

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜTÜSÜ

Odyoloji Anabilim Dalı

DEMANS HASTALARINDA cVEMP BULGULARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Tuğçe TOPLU

Danışman
Prof. Dr. Ali ÖZDEK

İstanbul – 2026

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : Tuğçe TOPLU

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Uluslararası Örgütler ve Türkiye'ye Etkileri

Enstitü : Demans Hastalarında cVEMP Bulgularının Değerlendirilmesi

Anabilim Dalı : Odyoloji

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tezin Tarihi : 05.01.2026

Sayfa Sayısı : 59

Tez : Prof. Dr. Ali ÖZDEK

Danışmanları

Dizin Terimleri : Demans, VEMP, Vestibüler sistem, Sakkül

Türkçe Özet : Bu araştırmada hafif düzey demans tanısı almış bireylerde vestibüler fonksiyonlarında bir etkilenme olup olmadığı cVEMP testi ile değerlendirilmiştir. Çalışma, Kastamonu Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Nöroloji kliniğine başvuran ve demans tanısı alan katılımcılar ile sağlıklı kontrollere uygulanmıştır. Analizlerde; demans grubunda amplitüd değerlerinin daha düşük, eşiklerin daha yüksek ve asimetri oranlarının artmış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca VEMP cevabının varlığı ve cevap durumu açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur. P1 ve N1 latans değerlerinde ise anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Dağıtım Listesi : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

Tuğçe TOPLU

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜTÜSÜ

Odyoloji Anabilim Dalı

DEMANS HASTALARINDA cVEMP BULGULARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Tuğçe TOPLU

Danışman
Prof. Dr. Ali ÖZDEK

İstanbul – 2026

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Tuğçe TOPLU

.../.../2026



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Tuğçe TOPLU' nun Demans Hastalarında cVEMP Bulgularının Değerlendirilmesi adlı tez çalışması, jürimiz tarafından Odyoloji anabilim dalı, Odyoloji bilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Ali ÖZDEK

(Danışman)

Üye

Doç. Dr. Fatih BAL

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Nebi Mustafa GÜMÜŞ

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 20..

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Son yıllarda yapılan araştırmalar, demansın yalnızca bilişsel alanları değil, aynı zamanda vestibüler sistemi de etkileyebileceğini göstermektedir. Vestibüler sistemi değerlendirmede kullanılan test yöntemlerinden biri olan servikal uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) testi, özellikle sakkül ve inferior sinir düzeyindeki bozulmaları ortaya koyabilen objektif bir yöntemdir. Bu çalışmanın amacı, demans tanısı almış bireylerde cVEMP test parametrelerinin değerlendirilmesi ve vestibüler sistemdeki olası etkilenmelerin belirlenmesidir.

Çalışmamıza, Kastamonu Eğitim ve Araştırma Hastanesi nöroloji kliniğine başvuran hafif düzey demans tanısı almış bireyler dahil edilmiştir. Demans tanılı hasta grubu ile yaş ve cinsiyet açısından benzer özellikteki sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubuna cVEMP testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda P1 latansı, N1 latansı, tepeler arası amplitüd, asimetri oranı, VEMP eşiği, VEMP cevabı varlığı ve cevap durumu parametreleri sağlıklı kontrol grubu ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırmalarda demans grubunda amplitüd değerleri anlamlı derecede düşük, eşik değerlerinin yüksek ve asimetri oranlarının artmış olduğu bulunmuştur. VEMP cevabı varlığı karşılaştırıldığında demans grubunda VEMP cevabı alma oranında önemli ölçüde azalma saptanmıştır ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). VEMP cevabı durumunda ise demans grubunda anormal VEMP sonuçlarının arttığı gözlenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte P1 ve N1 latansları açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Bu bulgular, demans hastalarında vestibülospinal refleks yollarının erken evrelerde etkilenmeye başladığını ve cVEMP testinin demansın erken tanısı ile hastalık sürecinin izlenmesinde klinik açıdan önemli bir değerlendirme yöntemi olabileceğini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Demans, VEMP, Vestibüler sistem, Sakkül

SUMMARY

Recent research indicates that dementia may affect not only cognitive domains but also the vestibular system. The cervical vestibular evoked myogenic potential (cVEMP) test is one of the standard methods used to assess vestibular function, providing objective information about the saccule and inferior vestibular nerve. This study aimed to evaluate cVEMP parameters in individuals with dementia and to identify possible vestibular dysfunctions associated with the condition.

The study included patients diagnosed with mild dementia who presented to the Neurology Clinic of Kastamonu Training and Research Hospital. The dementia group and age- and sex-matched control group underwent cVEMP testing. The parameters analyzed included P1 and N1 latencies, peak-to-peak amplitude, asymmetry ratio, VEMP threshold, presence of VEMP response and response pattern. These values were statistically compared between the dementia and control groups.

The results showed that amplitude values were significantly lower, thresholds were higher and asymmetry ratios were increased in the dementia group. The presence of cVEMP responses was reduced and the rate of abnormal responses was significantly higher compared with the control group ($p < 0.05$). However, there were no significant differences in P1 and N1 latencies between groups.

Overall, these findings suggest that vestibulospinal reflex pathways may be affected in the early stages of dementia. The cVEMP test may therefore be a useful clinical tool for the early detection and follow-up vestibular involvement in dementia.

Keywords: Dementia, VEMP, Vestibular system, Saccule

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM GENEL BİLGİLER

1.1. Demansın Tanımı	3
1.1.2. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri	3
1.1.3. Patogenez ve Patofizyoloji	4
1.1.4. Demans Tipleri.....	5
1.1.5. Klinik Bulguları ve Tanı	6
1.2. Vestibüler Sistem	8
1.2.1. Periferik Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi.....	8
1.2.2. Santral Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi	12
1.2.3. Vestibüler Refleksler.....	13
1.2.4. Denge Fonksiyonunda Görsel ve Somatosensöriyel Sistemin Rolü	15
1.3. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP).....	16
1.4. Yaşlanmanın Vestibüler Sistem Üzerindeki Etkileri	18

İKİNCİ BÖLÜM MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırma İzni ve Etik Kurul Onayı	19
2.2. Katılımcılar	19
2.3. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	19
2.4. Dışlama Kriterleri.....	20
2.5. Katılımcılara Genel Bakış	20
2.6. Çalışmaya Genel Bakış	20
2.7. Veri Toplama Araçları:	20
2.7.1. cVEMP Testi	20
2.7.1.1. Test Protokolleri ve Prosedürü	21
2.8. İstatistiksel İncelemeler	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR

3.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri	24
--	----

3.2. Araştırmanın Katılımcı Grubuna İlişkin Betimleyici İstatistikler.....	25
3.3. Demans ve Kontrol Gruplarının VEMP Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	26
TARTIŞMA	29
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	34
KAYNAKÇA.....	36
EKLER.....	43



KISALTMALAR

WHO	:	World Health Organization
AH	:	Alzheimer Hastalığı
MoCA	:	Montreal Bilişsel Değerlendirme
PET	:	Pozitron Emisyon Tomografisi
VOR	:	Vestibüloökuler Refleks
VSR	:	Vestibülospinal Refleks
VKR	:	Vestibülokolik Refleks
VEMP	:	Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
oVEMP	:	Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
cVEMP	:	Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller
SKM	:	Sternokleidomastoid Kası
EMG	:	Elektromiyografi
MVST	:	Medial Vestibülospinal Trakt
ACC	:	Spinal Aksesuar Sinir
AC	:	Hava yolu
BC	:	Kemik Yolu
GVS	:	Galvanik Vestibüler Stimülasyon
AEP	:	İşitsel Uyarılmış Potansiyeller
HPF	:	Yüksek Geçirgen Filtre
LPF	:	Alçak Geçirgen Filtre
MCI	:	Hafif Kognitif Bozukluk
vHIT	:	Video Baş İtme Testi

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik özellikler	24
Tablo 2. Araştırmaya ilişkin betimleyici istatistikler	25
Tablo 3. P1 Latans, N1 Latans, tepe-tepe amplitüd, eşik değeri ve asimetri oranı değişkenlerinin gruplar arası karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel inceleme sonuçları.....	26
Tablo 4. VEMP cevabının varlığının gruplar arası karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel inceleme sonuçları	27
Tablo 5. VEMP Cevabı Durumunun gruplar arası karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel inceleme sonuçları	28

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. AH'nin belirleyici patolojik özellikleri	5
Şekil 2. Kemik ve membranöz labirentin anatomisi.....	9
Şekil 3. Tip I ve Tip II vestibüler tüy hücreleri anatomisi.....	10
Şekil 4. Makula anatomisi	11
Şekil 5. Santral vestibüler sistem anatomisi	13
Şekil 6. Vestibülooküler refleks.....	14
Şekil 7. Sesle uyarılan cVEMP'in refleks arkı; birincil vestibüler afferentler, medial vestibülospinal yol (MVST) ve spinal aksesuar siniri (ACC) içermektedir.17	
Şekil 8. Normal bir denekte servikal VEMP (cVEMP) yanıtları; hava yolu ile iletilen (AC) ses uyarıları, kemik yolu (BC) titreşimleri, başa uygulanan mekanik titreşim ve galvanik vestibüler stimülasyon (GVS) aracılığıyla elde edilebilmektedir.	18
Şekil 9. Elektrod yerleşimi.....	22
Şekil 10. cVEMP kayıt örneği	22

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Yüksek Lisans programı kapsamında yürütülmüş olup demans tanılı bireylerde cVEMP bulgularının değerlendirilmesini konu almaktadır. Çalışmanın, Odyoloji alanındaki bilimsel bilgi birikimine katkı sunmasını temenni ederim.

Tez danışmanım Prof. Dr. Ali Özdek'e ve çalışmanın yürütülmesinde katkı sunan Dr. Öğr. Üyesi Nebi Mustafa Gümüş'e teşekkür ederim.

Çalışma sürecinde birlikte görev yaptığım değerli mesai arkadaşlarıma teşekkür etmek isterim. Özellikle Sezai Sacid Anbar'a yol gösterici yaklaşımı için ve her aşamada sağladığı desteği için ayrıca minnettarım. Her zaman yanımda olan Tuğba Gülle'ye de samimi desteği ve çalışma sürecindeki katkıları için teşekkür ederim. Ayrıca süreç içerisinde yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Kübra Çoruh Kınalı'ya ve Şevval Çiçek'e de teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu süreçte de varlıklarıyla güç veren, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen çok kıymetli aileme teşekkür ederim.

Son olarak sabrıyla, sevgisiyle ve desteğiyle her daim yanımda olan, bu süreçte bana güç veren canım eşim Abdullah Kerem Toplu'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre demans, bir hastalık değildir çoklu bilişsel alanları etkileyen progresif bir bozulmayla karakterize edilen bir sendromdur (Hafiz et al., 2023). Bireyin günlük yaşam aktivitelerini sürdürmede, bellek, dil ve davranış alanlarını yönetmede sorun yaşadığı bu sendromun en yaygın görülen alt tipi Alzheimer hastalığıdır. Vasküler demans, mikst (karma) demans ve Levy Cisimcikli demans diğer başlıca alt tipler arasında yer almaktadır. Küresel ölçekte yaşlı nüfusun hızla artması, demansı önemli bir halk sağlığı sorunu haline getirmiştir. Bu sendrom yalnızca bireyler ve aileleri açısından değil, aynı zamanda sağlık sistemleri ve sosyal bakım hizmetleri üzerinde de ciddi ekonomik ve psikososyal yük oluşturmaktadır (Robinson et al., 2015).

Alzheimer hastalığına ilişkin mevcut tanı kriterleri çoğunlukla hipokampal ve neokortikal alanlardaki bozulmaya bağlı bilişsel bozukluklara odaklanmaktadır. Bununla birlikte erken dönemde görülen duygu durumu, iştah, uyku düzeni ve psikiyatrik semptomlar beyin sapı tutulumunu ve özellikle serotonerjik çekirdekleri düşündürmektedir (Simic et al., 2009).

Araştırmalar, vestibüler sinyallerin özellikle mekânsal yönelim, navigasyon ve genel bilişsel işlevler olmak üzere çeşitli bilişsel süreçlerde belirgin bir rol oynadığını göstermiştir (Zwergal et al., 2024).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), akustik uyaranlara yanıt olarak sternokleidomastoid kasından kaydedilen miyojenik yanıtlardır. Uygulaması kolay, maliyet açısından uygun, noninvaziv olması nedeniyle klinik açıdan avantajlı bir testtir. VEMP sakkülokolik refleks arkını temel alır ve uzun süredir nörootoloji pratiğinde vestibüler sistem hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Sakkülokolik refleks arkı beyin sapından geçer bu sebeple beyin sapı düzeyinde yer alan patolojiler hakkında bilgi verebilir (Birdane et al., 2012).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), beyin sapının çeşitli seviyelerinde yer alan kısa latanslı refleksler olup beyin sapı tutulumunun değerlendirilmesinde temel nörofizyolojik ölçüm araçları arasında yer almaktadır.

VEMP dalga latanslarındaki uzama; afferent otolit organları (sakkül/utrikül), vestibüler çekirdekler veya bu yapılar arasındaki bağlantıların işlevsel bozukluğuna işaret etmektedir (Cui et al., 2022).

