8. İstatistiksel Analiz 22
4. BULGULAR 23
4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri 23
4.2. Odyolojik Değerlendirmeler 23
4.2.1. Bireylerin İmmitansmetri Testi ve Saf Ses Ortalaması 23
4.3. Vestibüler Değerlendirmeler 24
4.3.1. Bireylerin c-VEMP Amplitüd Asimetri Oranları 24
4.3.2. Bireylerin Sternokleidomastoid Kası Kontraksiyonu Karşılaştırması 24
4.3.3. Bireylerin Kulaklar Arası c-VEMP Amplitüd Değerlerinin Karşılaştırması 25
4.3.4. Bireylerin Kulaklar Arası c-VEMP Latans Değerlerinin Karşılaştırması 26
4.3.5. Bireylerin Aynı Kulaklarda Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık ve Gözler Kapalı Durumda c-VEMP Testi Karşılaştırması 26
4.3.6. Bireylerin Aynı Kulaklarda Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık ve Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durumda c-VEMP Testi Karşılaştırması 27
4.3.7. Bireylerin Aynı Kulaklarda Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık ve Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durumda c-VEMP Karşılaştırması 28
5. TARTIŞMA 30
KAYNAKLAR 34
EKLER I
EK 1: Etik Kuruk Onayı……. I
ÖZGEÇMİŞ II
BENZERLİK RAPORU III

ONAY SAYFASI

ETİK BEYAN

“Farklı Dinamik Denge Pozisyonlarında Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) Sonuçlarının İncelenmesi” adlı bana ait olan tez çalışmamın bütün aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bütün verileri ve bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, verilerde ve sonuçlarda herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezimin yazımında yapay zeka yazılımları kullanmadığımı, diğer kaynaklardan elde ettiğim bilgi ve yorumlara tezimde uygun şekilde kaynak gösterdiğimi ve kaynaklar bölümünde yer verdiğimi, patent ve telif haklarını ihlal edici herhangi bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Nihal EVRAN

İmza

İTHAF

"Aileme ve yol arkadaşıma ithaf ediyorum."

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bana destek olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, akademik olarak gelişmemde büyük katkısı bulunan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erdoğan BULUT'a ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini paylaşan bütün hocalarıma;

Tezimin her aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen, bütün sorularımı sabırla cevaplayan dostlarım Öğr. Gör. Gülçin HANÇER ARSLAN ve Öğr. Gör. Murat ARSLAN'a;

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nihal EVRAN

SİMGE VE KISALTMALAR

AAO: Amplitüd Asimetri Oranı

c-VEMP: Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

o-VEMP: Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

SKM: Sternokleidomastoid

SSK: Semisirküler Kanal

VEMP: Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

VKR: Vestibülokolik Refleks

VOR: Vestibülooküler Refleks

VSR: Vestibülospinal Refleks

ÖZET

‘‘Farklı Dinamik Denge Pozisyonlarında Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) Sonuçlarının İncelenmesi’’, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 2024

Giriş ve Amaç: Bu çalışmada farklı duruş ve pozisyonlarda kişinin denge sisteminde meydana gelebilecek değişikliklerin Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (c-VEMP) testiyle araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmamız etik kurul onayı ve bilgilendirilmiş onam formu alındıktan sonra Trakya Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde 45 sağlıklı ve gönüllü bireyler üzerinde farklı duruş ve pozisyonlarda test tekrarı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm gönüllü katılımcılara ilk olarak otoskopik bakı, işitme ve denge muayenesi sonrasında normal işitme varlığı için odyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Normal işitmeye sahip bireyler için c-VEMP testi düz zeminde ayakta gözler açık, ayakta gözler kapalı, Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık olacak şekilde 3 farklı durumda uygulanmıştır. c-VEMP yanıtlarında P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Çalışmamızda c-VEMP yanıtlarını düz zeminde ayakta gözler açık ve kapalı durumlarında değerlendirdiğimiz zaman, kapalı durum pozisyonunda açık duruma göre istatistiksel olarak anlamlı derecede sol P1-N1 latanslarında uzama gözlenirken, her iki kulağın amplitüdlerinde ise azalma gözlenmiştir (Sağ P1-N1 Amp-p=0,009; Sol P1-N1 Amp-p=0,006; Sol P1; N1-p=0,001). Düz zeminde ayakta gözler açık durum ile Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık durumu karşılaştırdığımızda ise her iki kulağın dalgalarının amplitüd ve latanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Son olarak Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık durum ile düz zeminde ayakta gözler kapalı durum sonuçlarını değerlendirdiğimizde, kapalı durum pozisyonunda açık duruma göre istatistiksel olarak anlamlı derecede sağ N1, sol P1-N1 latanslarında uzama ve her iki kulağın dalga amplitüdlerinde azalma gözlenmiştir (Sağ P1-N1 Amp-p=0,012; Sol P1-N1 Amp-p=0,013, Sağ N1-p=0,029; Sol P1-p=0,046; N1-p=0,001)

Sonuç: Dengeyi kontrol etmekten sorumlu sistemlerden herhangi birinin ortadan kalkması veya yetersizliği diğer sistemler tarafından telafi edilir; ancak denge bu durumdan etkilenir. Çalışmamız sonucunda vestibüler sisteme ek olarak görsel sistemden gelen bilgilerin

proprioseptif sistemden gelen bilgilere göre dengenin korunması açısından daha büyük rolü olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Denge, vestibüler sistem, görsel sistem, proprioseptif sistem, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeli

Destekleyen Kurum: Bu çalışma, Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 2023/95

ABSTRACT

‘‘Examination of Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP) Results in Different Dynamic Balance Positions’’, Trakya University Institute of Health Sciences, Department of Audiology, Master’s Thesis, Edirne, 2024

Introduction and Aim: This study aimed to investigate the possible changes in a person's balance system in different postures and positions with the Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials (c-VEMP) test.

Materials and Methods: After obtaining ethics committee approval and an informed consent form, our study was conducted at Trakya University Health Application and Research Center on 45 healthy and volunteer individuals, with repeat tests in different postures and positions. All volunteer participants first underwent otoscopic examination and hearing and balance examination, and then audiological evaluations for the presence of normal hearing. For individuals with normal hearing, the c-VEMP test was performed in 3 different situations: standing on a flat surface with eyes open, standing on a flat surface with eyes closed, and standing on a Foam Pad with eyes open. P1-N1 latencies and amplitudes were evaluated in c-VEMP responses. The data obtained was analyzed statistically.

Results: In our study, when we evaluated the c-VEMP responses while standing on a flat surface with eyes open and closed, a statistically significant prolongation was observed in the left P1-N1 latencies in the closed position compared to the open position, while a decrease was observed in the amplitudes of both ears (Sağ P1-N1 Amp-p=0,009; Sol P1-N1 Amp-p=0,006; Sol P1; N1-p=0,001). When we compared the situation with eyes open while standing on the flat ground with the situation with eyes open while standing on the Foam Pad, no statistically significant difference was observed in the amplitudes and latencies of the waves of both ears (p>0,05). Lastly, when we evaluated the results of the eyes open position standing on the Foam Pad and the eyes closed position standing on the flat ground, a statistically significant prolongation of the right N1, and left P1-N1 latencies and a decrease in the wave amplitudes of both ears were observed in the closed position compared to the open position (Sağ P1-N1 Amp-p=0,012; Sol P1-N1 Amp-p=0,013, Sağ N1-p=0,029; Sol P1-p=0,046; N1-p=0,001).

Conclusion: The disappearance or inadequacy of any of the systems responsible for controlling the balance is compensated by other systems; however, the balance is affected by this situation. As a result of our study, in addition to the vestibular system, we think that the information

coming from the visual system has a greater role in maintaining balance than the information coming from the proprioceptive system.

Key Words: Balance, vestibular system, visual system, proprioceptive system, vestibular evoked myogenic potential

Supporting Institution: This study was supported by Trakya University Scientific Research Projects Unit. Project Number: 2023/95

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Denge, kişinin hareket sırasında veya sabit pozisyonda vücudun ağırlık merkezini desteğe dayalı olarak kontrol edebilmesi sürecidir (1). İki tür denge bulunmaktadır: Statik denge ve dinamik denge. Statik denge, bozulmamış çevre koşulları altında dengenin korunmasıdır. Dinamik denge, iç veya dış faktörlerin neden olduğu çevresel koşullardaki bozulmaya tepki olarak dengenin korunması veya yeniden düzenlenmesi olarak tanımlanır. Bunlar normal duruş, görme veya destek yüzeylerinin bozulmasından kaynaklanan değişiklikleri içerir. Bu nedenle postüral kontrol sisteminin destek yüzeyi boyunca kütle merkezini koruması veya yeniden konumlandırması gerekir (2).

Denge sistemi baş hareket halindeyken görme alanının sabit tutulması ve yerçekimine karşı postürün kontrol edilmesine bağlı olarak motor cevaplar oluşması sonucu ortaya çıkmaktadır (3). Dengenin devam edebilmesi için duyusal sistemlerden görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin uyum içerisinde çalışması gerekmektedir (4).

Vestibüler sistemin değerlendirilmesinde birçok test yöntemi kullanılmaktadır. Bunlardan biri, otolit organın uyarılması sonucu kasta sonlanan refleks arkını ölçen elektrofizyolojik bir test yöntemi olan Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testidir. Son yapılan çalışmalarda VEMP testi statik denge pozisyonlarında otururken ya da yatarken uygulanmıştır (5). Çalışmamızda hareket halinde ya da dinamik denge pozisyonlarında dengeyi korumak için vestibüler sistem bilgilerine daha fazla ihtiyaç duyulduğundan dolayı günlük hayattaki farklı duruş ve pozisyonlarımızın denge sisteminde meydana gelen değişikliklerinin VEMP testi ile araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı dinamik denge pozisyonlarında vestibüler kompanzasyon mekanizmalarının uyarılmış potansiyeller bazında değerlendirmesi hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Denge ve Denge Sistemi

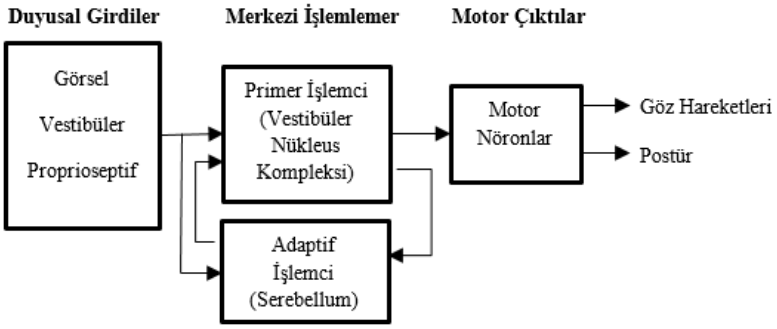
Denge "*Destek yüzeyi üzerinde ağırlık merkezinin kontrol edilme becerisidir*." şeklinde tanımlanmaktadır (6). Denge, ağırlığın yere düşmesini engelleyen mekaniği tanımlayan genel bir terimdir ve değişen koşullarda kişinin ağırlık merkezinin bir destek yüzeyi içerisinde muhafaza edilmesi, bu durumun devam ettirilmesi ve korunmasını ifade eder (7). Denge tüm hareketlerin temelidir. Kazaları önlemek ve verimli çalışmak için günlük yaşamda denge gereklidir.

Denge, hareket sisteminin uyum içerisinde çalışmasıdır. Sağlıklı insanlarda bu uyum hem dinlenme sırasında hem de hareket halindeyken geçerlidir (8).

Denge, statik ve dinamik denge olarak ikiye ayrılmaktadır. Statik denge, dış kuvvetlere ihtiyaç duymadan, duruş veya vücut parçalarının belirli bir pozisyonda tutulması için otomatik olarak sağlanan bir dengedir ve ağırlık merkezinin sabit kaldığı hareketleri içerir. Dinamik denge, vücuda etki eden dış kuvvetlerin, kasları ve eklemleri çevreleyen yumuşak dokular aracılığıyla nötralize edilmesiyle elde edilen dengedir. Dinamik denge hareketlerinde yapılan harekete bağlı olarak ağırlık merkezi sürekli değişir. Bütün hareketlerin temelinde, statik denge, dinamik denge veya her ikisi vardır (9,10).

Denge; vestibüler, görsel (vizüel) ve proprioseptif (duyusal) sistemlerden alınan bilgilerin merkezi sinir sisteminde işlenip gerekli uyarıların kas-iskelet sistemine gönderilmesiyle ortaya çıkan karmaşık bir yapıdır (11). Serebellum da bu yapı içerisinde görev alır, bilgi akışını karşılaştırır ve koordinasyonu sağlar; bazı durumlarda da giriş sistemlerinden gelen sinyalleri etkiler. Dengeyi oluşturmak için giriş sistemlerinden aldığı bilgileri beynin ilgili kısımlarından da destek alarak kullanır ve hareketi koordine eder (8).

Denge sistemi, postüral dengenin devamlılığını, hareketin hissedilmesini ve vücut parçalarının konumunun sürekli farkındalığını sağlar (12). Başın hareketi sırasında görme alanının sabit tutulması ve yerçekimi alanında vücut pozisyonunun kontrolü, denge sisteminin en temel iki işlevidir (13). Dengeyi korumak ve sürdürebilmek için duyusal sistemlerden görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin birlikte uyum içinde çalışması gerekir (14).



Şekil 2.1. Denge sisteminin mekanizması (15)

2.1.1. Görsel Sistem

Retinada iki tür duyu reseptörü bulunmaktadır. Bunlar; çubuk ve koni adını almaktadır. Bu reseptörlerin görmeyle ilgili çeşitli fonksiyonları mevcuttur. Çubuk reseptörleri ışığa karşı çok duyarlıdır ancak çözünürlükleri düşüktür. Koni reseptörleri ise ışığa karşı hassas değildirler buna karşın çok yüksek bir çözünürlüğe sahiptirler. Bu nedenle çok daha net bir görüş sağlarlar. Ayrıca koni reseptörleri renkleri görmemizi sağlar (6).

