

MELDA KAYA

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ- CERRAHPAŞA -
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENST.**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL-2019



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİNAMİK VESTİBÜLER SİSTEM ALGORİTMASINDA PERİFERİK
VESTİBÜLER PATOLOJİ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

MELDA KAYA

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ EYYUP KARA

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, DİL VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İSTANBUL-2019

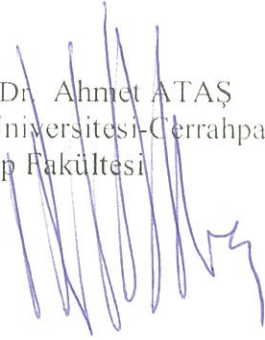
Bu çalışma 13.06.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları Tezli Yüksek Lisans
Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Dr.Öğr.Üyesi Eyyup KARA
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Sağlık Bilimleri Fakültesi



Prof. Dr. Ahmet ATAŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi



Doç. Dr. Serhat İKİZOğLU
İstanbul Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Fakültesi



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Melda KAYA



İTHAF

*Hayatımın her aşamasında beni her konuda destekleyen, hiçbir fedakarlığı esirgmeden
yanımda olan sevgili aileme,*

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans sürecimde, mesleki duruşu ve hoşgörüsü ile bana yol gösteren, çalışmamda zaman gözetmeksizin desteğini hep hissettiğim tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Eyyup KARA'ya,

Eğitim hayatım boyunca tüm bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, büyük bir özveriyle bana yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Ahmet ATAŞ'a ve Doç. Dr. Zahra POLAT'a,

Tez çalışmamda değerli katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Serhat İKİZOĞLU'na, Saddam HEYDAROV'a ve Tunay ÇAKAR'a,

Desteğini hep arkamda hissettiğim, sadece akademik hayatımda değil tüm hayatım üzerinde etkisi olan fikirlerine saygı duyduğum Halide KARA'ya,

Tez yazım sürecimde bilgilerini ve deneyimlerini paylaşıp beni destekleyen, Selma YILAR'a,

Lisans döneminden itibaren tüm zorlukları beraber göğüslediğimiz, ekip ruhunu bana sonuna kadar yaşatan, beraber çalışıp beraber eğlendiğimiz Bengi YERLİKAYA'ya, Burcu DENİZ'e, Esra EREN'e, Gökçe GÜLTEKİN'e ve Rışvan DENİZ'e,

Yüksek lisans eğitim süresince streslerimizi ve sevinçlerimizi paylaştığımız dönem arkadaşlarım Burak'a, Buse'ye, Büşra'ya, Fatma'ya, Merve'ye ve Rabia'ya, tez sürecimde bana yardımcı olan ve destekleyen çalışma arkadaşlarım Duygu'ya, Ebru'ya, Serpil'e ve tüm CTF KBB Odyoloji Bölümü ekibine,

Tezimin her aşamasında desteklerini yanımda hissettiğim, benim bu zorlu sürecimde çözüm odaklı yaklaşım göstererek en stresli zamanlarımda bile pozitif enerjileriyle beni hep mutlu eden, hayatımda her zaman olmalarını istediğim Tevfik ACAR'a ve Yeşim ORUÇ'a,

Tanıdığım zamandan itibaren manevi destekleriyle beni yüreklendiren, varlıklarını daima yanımda hissettiğim dostlarım Nalan'a, Rabia'ya ve Tuğba'ya,

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan sonsuz sabır, fedakarlık ve özveriyle her zaman motive eden ve çalışma azmimin ilhamı olan Canım Annem'e ve Canım Babam'a ve evde bana yaşam enerjisi veren biricik kedime en içten teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ.....	İX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Xİİ
ÖZET	XİV
ABSTRACT	XV
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. VESTİBÜLER SİSTEM ANATOMİ.....	4
2.1.1. PERİFERİK VESTİBÜLER SİSTEM.....	4
2.1.1.1. Semisirküler Kanallar (SSK):	5
2.1.1.2. Otolitik Organlar	6
2.1.1.3. Vestibüler Sinir	8
2.1.2. SANTRAL VESTİBÜLER ANATOMİSİ	9
2.1.2.1. Vestibüler Çekirdekler	9
2.1.2.2. Vestibuloserebellum.....	10
2.1.2.3. Kompleks Kortikal Vestibül Bağlantılar.....	11
2.2. VESTİBÜLER SİSTEM FİZYOLOJİSİ	11
2.2.1. Periferik Vestibüler Sistem Fizyolojisi.....	11
2.2.2. Santral Vestibüler Sistem Fizyolojisi.....	14
2.3. PERİFERİK VESTİBÜLER SİSTEM HASTALIKLARI	15
2.3.1. BENİGN PAROKSİSMAL POZİSYONEL VERTİGO (BBPV).....	15
2.3.1.1. Tarihçe.....	16
2.3.1.2. Patofizyoloji	16
2.3.1.3. Klinik özellikleri	17
2.3.1.4. BBPV ve Postural Denge	18
2.3.1.5. Tanı	20

2.3.1.6. Tedavi Yaklaşımları	21
2.3.2. MENİERE HASTALIĞI	22
2.3.2.1. Tarihçe.....	22
2.3.2.2. Patofizyoloji	23
2.3.2.3. Klinik Özellikleri	24
2.3.2.4. Meniere ve Postüral Denge	26
2.3.2.5. Tanı	26
2.3.2.6. Tedavi.....	28
2.3.3. VESTİBÜLER NÖRİT	28
2.3.3.1. Tarihçe.....	29
2.3.3.2. Patofizyoloji	29
2.3.3.3. Klinik Özellikleri	30
2.3.3.4. Nörit ve Postüral Denge.....	30
2.3.3.5. Tanı	30
2.3.3.6. Tedavi.....	31
2.3.4. UNİLATERAL PERİFERİK VESTİBÜLER KAYIP	32
2.4. POSTÜRAL KONTROL.....	33
2.4.1. Postüral Kontrol Parametreleri	33
2.4.2. Statik ve Dinamik Denge	37
2.5. YÜRÜME MEKANİZMASI.....	38
2.5.1. Yürüme Döngüsü	38
2.5.2. Yürüme Analizi.....	40
2.6. DİNAMİK VESTİBÜLER SİSTEM ALGORİTMASI	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	45
3.1. Katılımcılar	45
3.1.1. Hasta Grubunun Çalışmaya Dahil Edilme ve Çalışmadan Dışlanma Kriterleri	48
3.1.2. Kontrol Grubunun Çalışmaya Dahil Edilme ve Çalışmadan Dışlanma Kriterleri	48
3.2. Yapılan Ölçümler ve Uygulanan Testler	48
3.2.1. Odyolojik Değerlendirme	48
Vestibüler Değerlendirme	50
3.3. Verilerin toplanması.....	52
3.3.1. MTw Geliştirme Kiti.....	53

3.3.2. Sensör Ünitesi	56
3.3.3. Basınç Sensörleri ve Taban Sistemi.....	58
3.4. İstatistiksel Analiz.....	58
4. BULGULAR.....	59
5. TARTIŞMA.....	71
KAYNAKLAR	81
FORMLAR	95
ETİK KURUL KARARI	99
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	100
ÖZGEÇMİŞ	101



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Meniere hastalığının tanı kriterleri.....	25
Tablo 2-2: Statik ve dinamik dengenin değerlendirme yöntemleri.	37
Tablo 2-3:Yürüyüş fazı.....	39
Tablo 2-4: Yürüyüş analizinin uzaysal parametreleri.....	40
Tablo 2-5: Yürüyüş analizinin zamansal parametreleri.....	41
Tablo 3-1: Periferik vestibüler patoloji grubuna ve kontrol grubuna göre cinsiyet durumları ve yaş ortalamaları.	46
Tablo 3-2: Katılımcıların demografik özellikleri.....	47
Tablo 3-3: Dinamik vestibüler sistem analiz algoritmasında yer alan sensör grupları...	57
Tablo 4-1: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki parametrelerin incelenmesi.	62
Tablo 4-2: Periferik vestibüler patoloji grubunda cinsiyete göre parametrelerin incelenmesi.	62
Tablo 4-3: Periferik vestibüler patoloji grubunda boy ve kiloya göre parametrelerin incelenmesi.	63
Tablo 4-4: Periferik vestibüler patolojiye sahip katılımcıların patoloji yönüne göre parametrelerin incelenmesi.	64
Tablo 4-5: Periferik vestibüler patolojiye sahip katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.....	65
Tablo 4-6: BPPV katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.	66
Tablo 4-7: Meniere olan katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.	67
Tablo 4-8: Vestibüler nörit katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.	68
Tablo 4-9: Unilateral periferik vestibüler zayıflığı olan katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.	69
Tablo 4-10: Periferik vestibüler patolojiye sahip hasta grup ile periferik vestibüler patolojisi olmayan kontrol grup arasında anlamlı bulunan parametreler.	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Vestibüler sistemin organizasyonunu gösteren blok şeması.....	3
Şekil 2-2: Periferal vestibüler anatomi yapısı.....	4
Şekil 2-3: (A) Kafatasındaki sağ ve sol labirentinin şematik çizimi (B) Sağ kulak membranöz labirentinin şematik çizimi (C) Sol labirentin üstten görünümü (D) Sol tarafa 45° derece döndürülen başın önden labirentinin görünümü.	5
Şekil 2-4: İki vestibüler labirentin arkadan görünümü.	6
Şekil 2-5: Üst sağ ve sol şekil labirentteki utrikul ve sakkülün oryantasyonu; alt sağ ve alt sol şekil utrikul ve sakkülde yer alan tüy hücrelerinin polarizasyon yönü.....	7
Şekil 2-6: Otolit makulası.....	7
Şekil 2-7: Vestibulokoklear sinirin görünümü.	8
Şekil 2-8: Vestibüler nükleus ve işlevleri.....	10
Şekil 2-9: Semisirküler kanalın uzaysal konumu.	12
Şekil 2-10: Vestibüler tüy hücresi depolarizasyon ve repolarizasyon görünümü.	13
Şekil 2-11: Horizontal VOR anatomisi.....	14
Şekil 2-12: BPPV'ye sahip 4 hastanın ön-arka ve lateral vücut hareketlerinin salınım kayıtları.....	19
Şekil 2-13: BPPV hastalarının vücut salınımları.....	19
Şekil 2-14: Sağ kulak Dix-Hallpike manevrası (A→B).....	20
Şekil 2-15: Epley manevrasında baş ve gövdenin pozisyonu.....	22
Şekil 2-16: Endolenfatik hidrops ile oluşan histolojik değişiklikleri (sağda) ve normal kokleanın (solda) şematik gösterimi.....	23
Şekil 2-17: Vestibüler nörit görünümü.....	29
Şekil 2-18: Postür kontrol sisteminin genel şekli.....	34
Şekil 2-19: Destek taban yüzeyindeki (BOS) değişiklikler.....	35
Şekil 2-20: A) Ayak bileği stratejisi kullanımının görünümü B) Kalça stratejisi kullanımının görünümü C) Adımlama strateji kullanımının görünümü D) Esneme strateji kullanımının görünümü.....	35
Şekil 2-21: Stabilite limit şeması.....	36
Şekil 2-22: İnsanda yürüyüş döngüsü.....	38
Şekil 2-23: Ataletsel Ölçüm Birimi.....	43
Şekil 2-24: Ayağın anatomik yapısı.....	44

Şekil 2-25: İnsan ayak tabanındaki ideal yerleşen basınç sensörlerinin gösterimi.....	44
Şekil 3-1: Katılımcıların patoloji grubuna göre yüzdelik dağılımı.....	46
Şekil 3-2: Katılımcıların cinsiyete göre yüzdelik dağılımı.....	47
Şekil 3-3: GSI multifrekans immitansmetri.....	49
Şekil 3-4: Interacoustics Clinical Auditometer AC40.....	49
Şekil 3-5: VNG bataryası.....	50
Şekil 3-6: Neurocom Balance Master Bilgisayarlı Dinamik Postürografi.....	50
Şekil 3-7: Katılımcıların periferik vestibüler patoloji gruplarına ve patoloji yönüne göre dağılımı.....	52
Şekil 3-8: Basınç ve hareket algılayıcılarının vücut üzerindeki konumu.....	53
Şekil 3-9: MTw Geliştirme Kitinin İçeriği.....	54
Şekil 3-10: MT Manager Arayüzü.....	54
Şekil 3-11: Basınç algılayıcıların yer aldığı özel tabanlık.....	55
Şekil 3-12: Xsense hareket ve konum algılayıcı sensör.....	56
Şekil 3-13: Arduino Mega ve HC-06 ve veri seti.....	56
Şekil 4-1: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki ‘ortalama adım uzunluk’ parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.....	60
Şekil 4-2: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki ‘bel lateral salınım maks.’ parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.....	60
Şekil 4-3: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki ‘sol diz bükülme açısı maks.’ parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.....	61
Şekil 4-4: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki ‘sağ diz bükülme açısı maks.’ parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.....	61

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

BPPV	Benign paroksizmal pozisyonel vertigo
SSK	Semisirküler kanal
SS	Standart sapma
AC	Anterior kanal
HC	Horizontal kanal
PC	Posterior kanal
Sac	Sakkül
Utr	Utrikul
Na	Sodyum
IAC	İnternal akustik kanal
VOR	Vestibulooküler refleks
VCR	Vestibulocollic refleks
VSR	Vestibulospinal refleks
SVN	Süperior vestibüler nukleus
MVN	Medial vestibüler nukleus
LVN	Lateral vestibüler nukleus
IVN	İnferior vestibüler nukleus
PIVC	Paro-insüler vestibüler korteks
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
AAO-HNS	Amerikan Otolaringoloji Ve Baş Ve Boyun Cerrahisi Akademisi Denge ve İşitme Komitesi
ECOCHG	Elektrokokleografi
CM	Koklear mikrofonik
SP	Sumasyon potansiyeli
AP	Aksiyon potansiyeli
AVA	Süperior vestibüler arter
UPVK	Unilateral periferik vestibüler kayıp
COG	Ağırlık merkezi

COP	Basınç merkezindeki değişiklik
BOS	Temel destek tabanı
YD	Yürüme döngüsü
MH	Meniere hastalığı
VN	Vestibüler nörit
N	Katılımcı sayısı
KBB	Kulak Burun Boğaz
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
İÜC	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
AÖB	Ataletsel ölçüm birimi
SPSS	Statistical Package for the Social Science programı
LSD	Least Square Difference
K	Kontrol Grubu
H	Hasta Grubu
m	Metre
sn	Saniye
cm	Santimetre
kg	Kilogram
Deg	Derece

ÖZET

KAYA, M. (2019). Dinamik Vestibüler Sistem Algoritmasında Periferik Vestibüler Patoloji Özelliklerinin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Denge, dar bir yüzeyde düşmeden postürün doğru şekilde korunma yeteneğidir. Postüral kontrolün düzgün gerçekleşebilmesi için vizüel, vestibüler ve proprioseptif sistem oldukça etkin rol oynamaktadır. Vestibüler sistem bozukluğun, postüral kontroldeki ve lokomotor aktivitesindeki etkisini değerlendirmek için yürüyüş analizini incelemek gerekmektedir.

Çalışmamıza 18-60 yaş arasında 60 periferik vestibüler patolojiye sahip birey ile 64 normal birey çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmamızdaki katılımcıların yürüyüş parametreleri ile ilgili verileri, *Dinamik Vestibüler Sistem Analiz Algoritması* ile toplanmıştır.

Elde edilen analiz sonuçları ile farklı periferik patolojik gruplarda normal gruba göre yürüyüş paterni (adım hızı, ortalama adım uzunluğu, katedilen yolda adım simetrisi, yürüyüş eğim açısı) ve vücut stabilitesi (vücut salınım sınırları, her bir dizdeki bükülme açısı) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışmamızın sonucunda, *Dinamik Vestibüler Sistem Analiz Algoritmasının* normal birey ile vestibüler patolojiye sahip hastaların ayırt edilmesini ve patolojilerin sınıflandırılmasını kolaylaştırıcı parametreler belirleyerek doğru tanı, tedavi için önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: Periferik vestibüler patoloji, yürüme analizi, hareket sensörleri, postüral kontrol, postüral stabilite.

ABSTRACT

Kaya, M. (2019). Investigation of Peripheral Vestibular Pathology Characteristics in Dynamic Vestibular System Algorithm. İstanbul University-Cerrahpasa, Institute of Graduate Studies, Audiology, Language and Speech Disorder, Master Thesis. İstanbul.

Equilibrium is the ability to accurately protect the posture without falling on a narrow surface. The visual, vestibular and proprioceptive system plays a efficient role in order to ensure proper postural control. In order to evaluate the effect of vestibular system disorder on postural control and locomotor activity, gait analysis should be examined.

60 people with peripheral vestibular pathology and 64 normal people were included in the study that the ages are between 18-60. The data on the walking parameters of the participants in our study were collected by Dynamic Vestibular System Analysis Algorithm.

The normal group and various peripheral pathological groups were compared. According to the results of the analysis, there were statistically significant differences among the parameters that walking pattern (step velocity, mean step length, step symmetry, walking inclination angle) and body stability (body sway limits, bending angle of each knee) ($p < 0.05$).

As a result of our study, it was thought that Dynamic Vestibular System Analysis Algorithm would distinguish between normal group and people with vestibular pathology and classify among their pathologies for the correct diagnosis, treatment by determining facilitative parameters.

Key words: Peripheral vestibular pathology, gait analysis, motion sensors, postural control, postural stability.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Lokomotor sisteminin “statik” ve “dinamik” olarak uyum içerisinde çalışması denge olarak adlandırılmaktadır. Denge, dar bir yüzeyde düşmeden postürün doğru şekilde korunma yeteneğidir. Postüral kontrolün düzgün gerçekleşebilmesi için vizüel, vestibüler ve proprioseptif sistem oldukça etkin rol oynamaktadır (Savundra, 1997).

Vestibüler sistem, başın maruz kaldığı doğrusal ve açısal hızlanma uyarılarına bağlı olarak üç boyutta meydana gelen vücut hareketlerinin belirlenmesini sağlamaktadır (Brugge, 1991). Bu sistem, periferik ve santral olmak üzere iki kısımda değerlendirilmektedir. Periferik sistem, çevreden aldığı sensör bilgileri vestibüler nükleuslara ve serebelluma göndermektedir. Santral sistem ise bu bilgileri işleyerek başın konumunu belirlemektedir. Periferik sistem, üç semisirküler kanal ve otolit organlardan meydana gelmektedir. Bu sistemlerin herhangi birindeki bir bozulma hastada şikayetlerin oluşmasına neden olmaktadır (Hain ve ark., 2000).

Toplumda sıkça görülen periferik vestibüler sistem hastalıkları baş dönmesi, sersemlik, dengesizlik, bulantı ve kusma gibi birçok semptomlara neden olmaktadır. Bu semptomlar, hastanın günlük aktivitelerini ciddi ölçüde kısıtlamaktadır. Periferik vertigoda en sık olarak görülen hastalıklar arasında “*Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BBPV)*”, “*Vestibüler nörit*” ve “*Meniere hastalığı*” yer almaktadır (Hanley ve Dowd, 2002).

Periferik vestibüler sistem hastalıklarının tanımlanabilmesi için belli başlı testler kullanılmaktadır. Bu testlerden biri olan “*Bilgisayarlı Dinamik Postürografi*”, hastaların günlük hayatında karşılaştıkları durumlara benzer şekilde oluşturulmuş düzenekleri kullanılarak, bireyin postürü koruma yeteneğini değerlendirmektedir. Postürografik değerlendirmeler, statik ve dinamik denge koşullarının incelenmesi açısından oldukça önemlidir. Statik denge; vücudun dengesinin sabit bir pozisyonda değerlendirilmesini içerir iken, dinamik denge ise hareket halinde vücudun dengesinin incelenmesini içermektedir (Allison ve Fuller, 2001).

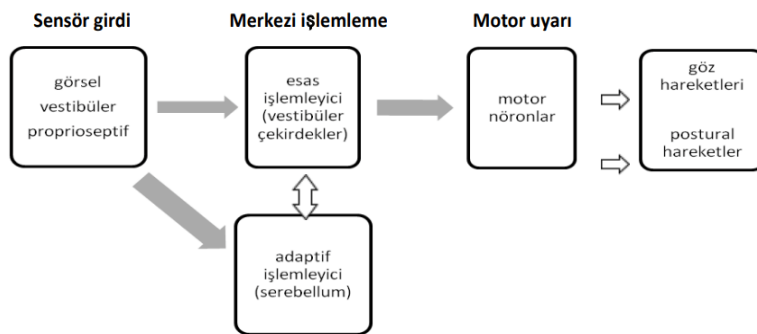
Kara ve arkadaşları (2017) tarafından geliştirilen “*Dinamik Vestibüler Sistem Analiz Algoritması*” ekipmanı, statik ve dinamik denge parametrelerinin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Vücudun çeşitli noktalarına yerleştirilen sensörler sayesinde adımların uzunluğu, genişliği, süresi; yürüyüşün temposu, hızı, açısı gibi birçok parametrenin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Kara, 2017). Çalışmamızdaki amaç; sensörlerden gelen verilerin toplanıp, işlenmesi ile periferik vestibüler problemi olan bireylerin sınıflandırılmasının yapılmasını sağlamaktır. Çalışmamızın sonucunda ise periferik vestibüler patoloji tanısı konulan hastaların “*Dinamik Vestibüler Sistem Analiz Algoritması*” aracılığı ile elde edilen verilerin sonucunda farklı patolojilerde tanı ve değerlendirmeyi kolaylaştırıcı parametrelerin tespit edilmesi planlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

VESTİBÜLER SİSTEM ve AMACI

Vestibüler sistem, evrimsel süreç boyunca en eski omurgalı duyu sistemlerindedir. Bu sistemde yer alan eksteroreseptörler aracılığıyla uzay boşluğu boyunca hayvanlardaki başın açısal ve doğrusal hareketinin büyüklüğünü ve yön bilgisini rapor eder. Çevreden alınan bu bilgiler daha sonra vestibüler çekirdekler aracılığıyla diğer duysal sistemlerden gelen bilgilerle birleştirilerek, uzayda baş ve vücut pozisyonunu veya hareketin vektörel temsilini yani gravitoinertial vektörü hesaplamak için kullanılmaktadır (Khan ve Chang, 2013).

İnsanlarda vestibüler sistem; periferal sensör bölüm, merkezi bir işlemci ve motor çıkışı için bir mekanizma olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır (Şekil 2-1). Periferal kısım, merkezi sinir sistemine -özellikle vestibüler nükleus kompleksine ve serebelluma-başın açısal hızı ve lineer ivmelenme hakkında bilgi gönderen bir dizi hareket sensörü içerir. Merkezi sinir sistemi, periferal bölümden gelen sinyalleri işler; baş ve vücut yönünü tahmin etmek için bu sinyalleri diğer duylardan elde edilen bilgi ile birleştirir (Hain, 2001). Vestibüler anatomisinin çeşitliliği beyinsapı, talamus, bazal gangliyonlar, hipokampus, serebellum ve serebral korteks içerisindeki bağlantılar aracılığı ile kanıtlanmıştır. Bu bağlantıların fizyolojik aktivitesi büyük oranda bilinç dışı olarak gerçekleşir, ancak vestibüler sistem bozulduğunda sistemin etkisini bilinçli bir şekilde fark edebiliriz (Gizzi ve ark., 1994; Cohen ve ark., 2001; Imai ve ark., 2001).



Şekil 2-1: Vestibüler sistemin organizasyonunu gösteren blok şeması.

(Herdman, 2007)

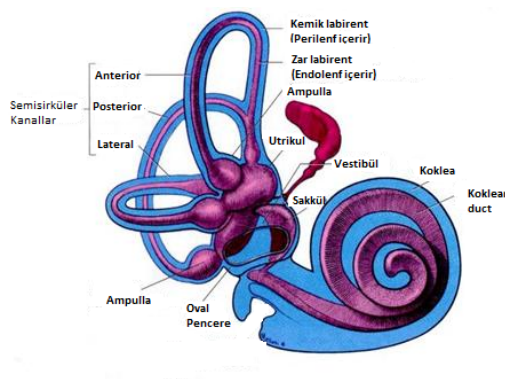
2.1. VESTİBÜLER SİSTEM ANATOMİ

2.1.1. PERİFERİK VESTİBÜLER SİSTEM

İç kulakta yer alan periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin petröz bölümündeki otik kapsül içerisinde yer almaktadır. Bu sistem kemik ve zar labirentten oluşmaktadır.