Bu çalışmanın amacı; demans tanısı almış hastalarda cVEMP parametrelerini sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırarak sakkülokolik refleks arkının etkilenip etkilenmediğini belirlemektir. Bu çalışmanın hipotezi; bilişsel bozukluğu bulunan bireylerin yaşları eşleştirilmiş sağlıklı kontrollere kıyasla daha zayıf vestibüler fonksiyona sahip olacaktır. Bu farklılığın cVEMP parametrelerinde (cevap varlığı, amplitüd, eşik, asimetri ve latans) ortaya çıkması beklenmektedir. Bu parametrelerde saptanacak değişikliklerin, demans tanılı bireylerde sakkülokolik refleks yollarındaki erken nörofizyolojik etkilenmeyi gösterebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, vestibüler sistemdeki bu erken değişikliklerin belirlenmesi ilerleyen süreçte ortaya çıkabilecek vestibüler kaynaklı zorlukların daha uygun şekilde yönetilmesine katkı sağlayabilir. Çalışmada sadece klinik demans tanısı konmuş hastalar değerlendirilmiş olup demansın alt tiplerine dair ayırım yapılmamıştır. Demansın farklı alt tipleri mevcut olmakla birlikte, çalışmamızda demans genelinde cVEMP bulguları incelenmiştir. Elde edilecek bulguların, nörodejeneratif sürecin vestibüler komponentine dair klinik bilgiler sağlaması ve gelecekte multidisipliner tanı yaklaşımlarına katkı sağlaması beklenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Demansın Tanımı

Demans, zaman içerisinde nöron kaybına ve beyin yapısında hasara yol açabilen çeşitli hastalıkların bir sonucu olarak ortaya çıkan bir sendromdur ve genellikle bilişsel işlevlerde, normal yaşlanma sürecinde beklenenden daha belirgin bir bozulma ile karakterizedir. Alzheimer hastalığı, demans olgularının yaklaşık %60 ila %70'ini oluşturan en yaygın alt türüdür (World Health Organization, 2025).

Beyin; hafıza, muhakeme ve motor kontrol gibi farklı işlevlerden sorumlu birçok özel bölgeye sahiptir. Belirli bir bölgedeki nöronlar hasar gördüğünde, o bölgenin işlevleri normal şekilde yerine getirilemez.

Demansın farklı türleri, beynin belirli bölgelerindeki spesifik nöronal kayıplarla ilişkilidir. Örneğin Alzheimer hastalığında, nöron içi ve dışındaki belirli protein birikimleri, hücrelerin sağlıklı işlevini sürdürmesini ve birbirleriyle iletişim kurmasını zorlaştırır. Hipokampus bölgesi, öğrenme ve hafızanın merkezi olarak görev yapar ve Alzheimer'da bu bölgedeki hücreler genellikle ilk hasar görenlerdir. Bu nedenle, hafıza kaybı Alzheimer hastalığının erken dönemde ortaya çıkan en belirgin semptomlarından biridir (Alzheimer's Association, n.d.).

Demans prevalansının yaşlanan nüfusun artışıyla birlikte önümüzdeki yıllarda artmaya devam etmesi beklenmektedir. Günümüzde dünya genelinde yaklaşık 47 milyon demans hastası bulunmaktadır, bu sayının 2050 yılına kadar 131 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Alzheimer hastalığı, Amerika Birleşik Devletleri'nde 65 yaş ve üzeri bireyler arasında beşinci en yaygın ölüm nedenidir. Demans, bireysel ve toplumsal düzeyde ciddi sonuçlar doğuran önemli bir halk sağlığı sorunu olup bakım maliyetlerinde belirgin artışlara yol açmaktadır (Emmady, 2022).

1.1.2. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri

Günümüzde dünya genelinde yaklaşık 47 milyon kişinin Alzheimer hastası olduğu bilinmektedir. Bu sayının 2030 yılında 76 milyona, 2050 yılında 135,5 milyona ulaşması beklenmektedir. Bölgesel olarak 60 yaş ve üzeri nüfus dikkate alındığında demans prevalansı ve insidansı en yüksek düzeyde Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da

izlenmektedir. Bu bölgeleri Latin Amerika, Şili ve Batı Pasifik ülkeleri takip etmektedir. Demans vakalarındaki en belirgin artış ise orta ve düşük gelirli ülkelerde görülmektedir. Dünya ve ülkemiz genelinde Alzheimer hastalığının kadınlarda daha fazla olduğu görülmüştür.

Türkiye’de yaşlı nüfusun giderek artması, yaşlılık dönemine özgü hastalıkların özellikle de Alzheimer tipi demansın görülme sıklığını da artırmaktadır. Alzheimer hastalığına yönelik risk, 60 yaşın üzerindeki bireylerde belirgin şekilde yükselmekte ve 80-90 yaş aralığında en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Kadın olmak, düşük eğitim düzeyi ve bazı genetik faktörler hastalığın gelişimini etkileyen başlıca faktörlerdir (Özbabalık & Hussein, 2017).

Alzheimer riskini arttıran faktörler arasında; serebrovasküler hastalık, hipertansiyon, vücut ağırlığı, Tip II diyabet, sigara içmek, travmatik beyin hasarı yer almaktadır. Riski azaltan koruyucu faktörler olarak bilişsel rezerv, diyet, fiziksel aktivite ve bilişsel egzersiz bulunmaktadır (Mayeux & Stern, 2012).

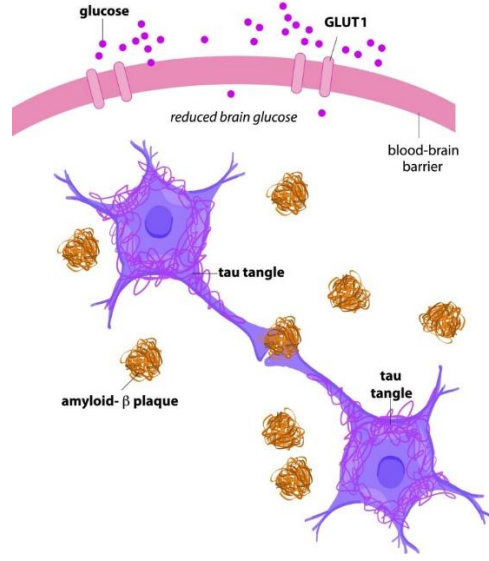
1.1.3. Patogenez ve Patofizyoloji

Alzheimer hastalığının patogenezinde üç temel süreç öne çıkmaktadır. Amiloid- β 42 peptitlerinin ekstraselüler birikimi, mikrogial aktivasyonu tetikleyerek sinaptik dejenerasyona neden olur; hücre içi tau proteinlerinin hiperfosforilasyonu mikrotübül işlevini bozarak enerji üretimini ve sinaptik bütünlüğü zayıflatır; APOE4 (Apolipoprotein E4) taşıyıcılarında glukoz taşıyıcı proteinlerin (GLUT1 ve GLUT3) düzeyindeki azalma, beyin glukoz alımını kısıtlayarak nöronal işlev kaybını hızlandırır (Patrick, 2019).

Lewy cisimcikli demans ve Parkinson hastalığına bağlı demans, beyinde alfa-sinüklein adlı proteinin çözünmeyen kümeler oluşturarak sinir hücrelerinde birikmesiyle ortaya çıkan hastalıklardır.

Frontotemporal demans, frontal ve temporal loblarda ubikitinlenmiş TDP-43 (TAR DNA bağlayıcı protein 43) ve hiperfosforile tau proteinlerinin birikimine neden olan çeşitli genetik mutasyonlarla ilişkili bir hastalıktır.

Vasküler demans, beyindeki iskemik lezyonlar sonucu gelişir ve bu durum nöronların geri dönüşsüz kaybıyla sonuçlanır (Emmady, 2022).



Şekil 1. AH'nin belirleyici patolojik özellikleri

Kaynak: Patrick, 2019.

1.1.4. Demans Tipleri

Vasküler demans: Alzheimer hastalığından sonra en yaygın görülen demans etiyolojilerinden biridir. Serebrovasküler patolojilere bağlı olarak gelişen bilişsel işlev bozukluğunu ifade eder. Bu durum çoğunlukla iskemik olaylar, serebral enfarktüsler ya da hemorajik lezyonlar sonucunda ortaya çıkan beyin parankim hasarı ile ilişkilidir (Morris et al., 2022).

Lewy cisimcikli demans: Hem Lewy cisimcikli demansı hem de Parkinson hastalığına bağlı demansı kapsayan bir terim olup nörodejeneratif demanslar arasında ikinci en sık görülen alt tiptir. Klinik temelli araştırmalarda Lewy cisimcikli demansın, demans tanısı almış bireylerin yaklaşık %4 ila %8'ini oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Parkinson hastalığı olan bireylerde demans gelişimi oldukça sık görülmekte olup bu oran %80'e kadar çıkabilmektedir (Taylor et al., 2020).

Frontotemporal demans: Frontal ve ön temporal lobları etkileyen ilerleyici ve fokal nörodejenerasyon ile karakterize heterojen bir klinik sendromlar grubunu ifade eder (Bott et al., 2014). Tüm yaş grupları dikkate alındığında Alzheimer ve Lewy cisimcikli demansın ardından en sık rastlanan üçüncü demans alt tipi olup erken başlangıçlı demansların başlıca nedenlerinden biridir (Bang et al., 2015).

1.1.5. Klinik Bulguları ve Tanı

Demans, klinik olarak çok boyutlu bir nöropsikiyatrik sendrom olarak tanımlanır. Bu sendromun temel bileşenlerinden biri, bilişsel işlevlerde ortaya çıkan yaygın ve ilerleyici bozulmalardır. Sıklıkla işlemsel bellek işlevlerinde gerileme, dile ait alıcı ya da ifade edici işlevlerde bozulma (afazi), motor-duyu sistemleri sağlam olmasına rağmen yönlendirilmiş hareketlerde zorluk (apraksi) ve çevresel ya da bedensel uyarıcıları tanıyamama (agnozi) ile karakterizedir. Ayrıca dikkat süreçlerinde azalma ve yürütücü işlevlerde (soyutlama, planlama, organize etme, inhibisyon ve bilişsel esneklik) belirgin yetersizlikler görülür. Bu bilişsel kayıplar, bireyin günlük yaşam işlevlerini sürdürebilmesini önemli ölçüde engeller ve demans tanısında temel bir ölçüt olarak kabul edilir.

Demanslı bireyler, semptomların günlük yaşam aktivitelerini belirgin ölçüde etkilemeye başlamasıyla birlikte uzman sağlık hizmetlerine başvururlar. Ancak hastalığın ilerleyen evrelerinde, bireyin sağlıklı bir hastalık içgörüsü geliştirmesi zorlaşmakta; bu da çoğu zaman semptomların varlığını inkâr etme ve doğru, tutarlı bir öykü sunamama ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, değerlendirme sürecinde güvenilir bir birincil bilgilendiriciden (örneğin bir aile üyesi ya da bakım veren kişi) alınacak ayrıntılı bilgiler büyük önem taşır. Böyle bir bilgi kaynağı, hastanın önceki işlevsel durumu, semptomların başlangıç zamanı ve seyri ile birlikte, bilişsel ve davranışsal değişikliklere dair objektif ve tamamlayıcı veriler sağlayarak tanı sürecine önemli katkıda bulunur (Grand et al., 2011).

Bilişsel muayene; bilişsel bozukluğun varlığını, şiddetini ve hangi bilişsel işlevleri etkilediğini belirlerken kültürel, dilsel, eğitimsel faktörler, kaygı, uyku eksiklikleri gibi etmenler de göz önünde bulundurulmalıdır. Yaygın kullanılan tarama araçlarından biri olan Montreal Bilişsel Değerlendirme (MoCA), 0-30 puan aralığındadır ve 24 puanın altındaki skorlar ek değerlendirme gerektirir. MoCA testi, yaklaşık 10 dakika süren bir değerlendirmedir ve yönetici işlev bozukluğu da dahil olmak üzere bilişsel bozuklukların erken tanısında önemli bir araçtır.

Nörolojik muayene; afazi, apraksi ve agnozi gibi nörobilişsel bozuklukların objektif bulgularını değerlendirir. Muayene, fokal nörolojik bulguları veya parkinsonizmi (örneğin, Lewy cisimcik hastalığının erken aşamalarında sıkça gözlemlenen) ortaya koyabilir.

Kısa öykü ve muayene sonrasında demansın etiyolojisi netleşmiyorsa, ek öykü, muayene ve seçilen kan, nörolojik ve tıbbi testler dikkate alınmalıdır.

Son biyomedikal gelişmeler, demansın ayırıcı tanısında kullanılabilecek yeni testlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır, özellikle hastalık biyobelirteçleri araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. AH ile uyumlu olmayan veya tanısız kesinliği düşük hastalarda, klinisyenler uzman sevkini ve ek testleri göz önünde bulundurabilir. Fonksiyonel nörogörüntüleme, özellikle pozitronsal emisyon tomografisi (PET), AH'yi düşündüren asimetrik temporal-parietal hipometabolizmayı ve florodeoksiglukoz (FDG) gibi izleyicilerle %91 duyarlılık ve %85 özgüllükle gösterebilir (Arvanitakis et al., 2019).

AH'li hastalarda, normal yaşlı bireylere kıyasla daha zayıf duruş kontrolü (vestibüler fonksiyonlar ve diğer duyuşsal ile motor girdilerin bir göstergesi) gösterdikleri gözlemlenmiştir (Harun et al., 2016).

Demans; kişinin iş, günlük yaşam ve sosyal işlevlerini etkileyen, önceki yeteneklerde düşüşle ortaya çıkan bilişsel ve davranışsal bozukluklardır. Bu durum, deliryum veya ciddi bir psikiyatrik hastalıkla açıklanamaz. Tanı, hastadan ve yakınlarından alınan öykü ile bilişsel testlere dayanır. Gerekğinde nöropsikolojik testler yapılır. Bozukluk, aşağıdaki alanlardan en az ikisini kapsar:

Hafıza: Yeni bilgileri öğrenme ve hatırlamada güçlük (örn. eşyaları kaybetme, randevuları unutma).