Işık göze girer ve mercek tarafından retinaya odaklanır. Işık çubuk ve koni reseptörlerine çarptığında, bu reseptörler beyne bireyin diğer nesnelere göre yönelimini belirleyen görsel ipuçları gönderir (16).

Görsel sistem, başın çevresindeki cisimlere göre hareketi ve pozisyonuyla ilgili sinyal verir. Merkezi sinir sistemi (MSS)'ne otolitlerden gelen sinyallerin başın doğrusal hareketine göre mi yoksa yerçekimine göre mi olduğu hakkında gerekli bilgiyi sağlar. Görsel sistem, başın görsel çevreye oranla yavaş hareketleri ve statik eğimi hakkında da bilgi vermektedir (15).

Görsel sinyaller, vestibüler ve proprioseptif sistemden gelen duyusal verilerle birleşerek postüral kontrole katkıda bulunur. Postüral salınımları azaltmaya yardımcı olduğundan dolayı görsel geribildirimler denge kontrolünde önemli bir yere sahiptir (15).

Görme bozuklukları; denge sorunlarına, okuma güçlüklerine, baş ağrılarına, baş dönmesine ve mide bulantısına neden olabilir. Çevreyi net görebilmek için gözleri hareket ettirmek ve sabitlemek amacıyla çeşitli hareketler ve kas aktiviteleri kullanılır (6).

2.1.2. Proprioseptif Sistem

Proprioseptif sistem, vücudun destekleyici yüzeylere göre konumu ve hareketi ile vücut parçalarının birbirine göre pozisyonu ve hareketi hakkında bilgi sağlar. Proprioseptif sistem ayak bilekleri ve eklemlerdeki kas gerginliği ve eklem konumu hakkında bilgi ileterek vücut

parçalarının birbiriyle ve destekleyici yüzeylere göre nasıl hizalandığı hakkında bilgi sağlar (17). Proprioseptörler; belirli bir uzuvun konumunu ve yönelimini gösteren eklem, kas ve tendonlardaki statik kuvvetlere ve belirli bir uzvun hareketini gösteren bu kuvvetlerdeki dinamik değişikliklere yanıt verirler (18,19).

Boyun ve ayak bileklerinin duyusal uyarılması önemlidir. Boyun kısmından gelen proprioseptif sinyaller, başın hangi tarafa döndüğünü gösterir. Ayak bileklerinden alınan bilgiler, temas halindeki yüzeylere ve bu yüzeylerin kalitesine bağlı olarak vücut hareketlerini ve titreşimlerini belirlemeye yardımcı olur (18,19).

2.1.3. Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem, proprioseptif ve görsel sistemlerden gelen bilgilerle birleşerek, merkezi sinir sisteminde tüm bilgilerin yorumlanmasıyla duruş ve dengenin korunmasını ayrıca sürdürülmesini sağlaması açısından önemlidir (18,19).

Vestibüler ve proprioseptif sinyaller, merkezi sinir sisteminin yerçekimi altındaki dengeyi düzenlemesine ve vestibülospinal yol boyunca postüral tonusunun düzenlemesine yardımcı olur (20). İnsanlar, vestibüler sistemden gelen girdiyi ve çevresel uyaranlardan gelen proprioseptif girdiyi kullanarak konumlarını anlayabilirler.

2.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi

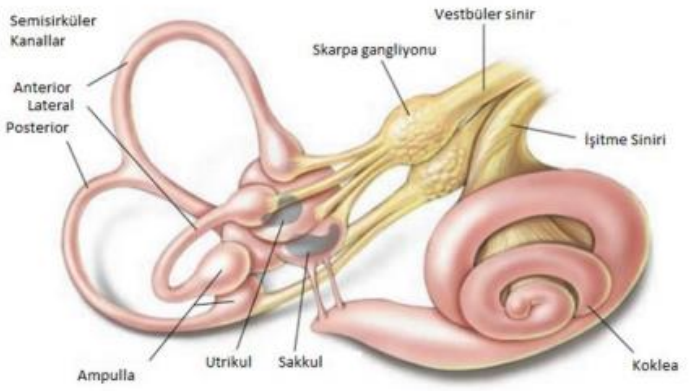
Vestibüler sistem yer çekimini, başın uzaydaki pozisyonunu, vücut hareketini ve pozisyon değişikliklerini algılayan duyusal yapılardan oluşur. Vestibüler sistem, periferik vestibüler yapılar, postural kaslar, beyin sapı, serebellum ve serebral korteks arasındaki iletişimi içeren karmaşık bir duyusal organizasyondur (15). Her iki kulağın vestibüler uç organlarından iletilen ve diğer duyu sistemleri tarafından toplanan bilgiler, merkezi sinir sistemi tarafından işlenerek duruşu sağlayan kaslara gönderilir. Böylece gözleri bir hedef noktaya sabitlemek, bazı kasların tonusunu ayarlamak gibi çeşitli refleks mekanizmalarıyla duruş korunur ve denge sağlanır (21).

Vestibüler sistem periferik ve santral vestibüler sistem olarak iki bölümden oluşmaktadır. Periferik vestibüler sistem semisirküler kanallar (SSK), utrikül, sakkül ve vestibüler sinir tarafından meydana gelirken, santral vestibüler sistem ise vestibüler çekirdekler ve santral bağlantılardan oluşur (22).

2.2.1. Periferik Vestibüler Sistem

Periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin petröz kısmı içerisinde yer alan kemik ve zar labirentten meydana gelmektedir. Kemik labirent, üç tane semisirküler kanal, koklea ve vestibül adı verilen yapılardan oluşmaktadır. Vestibül içerisinde utrikül ve sakkül adı verilen yapılar bulunmaktadır. Utrikül, sakkül ve semisirküler kanallar vestibüler sistemin sensör organları olarak görev yapmaktadır (23). Utrikül ve sakkül başın lineer hareketlerine duyarlı iken semisirküler kanallar başın rotasyonel hareketlerine karşı duyarlıdır.

Kemik labirentin içi beyin-omurilik sıvısına benzeyen, sodyum bakımından yüksek perilenf olarak adlandırılan sıvı ile kaplıdır. Zar labirent, kemik labirentin içerisinde yer almaktadır. Zar labirentin içinde potasyum bakımından yüksek endolenf adı verilen sıvı bulunmaktadır. Rotasyonel ve lineer hareketlerimizi algılayan utrikül, sakkül ve semisirküler kanallar zar labirentte yer almaktadır (24).



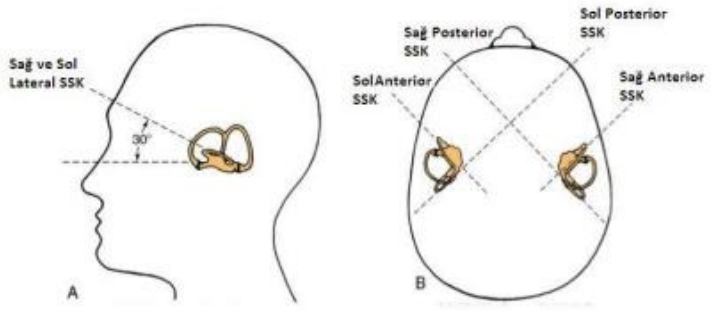
Şekil 2.2. Periferik vestibüler sistem (25)

Semisirküler kanallar:

Semisirküler kanallar (SSK) başın açısal hareketlerini algılayan posterior (inferior), anterior (superior) ve lateral (horizontal) olarak adlandırılan üç tane kanaldır (26). Semisirküler kanalların üçü de birbirine 90° lik açı ile dik olacak biçimde konumlanmıştır (27). Lateral SSK' lar yatay eksende yukarıya doğru 30° lik açı yapacak biçimde yerleşmiştir. Anterior SSK' lar dikey eksende öne ve dışarıya doğru 45° lik açı yapacak biçimde, posterior SSK' lar da geriye ve dışarıya doğru 45° lik açı yapacak bir biçimde konumlanmıştır (28,29).

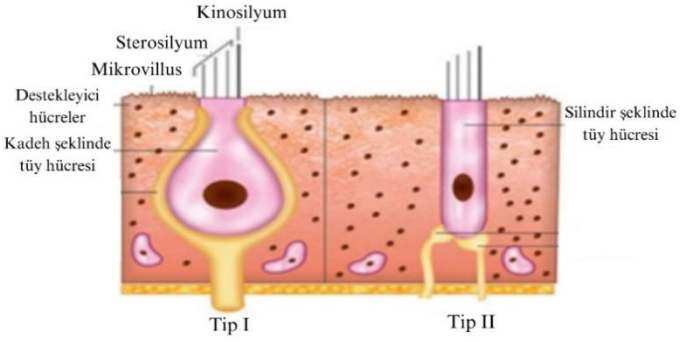
Her SSK belirli bir düzlemdeki harekete duyarlıdır. Fakat tek taraftaki semisirküler kanallar açısal hareketlerin algılanması için yeterli gelmemektedir. Her bir semisirküler kanalın karşı taraftaki kulakta simetrik bir kanalı yer almaktadır. Sağ ile sol lateral semisirküler kanallar

birbirinin simetrik kanalıdır. Sol anterior kanal ile sağ posterior kanal, sol posterior kanal ile de sağ anterior kanal birbirinin simetrik kanallarıdır (30). Açısal hareket, başın açısal hareketine bağlı olarak simetrik semisirküler kanallarda farklı elektriksel potansiyellerin oluşmasıyla algılanır (31).



Şekil 2.3. Semisirküler kanalların yerleşimleri (32)

Her bir SSK' da bulunan, açısal hareketlerin nöral aktiviteye dönüştürülmesini sağlayan kısıma ampulla adı verilmektedir (33). Ampullada krista ampullaris diğer adıyla reseptör uç organ yer almaktadır. Bu yapıda başın açısal hareketlerini algılayan reseptör tüy hücreleri bulunmaktadır. Krista ampullaris kabarık bir yapıdadır ve tepe kısmında daha çok kadeh şeklinde Tip I olarak adlandırılan hücreler bulunmaktadır. Kenarlarda ise daha çok silindir şeklinde Tip II olarak adlandırılan hücreler bulunmaktadır (34). Tip I tüy hücreleri düzensiz ateşleme yapan daha kalın miyelinli sinir liflerine sahiptir ve Tip II tüy hücreleri de düzenli ateşleme yapan daha ince miyelinli sinir liflerine sahiptir (35). Tüy hücrelerinin üzerinde kupula denilen jelatinime benzeyen bir madde bulunur (24). Her bir tüy hücresi 50 ile100 adet arasında sterosilyum ile bir adet kinosilyumdan oluşur (36). Başın açısal hareketi sonucunda oluşan endolenfin hareketi kupulayı aktifleştirir, bunun sonucunda sterosilyumlar ve kinosilyum bükülür ve tüy hücreleri depolarize veya hiperpolarize olur (37). Bu hareket 8. kranial sinirin vestibüler kolunu inerve eden tüy hücrelerini aktif hale getirir (33).



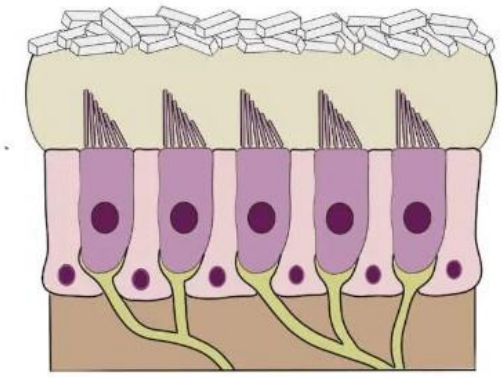
Şekil 2.4. Tip I ve Tip II tüy hücreleri (38)

Açısal bir hareketle bir veya daha fazla semisirküler kanal uyarılarak uzay eksenindeki hareketlerin algılanması sağlanır. Başın horizontal eksende sağa ya da sola dönmesiyle birlikte horizontal semisirküler kanallar uyarılırken, aşağı ve yukarı hareketlerde de anterior ve posterior semisirküler kanallar uyarılır (33).

Simetrik kanal çifti olan sağ ve sol lateral kanallardaki tüy hücreleri ters yöne polarizedir. Baş horizontal eksende hareket ettiğinde bir kulaktaki hücreler uyarılırken diğer kulaktaki hücrelerde ise inhibasyon meydana gelir. Her iki lateral kanaldan gelen girdi merkezi sinir sistemi (MSS)'ne giderek bu ikisi arasındaki asimetri başın hareketi olarak algılanır. Diğer simetrik kanal olan sağ anterior kanal ile sol posterior kanalın polarizasyonları da zıttır. Başın öne doğru hızlanması sol anterior kanalda eksitasyona, sağ posterior kanalda ise inhibisyona neden olur. Her bir simetrik kanal çifti yalnızca kendi düzlemindeki hızlanmaya cevap verdiğinden başın hareketi üç çift simetrik kanaldan gelen verilerin vektör toplamı olarak MSS tarafından algılanarak denge sağlanmış olur (39).

Otolit organlar:

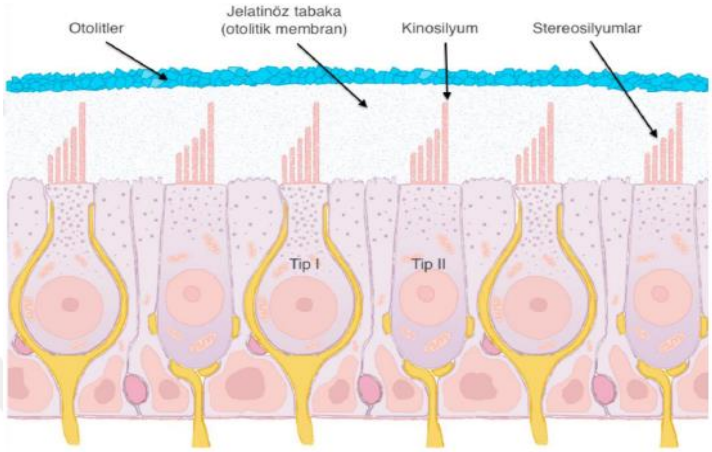
Utrikül ve sakkül kemik labirentte bulunan otolit organlardır (22). Utrikül oval ve hafifçe düz bir keseciktir ve iç kulaktaki vestibülün girişinde bağ dokusu ile 8. Kranial Sinir'in utriküler kolundan gelen liflerle yapışıktır. Sakkül ovaldir, utrikülden daha küçük bir yapıdadır ve 8. Kranial Sinir'in sakküler dalına yapışıktır (40,41).