Kemik labirent üç semisirküler kanal (SKK), koklea ve vestibül olarak adlandırılan merkezi bir odadan oluşur (Şekil 2-2). Bu labirent, beyin omurilik sıvısına benzer bir kimyaya sahip olan (yüksek Na:K oranı) perilenfatik sıvıyla doludur. Perilenfatik sıvı, beyin omurilik sıvısı ile iletişim kurarak, komşu subarahnoid boşluğa boşaltılmaktadır. Bu iletişim nedeniyle, omurilik sıvısının basıncını etkileyen bozukluklar (lomber ponksiyon gibi) iç kulak fonksiyonunu da etkileyebilmektedir (Hain, 2001).

Kemik labirent içinde perilenfte asılı bir şekilde bulunan membranöz labirent, duysal epitelyumu ve vestibüler aparatın yapılarını barındırır. Üç SKK ve iki otolit organın membranöz kısımlarını içerir (Mescher, 2010). Endolenf, membranöz labirentinin yapıları boyunca yer alır ve bileşimi perilenfte zıt olarak hücre içi sıvıyı andırır (yüksek K:Na oranı). Bu sıvı, stria vasküleriste kılcıl damarlar tarafından koklear kanalının duvarında üretilir ve endolenfatik kese tarafından emilir. Normal koşullar altında, endolenf ve perilenf bölümleri arasında doğrudan bir iletişim yoktur (Hain, 2001).

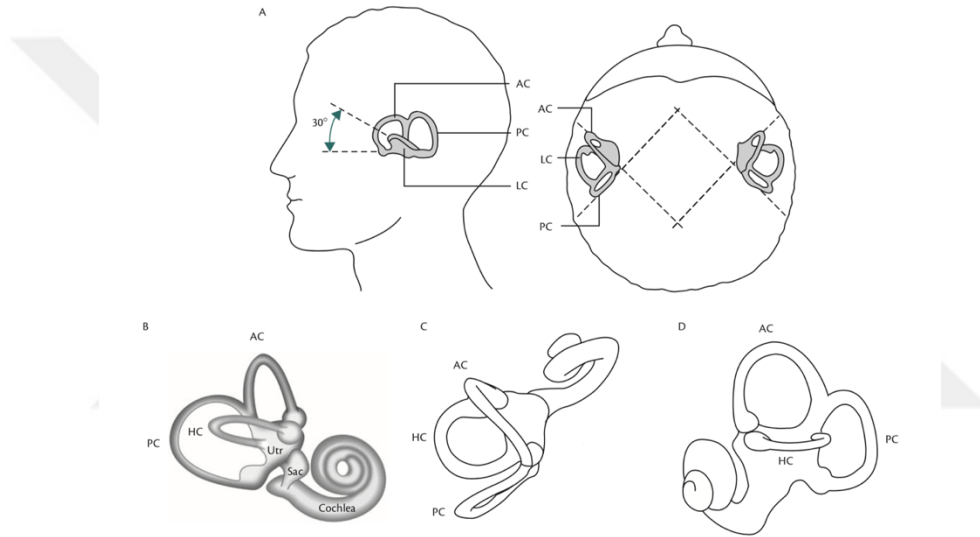


Şekil 2-2: Periferik vestibüler anatomi yapısı.

(<http://soweb.me/anatomy-of-vestibular-system/anatomy-of-vestibular-system-and-illusions-oghfa-bn-skybrary/>, 2018)

2.1.1.1. Semisirküler Kanallar (SSK):

Vestibüler labirentte lateral, posterior ve anterior kanal olmak üzere üç semisirküler kanal bulunmaktadır. Lateral kanalın çapı yaklaşık 2,3 mm (standart sapma (SS) 0,21), posterior kanalın 3,1 mm (SS 0,30) ve anterior kanalın ise 3,2 mm'dir (SS 0,24) (Pavlou ve Newham, 2013). Semisirküler kanallar, başın açısal ivmesini veya dönüşünü algılayan ve birbirlerine dik açılarla konumlandırılmış kinetik labirenti oluşturur. Anterior ve posterior kanallar, sagittal düzleme 45 derecelik bir açıyla konumlanmıştır. Lateral kanallar ise aksiyel düzlemde, 30 derecelik bir açıyla hizalanmıştır (Şekil 2-3).

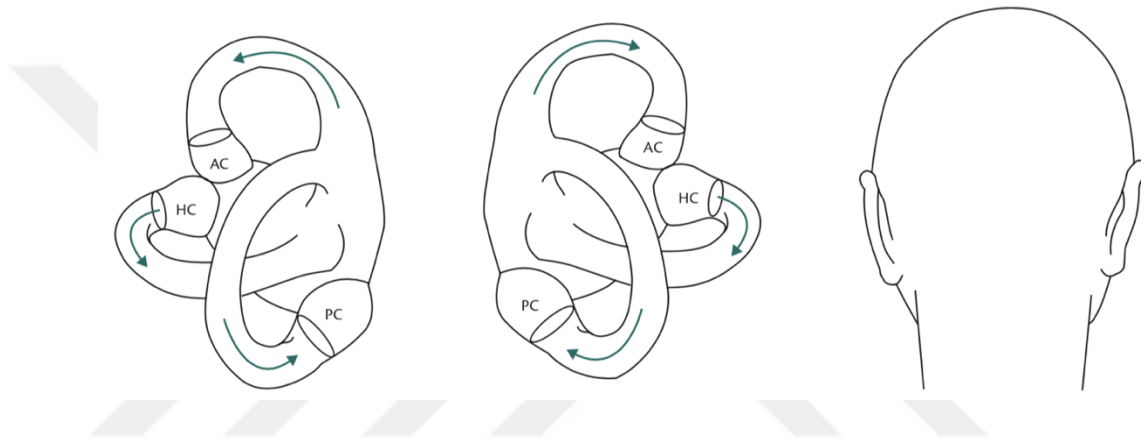


Şekil 2-3: (A) Kafatasındaki sağ ve sol labirentinin şematik çizimi (B) Sağ kulak membranöz labirentinin şematik çizimi (C) Sol labirentin üstten görünümü (D) Sol tarafa 45° derece döndürülen başın önden labirentinin görünümü.

AC, anterior (veya süperior) kanal; HC, horizontal (veya lateral) kanal; PC, posterior kanal; Sac: sakkül; Utr: utrikul. (Jeffery ve Spoor, 2004)

Her bir kanal belirli düzlemdeki harekete duyarlıdır. Semisirküler kanallar utrikula açılır. Kanalların her birinin sonunda ampulla adı verilen bir genişleme bulunmaktadır. Ampullada yer alan tüy hücreleri, jelatinimsi bir madde olan kupula ile kaplıdır. Kupula, endolenfin ampullaya geçmesini önleyen bir kanat görevi oluşturmaktadır. Kupuladaki tüy hücrelerinin hepsi aynı polarizasyon yönüyle düzenlenmektedir (Pavlou ve Newham, 2013). Apikal ucundaki bir tüy hücresinin temel yapısında, tek büyük bir kinosilyum ve yaklaşık 70–100 stereosilya yer almaktadır. Kinosilyum gerçek bir silyumu andırır, ancak hareketsizdir ve 9+2 mikrotübül düzenine

sahiptir. Bunun aksine, stereosilyalar ise çeşitli miyozin izoformları ile kaplı aktin açısından zengin filamentlerden oluşmaktadır (Oghalai ve Brownell, 2012). Lateral kanallarda yer alan kinosilyum, utrikula doğru konumlanmaktadır. Anterior ve posterior kanaldaki kinosilyum ise kanala doğru yerleşmektedir (Mescher, 2010). Başın bir rotasyonuna bağlı olarak lateral kanalların kupulasında yer alan tüy hücrelerinin polarizasyon yönü, kupuladan utrikula doğru bir hareket (ampulopedal) olacak şekildedir. Vertikal kanalların baş rotasyonunda kupuladaki tüy hücrelerinin polarizasyon yönü ise utrikuldan uzaklaşacak (ampulofugal) şekildedir. (Şekil 2-4) (Pavlou ve Newham, 2013).

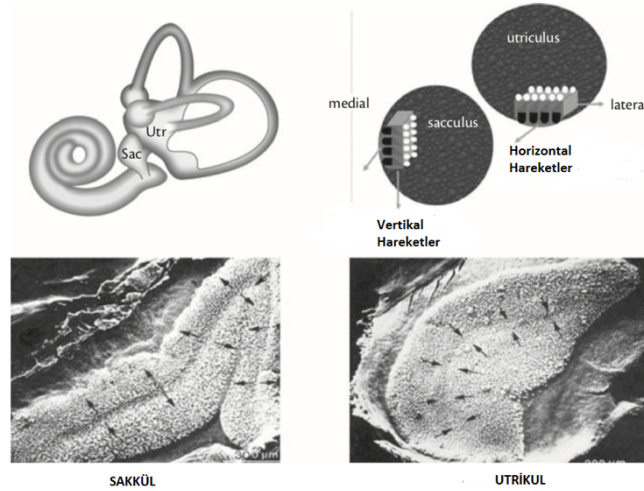


Şekil 2-4: İki vestibüler labirentin arkadan görünümü.

(Oklar, her bir kanaldaki uyarım yönünü gösterir.) (Feynman ve ark., 1963)

2.1.1.2. Otolitik Organlar

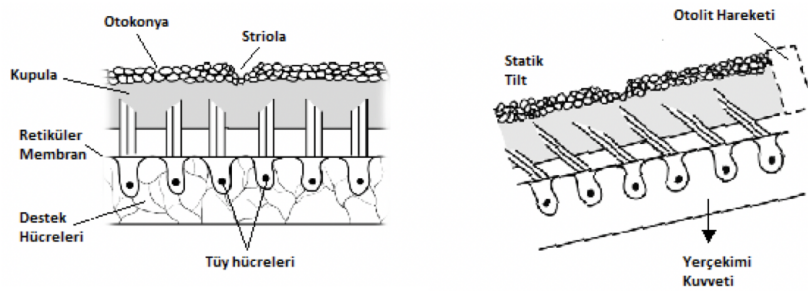
Her bir labirentte utrikul ve sakkül adında iki tane otolit organ vardır. Utrikul ve sakkül, uzayda başın oryantasyonunda rol oynayan statik labirentin yapılarındandır. Otolit organlar lineer ivmeye, yerçekimsel kuvvetlere ve başın eğilmesine cevap verir. Her biri makula adı verilen duyuşal bir nöroepitel hücre içerir (Hain ve ark., 2007). Utrikul makulası, yatay düzlemdeki hareketi algılamak; sakkül makulası, dikey düzlemdeki hareketi algılar (Şekil 2-5).



Şekil 2-5: Üst sağ ve sol şekil labirentteki utrikul ve sakkülün oryantasyonu; alt sağ ve alt sol şekil utrikul ve sakkülde yer alan tüy hücrelerinin polarizasyon yönü.

(Pavlou ve Newham, 2013)

Makulanın inferior kısmı, otolitler veya otokonya adı verilen küçük kalsiyum karbonat parçacıkları ile gömülmüş jelatinimsi bir zar ile kaplıdır. Kalsiyum karbonat kristalleri veya otokonya, ince kolajen bağ fiberleri ile bu jelatinimsi kütlede tutunur (Şekil 2-6). Çoğunlukla altıgen şekilli bu kristaller, $2,95 \text{ g/cm}^3$ spesifik bir kütleye ve 3 ile 30 μm arasında değişen bir çapa sahiptir (Barrett ve ark., 2012). Vestibüler reseptör tüy hücresi, otolitik membran ile projekte olmaktadır. Otolitler endolenften daha yoğun olduğu için kafanın lineer hareketi veya eğimi ile makula yüzeyindeki tüy hücrelerinin bükülmesini sağlamaktadır (Hain, 2001).



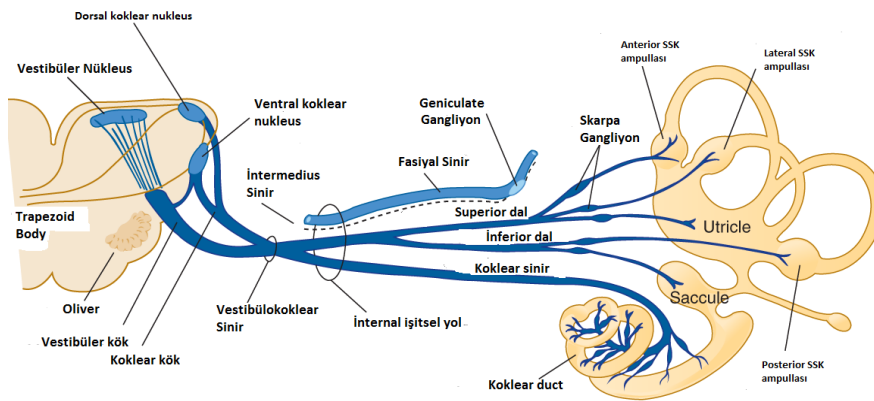
Şekil 2-6: Otolit makulası.

(<http://sanmartinodilupari.info/otoconia.html>, 2014)

Makuladaki stereosilyalar, striola adı verilen eğri çizgi ile ilişkili olarak yönlendirilir. Utrikülde kinosilya striolayaya yakın, sakkülde ise kinosilya strioladan uzak olacak şekilde konumlanmıştır (Şekil 2-6). Tüy hücrelerinin farklı yönlerdeki bu dağılımı, baş hareketindeki eğimin derecesine bağlı olarak çeşitli tüy hücrelerinde uyarım oluşturabileceği anlamına gelmektedir. Bu karmaşık model, kafa pozisyonu ile ilgili merkezi sinir sistemine doğru bilgilerin ilişkilendirilmesinde kritik öneme sahiptir (Oghalai, ve Brownell, 2012).

2.1.1.3. Vestibüler Sinir

Vestibüler sinir lifleri, Scarpa gangliyonun bipolar nöronlarından alınan afferent projeksiyonlardır. Vestibüler sinir, labirentlerden gelen afferent sinyalleri internal akustik kanal (IAC) boyunca taşır. IAC; vestibüler sinire ek olarak koklear siniri, fasiyal siniri, intermedius siniri ve labirent arteri içerir. IAC, pons seviyesinde posterior fossaya açılmak için temporal kemiğin petroz kısmından geçer (Şekil 2-7) (Goldberg ve Fernandez, 1971). Vestibüler sinir, pontomedüller ponksiyonda beyin sapına girer. Bu noktada vestibüler sinir, koklear sinirden ayrılır. Afferent vestibüler liflerin çoğunluğu, pons seviyesinde ipsilateral vestibüler nükleer kompleksi oluşturur. Sinir liflerinin bir kısmı, serebellumun flocculo-nodüler lobuna ve komşu vermiyan korteksine uzanır (Ropper ve Samuels, 2009). Vestibüler sinir, labirent ile beyin sapı arasında yer aldığından hem periferal hem santral kısım da değerlendirilebilmektedir (Goldberg ve Fernandez, 1971).



Şekil 2-7: Vestibülökoklear sinirin görünümü.

(<https://neurology.mhmedical.com/ViewLarge.aspx?figid=45400854vegbosContainerID=nullvegbosid=nullvegroupID=null>, 2009)

2.1.2. SANTRAL VESTİBÜLER ANATOMİSİ

Primer afferentlerden gelen vestibüler inputlar için iki ana hedef vardır: vestibüler nükleer kompleks ve serebellum. Vestibüler nükleer kompleks, vestibüler girdinin birincil işlemcisidir ve gelen afferent bilgiler ile motor çıkış nöronları arasında doğrudan, hızlı bağlantı kurar. Serebellum adaptif işlemcidir; vestibüler performansı izler ve gerektiği durumda merkezi vestibüler işlemlemeyi yeniden ayarlar. Vestibüler duyuşal girdi her iki yerde de -vestibüler nükleer kompleks ve serebellum- somatosensör ve görsel duyuşal input ile ilişkili olarak işlenmektedir (Şekil 2-1) (Hain, 2001).

2.1.2.1. Vestibüler Çekirdekler

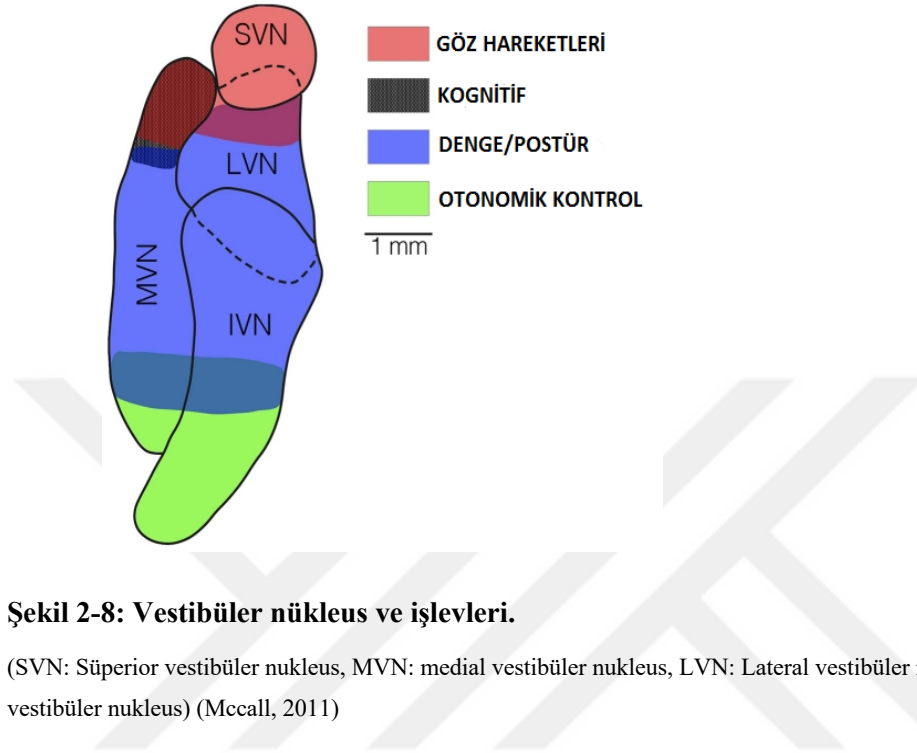
Vestibüler nükleer kompleks *medial*, *süperior*, *lateral* ve *inferior* olarak adlandırılan dört “büyük” çekirdek ve en az yedi “küçük” çekirdekten oluşur (Şekil 2-8). Dört “büyük” çekirdek, ayrıca sırasıyla şu şekilde de bilinmektedir: *Schwalbe*, *Bechterew*, *Deiter* ve *Descending* (Brodal, 1981). Dördüncü ventrikül tabanının altında bulunur ve iki ana kolonda rostral medulladan kaudal ponsa uzanmaktadır (Lee, 2011).

Medial vestibüler çekirdek, en büyük ve medial sütunu oluşturur. SSK krista ampullasından afferent uyarınları alır. Ascending aksonal lifler, vestibulooküler refleksine (VOR) aracılık etmek için medial longitudinal fasikülüs aracılığıyla ekstraoküler kasların motor çekirdeklerine doğru ilerler. Aynı zamanda baş ve boyun hareket koordinasyonunu sağlamak için vestibüler spinal refleks (VSR) kontrolünde çalışır (Tascioglu, 2005).

Süperior vestibüler çekirdek, süperior ve posterior semisirküler kanalların krista ampullasından vestibüler afferent girdi alır. Medial vestibüler nükleus gibi vestibulooküler refleksi koordine etmek için medial longitudinal fasikülüs yoluyla ekstraoküler kaslara ascending efferent lifler gönderir.

Lateral vestibüler çekirdek, tüm vestibüler çekirdeklerin en büyük hücre gövdelerini içerir. Krista ampulla, makula ve vestibuloserebellumdan afferent girdi alır. Bu sistem, postür ve dengeyi korumak için gövde kaslarında ve ekstremitelerde ekstansörlerinde refleksi koordine ederek vestibüler spinal refleksde en temel işlev alan nükleustur.

İnferior vestibüler çekirdek, utrikul ve sakkül makulasından afferent bilgi alır. Bu çekirdeğin diğer üç vestibüler çekirdeğe ve serebelluma giden dalları vardır (Lee, 2011).



Şekil 2-8: Vestibüler nükleus ve işlevleri.

(SVN: Süperior vestibüler nükleus, MVN: medial vestibüler nükleus, LVN: Lateral vestibüler nükleus, IVN: İnfierior vestibüler nükleus) (Mccall, 2011)

2.1.2.2. Vestibuloserebellum

Serebellumun vestibüler sistemdeki rolü, adaptif bir işlemci olarak işlev görmesidir. Vestibüler performansı izler ve gerektiğinde inhibitör input yoluyla vestibüler inputları yeniden değerlendirir. “Vestibuloserebellum” floconodular lob ve vermian korteksinden oluşur (Hain, 2001). Doğrudan ipsilateral vestibüler çekirdeğe ve ipsilateral fastigial nükleusa giden projeksiyon liflerine sahiptir. Bu alan postüral reflekslerin ve motor davranışların oluşumunda önemli bir role sahiptir (Ropper ve Samuels, 2009).

Serebellar flokulus, vestibulooküler refleksin kazancını ayarlamaktadır. Serebellar nodulus ise vestibulooküler refleksin süresini düzenlemesinde ve aynı zamanda makuladan gelen afferent aktivitesinin işlemlenmesinde de rol oynamaktadır (Hain, 2001).

2.1.2.3. Kompleks Kortikal Vestibül Bağlantılar

Kompleks kortikal vestibüler bağlantılara ilişkin özellikler net olarak anlaşılmamış ve vestibüler korteksin yeri ile ilgili henüz görüş birliği sağlanmamıştır. Primat çalışmalarında, vestibüler uyarıları alan ana kortikal alanlar arasındaki pario-insüler vestibüler korteks (*PIVC*), diğer vestibül kortikal bölgelerden gelen bilgilerin burada entegre olması nedeniyle ana vestibüler kortikal bölge olarak görülmüştür (Horak ve Jacobs, 2007). Bununla ilgili yapılan çalışmalar arttıkça, ana kortikal işlem bölgesinin pario-temporal korteks olduğu ileri sürülmüştür. Pario-temporal korteksin, göz hareketlerinden, postüral kontrolünden sorumlu olduğu görülmüş ve primatlardaki *PIVC*'ye karşılık geldiği söylenmiştir (Bucci ve ark., 2015; Legrand ve ark., 2016).

Talamus ve hipokampus bölgesinde vestibüler bağlantıların da olduğu düşünülmektedir. Hayvan çalışmaları çoklu talamik bölgelerinde vestibüler nöronları göstermektedir. İnsanlarda bazı ascending vestibüler liflerin kortekse ulaşmadan önce talamusun ventral posterior çekirdeğinde bağlantı kurduğu düşünülmektedir. Hipokampusun mekânsal yönelim ve hafızanın işlenmesinde kritik bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu işlev için baş ve vücut hareketine ilişkin vestibüler girdinin gerekli olduğu varsayılmaktadır. Kompleks kortikal bağlantıların ve vestibüler sistem işlevlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha ileri çalışmalar yapılması gerekmektedir (Lopez ve ark., 2012).

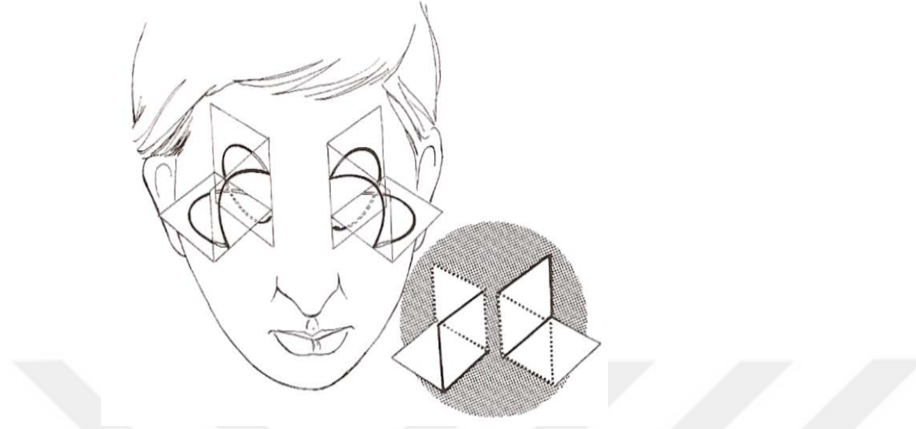
2.2. VESTİBÜLER SİSTEM FİZYOLOJİSİ

2.2.1. Periferik Vestibüler Sistem Fizyolojisi

SSK ve otolitlerin tüy hücreleri, baş hareketiyle üretilen mekanik enerjiyi beyin sapının ve serebellumun belirli alanlarına yönlendirilmek üzere nöral deşarjlara dönüştürür. Oryantasyonları sayesinde SSK ve otolit organlar belirli yönlerdeki baş hareketlerine seçici olarak cevap verebilmektedir. Sıvı akışkanlığındaki mekanik farklılık nedeniyle semisirküler kanallar açışal harekete, otolitler doğrusal harekete duyarlıdır (Hain, 2001).