Muhakeme ve planlama: Zayıf karar verme, karmaşık görevlerde zorlanma.

Görsel-uzamsal beceriler: Yön bulmada veya nesneleri tanımada zorluk.

Dil: Konuşma, yazma ve okuma becerilerinde bozulma.

Davranış ve kişilik: İlgi kaybı, sosyal geri çekilme, uygunsuz davranışlar (McKhann et al., 2011).

Alzheimer hastalığına bağlı demansın üç evresi vardır:

Hafif AH: Bu evrede bireyler temel işlevlerini sürdürebilir; ancak karmaşık görevlerde destek gerekebilir. Muhakeme, planlama ve organizasyon becerilerinde bozulma görülür. Sosyal uyumsuzluk ve kendi durumuna ilişkin farkındalıkta azalma gözlenir.

Orta AH: Bu dönemde bilişsel bozulma artar; bellek, dil kullanımı ve mekânsal algıda belirgin bozulma gözlenir. Günlük yaşam aktivitelerinde (örneğin kişisel bakım) dış yardıma daha fazla ihtiyaç duyulur. İnkontinans, tanıdıklarını ayırt edememe, paranoid düşünceler, huzursuzluk ve davranışsal semptomlar sık görülür.

İleri AH: Bu evrede bireylerin sözlü iletişim kurma becerileri azalır ve sürekli bakım gereksinimi artar. Bireyler yürüyememeye başlar, zamanlarının çoğunu yatakta veya tekerlekli sandalyede geçirir. Bu motor fonksiyon kaybı; kan pıhtıları, cilt enfeksiyonları ve sepsis gibi fiziksel komplikasyonlara karşı duyarlılığı artırır. Ayrıca yutkunma fonksiyonlarındaki bozulma, beslenme ve sıvı alımını zorlaştırır (“2024 Alzheimer’s Disease Facts and Figures,” 2024).

1.2. Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem; periferik vestibüler yapılar, oküler sistem, postüral kaslar, beyin sapı, serebellum ve serebral korteks arasında gerçekleşen karmaşık bir sinirsel ağdan oluşur. İç kulakta yer alan vestibüler aparat, baş hareketleri ve yerçekimine bağlı değişimleri algılar. Bu bilgiler, merkezi sinir sistemi tarafından işlenerek denge, mekânsal farkındalık ve hareket sırasında görsel stabilitenin korunmasına katkı sağlar (Khan & Chang, 2013).

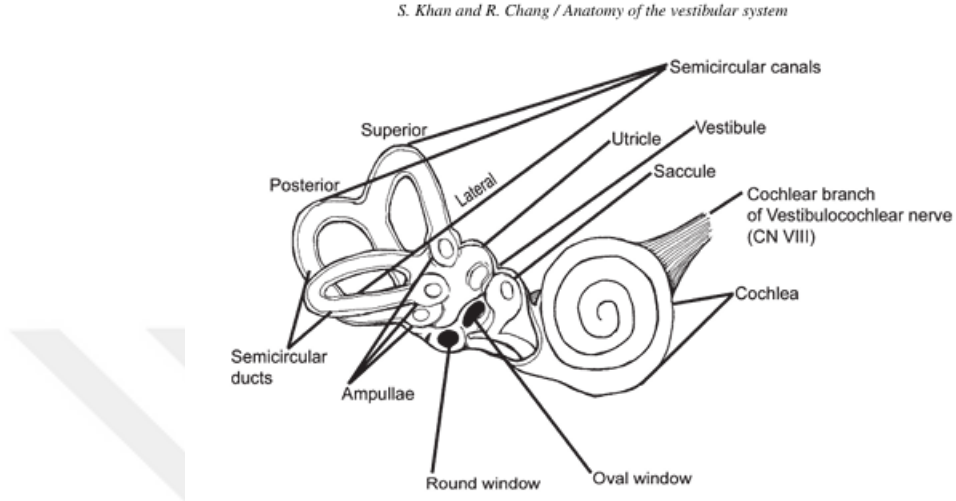
Vestibüler sistem, beyin sapındaki vestibüler çekirdekler aracılığıyla iletilen vestibülo-oküler, vestibülo-spinal ve vestibülo-kolik refleksler yoluyla refleksif yanıtların oluşumuna katkı sağlar. Vestibülo-oküler refleks, görsel stabiliteyi sağlarken; vestibülo-kolik ve vestibülo-spinal refleksler, baş, gövde ve postüral dengeyi düzenlemede etkilidir (Saman et al., 2020a).

Vestibüler sistem, periferik ve santral olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir.

1.2.1. Periferik Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi

Periferik vestibüler sistem, iç kulakta yer alıp kemik ve membranöz labirentten oluşmaktadır. Kemik labirent; koklea, vestibül ve semisirküler kanallardan oluşur. İçinde yer alan membranöz labirent ise utrikül, sakkül ile posterior, superior ve lateral semisirküler kanallarından oluşur. Kemik labirent, içeriği beyin omurilik sıvısına benzeyen perilenf ile doludur ve bu sıvı perilenfatik kanal ile birlikte subaraknoid boşluğa boşaltılır. Membranöz labirent, içeriği ekstrasellüler sıvıya benzeyen endolenf

ile doludur ve bu sıvı stria vaskularis içindeki kılcal damarlar tarafından üretilerek endolenfatik kese tarafından emilir (Khan & Chang, 2013).



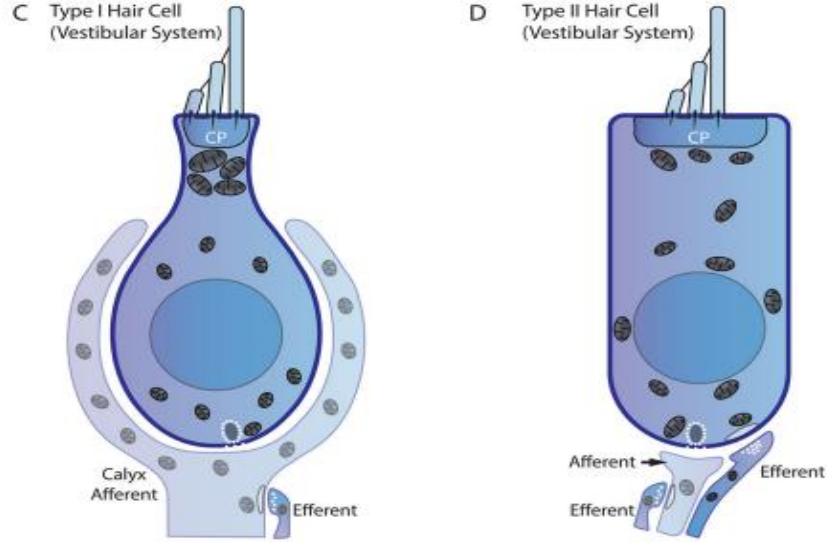
Şekil 2. Kemik ve membranöz labirentin anatomisi

Kaynak: Khan & Chang, 2013.

Tüylü Hücreler

Vestibüler tüy hücreleri, baş hareketlerini algılayan ve vücut pozisyonunun koordinasyonunu sağlayan iç kulaktaki duyuşal reseptörlerdir. Vestibüler sistem, makula ve krista ampullaris olmak üzere iki tip duyuşal nöroepitelyal yapı içerir. Makula; sakkül ve utrikül içinde, krista ise semisirküler kanallarda bulunur. Her iki yapı da, apikal yüzeyinde bir kinosilyum ve 70–100 kadar stereosilyum bulunduran tüy hücrelerinden oluşur. Stereosilyumlar, kinosilyuma en yakın olanlar en uzun olacak şekilde boy sırasına göre dizilmiştir. Ayrıca, makula ve kristada, stereosilyum uçlarını birbirine bağlayan ve eşzamanlı hareketi sağlayan “tip links” adı verilen ipliksi yapılar mevcuttur (Baloh et al., 2010; Burns & Stone, 2017; Khan & Chang, 2013).

Vestibüler tüy hücreleri ise tip I ve II olarak ikiye ayrılırlar. (Şekil 3) Tip I hücreler kadeh şeklinde olup, kaliks yapıli afferent sinir uçlarıyla innerve edilir. Tip II hücreler ise silindirik formdadır ve hem afferent hem efferent bouton tipi sinir uçlarıyla temas halindedir. Vestibüler tüy hücrelerinin büyük kısmını Tip II hücreler oluşturur (Baloh et al., 2010).



Şekil 3. Tip I ve Tip II vestibüler tüy hücreleri anatomisi

Kaynak: Lysakowski et al., 2022.

Semisirküler Kanallar

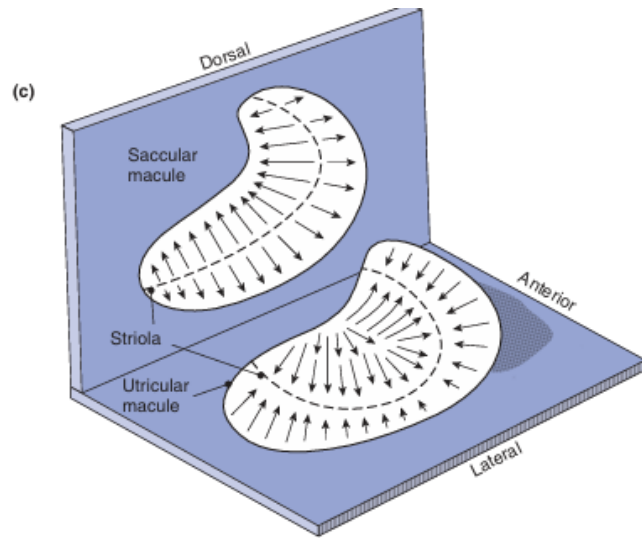
Semisirküler kanallar; horizontal (lateral), posterior (inferior), anterior (superior) olmak üzere üç tanedir. Semisirküler kanallar, başın üç boyutlu düzlemdeki açısal hareketlerini algılamakla görevlidir. Her kanal, diğer ikisiyle yaklaşık 90° açı yapacak şekilde ortogonal yerleşmiştir. Anterior ve posterior kanallar sagittal düzleme 45°, lateral kanal ise horizontal düzleme yaklaşık 30° açıyla konumlanır. Her iki kulakta simetrik yerleşimli olan bu kanallar, karşılıklı olarak eksitasyon ve inhibisyon yoluyla birlikte çalışır. Bu düzen, açısal baş hareketlerinin doğru ve spesifik algılanmasını sağlar (Brösel & Strupp, 2019).

Her semisirküler kanalın uç kısmında, krista ampullaris adlı tüylü hücreleri içeren ampulla bulunur. Bu hücreler, başın açısal hareketlerini algılar ve kupula adı verilen jelatinöz yapı ile çevrilidir. Lateral kanalda kinosilyumlar utriküle doğru, anterior ve posterior kanallarda ise utrikülden uzağa doğru yerleşmiştir. Bu anatomik farklılık nedeniyle lateral kanalda ampullopedal akım, anterior ve posterior kanallarda ise ampullofugal akım eksitator etki oluşturur (Hain & Helminski, 2014; Khan & Chang, 2013).

Utrikül ve Sakkül

Utrikül ve sakkül otolit organlardır. Lineer ivmeye, yerçekimi kuvvetlerine ve başın eğilmesine karşı duyarlıdırlar. Her biri, makula adı verilen duyuşal nöroepitel yapıyı içerir. Utrikülün makulası yatay düzlemdeki hareketleri, sakkülün makulası ise dikey düzlemdeki hareketleri algılar. Makula, otolit (otokoni) adı verilen kalsiyum karbonat kristallerini içeren jelatinöz bir zar ile kaplıdır. Bu yapıya uzanan tüy hücrelerinin stereosilyumları, otolitlerin endolenften daha yoğun olması nedeniyle yerçekimi etkisiyle baş hareketsizken eğilir. Lineer hareket veya başın eğilmesi ise, otolitik zar ile makula yüzeyi arasında kayma kuvveti oluşturarak tüy hücrelerinin bükülmesine yol açar (Khan & Chang, 2013).

Utrikül ve sakkül makulaları, striola adı verilen bir hatla ikiye ayrılır. Utrikülde tüylü hücrelerin kinosilyumları striolaya yakın, sakkülde ise strioladan uzak yönde yerleşmiştir. Kinostilyuma doğru eğilme eksitasyona neden olur. Hücrelerin farklı yönelimleri, lineer hareket sırasında bazı hücrelerin uyarılmasına, bazılarının ise inhibe edilmesine yol açar. Bu karşılıklı düzen, baş pozisyonuna ilişkin bilgileri merkezi sinir sistemine doğru bir şekilde iletir (Tascioglu, 2005).



Şekil 4. Makula anatomisi

Kaynak: Baloh et al., 2010.

Vestibüler Ganglion ve Vestibüler Sinir

Vestibüler ganglion, diğer adıyla Scarpa ganglionu, internal akustik kanalın lateralinde konumlanmaktadır. Bu ganglion, end organlarda yer alan duyu reseptörleri (krista ampullaris ve makula) üzerindeki tüylü hücrelerden afferent sinyaller alan yaklaşık 20.000 bipolar nöron gövdesinden oluşmaktadır (Kandel et al., 1991).

Vestibüler sinir, superior ve inferior vestibüler ganglionlardan çıkan aksonların birleşmesiyle meydana gelir. Bu sinir, koklear sinir ile birleşerek vestibülokoklear siniri oluşturur. Vestibülokoklear sinir, vestibüler çekirdeklere ulaşmadan önce internal akustik kanal içerisinde fasiyal sinir ile birlikte seyreder. Anterior ve lateral semisirküler kanalların krista bölgelerinden, ayrıca utrikül ve sakkülün makula bölgelerinin belirli kısımlarından gelen uyarılar superior vestibüler sinir aracılığıyla iletilirken; posterior semisirküler kanalın krista bölgesinden ve sakkülün makula bölgesinden gelen uyarılar inferior vestibüler sinir tarafından taşınır (Baloh et al., 2010).