Şekil 2.5. Otolit organın genel yapısı (42)

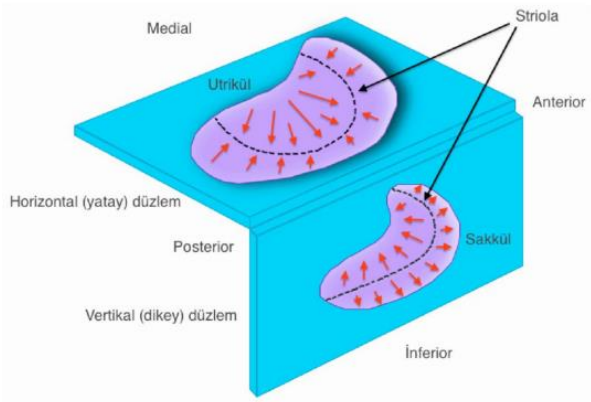
Otolit organlar başın doğrusal hareketlerine, yer çekimi kuvveti ile statik eğilmelere karşı duyarlıdır. Her bir otolit organda makula denilen duyusal nöroepitelyum hücresi vardır (22). Utrikülde makula yatay düzlemde sakkülde makula dikey düzlemde yer alır. Böylece utrikül yatay ivmelenmeleri, sakkül dikey ivmelenmeleri algılar (43,44).

Makula, binlerce tüylü hücreden, bu hücrelerin üzerini kaplayan jelatinöz bir tabakadan ve bu tabaka üzerinde gömülü bir şekilde duran küçük kalsiyum karbonat kristallerinden meydana gelmektedir. Bu küçük kalsiyum karbonat kristalleri otokonia ya da otolit olarak adlandırılır (45,46).



Şekil 2.6. Makula ve otolitlerin yerleşim düzeni (47)

Tüy hücreleri, makulanın orta hattında bulunan striola adı verilen çizgiye göre yerleşmişlerdir. Striolanın yakınında daha çok Tip I tüy hücreleri, strioladan uzak kısımda daha çok Tip II tüy hücreleri bulunmaktadır (30). Utrikülde 30 bin civarında, sakkülde 16 bin civarında tüy hücresi bulunmaktadır (48). Sakkülün makulasında bulunan kinosilyumlar striolanın uzağında bulunurken, utrikülün makulasında bulunan kinosilyumlar striolanın yakınında bulunur. Bu nedenle striolanın iki kısmındaki tüy hücreleri ters uyarım göstermekte, bir taraftaki hücreler eksite olurken diğer taraftadaki hücreler ise inhibe olmaktadır (39,43).



Şekil 2.7. Utrikül ve sakkülün uzay düzlemindeki yerleşimleri (47)

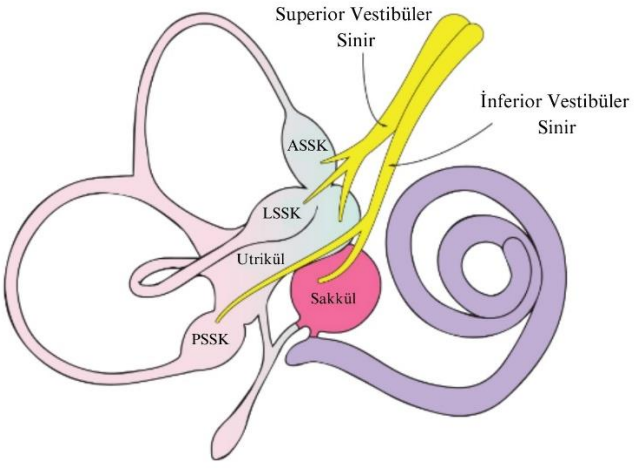
Utrikül ve sakkül makulalarındaki tüylü hücrelerin yerleşimlerinin yönleri farklıdır. Tüy hücrelerinin farklı yerleşimiyle baş hareketiyle oluşan eğime bağlı olarak da pozisyonel

hareketlerle tüy hücrelerinde uyarımlar oluşmaktadır. Başın öne, arkaya, sağa ve sola doğru hareketiyle farklı tüylü hücre gruplarında farklı uyarımlar oluşmaktadır. Böylece, yer çekimi ortamında başın bütün hareketleri maküler sinir liflerinde farklı uyarılar oluşturur. Utrikül ve sakkülün anatomik yerleşimleri nedeniyle de bazı hareketler utrikül tarafından, bazı hareketler ise sakkül tarafından daha kolay algılanmaktadır. Oluşan tüm bu uyarımlar, MSS'ye başın pozisyonu ile ilgili doğru bilginin gönderilmesi için oldukça önemlidir (47).

Vestibüler sinir:

Tüylü hücrelerden gelen bilgiler, bu hücreleri çevreleyen sinir uçları tarafından alınır. Bu sinir uçları birleşerek sinir liflerini, sinir lifleri de birleşerek vestibüler siniri oluşturur (30,49). Vestibüler sinir süperior ve inferior vestibüler sinir olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Anterior ve horizontal semisirküler kanal ampullaları ile utrikül makulasından çıkan lifler birleşerek superior vestibüler siniri oluştururken, posterior semisirküler kanal ampullası ile sakkül makulasından çıkan lifler de birleşerek inferior vestibüler siniri oluşturmaktadır. İnferior ve superior vestibüler sinir, işitmeden sorumlu koklear sinirle bir araya gelerek vestibülokoklear sinir ya da diğer adıyla 8. Kraniyal siniri oluşturur. Vestibülokoklear sinir işitme ve dengeden sorumludur (30,49).



Şekil 2.8. Vestibüler sinir sistemi (50)

Vestibülokoklear sinir, internal akustik kanaldan geçer ve vestibüler çekirdeklere ulaşır. Vestibüler çekirdeklere ulaşan bu lifler retiküler çekirdekler, serebellum, vestibülospinal traktus, medial longitudinal fasikülus gibi bölgelere giden ikinci sıra nöronlarla sinaps yaparlar ve bu bölgelerle yapılan sinapslar sayesinde denge, kas tonusu, hareket sırasında görme alanının sabit tutulması gibi durumlar sağlanmış olur (30,49,51).

2.2.2. Santral Vestibüler Sistem

Santral vestibüler sistem, vestibüler çekirdek, serebellum, subkortikal ve kortikal denge merkezlerinden meydana gelmektedir (3). Periferik vestibüler yapılardan çıkan sinir lifleri vestibüler siniri oluşturduktan sonra dördüncü ventrikül tabanında bulunan vestibüler çekirdeklere ve serebelluma gelir (27).

Santral vestibüler sistem, vestibüler bilgilerin alınması, bu bilgilerin proprioseptif ve görsel duyusal girdiler ile birlikte işlemlenmesi ve motor çıktıların düzenlenmesinde görev alır (15,52).

Vestibüler çekirdekler:

Vestibüler çekirdekler, beyinsapında dördüncü ventrikülün lateral kısmında bulunmaktadır (3). Dört adet büyük, yedi adet küçük vestibüler çekirdek vardır. Dört büyük çekirdek medial, lateral, superior ve inferior vestibüler çekirdek olarak adlandırılmaktadır. Medial vestibüler çekirdek en büyük çekirdek olup yapının medial kısımda yer alırken lateral, superior ve inferior vestibüler çekirdekler ise yapının lateral kısmında yer alır (53,54).

Vestibüler çekirdekler, primer vestibüler ve somatosensör yapılardan, kontralateral çekirdeklerden ve serebellumdan gelen bilgilerin işlemlenmesi için önemli bir yerdir. Santral vestibüler işlemleme bu yapıda başlamaktadır (22,30,48). Ayrıca vestibüler çekirdekler servikal spinal kord ve komşu retiküler formasyondan da sinyaller alır. İki taraftaki vestibüler çekirdekler arasında yoğun bağlantılar vardır (39,55,56). Bu yapıda vestibüler duyusal girdinin işlenmesi ile diğer duyusal girdilerin işlenmesi eşzamanlı olarak meydana gelir (15).

Vestibüler çekirdeklerde sakkül ve utrikülden gelen liflerin çoğu genellikle inferior ve lateral çekirdeklerde sonlanırken, semisirküler kanallardan gelen liflerin çoğu da genellikle medial ve superior çekirdeklerde son bulur. Bu nedenle lateral ve inferior çekirdekler vestibülospinal refleks (VSR) için, superior ve medial çekirdekler de vestibülooküler refleks (VOR) için önemli yerlerdir (35).

Medial vestibüler çekirdek, horizontal semisirküler kanallardan VOR için gerekli olan girdileri alır. Kas tonusunu düzenlemek amacıyla vestibülospinal yola vestibüler girdileri gönderir. Ayrıca ani ve beklenmedik baş hareketleri sırasında postürün korunmasında önemli rol oynar (22,30).

Superior vestibüler çekirdek, posterior ve anterior semisirküler kanalların kristalarından VOR için gerekli olan vestibüler girdileri alarak medial longitudinal fasciculus (MLF)

aracılığıyla ekstraoküler göz kasların uyarır. Bu şekilde VOR koordinasyonunu sağlamış olur (22,57).

Lateral vestibüler çekirdek, utrikül ve serebellumdan gelen bilgileri alır. Utrikülden gelen bilgiler ventral lateral vestibüler çekirdeğe, serebellumdan gelen bilgiler ise dorsal lateral vestibüler çekirdeğe aktarılır. Bu girdiler vücut kas koordinasyonunun sağlanmasına ve vestibülospinal refleksin düzenlenmesine yardımcı olur (22,57).

İnferior vestibüler çekirdek, utrikül ve sakkülden gelen bilgileri alır. Serebellum, spinal kord ve diğer vestibüler çekirdeklerle bağlantısı vardır. Bu kapsamlı bağlantıları sayesinde, diğer vestibüler yapılar arasındaki bütünlüğü oluşturduğu düşünülmektedir (30).

Serebellum:

Vestibüler çekirdeklerden gelen bilgilerin işlemlendiği ve denetlendiği yerdir (58). Denge performansını kontrol eder. Gerekli durumlarda vestibüler girdilerle inhibisyonu sağlayarak dengenin korunmasında önemli bir rol üstlenir (59). Serebellum, vestibüloserebellum, serebroserebellum ve spinoserebellum olmak üzere üç bölümden meydana gelmektedir (58).

Vestibüloserebellum vestibüler girdileri alan kısımdır ve flokkulus, paraflokkulus, nodülüs, uvula, tonsil ve serebellar piramitten oluşmaktadır (58). Serebellar flokkulus vestibülooküler refleks kazancının korunmasını sağlar. Serebellar nodülüs ise vestibülooküler refleksin süresini düzenler (51). Serebellumun uvulası statik denge için önemlidir. Serebellumun flokkulonodüler lobları ise semisirküler kanallardan gelen dinamik denge sinyalleri ile bağlantılı olup VOR kazancının düzenlenmesini sağlar ve bu bölgede oluşabilecek sorunlar dinamik dengenin bozulmasına yol açar (22,30,51).

Spinoserebellum, vermis, paravermis ve fastigial nükleustan meydana gelir ve omurilikten somatosensöriyel girdileri alır. Postüral dengeyi korumak ve kontrol etmek bu yapının görevidir (58).

Serebroserebellum ise duyusal bilgilerin değerlendirilmesinde, hareketin başlatılmasında ve komplike hareketlerin planlanmasında rol oynar (60).

Serebellum, vestibüler reflekslerin oluşumu için gerekli değildir ancak bu yapının olmadığı durumda vestibüler refleksler düzenlenemez ve etkili olamaz (52).

2.3. Vestibüler Refleksler

Vestibüler sistemde üç ana refleks vardır. Bunlar; vestibülooküler refleks (VOR), vestibülospinal refleks (VSR) ve vestibülokolik refleks (VKR)'tir. Bu üç refleks vestibüler sistemin oküler ve postüral hareketlerinin sonuçlarını kontrol etmektedir (15). Açısal ve doğrusal hareketler sonucu semisirküler kanallar ve otolit organlar uyarılır ve bu uyarılar sonucunda vestibüler refleksler oluşmaya başlar (22).

2.3.1. Vestibülooküler Refleks (VOR)

Sağlıklı kişilerde gözler, baş hareketinin tersi yönde aynı hızda hareket ederek sabit bir görüntü meydana getirir. Gözlerin kafayla aynı hızda ters yönde hareket ettirilmesi vestibülo-oküler refleksin temelini oluşturur (30,44,61). Vestibülooküler refleks (VOR), baş hareket halindeyken görüntünün foveada sabit kalmasını sağlar ve başın pozisyonuyla oluşan değişiklikleri hızlı bir şekilde merkezi sinir sistemine ulaştırır (40,62).

Vestibülooküler Refleks, daha çok semisirküler kanallardan uyarı alır ve kısa, yüksek frekanslı baş hareketlerine yanıt oluşturur (40,62). Semisirküler kanallar başın pozisyonunda oluşan her değişikliği algılamaktadır. Bununla beraber gözlerin baş hareketinin büyüklüğüne eşit ve başın hareket yönünün tam tersi yönüne doğru kaymasını sağlayacak sinyaller iletirler. Bu sinyallerin vestibüler çekirdekler ile medial longitudinal fasikülüs yoluyla gözlerin hareketini sağlayan kaslara iletilmesiyle de bu refleks meydana gelmiş olur (47).