SSK'nın uzaysal konumu, üç önemli durum ile karakterizedir: Birincisi, her bir labirent içerisindeki kanal düzlemi, iki duvar ile dikdörtgen bir odanın tabanı arasındaki mekansal ilişkiye benzer şekilde diğer kanal düzlemlerine dik olmasıdır. İkincisi, kanallar arasında simetri özelliğinin bulunmasıdır. Üçüncü olarak ise kanalların düzlemleri,

ekstraoküler kasların düzlemleri ile yakın doğrultuda olmasıdır; böylece duysal nöronlar ve oküler kaslar ile ilgili motor çıkış nöronları arasında doğrudan bağlantılara izin vermektedir (Şekil 2-9).



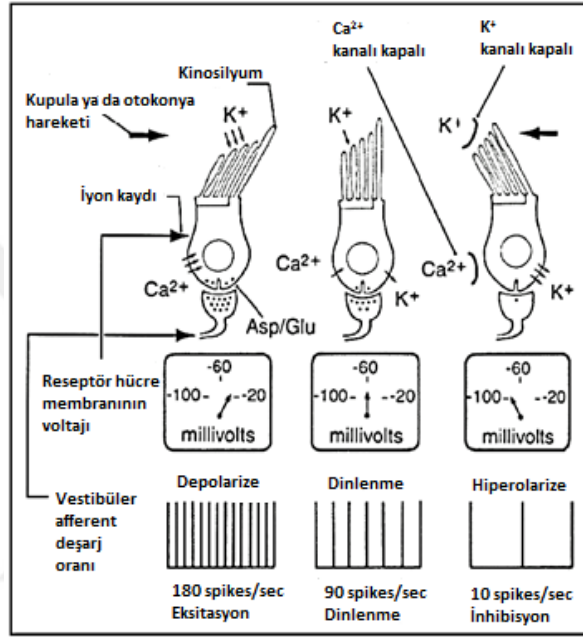
Şekil 2-9: Semisirküler kanalın uzaysal konumu.

Her iki taraftaki kanallar karşılıklı olarak diktir, başın kontralateral tarafında konjuge kanallarla eşleştirilir ve aynı zamanda ekstraoküler kasların optimal düzlemleri ile yakından hizalanır. (Michael ve Ruckenstein, 2015)

İç kulağın temel duysal reseptörleri, tüy hücreleridir. Vestibüler tüy hücreleri, morfolojik olarak kadeh şekilli, büyük bir sinir terminaline sahip tip I hücreleri ve silindir şeklinde, taban kısmında birden fazla küçük sinir terminallerine sahip Tip II hücrelerinden oluşur. Tip I tüy hücreleri, yüksek bir dinlenme deşarjı değişkenliğine sahip, düzensiz afferentler ile ilişkilidir. Tip II tüy hücreleri, genellikle düşük bir dinlenme deşarjı değişkenliğine sahip, afferentler üzerinde sinaps yaparlar. Tüy hücrelerinin çoğunluğu Tip II bir yapıya sahiptir (Mescher, 2010).

Tüy hücreleri, hareketle ilişkili kinetik kuvvetleri beyne iletebilecek bir elektrik sinyaline dönüştürmekle görevli yapılardır. Tüy hücrelerinin yüzeyi boyunca uygulanan bir kuvvet, stereosilyanın kinosilyuma doğru bükülmesine neden olur ve uç bağlantılar sayesinde stereosilyada açılan kanallar vasıtasıyla tüy hücrelerine bir potasyum (K^+) akışı gerçekleşir. K^+ 'nın bu akışı tüy hücrelerinin depolarizasyonuna ve hücre içi kalsiyum (Ca^{2+}) konsantrasyonunda bir artışa neden olur. Ca^{2+} 'daki artış, tüy hücrelerinin tabanından nörotransmitter (glutamat) maddenin salgılanmasını sağlar. Bu olay, tüy hücrelerini innerve eden afferent sinir liflerinin ateşleme oranında bir artışı gerçekleştirir. Ters bir durumda ise stereosilyumu kinosilyumdan uzaklaştıran bir kuvvet olduğunda ateşleme hızında bir azalmaya neden olur. Bu tüy hücrelerinin aktivasyonu veya inhibisyonu, vestibüler end organlar içinde buldukları yere bağlı olarak farklı fizyolojik etkilere

sahip olabilir. Afferent sinir liflerinin taban olarak “50 ile 100 spikes/sec” ateşleme oranına sahip olduğunu ve tüy hücrelerindeki aktivitenin bu başlangıç atış hızını arttıracığını veya azaltacağını bilmek önemlidir (Şekil 2-10). Akut vestibüler fonksiyon kaybının sonuçlarının anlaşılmasında bu durum çok önemli bir faktördür (Michael ve Ruckenstein, 2015).



Şekil 2-10: Vestibüler tüy hücresi depolarizasyon ve repolarizasyon görünümü.

(Michael ve Ruckenstein, 2015)

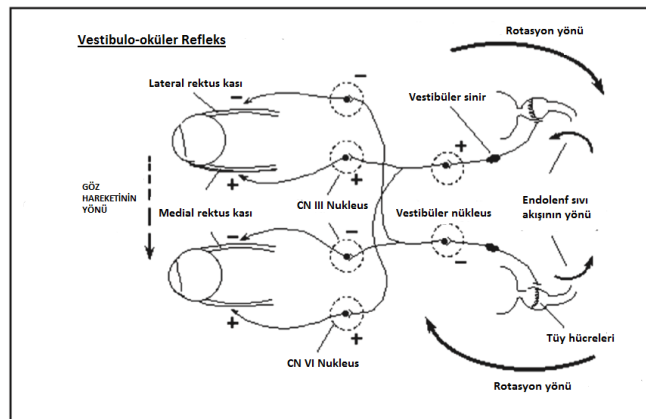
Otolitik tüy hücrelerinin stereosilyası, bir mukopolisakkarit jeli içine gömülmüş ve kalsiyum karbonat kristalleri (otokonya) tabakasıyla oluşan bir otolitik zarda yer almaktadır. Bu otokonya, otolitik membrana çevresindeki perilenfatik sıvıdan daha büyük bir özgül ağırlık verir. Böylece, doğrusal bir ivme ile karşılaşıldığı zaman otolitik zar perilenfe doğru hareket edecektir. Otolitik zarın hareketi, hareket yönüne bağlı olarak tüy hücrelerinin depolarizasyonuna veya hiperpolarizasyonuna neden olacak şekilde stereosilyanın bükülme hareketini gerçekleştirmesini sağlayacaktır. Otolitler yer çekimi de dahil olmak üzere lineer ivme kuvvetlerine cevap verdikleri için makula üzerinde görülen kuvvet, yerçekimi tarafından uygulanan kuvvetin ve herhangi bir doğrusal kafa ivmelenmesinin sonucu oluşan kuvvetin toplamıdır (Michael ve Ruckenstein, 2015).

2.2.2. Santral Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Vestibüler sistem, baş ve göz hareketini koordine eder ve vücudun dengesini korumak için baş ile vücudun uzayda doğru yönelimini sağlayan postürel kasları harekete geçirir. Vestibüler nükleer kompleks, otolitik organların ve semisirküler kanalların tüy hücrelerinden afferent vestibüler girdinin birincil işlemcisidir. Serebellum, bu vestibüler girdiyi gerektiği şekilde yeniden düzenleyen adaptif bir işlemci olarak işlev görür. Vestibüler kortikal bağlantılar ve işlevlerle ilgili detaylar henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Vestibüler nöronlar, serebellum ve kortekste yer alan etkili projeksiyonlar vücutta dengeyi korumak için kritik olan motor ve oküler sistemdeki yanıtları aktive eder (Khan ve Chang, 2013).

- **Vestibulooküler Refleks:** Başın dönmesi esnasında, retina görüntülerini stabilize etmek amacıyla göz hareketini koordine eder. SSK'dan vestibüler çekirdeğe doğru üç nöron refleks arkı ve daha sonra başın dönme pozisyonundan zıt bir yönde konjuge göz hareketine neden olan ekstraoküler kasları içerir (Cullen ve Sadeghi, 2008).

Semisirküler kanalların birinde uyarım olduğunda kontralateral kanal ile simetri halinde çalışır. Bu eşleştirilmiş ilişki (eksitasyon-inhibisyon), belirli bir ekstraoküler kasın hareketinde “*push-pull düzenlemesi*” olarak görülür. Eş olan iki horizontal kanal, medial rektus ve lateral rektus kaslarının hareketinden sorumludur. Lateral semisirküler kanal uyarıldığında ipsilateral medial rektus kası kasılır ve kontralateral lateral rektus kası ise gevşer (Şekil 2-11) (Michael ve Ruckenstein, 2015).



Şekil 2-11: Horizontal VOR anatomisi.

(Michael ve Ruckenstein, 2015)

Posterior semisirküler kanalının uyarılması, ipsilateral süperior oblik kası ve kontralateral inferior rektus kasının kasılmasına neden olur. Anterior semisirküler kanalının uyarılması, ipsilateral süperior rektus kası ve kontralateral inferior oblik kasının kasılmasıyla sonuçlanır (Hain, 2001).

- Vestibulospinal Refleks (VSR): Postür ve dengenin korunması için makuladan, krista ampullaristen, görsel sistemden ve ekstremitelerden gelen inputları içerir. Bu inputları beyin sapı ve serebellum düzeyinde birleştirmek için hem lateral hem de medial vestibüler spinal yolları kullanılır. Lateral vestibüler yol, ana yoldur ve lateral vestibüler nükleustan bilgi alır. Otolitik organların makulalarından lateral vestibüler nükleusa gelen efferent vestibüler sinyaller, ipsilateral olarak tüm omurilik düzeyindeki nöronlara uzanan bu yolda taşınır.

Semisirküler kanallar tarafından algılanan başın açısal rotasyonu, medial vestibulospinal traktus aracılığıyla medial vestibüler nükleusa iletilir. Bu sistem, bilateral olarak servikal omurilikteki motor nöronlara yansır. Baş ve boyun hareketlerini koordine eden servikal aksiyel kasları harekete geçirir (Oghalai ve Brownell, 2012).

-Vestibulokokolik Refleks (VKR): Başın stabilize etmek için boyun kaslarına etki eder. Utrikül, sakkül ve SSK tarafından oluşan hareketin aksi yönünde olan refleks baş hareketini ortaya çıkarır. Bu reflekse aracılık eden hassas yollar, henüz ayrıntılı olarak açıklanmamıştır (Hain, 2001).

2.3. PERİFERİK VESTİBÜLER SİSTEM HASTALIKLARI

2.3.1. BENİGN PAROKSİSMAL POZİSYONEL VERTİGO (BBPV)

Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (*BPPV*), semisirküler kanallarda vestibüler reseptörlerin istenmeyen stimülasyonundan kaynaklanır. Vertigoya neden olan en yaygın klinik durumlarından biridir. Tüm yaş gruplarında görülmekle birlikte, özellikle 70 yaşın üstündeki popülasyonun yaklaşık üçte birinde en az bir BPPV öyküsü bulunmaktadır (Brandt ve ark., 2005).

2.3.1.1. Tarihçe

BBPV hastalığını ilk kez Barany 1907 yılında eserlerinde bahsetmiştir, ancak Dix ve Hallpike'ın raporuyla klinik tanısına kesin olarak yer verilmiştir. Lanska ve Remler (1997) tarafından ise BPPV'nin orijinal tanımı, pozisyonel testleri ve patofizyolojisi açıklanmıştır.

2.3.1.2. Patofizyoloji

BPPV'nin patogenezi açıklamak amacıyla zaman içinde iki ana teori olan kupulolitiyazis ve kanalolitiyazis öne sürülmüştür.

Kupulolitiyazis teorisi: Schuknecht, 1969 yılında BPPV fenomenini açıklamaya yönelik ilk girişimini gerçekleştirmiştir. BPPV hastalığına utrikul makulasından ayrılan ve daha sonra PC kupulasının üzerine göç eden ve orada sabitlenen otokonyaların neden olduğu hipotezini belirtmiştir. Otokonyaların kupulanın özgül ağırlığını değiştirerek kupulayı bir yerçekimi reseptörüne dönüştürdüğü ve böylece baş pozisyonu hızlıca değiştiğinde rotatör bir nistagmus provoke ettiği düşünülmüştür.

Kanalolitiyazis teorisi: Brandt ve Steddin tarafından 1979 yılında kupulolitiyazis ve diğer teorilere karşı bir şekilde ortaya atılmıştır. Posterior semisirküler kanallarda yerinden hareket etmiş otokonyaların kanalda serbestçe yüzebildiği öne sürülmüştür. Yerçekimine göre baş pozisyonundaki hızlı değişiklikler, bu otokonyaların aşağı doğru hareket etmesine neden olduğu ve bu da BPPV'nin tipik özelliklerine yol açan endolenfatik akış ve kupular sapmayı indüklediği belirtilmiştir. Otokonyaların kanal içerisinde harekete geçmesi için geçen zaman, BPPV'de latent periyod kavramını ortaya çıkarmıştır.

BPPV belirtilerinin ve bulgularının temel patogenezi hakkında çok az şey bilinmektedir. Otokonyaların kanallara doğru hareketi genellikle uyku sırasında, hasta yatağa dönerken gerçekleşir. Hasta baş pozisyonunu değiştirdiğinde ve kristaller hareket ettiğinde sıvıyı ya kupulaya doğru ya da kupuladan ters yöne doğru iter veya çeker. Bu sıvı hareketi kupulanın bükülmesine neden olur. Kupula büküldüğünde içinde bulunan tüy hücreleri de bükülür ve tüy hücrelerine bağlı sinirlerin ateşleme hızları da değişir. Tüy hücrelerinin bükülme yönüne bağlı bir şekilde kulakların ateşleme oranları arasında bir asimetri oluşturarak daha hızlı veya daha yavaş ateşleme yapar ve bu asimetri VOR'u aktive eder. Sonuç olarak, hasta baş dönmesi hissinden yakınır ve nistagmus oluştuğunda

odanın döndüğünü belirtir. Çoğu vakada bu his 1 dakika veya daha kısa sürer, ancak bir sonraki aşamada hastanın baş pozisyonu yerçekimine göre değiştiği zaman tekrar oluşabilir (Plishka, 2015).

BPPV vakalarının büyük çoğunluğu posterior kanal tutulumudur. Posterior kanal BPPV olgularının çoğuna neden olan patofizyolojinin *Kanalitiyazis* olduğu düşünülmektedir. Bunun nedenini ise hem dik hem de sırtüstü pozisyonlarında vestibüler labirentin yerçekimine bağlı etkilenmeye en yakın kısmının posterior kanal olmasına bağlanmıştır (Lorne ve Parnes, 2003).

Lateral kanal kanalitiyaziste, hasta etkilenen kulağa doğru horizontal tarafa döndürülürse otokonyalar lateral kanalda uyarıcı olan bir ampulopedal endolenf akışı oluşturur. Bunun sonucunda ortaya *geotropik nistagmus* (zemine doğru hızlı faz) meydana gelir. *Kupulolitiyazisin lateral kanal BPPV'sinde*, otokonyalar doğrudan olarak kupulaya yapıştığı için provokatif pozisyondayken vertigo hastayı ciddi etkiler. Hastanın başı etkilenen tarafa doğru döndüğünde kupulada *apogeotropik nistagmuslara* neden olan bir ampulofugal (inhibitör) akım ortaya çıkar (Lorne ve Parnes, 2003). Lateral kanal BPPV'si olan hastaların yaklaşık %27'sinde apogeotropik nistagmus bulunur (Uno ve ark., 2001).

2.3.1.3. Klinik özellikleri

BPPV, etkilenen tarafa doğru baş veya vücut hareketi ile tetiklenir ya da çoğalır. Hasta baş veya vücudunu sabit bir pozisyona aldığı anda ise baş dönmesi kaybolur. Sabahları yataktan kalkmak, zeminden veya üst raftan bir nesne almak gibi bazı pozisyonlar dengesizliği artırır. BPPV kısa süreli, pozisyona bağlı vertigo atakları ve saniyeler süren rotator-lineer nistagmus ile karakterizedir. BPPV hastalığında vertigoya ek olarak birçok hasta hafif sersemlik, bulantı, dengesizlik ve şiddetli vakalarda her baş hareketlerinde problemin ortaya çıkmasından şikayet ederler (Shabih ve Sinha, 2013).

BPPV, haftalar ile aylar arasında kendiliğinden iyileşebildiği için “*Benign*” olarak adlandırılır; ancak bazı durumlarda tekrarlayan veya kronik olarak da tanımlanabilir (Brandt ve ark., 2005).

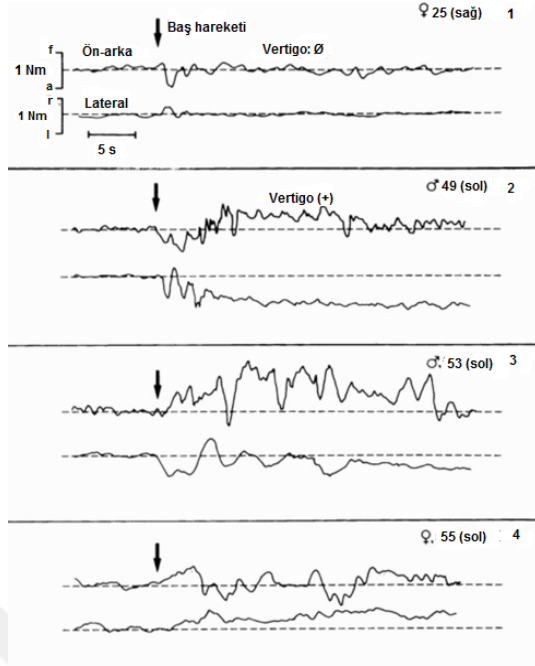
2.3.1.4. BPPV ve Postural Denge

Hastalar, BPPV'nin aktif ve inaktif fazları sırasında ve bazen de tedaviden sonra yürüme sırasında dengesizlikten ve postüral instabiliteden şikayet etmektedir (Hilton ve Pinder, 2002). Ayrıca, BPPV hastalığı olan kişi dik bir pozisyondayken baş pozisyonundaki değişikliklerle görülen vertigo atakları tehlike oluşturabilmektedir. Bu durumda, BPPV katastrofik bir düşüğe neden olabilmektedir. BPPV ataklarındaki nistagmus paterni iyi tanımlanmış olsa da postüral destabilizasyonun yönü ve büyüklüğü hakkında daha az bilgi mevcuttur (Brandt, 2003a).

Yapılan bir çalışmada, BPPV hastalarının postüral instabilitesi ölçülmüştür (Bücheler ve Brandt, 1979). Bu ölçümler, postüral instabilitenin karakteristik bir paternini ortaya çıkarmıştır. Genellikle 3 Hz'nin altında bir ortalama salınım frekans aralığına sahip olan kısa latanslı hastalarda, ön-arka yönde büyük salınım amplitüdüleri gözlenmiştir. İnstabilite miktarı, vertigo ve nistagmus şiddetinin azalmasına paralel olarak 30 saniyenin üzerinde kademeli olarak azalmıştır (Şekil 2-12, 2-13). Hastalar gözlerini kapattığında, sadece somatosensoriyal girdinin olması nedeniyle istemsiz bir şekilde düşme eğilimi göstermiştir.

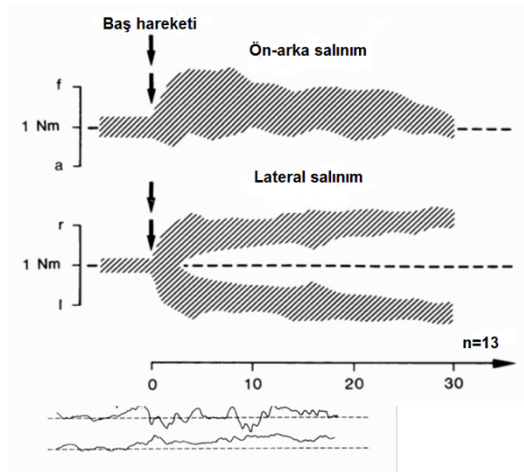
Hasta postürografi platformunun üzerinde olduğu sırada aktif BPPV atağı var ise ağırlık merkezinden ileriye ve baş eğiminin yönüne doğru salınım amplitüdünde eş zamanlı artış gözlenir (Şekil 2-12, 2-13) (Dichgans ve ark., 1975).

Black ve arkadaşları (1983) tarafından BPPVli hastalarda yapılan postürografik ölçümlerde ise BPPV hastalarının görsel bilgiyi, vestibüler bozukluğunun neden olduğu postüral dengesizliği telafi etmek için kullandıklarını gözlemlemiştir.



Şekil 2-12: BPPV'ye sahip 4 hastanın ön-arka ve lateral vücut hareketlerinin salınım kayıtları.

Vertigo atağı ortaya çıktığında (2. ve 4. Hasta), ağırlık merkezinin öne ve yana doğru hareket etmesi ve salınım genişliğinin artması ile esas olarak ön ve arka yönde dengesizlik oluşur. Lateral salınım, her zaman etkilenen tarafa doğru gerçekleşir. Herhangi bir vertigo oluşmaz (1. hasta) ise, postüral instabilite minimaldir (Sadece kafa eğiminden dolayı vücut kitlesindeki hafif değişimi yansıtır). (Bücheler ve Brandt, 1979).

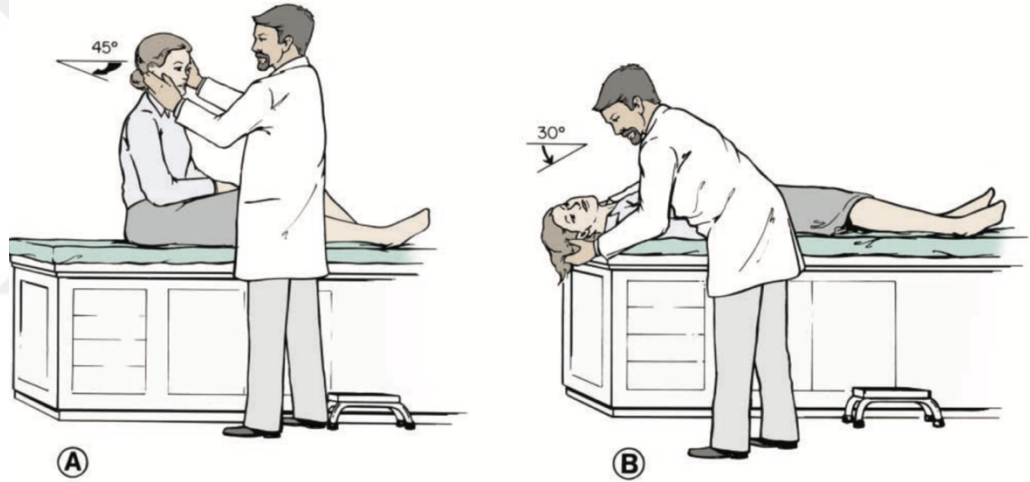


Şekil 2-13: BPPV hastalarının vücut salınımları.

BPPV hastalarının vücut salınımlarının ortalama amplitüdleri, ağırlık merkezindeki sapma deviasyonu ile hesaplanır. Nistagmus ve vertigo şiddetinin azalması ile birlikte amplitüdlere azalma görülür ve etkilenen kulak yönünde ileri yönde ve ipsilateral olarak vücut yer değiştirir. (Bücheler ve Brandt, 1979).