1.2.2. Santral Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi

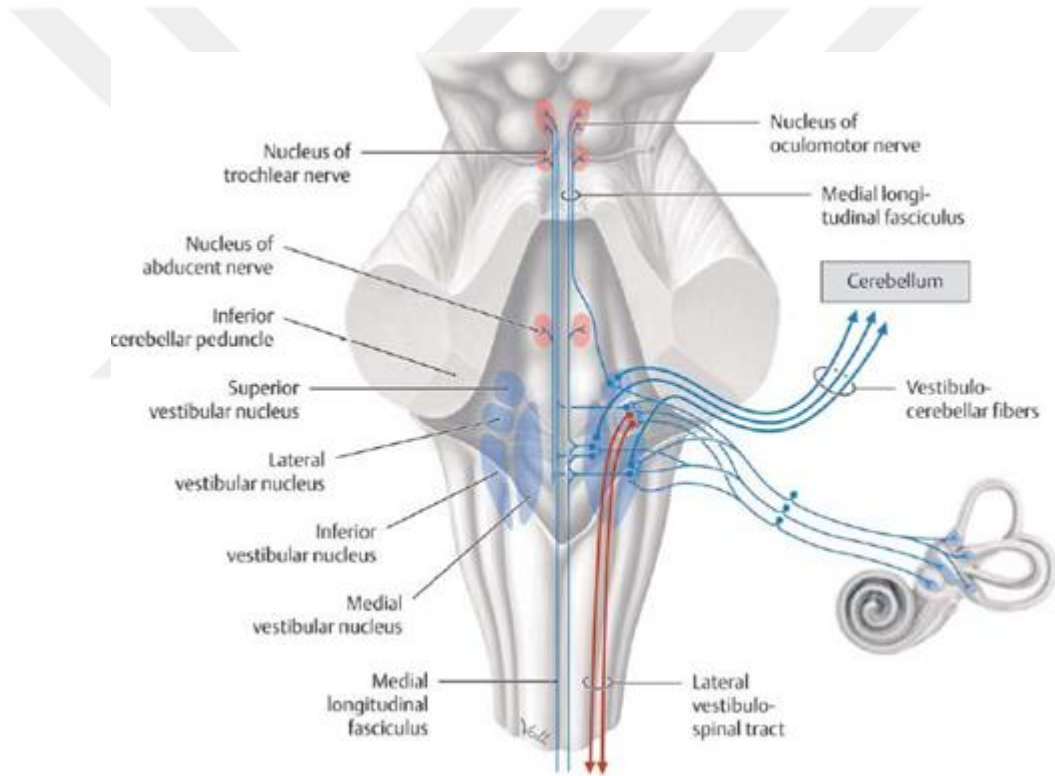
Periferik vestibüler end organlardan gelen sinyaller, birincil vestibüler afferent lifler aracılığıyla santral vestibüler sisteme aktarılır. Santral vestibüler sistem ise vestibüler çekirdekler, serebellum ve talamokortikal yollardan oluşmaktadır (Highstein & Holstein, 2006).

Vestibüler Nükleus Kompleksi

Vestibüler nükleus kompleksi, afferent sinyaller ile motor nöronlar arasında hızlı ve doğrudan iletişim sağlar. Dördüncü ventrikülün tabanında yer alan bu kompleks, superior, lateral, medial ve inferior olmak üzere dört nükleustan oluşur ve vestibüler sistemin ikinci nöronlarını içerir. Vestibüler sinirle taşınan uyarıların çoğu vestibüler nükleuslara, bir kısmı ise serebelluma ulaşır. Periferik vestibüler sistem, serebellum, spinal kord, retiküler formasyon ve karşı vestibüler nükleuslardan vestibüler nükleuslara afferent uyarılar iletilir. Bu uyarılar, okülomotor nükleus kompleksi, spinal kordun motor bölgeleri, serebellum, otonom sinir sistemi ve temporal kortekse gönderilir. Bu yapılar çoklu sinaptik yollarla birbirine bağlıdır (Hui et al., 2022).

Vestibüloserebellum

Serebellum, vestibüler sistemin başlıca düzenleyici yapısıdır. Serebellumun işlevi, vestibüler fonksiyonları izlemek ve gerektiğinde inhibitör yollar aracılığıyla vestibüler giriş sinyallerini yeniden düzenlemektir. Görsel ve somatosensöriyel sistemlerden gelen duyuşal bilgiler, vestibüler çekirdekler ve serebellum ile entegre şekilde işlenir. Periferik sistemden iletilen bazı uyarılar doğrudan serebellumun vestibüloserebellar bölgesine ulaşırken, uyarıların büyük çoğunluğu medial ve inferior vestibüler çekirdekler aracılığıyla serebelluma iletilir. Buna ek olarak vestibüler çekirdekler, labirent ve spinal korddan gelen bilgileri de taşımaktadır (Hui et al., 2022; Jones et al., 2009).



Şekil 5. Santral vestibüler sistem anatomisi

Kaynak: Schuenke et al., 2020.

1.2.3. Vestibüler Refleksler

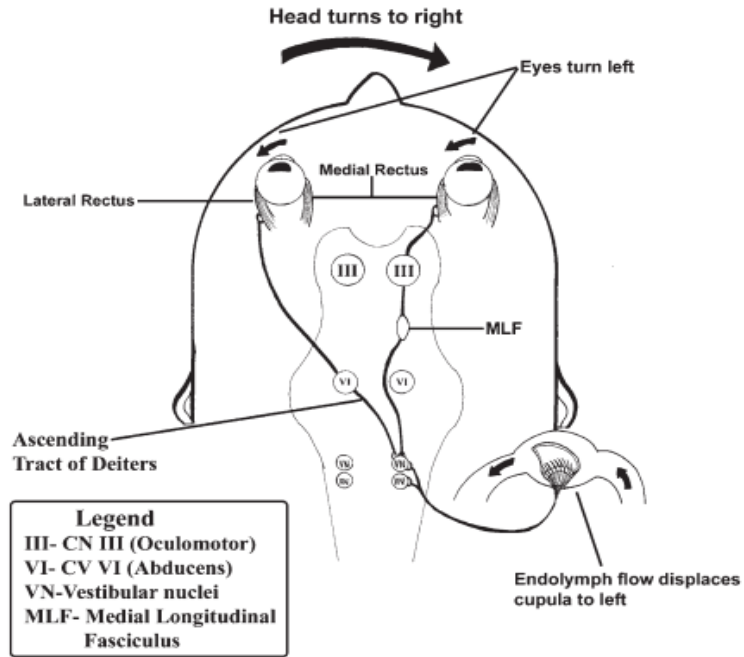
Postüral stabilitenin ve dengenin korunmasında çeşitli refleks mekanizmaları rol oynamaktadır. Vestibüler, görsel ve proprioseptif sistemlerden elde edilen bilgilerin bütüncül olarak işlenmesinin yanı sıra, periferik vestibüler sistemden gelen afferent girdilerin santral vestibüler sistemde değerlendirilmesi ve buna bağlı vestibüler refleks

yanıtlarının oluşturulması gereklidir. Vestibüler refleksler başlıca üç grupta incelenir: vestibülooküler refleks (VOR), vestibülospinal refleks (VSR) ve vestibülokolik refleks (VKR) (Dickman, 2018).

Vestibülooküler Refleks (VOR)

Vestibülooküler refleks (VOR), baş hareketleri sırasında retinadaki görüntünün sabit kalmasını sağlayarak göz hareketlerinin koordinasyonunu düzenler. Bu refleks, semisirküler kanallardan vestibüler nükleuslara ve oradan ekstraoküler kaslara uzanan bir refleks arkı ile gerçekleşir. VOR, başın hareket yönüne karşıt yönde konjuge göz hareketleri oluşturarak görüntünün retinanın merkezi üzerinde sabitlenmesini sağlar (Brösel & Strupp, 2019; Fetter, 2007).

Sağlıklı bireylerde baş, belirli bir yöne hareket ettiğinde gözler, karşıt yönde ve eşit hızda hareket eder. Göz hızı ile baş hızı arasındaki bu orantı, VOR kazancı olarak tanımlanır. Göz ve baş hızlarının uyum göstermediği durumlarda, serebellumun flokkonodüler lobundan vestibüler çekirdeklere iletilen sinyaller aracılığıyla ateşleme hızları düzenlenerek bu uyumsuzluk düzeltilir (Jacobson et al., 2020; Khan & Chang, 2013).



Şekil 6. Vestibülooküler refleks

Kaynak: Khan & Chang, 2013.

Vestibülospinal Refleks

Vestibülospinal refleks (VSR), postüral stabilitenin ve dengenin korunmasında temel rol oynayan refleks mekanizmalardan biridir. Makula, krista ampullaris, görsel ve proprioseptif sistemlerden gelen girdilerin bütünleştirilmesiyle ortaya çıkar. Lateral vestibülospinal trakt, lateral vestibüler nükleustan köken alır ve otolit organların makulasından gelen uyarılara karşılık oluşan efferent sinyalleri ipsilateral olarak tüm spinal seviyelerdeki motor nöronlara iletir. Başın açılma rotasyonu ise semisirküler kanallar tarafından algılanarak medial vestibüler nükleusa aktarılır. Buradan başlayan medial vestibülospinal trakt, servikal spinal kordun motor nöronlarına bilateral projeksiyon yaparak baş ve boyun kaslarının koordineli aktivasyonunu sağlar. Böylece gövdenin uzaydaki dikey referansı korunur ve dengenin sağlanmasında katkıda bulunulur (Horak, 2009; Khan & Chang, 2013; Wilson, 1993).

Vestibülokolik Refleks

Vestibülokolik refleks (VKR), vestibüler reseptörlerin uyarılması sonucunda mevcut baş hareketinin aksi yönde yeni bir baş hareketi oluşturarak başın stabilizasyonunu sağlar. Bu refleks, başın rotasyonel sapmalarında tipik olarak semisirküler kanal aktivasyonunun medial vestibüler nükleusa iletilmesini ve buradan medial longitudinal fasikulus aracılığıyla üst servikal omurilik seviyelerine iletilmesini içerir. Ayrıca deneysel bulgular, vestibülokolik refleksin otolit organlar ve medial vestibülospinal trakt yoluyla da gerçekleştiğini göstermektedir (Ezure & Sasaki, 1978; Pozzo et al., 1994; Purves et al., 2012).

1.2.4. Denge Fonksiyonunda Görsel ve Somatosensöriyel Sistemin Rolü

Denge; görsel, somatosensöriyel ve vestibüler sistemlerin koordineli etkileşimiyle sağlanır. Vestibüler organda meydana gelen bir hasar ya da proprioseptif girdilerin azalması durumunda bile görsel girdiler dengeyi sürdürmede etkin bir biçimde kullanılmaya devam eder. Vücudun hafif rotasyonel ya da lineer hareketleri sırasında retinadaki görüntüde ani kaymalar oluşur ve bu bilgiler merkezi denge mekanizmalarına aktarılır. Vestibüler disfonksiyon bulunan bireylerde, gözler açık tutulduğunda ve hareketler düşük hızda gerçekleştirildiğinde denge büyük ölçüde korunabilse de, gözlerin kapatılması ya da hareketlerin hızlanması denge kaybına yol açmaktadır. Somatosensöriyel sistem ise baş, boyun, gövde ve ekstremitelerden gelen duyuşal girdiler aracılığıyla vücudun uzaydaki konumu ve hareket stratejileri hakkında

bilgi sağlar. Özellikle boyun kaslarından iletilen duyular başın dönüş yönünün algılanmasına katkı sağlarken, ayak bileklerinden gelen sinyaller vücudun hareketi ve salınımı hakkında kritik bilgiler sunarak postüral kontrolün korunmasında önemli rol oynar (Forbes et al., 2018; Guyton & Hall, 2001).

1.3. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), ilk olarak Colebatch ve Halmagyi tarafından 1992 yılında tanımlanmış olup; ses, titreşim ya da galvanik (elektrik) uyarılarla stimüle edilen otolit organlardan kaynaklanan elektromiyografik yanıtlar olarak tanımlanmaktadır (Colebatch & Halmagyi, 1992; Murofushi, 2014). oVEMP (oküler) ve cVEMP (servikal) olmak üzere iki çeşit VEMP testi bulunmaktadır. VEMP kayıtlarında elektrotlar en yaygın olarak boyun bölgesindeki sternokleidomastoid (SKM) kasına (cVEMP) veya göz kaslarına (oVEMP) yerleştirilmektedir. cVEMP yanıtları sakkulustan, oVEMP yanıtları ise utrikülden köken alır. VEMP ölçümleri için kullanılan ses uyaranları çoğunlukla hava yolu veya kemik yolu aracılığıyla verilen klik ya da tone burst şeklindedir (Albernaz et al., 2019).

VEMP yanıtlarının analizinde temel değerlendirme kriterleri; yanıt dalgalarının varlığı veya yokluğu, latans süreleri, interpeak amplitüd değerleri, amplitüd asimetri oranı ve eşik şiddetidir (van de Berg et al., 2018).

Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) testi, yüksek şiddetli akustik uyaran ile sakkülün uyarılması sonucu sternokleidomastoid (SKM) kasında ortaya çıkan inhibitör yanıtın değerlendirilmesini sağlar. cVEMP, inferior vestibüler sinir ve sakkül kaynaklı unilateral vestibüler disfonksiyonların tanısında non-invaziv, güvenilir ve objektif bir yöntemdir. Yanıtın elde edilebilmesi için SKM kasının kasılması gereklidir; bu kasılma, başın uyarı uygulanacak tarafın karşısına çevrilmesi ile sağlanır.