2.3.2. Vestibülospinal Refleks (VSR)

Vestibülospinal refleks (VSR), gövde ve ekstremitelerin kas tonusunu ayarlar. Vücudun ve kafanın dik durmasını ve yer çekimine karşı ağırlık merkezinin korunmasını sağlar. Başın hareketi sonucu okülomotor ve motor cevaplar oluşturur (60). Vücudun tüm adale ve eklemlerini ilgilendiren bir refleks olması ve postural değişimlerin çok daha çeşitli bağlantılarla meydana gelmesi nedeniyle VOR' a göre daha karmaşık bir reflekstir (39,63).

Vestibülospinal refleks vestibüler çekirdeklerden çıkan lateral ve medial vestibülospinal yolları içermektedir (60). Lateral vestibüler çekirdek, lateral vestibülospinal yoldan, medial vestibüler çekirdek ise medial vestibülospinal yoldan gelen sinyalleri alır. Baş, boyun, vücut ve ekstremite kaslarına iletilen sinyaller sonucunda hareket esnasında vücudun koordinasyonu sağlanır (15).

2.3.3. Vestibülokolik Refleks (VKR)

Vestibülokolik refleks (VKR), otolitlerden ve semisirküler kanallardan gelen sinyallerin boyun kaslarına iletilmesi sonucunda meydana gelir ve başın stabilizasyonunu sağlar (64). Vestibülokolik refleks ağında, sakkülden kaynaklanan geçici inhibitör sinyalleri aynı tarafta bulunan boyun kaslarına iletilmektedir (47). Bu refleksin medial ve lateral vestibülospinal yollar ile de bağlantıları bulunmaktadır (65).

Vestibülokolik refleks, başı hareket ettirerek görsel alanı düzenlemek için VOR ile iletişime geçer. VKR, uygulanan açısal ivmeyi dengelemek için başı kanal düzleminde hareket ettirir ve böylece boyun kasları kasılır. Bu, başın dengelenmesini sağlar. Başın hareketi sırasında sabit görüntü elde etmek için VKR, VOR'u arttırır (66). VKR ve VOR retinadaki görüntünün stabilizasyonunu sağlamak amacıyla temelde birbirine benzemektedir. Ancak farklı olarak VOR VKR' den daha hızlıdır (40).

Vestibülokolik refleks, çalışma mantığı olarak VSR' ye benzemekte fakat VSR gibi tüm vücutta değil, yalnızca boyun kaslarında etkisini göstermektedir. Bu refleks, vücut eğildiği esnada cisimlerin düz bir şekilde görülebilmesi için başın pozisyonunu düzenler (6).

2.4. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi

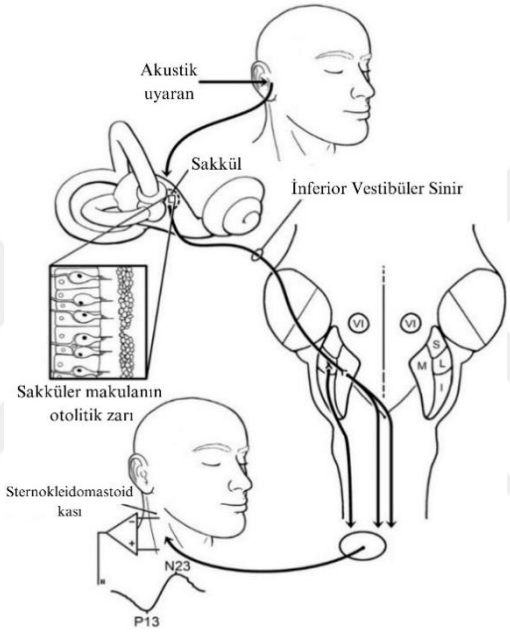
2.4.1. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) Testi

Vestibüler sistemin sese karşı duyarlılığını Fizyolog Dr. Pietro Tullio dile getiren ilk kişidir. Hayvanlara yaptığı deneylerde deneklerin kemik labirentlerine ses uyarısı göndererek deneklerde baş ve göz hareketi ile postüral değişiklikler gözlemlemiştir (67). Von Bekesy 1935' de yüksek şiddetli uyaran nedeniyle baş hareketlerinin oluştuğunu dile getirmiştir (68). Bickford ve arkadaşları 1964' de, ardından da Townsend ve Cody 1971' de, yüksek sesli uyarana yanıt olarak vestibüler sistemin aktif hale gelmesiyle arka boyun kaslarında kısa latanslı cevaplar elde etmişlerdir (69,70). Colebacht ve Halmagyi 1992 yılında Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testini ilk kez tanımlamıştır (71,72). 1994 yılında da Colebatch ve arkadaşları bu testi kullanmaya başlamışlardır (73,74).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testi, otolit organların uyarılmasıyla kaslarda biten refleks arkını değerlendiren elektrofizyolojik bir test yöntemidir (5). Bu test otolit organları olan utrikül ve sakkülün işlevini değerlendirmek amacıyla kullanılır (75). Otolitlerin uyarılması sonucunda kaslarda oluşan refleks cevabı sternokleidomastoid (SKM) kasından ölçülüyorsa servikal VEMP (c-VEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülüyorsa

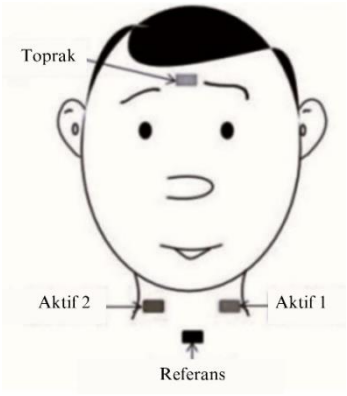
oküler VEMP (o-VEMP) adını alır (72). Servikal VEMP (c-VEMP), sakkül ve inferior vestibüler siniri değerlendirirken, oküler VEMP (o-VEMP) utrikül ve superior vestibüler siniri değerlendirir (75).

Servikal VEMP (c-VEMP) testinde akustik uyaran sakküle geldikten sonra ipsilateral vestibüler sinir vesilesiyle vestibüler nükleusa ulaşır. İnhibitör uyarılar daha sonra vestibülokolik yol aracılığıyla spinal aksesuar sinire gönderilir ve ipsilateral sternokleidomastoid (SKM) kası inhibe edilir. Bu şekilde c-VEMP yanıtları elde edilmiş olur (76).



Şekil 2.9. c-VEMP test yolu (77)

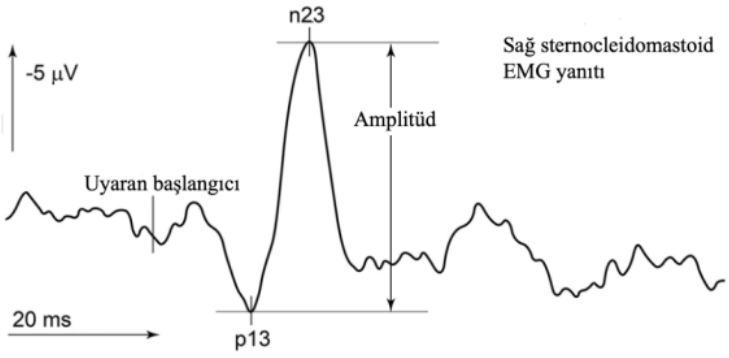
Servikal VEMP testinde aktif elektrot SKM kasının 1/3'ü üzerine, referans elektrot SKM kasının sternum kısmı üzerine, toprak elektrot da alın kısmına yerleştirilir. Bir c-VEMP dalgası elde etmek için hastadan başını ölçüm yapılacak yönün karşı tarafına çevirmesi ve SKM kasını kasması istenir. Test sırasında uyaran hava iletimi, kemik iletimi ya da galvanik akım aracılığıyla gerçekleştirilir (71,72).



Şekil 2.10. c-VEMP elektrot yerleşimi (78)

Hayvan deneyi çalışmaları, sakküldeki afferent sinir liflerinin alçak frekanslı uyarıya daha duyarlı olduğunu ve alçak frekanslı uyarının daha fazla sinir lifini harekete geçirdiğini ortaya çıkarmıştır (79). Buna bağlı olarak da klik uyaran yerine Tone Burst uyaranların daha belirgin c-VEMP yanıtları oluşturduğu gözlenmiştir ve en iyi cevapların 400 ile 800 Hertz (Hz) arasında olduğu gösterilmiştir. 500 Hz civarındaki uyaranın en etkili uyaran olduğu belirlenmiştir (72,80). Böylece 500 Hz ve rarefaction polariteli Tone Burst uyaran kliniklerde en yaygın olarak kullanılan uyaran olmuştur (76). Net bir şekilde c-VEMP yanıtlarını ortaya çıkarmak için de en az 85 desibel (dB)' lik bir ses seviyesi gereklidir (81). c-VEMP testi sırasında elde edilen dalganın amplitüdü ile SKM kasının aktivitesi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Kas aktivitesi minimum 40 mikrovolt (μV) maksimum ise 150 - 200 μV olmalıdır (72).

Servikal VEMP testinde SKM kası üzerinden yüksek şiddette akustik uyaran verilmesi sonucu bifazik bir dalga elde edilir. İlk önce pozitif bir dalga tepesi ardından da negatif bir dalga tepesi oluşur. Oluşan ilk pozitif dalga bileşenine p13 ya da P1, oluşan ikinci negatif dalga bileşenine de n23 ya da N1 adı verilir (72,77). Uyaranın verilmesinden 12-13 ms sonra P1, 19-23 ms sonra da N1 dalgası oluşur (82).



Şekil 2.11. VEMP dalga formu (77)

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller testi cevapları değerlendirilirken dalga morfolojisi, amplitüd, latans ve kulaklar arası asimetri oranına bakılmaktadır. P1 ve N1 latansları ve P1-N1 amplitüdleri sıklıkla değerlendirilen verilerdir. Oluşan dalga amplitüdü 50 ile 160 μV arasında olmalıdır (83,84,85).

Servikal VEMP testinde cevapların elde edilememesi, latansların uzaması veya kulaklararası asimetri oranının %35'den büyük olması vestibülokolik refleks yolunun herhangi bir yerinde bir patoloji olabileceğini göstermektedir (86). Cevaplar yaş, stimulus veya işitme kaybı gibi durumlardan etkilenmektedir. 60 yaş üstü bireylerin çoğunda yanıt alınamadığı ya da amplitüdlerin düştüğü gözlenmiştir (87,88).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller testi yapılmadan önce immitansmetrik değerlendirmenin yapılması ve saf ses işitme eşiklerinin belirlenmesi gerekir. Sensorinöral işitme kaybı VEMP yanıtlarını etkilemezken iletim tipi işitme kaybı VEMP yanıtlarını etkilemektedir. İletim tipi işitme kaybı olan kişilerde VEMP yanıtları alınamamaktadır ve bu kişilerde hava yolu iletimi yerine kemik iletimi ile uyaran verilmelidir (73,89).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Çalışmanın Türü

İleriye yönelik (Prospektive) kohort çalışması özelliğinde olan bu çalışmada günlük hayattaki farklı duruş ve pozisyonların klinik simülasyonunu sağlayarak oluşabilecek denge sistemindeki değişikliklerin VEMP testi ile araştırılması amaçlanmıştır.

3.2. Çalışmanın Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Yüksek Lisans tezi kapsamında, Trakya Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ve Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Laboratuvarı'nda Kasım 2023 – Ocak 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

3.3. Çalışmanın Örneklemi

Çalışmanın güç analizi G-Power isimli 3.1.9.7 versiyonlu programda yapılmış olup; %95 güven (1-α), %80 test gücü (1-β) ve f=0.5 etki büyüklüğü one-way ANOVA analizine göre toplamda alınması gereken örneklem sayısı 42 olarak belirlenmiştir. Çalışma 45 örneklem sayısıyla tamamlanmıştır. Bu çalışma 20-30 genç yetişkinlik yaş aralığında toplam 45 kişi üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.4. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekildedir:

- 20-30 yaş arasında olmak
- Normal orta kulak yapısı ve işitmeye sahip olmak
- Herhangi bir baş dönmesi ve/veya denge problemi yaşamamak
- Nörolojik bir hastalığın olmaması
- Boyun kasları ile ilgili problemin bulunmaması
- Boyunda hareket kısıtlılığının bulunmaması
- Ayakta durmaya engel olacak bir hastalığa (ortopedik, nörolojik.) sahip olmamak
- 48 saat içerisinde vestibulosüpresan kullanmamış olmak

- Amplitüd Asimetri Oranı (AAO)'nın 0,35'ten küçük olması

3.5. Çalışmanın Etik Yönü

Çalışma, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 26.12.2022 tarihli TÜTF-GOBAEK 2022/380 protokol nolu onayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan tüm katılımcılara, çalışmanın amacı, çalışmada uygulanacak test yöntemleri ve çalışmanın ne kadar süreceği anlatılarak "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" imzalatılmıştır. Çalışma Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (TÜBAP-2023/95).

3.6. Çalışmanın Bağımlı ve Bağımsız Değişkenleri

Ayakta gözler açık pozisyonda, ayakta gözler kapalı pozisyonda, Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık pozisyonda oluşan c-VEMP testi sonuçları çalışmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır. Yaş, cinsiyet ve diğer sosyodemografik değişkenler çalışmanın bağımsız değişkenlerini oluşturmaktadır.

3.7. Çalışmada Kullanılan Araç, Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ve Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Laboratuvarı'nda etik kurul onayı ve gönüllü katılımcılardan yazılı olarak onam formu alınarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların anamnezleri alınmış ve otoskopik muayeneleri yapılmıştır. İşitme ve denge muayenesi sonrasında normal işitme varlığı için odyolojik değerlendirmeler ardından da vestibüler değerlendirmeler yapılmıştır.