2.3.1.5. Tanı

Posterior BPPV'nin tanısı, tipik bir pozisyonel vertigo öyküsü olan bir hastada Dix Hallpike Manevrası (DHM) ile nistagmusun belirlenmesine dayanır. Dix Hallpike Manevrası (DHM), BPPV'nin belirtilerini ve semptomlarını indüklemek için en sık kullanılan testtir ve doğru teşhis için altın standart ve kritik olarak kabul edilir (Beynon, 1997). Dix Hallpike testinde, baş sırtüstü bir pozisyona geçmeden önce konumlandırılarak, hasta oturur pozisyonda iken hızlıca yatış pozisyona geçirilir. Hasta, yatay olarak pozisyonun yaklaşık 30° altına kadar hızla sırtüstü pozisyona indirilir (Şekil 2-14). Testin sonucu pozitif ise vertigo ve nistagmus ile birlikte şiddetli bulantı da oluşabilir (Epley, 1996).



Şekil 2-14: Sağ kulak Dix-Hallpike manevrası (A→B).

(Lorne ve Parnes, 2003)

Lateral kanal BPPV testi, hastanın sırt üstü yatırılması ve daha sonra hastanın başının test edilen tarafa doğru döndürülmesiyle yapılır (Uno ve ark., 2001). Her iki taraf da test edilir ve hangi tarafta nistagmus daha şiddetli ise patolojinin yönü belirlenmiş olur (Schessel ve ark., 1998).

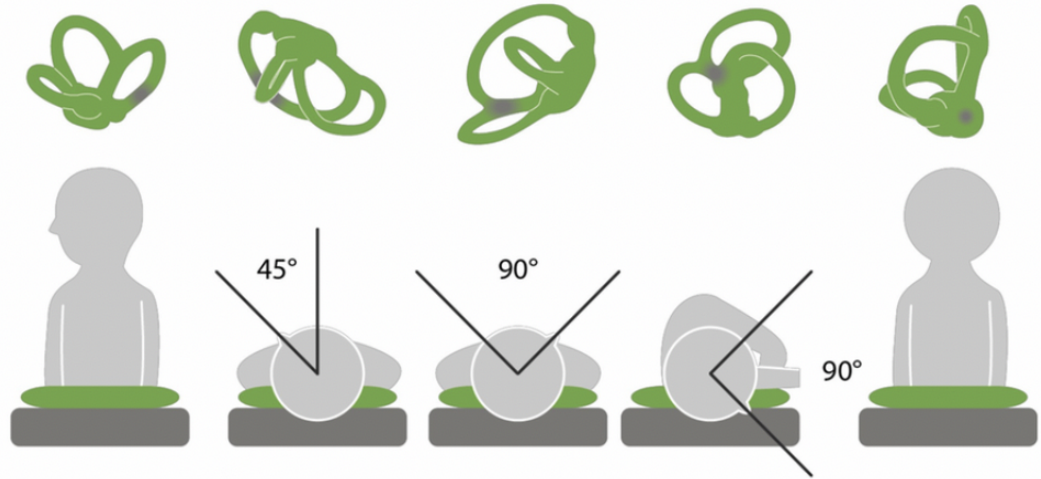
2.3.1.6. Tedavi Yaklaşımları

BPPV hastalığının tedavisinde danışmanlık önemli bir ilk adımdır. Hastaya rahatsızlığının esasen iyi huylu olduğu hakkında bilgi verilmesi gerekmektedir (Banfield ve ark., 2000). BPPV hastalığının tedavisinde vestibüler baskılayıcılar, santral sistemin kompanzasyon mekanizmasını geciktirebileceğinden ve düşme riskini arttırabileceğinden dolayı tercih edilmemektedir. Ancak, prometazin HCl (Phenergan) gibi ilaçlar, şiddetli bulantı veya kusma olan hastalarda yeniden konumlandırma manevralarından önce kullanılması önerilmektedir (Epley, 1993).

En etkili yöntemler, çeşitli tedavi amaçlı manevralardır. Bunlar, “Epley manevrası”, “Serbestleştirme (liberatory) manevrası” ve “Brandt-Daroff egzersizleri”dir. Tedavi amaçlı kullanılan bu manevraların her biri bir BPPV hastalığının tipine özgü olduğu için öncelikle hangi kanalda tutulumun olduğunu belirlemek, sonrasında ise ona uygun manevrayı seçmek daha etkili olacaktır (Banfield ve ark., 2000).

Posterior kanal tutulumu olan BPPV hastalığının tedavisi için uygulanan Epley manevrasındaki amaç, hedeflenen kanal içerisinde yüzmekte olan otokonyaları etkisiz hale getirmek için utrikula göndermektir. Bu, hastanın baş ve gövdenin sırasıyla hareketi sonucu gerçekleşir (Şekil 2-15). Posterior SSK'nın bir düzlemde rotasyonu gerçekleşir ve böylece otokonyalar utrikula yönlendirilmiş olur (Epley, 1996).

BPPV hastalığının manevra ile etkili bir şekilde iyileştikten sonra 1-5 yıl içerisinde tekrarlama riskleri, bazı araştırmalarda %7-50 arasında değişmekte olan oranlarda gözlenmiştir (Nunez ve ark., 2000). Bazen sıklığı az da olsa manevra ile iyileşemeyen ve semptomlarının şiddetinde herhangi bir azalma olmayan hastalarda posterior SSK oklüzyonu veya singular sinirinin kesilmesi gibi cerrahi prosedürler de uygulanabilir (Yetişer ve Birkent, 2005).



Şekil 2-15: Epley manevrasında baş ve gövdenin pozisyonu.

(Mitka, 2008)

2.3.2. MENİERE HASTALIĞI

Meniere hastalığı, spontan vertigo atakları, fluktuan ve özellikle alçak frekanslarda görülen sensörinöral işitme kaybı, kulakta dolgunluk ve tinnitus ile karakterize bir iç kulak rahatsızlığıdır (Paparella ve Sajjadi, 1987).

Meniere hastalığı, 40 ile 60 yaşlar arasında, özellikle kadınlarda daha çok görülmektedir. Bu hastalık, genellikle tek taraflı olma eğilimindedir, ancak %30'unda kontralateral kulağı da etkileyebilmektedir (Thomas ve Harrison, 1971).

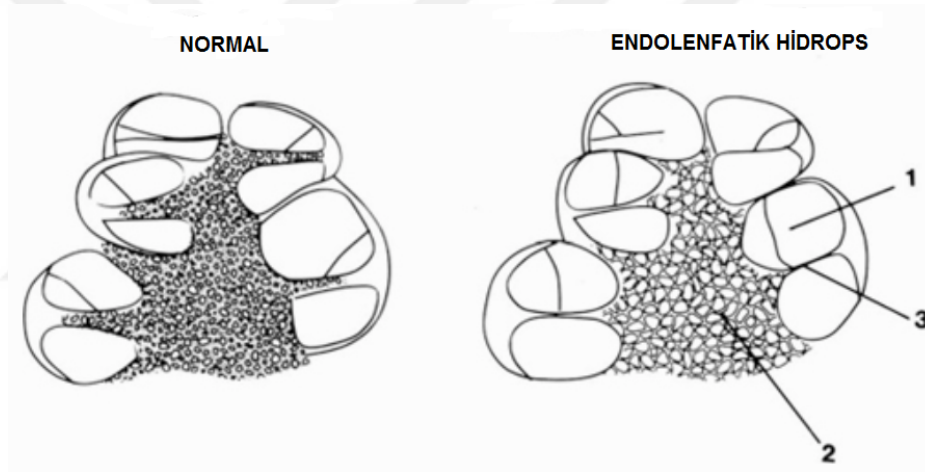
2.3.2.1. Tarihçe

Fransız doktor “*Prosper Meniere*”, 1861 yılında Meniere hastalığını tanımlamıştır. Benzer şikayetler taşıyan dört hasta üzerinde çalışma yapmış ve otopsi sonrasında gözlemlenen şikayetlerin labirentteki kanamalara bağlı olduğunu saptamıştır. Böylece iç kulağın anatomi ve fizyoloji yapısı ile ilgili daha detaylı çalışmalar için zemin oluşturmuş ve sonraki araştırmalar da onun hipotezini desteklemiştir (Schessel ve ark., 1998). 1872 yılında ise “Duplay” ilk kez meniere hastalığı isminden bahsetmiştir. 1938 yılında Japonya’da “Yamanaka” ve İngiltere’de “Hallpike” ve “Cairn” tarafından Meniere rahatsızlığı olan kişilerin temporal kemiklerinde endolenfatik hidrops

gözlenmiştir. “Kimura” ise yaptığı hayvan çalışmasında, kanal obstrüksiyon sonrasında koklear hidropsun oluştuğunu göstermiştir (Kimura, 1967).

2.3.2.2. Patofizyoloji

Meniere hastalığının patoloji temelini uzun zamandır endolenfatik hidrops oluşturmaktadır. İç kulaktaki potasyum bakımından zengin sıvı olan endolenf, aşırı sentezlenebilir veya yetersiz rezorbe olabilir ve bu durumların herhangi birinin sonucunda endolenfatik boşluğun genişlemesi görülebilir (Anatoli-Candela, 1976) (Şekil 2-16). Endolenf hidrops, tipik olarak labirentin inferior bölümünde görülür. Süperior bölümde de (*Utrikul* ve *SSK*) endolenfatik hidrops görülebilir; ancak etkilenimler daha az şiddet ve sıklıkla ortaya çıkar (Horner, 1993).



Şekil 2-16: Endolenfatik hidrops ile oluşan histolojik değişiklikleri (sağda) ve normal kokleanın (solda) şematik gösterimi.

1- Endolenfatik hidrops, 2- Koklear nöronların kaybı, 3- Korti organının atrofisi. (Brandt, 2003b)

Endolenfatik hidropsun, Meniere hastalığının vertigo karakteristiğini nasıl meydana getirdiğini açıklamak için çeşitli mekanizmalar önerilmiştir. En dikkat çeken teorilerden birisi, endolenf boşluğunu perilenf boşluğundan ayıran membranın periyodik rüptürüyle oluşan endolenfatik labirent hidropstan gelişmesidir. Membran rüptürü, potasyum açısından zengin olan endolenfin perilenfatik boşluğa sızmasına ve VIII. kranial sinirin yanı sıra tüy hücrelerinin bazal yüzeyine temas etmesine neden olur. Bu durum, birkaç saat süren atakları tetiklemektedir (Schuknecht, 1963). Potasyum bakımından zengin endolenfin, perilenfe karışması durumunda başlangıçta geçici uyarım gerçekleştirirken, sonrasında ise bu durum tüy hücrelerinde inhibisyon oluşturur. Böylece,

vestibulokoklear sinirin potasyum kaynaklı depolarizasyonuna yol açar. Hızlı çalışan sodyum kanalı daha güçlü depolarizasyon nedeniyle aktif duruma geçemez. Bu durum sonucunda yön değiştiren nistagmus ve epizodik vertigo atakları görülür (Gates, 2006).

Endolenfatik hidropsun etyolojisi inflamatuvar (labirentit), travmatik (perilenf fistülü), otoimmünolojik ya da idiyopatik gibi sebepler sonucu görülebilmektedir (Nakashima ve Ito, 1981). Genetik çalışmalar da, Meniere hastalığının patolojik temelleri hakkında ek bilgiler sağlayabilmektedir. Otozomal dominant kalıtım paterni izlendikten sonra olguların %2-14'ünde kalıtsal bir genetik yatkınlık olduğu bildirilmektedir (Birgerson ve ark., 1987).

2.3.2.3. Klinik Özellikleri

Meniere hastalığı ataklarının ana semptomları arasında, spontan nistagmus ile birlikte rotasyonel vertigo ve belirli bir yönde düşme eğilimi, bulantı ve kusma görülür. “Kulak semptomları” olarak ise tinnitus, tek kulakta dolgunluk hissi ve işitme kaybı yer alır. Ataklar genellikle birkaç saat sürer ve çoğunlukla atak gelmeden önce herhangi bir bulgu belirtmeksizin aniden gelir (Gates, 2006).

Meniere hastalığının tanısını belirlemek kolay değildir. Doğru tanı için, düzgün anamnez alınması ve doğru test bataryalarının belirlenmesi gerekmektedir. “Amerikan Otolaringoloji Ve Baş Ve Boyun Cerrahisi Akademisi Denge ve İşitme Komitesi (AAO-HNS)” tarafından 1995 yılında belirli tanı kriterleri oluşturulmuştur ve Tablo 2-1’de özetlenmiştir:

Tablo 2-1: Meniere hastalığının tanı kriterleri.

(AAO-HNS, 1995)

Kesin Meniere hastalığı	Histopatolojik tanı
	<ul style="list-style-type: none"> • Her biri 20 dakikadan fazla süren iki ya da daha fazla vertigo atağı • En az bir odyometrik incelemede işitme kaybı
Tanımlanmış Meniere Hastalığı	<ul style="list-style-type: none"> • Etkilenen kulakta tinnitus ve dolgunluk hissi <p>(Diğer nedenler hariç)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bir vertigo atağı • En az bir odyometrik incelemede işitme kaybı
Muhtemel Meniere Hastalığı	<ul style="list-style-type: none"> • Etkilenen kulakta tinnitus ve dolgunluk hissi <p>(Diğer nedenler hariç)</p>
Olası Meniere Hastalığı	<ul style="list-style-type: none"> • Belgelenmiş işitme kaybı olmaksızın vertigo atakları • Kesin vertigo atakları olmadan fluktuan veya sabit sensörinöral işitme kaybı <p>(Diğer nedenler hariç)</p>

2.3.2.4. Meniere ve Postüral Denge

Ataklar genellikle birkaç saat sürmektedir. Bu süre boyunca vertigo hissi, akut rotasyonel vertigodan bir postüral vertigoya dönüşmekte ve daha sonra yürüyüş instabilitesi gerçekleşmektedir. Meniere hastaları, dik duruşlarının sürdürülmesinde görsel ve somatosensör bilgiye daha fazla bağımlıdır. Periferik vestibüler fonksiyon kaybı durumunun ve son gerçekleşen vertigo atağından sonra geçen süre aralığının kısa olması gibi durumlar, Meniere hastalarında postüral stabilitesini etkileyen önemli faktörlerdir. Bu yüzden anamnez alınırken en son gerçekleşen atağın ne zaman olduğu sorulmalıdır (Havia ve ark., 2004).

Akut atakların ilk fazında nadir olarak hidrops ve otolitlerin kayması nedeniyle kısa, ciddi etkileyici bir vertigo ve ani bir düşme atağı görülebilmektedir. Bu durum “Tumarkin otolitik krizi” olarak tanımlanmaktadır (Gates, 2006). Bu duruma, otolit organlarının spontan mekanik deformasyonu ile vestibüler reflekslerin hızlı ve ani bir aktivasyonu neden olmaktadır. Bunun sonucunda oluşan düşme durumları, otolit partiküllerinin yeniden konumlandırılmasını gerektirmektedir (Baloh ve ark., 1987).

2.3.2.5. Tanı

Meniere hastalığının erken dönemlerinde vertigo içermeyen semptomlar görülür. Olguların çoğunluğunda progressif olarak alçak frekanslarda işitme kaybı ve tinnitus şikayeti ortaya çıkar. Daha sonraki zamanlarda yüksek frekanslar da etkilenir (Friberg ve ark., 1984).

Saf ses odyometri testinde, Meniere hastalığının süresinden bağımsız flat tip odyogram gözlenir. Sonraki dönemlerde “ani düşüş gösteren odyogramlar” oluşabilmektedir (Paparella ve Sajjadi, 1987). Yüksek seslere karşı “pozitif rekrutment” mevcuttur (Schuknecht, 1976).

Gliserol ve/veya üre testleri, Klockhoff ve Lindblom tarafından 1967 yılında tanımlanmıştır. Hiperosmolar maddelerin alınmasından sonra geçici işitme kazanımı gerçekleşmesinden dolayı, Meniere hastalarının yaklaşık %60’ında bir endolenfatik hidrops olduğu doğrulanmaktadır (Imoto ve Stahle, 1983).

Meniere hastalığının teşhisi için destekleyici kanıtlar sağlayan çeşitli elektrofizyolojik ve radyolojik testler araştırılmıştır. *Elektrokokleografi (EcochG)*, tekrarlayan ses uyarımına yanıt olarak koklea tarafından üretilen elektrik potansiyellerini ölçer. EcochG cevabı, tipik olarak koklear dış tüy hücresinin fonksiyonunu temsil eden koklear mikrofonijini (CM), sumasyon potansiyelini (SP) ve işitsel sinir aktivitesini yansıtan ve işitsel beyin sapı yanıtının I. dalgasına karşılık gelen bileşik aksiyon potansiyelini (AP) içerir. SP amplitüdünün Meniere hastalarında daha büyük ve negatif olduğu görülmüş ve bu durum SP/AP oranının yükselmesine (> 0.4) neden olmuştur. Bu durumun bazılar membran gerginliğinin skala timpaniyi etkilemesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Adams ve ark., 2010; Claes ve ark., 2011). Meniere hastalığının değerlendirilmesinde etkili testlerden bir diğeri *VEMP testidir*. Timmer ve arkadaşları (2006), Meniere hastalığı olanlar ve Tumarkin düşme ataklarına maruz kalanlarda, VEMP eşik değerinin daha yüksek olduğunu ya da eşik değerinin olmadığını saptamışlardır. Bu retrospektif çalışmada, Tumarkin düşme ataklarından sakkülün sorumlu olduğu sonucuna varılmıştır. *VEMP ve kalorik testinin* birlikte kullanımı, süperior ve inferior vestibüler sinirlerin işlevlerini ayrı ayrı incelemelerini sağladıkları gözlemlenmiştir. Erken evredeki Meniere hastalarında, kalorik testi normal sınırlar içerisinde olmakla beraber; ilerleyen evrelerde anormal VEMP yanıtları ile birlikte etkilenen tarafta zayıf kalorik cevapları ortaya çıkabilir. Kalorik testinin değerlendirilmesi, genellikle nistagmusun yavaş fazına dayanır. İki taraf arasındaki yavaş fazın %20'lik hız farkı önemli kabul edilmektedir (Jongkees ve ark., 1962).

Meniere hastalığının tanısı için yapılan çalışmalar, endolenfatik hidropsun görüntülenmesine yönelik araştırmaları da motive etmiştir. Gadolinyumun intravenöz ve intratimpanik uygulaması ile *MRI* görüntüleme, labirentin hücre içi sıvısının görüntülenmesine olanak sağlamıştır. Klinik bulgular ile teşhis edilen Meniere hastalığının birçok olgusunda endolenfatik hidrops gözlenmiştir (Nakashima ve ark., 2009).

2.3.2.6. Tedavi

Meniere hastalığının sebebinin tam olarak belirlenememesinden dolayı; tedavi yöntemlerinden en etkili, plasebo etkisi gösteren ilaçlardır. Çok sayıda terapi çalışmasını kapsayan literatür incelemeler, betahistin ve diüretikler için atak sıklığı üzerinde olumlu etkilerin olduğunu kabul etmiştir (Yabe ve ark., 1993; Claes ve van de Heyning, 1997; James ve Thorp, 2001; Li, 2009).

Meniere atağının önlenmesi için bir tedavi prensibi de fizik tedavi ile periferik vestibüler defisitlerin merkezi kompanzasyonunu teşvik etmektir (Li, 2009). Ayrıca, bu hasta gruplarına tuzlu diyet fayda sağlamakla birlikte sigara, alkol, çikolata ve kafeinli içecek kullanımı önerilmemektedir (Coelho ve Lalwani, 2008).

Uygulanan tedavi seçenekleri sonucunda, eğer Meniere hastalığında herhangi bir iyileşme durumu olmadığı ya da spontan remisyona girilmediği gözlenir ise cerrahi tedavi düşünülmektedir.

“Sakkulotomi”, “kokleosakkulotomi”, “labirentektomi”, “transmeatal” ya da “transkanal kokleovestibüler nörektomi”, “endolenfatik kese cerrahisi”, “orta fossa/posterior fossa vestibüler sinir kesi cerrahisi” Meniere hastalığında cerrahi yöntemler arasındadır. “Endolenfatik kese cerrahisi”, Meniere hastalığında en çok tercih edilen cerrahi tedavi yöntemlerinden birisidir (Goksu ve ark., 2005).

2.3.3. VESTİBÜLER NÖRİT

Periferik vestibüler bozukluklar arasında, en sık görülen üçüncü neden olarak vestibüler nörit gözlenir. Normal vestibüler end organlar, iki tarafta aynı olacak şekilde uyarım üretir. Bu uyarım, vestibüler sinir aracılığıyla vestibüler çekirdeğe iletilir. Eğer bir end organda patolojik süreç gözlenirse uyarımın frekansı değişir, böylece ortaya dengesiz bir durum çıkar. Vestibüler nöritin, 100.000 kişi başına yaklaşık 3,5 insidansı vardır. Bu hastalık, cinsiyet açısından farklılık göstermez iken, görülme yaş aralığı 30-60 yaşlar arasında daha fazladır (Sekitani ve ark., 1993).

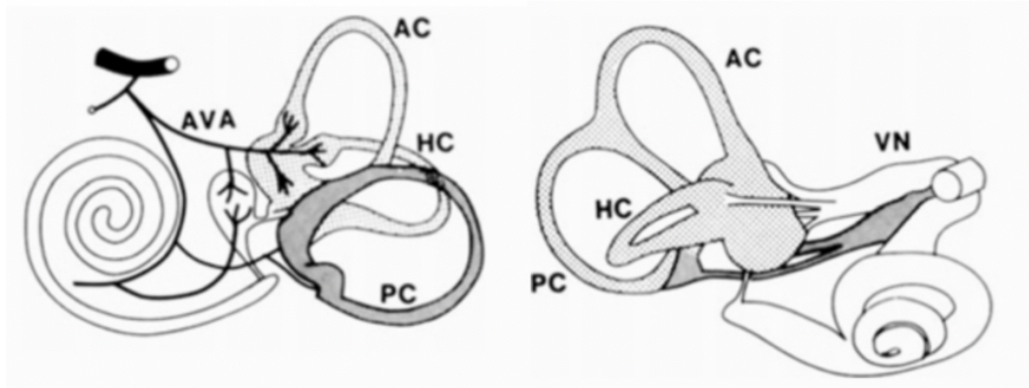
2.3.3.1. Tarihçe

Vestibüler nörit, ilk olarak 1909 yılında *Avusturya Otoloji Topluluğunda* gerçekleşen bir toplantıda *Ruttin* tarafından bahsedilmiştir. Ani ve şiddetli baş dönmesi ve spontan nistagmusu olan, tinnitus ya da işitme kaybı problemi olmayan, otoskopik muayenesi normal görülen bir hasta sunulmuş ve bu hastadaki problemin 8. kranial sinirin vestibüler kısmında inflamasyon kaynaklığı olduğu bildirilmiştir. Sonrasında *Nylen*, 1924 yılında ilk kez nörit kavramından bahsetmiştir. *Dix ve Hallpike* (1952) tarafından “vestibüler nörit” kavramı nöronun kendisi iltihaplanmadığı için “vestibüler nörit” kavramı ile değiştirilmiştir (*Dix ve Hallpike*, 1952).

2.3.3.2. Patofizyoloji

Akut unilateral vestibüler paralizi olarak yaygın görülen vestibüler nöritin, patofizyoloji mekanizmasında vestibüler sinirin inflamasyonu ve vasküler rahatsızlığı üzerinde durulmuştur (*Meran ve Pfaltz*, 1975). *Schuknecht ve Kitamura* (1981) vestibüler sinirin tutulumuna dair bir hipotezinde, virüs kaynaklı olduğunu belirtmiş; bahar ve yaz aylarının başında daha çok görülmesi ile de bu hipotezini desteklemiştir.

Vestibüler nörit, vestibüler sinir gövdesinin sadece bir kısmını etkilemektedir. Genellikle etkilenen kısım ayrı olarak hareket eden ve kendi ganglionuna sahip olan süperior bölümdür (*Proctor ve ark.*, 1979) (Şekil 2-17).



Şekil 2-17: Vestibüler nörit görünümü.