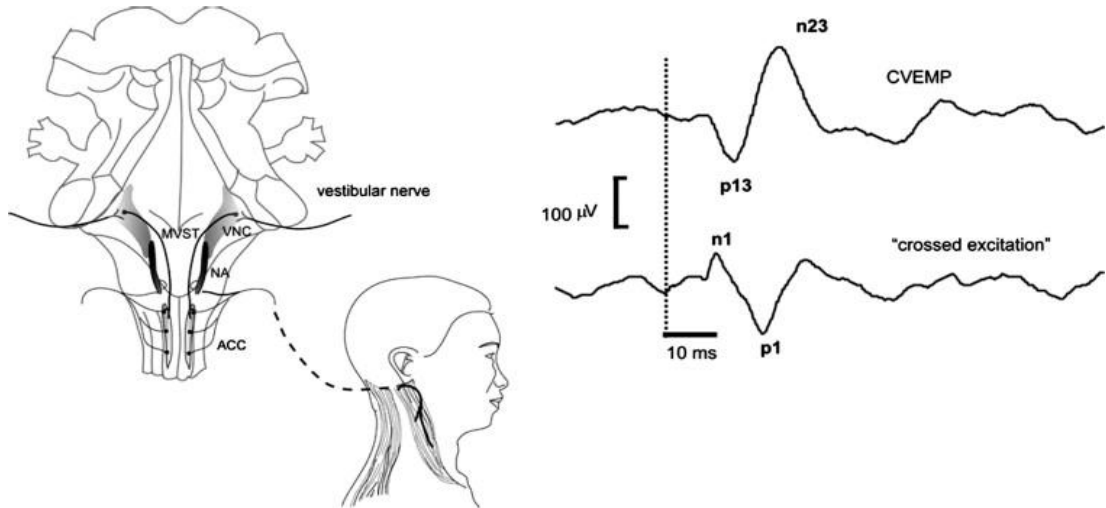
Test sırasında her iki SKM için aktif, referans ve toprak elektrotlar kullanılır. Elektrot yerleşimi sırasıyla sternum, SKM kasının üst üçte biri ve alın bölgesidir; empedans 5000 ohm'u aşmamalıdır. EMG kaydı ile ipsilateral SKM kasından bifazik bir dalga elde edilir: pozitif bileşen p1/p13, negatif bileşen n1/n23 olarak adlandırılır.

cVEMP yanıtının oluşumunda, refleks arkı olarak bilinen bir yolak görev alır: sakkül makulası → Scarpa ganglionu → inferior vestibüler sinir → vestibüler

nükleuslar → vestibülospinal traktus → ipsilateral SKM kasının aktivasyonu (Fife et al., 2017; Rosengren et al., 2010).

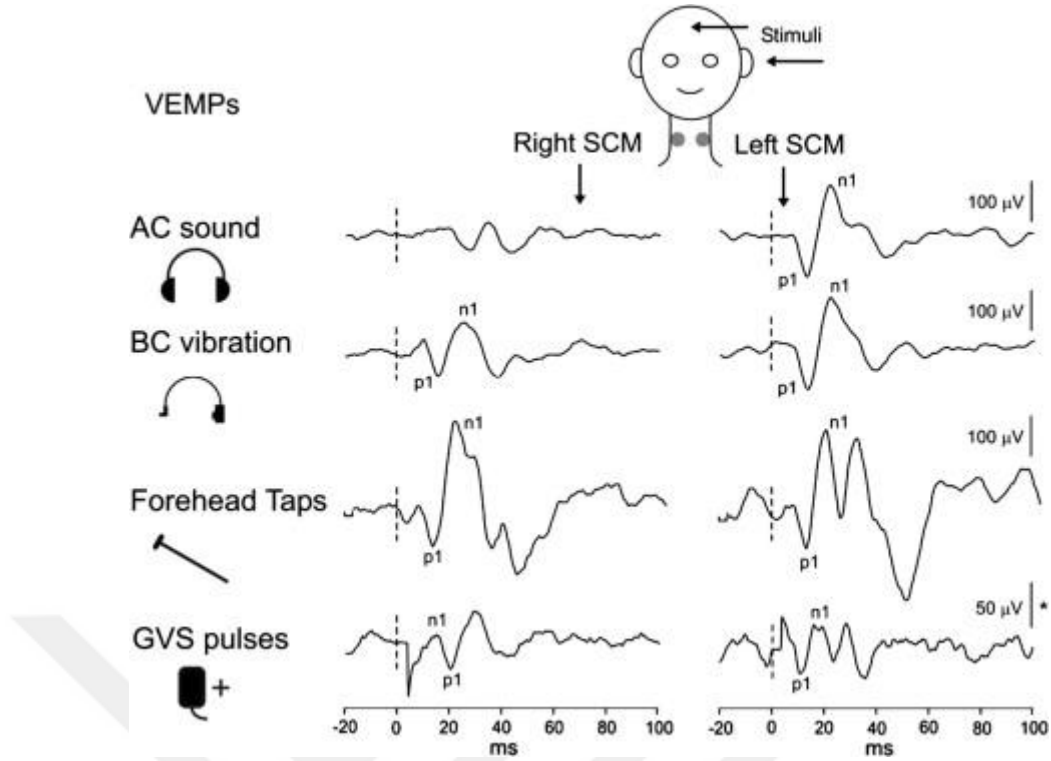
Sternokleidomastoid (SKM) kasının yeterli düzeyde kasılması, yani ortalama düzeltilmiş elektromiyografi (EMG) aktivitesinin 60–100 mV aralığında olması ve buna yönelik aktivasyonun kontrol edilmesi, güvenilir cVEMP yanıtı elde edebilmek için gereklidir. SKM kasının yetersiz kasılması, yanıtların kaydedilememesine ya da yanlış yorumlanmasına yol açabilir. Ayrıca, cVEMP dalgalarının uzamış tepe latansları, merkezi vestibülopatilerin ayırt edici bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Welgampola, n.d.).

Vestibüler fonksiyonları sağlam olan çok ileri derece işitme kaybılı bireylerde elde edilen kayıtlar, yanıtların vestibüler kökenli olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, yüksek şiddetli seslerin baş hareketlerini uyardığını bildiren Von Békésy'nin (1935) çalışmalarından esinlenmiştir. Von Békésy, söz konusu tepkilerin akustik uyarı ile vestibüler sistemin doğrudan uyarılmasından kaynaklandığını ve bu yanıtların, uyarın geçici işitme kaybına yol açtıktan sonra dahi devam ettiğini ileri sürmüştür. Bu görüş, daha sonra Cody ve arkadaşlarının (1964) bulgularıyla desteklenmiştir (Rosengren et al., 2010b).



Şekil 7. Sesle uyarılan cVEMP'in refleks arkı; birincil vestibüler afferentler, medial vestibülospinal yol (MVST) ve spinal aksesuar siniri (ACC) içermektedir.

Kaynak: Rosengren et al., 2010b.



Şekil 8. Normal bir denekte servikal VEMP (cVEMP) yanıtları; hava yolu ile iletilen (AC) ses uyarıları, kemik yolu (BC) titreşimleri, başa uygulanan mekanik titreşim ve galvanik vestibüler stimülasyon (GVS) aracılığıyla elde edilebilmektedir.

Kaynak: Rosengren et al., 2010b.

1.4. Yaşlanmanın Vestibüler Sistem Üzerindeki Etkileri

Vestibüler sistem, visüel ve proprioseptif sistemlerle birlikte denge mekanizmasının temel bileşenlerinden biridir. Periferik ve santral vestibüler yapılar arasındaki koordineli etkileşim, baş hareketlerinin algılanmasını, postüral kontrolün sağlanmasını ve bakış stabilitesinin korunmasını mümkün kılar. Vestibüler sistem tarafından işlenen sinyallerin visüel ve proprioseptif girdilerle bütünleşmesi sonucunda denge ve uzaysal oryantasyon sürdürülebilir (Khan & Chang, 2013; Saman et al., 2020).

Yaşlanma, vestibüler sistem dâhil olmak üzere tüm duyu sistemlerini etkileyen fizyolojik bir süreçtir. Bu süreç, dengeyi sağlayan mekanizmaların etkinliğini azaltarak dengesizlik ve baş dönmesi gibi semptomların artmasına yol açar. Sonuç olarak yaşlı bireylerde düşme sıklığı artmakta, buna bağlı morbidite ve mortalite riski belirgin şekilde yükselmektedir (Zalewski, 2015).

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırma İzni ve Etik Kurul Onayı

Bu araştırma, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji Yüksek Lisans Programı kapsamında yürütülmüştür. Çalışma, İstanbul Gelişim Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 19.04.2024 tarih ve 2024-05-102 sayılı karar ile etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bu araştırma, demans tanısı almış bireylerde cVEMP cevaplarının değerlendirilmesi amacıyla Kastamonu Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yürütülmüştür. Çalışmaya dahil olan tüm katılımcılar bilgilendirilmiş olup onam formunu imzalamıştır.

2.2. Katılımcılar

Çalışmaya, hastanemizde nöroloji polikliniğine gelen hafif demans tanısı almış olan hastalar katılımcı olarak dahil edilmiştir. Hastalar nöroloji polikliniğinden gelecek olup demans tanısı konmuş kişiler olacaktır. Kontrol grubuna ise 50 yaş üstü demansı olmayan, kognitif bozukluğu olmayan, nörodejeneratif hastalıkları olmayan ve iletim tipi işitme kaybı olmayan sağlıklı gönüllü katılımcılar dahil edilmiştir.

Çalışma hafif demans tanısı almış 40 kişilik hasta grubundan ve 40 kişilik kontrol grubundan oluşmaktadır. Örneklem büyüklüğü, literatürdeki benzer çalışmalarda kullanılan örneklem aralıkları ve çalışma süresi içinde uygun katılımcılara erişim olanakları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

2.3. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Çalışma grubundaki katılımcılar bu kriterleri sağlaması şartıyla dahil edilmiştir:

- (i) unutkanlık şikayetiyle nöroloji polikliniğine gelip ve demans tanısı alınmış olması
- (ii) iletim tipi işitme kaybı şikayeti olmaması

Kontrol grubundaki katılımcılar bu kriterleri sağlaması şartıyla dahil edilmiştir:

- (i) vestibüler şikayeti olmaması
- (ii) demans tanısı olmaması
- (iii) kognitif bozukluğu olmaması
- (iv) nörodejeneratif hastalıklara sahip olmaması
- (v) iletim tipi işitme kaybı şikayeti olmaması
- (vi) mentalini etkileyebilecek psikolojik bir hastalığı olmaması

2.4. Dışlama Kriterleri

Kısıtlı boyun hareketi ve iletim tipi işitme kaybı şikayeti olan hastalar testin sonucunu etkileyebileceği için çalışmaya dahil edilmemiştir.

2.5. Katılımcılara Genel Bakış

Çalışmaya toplam 80 kişi dahil edilmiştir. Katılımcıların 40'ı hafif düzey demans tanısı almış kişilerden, 40'ı ise yaş ve cinsiyet açısından benzer sağlıklı gönüllülerden oluşmaktadır. Her bir katılımcının iki kulağı değerlendirilmeye alınmış ve toplam 160 kulaktan elde edilen cVEMP verileri analiz edilmiştir.

2.6. Çalışmaya Genel Bakış

Herhangi bir test uygulanmadan önce, katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formunu okumaları ve imzalamaları istenmiştir. Gizliliğin korunması amacıyla her katılımcıya özel kodlar atanmıştır. Ayrıca tüm katılımcılardan çalışmaya uygunluğu belirlemek için ayrıntılı anamnez alınmıştır. Çalışma için uygun olan, nöroloji kliniğinde demans tanısı almış olan hastalara ve sağlıklı gönüllülerden oluşan kontrol grubuna cVEMP testi uygulanmıştır.

2.7. Veri Toplama Araçları:

2.7.1. cVEMP Testi

Çalışmada servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) kayıtları, Hedera Biomedics Socrates (İtalya) marka işitsel uyarılmış potansiyel (AEP) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kayıtlarda Ambu® Neuroline™ 720 yüzey elektrotları ve Sanibel marka elektrot kabloları tercih edilmiştir. Elektrotlar, yüksek iletkenlik ve düşük empedans sağlamaları nedeniyle seçilmiş, böylece sinyal kalitesinin artırılması ve artefaktların azaltılması hedeflenmiştir. Kullanılan cihaz ve

elektrot sistemleri, klinik vestibüler testlerde yaygın olarak kullanılan ve güvenilirliği literatürde desteklenen materyallerdir.

2.7.1.1. Test Protokolleri ve Prosedürü

Uyarı olarak 500 Hz frekansta tone-burst stimülasyon uygulanmış; uyarı parametreleri 4.3/s hız, 2 ms yükselme süresi, 1 ms plato ve 2 ms düşüş süresi olarak ayarlanmıştır. Başlangıç uyaran şiddeti 100 dBnHL olup, EMG filtreleme parametreleri yüksek geçirgen filtre (HPF) 30 Hz ve alçak geçirgen filtre (LPF) 3000 Hz olarak belirlenmiştir. Her trase için 150 sweep kaydedilmiştir. Trase morfolojisi uygun olduğunda, VEMP cevabı kaybolana kadar uyarı şiddeti 10 dBnHL azaltılarak ölçümler tekrarlanmış, cevap alınamayan seviyede ise şiddet 5 dBnHL artırılarak son trase kaydedilmiştir. Bu yöntemle her kulak için VEMP eşiği belirlenmiştir.