3.7.1. Odyolojik Değerlendirmeler

İmmitansmetri Testi:

İmmitanmetrik değerlendirme kapsamında timpanometri ve akustik refleks ölçümleri için Interacoustics AT235 Timpanometre (Taastrup, Denmark) cihazı ve TDH–39 (Telephonics, USA) kulaklık kullanılmıştır. Dış kulak kanalı girişine prob yerleştirilerek teste başlanmıştır. Test 226 Hz prop tonda 75 dB SPL' de gerçekleştirilmiştir. 500-4000 Hz aralığında ipsilateral

akustik refleks eşikleri değerlendirilmiştir. +100 daPa ve -50 daPa basınç aralığında tepe eğrisi, 0,39 ile 1,69 ml arası komplians değeri "A tip" veren tip normal timpanogram olarak değerlendirilmiş ve çalışmaya bu bireyler dahil edilmiştir.

Saf Ses Odyometri Testi:

Odyolojik değerlendirme ANSI standartlarına göre standart ses geçirmez kabinde odyolojik değerlendirme prosedürleri izlenerek yapılmıştır. Hava yolu (125-8000 Hz) ve kemik yolu (500-4000 Hz) işitme eşiklerinin değerlendirilmesi Interacoustics AC40 Klinik Odyometre (Denmark) cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Hava yolu eşik belirlenmesinde Telephonic TDH–39 (Telephonics, USA) supra-aural kulaklık, kemik yolu eşik belirlenmesinde B-71 (Radioear, USA) kemik vibratörü kullanılmıştır. Saf ses ortalaması, dört frekanstaki (500-4000 Hz) hava yolu işitme eşiklerinin aritmetik ortalaması ile hesaplanmış, 20 dB ve altında saf ses ortalaması olan bireylerin işitmesinin normal sınırlarda olduğu kabul edilmiştir. Çalışmaya bilateral işitmesi 20 dB ve altında olan bireyler dahil edilmiştir.

3.7.2. Vestibüler Değerlendirmeler

Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (c-VEMP) Testi:

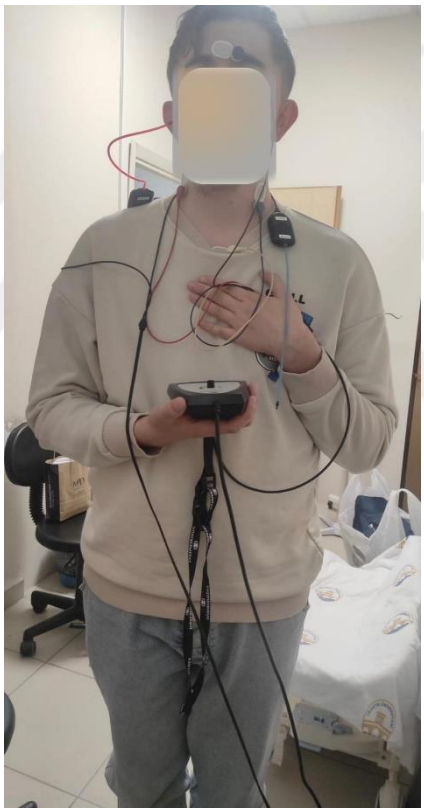
Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller test bataryası, Interacoustics Eclipse EP 15 Uyarılmış Potansiyeller (Denmark) cihazında yer alan c-VEMP modülü kullanılarak yapılmıştır. Katılımcılara elektrotlar yerleştirilmeden önce, elektrotların yerleştirileceği yüzeyler Nuprep Skin Prep temizleme jeli kullanılarak temizlenmiştir. Daha sonra toprak elektrot alına, aktif elektrotlar her iki taraftaki SKM kasının 1/3'lük orta kısmına, referans elektrot ise sternum kemiğine yerleştirilmiştir. Elektrotların impedans değerlerinin 0-5 kΩ aralığında olmasına dikkat edilmiştir. Test sırasında SKM kasının kasılı kalması gerektiğinden katılımcılardan test süresi boyunca başını test edilen tarafın tersi yönünde çevirmesi istenmiştir. Test sırasında 500 Hz Tone Burst uyaran, rarefaction polaritede, 5.1 Hz uyarılma sıklığında, 95 dB SPL şiddetinde ses insert kulaklık kullanılarak katılımcıya gönderilmiştir. Kayıt işlemi her iki kulak için 200 sweep ve iki trase alınarak yapılmıştır. Sinyal gönderilen kulağın ipsilateral tarafındaki SKM kasından kayıt alınmıştır. Elektromiyografi (EMG) değeri 45-95 µV aralığında kabul edilmiştir. Dalga formlarından ilk oluşan pozitif dalga P1, ilk oluşan negatif

dalga N1 olarak adlandırılmıştır. c-VEMP testinde P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir.

Servikal VEMP testi üç farklı durumda gerçekleştirilmiştir:

a) Düz zeminde ayakta gözler açık durumda;

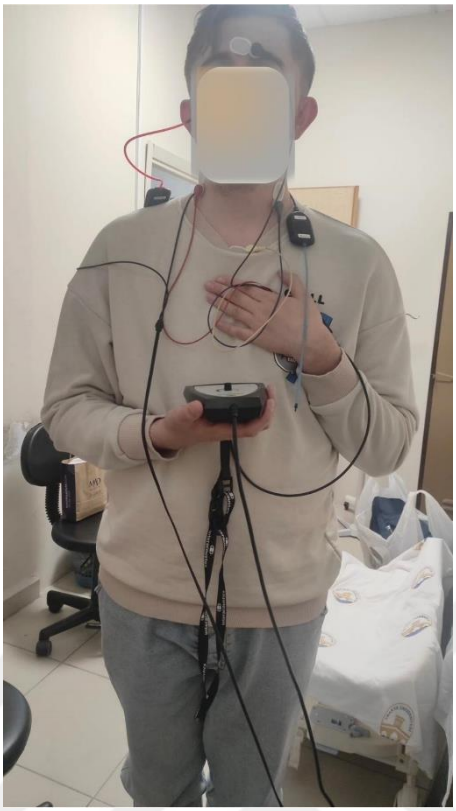
Katılımcı ayakta ve rahat konumda gözleri açık iken test edilen kulağın karşı yönüne doğru başını çevirmesiyle SKM kasının kasılması sağlanarak test yapılmıştır. Katılımcının bu pozisyonda düşmesini engellemek için test sırasında sağ sol ve arkasının sabit bir yüzeyle çevrelenmesi sağlanmıştır (Resim 3.1.). P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir.



Resim 3.1. Düz zeminde ayakta gözler açık durumda c-VEMP teti uygulaması

b) Düz zeminde ayakta gözler kapalı durumda;

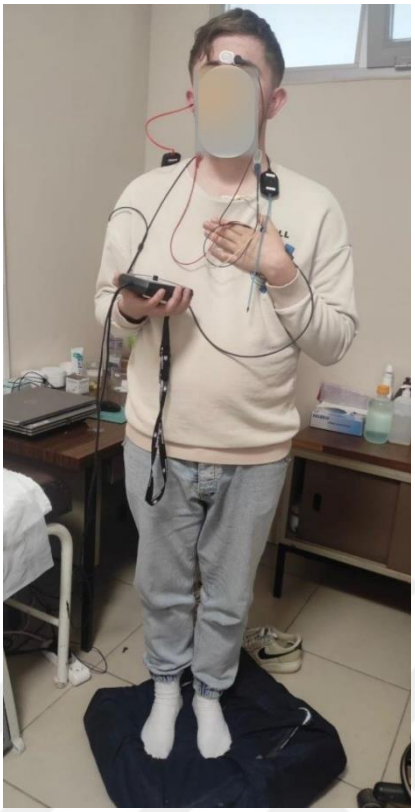
Katılımcı ayakta ve rahat konumda gözleri kapalı iken test edilen kulağın karşı yönüne doğru başını çevirmesiyle SKM kasının kasılması sağlanarak test yapılmıştır. Katılımcının bu pozisyonda düşmesini engellemek için test sırasında sağ sol ve arkasının sabit bir yüzeyle çevrelenmesi sağlanmıştır (Resim 3.2.). P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir.



Resim 3.2. Düz zeminde ayakta gözler kapalı durumda c-VEMP teti uygulaması

c) Foam pad üzerinde ayakta gözler açık durumda;

Katılımcı ebatları 50 cm x 50 cm x 6 cm, densitesi (yoğunluğu) 22 kg/ m^3 olan poliüretan köpükten yapılan Foam Pad üzerine çıkarılarak ve ayaklarını omuz genişliğinde açarak gözleri açık iken test edilen kulağın karşı yönüne doğru başını çevirmesiyle SKM kasının kasılması sağlanarak test yapılmıştır. Katılımcının bu pozisyonda düşmesini engellemek için test sırasında sağ sol ve arkasının sabit bir yüzeyle çevrelenmesi sağlanmıştır (Resim 3.3.). P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir.



Resim 3.3. Foam pad üzerinde ayakta gözler açık durumda c-VEMP testi uygulaması

3.8. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı ile yapılmıştır. Veriler normal dağılım gösterdiğinde parametrik testlerden Eşlendirilmiş T Testi, normal dağılım göstermediğinde ise nonparametrik testlerden Wilcoxon testi uygulanmıştır. Tekrarlanan ölçümler için ANOVA kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren nümerik değişkenler Ortalama +/- standart sapma, normal dağılım göstermeyen nümerik değişkenler medyan (minimum-maksimum), kategorik değişkenler ise frekans (yüzdelik) olarak verilmiştir. Nümerik değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı ile hesaplanmış olup Bonferonni düzeltmesi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık olarak $p<0.05$ alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmamız Trakya Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan sağlıklı 45 kişi üzerinde farklı durumlarda test tekrarı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm gönüllü katılımcılara ilk olarak otoskopik muayene, işitme ve denge muayenesi sonrasında normal işitme varlığı için odyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Normal işitmeye sahip bireyler için c-VEMP testi 3 farklı durumda uygulanmıştır. c-VEMP yanıtlarında P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir. Bu uygulamalarda sağ ve sol kulaklar ayrı ayrı değerlendirilmiş ve kulaklar arası istatiksel analizler yapılmıştır.

4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri

Çalışmaya dahil edilen bireylerin 35'i kadın (%77,8) ve 10'u erkek (%22,2)'tir. Bu bireylerin yaşları 20-30 yaş arası olup yaş ortalamaları 21,42±1,40'tır. Bireylerin demografik özellikleri Tablo 4.1.'de sunulmuştur. Kadın bireylerin yaş ortalaması 21,20±0,83, erkek bireylerin ise yaş ortalaması 22,20±2,48'dir.

Tablo 4.1. Bireylerin demografik özellikleri

	Kişi Sayısı	Yaş Ort±SS	Yaş Min-Max
Kadın	35	21,2±0,83	20-23
Erkek	10	22,2±2,48	20-28
Toplam	45	21,42±1,4	20-28

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum

4.2. Odyolojik Değerlendirmeler

4.2.1. Bireylerin İmmitansmetri Testi ve Saf Ses Ortalaması

Çalışmaya dahil edilen bireylerin tümünde Tip A timpanogram elde edilmiştir. Bu bireylerin sağ kulak hava yolu saf ses ortalaması 8,62±4,40 dB HL; sol kulak hava yolu saf ses ortalaması 5,90 ±1,55 dB HL olup tüm bireylerin bilateral işitmeleri normal sınırlarda elde edilmiştir.

4.3. Vestibüler Değerlendirmeler

4.3.1. Bireylerin c-VEMP Amplitüd Asimetri Oranları

Bireylerin denge fonksiyonları açısından sağlıklı olduğunu belirlemek için c-VEMP testi sonucunda elde edilen Amplitüd Asimetri Oranı (AAO) incelenmiştir. AAO'nun 0,35'ten küçük olduğu sağlıklı bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Bireylerin tüm durumlarda c-VEMP Amplitüd Asimetri Oranı (AAO) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0.05) (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Bireylerin c-VEMP amplitüd asimetri oranı değerleri

	c-VEMP AAO	
	Ort±SS	Min-Max
Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık Durum	0,11±0,08	0-0,33
Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durum	0,12±0,09	0-0,31
Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durum	0,11±0,09	0-0,3

AAO= Amplitüd Asimetri Oranı, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, c-VEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

4.3.2. Bireylerin Sternokleidomastoid Kası Kontraksiyonu Karşılaştırması

Çalışmamız kapsamında alınan bireylerin tüm durumlarda c-VEMP Sternokleidomastoid **(**SKM) Kası kontraksiyonları sağ ve sol kulaklar arası karşılaştırıldığı zaman istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Bireylerin sternokleidomastoid kası kontraksiyonu karşılaştırması

	Sağ c-VEMP SKM Kası Kontraksiyonu		Sol c-VEMP SKM Kası Kontraksiyonu		P
	Ort±SS	Min-Max	Ort±SS	Min-Max	
Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık Durum	75,35±7,87	56,2-91,1	74,91±8,94	53,5-92,7	p=0,735
Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durum	74,16±8,94	50,3-90,4	72,91±9,31	48,4-93,3	p=0,397
Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durum	74,51±8,19	56,8-90,2	75,34±7,17	58,5-90,1	p=0,557

SKM: Sternokleidomastoid, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, c-VEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

4.3.3. Bireylerin Kulaklar Arası c-VEMP Amplitüd Değerlerinin Karşılaştırması

Çalışmamız kapsamında alınan bireylerin tüm durumlarda c-VEMP amplitüd değerleri sağ ve sol kulaklar arası karşılaştırıldığı zaman istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0.05) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Bireylerin kulaklar arası c-VEMP amplitüd değerlerinin karşılaştırması