Vestibüler nörit, lateral semisirküler kanalın bir bölümündeki labirent lezyonudur. Etyolojisinde vasküler veya viral sebep olabilir. Teorik olarak, sadece süperior vestibüler arterin (AVA) etkilenerek posterior kanalı besleyen posteriorun korunduğu yönündedir. (*Schuknecht ve Kitamura*, 1981)

2.3.3.3. Klinik Özellikleri

Akut unilateral vestibüler bozukluğun ana semptomlarında, şiddetli rotasyonel vertigo, osilopsi, yürüme ve postüral dengesizliğin düşme eğilimi ile birlikte bulantı ve kusma yer almaktadır. Tüm bu belirtilerin akut veya subakut başlangıcı vardır ve birkaç gün veya hafta sürer. İşitme kaybı ve diğer nörolojik bozukluklar, bu hastalık ile eşlik etmez (Lee ve ark., 2009).

Vestibüler nörin en tipik özelliklerinden birisi, sağlıklı tarafa doğru hızlı fazın gerçekleştiği “2. ve 3. derece spontan nistagmustur”. Spontan nistagmus, unilateral labirent bozukluğunun göstergesidir. Nistagmus, hızlı fazın yönüne doğru bakıldığında artar (*Alexandar Kuralı*). Süperior kanal tutulumu olduğu için vertigo torsiyoneldir. Nadir olarak vestibüler sinirin inferioru da etkilenir (Hirvonen ve Aalto, 2009).

2.3.3.4. Nörit ve Postüral Denge

Nöritli hastalar, genellikle semptomların yönlülüğü hakkında kafa karıştırıcı ve çelişkili ifadeler kullanır. Vestibüler nörit hastalarında spontan nistagmusun hızlı fazı ve başlangıçtaki vücut hareketinin ilk algısı, lezyon tarafından zıt yöndedir. Vestibulo-spinal refleksler tarafından başlatılan postüral reaksiyonlar genellikle vertigo yönünün tersidir. Bu gibi durumlar *Romberg* testinde, lezyon tarafına doğru hastanın eğilim göstermesine neden olur (Brandt ve Daroff, 1980).

2.3.3.5. Tanı

Vestibüler nörin tanısında, öncelikli olarak periferik ve santral vertigo ayrımının yapılması önemlidir. Hastanın anamnezinde; “etraf dönmesi şeklinde vertigo hissi”, “dengesizlik”, “horizontal-rotatuar spontan nistagmus”, “bulantı” ve “kusma” şikayetleri yer almaktadır. Vestibüler nörin tanısı için belli başlı testler yardımcı olur. *Okulomotor incelemede*, “sakkadik pursuit” ve “bakışla ortaya çıkan spontan nistagmus” görülebilir. Horizontal-rotatuar nistagmus, hızlı faz yönüne bakışlarda artarken yavaş faz yönünde yavaşlar. *Head impulse testi ile* de VOR'da tek taraflı bir bozukluk olup olmadığı incelenir. Kafa hızlı bir şekilde lezyon yönüne çevrildiğinde gözler başla hareket eder ve hasta kompensatuar sakkad hareketleri yapar. Bu durum, periferik vestibüler fonksiyonun

düzelmediği durumlarda, VOR'un dinamik olarak tek taraflı eksikliğini gösterir (MacDougall ve ark., 2009). Vestibüler nöritli hastaların çoğunda, oküler torsiyon ile oküler tilt reaksiyon ve görsel dikey algının bozulması görülür. Basit bir başucu testi olan *subjektif vizüel vertikal test*, düzgün gerçekleşmeyen oküler tilt reaksiyonunu tespit etmek için kullanılan bir testtir (Kara ve Atas, 2019). Vestibüler nöritin başlıca tanı belirleyicisi, etkilenen tarafta meydana gelen periferik vestibüler bozukluğu gösteren *kalorik testidir*. Kalorik test, etkilenen taraftaki horizontal kanalda gerçekleşen eksikliği veya yanıtızlığı göstermektedir (Jongkees ve ark., 1962).

C-VEMP testi, sakküler makulanın medialinden (striola) başlayarak sakkülün ve inferior vestibüler sinirin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. VEMP cevapları vestibüler nörit hastalarının en az 2/3'ünde gözlenir (Shin ve ark., 2012).

Manyetik rezonans görüntüleme ile idiyopatik vestibüler nöritli hastalarda vestibüler sinir veya gangliyon lezyonlarını görüntülemeye yönelik yapılan çalışmaların da etkin olduğu belirtilmektedir (Hasuike ve ark., 1995; Strupp ve ark., 1998).

2.3.3.6. Tedavi

Vestibüler nöritin tedavi metodunun temelini semptomatik ve kompensatör tedavi oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, *vestibüler supresanlar* (dimenhidrinat, skopolamin) veya *antiemetikler* (benzodiazepinler) tercih edilmektedir. Ek olarak yatak istirahati özellikle hastalığın erken dönemlerinde oldukça fayda sağlar. Vestibüler nöritte, vertigo ve kusma atakları günler içinde şiddeti azalarak sekel bırakmadan iyileşir, ancak vestibüler sistemi baskılayan ilaçlar santral kompanzasyon için gereken zamanı uzattığından alımı zamanla azaltılmalı ya da tamamen sonlandırılmalıdır (Strupp ve ark., 1998). İyileşme sürecini hızlandırmak için diğer bir tedavi şekli ise vestibüler rehabilitasyon olarak da adlandırılan *Cawthorne-Cooksey* (Cawthorne, 1944) egzersizleri ile fizik tedavidir. VOR'u geliştirmek ile birlikte postüral stabilitesini ve gaze stabilitesini güçlendirmek için baş-göz koordinasyonunu sağlayacak egzersizler verilmektedir.

2.3.4. UNİLATERAL PERİFERİK VESTİBÜLER KAYIP

Her iki kulakta yer alan periferik vestibüler reseptörlerden gelen nöronlar, ilk olarak beyin sapındaki medial vestibüler çekirdeklere uğrar ve buradan okülomotor (vestibulooküler), postüral (vestibülospinal), ayrıca vücut pozisyonu ve hareket hissinden sorumlu talamik yapılara gider. Ani unilateral bir periferik vestibüler kaybında (UVPK), beyin sapının orta hattındaki vestibüler çekirdeklerin nöral aktivitesinde önemli değişiklikler oluşur. Bunun sonucunda baş dönmesi, anksiyete, baş hareketleri sırasında sersemlik, osilopsi ve yürüme bozukluğu gibi şikayetler görülür.

Unilateral periferik vestibüler fonksiyon kaybının sebebi olarak geçirilen hastalıklar, travma, cerrahi müdahale (örneğin; akustik nörinomun alınması) ve vestibüler bozuklukların tedavisi için gentamisin intratimpanik enjeksiyonu gibi durumlar yer almaktadır. Tüm bu nedenlerinin yanısı sıra, unilateral periferik vestibüler kayıplar idiyopatik olarak da ortaya çıkabilmektedir (Horak ve Nashner, 1986).

UVPK sendromu, statik ya da dinamik semptomlar olarak sınıflandırılır. Bireylerin sensör ve motor komponentlerinin her ikisinde de kuvvetli bir dengesizlik mevcuttur. Birey, tamamen hareketsiz olduğunda statik semptomlar devam ederken, dinamik semptomlar ise hareket halinde ortaya çıkar (Thompson ve Amedee, 2009).

Schonfeld ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada (2010), tek taraflı vestibüler hipofonksiyonun vertigoya neden olduğu için değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. UVPK tanısında kalorik testine ek olarak “Head İmpulse Testi” de etkin rol oynamaktadır. Baş etkilenen tarafa çevrildiğinde, UVPK ipsilezyonel tarafın VOR kazancında belirgin bir azalmaya neden olmaktadır (Straka ve Dieringer, 2004).

Unilateral vestibüler fonksiyon bozukluğunun tedavisinde, tercih edilen yöntemlerden birisi, kulak zarına yerleştirilen ince bir iğne ile ototoksik antibiyotik gentamisin çözeltisinin intratimpanik enjeksiyonudur. Gentamisin kokleanın yuvarlak penceresinden iç kulağa gönderilir, işitsel ve vestibüler tüy hücrelerine aktarılır (de Waele C ve ark., 2002).

Birkaç gün veya hafta içinde belirtilerin bazıları azalmakta ya da kaybolmaktadır. Bu sendromun iyileşmesinde “vestibüler kompanzasyon” terimi kullanılmaktadır. İnsanlarda vestibüler kompanzasyonun devreye girmesi, 3 ile 5 gün arasında sürer ve en

az 1 ayda etkili olmaya başlar. Hastaların çoğu, UPVK'den sonra iyileşmekte ve normal bir yaşam kalitesine sahip olmaktadır. Fakat bazı hastalar kısmi olarak iyileşmekte ya da tamamen iyileşme gösterememektedir. Zayıf kompanzasyon gösteren bu hastalar dengesizlik hissi, ataksi (özellikle kısıtlı görme imkanı ile stabil olmayan yüzeyler üzerinde) ve osilopsinin eşlik ettiği bir tablo sergilemektedir (Graham ve Dutia, 2001). Bu gruptaki hastaların rehabilitasyon programı planlanırken vestibüler yetersizliğin derecesine, hastanın hangi kompanzasyon mekanizmasında daha başarılı olacağına dikkat edilmesi gerekmektedir (Dutia, 2005).

2.4. POSTÜRAL KONTROL

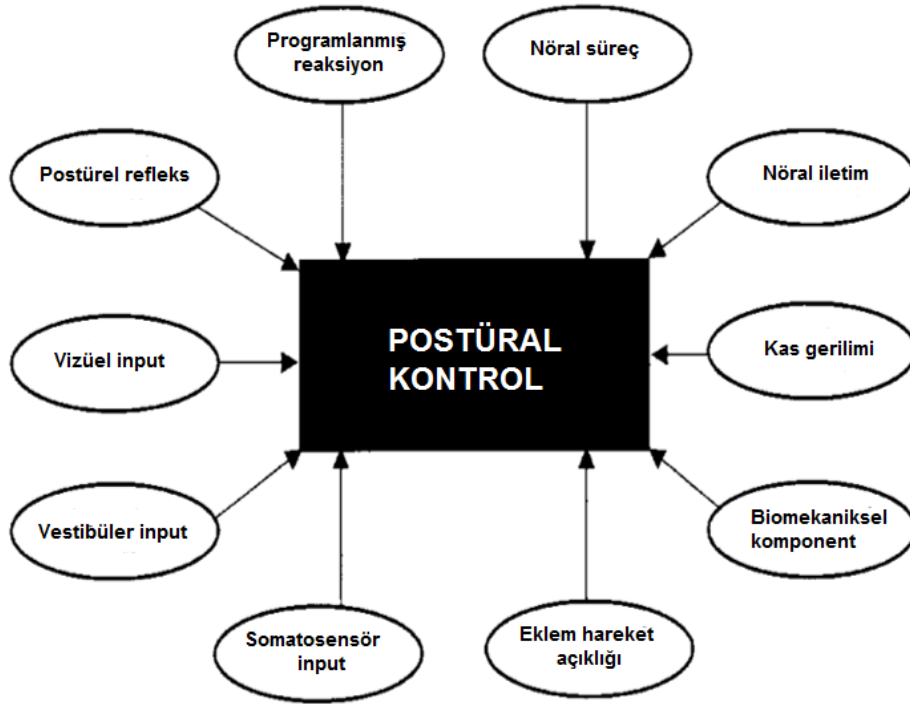
Postüral kontrol, bir bireyin vücudunun sürekli olarak uzaydaki oryantasyonunu veya dengesini bozacak güçlere karşı ağırlık merkezini destek noktası içerisinde koruma yeteneğini ifade eder. Günlük yaşamda sürekli olarak kompleks uyaranlar yer aldığı için postüral kontrolün düzgün sağlanması oldukça önemlidir (Nashner ve McCoullum, 1985). Postüral kontrolde santral, sensör ve motor sistemin koordineli çalışması etkin rol oynar. Bahsedilen üç sisteminin komponentleri; “vestibüler sistem”, “proprioseptif sistem” ve “vizüel sistemden” oluşmaktadır. Bu sistemlerden gelen girdiler, santral sinir sisteminin ilgili bölümlerinde işlenilerek, postüral stabiliteyi düzenlemek için motor cevaplar oluşturur (Morasso ve ark., 1991).

2.4.1. Postüral Kontrol Parametreleri

Postürografik kayıtlar, postüral kuvvet platformu ile ölçülür. Bu ölçümde bazı genel terimler kullanılır:

Postüral salınım, ağırlık merkezinin (*Center of gravity- COG*) değişimlerini ifade eder. Bu terim, basınç merkezindeki değişiklikleri (*Center of pressure- COP*) temsil etmek için kullanılmamalıdır (Winter, 1995).

Postüral kontrol sistemi, kas-iskelet sistemi ve sinir sistemleri arasında karmaşık bir etkileşimi içerir (Şekil 2-18). İki ana işlevi vardır: Dengenin korunmasını sağlamak ve doğru algı ve eylemin gerçekleşmesi için vücut bölümlerinin yönünü ve konumunu düzeltmektir (Massion, 1995).

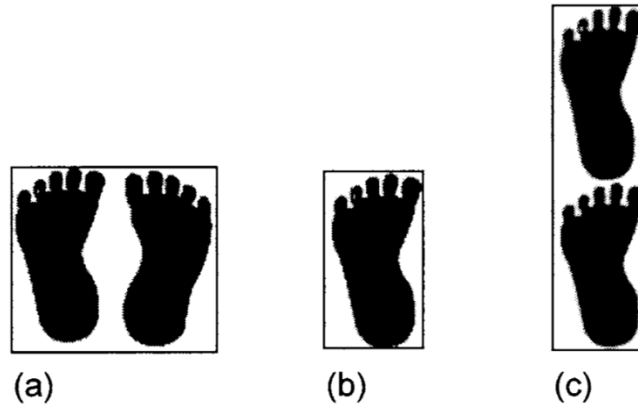


Şekil 2-18: Postür kontrol sisteminin genel şekli.

(Massion, 1995)

COG, postür kontrol sistemi tarafından yönlendirilen pasif bir değişken olarak kabul edilir. *COP* ise, destekleyici yüzeye uygulanan toplam kuvvet dağılımının merkezidir. Destek yüzeyine temas eden alandan oluşturulan tüm basınçların ağırlıklı ortalamasını temsil eder. *COP*'un hareketi, *COG*'un hareketine bağlı olarak değişir ve aynı zamanda hareketleri kontrol etmek veya üretmek için gerekli olan kas kuvvetlerinin projeksiyonuna da bağlıdır (Winter, 1995).

Temel destek tabanı (Base of support) (BOS), ayakta durmak için ayaklar ve zemin arasında yer alan yüzey ölçümüdür. Eğer bu taban, ayak tabanından küçük veya düzensiz ise destek azalır. Temel destek tabanının dar olduğu durumlarda, denge sisteminde bozulma görülür (Şekil 2-18). Tek ayaklı duruş, postür-kontrol sistemine ek zorluklar getiren şartlar altında dengenin değerlendirilmesine izin verir. Bu duruş destek tabanını azaltır ve düşmeyi önlemek için postüral kontrol sisteminin daha fazla ayarlamalar yapmasını gerektirir (Murray ve ark., 1975).



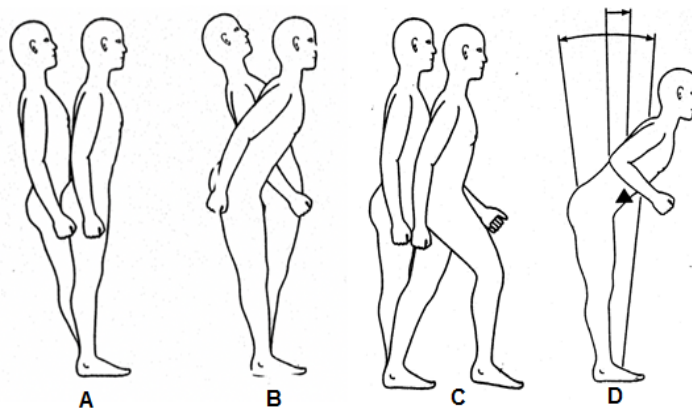
Şekil 2-19: Destek taban yüzeyindeki (BOS) değişiklikler.

(a) Çift ayaklı duruş, (b) Tek ayaklı duruş ve (c) Tandem duruş. (a) medial/lateral (M/L) duruştaki BOS, (b) ve (c) pozisyonlarına göre iki kat daha büyüktür. Tandem duruşta, anterior/posterior (A/P) BOS, (a) ve (b) duruşlarından daha büyüktür. (b) deki duruş, hem A/P hem de M/L yönlerinde en küçük BOS'a sahiptir. (Cornwall ve Murrell, 1991)

Denge Stratejileri:

Dinamik dengede etkin rol oynayan temel stratejiler kullanılmaktadır:

Ayak bileği stratejisi, bireyin dik postürün korunmasında etkili olan stabilite sınırından uzak olduğu durumlarda kullanılan bir stratejidir. Ayak bileği direnci, doğrusal hareket sırasında ayak bileğindeki kayma açısı ile ilişkilidir. Ayak bileği direnci azalır, postüral stabilite de azalır (Şekil 2-20a). (Horak ve Nashner, 1986).



Şekil 2-20: A) Ayak bileği stratejisi kullanımının görünümü B) Kalça stratejisi kullanımının görünümü C) Adımlama strateji kullanımının görünümü D) Esneme strateji kullanımının görünümü.

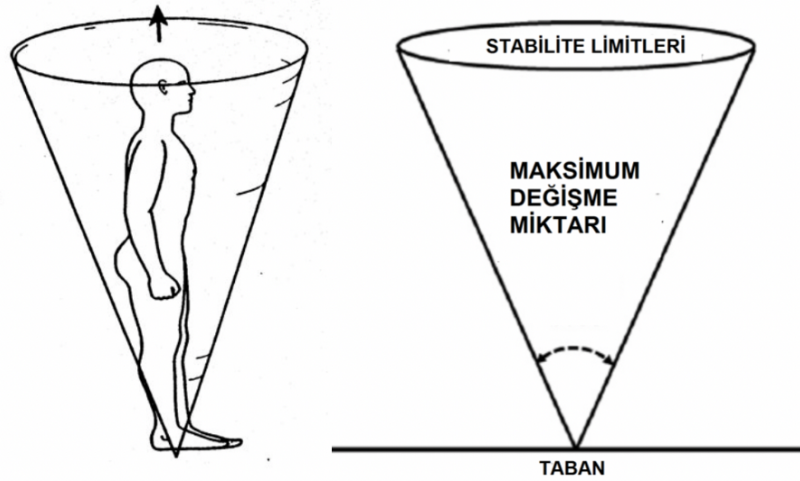
(<http://symmetryptmiami.com/strategies-maintain-balance/>, 2017)

Kalça stratejisinde, yerçekimi kalçaya zıt konumda yer değiştirir ve destek tabanına karşı zıt horizontal bir cevap oluşturur. Bu sırada, diz eklemi sabit ve ayak bileği aktif kullanılmaz. Kalça ve abdominaller aktif bir şekilde görev alır. Yerçekimi merkezinin büyük miktarda yer değiştirmesi bu strateji ile mümkün değildir (Şekil-20b) (Horak ve Nashner, 1986).

Adımlama stratejisi, diğer stratejiler ile düşme riskinin olacağı düşünüldüğünde kullanılan stratejilerdir. Adım atılarak düşüş yönünde olan ağırlık merkezi orta hat doğrultusunda toplanır ve böylece düşme önlenmiş olur (Şekil 2-20c) (Gordon, 1990).

Esneme stratejisi, vücudun squat pozisyonuna gelmesidir. Ağırlık merkezinin konumu, vücudun düşmemesi için orta hatta toplanmaya çalışır (Şekil 2-20d) (Gordon, 1990).

Stabilite limitleri, kişinin dengesi bozulmadan vertikal düzlemde yerçekimi merkezinin maksimum değişme miktarıdır. Normal yetişkinlerde, denge limitleri anterior-posterior düzlemde; anteriorda yaklaşık 8° , posterior yönde ise $4,5^{\circ}$ dir. Lateral strabilite limitleri ise, kişinin boyu ve adım uzunluğuna bağlıdır (Şekil 2-21) (Kuo, 1995).



Şekil 2-21: Stabilite limit şeması.

(Zhang ve ark., 2010)

2.4.2. Statik ve Dinamik Denge

Postüral kontrol, günlük aktivitede çok önemlidir ve sıklıkla klinik ortamlarda “statik” ve “dinamik” olarak iki kısımda incelenir. “Statik postüral kontrol”, vücudun dengesini herhangi bir etkiye maruz bırakmadan yerçekimine karşı belirli bir pozisyonda sabit durdurabilme yeteneğidir. “Dinamik postüral kontrol” ise yürüme, oturma, ayağa kalkma ve merdivenden inip çıkma gibi günlük hareketlere ait hareket paternlerini ve bunlarının birbiri içerisindeki uyumunu değerlendirmeyi içerir. Statik dengede, gövde ve destek alanı sabit; dinamik dengede bu alan hareketlidir. Amut ya da planör duruş statik dengeye örnek iken, yürüyüş yapan birisi dinamik denge hareketine örnek olarak verilebilir (Winter, 1995).

Statik ve dinamik dengenin tam olarak sağlanması için bütün eklemlerin stabilizasyonu ve kasların koordineli bir şekilde çalışması gerekmektedir. Statik ve dinamik denge çeşitleri, bazı faktörler sebebiyle etkili çalışmamaktadır. Bu durumlarda, yaşam kalitemizde ciddi problemler ortaya çıkar. Ortaya çıkan problemleri gidermek için ilk olarak problemin nedenini değerlendirmek önemlidir. Dengenin değerlendirilmesinde “çeşitli test bataryaları”, “skalalar”, “ölçekler” ve “çeşitli teknolojik cihazlar” kullanılmaktadır (Tablo 2-2). Bu değerlendirme yöntemleri ile sadece statik ya da sadece dinamik denge veya her ikisi de değerlendirilebilmektedir (Avcı, 2006).

Tablo 2-2: Statik ve dinamik dengenin değerlendirme yöntemleri.

(Avcı, 2006)

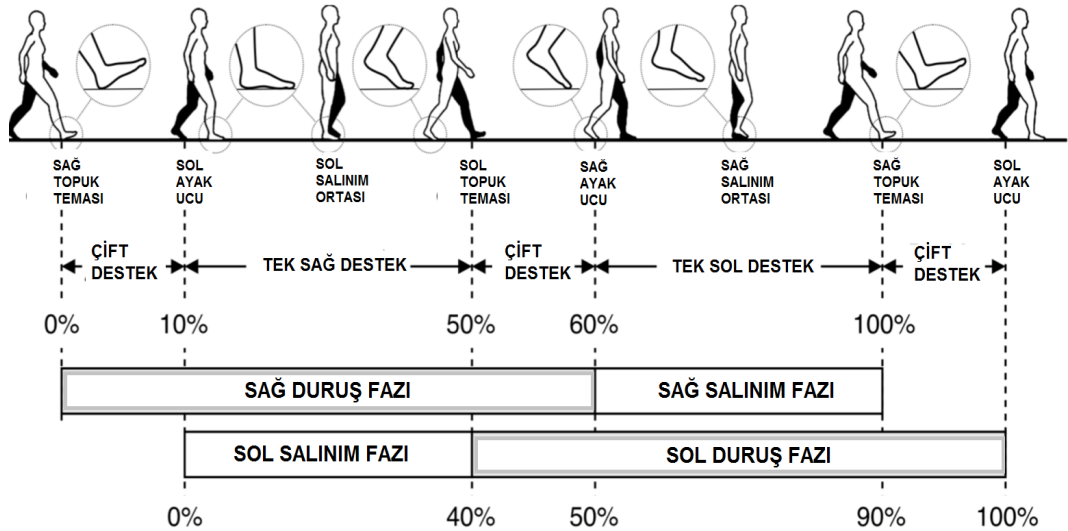
Statik Dengenin Değerlendirme Yöntemleri	Dinamik Dengenin Değerlendirme Yöntemleri	Hem Statik Hem Dinamik Dengenin Değerlendirme Yöntemleri	Teknolojik Yöntemleri
<ul style="list-style-type: none"> • Tek bacak üzerinde durma testi • Romberg/ tandem romberg testi • Flamingo denge testi • Denge hata skorları testi 	<ul style="list-style-type: none"> • Dört kare adım testi • Tandem yürüyüş testi • Y denge testi • 5 defa oturup kalkma testi • Kalk ve yürü testi • Yürüyüş değerlendirme dereceli skalası • Hareket yeteneği testi • Fonksiyonel uzanma testi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kısa fiziksel performans ölçeği • Berg denge testi 	<ul style="list-style-type: none"> • Postürografi • Spotkat bilgisayarlı yetenek eğiticileri • Kore balance sistemleri • 3 boyutlu analiz sistemleri (postural sway)

2.5. YÜRÜME MEKANİZMASI

Vücudun öne doğru hareket etmesi için gövde ve ekstremiteler, tekrarlı olarak ortaya bir hareket meydana getirir ve bu hareketler döngü halinde devam ettikçe yerçekimi merkezinin sagittal düzlem üzerinde öne doğru yer değiştirmesi gerçekleşir. Bu işlem “yürüme” olarak adlandırılır (Whittle, 2014). Yürüme gövde, eklem ve ekstremitelerin koordineli bir şekilde çalışması gerektiği oldukça karmaşık bir sistemdir. Doğru bir yürüme işleminin gerçekleşebilmesi için kişinin denge ve hareketi gerçekleştirebilme yeteğinin olması ve postürün düzgün bir şekilde korunması gerekmektedir (Kızılırmak, 2004).