Katılımcılardan test süresince sedyede sırtüstü pozisyonda uzanmaları istenmiştir. Elektrot yerleşimi öncesinde orta alın bölgesi, test edilen kulak tarafındaki sternokleidomastoid (SKM) kasının üst üçte birlik kısmı ve suprasternal bölge NuPrep jel ile temizlenmiştir. Ground (toprak) elektrot orta alın bölgesine, referans (negatif) elektrot SKM'nin üst üçte birlik kısmına, aktif (pozitif) elektrot ise suprasternal çıkıntı üzerine yerleştirilmiştir. Elektrot empedanslarının 3 ohm altında ve elektrotlar arası farkın 0.1 ohm'un altında olması sağlanmıştır.

Kayıt sırasında yeterli SKM kasılmasını elde etmek amacıyla katılımcılardan başlarını test edilen kulağın karşı yönüne doğru havada tutmaları istenmiştir. EMG aktivitesi düzeyi sürekli takip edilmiş ve en az 50 μ V seviyesinde tutulması sağlanmıştır. Her trase arasında hastalara en az iki dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. Anlamlı ilk pozitif ve negatif dalga tepeleri sırasıyla P1 ve N1 olarak tanımlanmış, bu dalgaların interpeak amplitüd değerleri cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır.

2.8. İstatistiksel İncelemeler

Araştırma verilerinin dağılımı çarpıklık ve basıklık katsayıları ile histogram grafikleri yoluyla incelenmiştir. Araştırma değişkenlerinin normal dağılması durumunda parametrik testler, normal dağılmaması durumunda ise non-parametrik testlerden yararlanılmıştır. Araştırma verilerinin analiz edilmesinde, Mann-Whitney U testi ve Ki-Kare testi kullanılmıştır. Araştırma değişkenlerine ilişkin betimleyici istatistikler ortalama ve standart sapma gibi betimleyici istatistikler yoluyla sunulmuştur. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM Corporation, New York, NY, USA) yazılımı ile gerçekleştirilmiş, anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde öncelikle araştırmanın örneklem grubunu oluşturan katılımcılar ile çalışmada ele alınan araştırma değişkenlerine dair betimleyici istatistiksel bulgular ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Daha sonra söz konusu değişkenler arasındaki ikili ilişkiler değerlendirilmiştir. Son aşamada ise demans tanısı almış hasta grubu ile kontrol grubunda araştırma değişkenlerinin anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analizlerin sonuçlarına yer verilmiştir.

3.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Çalışmaya 40 demans tanılı birey ve 40 sağlıklı kontrol olmak üzere toplam 80 katılımcı dahil edilmiştir. Cinsiyet dağılımına göre hasta grubunda 15 erkek ve 25 kadın; kontrol grubunda 14 erkek ve 26 kadın bulunmaktadır. Cinsiyet açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,742$).

Katılımcıların yaşları incelendiğinde, hasta grubunun yaş ortalaması $58,634\pm 11,23$ yıl; kontrol grubunun yaş ortalaması ise $55,10\pm 6,21$ yıl olarak saptanmıştır. Yaş açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,323$).

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik özellikler

		Hasta	Kontrol	Toplam	p
Cinsiyet	Erkek	15	14	29	0,742
	Kadın	25	26	51	
	Toplam	40	40	80	
Yaş	Ortalama	58,63	55,10	56,86	0,323
	SD	11,23	6,21	9,21	

3.2. Araştırmanın Katılımcı Grubuna İlişkin Betimleyici İstatistikler

Araştırmanın hasta grubunda yer alan 40 bireyden 80 kulak değerlendirmeye alınmıştır. Kontrol grubunda ise yine 40 birey yer almakta ve bu gruptan da 80 kulak değerlendirmeye alınmıştır. Böylece çalışmada incelenen toplam kulak sayısı 160'tır.

Tablo 2. Araştırmaya ilişkin betimleyici istatistikler

Değişken	Grup	N	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
P1 Latans	Hasta	51	14,50	10,50	18,30	1,69
	Kontrol	78	13,99	11,90	18,90	1,38
	Toplam	129	14,19	10,50	18,90	1,52
N1 Latans	Hasta	51	22,37	19,20	26,30	1,82
	Kontrol	78	22,09	18,42	27,00	1,67
	Toplam	129	22,20	18,42	27,00	1,73
Tepeler Arası Amplitüd	Hasta	51	63,96	13,60	258,95	45,60
	Kontrol	78	92,06	15,41	230,50	47,19
	Toplam	129	80,95	13,60	258,95	48,39
Eşik	Hasta	51	97,94	90,00	100,00	3,34
	Kontrol	78	95,44	75,00	100,00	5,35
	Toplam	129	96,43	75,00	100,00	4,80
Asimetri Oranı	Hasta	40	61,39	0,15	100,00	39,79
	Kontrol	40	20,49	0,40	100,00	21,52
	Toplam	80	40,94	0,15	100,00	37,86

Tablo 2’de araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin betimleyici istatistiksel sonuçlar sunulmuştur. Kontrol grubunda P1 Latans değişkeni için hesaplanan ortalama değer 13,99 olup, bu değişkenin standart sapması 1,38’dir. N1 Latans değişkeninde ise ortalama değer 22,09, standart sapma ise 1,67 olarak bulunmuştur. Tepeler arası amplitüd değişkenine ilişkin yapılan analizlerde ortalamanın 92,06 olduğu, buna karşılık standart sapmanın 47,19 gibi görece yüksek bir değere sahip olduğu

görülmektedir. Eşik değişkeni açısından kontrol grubunda elde edilen ortalama değer 98,65 iken, bu değişkenin standart sapması 3,92 olarak hesaplanmıştır. Son olarak, asimetri oranı değişkenine ilişkin ortalama 20,49 olup, standart sapma değeri ise 21,52'dir.

Demans tanısı almış hasta grubuna ait betimleyici istatistikler incelendiğinde, P1 Latans değişkeninin ortalama değerinin 14,50 olduğu, bu değişkene ilişkin standart sapmanın ise 1,69 olarak hesaplandığı görülmektedir. N1 Latans değişkeni için ortalama 22,37, standart sapma ise 1,82 olarak bulunmuştur. Tepeler arası amplitüd değişkeni açısından değerlendirildiğinde, grubun ortalama değeri 63,96 iken standart sapma 45,60 olarak tespit edilmiştir. Eşik değişkeni için yapılan analizlerde ortalamanın 97,94, standart sapmanın ise 3,34 olduğu belirlenmiştir. Son olarak, asimetri oranı değişkenine ilişkin ortalama değer 61,39 olup, bu değişkenin standart sapma değeri 39,79'dur.

3.3. Demans ve Kontrol Gruplarının VEMP Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde, demans hasta grubu ile kontrol grubu arasında P1 Latans, N1 Latans, tepe-tepe amplitüd, eşik değeri, asimetri oranı, VEMP yanıtlarının varlığı ve VEMP yanıt durumu değişkenleri bakımından anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerde sürekli değişkenlerin karşılaştırılması amacıyla Mann Whitney U testi, kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 3. P1 Latans, N1 Latans, tepe-tepe amplitüd, eşik değeri ve asimetri oranı değişkenlerinin gruplar arası karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel inceleme sonuçları

Değişken	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Z	p
P1 Latans	Hasta	51	14,50	1,69	-1,822	0,068
	Kontrol	78	13,99	1,38		
	Toplam	129	14,19	1,52		
N1 Latans	Hasta	51	22,37	1,82	-0,667	0,505
	Kontrol	78	22,09	1,67		

	Toplam	129	22,20	1,73		
Tepeler Arası Amplitüd	Hasta	51	63,96	45,60	-3,714	<0,001*
	Kontrol	78	92,06	47,19		
	Toplam	129	80,95	48,39		
Eşik	Hasta	51	97,94	3,34	-2,549	0,011*
	Kontrol	78	95,44	5,35		
	Toplam	129	96,43	4,80		
Asimetri Oranı	Hasta	40	61,39	39,79	-4,423	<0,001*
	Kontrol	40	20,49	21,52		
	Toplam	80	40,94	37,86		

Tablo 3’de araştırma değişkenlerine ait ortalamaların grup türüne göre anlamlı olarak farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Buna göre P1 Latans ve N1 Latans değişkenleri grup türüne göre anlamlı olarak farklılaşmamaktadır ($p > .05$). Tepeler arası amplitüd hasta grubunda, kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p < .05$). Asimetri oranı ve eşik ise istatistiksel olarak anlamlı derece hasta grubunda artış göstermiştir ($p < .05$).

Tablo 4. VEMP cevabının varlığının gruplar arası karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel inceleme sonuçları

VEMP Cevabı Varlığı					
Grup	Mevcut	Absent	Toplam	Absent Yüzde	p
Hasta	51	29	80	%36,25	<0,001*
Kontrol	78	2	80	%2,5	
Toplam	129	31	160		

Tablo 4’te, absent VEMP (VEMP cevabı yokluğu) durumunun hasta ve kontrol grupları arasında farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre,

absent VEMP cevabının elde edilme oranı, hasta grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p < .05$).

Tablo 5. VEMP Cevabı Durumunun Gruplara Göre Dağılımı

Grup	VEMP Cevabı Durumu		Toplam	Anormal Yüzde	p
	Normal	Anormal			
Hasta	37	43	80	%53,75	<0,001*
Kontrol	69	11	80	%13,75	
Toplam	106	54	160		

Tablo 5'te, VEMP cevabı durumunun hasta ve kontrol grupları arasında farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, anormal VEMP cevabı görülme oranı, hasta grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p < .05$).

TARTIŞMA

Küresel nüfusun yaşlanmasıyla birlikte, demans hastalığından etkilenen bireylerin sayısı hızla artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (2019) verilerine göre, demans vakalarının yaklaşık %70'ini oluşturan Alzheimer hastalığı (AH), bu tablonun en yaygın nedenidir. Vestibüler fonksiyonun yaşla birlikte azaldığı bilinmekte olup, güncel çalışmalar yaşa bağlı vestibüler disfonksiyonun sağlıklı yaşlı bireylerde mekânsal bilişsel becerilerde zayıflıkla ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, vestibüler sistemdeki işlev bozukluğunun Alzheimer hastalığıyla ilişkili olabileceğini ve hastalığın başlangıç sürecinde rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Nitekim, uzamsal bilişsel yetilerdeki bozulma, Alzheimer hastalarında en sık gözlenen bilişsel yetersizliklerden biri olup vestibüler fonksiyon kaybı ile yakından ilişkilendirilmektedir (Bosmans et al., 2021; Harun et al., 2016).

Alzheimer hastalığında bilişsel olmayan belirtilerin önemli bir bölümünün, beyin sapındaki serotonerjik çekirdeklerde ortaya çıkan erken dejenerasyondan kaynaklandığı bilinmektedir. Serotonin büyük kısmını üreten dorsal raphe çekirdeği, serotonerjik nöronların yaklaşık %80'ini içerir ve AH'nin başlangıç evrelerinde bu bölgede belirgin yapısal ve işlevsel kayıplar saptanmıştır. Beyin sapında yer alan vestibüler nükleus, vestibülospinal traktlar ve aksesuar nükleus, serotonerjik çekirdeklerle anatomik yakınlık göstermektedir. Bu nedenle beyin sapındaki nörokimyasal değişiklikler, özellikle serotonin düzeylerindeki bu azalmanın, beyin sapında yer alan vestibülospinal refleks yollarının fizyolojik bütünlüğünü zayıflatabileceği ve anormal cVEMP cevapları için bir mekanizma oluşturabileceği ileri sürülmektedir. Bununla beraber periferik vestibüler sistemin, AH'de belirgin şekilde etkilenen medial temporal bölgedeki kolinerjik nöronlara önemli girdiler sağladığı bilinmektedir. Vestibüler girdinin azalması, bu nöronların bütünlüğünün bozulmasına sebep olarak hastalığın patogenezinde rol oynayabilir (Agrawal et al., 2020; Birdane et al., 2012).