	Sağ c-VEMP P1-N1 Amplitüd		Sol c-VEMP P1-N1 Amplitüd		p
	Ort±SS	Min-Max	Ort±SS	Min-Max	
Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık Durum	74,63±27,95	32,03-166,2	72,86±31,65	26,33-199,3	p=0,664
Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durum	68,48±29,29	22,59-165,1	66,84±29,94	31,05-191,8	p=0,915
Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durum	73,44±30,45	24,89-184,3	74,31±29,51	23,37-178	p=0,808

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, c-VEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

4.3.4. Bireylerin Kulaklar Arası c-VEMP Latans Değerlerinin Karşılaştırması

Çalışmamız kapsamında alınan bireylerin tüm durumlarda c-VEMP P1 ve N1 latans değerleri sağ ve sol kulaklar arası karşılaştırıldığı zaman istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0.05) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Bireylerin kulaklar arası c-VEMP latans değerlerinin karşılaştırması

	Latans	Sağ c-VEMP (ms)		Sol c-VEMP (ms)		P
		Ort±SS	Min-Max	Ort±SS	Min-Max	
Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık Durum	P1	17,7±2,73	12-22,67	17,63±3,29	12,67-24,67	p=0,746
	N1	26,4±3,16	19,67-34	25,96±3,52	20,33-34,33	p=0,218
Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durum	P1	17,97±2,57	13,33-23,33	17,99±3,25	13-25	p=0,866
	N1	26,54±3,11	19-34,67	26,51±3,37	21,33-34,67	p=0,643
Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durum	P1	17,85±2,65	12,67-21,67	17,74±3,08	13,33-24	p=0,886
	N1	26,2±3,27	18,33-37	25,85±3,42	19,67-34,67	p=0,220

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, c-VEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

4.3.5. Bireylerin Aynı Kulaklarda Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık ve Gözler Kapalı Durumda c-VEMP Testi Karşılaştırması

Çalışmamız kapsamında alınan bireylerin sağ ve sol kulakları ayrı ayrı değerlendirildiği zaman ayakta gözler açık durum ve gözler kapalı durumda her iki kulakta da gözler kapalı durumda iken açık duruma göre amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede bir azalma gözlenmiştir (Sağ P1-N1 Amp-p=0,009; Sol P1-N1 Amp-p=0,006). Sağ kulağın P1 ve N1 latansında her iki durum karşılaştırıldığında anlamlı bir fark gözlenmezken (Sağ P1-p=0,173; Sağ N1-p=0,277), sol kulağın P1 ve N1 latansında gözler kapalı durumda iken açık duruma göre istatistiksel olarak anlamlı bir derecede uzama gözlenmiştir (Sol P1; N1-p=0,001) (Tablo 4.6.)

Tablo 4.6. Bireylerin aynı kulaklarda düz zeminde ayakta gözler açık ve gözler kapalı durumda c-VEMP testi karşılaştırması

			Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık Durum	Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durum	P
c-VEMP P1-N1 Amplitüdü Ort±SS	Sağ		74,63±27,95	68,48±29,29	*p=0,009
	Sol		72,86±31,65	66,84±29,94	*p=0,006
c-VEMP Latansı Ort±SS	Sağ	P1	17,7±2,73	17,97±2,57	p=0,173
		N1	26,4±3,16	26,54±3,11	p=0,277
	Sol	P1	17,63±3,29	17,99±3,25	*p=0,001
		N1	25,96±3,52	26,51±3,37	*p=0,001

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential
*p<0,05

4.3.6. Bireylerin Aynı Kulaklarda Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık ve Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durumda c-VEMP Testi Karşılaştırması

Çalışmamız kapsamında alınan bireylerin sağ ve sol kulakları ayrı ayrı değerlendirildiği zaman ayakta gözler açık durum ve Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık durumdaki latans ve amplitüd değerlerinde her iki kulakta da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Bireylerin aynı kulaklarda düz zeminde ayakta gözler açık ve foam pad üzerinde ayakta gözler açık durumda c-VEMP testi karşılaştırması

			Düz Zeminde Ayakta Gözler Açık Durum	Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durum	P
c-VEMP P1-N1 Amplitüdü Ort±SS	Sağ		74,63±27,95	73,44±30,45	p=0,474
	Sol		72,86±31,65	74,31±29,51	p=0,600
c-VEMP Latansı Ort±SS	Sağ	P1	17,7±2,73	17,85±2,65	p=0,533
		N1	26,4±3,16	26,2±3,27	p=0,210
	Sol	P1	17,63±3,29	17,74±3,08	p=0,674
		N1	25,96±3,52	25,85±3,42	p=0,601

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

4.3.7. Bireylerin Aynı Kulaklarda Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık ve Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durumda c-VEMP Karşılaştırması

Çalışmamız kapsamında alınan bireylerin sağ ve sol kulakları ayrı ayrı değerlendirildiği zaman Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık ve ayakta gözler kapalı durumda her iki kulakta da ayakta gözler kapalı durumda iken Foam Pad üzerindeki duruma göre amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede bir azalma gözlenmiştir (Sağ P1-N1 Amp-p=0,012; Sol P1-N1 Amp-p=0,013). Sağ kulağın P1 latansında her iki durum karşılaştırıldığında anlamlı bir fark gözlenmezken (Sağ P1-p=0,321), N1 latansında ve sol kulağın P1 ve N1 latansında ayakta gözler kapalı durumda iken Foam Pad üzerindeki duruma göre istatistiksel olarak anlamlı bir derecede uzama gözlenmiştir (Sağ N1-p=0,029; Sol P1-p=0,046; N1-p=0,001) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Bireylerin aynı kulaklarda foam pad üzerinde ayakta gözler açık ve düz zeminde ayakta gözler kapalı durumda c-VEMP karşılaştırması

			Foam Pad Üzerinde Ayakta Gözler Açık Durum	Düz Zeminde Ayakta Gözler Kapalı Durum	p
c-VEMP P1-N1 Amplitüdü Ort±SS	Sağ		73,44±30,45	68,48±29,29	*p=0,012
	Sol		74,31±29,51	66,84±29,94	*p=0,013
c-VEMP Latansı Ort±SS	Sağ	P1	17,85±2,65	17,97±2,57	p=0,321
		N1	26,2±3,27	26,54±3,11	*p=0,029
	Sol	P1	17,74±3,08	17,99±3,25	*p=0,046
		N1	25,85±3,42	26,51±3,37	*p=0,001

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential
*p<0,05

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada bireylerin günlük hayattaki farklı duruş ve pozisyonları klinik ortamda oluşturularak denge sisteminde meydana gelen değişikliklerin c-VEMP testi ile araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda c-VEMP testi bireylere 3 farklı durumda uygulanmış ve c-VEMP yanıtlarında P1-N1 latansları ve amplitüdleri değerlendirilmiştir.

Denge, hareket ve dinlenme sırasında vücudun yerçekimine karşı uyum sağlaması olarak tanımlanmaktadır (90). Dengenin temelde iki görevi vardır. Bunlar; baş hareket halinde iken görme alanını sabit tutmak ve yerçekimine karşı postüral duruşu kontrol etmektir. Duyusal verilerin alınması, işlenmesi ve motor çıktılara çevrilmesiyle bu işlevleri yerine getirir (35). Denge, vestibüler sistem, proprioseptif sistem, motor ve görsel nörofizyolojik yapıların oluşturduğu bütünlük sayesinde meydana gelmektedir. Görsel sistem birçok durumda dominant bilgi oluşturarak dengenin sağlanmasında ve sürdürülmesinde önemli roller üstlenmektedir. Sistemlerden herhangi birinin yetersiz olduğu ya da yokluğu durumunda ise dengede sorunlar yaşanmaktadır (91,92).

Paulus ve ark., yaptıkları çalışmada gözler kapalıyken gözler açık pozisyona göre vücut sallanmasının arttığını dile getirmişlerdir; bu da görsel bilginin postüral stabilitenin korunmasında kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (93). Hytönen ve ark., sağlıklı bireyler ile yaptıkları çalışmada statik denge kontrolündeki farkın gözleri kapalı olanlarda gözleri açık olanlara göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (94). Bu durum bize görmenin denge kontrolünde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bressel ve ark., sporcularda yaptıkları çalışmada da farklı denge pozisyonları gözler kapalı olarak uygulandığında denge performansında azalma olduğunu ortaya koymuşlardır (95). Yani görsel sistemden gelen bilgilerin ortadan kaldırılmasının sporcuların denge performansını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Christina Davlin-Pater, yaptığı çalışmada görsel ipuçlarının ve algısal tarzın statik ve dinamik denge performansı üzerindeki etkisini araştırmış ve görsel ipuçları sınırlı olduğunda dengede bozulmalar olduğunu aktarmıştır (96). Giagazoglou ve ark., yaptıkları çalışmada görme bozukluğu olmayan kişilerin postüral stabilitesini gözleri kapalı olarak yapılan testlerde anlamlı derecede daha zayıf elde etmişlerdir (97). Bednarczuk ve ark., statik dengenin korunmasında görmenin rolünü belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında da sağlıklı kişilerin gözleri kapalı yapılan testlerde daha zayıf denge sergilediklerini gözlemişler ve bu çalışmayla statik dengenin korunmasında görmenin önemini vurgulamışlardır (98). Sonuç

olarak görme fonksiyonlarındaki azalma, postüral kontrolü ve günlük yaşam aktivitelerini büyük ölçüde etkilemektedir (99). Çalışmamızda düz zeminde ayakta gözler açık durum c-VEMP sonuçları ile ayakta gözler kapalı c-VEMP sonuçlarını karşılaştırdığımızda gözler kapalı durumda iken sol P1-N1 latanslarında uzama ve her iki kulağın dalga amplitüdlerinde azalma gözlenmiştir.

Literatürde farklı duruş ve pozisyonlarda yapılan VEMP testlerine baktığımızda o-VEMP ile ilgili çalışmalar yapıldığını görüyoruz. Huang ve ark., gözler kapalıyken o-VEMP testinin uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla sağlıklı bireylerde yaptıkları çalışmada gözler kapalıyken ortalama P1 ve N1 latanslarının gözler açıkken ölçülenlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde uzadığını ve gözler kapalıyken ortalama P1-N1 genliğinin gözler açıkken olduğundan önemli ölçüde daha küçük olduğunu bildirmişlerdir (100). Todai ve ark., göz kapatmanın ve farklı test pozisyonlarının o-VEMP testini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla sağlıklı bireylerde yaptıkları çalışmada da gözler kapalıyken P1 ve N1 latanslarında uzama olduğunu, P1-N1 genliğinde de azalma olduğunu dile getirmişlerdir (101). Bizim yaptığımız çalışmada gözler kapalıyken c-VEMP testinde P1 ve N1 latanslarında önemli bir ölçüde uzama, P1-N1 amplitüdünde de önemli ölçüde azalma gözlenmiştir. Çalışmamızda literatüre benzer şekilde görme yetisinin ortadan kalktığı durumda vestibüler sistemin olumsuz yönde etkilenerek c-VEMP amplitüdlerinde azalma ve latanslarda uzamayla dengenin sağlanmasında zorluk yaşandığı düşünülmüştür.

Postür duruşun motor kontrolünden sorumlu yapıları; vestibüler sistem, görme ile ilgili yapılar ve proprioseptif sistemdir. Bu yapılarla ilgili sistemler ve bu sistemler arasındaki bağlantı yollarında oluşabilecek herhangi bir sıkıntı denge bozuklukları ile sonuçlanmaktadır (102). Dengenin sağlanmasında en önemli faktörlerden birisi iyi düzeyde net görme gerektiren bakış dengesidir. Dengenin sağlanmasında önemli bir unsur olan görsel uyarılardaki bozulmalar, diğer sistemler normal olsa bile dengenin bozulmasına neden olurken, proprioseptif uyarılardaki bozulmalarda ise diğer sistemler normal çalıştığında dengenin sürdürülebildiğine dair çıkarımlar yapılabilir (103,104).

Vuillerme ve Nougier, çeşitli spor dallarından sporcular ile yaptıkları çalışmada gözler açık bir şekilde tek ayak, iki ayak ve bir ayak matın üzerinde olacak şekilde üç farklı pozisyonda postüral dengeyi değerlendirmişler ve gruplar arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (105). Kılıç ve Nalbant dansçıların postüral kontrol ve stabilitelerini değerlendirmek amacıyla 26 Latin dansçısı ve 26 dans etmeyen kişi ile yaptıkları çalışmada Duyusal Organizasyon Testi sonuçları açısından dansçı ve kontrol grubunu karşılaştırdıklarında iki grup arasında

proprioseptif sistem performansı açısından anlamlı bir fark gözlemezlerken, dansçılarda görsel ve vestibüler sistem performanslarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi bulmuşlardır (106). Çalışmamızda düz zeminde ayakta gözler açık durum c-VEMP sonuçları ile Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık durum c-VEMP sonuçları karşılaştırıldığında dalgaların amplitüd ve latanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Çalışmamızda Foam Pad üzerindeki sonuçların bir fark oluşturmaması, proprioseptif sistemin dengenin sağlanmasında daha az katkısı olduğunu düşündürmektedir.

Görsel uyaranlar sayesinde beyin, çevredeki değişikliklerin ve vücudun belirli bölümlerinin uzaydaki konumuyla ilgili bilgileri alır (107). Bazı yazarlar, görsel sistemin dengeyi korumaktan sorumlu diğer sistemlere hakim olduğuna inanmaktadır. İnsanlar, çevreyi kontrol etmenin yanı sıra koordinasyon gerektiren motor görevleri yerine getirirken öncelikle görsel uyaranlardan yararlanır ve onlara güvenirler (108,109). Hareketin seyrini belirlemek ve kontrol etmek söz konusu olduğunda görsel bilgi son derece önemlidir (110).