2.5.1. Yürüme Döngüsü

“Yürüme döngüsü (YD)”, bir ayağın topuğunun yere basmasından sonra yine aynı ayağın topuğunun yere basması işlemidir (Şekil 2-22). İnsanların günlük yaşamında yürüme hız miktarı erişkinlerde yaklaşık 80 m/dk’dır (Özaras ve ark., 2001).



Şekil 2-22: İnsanda yürüyüş döngüsü.

(Whittle, 2014)

Yürüme döngüsü, ayağın zeminde olduğu “duruş (stance) fazı” ve ayağın havada olduğu “salınım (swing) fazı” olarak ikiye ayrılmaktadır. Duruş fazı, tüm yürüme döngüsünün %60’ını oluştururken; salınım fazı %40’ını oluşturur (Tablo 2-3) (Şekil 2-22) (Whittle, 2014).

Tablo 2-3:Yürüyüş fazı.

(Whittle, 2014)

Faz	Evreleri	Tanımlama
Duruş fazı	Yüklenme evresi	Başlangıç teması ile başlayan ve karşı ayakucu ile biten evre
	Basma-orta evresi	Karşı ayakucu ile başlayan ve topuk vuruşu ile biten aşama
	Basma sonu evresi	Karşı tarafın temasıyla biten topuk vuruşu ile başlayan faz
Salınım fazı	Salınım öncesi	Karşının ilk teması ile başlayan ve parmak ucuyla biten faz
	Erken salınım	Ayağın yerden uzaklaşması ile başlayan ve ayağın diğer ekstremitenin yanına geldiğinde biten faz
	Salınım ortası	Salınım gösteren bacak basma fazında olan bacağın yanına geldiği ve önüne geçtiği faz
	Salınım sonu	Salınım gösteren bacak, yere basan bacağın önünde olduğunda başlayan ve ayağını yere koyduğu ana dek süren faz

2.5.2. Yürüme Analizi

Yürüme analizi, yürümenin sayısal olarak ölçülmesi ile sistemli bir şekilde değerlendirilmesidir. Yürüme ile ilgili patolojik problemlerin doğru tanı ve tedavi yaklaşımını gerçekleştirebilmek için sayısal bilgiler doğrultusunda yorumlanabilmesi ve farklı zamanlarda yeniden analiz edilebilmesi için gereklidir.

Yürüme analizi, birçok parametreler kullanılarak çeşitli yöntemler ile yapılmaktadır. Bu yöntemler arasında “inspeksiyon kamera ile kayıt”, “uygun yerlere konulan vericiler ile harekete dair veri toplama”, “dinamik elektromiyografi ölçümler”, “kuvvet platformları”, “yer tepkime kuvvetini ölçen ayak kabı ile ayak basınçları ölçümü” yer almaktadır. Bu yöntemler ile elde edilen bulgular özel yazılımlar aracılığıyla sayısal verilere çevrilmektedir. Bu sayısal veriler, klinik muayene ile birlikte yorumlanmaktadır (Levine ve ark., 2012).

Yürüyüş analizinin doğru bir şekilde incelenebilmesi için yürüyüşün uzaysal ve zamansal parametreleri üzerinde çalışılması gerekmektedir (Tablo 2-4 ve 2-5) (Hu, 2013).

Tablo 2-4: Yürüyüş analizinin uzaysal parametreleri.

(Hu, 2013)

UZAYSAL PARAMETRELER	
Adım uzunluğu	Birbirini takip eden iki topuk vuruşunun arasındaki uzaklık
Çift adım uzunluğu	Aynı ayağın birbirini takip eden iki topuk vuruşunun arasındaki uzaklık
Ayak açısı	Orta hatta göre ayağın konumlandığı açı
Adım genişliği	Yürüyüş esnasında her iki topuğun orta noktasının arasındaki mediolateral mesafe

Tablo 2-5: Yürüyüş analizinin zamansal parametreleri.

(Hu, 2013)

ZAMANSAL PARAMETRELER	
Adım süresi	Birbirini takip eden iki topuk vuruşunun arasındaki süre
Çift adım süresi	Aynı ayağın birbirini takip eden iki topuk vuruşunun arasındaki süre
Tek destek	Vücudun tek ayak üzerinde durduğu süre
Çift destek	Vücudun çift ayak üzerinde durduğu süre
Sallanma süresi	Bir bacak tek ayak üzerinde iken, diğer ayağın havada kaldığı süre
Toplam salınım	Bir ayağın yürüyüş döngüsünde yere temas ettiği süre

2.6. DİNAMİK VESTİBÜLER SİSTEM ALGORİTMASI

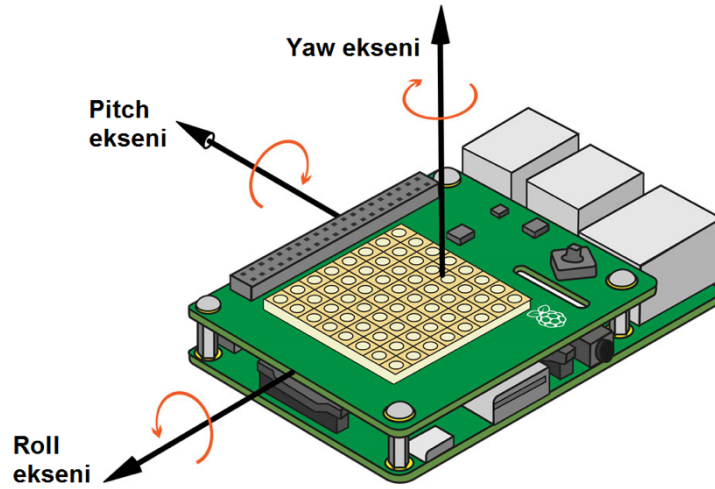
Denge; statik, dinamik, fonksiyonel pek çok parametreyi içermektedir ve bu parametreler birbiri ile ilişki içerisinde. Bu ilişkiyi en iyi şekilde değerlendirebilmek için tüm bu denge parametrelerini bir bütün halinde yansıtabilecek yöntemler esas alınmalıdır. Bu yöntemler arasında “*Dinamik Vestibüler Sistem Analiz Algoritması*” yer almaktadır.

“Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması” ile vestibüler bozukluklarının doğru tanı ve tedavisinde hastanın statik ve dinamik denge etkinliğinin doğru bir şekilde belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Hastanın üzerinde giyilebilir bir donanım sayesinde ölçüm sağlanması ile günümüzde kullanılan sistemlerin (Video Nistagmografi, dinamik postürografi) aksine, genellikle hastalar adım atarak vücut salınımları ölçülür.

Ayrıca, algoritma düzeneğinin taşınabilir olması nedeniyle kişinin klinik ortam dışında da değerlendirilmesini ve günlük yaşamında hareketlerinin izlenmesini mümkün kılar (Kara, 2017).

“Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması” ekipmanın geliştirilmesi için “*ataletsel ölçüm birimi*” kullanılmıştır. Bir ataletsel ünitesi, birbiri ile dik üç düzlemde yerleştirilmiş üç adet ivmeölçer (accelerometer), üç adet dönüölçer (gyroscope) ve üç adet manyetometreden (magnetometer) oluşmaktadır (Şekil 2-23) (Kara, 2017). Bu ünitenin işlemcisinin ürettiği veriler sayesinde yerküreye göre hız, konum ve yönelim bilgisi doğru bir şekilde elde edilir. Endüstriyel, medikal, elektro-optik, makine ve elektronik mühendisliği gibi bilimin birçok dalında ataletsel sensörlerin gelişmesini sağlamak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların çoğunda tercih edilmesinin nedeni olarak sensör performansının yanı sıra sensör fiyatı ve boyutları etkili görülmektedir (Barbour, 2003).

İvmeölçer aracılığıyla, bu düzlemler boyunca ataletsel sisteme etki eden kuvvetlerin belirli bir yöndeki statik ve dinamik ivmeleri ölçülmektedir. “Statik ivmeye” yerçekimi, “dinamik ivmeye” ise hızlanma sonucu ortaya çıkan ivme örnek verilmektedir (Titterton ve Weston, 1997). *Dönüölçer*, her bir düzlem etrafında sistemin dönme hızını ölçer. *Jiroskoplar*, elektronik ve mekanik olarak birçok çeşitleri olup yön ölçümü ve ayarlanmasını sağlayarak açısal dengenin korunma prensibi ile çalışır. Günlük hayatta uçak ve gemi araçlarında, teleskoplarda, telefon ve tabletlerde kullanılmaktadır. Özellikle mobil aletlerde ekranı döndürme, karakteri yönlendirme gibi birçok işlevi yerine getirmeyi sağlar (Groves, 2007). *Manyetometreler*, yerkürenin manyetik alanını ölçmektedir. İvmeölçerlerin verileri, dönüölçer ve manyetometrelerden gelen veriler ile birleştirilerek çeşitli süzgeçler sayesinde birçok entegre sisteminde kullanılmaktadır (Kayasal, 2013).



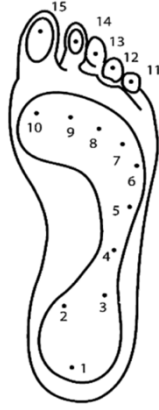
Şekil 2-23: Ataletsel Ölçüm Birimi.

(<http://smokespark.blogspot.com/2015/10/69-sense-hat-using-inertial-measurement.html>, 2015)

“Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması” ile hasta sabit bir platform üzerinde hareketsiz bir şekilde durmasına gerek kalmadan yürüme sırasındaki hareketi daha hızlı ve güvenilir bir şekilde izlenir. Bu yürüme esnasında, ayak tabanındaki basınç dağılımının ve vücut hareketlerinin eşzamanlı olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Ayak tabanı basınç analizi günümüzde biyomekanik, diyabetik ayak, ortopedik cerrahi, ayakkabı modifikasyonu gibi birçok araştırma konularında yer almaktadır. “Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması” ile statik ve dinamik olarak ayak tabanı basınç ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Statik ölçüm, ayağın sabit bir şekilde durma sırasında statik fonksiyonunu ve dengesini gösterir. Bu ölçüm sonucunda hastanın ayak yapısı ve yere basma şekli ile ortaya çıkan basınç dağılımı izlenir. Dinamik ölçüm ise, yürüme esnasında ayak tabanında meydana gelen basınç dağılımını araştırmaya yardımcı olur (Kara, 2017).

İnsan vücudunda vücudun ağırlığını taşıyabilmek ve değişen zemin koşullarında vücudu hareket ettirmek amacıyla toplamda 26 kemik ve 55 eklem bulunmaktadır. Yürüme ve koşma esnasında, parmak yastığı ve kalın topuğu şok absorban şeklinde hareket eder; eklemler, değişik zeminlerde dengenin doğru sağlanmasında etkin rol oynar (Balaban, 2010).

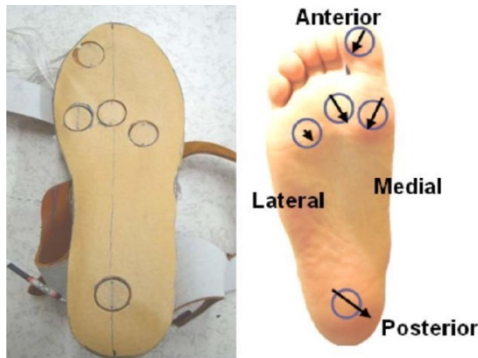
Shu ve arkadaşları (2009), ayak tabanının 15 alana ayrılabilceğini belirtmiştir: topuk (alan 1–3), orta ayak (alan 4-5), metatarsal (alan 6-10) ve ayak parmağı (alan 11–15), Şekil 2-24'te gösterilmiştir.



Şekil 2-24: Ayak tabanının anatomik yapısı.

(Shu ve ark., 2009)

Yapılan birçok araştırmada, yürüme ve denge algoritmasını doğru bir şekilde değerlendirebilmek için ayak tabanında en az dört noktadan ölçüm yapılması gerektiği belirtilmektedir (Crea ve ark., 2012; Angunsri ve ark., 2011; Woollacott ve Shumway-Cook, 2002; Yan ve Ming, 2010; Borel ve ark., 2004) (Şekil 2-25). Dinamik vestibüler sistem algoritma düzeneğinde, en az dört noktadan olacak şekilde ayak tabanının basınç dağılımı izlenmektedir.



Şekil 2-25: İnsan ayak tabanındaki ideal yerleşen basınç sensörlerinin gösterimi.

(Yan ve Ming, 2010)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, periferik vestibüler patoloji bulgularının belirlenmesi amacıyla Temmuz 2018- Mart 2019 tarihleri arasında denge problemi şikayeti ile İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'na başvuran hasta grubu ve herhangi bir patolojiye sahip olmayan kontrol grubu ile gerçekleştirilmiştir.

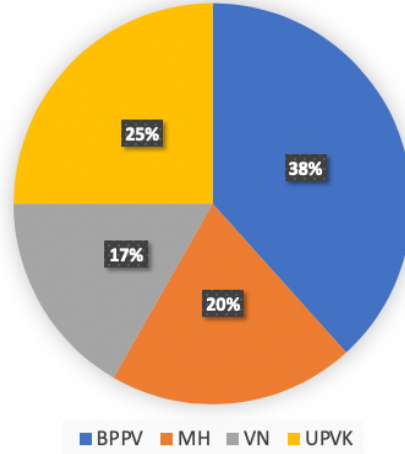
Çalışmamız, "İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu" tarafından 03.07.2018 tarihli ve 83045809-604.01.02 sayılı karar ile etik kurul açısından uygun bulunmuştur. Çalışmamızdaki tüm katılımcılara, çalışmanın amacı ve çalışmada yer alan test metotları anlatılarak "Bilgilendirilmiş Onam Formu" ile yazılı izinleri alınmıştır (EK-1). Ayrıca, tüm katılımcılar için EK-2'de verilen anamnez formu doldurulmuştur.

3.1. Katılımcılar

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'na vertigo şikayeti ile gelen, otojik ve nörolojik muayenesi normal olan, yapılan odyovestibüler tetkikler sonucunda periferik vestibüler patoloji görülen katılımcılar, 18-60 yaş arası bireylerden seçilmiştir. 60 katılımcının 23'ü BPPV, 12'si meniere (MH), 10'u vestibüler nörit (VN) ve 15'i unilateral periferik vestibüler kayıp (UPVK) hastası olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3-1) (Tablo 3-1). Bu katılımcıların; 37'si kadın (% 61,7), 23'ü (% 38,3) erkektir (Şekil 3-2). Deneklerin yaş aralığı; 27-60'dır (Ortalama yaş; 47,3) (Tablo 3-2).

Çalışma grubunun verilerinin karşılaştırılacağı kontrol grubu, 18-60 yaş arasındaki bireylerden seçilmiştir. 64 katılımcının 32'si (%50) kadın, 32'si (%50) erkektir. Deneklerin yaş aralığı; 25-60'dır (Ortalama yaş; 45,12) (Tablo 3-1 ve 3-2).

Katılımcıların Patoloji Grubuna Göre Dağılımı



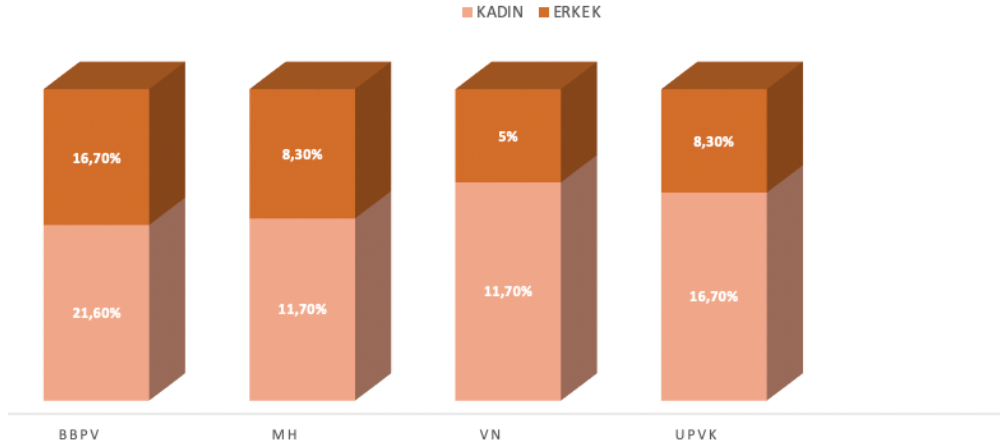
Şekil 3-1: Katılımcıların patoloji grubuna göre yüzdelik dağılımı.

Tablo 3-1: Periferik vestibüler patoloji grubuna ve kontrol grubuna göre cinsiyet durumları ve yaş ortalamaları.

(N: toplam sayı, BPPV: Benign paroksizmal pozisyonel vertigo, VN: Vestibüler nörit, MH: Meniere Hastalığı, UPVK: Unilateral periferik vestibüler kayıp)

	N	Yaş		Cinsiyet	
		Minimum	Maksimum	Kadın	Erkek
Kontrol	64	25	60	32	32
BPPV	23	27	60	13	10
MH	12	28	60	7	5
VN	10	32	52	7	3
UPVK	15	32	60	10	5

Katılımcıların Patoloji Grubuna Göre Cinsiyet Dağılımı



Şekil 3-2: Katılımcıların cinsiyete göre yüzdeler dağılımı.

Tablo 3-2: Katılımcıların demografik özellikleri.

	H	K
Denek Sayısı	60	64
Kadın	37	32
Erkek	23	32
Yaş aralığı	27-60	25-60
Yaş Ortalaması	47,3	45,12
Kütle aralığı	54-105 kg	62-99 kg
Kütle Ortalaması	72,7 kg	76,8 kg
Ayak Numarası Aralığı	36-44	36-44
Boy Aralığı	150-181 cm	155- 192 cm
Boy Ortalaması	165,8 cm	170,3 cm

(H: Hasta Grup, K: Kontrol Grup)

3.1.1. Hasta Grubunun Çalışmaya Dahil Edilme ve Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Hastanın 18-60 yaş arasında olması,
- Otoskopik muayenenin normal olması,
- Periferik vestibüler patolojinin var olması,
- Periferik vestibüler patoloji bulgularıyla uyumlu odyogram konfigürasyonu olması.

Çalışmadan dışlanma ölçütleri;

- Odyogram konfigürasyonunun periferik vestibüler bozukluk ile uyumsuz olması,
- Dış kulak yolunda buşon varlığı,
- Dış ve orta kulak patolojilerinin bulunması,
- Nörolojik ve ortopedik bir hastalığının bulunması,
- Göz probleminin olması.

3.1.2. Kontrol Grubunun Çalışmaya Dahil Edilme ve Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

Kontrol grubu, odyometrik ve immitansmetrik incelemeleri normal, nörolojik problemi olmayan, baş dönme şikayeti bulunmayan 18-60 yaş arasındaki kişilerden seçilmiştir. Bu kriterleri sağlamayan katılımcılar, bu gruba dahil edilmemiştir.

3.2. Yapılan Ölçümler ve Uygulanan Testler

3.2.1. Odyolojik Değerlendirme

Katılımcıların tüm odyolojik incelemeleri “ANSI S3.1 1999 (R2003)” standartlarına uygun olacak şekilde sessiz kabinlerde gerçekleştirilmiştir.

İmmitansmetrik ölçüm ile orta kulak basınç değerleri ve akustik refleksleri “GSI TympanStar Middle Ear Analyzer Version 2” (Grason-stadler Inc. Tiger/USA) cihazında incelenmiştir (Şekil 3-3). Orta kulak basınç değerlerinin normali +50 daPa ile -50 daPa arasında; komplians değerlerinin normal aralığı ise 0,3 ml ile 1,5 ml arasındadır (British Society of Audiology, 2013). “Interacoustics Clinical Audiometer AC40” (Interacoustics

A/S. Middelfart/Denmark) odyometre cihazı ile işitme testleri yapılmıştır (Şekil 3-4). Hava yolu işitme eşikleri “TDH39” (Telephonics Corporation 815 Broad Hollow Rd Farmingdale, NY 11735 United States) kulaklıklar aracılığıyla 125-8000 Hz arasında ölçülmüştür. Kemik yolu işitme eşikleri ise “RADIOEAR B-71” (Audiometer Allé 1 5500 Middelfart Denmark) kemik vibratör ile 500-4000 Hz arasında bakılmıştır.



Şekil 3-3: GSI multifrekans immitansmetri.

(www.grason-stadler.com, 2016)



Şekil 3-4: Interacoustics Clinical Audiometer AC40.

(<https://www.interacoustics.com/audiometer/clinical/ac40>)

Vestibüler Değerlendirme

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'na vertigo şikayeti ile gelen hastaların vestibüler değerlendirmeleri, "GN Otometrics ICS Chartr 200 VNG" cihazında yer alan vestibulo-oküler (sakkad, gaze, pursuit, optokinetik ve spontan nistagmus testi), pozisyonel ve kalorik testleri ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-5). Bu hastaların vestibulo-spinal değerlendirmeleri "Neurocom marka Balance Master System SMART 8.5.0®" bilgisayarlı dinamik postürografi testi ile yapılmıştır (Şekil 3-6).



Şekil 3-5: VNG bataryası.

(www.otometrics.com, 2016)



Şekil 3-6: Neurocom Balance Master Bilgisayarlı Dinamik Postürografi.

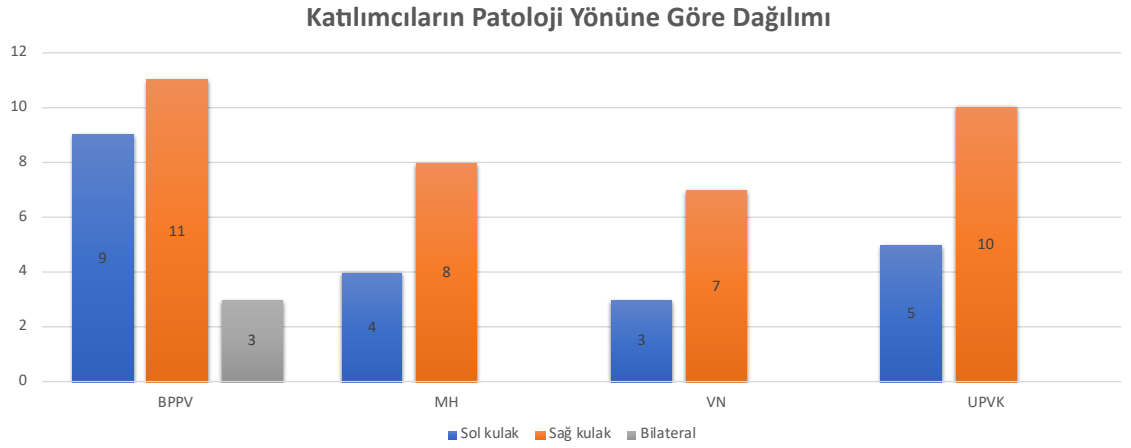
(www.natus.com, 2016)

Periferik vestibüler patoloji sınıflandırılmasından olan BBPV hastalığının tanısı, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz (KBB)/Odyoloji Ünitesine saniyeler süren ve baş hareketleri ile tetiklenen baş dönmesi şikayetiyle başvuran hastalara klinik rutinde uygulanan tanısal metotlardan Dix-Hallpike ve Lateral kanal manevrasıyla konulmuştur. Yapılan bu manevralardan sonra ortaya çıkan nistagmus ile hastanın problemi “BPPV” olarak tanılanmıştır. BPPV hastalığının patoloji yönü, diğer hastalıklar ile ekarte edilip pozisyonel testlerin sonuçlarına bakılarak tespit edilmiştir.