Bu çalışmada, demans tanılı bireylerde cVEMP testi kullanılarak vestibüler sistemin nörofizyolojik yanıt özellikleri değerlendirilmiş ve sağlıklı bireylerle karşılaştırılmıştır. Bulgular, demans grubunda vestibüler refleks parametrelerinde çeşitli düzeylerde değişiklikler olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen veriler, vestibüler sistemin bilişsel bozulma sürecinde erken dönemde etkilenebileceğine işaret

etmektedir. Literatürde yer alan araştırmalar da farklı demans tiplerinde ve bilişsel gerileme düzeylerinde cVEMP parametrelerinde görülen değişikliklerin, demansın nörodejeneratif mekanizmalarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bu bölümde, çalışmamızda elde edilen her bir parametreye ilişkin bulgular ilgili önceki araştırmalarla ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Çalışmamızda, P1 latans değerleri demans grubunda kontrol grubuna kıyasla uzama eğilimi göstermiştir. Ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. N1 latans değerleri açısından da iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu bulgular, vestibüler cevabın erken ve geç bileşenlerinin hafif demans evresinde belirgin bir şekilde etkilenmemiş olabileceğini düşündürmektedir. Literatürde latans değişimleri açısından benzer bulgular mevcuttur. Birdane ve ark. (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada farklı evrelerde bulunan 20 Alzheimer hastası ve 10 hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde cVEMP testinin erken tanı amacıyla kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada hastaların P13 latansı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzamış, N23 latansı da kontrol grubuna göre uzamış ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış. “Demans Ayırıcı Tanısında VEMP Testi” adlı yüksek lisans tezinde, farklı demans türlerinde ve evrelerinde (Alzheimer ve Vasküler Demans) cVEMP parametreleri karşılaştırılmıştır. Her iki demans grubunda da P1 latansında anlamlı uzama gözlenmiştir. 26 hafif bilişsel bozukluğu olan ve 51 Alzheimer hastası ile yapılan kesitsel bir çalışmada P1 ve N1 latanslarında anlamlı uzama gözlenmemiş fakat AH grubunda hafif uzama eğilimi gözlenmiştir (Wei et al., 2020). Bosmans ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada 33 hafif bilişsel bozukluk (MCL) ve 17 Alzheimer hastalığı olan bireylerde vestibüler fonksiyon ve denge performansı incelenmiştir. Bilişsel bozulma düzeyi arttıkça denge testlerindeki performansta belirgin bir düşüş gözlenmiştir. AH grubunda cVEMP testinde P13 (P1) latansında anlamlı uzama gözlenmiştir. Aynı çalışmada vHIT ve oVEMP parametrelerinde anlamlı bir fark saptanmamış, vestibüler disfonksiyonun özellikle sakküler düzeyde belirgin olduğu bildirilmiştir. Birdane ve ark. (2012) ve Bosmans ve ark. (2024) çalışmalarında orta ve ileri evre Alzheimer hastaları dahil edilmişken, bizim çalışmamız yalnızca hafif düzeyde demans tanılı bireylerle yürütülmüştür. Latans değerleri, genellikle daha ileri evrelerde veya daha belirgin beyin sapı tutulumunda anlamlı düzeyde etkilenmektedir. Hafif düzeyde bilişsel bozulma yaşayan bireylerde refleks cevabının hız bileşeni (latans), amplitüd

kadar duyarlı olmayabilir. Bu nedenle, latans parametrelerinin çalışmamızda anlamlı fark göstermemesi, hastalığın erken evre özellikleri ile açıklanabilir.

Tepe-tepe amplitüd değerlerinin demans grubunda anlamlı derecede düşük bulunması ($p<0.001$), vestibüler yanıt kapasitesinde azalmayı ve sakkül refleks yollarındaki sinaptik aktivitenin azaldığını göstermektedir. Harun ve ark. (2016), Alzheimer hastalığı ve hafif bilişsel bozukluk olgularında cVEMP ve oVEMP amplitüplerinde belirgin azalma saptayarak vestibüler disfonksiyonun sağlıklı bireylere kıyasla daha sık görüldüğünü bildirmiştir. Benzer biçimde Birdane ve ark. (2012) Alzheimer grubunda amplitüd değerlerinin kontrol grubuna göre belirgin azaldığını bildirmiştir. Wei ve ark. (2020) ise amplitüd düşüşünün yalnızca demans evresinde değil hafif bilişsel bozukluk döneminde dahi ortaya çıkabileceğini belirtmiştir. “Demans Ayırıcı Tanısında VEMP Testi” adlı tez çalışmasında da hem Alzheimer hem vasküler demans gruplarında amplitüd değerleri anlamlı biçimde düşük bulunmuştur. Bigelow ve ark. (2015), yaşlı bireylerde yaptıkları çalışmada cVEMP amplitüdündeki azalmanın uzaysal bilişsel performanstaki düşüşle anlamlı biçimde ilişkili olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, vestibüler sistemden gelen duyuşal girdilerin uzaysal bellek, dikkat ve yön bulma becerileri gibi bilişsel işlevlerin sürdürülmesinde önemli rol oynadığını ve cVEMP amplitüdünün azalmasının bu işlevlerdeki bozulmayla paralel seyrettiğini vurgulamıştır. Bu bulgu, vestibüler sistemin yalnızca dengeyle değil, aynı zamanda bilişsel süreçlerle de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, serotonin düzeylerindeki düşüş vestibülospinal refleks arkının uyarılabilirliğini azaltarak daha düşük amplitüdlü cVEMP cevaplarına yol açabilir.

Bizim çalışmamızda, demans grubunda cVEMP cevabı alınamayan olguların oranı kontrol grubuna göre belirgin biçimde yüksek bulunmuştur (%36.25 vs. %2.5). Bu bulgu, vestibüler sistemin refleks yanıt oluşturma kapasitesinde azalma olduğunu desteklemektedir. Harun ve ark. (2016), Alzheimer hastalarının %50’sinde bilateral cVEMP cevabı alınamadığını ve cevap yokluğunun Alzheimer riskini 3,4 kat arttırdığını bildirmiştir. Wei ve ark. (2020) ise Hem MCL hem AH grubunda absent VEMP cevap oranının arttığı görülmüştür. “Demans Ayırıcı Tanısında VEMP Testi” adlı tez çalışmasında her iki demans grubunda da absent VEMP cevap oranında artış görülmüştür. Ayrıca erken evre demans hastalarında cVEMP cevabının alınamaması veya anormal cevap elde edilmesi, Alzheimer hastalığının başlangıç döneminde beyin

sapı tutulumunun olabileceğine işaret eden erken bir bulgu olabileceği yorumlanmıştır. Araştırmada bu bulguların Alzheimer hastalığının beyin sapında başlayan nörodejenerasyonla ilişkili olabileceği; serotonin düzeylerindeki azalmaya bağlı nöronal iletim yavaşlamasının cVEMP cevaplarını etkileyebileceği belirtilmiştir. Orta evre Alzheimer ve vasküler demans hastalarının VEMP sonuçları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durumun her iki demans tipinde de vestibüler refleks yollarının benzer biçimde etkilenmesiyle açıklanabileceği belirtilmiştir(Özcan Tunalı, 2012). Bizim çalışmamızda da absent VEMP cevap oranının anlamlı biçimde artmış olması, literatürde bildirilen bu erken dönem vestibüler etkilenme bulgularıyla uyumludur ve beyin sapındaki serotonerjik dejenerasyona bağlı olarak sakkülokolik refleksin oluşmasında azalmış nöral uyarılabilirlik etkilemiş olabilir.

Asimetri oranı, demans grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0.001$). Bu bulgu, iki kulaktan elde edilen P1–N1 amplitüd değerleri arasında belirgin bir fark olduğunu göstermektedir. Mevcut literatürde demans ve bilişsel bozukluk gruplarında asimetri oranını doğrudan inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Birçok çalışmada amplitüd düşüşü ve cevap yokluğu ön planda iken asimetri oranı rapor edilmemiştir. Bu nedenle çalışmamızdaki asimetri oranı artışı literatüre ek bir katkı sunmaktadır. Asimetri oranındaki artış, vestibüler sistemde tek taraflı veya eşit olmayan bir nörodejeneratif etkilenimi düşündürmektedir. AH'de beyin sapı çekirdekleri simetrik olmayan biçimde etkilenebilir bu durum sağ- sol vestibüler cevap dengesinin bozulmasına yol açabilir. Serotonerjik kaybın eşit ilerlememesi ve kolinerjik geri-bildirim mekanizmalarının zayıflaması cevaplardaki asimetriyi arttıracak olası süreçler arasındadır. Asimetri oranındaki bu değişim, erken vestibüler etkilenmenin belirlenmesi ve olası denge problemlerinin öngörülmesi açısından klinik önem taşımaktadır.

Eşik değeri açısından bakıldığında, demans grubunda cVEMP cevabının ortaya çıkması için gereken eşik değeri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($p=0.011$). Bu bulgu vestibüler uyarılabilirliğin azaldığını göstermektedir. Mevcut literatürde demans gruplarında VEMP eşik değerini doğrudan inceleyen çalışma sayısı sınırlıdır. Literatürdeki çalışmalar tarafından bildirilen yüksek absent VEMP oranları ve amplitüd düşüşü, vestibüler cevap üretmek için daha güçlü uyarana ihtiyaç duyulabileceğini desteklemektedir. Bu nedenle çalışmamızda gözlenen eşik artışı,

literatürde tanımlanan vestibüler nörodejenerasyon modeli ile uyumlu olup demansın erken dönemlerinde refleks cevabının ortaya çıkması için daha şiddetli uyarana ihtiyaç duyulabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda elde edilen bulguların genel olarak literatürde bildirilen sonuçlarla yüksek oranda uyum içinde olduğu görülmektedir. Birdane (2012) ve Harun (2016) çalışmalarında amplitüd düşüşü, Wei (2020) çalışmasında hafif bilişsel bozukluk evresinden itibaren başlayan vestibüler sistem fonksiyonlarında azalma, Bigelow ve ark. (2015)'te cVEMP amplitüd değerlerindeki azalma ile uzaysal bilişsel performans arasındaki ilişki ve “Demans Ayırıcı Tanısında VEMP Testi” adlı tez çalışmasında hem Alzheimer hem de vasküler demans gruplarında bildirilen latans değerlerinde uzama, vestibüler sistemin bilişsel bozulma süreciyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle, örneklem sayısının sınırlı olması sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Katılımcıların demans alt tipleri, ayrı alt gruplar hâlinde değerlendirilmemiştir. Ayrıca, çalışmaya yalnızca hafif demans tanılı bireylerin dahil edilmesi, bulguların hastalığın ileri evrelerine genellenmesini sınırlandırmaktadır. Katılımcıların ilaç kullanımı, işitme düzeyleri ve olası eşlik eden sistemik hastalıkları vestibüler yanıtları etkileyebilecek potansiyel değişkenlerdir. Çalışmanın kesitsel tasarımı nedeniyle, cVEMP parametrelerindeki değişimin hastalığın ilerleme süreciyle zamansal ilişkisi değerlendirilememiştir. Bunun yanı sıra, kısıtlı boyun hareketi veya iletim tipi işitme kaybı bulunan bireylerin çalışmaya dahil edilmemesi, testin güvenilirliğini korumak açısından gerekli olsa da örneklem çeşitliliğini azaltmış olabilir. Gelecekte yapılacak daha geniş örneklemli, prospektif ve evre ayrımı yapılan çalışmalar, vestibüler sistemdeki nörofizyolojik değişimlerin bilişsel gerileme süreciyle ilişkisini daha net ortaya koyacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, hafif düzey demans tanısı almış hastaların ve 50 yaş üstü sağlıklı kontrol grubunun vestibüler sistem işlevlerinin cVEMP testi kullanılarak değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- 1- Demans tanısı almış hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında P1 latans değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- 2- Demans tanısı almış hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında N1 latans değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- 3- Demans tanısı almış hasta grubunda, sağlıklı kontrol grubuna kıyasla tepeler arası amplitüd değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur.
- 4- Demans tanısı almış hasta grubunda eşik değerleri, sağlıklı kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.
- 5- Demans tanısı almış hasta grubunda asimetri değerleri, sağlıklı kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış göstermiştir.
- 6- Demans tanısı almış hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında VEMP cevabı varlığı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Demans grubunda VEMP cevabı yokluğu oranı %36.25 iken kontrol grubunda %2.5 olarak bulunmuştur.
- 7- Demans tanısı almış hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında VEMP cevabı durumu karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Demans grubunda anormal VEMP cevabı elde edilme oranı %53.75 iken kontrol grubunda %13.75 olarak bulunmuştur.

Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, demansın klinik seyrinde vestibüler sistem fonksiyonlarındaki değişikliklerin özellikle amplitüd düşüşü, eşik artışı, cevap yokluğu ve asimetri şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu parametrelerdeki bozulmalar, vestibüler sistemin hem periferik düzeyde (sakkül kaynaklı refleks yollar) hem de santral düzeyde nörodejeneratif süreçten etkilendiğini düşündürmektedir. Bu bulgular, cVEMP testinin demans hastalarında erken dönemde gelişen nörofizyolojik

değişikliklerin saptanmasında değerli, objektif ve klinik olarak uygulanabilir bir test yöntemi olabileceğini desteklemektedir.

Bu çalışma, demansın bilişsel alanların ötesinde vestibülospinal refleks yollarını da etkileyen daha geniş bir nörodejeneratif süreci kapsadığına dair literatürdeki görüşleri desteklemektedir. Demansın erken döneminde ortaya çıkan vestibüler etkilenmenin objektif olarak gösterilmesi hem tanısal sürecin desteklenmesine hem de erken müdahale yaklaşımlarının şekillenmesine katkı sağlayabilir.

Bu doğrultuda, cVEMP testinin demans değerlendirme protokollerine eklenmesi ve farklı demans alt tiplerini kapsayan daha geniş örneklemelerle ileri çalışmalar yapılması önerilmektedir.