Black ve ark., görme bozukluğu olan glokom hastaları ile yaptıkları çalışmada postüral salınımı gözler açık ve kapalı, sert bir yüzey üzerinde ve foam pad üzerinde değerlendirmiş ve sonuç olarak da gözler kapalı durumda sert zemin ve foam pad üzerinde postüral salınımın arttığını göstermişlerdir (111). Zipori ve ark., şaşılığı olan çocuklarda postüral kontrolün değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; şaşılık nedeniyle normal binoküler görme bozulduğunda, sadece görmenin etkilenmediğini aynı zamanda dengenin de bozulduğunu gözlemlemişlerdir (112). Çalışmamızda Foam Pad üzerinde ayakta gözler açık durum c-VEMP sonuçları ile ayakta gözler kapalı durum c-VEMP sonuçları karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Gözler kapalı durumda iken sağ N1, sol P1-N1 latanslarında uzama ve her iki kulağın dalga amplitüdlerinde azalma gözlenmiştir.

Joon Hee Lee, ileri baş duruşunun statik ve dinamik denge kontrolüne etkilerini belirlemek amacıyla kraniyovertebral açılarına göre ileri baş postürü olan ve olmayan toplam 30 birey ile yaptığı çalışmada; sert yüzeyde gözler kapalı durumdaki ağırlık merkezi salınım hızlarını iki grubu karşılaştırdığında anlamlı derecede yüksek bulurken, sünger yüzeyinde gözler açıkken ağırlık merkezi salınım hızını gruplar arasında anlamlı bulamamıştır (113). Golomer ve ark., erkek çocuklarda ve genç yetişkinlerde dinamik dengenin düzenlenmesinde görmenin rolünü araştırmak amacıyla farklı görsel ve konum koşullarında platform üzerinde yaptıkları çalışmada gözler kapalı durumdaki değerlerin gözler açık duruma göre daha yüksek olduğunu bulmuşlar ve postüral kontrolün düzenlenmesinde görsel girdinin diğer duyusal girdilere üstün gelebileceği çıkarımında bulunmuşlardır (114). Paillard ve ark., 20 erkek

judocunun posturokinetik kapasitelerini ve görsel bilgi kullanımını incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada da judo sporcularının duruşlarını kontrol etmek için görsel bilgilere daha fazla bağımlı olduklarını göstermişlerdir (115). Bu bulgular bize görsel sistemin denge kontrolünün geliştirilmesinde ve sürdürülmesinde önemli bir rol oynadığını, proprioseptif sistemin de denge kontrolünü desteklediğini göstermektedir. Çalışmamızda gözler kapatılarak yapılan c-VEMP testi sonuçlarında latanslarda uzama ve amplitüdlerdeki düşüşlerin görsel sistemin dengenin sağlanmasında proprioseptif sisteme kıyasla daha etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç:

Dengeyi kontrol etmekten sorumlu sistemlerden herhangi birinin ortadan kalkması veya yetersizliği diğer sistemler tarafından telafi edilebilir, ancak bulgularımız vestibüler sisteme ek olarak görsel sistemden gelen bilgilerin proprioseptif sistemden gelen bilgilere göre dengenin korunması açısından daha büyük rolü olduğunu düşündürmüştür. Bununla birlikte klinik kullanımında VEMP testinin gözler açık ve kapalı koşullar arasında da sonuçlar açısından farklılık oluşturabileceği ve bu durumunda göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. 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. 2010;90:663-78.
2. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait & posture. 2002;16:1-14.
3. Barmack NH. Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum. Brain research bulletin. 2003;60:511-41
4. Wiest G. The origins of vestibular science. Annals of the New York Academy of Sciences. 2015;1343:1-9.
5. Hızal E, Erbek HS, Özlüoğlu LN. Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP). Bozok Med J, 2014;1:26-37.
6. Plishka CM. A clinician's guide to balance and dizziness: evaluation and treatment, SLACK Incorporated, 2015.
7. Zenbilci N. Sinir Sistemi Hastalıkları. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi; 1995.s.194-197.
8. Korkut N. Bailey Baş ve Boyun Cerrahisi – Otolarengoloji, Newlands SD. İstanbul: Güneş Kitabevi; 2011.
9. Sevim Y. Antrenman Bilgisi. 7.Baskı, Ankara: Nobel Yayın Evi; 2007.s.105.
10. Jones LA. Somaticsense, The Vestibular System, In: cohen H. editor. Neuro scienc efor rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkıns Press. 1999;149-167
11. Özdek A. Baş Dönmesi Olan Hastanın Değerlendirilmesi. İçinde: Gündüz M, Karabulut H (editörler). Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar, 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevileri; 2015.s.339-349.
12. Gibson JJ. The senses considered as perceptual systems.Boston: Houghton Mifflin, 1966.
13. Özdek A. Vertigo: Temel Bilgiler. Önerci M. ed; Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi'nde Güncel Yaklaşım. 2008;4:1-10.
14. Wiest G. The origins of vestibular science. Annals of the New York Academy of Sciences. 2015;1343:1-9.
15. Herdman SJ, Clendaniel R. Vestibular rehabilitation: FA Davis. 2014.
16. Purves D. Neuroscience, 3rd Edition. Third. Purves D, editor. Sunderland, MA: Sinauer Associates. 2004.
17. Matthews PBC. Mammalian muscle receptors and their central actions. Edward Arnold. 1972.
18. Gelfand IM, Latash ML. On the problem of adequate language in motor control. Motor Control. 1998;2:306-313. doi:10.1123/mcj.2.4.306

19. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. J Athl Train. 2002;37:71-79.

20. Fujimoto C, Murofushi T, Chihara Y, Ushio M, Yamaguchi T, Yamasoba T, et al. Effects of unilateral dysfunction of the inferior vestibular nerve system on postural stability. Clin Neurophysiol. 2010;121:1279-84.

21. Kabiş B. Sağlıklı yetişkin bireylerde video head ımpulse testi'nin (vHIT) normal değerlerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2015.

22. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. NeuroRehabilitation. 2013;32:437-43.

23. Gacek RR, Gacek M. Anatomy of the auditory and vestibular systems. Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery. 2003;16.

24. Fuller DR, Pimentel JT, Pregoy BM. Anatomy and phsiology of the auditory/vestibuler system. In: Fuller DR, Pimentel JT, Pregoy BM (eds). Applied Anatomy and Physiology for Speech-Language Pathology and Audiology, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins. 2011;594-712.

25. https://www.brainkart.com/article/Vestibular-Apparatus---Control-of-Posture-and-Movement_21021/ Erişim Tarihi: Aralık 2023.

26. Wackym PA. Neurotology. In: Winn HR (ed). Youmans & Winn Neurological Surgery, 7 th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017.p.29-53.

27. Aslan A. Kulak anatomisi. Koç C, Ed: Kulak Burun Bogaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2013.s.58-61.

28. Della Santina CC, Potyagaylo V, Migliaccio AA, et al. Orientation of human semicircular canals measured by three-dimensional multiplanar CT reconstruction. Journal of the Association for Research in Otolaryngology. 2005;6:191-206.

29. Takagi A. and Sando I. Computer-aided three-dimensional reconstruction: a method of measuring temporal bone structures including the length of the cochlea. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. 1989;98:515-522.

30. Fife TD. Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. In: Eggers SD, Zee D (eds). Handbook of Clinical Neurophysiology, 1 st ed. Philadelphia: Elsevier; 2010.p.5-17.

31. Hain T, Helminski JO. Anatomy and physiology of the normal vestibular system. In: Herdman SJ (ed). Vestibular Rehabilitation, 3 rd ed. USA: Contemporary Perspectives In Rehabilitation; 2007.p.2-18.

32. Reonisto P. The special senses. https://slideplayer.com/slide/7355545/ Erişim Tarihi: 22.12.2023.

33. Furman JM, Cass SP, Whitney SL. Vestibular disorders: a case-study approach to diagnosis and treatment. USA: Oxford University Press; 2010.

34. Gonzales-Garrido A, Pujol R, Lopez-Ramirez O, Finkbeiner C, Eatock RA, Stone JS. The differentation status of hair cells that regenerate naturally in the vestibular inner ear of the adult mouse. J Neurosci. 2021;41:7779-96.

35. Ardıç FN. Denge Sisteminin İşleyişi, İçinde: Ardıç FN (editör). Vertigo. 2. Baskı. İzmir: US Akademi; 2019.s.1-20.

36. Gkoritsa EZ. Anatomy of the vestibular system. In: Gkoritsa EZ (ed). Handbook of benign paroxysmal positional vertigo: diagnosis and treatment, New York: Nova Biomedical; 2017.p.11.

37. Ruckenstein MJ, Davis S. Rapid Interpretation of Balance Function Tests. 1 st ed. Philadelphia: Plural Publishing; 2014. p.1-5.

38. Bansal M. Diseases of ear, nose and throat. 2 nd ed. London: JP Medical; 2018.p. 18.

39. Yüksel A, Gündüz M. Vestibüler Sistem Anatomi ve Fizyolojisi. Gündüz M, Karabulut H (Editörler). Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2015.s.87-95.

40. Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi, I. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 1998.

41. Akyol U, Koç C. Modern tıp seminerleri dizisi: Vertigo. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2003. s.25.

42. https://neuroscientificallychallenged.com/glossary/otolith-organs. Erişim tarihi: Aralık 2023.

43. Baloh RW, Honrubia V, Kerber KA. Overview of vestibular anatomy and physiology. In: Baloh RW, Honrubia V, Kerber KA (eds). Clinical Neuropsychology of the Vestibular System. 4 th ed. London: Oxford University Press; 2011. p.2-4.

44. Wiest G. The origins of vestibular science. Ann N Y Acad Sci. 2015;1343:1-9.

45. Tóth M, Csillag A. The organ of hearing and equilibrium. In: Atlas of the Sensory Organs. Totowa: NJ. Humana Press; 2005. p.1-83.

46. Lee KJ (Keat J.). Essential otolaryngology : Baş ve Boyun Cerrahisi. Güneş Kitabevi. 2012.

47. Hızal E. Vestibüler sistemin anatomi ve fizyolojisi. İçinde: Belgin E (Editör). Temel Odyoloji. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2015. s. 57-69.

48. Dickman JD, The vestibular system. In: Haines DE (ed). Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications. 1 st ed. Philadelphia: Elsevier; 2018. p.320-33.

49. Van De Graaff KM. Senses of hearing and balance. In: Van De Graaff KM, editor. Human Anatomy. Sixth ed. USA: The McGraw-Hill Companies; 2001. p. 516-30.

50. https://www.enteducationswansea.org/anatomy-of-the-inner-ear. Erişim tarihi: Aralık 2023.

51. Guyton AC, Hall JE. Cortical and brain stem control of motor function In: Guyton AC, Hall JE, editors. Textbook of Medical Physiology. Eleventh ed. Philadelphia, USA: Elsevier Saunders; 2006. p. 685-97.

52. Cannon S, Robinson DA. Loss of the neural integrator of the oculomotor system from brain stem lesions in monkey. J Neurophysiol. 1987;57:1383-409.

53. Tascioglu AB. Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. Neuroanatomy. 2005;4:24-7.

54. Truex RC, Carpenter MB. Human Neuroanatomy. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 1969.

55. Piker EG, Garrison DB. Clinical Neurophysiology of the Vestibular System. In: Katz J (Ed.) Handbook of Clinical Audiology. 7th Edition. Philadelphia, USA: 2015. p.381-399.

56. Highstein SM. Anatomy and Physiology of the Central and Peripheral Vestibular System: Overview. In: Highstein SM, Fay RR, Popper AN (Eds). The Vestibular System. New York, USA: Springer; 2003. p.1-11

57. Lee SC. Vestibular system anatomy: Overview, membranous labyrinth, vestibular sensory epithelium. Medscape. 2016.

58. Bodranghien F, Bastian A, Casali C. Consensus Paper: Revisiting the Symptoms and Signs of Cerebellar Syndrome. Cerebellum. 2016;15:369-391. doi:10.1007/s12311-015-0687-3.

59. Hain TC, Helminski JO. Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. In: Herdman SJ, edıtor. Vestibular Rehabilitation. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company; 2007. p.2-18.

60. Manzoni D. Vestibulo-spinal reflexes. In: Squire LR (ed). Encyclopedia of Neuroscience. Philadelphia: Elsevier; 2009.p.4245-50.

61. Fetter M. Vestibulo-ocular reflex. Dev Ophthalmol. 2007;40:35-51. doi:10.1159/000100348

62. Dündar A. Kulağa Giriş; Embriyoloji, Embriyopatoloji, Klinik Anatomi ve Temel Kavramlar. 1 ed. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi; 2003.

63. Almaç A. Vestibüler Refleksler, in Ankara Otorhinolarngology Society; Vertigo and its Treatment. Ankara. 1990; 11-14.

64. Flint PW, Haughey BH, Robbins KT, Thomas JR, Niparko JK, Lund VJ, et al. Cummings otolaryngology-head and neck surgery e-book. Elsevier Health Sciences; 2014.

65. Mitchell DE, Della Santina CC, Cullen KE. Plasticity within excitatory and inhibitory pathways of the vestibulo-spinal circuitry guides changes in motor performance. Sci Rep. 2017;7:853. Published 2017 Apr 12. doi:10.1038/s41598-017-00956-5

66. Alpini DC, Cesarani A, Brugnoni G. Vertigo rehabilitation protocols p. 9. Cham: Springer International Publishing. 2014.

67. Halmagyi GM, Colebatch JG, Curthoys IS. New tests of vestibular function. Bailliere's clinical neurology. 1994;3:485-500.

68. Cal R, Bahmad F. Vestibular evoked myogenic potentials: an overvirew. Braz J Otorhinolaryngol. 2009; 75:456-62.

69. Bickford RG, Jacobson JL, Cody DTR. Nature of averaged evoked potentials to sound and other stimuli in man. Ann NY Acad Sci. 1964;112:204-223.

70. Townsend GL, Cody DT. The averaged inion response evoked by acoustic stimulation: its relation to the saccule. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1971;80:121-131. doi:10.1177/000348947108000116

71. Colebatch J, Halmagyi G. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. Neurology. 1992; 42:1635.

72. Rosengren S, Welgampola M, Colebatch J. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. Clin Neurophysiology. 2010;121:636-51.

73. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. Neurology. 2005;64:1682-8.

74. Chen CN, Wang SJ, Wang CT, Hsieh WS, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials in newborns. Audiol Neurootol. 2007;12:59-63. doi:10.1159/000097248.

75. Godha S, Upadhyay Mundra A, Mundra RK, Bhalot L, Singh A. VEMP: An Objective Test for Diagnosing the Cases of BPPV. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2020;72:251-256. doi:10.1007/s12070-020-01802-3

76. Erbek HS. Vestibüler uyarılmış kas potansiyelleri (VEMP) İçinde: Ardıç FN, editor. Vertigo. 2nd ed. İzmir: US Akademi; 2019. p.180-8.

77. Fife TD, Colebatch JG, Kerber KA, Brantberg K, Strupp M, Lee H, et al. Practice guideline: Cervical and ocular vestibular evoked myogenic potential testing: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology. 2017;89:2288-96.

78. Mendis S, Patel J, Koohi N. Diagnostic Testing of Third Mobile Window Disorders. In: Gianoli GJ, Thomson P. (eds) Third Mobile Window Syndrome of the Inner Ear. Cham: Springer; 2022.

79. Geçici R. Gürültüye bağlı işitme kayıplı bireylerde vestibüler sistemin değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2018. s.12-31.

80. Akin F, Murnane O, Proffitt T. The effects of click and tone-burst stimulus parameters on the vestibular evoked myogenic potential (VEMP). J Am Acad Audiol 2003;14:500-509.

81. Derinsu U, İsgenderova Baş E, Akdaş F. Standardization of Vestibular Evoked Myogenic Potentials. Marmara Medical Journal. 2009;22:127-133.

82. Papathanasiou ES, Murofushi T, Akin FW, Colebatch JG. International guidelines for the clinical application of cervical vestibular evoked myogenic potentials: an expert consensus report. Clin Neurophysiol. 2014;125:658-666. doi:10.1016/j.clinph.2013.11.042

83. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. Clinical Neurophysiology. 2001;112:1971-9.

84. Welgampola MS, Migliaccio AA, Myrie OA, Minor LB, Carey JP. The human sound-evoked vestibulo-ocular reflex and its electromyographic correlate. Clinical Neurophysiology. 2009;120:158-66.

85. Cheng PW, Huang TW, Young YH. The influence of clicks versus short tone bursts on the vestibular evoked myogenic potentials. Ear Hear. 2003;24:195-197.

86. Murofushi T, Kaga K. Vestibular Evoked Myogenic Potential Its Basics and clinical Applications. Tokyo: 2009.

87. Janky KL, Shepard N. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) testing: normative threshold response curves and effects of age. J Am Acad Audiol. 2009;20:514-22.

88. Lee KJ, Kim MS, Son EJ, Lim HJ, Bang JH, Kang JG The usefulness of rectified VEMP. Clin Exp Otorhinolaryngol. 2008;1:143-147.

89. Bath AP, Harris N, McEwan J: Effect of conductive hearing loss on the vestibulocollic reflex. Clin Otolaryngol. 1999;24:181-183.

90. Sandrey MA. 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 Ġn Athletic Training, School Of Physical Education, Morgantown, West Virginia. 2006.

91. McLeod B, Hansen E. EffectsOf TheEyerobics Visual Skills Training Program On Static Balance Performance Of Male And Female Subjects. Percept Mot Skills. 1989;69:1123-6.

92. Grote G. Leading High-Risk Teams in Aviation, In Leadership Lessons from Compelling Contexts. Published. 2016;189-208.

93. Paulus WM, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. Brain 1984;107:1143-1163.

94. Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H, Starck J. Postural control and age. Acta oto-laryngologica 1993;113:119-122. https://doi.org/10.3109/00016489309135778

95. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. Journal of athletic training 2007;42:42-46.

96. Davlin-Pater C. The effects of visual information and perceptual style on static and dynamic balance. Motor Control. 2010;14:362-370. doi:10.1123/mcj.14.3.362

97. Giagazoglou P, Amiridis IG, Zafeiridis A, Thimara M, Kouvelioti V, Kellis E. Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. Eur J Appl Physiol. 2009;107:571-579. doi:10.1007/s00421-009-1163-x

98. Bednarczuk G, Wiszomirska I, Rutkowska I, Skowroński W. Role of vision in static balance in persons with and without visual impairments. Eur J Phys Rehabil Med. 2021;57:593-599. doi:10.23736/S1973-9087.21.06425-X

99. Uchiyama M, Demura S. The role of eye movement in upright postural control. Sport Sci Health 2009;5:21-7. https://doi.org/10.1007/s11332-009-0072-z

100. Huang YC, Yang TL, Young YH. Feasibility of ocular vestibular-evoked myogenic potentials (oVEMPs) recorded with eyes closed. Clin Neurophysiol. 2012;123:376-381. doi:10.1016/j.clinph.2011.06.024

101. Todai JK, Congdon SL, Sangi-Haghpeykar H, Cohen HS. Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to three test positions and two frequencies. Laryngoscope. 2014;124:237-240. doi:10.1002/lary.24487

102. Demer JL, Crane BT: Vision and vestibular adaptation. Otolaryngol Head Neck Surg. 1998;119:78-88.

103. Yardley L, Lerwill H, Hall M, Gresty M: Visual destabilisation of posture in normal subjects. Acta Otolaryngol. 1992;112:14-21.

104. Kanski JJ: Clinical Ophthalmology. Chapt 14. pp 412-437. Sec ed. 1989

105. Vuillerme N, Nougier V. Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. Brain Res Bull. 2004;63:161-165. doi:10.1016/j.brainresbull.2004.02.006

106. Kiliç M, Nalbant SS. The effect of latin dance on dynamic balance. Gait Posture. 2022;92:264-270. doi:10.1016/j.gaitpost.2021.11.037

107. Paillard T, Noé F. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. Scand J Med Sci Sports. 2006;16:345-348. doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00502.x

108. Kaźmierczak U, Kropkowska P, Zniszczol P, Radziminska A, Strojek K, Goch A, et al. Evaluation of static balance with the use of the posturographic platform in poorly visionaries and blind persons. J Educ Health Sport. 2016;6:102-12.

109. Santos AC, Bakke HA, Oliveira IS, de Oliveira I, Sarinho SW. The performance of children and adolescents with low vision on the Pediatric Balance Scale. Motri. 2018;14:71-8. https://doi.org/10.6063/motricidade.13753

110. Gautier G, Thouvarecq R, Chollet D. Visual and postural control of an arbitrary posture: the handstand. J Sports Sci. 2007;25:1271-1278. doi:10.1080/02640410601049144

111. Black AA, Wood JM, Lovie-Kitchin JE, Newman BM. Visual impairment and postural sway among older adults with glaucoma. Optom Vis Sci 2008;85:489-497.

112. Zipori AB, Colpa L, Wong AMF, Cushing SL, Gordon KA. Postural stability and visual impairment: Assessing balance in children with strabismus and amblyopia. PLoS One. 2018;13:e0205857. Published 2018 Oct 18. doi:10.1371/journal.pone.0205857.

113. Lee JH. Effects of forward head posture on static and dynamic balance control. J Phys Ther Sci. 2016;28:274-277. doi:10.1589/jpts.28.274

114. Golomer E, Dupui P, Séréni P, Monod H. The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. J Physiol Paris. 1999;93:233-237. doi:10.1016/s0928-4257(99)80156-9

115. Paillard T, Costes-Salon C, Lafont C, Dupui P. Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists?. Br J Sports Med. 2002;36:304-305. doi:10.1136/bjsm.36.4.304

EKLER

EK 1: Etik Kurul Onayı

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
GİRİŞİMSEL OLMAYAN BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-GOBAEK 2022/380	
	PROTOKOL ADI	Farklı Dinamik Denge Pozisyonlarında Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) Sonuçlarının İncelenmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Doç. Dr. Erdoğan BULUT	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:25/07**		**Tarih:26.12.2022**
	Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Erdoğan BULUT'un sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Nihal EVRAN'ın tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir		
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI	Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-GOBAEK Yönergesi		

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Gülsüm ÖNAL Başkan	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Hakan GÜRKAN Başkan Yardımcısı	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Selçuk KORKMAZ Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. BiyoistatistikA.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Mehmet Erdal VARDAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sernaz TOPALOĞLU Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Sezgi SARIKAYA SOLAK Üye	Deri ve Zührevi Hastalıklar	T.Ü.T.F. Deri ve Zührevi Hastalıklar A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Galip EKUKLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Filiz TÜTÜNCÜLER KÖKENLİ Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E H	E H	
Öğr. Gör. Dr. Sinan ATEŞ Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Doğan ALBAYRAK Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Burhan Can ÇANAKÇI Üye	Endodonti	T.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E	E H	E H	
Doç. Dr. Hilal KEKLİCEK Üye	Protez-Ortez ve Biyomekani	T.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi	K	E H	E H	
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye	Emekli Öğretmen	Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

ÖZGEÇMİŞ

BENZERLİK RAPORU

FARKLI DİNAMİK DENGE POZİSYONLARINDA VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLER (VEMP) SONUÇLARININ İNCELENMESİ

ORİJİNALLİK RAPORU

%19	%17	%8	%5
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%4
2	acikerisim.medipol.edu.tr İnternet Kaynağı	%3
3	dspace.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	%2
4	acikerisim.ybu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%2
5	acikerisim.baskent.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
6	Submitted to Trakya University Öğrenci Ödevi	%1
7	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
8	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
	www.thefreelibrary.com	

9	İnternet Kaynağı	<%1
10	www.utsakcongress.com İnternet Kaynağı	<%1
11	Usta, Merve. "Tıkayıcı Uyku Apnesi Sendromu Olan Hastalarda Vestibüler Bulguların Değerlendirilmesi", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
12	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<%1
13	acikerisim.baskent.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
14	www.acibadem.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
15	Submitted to Brigham Young University Öğrenci Ödevi	<%1
16	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1
17	dspace.baskent.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
18	Submitted to Istanbul Gelisim University Öğrenci Ödevi	<%1
	Submitted to Bahcesehir University	

19	Öğrenci Ödevi	<%1
20	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	<%1
21	dspace.trakya.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
22	Submitted to Baskent University Öğrenci Ödevi	<%1
23	Mahiroğlu, Hüseyin. "Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması Olan Çocuklarda Dengenin Değerlendirilmesi", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
24	Fatih ÇİFTÇİ, Yasemin ALTAN. "Comparing Effects of Midazolam and Dexmedetomidine Sedation on Ultrasound Guided Infraclavicular Nerve Block for Upper Extremity Orthopedic Surgeries", Turkiye Klinikleri Journal of Anesthesiology Reanimation, 2019 Yayın	<%1
25	2dc40e33-085f-40e0-8172-9a1f898c1942.filesusr.com İnternet Kaynağı	<%1
26	"Endometrium kanserinde lenfovasküler saha invazyonu ile kötü prognostik faktörlerinin	<%1

	ilişkisinin incelenmesi", Türk Jinekolojik Onkoloji Dergisi, 2023 Yayın	
27	Clementina D. Ceria-Ulep, John Grove, Randi Chen, Kamal H. Masaki et al. "Physical Aspects of Healthy Aging: Assessments of Three Measures of Balance for Studies in Middle-Aged and Older Adults", Current Gerontology and Geriatrics Research, 2010 Yayın	<%1
28	acikerisim.pau.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
29	gcris.pau.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
30	Avci, Feride Didem. "Multiple Skleroz Hastalarında Alt Ekstremite Duyu Değişikliklerinin Denge Üzerinde Etkisi", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
31	Koska, Betül. "İleri ve çok Ileri derecede ışitme kayıplı çocuklarda vestibüler değerlendirme: Olgu kontrol çalışması", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
32	Top, Havva Nur. "İç Kulak Tüylü Hücrelerinin Rejenerasyonunda Atoh 1 ve Igr 5 Gen	<%1

	ürünlerinin Rolü", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	
33	docplayer.nl İnternet Kaynağı	<%1
34	link.springer.com İnternet Kaynağı	<%1
35	utsakcongress.com İnternet Kaynağı	<%1
36	www.tjfmpc.gen.tr İnternet Kaynağı	<%1
37	BULUT, Erdoğan, YILMAZ, Şule, TAŞ, Memduha, TÜRKMEN, Mehmet Turgay and POLAT, Zahra. "Konuşmada Akıcılık Sorunu olan Çocuklarda Kontralateral Supresyon Yanıtların Transient Evoked Otoakustik Emisyon Testi ile Değerlendirilmesi", JAREM, 2017. Yayın	<%1
38	Hesham Mohammed Taha, Ihab Nada, Maha Mohammed Alagamy, Tayseer Taha Abdel Rahman. "Clinical correlates of different forms of endolymphatic hydrops", The Egyptian Journal of Otolaryngology, 2022 Yayın	<%1
39	Sipp, Amy R. "A system for collecting data to characterize a pre-fall change in sway:	<%1

Development and proof-of-concept analyses", Proquest, 20111108
Yayın

40	Tunçbilek, Pinar. "Otosklerozlu Hastalarda Kemik Yıkım Metaboliti Deoksipiridinolinin Idrar Düzeylerinin Değerlendirilmesi ve Bulguların Temporal Kemik Bilgisayarlı Tomografi ve Dansitometri Verileri Ile Korelasyonu", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
41	Çelik, Onur. "Meniere Hastalığında Uyarılmış Vestibüler Miyojenik Potansiyeller", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
42	Çetinbağ, Özgenur. "Gürültülü Ortamlarda Çalışmaya Bağlı Işitme Kaybı Olan Hastalarda Odyo-Vestibüler Bulguların Değerlendirilmesi: Olgu Kontrol Çalışması", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1