Meniere hastalığının tanısı anamnez, odyovestibüler tetkik ve özellikle kalorik test sonuçlarına göre “1995 yılında Amerikan Otolaringoloji ve Baş ve Boyun Cerrahisi Akademisi Denge ve İşitme Komitesi'nin belirlediği tanı kriterleri” göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ayrıca kalorik testinde fiksasyon supresyonun %60'ın üzerinde olan hastalar ise santral patolojiyi düşündürdüğü için çalışma dışı edilmiştir (Eggers ve Zee, 2003). Meniere hastalarında, özellikle işitme kaybının hangi kulakta olduğu ve kalorik testte hangi yönde zayıflık görüldüğüne bakılarak etkilenen kulak ön tanı olarak değerlendirilmiştir.

Vestibüler nöritin tanısında işitme ve nörolojik semptomlar olmaksızın hastayı ciddi şekilde etkileyen rotatuar vertigo ve spontan nistagmus varlığı etkin rol oynamıştır. Bu nistagmusun yönü ve kalorik test sonucu patolojinin yönünü belirlemek açısından dikkate alınmıştır.

Vestibüler semptomlarla (baş dönmesi, bulantı, dengesizlik vb.) başvuran unilateral periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan hastaların tanısında ise tek taraflı yön üstünlüğünü belirlemek amacıyla kalorik test önemli rol oynamıştır. İki taraf arasındaki yön üstünlüğü %20 olarak kabul edilmiştir (Jongkees ve ark., 1962). Odyolojik testlerde normal işitme olarak görülen kalorik testte ise bir yönde zayıflık olan hastalarda tek taraflı vestibüler zayıflıkların hangi yönde olduğu belirlenmiştir. Şekil 3-7’ de 60 katılımcının periferik vestibüler patoloji gruplarına ve bu patolojinin çeşitli değerlendirmeler sonucunda bulunan patoloji yönlerine göre dağılımı yer almaktadır.



Şekil 3-7: Katılımcıların periferik vestibüler patoloji gruplarına ve patoloji yönüne göre dağılımı.

3.3. Verilerin toplanması

Kara (2017) tarafından geliştirilen “Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması” ekipmanı ile çalışmaya katılan periferik vestibüler patolojiye sahip hasta gruplarından ve kontrol grubundan veriler toplanmıştır. Çalışmanın genel hatları sırasıyla verilerin toplanması, verilerin iletilmesi ve bilgisayarda bu verilerin işlenip değerlendirilmesiyle oluşmaktadır. “Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması” ekipmanın teknik donanımının geliştirilmesinde *İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)- Kontrol ve Otomasyon/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümleri* görev almıştır. Periferik vestibüler patolojiye sahip hastaların verilerinin toplanması, çeşitli algılayıcılardan toplanılan bu verilerin arasındaki korelasyonun belirlenmesi ve değerlendirilmesinde ise *İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa (İÜC) Odyoloji Bölümü* olanaklarından yararlanılmıştır.

Periferik vestibüler patolojiye sahip olan hastaların ve kontrol grubunun verilerinin toplanması, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Odyoloji Bölümünde gerçekleşmiştir. Çalışmamıza katılan hastalar ve kontrol grubu, normal yürüyüş ritmi ve hızı ile 12 m düz hat boyunca yürütülerek basınç ve harekete dayalı verileri toplanmıştır. Veriler, katılımcıların hareketlerini kısıtlamayacak ve yürüyüş düzenini bozmayacak şekilde sensör yerleşimi ile kaydedilmiştir. Kişinin ayak numarasına uygun şekilde tabanlıklar belirlenerek ayak tabanındaki basınç sensörleri yerleştirilmiştir (Şekil 3-8).



Şekil 3-8: Basınç ve hareket algılayıcılarının vücut üzerindeki konumu.

Katılımcıların yürüyüş karakteristiğini en iyi şekilde belirleyebilmek amacıyla aynı yürüyüş düzeni iki kez tekrarlanmıştır. Tutarsız yürüyüş ve kaydın düzgün olmaması durumunda ilgili seri tekrarlanmıştır. Böylece, kişinin denge ve yürüyüş paterni en tutarlı bir şekilde belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızda ‘‘Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması’’ aracılığıyla vücuda yerleştirilen sensörler sayesinde oluşan verilerin toplanıp analiz edilmesi ile periferik vestibüler patolojiye sahip hasta gruplarının sınıflandırılması amaçlanmıştır.

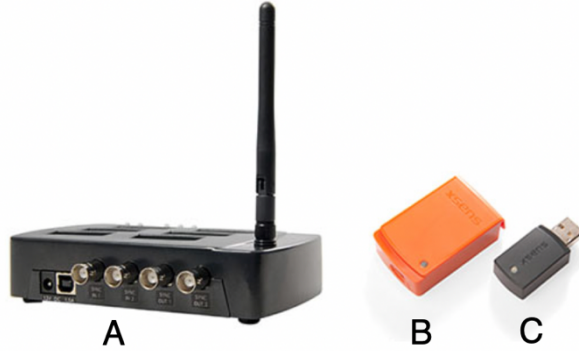
3.3.1. MTw Geliştirme Kiti

‘‘Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması’’ ile periferik vestibüler patolojiye sahip olan hasta gruplarının ve kontrol grubunun yürüme sırasındaki hareketleri analiz edilmiştir. Bu sistemde ivmeölçer, jiroskop ve manyotometre yer alan ataletsel ölçüm birimi (AÖB) kullanılmıştır. Ekipmanda ‘‘Xsens firmasının MTw geliştirme kiti’’ yer almıştır.

Geliştirme kitinin içerisinde aşağıdakiler yer almaktadır (Şekil 3-9):

- Hareket algılayıcı sensör (12 adet)
- Alıcı istasyonu (1 adet)
- Mini alıcı donanımı (1 adet)
- Vücuda algılayıcı sensörleri yerleştirmek için kullanılan esnek bant seti (1 adet)

Hareket algılayıcı sensörler, küçük boyutta (34.5 x 57.8 x 14.5 mm) ve hafif ağırlıkta (27 g) olacak şekilde tercih edilmiştir. Alıcı istasyonlar ve hareket algılayıcıları arasında 2.4 Ghz frekans Awinda radyo prokolü ile kapalı ortamda 20 m, açık ortamda 50 m'ye kadar güvenli ve hızlı kablosuz haberleşme gerçekleşmektedir. Bunun sayesinde hareket özgürlüğü kolayca sağlanmaktadır.

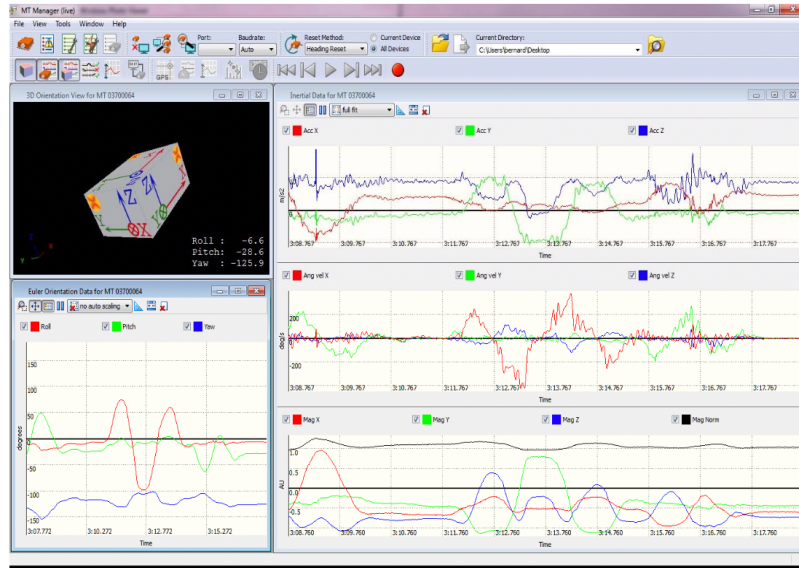


Şekil 3-9: MTw Geliştirme Kitinin İçeriği.

A) MTw Alıcı İstasyonu B) MTw Hareket Algılayıcısı C) MTw Mini Alıcı İstasyonu

(<https://www.xsens.com/products/mtw-development-kit/?vedocument=All%20documents>, 2015)

MT Manager programı ile kişinin sensör verileri grafik üzerinden izlenilmiş, daha sonra veriler kayıt edilmiştir ve kayıt edilen bu sensör veriler istenilen birimlerde “.txt” formatı şeklinde dışarıya aktarılarak tekrar analiz edilmiştir (Şekil 3-10).

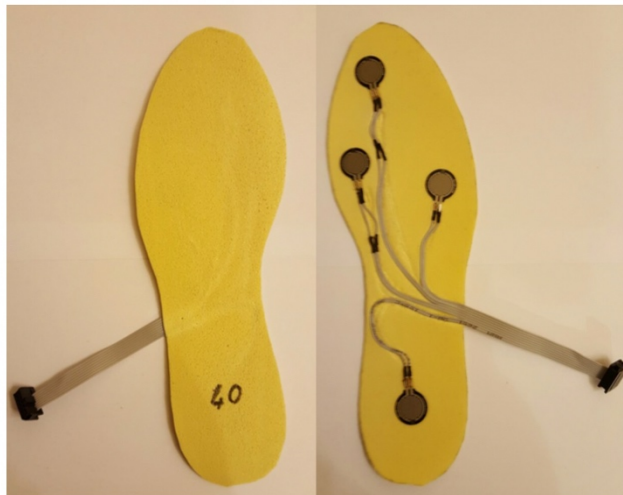


Şekil 3-10: MT Manager Arayüzü.

(Roetenberg ve ark., 2013)

Periferik vestibüler patolojiye sahip hasta gruplarının ve kontrol grubunun veri toplanmasında izlenen yöntemler aşağıda yer almaktadır:

- 1- Kişinin yürüme sırasında ayak tabanında meydana gelen basınç dağılımını izlemek için ayakkabısının içerisine tabanında piezoresistif analog basınç algılayıcıları ile (her birinde en az 4 adet) donatılmış **özel tabanlık** yerleştirilmiştir (Şekil 3-11).
- 2- Kişinin yürüme esnasında vücudundaki hareketi değerlendirmek için 5 adet xSens MTI-G (Xsens North America Inc. 10557 Jefferson Blvd, Suite C Culver City, CA 90232 USA) konum ve hareket algılayıcı olarak **sensör ünitesi** yerleştirilmiştir (Şekil 3-12).
- 3- Vücuda konumlandırılan hareket ve konum algılayıcılardan gelen veriler, kablosuz veri aktarımı sağlayan **“transmitter”**lerden toplanmıştır. Toplanan veriler, *eşzamanlı* bir şekilde kablosuz iletim ile veri toplama ünitesinden bilgisayara aktarılmıştır. Kablosuz iletim, **Arduino Mega ve HC-06 cihazları** sayesinde bluetooth protokolü ile sağlanmıştır (Şekil 3-13).
- 4- Gelen verilerin anlamlı korelasyonları bilgisayar programında analiz edilmiştir. Bu kısımda algılayıcılardan gelen bilgilerin anlamlılıkları ve ayırt edici özellikleri incelenmiştir. Böylece çeşitli periferik patoloji gruplarına göre **ayırt edici öz-nitelikleri** tespit edilmeye çalışılmıştır.

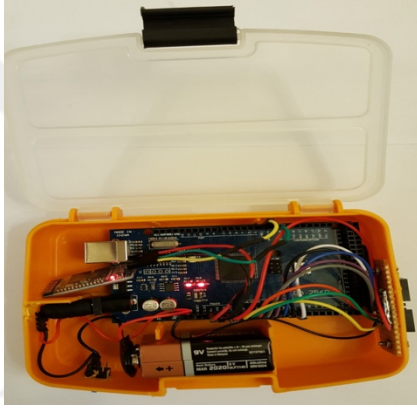


Şekil 3-11: Basınç algılayıcıların yer aldığı özel tabanlık.



Şekil 3-12: Xsense hareket ve konum algılayıcı sensör.

(www.xsens.com, 2016)



Şekil 3-13: Arduino Mega ve HC-06 ve veri seti.

3.3.2. Sensör Ünitesi

Çalışmamızda, periferik vestibüler patolojiye sahip hastaların ve kontrol grubun yürüme sırasındaki alt vücut hareket analizi 5 adet sensör ünitesi ile gerçekleştirilmiştir. Sol ve sağ ayak parmak ucunda sırasıyla 1 ve 2 nolu sensör, sol ve sağ dizde 3-4 nolu sensör ve bel bölgesinde de 5 nolu sensör yer alacak şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 3-8) (Tablo 3-3).

Tablo 3-3: Dinamik vestibüler sistem analiz algoritmasında yer alan sensör grupları.

(Kara, 2017)

AYAKTA YER ALAN SENSÖRLER (1-2 nolu sensörler)	DİZDE YER ALAN SENSÖRLER (3-4 nolu sensörler)	BELDE YER ALAN SENSÖRLER (5 nolu sensörler)
<ul style="list-style-type: none"> • Adım siklusunun hızını, • Adım siklusunun uzunluğunu, • Bir adımda sensörlerin kullanım zamanını, • Kişiyeye özel yürüme otonomisini, • Düşme sınırlarını, • Vücut postürünü, • Çeşitli zaman aralıklarında, kişinin yürüyüşünü monitorize etmek amacıyla veriler toplanmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adım uzunluğu, • Adım genişliği, • Adım süresi, • Yürüyüş temposu, • Yürüyüş hızı, • Adım uzunluğu simetrisi, • Ayak bileği-diz eklemi hareket analizi, • Vücudun yürüyüş sırasındaki eğim açısı • Diz eklemine lateral hatta salınımı • Vücudun anterior-posterior salınımı, • Vücudun lateral eğim sınırları, • Dizin yürüyüş bükülme açısı, • Ağırlık merkezi analizleri yapılarak her değerin birbiri ve tabandaki sensörler ile korelasyonlarına bakılmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kişinin ağırlık merkezi verisi, • Yürüyüş eğim açısı derece/sn olarak hesaplanmıştır. • Böylelikle, ağırlık merkezini ve <i>vücut</i> salınımının normal sınırlarda olup-olmadığı, hangi sınırdan sonra düşmenin olduğu belirlenmiştir. • 1-2 nolu sensörlerin açı değişimi değerleri ile karşılaştırarak kalça- ayak bileği stratejisi kullanma sıklığı, ağırlık merkezinin ön-arka, sağa-sola açısal değişimi ve sınırları değerleri hesaplanmıştır.

3.3.3. Basınç Sensörleri ve Taban Sistemi

Çalışmamızda, periferik vestibüler patolojiye sahip hastaların ve kontrol grubun ayak tabanı altına basınç sensörlerinin yerleştirilmesi ve bu sensörlerden ölçülen değerler aracılığıyla gerekli analizlerin yapılması amaçlanmıştır; ancak donanımsal hatalar gerçekleşmesinden dolayı katılımcıların verileri çalışma dışı bırakılmıştır.

3.4. İstatistiksel Analiz

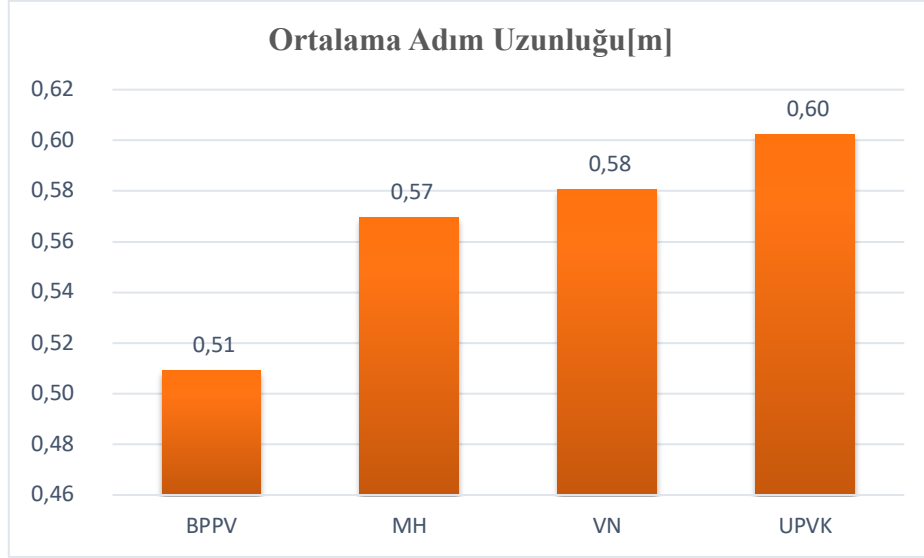
Çalışmada yer alan istatistiksel analizler “*Statistical Package for the Social Science programı (SPSS-25)*” ile güven aralığı %95 düzeyinde tutularak yapılmıştır. Analiz sonuçları $p < 0,05$ düzeyi ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Değerlendirmelerde değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri” kişi sayısı”, “yüzde değeri” ve “ortalama”, “standart sapma (SS)”, “medyan” ile belirtilmiştir. Kesikli değişkenler “ChiSquare Testi” ile kıyaslanmıştır. Normal dağılımlı değişkenler “Independent Samples T Testi” ile değerlendirilmiştir. İki sürekli değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla “Spearman Korelasyon Testi” kullanılmıştır. Bağımlı değişken sayısının ikiden fazla olduğu durumlarda değerlendirme “Kruskal Wallis yöntemi”, grup içi anlamlılığı test etmek için “Tukey LSD (Least Square Difference)” testleri kullanılmıştır.

4. BULGULAR

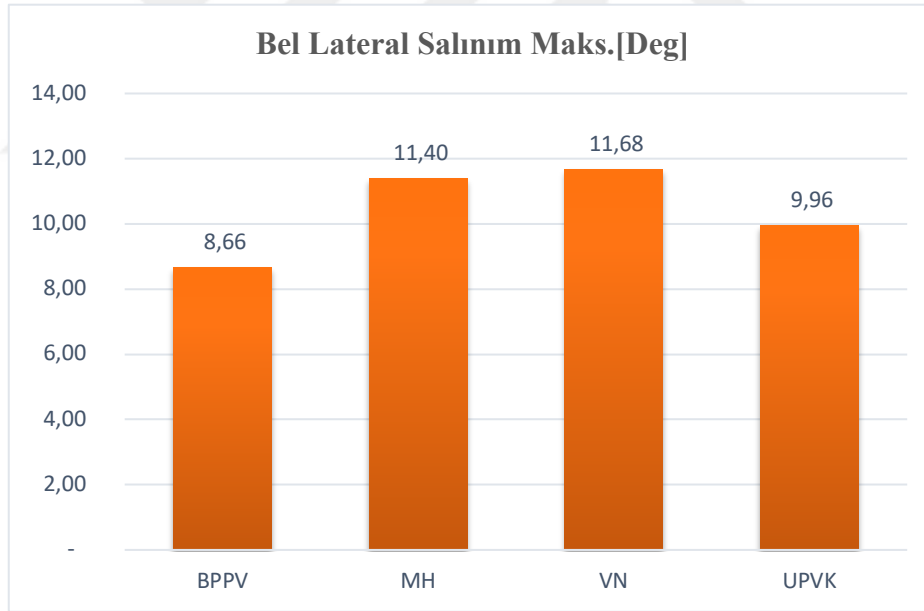
Çalışma, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'na başvuran periferik vestibüler patolojiye sahip 60 hasta ve 64 normal katılımcıdan oluşmaktadır.

Çalışmaya katılan hastaların ve kontrol grubunun ‘yürüme temposu [Adım/sn]’, ‘ortalama adım uzunluğu [m]’, ‘her bir ayağın katettiği yol [m]’, ‘her bir ayağın katedilen yoldaki adım simetrisi’, ‘adım hızı [m/sn]’, ‘her bir ayağın yerden yükselme miktarı [m]’, ‘ortalama adım genişliği [m]’, ‘vücudun anterior salınımı [Deg]’, ‘vücudun posterior salınımı [Deg]’, ‘vücudun anterior-posterior stabilite sınırı [Deg]’, ‘yürüyüş sırasında vücudun eğim açısı [Deg]’ ve ‘her bir dizin maksimum büküldüğü açı değeri [Deg]’, ‘vücudun sağ ve sola lateral salınımı [Deg]’, ‘vücudun lateral stabilite sınırı [Deg]’, ‘her bir dizde lateral salınım sınırları [Deg]’ hakkındaki bilgileri dinamik vestibüler sistem algoritmasında bulunan vücuda yerleştirilen sensörler ile toplandı.

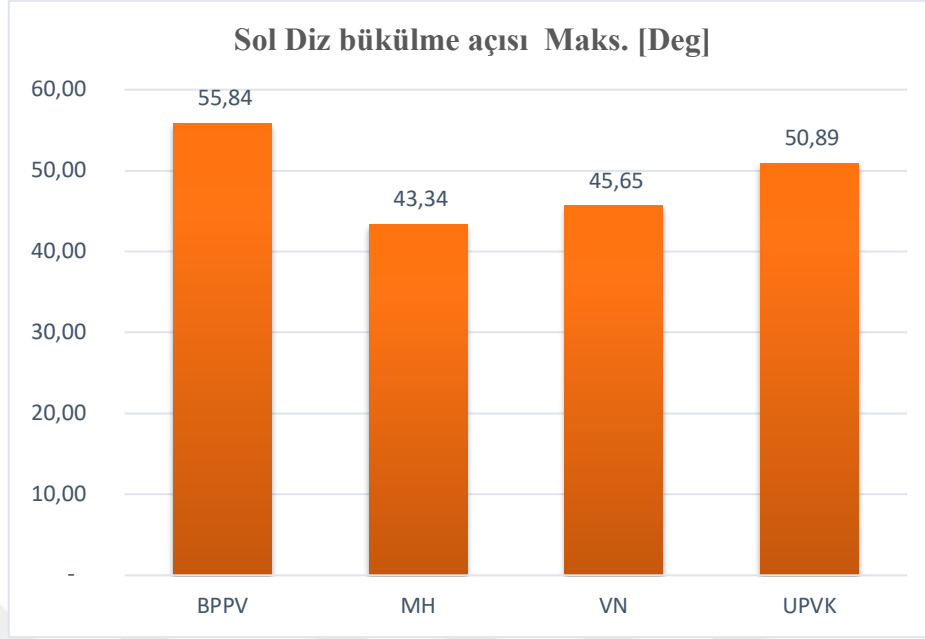
Çalışmaya katılan BPPV, meniere (MH), vestibüler nörit (VN) ve unilateral periferik vestibüler zayıflığı (UPVK) olan hastaların gruplar arasındaki genel parametreleri incelendiğinde BPPV ile MH, VN ve UPVK arasında ‘ortalama adım uzunluğu’, ‘bel lateral salınım maks.’ ve ‘sağ ve sol dizdeki bükülme açısı’ parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlılık gözlemlendi ($p < 0,05$). MH, VN ve UPVK gruplarında ise yürüyüş parametreleri arasında istatistiksel bir anlamlılık saptanmadı ($p > 0,05$). Gruplar arası karşılaştırmalar sonucunda anlamlı gözlenen parametrelerin ortalama değerleri Şekil 4-1 ile 4-4 arasındaki grafiklerde gösterildi. Bu parametrelerin p değerleri ise Tablo 4-1’de belirtildi.



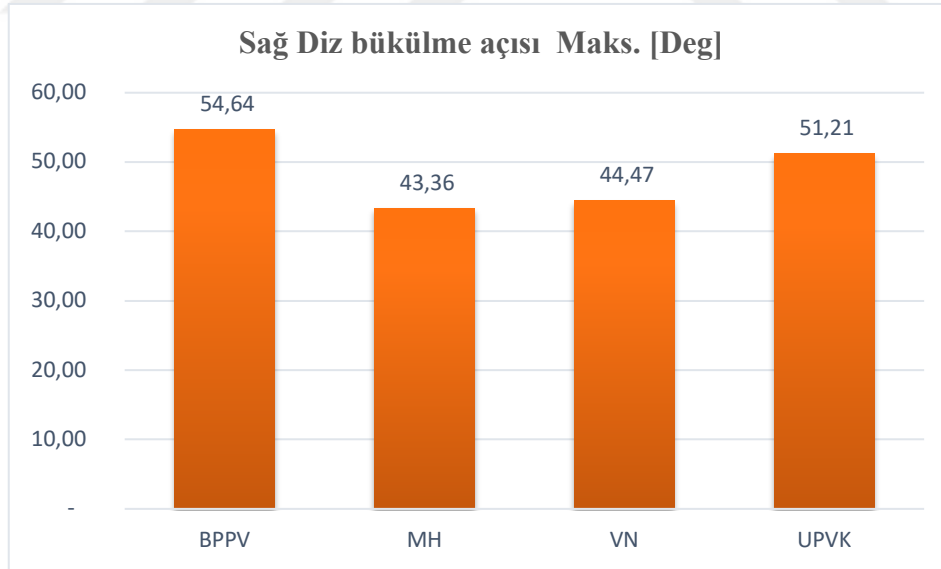
Şekil 4-1: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki ‘ortalama adım uzunluk’ parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.