KAYNAKÇA

- 2024 Alzheimer's disease facts and figures. (2024). *Alzheimer's & Dementia*, 20(5), 3708–3821. <https://doi.org/10.1002/alz.13809>
- Agrawal, Y., Smith, P. F., & Rosenberg, P. B. (2020). Vestibular impairment, cognitive decline and Alzheimer's disease: balancing the evidence. In *Aging and Mental Health* (Vol. 24, Issue 5, pp. 705–708). Routledge. <https://doi.org/10.1080/13607863.2019.1566813>
- Albernaz, P. L. M., Zuma e Maia, F., Carmona, S., Cal, R. V. R., & Zalazar, G. (2019). *The New Neurotology*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11283-7>
- Alzheimer's Association. (n.d.). *What is dementia?* Alzheimer's Association. Retrieved September 17, 2025, from <https://www.alz.org/alzheimers-dementia/what-is-dementia>
- Arvanitakis, Z., Shah, R. C., & Bennett, D. A. (2019). Diagnosis and Management of Dementia: Review. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 322(16), 1589–1599. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.4782>
- Baloh, R. W., Honrubia, V., & Kerber, K. A. (2010). *Baloh and Honrubia's clinical neurophysiology of the vestibular system*.
- Bang, J., Spina, S., & Miller, B. L. (2015). Frontotemporal dementia. In *The Lancet* (Vol. 386, Issue 10004, pp. 1672–1682). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00461-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00461-4)
- Bigelow, R. T., Semenov, Y. R., Trevino, C., Ferrucci, L., Resnick, S. M., Simonsick, E. M., Xue, Q., & Agrawal, Y. (2015). Association Between Visuospatial Ability and Vestibular Function in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(9), 1837–1844. <https://doi.org/10.1111/jgs.13609>
- Birdane, L., Incesulu, A., Gurbuz, M. K., & Ozbabalik, D. (2012). Sacculocolic reflex in patients with dementia: Is it possible to use it for early diagnosis? *Neurological Sciences*, 33(1), 17–21. <https://doi.org/10.1007/s10072-011-0595-3>

- Bosmans, J., Gommeren, H., Gilles, A., Mertens, G., Van Ombergen, A., Cras, P., Engelborghs, S., Vereeck, L., Lammers, M. J. W., & Van Rompaey, V. (2024). Evidence of Vestibular and Balance Dysfunction in Patients With Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. *Ear & Hearing*, 45(1), 53–61. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001401>
- Bosmans, J., Jorissen, C., Gilles, A., Mertens, G., Engelborghs, S., Cras, P., Van Ombergen, A., & Van Rompaey, V. (2021). Vestibular Function in Older Adults With Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Ear & Hearing*, 42(5), 1119–1126. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001040>
- Bott, N. T., Radke, A., Stephens, M. L., & Kramer, J. H. (2014). Frontotemporal dementia: diagnosis, deficits and management. In *Neurodegenerative disease management* (Vol. 4, Issue 6, pp. 439–454). <https://doi.org/10.2217/nmt.14.34>
- Brösel, S. ;, & Strupp, M. (2019). The Vestibular System and Aging. In H. ; H. J. S. Straka (Ed.), *Subcellular Biochemistry* (Vol. 91, pp. 195–225). springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3681-2_8
- Burns, J. C., & Stone, J. S. (2017). Development and regeneration of vestibular hair cells in mammals. In *Seminars in Cell and Developmental Biology* (Vol. 65, pp. 96–105). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2016.11.001>
- Colebatch, J. G., & Halmagyi, G. M. (1992). Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology*, 42(8), 1635–1635. <https://doi.org/10.1212/WNL.42.8.1635>
- Cui, W., Duan, Z., & Feng, J. (2022). Assessment of Vestibular-Evoked Myogenic Potentials in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Brain Sciences* (Vol. 12, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/brainsci12070956>
- Dickman, J. (2018). The vestibular system. In D. Haines & G. Mihailoff (Eds.), *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications* (5th ed., pp. 320–333). Academic press.
- Emmady, P. D.; S. C.; T. Prasanna. (2022). *Major Neurocognitive Disorder (Dementia)*. StatPearls.

- Ezure, K., & Sasaki, S. (1978). Frequency-response analysis of vestibular-induced neck reflex in cat. I. Characteristics of neural transmission from horizontal semicircular canal to neck motoneurons. *Journal of Neurophysiology*, 41(2), 445–458.
- Fetter, M. (2007). Vestibulo-ocular Reflex. In *Developments in Ophthalmology* (Vol. 40, pp. 35–51). Karger.
- Fife, T. D., Colebatch, J. G., Kevin Kerber, Ds. A., Brantberg, K., Strupp, M., Lee, H., Walker, M. F., Ashman, E., Fletcher, J., Callaghan, B., & Gloss II, D. S. (2017). *Practice guideline: Cervical and ocular vestibular evoked myogenic potential testing*.
- Forbes, P. A., Chen, A., & Blouin, J.-S. (2018). Sensorimotor control of standing balance. In *Handbook of Clinical Neurology* (159th ed., pp. 61–83). elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00004-5>
- Grand, J. H. G., Caspar, S., & MacDonald, S. W. S. (2011). Clinical features and multidisciplinary approaches to dementia care. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 4, 125–147. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S17773>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2001). *Tibbi Fizyoloji* (10. baskı). nobel kitapevleri.
- Hafiz, R., Alajlani, L., Ali, A., Algarni, G. A., Aljurfi, H., Alammari, O. A. M., Ashqan, M. Y., & Alkhashan, A. (2023). The Latest Advances in the Diagnosis and Treatment of Dementia. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.50522>
- Hain, T. C. ;, & Helminski, J. O. (2014). Anatomy and physiology of the normal vestibular system. In S. J. ; C. R. A. Herdman (Ed.), *Vestibular Rehabilitation* (4th ed., pp. 2–19). F.A. Davis Company.
- Harun, A., Oh, E. S., Bigelow, R. T., Studenski, S., & Agrawal, Y. (2016). Vestibular Impairment in Dementia. *Otology and Neurotology*, 37(8), 1137–1142. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001157>
- Highstein, S. M., & Holstein, G. R. (2006). The anatomy of the vestibular nuclei. In *The Vestibular System* (Vol. 151, pp. 157–203). Elsevier.

- Horak, F. B. (2009). Postural compensation for vestibular loss. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1164, 76–81. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2008.03708.x>
- Hui, C., Tadi, P., & Patti, L. (2022). Ischemic stroke. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Jacobson, G. P., Shepard, N. T., Barin, K., Janky, K., & McCaslin, D. L. (2020). *Balance Function Assessment and Management*. Plural Publishing.
- Jones, S. M., Jones, T. A., Mills, K. N., & Gaines, G. C. (2009). Anatomical and physiological considerations in vestibular dysfunction and compensation. In *Seminars in Hearing* (Vol. 30, Issue 4, pp. 231–241). <https://doi.org/10.1055/s-0029-1241124>
- Kandel, E. R. ;, Schwartz, J. H. ;, & Jessell, T. M. (1991). The Vestibular System. In *Principles of Neural Science* (3rd ed., pp. 500–511). Appleton & Lange.
- Khan, S., & Chang, R. (2013). Anatomy of the vestibular system: A review. In *NeuroRehabilitation* (Vol. 32, Issue 3, pp. 437–443). <https://doi.org/10.3233/NRE-130866>
- Lysakowski, A., Govindaraju, A. C., & Raphael, R. M. (2022). Structural and functional diversity of mitochondria in vestibular/cochlear hair cells and vestibular calyx afferents. In *Hearing Research* (Vol. 426). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2022.108612>
- Mayeux, R., & Stern, Y. (2012). Epidemiology of Alzheimer disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(8). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006239>
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Kawas, C. H., Klunk, W. E., Koroshetz, W. J., Manly, J. J., Mayeux, R., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rossor, M. N., Scheltens, P., Carrillo, M. C., Thies, B., Weintraub, S., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer’s disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer’s Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer’s disease. *Alzheimer’s and Dementia*, 7(3), 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.005>

- Morris, J. C., Chang Wong, E., & Chang Chui, H. (2022). Vascular Cognitive Impairment and Dementia. In *CONTINUUM Lifelong Learning in Neurology* (Vol. 28, Issue 3, pp. 750–780). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001124>
- Murofushi, T. (2014). Vestibular evoked myogenic potential. *World Journal of Otorhinolaryngology*, 4(2), 6–11. <https://doi.org/10.5319/wjo.v4.i2.6>
- Özbabalık, D., & Hussein, S. (2017). *Demans Bakım Modeli Raporu*. <https://www.aile.gov.tr/media/9332/demans-bak%C4%B1m-modeli-proje-kitab%C4%B1.pdf>
- Özcan Tunalı, Ç. (2012). *DEMANS AYIRICI TANISINDA VEMP TESTİ* [Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=LIBvxJ2GLKNguaEsDEzsOw&no=K9buobg4lsqNwepkNwoY4A>
- Patrick, R. P. (2019). Role of phosphatidylcholine-DHA in preventing APOE4-associated Alzheimer's disease. *FASEB Journal*, 33(2), 1554–1564. <https://doi.org/10.1096/fj.201801412R>
- Pozzo, T., Berthoz, A., & Popov, C. (1994). The effect of gravity on the coordination between posture and movement. In *Excerpta Medica International Congress Series*. elsevier.
- Purves, D. ; J., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., & White, L. (2012). *Neuroscience* (5th ed.). Sinauer Associates, Inc.
- Robinson, L., Tang, E., & Taylor, J. P. (2015). Dementia: Timely diagnosis and early intervention. *BMJ (Online)*, 350. <https://doi.org/10.1136/bmj.h3029>
- Rosengren, S. M., Welgampola, M. S., & Colebatch, J. G. (2010a). Vestibular evoked myogenic potentials: Past, present and future. *Clinical Neurophysiology*, 121(5), 636–651. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.10.016>
- Rosengren, S. M., Welgampola, M. S., & Colebatch, J. G. (2010b). Vestibular evoked myogenic potentials: Past, present and future. In *Clinical Neurophysiology* (Vol. 121, Issue 5, pp. 636–651). <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.10.016>

- Saman, Y., Arshad, Q., Dutia, M., & Rea, P. (2020a). *Stress and the vestibular system* (pp. 221–236). <https://doi.org/10.1016/bs.irm.2020.03.013>
- Saman, Y., Arshad, Q., Dutia, M., & Rea, P. (2020b). Stress and the vestibular system. In *International Review of Neurobiology* (Vol. 152, pp. 221–236). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.irm.2020.03.013>
- Schuenke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2020). *Head, Neck, and Neuroanatomy (THIEME Atlas of Anatomy)* (3rd ed.). Thieme.
- Simic, G., Stanic, G., Mladinov, M., Jovanov-Milosevic, N., Kostovic, I., & Hof, P. R. (2009). Does Alzheimer’s disease begin in the brainstem?: Annotation. In *Neuropathology and Applied Neurobiology* (Vol. 35, Issue 6, pp. 532–554). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2990.2009.01038.x>
- Tascioglu, A. B. (2005). Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. *Neuroanatomy*, 4(4), 24–27.
- Taylor, J. P., McKeith, I. G., Burn, D. J., Boeve, B. F., Weintraub, D., Bamford, C., Allan, L. M., Thomas, A. J., & O’Brien, J. T. (2020). New evidence on the management of Lewy body dementia. In *The Lancet Neurology* (Vol. 19, Issue 2, pp. 157–169). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30153-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30153-X)
- van de Berg, R., Rosengren, S., & Kingma, H. (2018). Laboratory examinations for the vestibular system. *Current Opinion in Neurology*, 31(1), 111–116. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000526>
- Wei, E. X., Oh, E. S., Harun, A., Ehrenburg, M., Xue, Q.-L., Simonsick, E., & Agrawal, Y. (2020). Increased Prevalence of Vestibular Loss in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer’s Disease. *Current Alzheimer Research*, 16(12), 1143–1150. <https://doi.org/10.2174/1567205016666190816114838>
- Welgampola, M. S. (n.d.). *Evoked potential testing in neuro-otology*.
- Wilson, V. J. (1993). Vestibulospinal reflexes and the reticular formation. *Progress in Brain Research*, 97, 211–217.
- World Health Organization. (2025). *Dementia*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>

Zalewski, C. K. (2015). Aging of the Human Vestibular System. *Seminars in Hearing*, 36(3), 175–196. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555120>

Zwergal, A., Grabova, D., & Schöberl, F. (2024). Vestibular contribution to spatial orientation and navigation. In *Current Opinion in Neurology* (Vol. 37, Issue 1, pp. 52–58). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001230>



EKLER



T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Kurul Başkanlığı

ETİK KURUL KARAR ÖRNEĞİ

Toplantı No	Toplantı Tarihi	Toplantı Saati	Toplantı Yeri
2024 – 05	19.04.2024	14.00	Online

KARAR NO: 2024-05-102: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı 231466009 numaralı Tuğçe ETLİOĞLU' nun "Demans Hastalarında cVemp Bulgularının Değerlendirilmesi" konulu çalışması hakkında yapacağı anket sorularının, etik kurallara uygun olup olmadığını tespit etmek üzere, İGÜ Etik Kurulumuzun 15.03.2024 tarih ve 2024-04 sayılı toplantısında, İGÜ Etik Kurul Yönergesinin 12(1) maddesine göre değerlendirme yapmak üzere görevlendirilen öğretim elemanlarının raporları incelenmiş olup, ilgili çalışmada yer alan bilimsel araştırmanın etik kurallara uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

ASLI GİBİDİR

BİRİM Etik Kurul Başkanlığı 19.04.2024 TARİH 2024 – 05 ETİK KURUL TOPLANTI TUTANAĞI KARAR ÖRNEĞİ

Cihangir Mah. Şehit Jandarma Komando Er Hakan Öner Sokak No:1 34310 Avcılar / İSTANBUL
Tel: (+90212) 422 70 00 Faks: (+90212) 422 74 01
www.gelisim.edu.tr [https://\(birim\).gelisim.edu.tr](https://(birim).gelisim.edu.tr) [\(birim\)@gelisim.edu.tr](mailto:(birim)@gelisim.edu.tr)

KYS YD 004 / 4.08.2022 / 0 / 4.08.2022

1/1

Sizi, **İstanbul Gelişim Üniversitesi Etik Kurulu**’ndan 19/ 04 / 2024 tarih 2024-05-102 sayı ile izin alınan* ve TUĞÇE TOPLU tarafından yürütülen " DEMANS HASTALARINDA cVEMP BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ " başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Araştırmanın Amacı	Yaşla birlikte azalan vestibüler fonksiyonun yine yaşla birlikte görülme riski artan demansın birbiri ile ilişkisinin değerlendirilmesinde objektif bir test yöntemi olan cVEMP testinin etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
Araştırmanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi)	
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	80
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Kastamonu Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☐ Hayır ☒

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vası

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