Şekil 4-2: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki ‘bel lateral salınım maks.’ parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.



Şekil 4-3: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki “sol diz bükülme açısı maks.” parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.



Şekil 4-4: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki “sağ diz bükülme açısı maks.” parametresinin ortalama değerlerinin grafiği.

Tablo 4-1: Periferik vestibüler patoloji grupları arasındaki parametrelerin incelenmesi.

	BPPV-MH	BPPV-VN	BPPV-UPVK
Ortalama Adım Uzunluğu[m]	0,0403*	0,0233*	0,0010*
Bel Lateral Salınım Maks.[Deg]	0,0072*	0,0054*	0,1611
Sol Diz bükülme açısı Maks. [Deg]	0,0039*	0,0246*	0,2053
Sağ Diz bükülme açısı Maks. [Deg]	0,0116*	0,0311*	0,3981

* p<0,05

Çalışmaya katılan 60 hastanın cinsiyetlere göre parametreleri incelendiğinde; ‘ortalama adım uzunlukları’ ve ‘yürüme temposu’ arasında istatistiksel olarak farklılık gözlemlendi (p<0,05). Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlılık gözlenmedi (p>0,05). Katılımcıların cinsiyetler arasında anlamlı bulunan parametrelerin p değerleri Tablo 4-2’de gösterildi.

Tablo 4-2: Periferik vestibüler patoloji grubunda cinsiyete göre parametrelerin incelenmesi.

	Kadın	Erkek	P değeri
Yürüme Temposu [m]	2,06±0,26	1,90±0,25	0,0270*
Ortalama Adım Uzunluğu [m]	0,53±0,07	0,60±0,10	0,0047*

*p<0,05 Ortalama±Standart Sapma

Mann-Whitney *U* testi sonucuna göre MH ve VN grubunda kadın ve erkeklerin ‘ortalama adım uzunluklarında’ istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$). BPPV ve UPVK hastalarında ise cinsiyete göre yürüyüş parametreleri arasında istatistiksel bir anlamlılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Periferik vestibüler patoloji gruplarında boy ve kilo açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$) (Tablo 4-3).

Tablo 4-3: Periferik vestibüler patoloji grubunda boy ve kiloya göre parametrelerin incelenmesi.

		Ortalama±SS	P Değeri
Boy [cm]	BPPV	165,30±8,95	0,8266
	MH	164,92±7,06	
	VN	165,70±8,63	
	UPVK	167,53±7,46	
	Total	165,85±8,05	
Kilo [kg]	BPPV	73,91±11,52	0,7933
	MH	71,08 ±17,83	
	VN	75,00± 14,34	
	UPVK	70,60±11,08	
	Total	72,70±13,13	

* $p<0,05$ Ortalama±Standart Sapma

Periferik vestibüler patolojinin sağ ve sol kulakta bulunmasına göre hastaların parametreleri incelendiğinde, ‘sağ ve sol katedilen yol’ ile ‘bel lateral salınım sol’ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlılık bulundu ($p<0,05$). Diğer parametreler arasında istatistiksel bir anlamlılık saptanmadı ($p>0,05$). Katılımcıların patoloji yönlerine göre anlamlı bulunan parametrelerin p değerleri Tablo 4-4’de gösterildi.

Tablo 4-4: Periferik vestibüler patolojiye sahip katılımcıların patoloji yönüne göre parametrelerin incelenmesi.

	Sağ	Sol	P Değeri
Sağ Katedilen Yol[m]	11,31±1,22	10,45±1,29	0,0141*
Sol Katedilen Yol[m]	10,78±1,11	9,94±1,17	0,0084*
Bel Lateral Salınım Sol [Deg]	4,21±1,43	5,24±1,99	0,0259*
Bel Lateral Salınım Sağ [Deg]	5,79±2,15	4,99±2,34	0,1863

*p<0,05 Ortalama±Standart Sapma

Her grup içerisinde patoloji yönüne göre parametrelerin Mann-Whitney *U* testi ile incelenmesinde BPPV grubunda “bel lateral salınım sağ” parametresinde, MH grubunda “bel lateral salınım sağ”, “ortalama adım uzunlukları” ve “yürüme temposu” parametrelerinde, VN grubunda “sağ ve sol katedilen yol ” ve “ adım hız” parametrelerinde istatistiksel anlamlılık gözlemlendi ($p<0,05$). UPVK grubunda ise patoloji yönüne göre parametrelerde istatistiksel bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Periferik vestibüler patolojiye sahip 60 hastanın parametreleri, “*Spearman Korelasyon Testi*” testi ile incelendi. Sonucunda anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler Tablo 4-5’de gösterildi.

Tablo 4-5: Periferik vestibüler patolojiye sahip katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.

	r Değeri	P Değeri
Yürüme Temposu / Adım Hızı	0,549**	0,000
Yürüme Temposu / Sol Diz Lateral Salınım Maks. Açısı	-0,333**	0,009
Ort. Adım Uzunlukları / Adım Hızı	0,752**	0,000
Ort. Adım Uzunlukları / Bel Lateral Salınım Maks.	0,360**	0,005
Adım Hızı / Bel Lateral Salınım Sol	0,364**	0,004
Bel Anterior-Posterior Salınım Maks./ Yürüyüş Eğim Açısı	0,331**	0,010
Yürüyüş Eğim Açısı/Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	-0,285*	0,027
Bel Lateral Salınım Sol/ Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	-0,336**	0,009
Sol Diz Lateral Salınım Maks./ Sol Diz Bükülme Açısı Maks.	0,401**	0,001
Sol Diz Bükülme Açısı Maks./ Sağ Diz Bükülme Açısı Maks.	0,888**	0,000
Sol Diz Lateral Salınım Maks./ Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	0,563**	0,000

r: Korelasyon Katsayısı

**p<0,01

* p<0,05

BPPV hastalarında grup içi parametreleri değerlendirmek amacıyla yapılan ‘*Spearman Korelasyon Testi*’ ile anlamlı gözlenen parametreler Tablo 4-6’da belirtildi.

Tablo 4-6: BPPV katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.

	r Değeri	P Değeri
Yürüme Temposu / Adım Hızı	0,597**	0,003
Ort. Adım Uzunlukları/ Katedilen Yolda Adım Simetrisi	0,419*	0,047
Ort. Adım Uzunlukları / Adım Hızı	0,791**	0,000
Ort Adım Uzunlukları / Bel Anterior Salınım Maks.	0,431*	0,040
Ort. Adım Uzunlukları/ Sol Diz Bükülme Açısı	0,451*	0,031
Ort. Adım Uzunlukları / Sağ Diz Bükülme Açısı	0,561**	0,005
Bel Lateral Salınım Maks. / Yürüyüş Eğim Açısı	0,446*	0,033
Sol Diz Lateral Salınım Maks. / Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	0,558**	0,006
Sol Diz Bükülme Açısı Maks. / Sağ Diz Bükülme Açısı Maks.	0,887**	0,000
Sol Diz Bükülme Açısı Maks. / Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	0,467*	0,025

r: Korelasyon Katsayısı

**p<0,01

* p<0,05

Meniere hastalarında grup içi parametreleri değerlendirmek amacıyla yapılan ‘‘Spearman Korelasyon Testi’’ ile anlamlı gözlenen parametreler Tablo 4-7’de gösterildi.

Tablo 4-7: Meniere olan katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.

	r Değeri	P Değeri
Yürüme Temposu / Adım Hızı	0,658*	0,020
Yürüme Temposu / Bel Lateral Salınım Sağ	0,708**	0,010
Ort. Adım Uzunlukları / Yürüme Temposu	-0,606*	0,037
Ort. Adım Uzunlukları / Sol diz lateral salınım maks.	0,631*	0,028
Bel Anterior-Posterior Salınım Maks. / Yürüyüş Eğim Açısı	0,781*	0,003
Bel Anterior Salınım / Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	-0,592*	0,043
Bel Anterior Salınım / Sağ Diz Bükülme Açısı Maks.	-0,613*	0,034
Sol Diz Bükülme Açısı Maks. / Sağ Diz Bükülme Açısı Maks.	0,798**	0,002
Sağ Diz Bükülme Açısı Maks. / Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	0,614*	0,034

r: Korelasyon Katsayısı

**p<0,01

* p<0,05

Vestibüler nörin hastalarında grup içi parametreleri değerlendirmek amacıyla yapılan “*Spearman Korelasyon Testi*” ile anlamlı gözlenen parametreler Tablo 4-8’de belirtildi.

Tablo 4-8: Vestibüler nörin katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.

	r Değeri	P Değeri
Yürüme Temposu / Bel Lateral Salınım Sol	0,686*	0,029
Ort. Adım Uzunlukları / Adım hızı	0,652*	0,041
Adım hızı / Bel Lateral Salınım Sol	0,664*	0,036
Ort. Adım Genişliği / Bel Lateral Salınım Maks.	0,709*	0,022
Bel Anterior-Posterior Salınım Maks. / Sağ Ayağın Yerden Yükselmesi	0,731*	0,016
Bel Anterior-Posterior Salınım Maks. / Sol Ayağın Yerden Yükselmesi	0,873**	0,001
Bel Anterior-Posterior Salınım Maks. / Bel Lateral Salınım Maks.	-0,677*	0,032
Bel Lateral Salınım Maks. / Sağ Diz Bükülme Açısı Maks.	-0,651*	0,041
Bel Lateral Salınım Maks. / Sol Diz Bükülme Açısı Maks.	-0,773**	0,009
Sağ Diz Bükülme açısı Maks. / Sol Diz Bükülme Açısı Maks.	0,947**	0,000

r: Korelasyon Katsayısı

**p<0,01

* p<0,05

Unilateral periferik vestibüler zayıflığı olan hastalarda grup içi parametrelerini değerlendirmek amacıyla yapılan ‘*Spearman Korelasyon Testi*’ ile anlamlı gözlenen parametreler Tablo 4-9’da belirtildi.

Tablo 4-9: Unilateral periferik vestibüler zayıflığı olan katılımcıların parametreleri arasında anlamlı korelasyon bulunan öz nitelikler.

	r Değeri	P Değeri
Yürüme Temposu / Adım Hızı	0,779**	0,001
Yürüme Temposu / Sol diz lateral salınım maks. açısı	-0,518*	0,048
Ort. Adım Uzunlukları / Adım hızı	0,780**	0,001
Ort. Adım Uzunlukları / Bel Lateral Salınım Maks.	0,645**	0,009
Adım Hızı / Bel Lateral Salınım Maks.	0,750**	0,001
Bel Lateral Salınım Sol / Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	-0,583*	0,023

r: Korelasyon Katsayısı

**p<0,01

* p<0,05

Periferik vestibüler patolojiye sahip katılımcılar ile periferik vestibüler patolojisi olmayan kontrol grup yaş bakımından incelendiğinde birbirine yakın olarak bulundu ($p>0,05$). Cinsiyet, boy ve kilo açısından, hasta ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Periferik vestibüler patolojiye sahip hasta grup ile periferik vestibüler patolojisi olmayan kontrol grup arasında *Student T testi ile* karşılaştırma yapıldı. Karşılaştırma sonucunda anlamlı bulunan parametreler Tablo 4-10'da gösterildi.

Tablo 4-10: Periferik vestibüler patolojiye sahip hasta grup ile periferik vestibüler patolojisi olmayan kontrol grup arasında anlamlı bulunan parametreler.

	K	H	P Değeri
Ort. Adım Uzunluğu [m]	0,64±0,06	0,56±0,09	0,0000*
Sağ Katedilen Yol[m]	11,89±0,38	10,88±1,33	0,0000*
Sol Katedilen Yol[m]	11,41±0,38	10,38±1,23	0,0000*
Katedilen yolda Adım Simetrisi	1,23±0,69	2,23±1,65	0,0000*
Adım Hızı [m/sn]	1,36±0,16	1,11±0,20	0,0000*
Sağ Ayağın Yerden Yükselmesi [m]	0,12±0,03	0,10±0,05	0,0020*
Sol Ayağın Yerden Yükselmesi[m]	0,13±0,03	0,11±0,04	0,0087*
Bel Anterior-Posterior Maks.	8,08±1,32	10,40±3,94	0,0000*
Yürüyüş Eğim Açısı	6,57±1,08	2,83±1,03	0,0000*
Bel Lateral Salınım Maks.	11,37±2,01	10,04±2,96	0,0037*
Sol Diz Bükülme Açısı Maks.	63,57±9,38	50,40±2,08	0,0000*
Sol Diz Lateral Salınım Maks.	13,80±2,08	17,44±6,49	0,0000*
Sağ Diz Bükülme Açısı Maks.	60,13±7,62	49,83±12,76	0,0000*
Sağ Diz Lateral Salınım Maks.	13,61±2,60	18,58±6,56	0,0000*

* $p<0,05$, Ortalama±Standart Sapma K: Kontrol Grubu H: Hasta Grubu

5. TARTIŞMA

Dinamik denge sisteminin düzgün ve dengeli bir şekilde gerçekleşebilmesi için yürüme etkin bir unsurdur. Normal yürüyüş performansı, çeşitli sistemlerin koordinasyonunu gerektirmektedir. Bunlar arasında, vestibüler sistem önemli bir rol oynamaktadır (Bent ve ark., 2004). Vestibüler sistemdeki bozukluklar, uzaysal oryantasyonda bozulmalara neden olarak yürüyüş sırasında adım paternini etkileyebilmektedir. Bu bozukluğa sahip hastaların yürüyüş analizi, hastalığın patofizyolojik durumunu anlamada önemli ek bilgiler sağlayabilmektedir (Pothula ve ark., 2004).

Dengesizlik hissi ile yürüyüş bozukluğunun artışı, ciddi bir sosyal problem haline gelen düşme riskine neden olmaktadır (Schniepp ve ark., 2012). Hareket halindeyken, uzaydaki konumumuz vizüel, propriyosepsiyon ve vestibüler bilginin bütünleşmesine bağlıdır. Merkezi sinir sistemi, bu bilgilerin hiyerarşik olarak düzenlenmesini ve kontrolünü gerçekleştirir (Maurer ve ark., 2000). Kingma ve arkadaşlarının (2006) yaptığı çalışmada, beyindeki hareket merkezinin vestibüler korteks ile etkileşim yaptığını belirtmiştir. Vestibüler fonksiyondaki değişikliklerin ataksiye sebep olması bu durum ile açıklanmıştır (Kingma, 2006).

Tek taraflı ya da bilateral periferik vestibüler kayıpları olan kişilerin özellikle akut dönemde uzun süre vücut salınımı ve yürüyüş bozukluğu görülmektedir (Borel ve ark., 2004). Vestibüler sistemdeki bozukluğun lokomotor aktivasyonundaki etkisini değerlendirmek için yürüyüş analizini gerçekleştirmek gerekmektedir. Bu analizin vestibüler kompanzasyon, görsel fonksiyon, somatosensör kabiliyet, yaş faktörü, zihinsel beceriler gibi iç faktörlerden etkilenebileceği gibi; yürümenin yapıldığı ortam, zemin ve yürüyüş döngü sayısı gibi dış faktörlerle de ilişkili olabileceğini bilmek önemlidir. Vestibüler bozukluğu olan hastalardaki yürüyüş analizi sonucunda, yürüme hızı, çift destek süresi ve adım genişliği gibi birçok parametrelerde telafi edici değişiklikler görülmektedir (Bent ve ark., 2004). Bu parametreleri değerlendirmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Çalışmamızda, farklı periferik vestibüler patolojilere sahip katılımcıların, vücuda yerleştirilen sensörler aracılığı ile yürüyüş döngüsü hakkında nitelikli parametrelerin belirlenmesi için objektif yürüme analizleri yapılmıştır. Ayrıca, periferik vestibüler patolojiye sahip bireylerin verileri, kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Böylece bu çalışmanın, normal ve patolojik gruptaki katılımcılara ait statik ve dinamik denge sistemi hakkında önemli ipuçları sağlayabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızdaki periferik vestibüler patoloji hastalıkları BPPV, meniere (MH), vestibüler nörit (VN) ve unilateral periferik vestibüler zayıflık (UPVK) şeklinde gruplandırılmıştır. Bu çalışmada yer alan BPPV grubu, pozisyonel testlerde patoloji saptandıktan yarım saat sonra herhangi bir manevra uygulanmadan analiz algoritması ile değerlendirilmiştir. MH, VN ve UPVK grubunun akut dönemde şiddetli baş dönmesi şikayetinin olması, yürüme motivasyonlarının düşük olması ve santral mekanizmayı baskılayıcı ilaç kullanımı gibi nedenlerden dolayı analizleri desteksiz yürüyebildikleri zaman gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple, MH, VN ve UPVK hastalarında akut dönemde test yapılamamasının analiz sonuçlarını etkilediği düşünülmüştür.

Çalışmamızda, periferik vestibüler patolojiye sahip BPPV, MH, VN ve UPVK şeklinde sınıflandırılan katılımcıların, yürüyüş paterni (adım hızı, ortalama adım uzunluğu, katedilen yolda adım simetrisi, yürüyüş eğim açısı) ve vücut stabilitesi (vücut salınım sınırları, her bir dizdeki bükülme açısı) ile ilgili parametreleri incelenmiştir. MH, VN ve UPVK grupları ile BPPV arasında “ortalama adım uzunluğu”, ve “sağ ve sol dizdeki bükülme açısı” parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). MH, VN ve UPVK gruplarında yürüyüş ve vücut stabilitesi parametreleri arasında istatistiksel bir anlamlılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Bu sonuçlar doğrultusunda; BPPV grubunda MH, VN ve UPVK grubuna göre ortalama adım uzunluğunun daha düşük ve sağ-sol dizdeki bükülme açısının ise daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatürde, periferik vestibüler patolojiye sahip hastaların yürüme analizlerini farklı patolojilerde karşılaştırılmalı olarak belirten kaynaklar sınırlılık göstermektedir. Çalışmalar, genellikle bir hastalık üzerinde değerlendirmeye alınmıştır. Borel ve arkadaşları (2004) meniere hastalarının, Kubo ve arkadaşları (1997) vestibüler nörit hastalarının, Horak ve arkadaşları (2009) tek taraflı vestibüler tutulumu olan hastaların lokomotor patern bozukluklarını değerlendirmiştir. Bu çalışmaların sonucunda, özellikle akut dönemde adım uzunluğu ve adım hızı gibi yürüme parametrelerinde belirgin şekilde

bozulma olduğu vurgulanmıştır. Çalışmamızda ortalama adım uzunluğu incelendiğinde; MH (ort±SS 0,57±0,05), VN (ort±SS 0,58±0,07), UPVK (ort±SS 0,60±0,07) hastalarının kontrol grubuna (ort±SS 0,64±0,06) göre ortalama adım uzunluğunun daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Periferik patoloji grupları kıyaslandığında ise, akut dönemde incelenen BPPV hastalarına (ort±SS 0,51±0,10) göre bu üç hastalık grubunda ortalama adım uzunluğunun daha büyük olduğu gözlenmiştir. Demain ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da (2014) akut denge problemi olan kişilerin genellikle adım uzunluğunu kısa tutarak ve kollarını uzatarak dengede kaldıkları tespit edilmiştir. Çalışmamızda da literatür ile benzer bulgular elde edilmiş, akut dönemdeki hastaların adım uzunluklarını kısa tutarak kendilerini bu şekilde daha güvende hissettikleri görülmüştür (Demain ve ark., 2014).

Vücut dengesinin korunması için internal veya eksternal kuvvetlere karşı yerçekimi merkezinin yer değiştirmelerinin devamlı düzenlenmesi ve stabilite sınırı içinde tutulması gerekir. Kişi bu durumu devam ettirmek için, çeşitli yönlerde salınımlar yapar. Kişinin yerçekimi merkezinde kendiliğinden ve ani bir şekilde yapabildiği maksimum bu salınım sınırları, salınım limiti olarak isimlendirilir (Nashner ve McCoullum, 1985). Çalışmamızda, periferik vestibüler patoloji gruplarının “bel lateral salınım sınırları maks.” parametresi değerlendirilmiştir. MH, VN ve UPVK grupları ile BPPV arasında “bel lateral salınım sınırları maks.” parametresinde istatistiksel olarak anlamlılık gözlenirken ($p<0,05$), bu parametrede MH, VN ve UPVK hastalıkları arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Sonuç olarak, BPPV grubunun bel lateral salınım sınırlarında (ort±SS 8,66±1,97), MH (ort±SS 11,40±4,02), VN (ort±SS 11,68±3,62) ve UPVK (ort±SS 9,66±1,73) grubuna oranla anlamlı bir azalma olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Berg ve arkadaşları (1992), denge kaybı görülen yaşlılarda, 3D hareket analiz sistemi aracılığıyla yürüyüş sırasındaki ağırlık merkezinin hareketi ile vücuttaki anterior-posterior ve bel lateral salınım sınırlarını değerlendirmişlerdir. Düşmeyi engellemek ve dengeli bir pozisyonda kalmak için daha hafif postural hareketlerin gerçekleştirdiğini ve stabilite sınırlarının daraldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda da, akut dönemde incelenen BPPV hastalarının “lateral salınım derecesi” bulguları literatür ile uyumlu olarak saptanmıştır (Berg ve ark., 1992). Çalışmamızdaki bel sensöründen elde edilen lateral salınım derecesi; kişinin ağırlık merkezi konumuna ulaşarak, sensör organizasyonu hakkında fikir sahibi olmaya imkan vermektedir.

Periferik vestibüler patoloji grubunun dinamik vestibüler sistem algoritması ile yapılan yürüme analizi sonuçlarının cinsiyet, boy, kilo gibi faktörlerle etkilenip etkilenmediği değerlendirilmiştir. Periferik vestibüler patoloji gruplarının yürüme analizinde, boy ve kilo açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Her bir patolojik grup içerisinde cinsiyete göre parametrelerin incelenmesinde, MH ve VN grubunda kadın ve erkeklerin “ortalama adım uzunluklarında” istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). BPPV ve UPVK hastalarında ise cinsiyete göre parametreler arasında istatistiksel bir anlamlılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Çalışmamıza katılan tüm periferik vestibüler patoloji grupları cinsiyete göre değerlendirildiğinde; kadınlardaki yürüme temposunun (ort. $2,06\pm 0,26$) erkeklerdeki yürüme temposundan (ort. $1,90\pm 0,25$) daha fazla ve ortalama adım uzunluklarının ise kadınlarda (ort. $0,60\pm 0,10$), erkeklere (ort. $0,53\pm 0,07$) oranla daha az olduğu gözlenmiştir. Cohen ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da (2012), vestibüler zayıflığı olan kişilerde cinsiyetler arası benzer farklılıklar elde edilmiştir. Aynı zamanda normal denekler ile Kara (2017) tarafından yapılan çalışmada da cinsiyetler arası parametreler incelendiğinde, kadınlarda yürüme temposunun fazla, ortalama adım uzunluğunun ise daha az olduğu şeklinde anlamlı bulgular belirtilmiştir ($p<0,05$).

Çalışmamıza katılan periferik vestibüler problemi olan deneklerin, patoloji yönüne göre parametreleri incelendiğinde, “sağ ve sol katedilen yol” ile “bel lateral salınım sol” değerlerinde istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur ($p<0,05$). Bu incelemenin sonunda, istatistiksel olarak sol tarafında patoloji olanların sol yönde salınımın daha şiddetli olduğu tespit edilmiştir. Angunsri ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (2011), tek taraflı vestibüler patolojilere sahip hastaların, yürüme sırasında patoloji yönüne doğru eğilim gösterdiklerini belirtmiştir. Ayak ve kalça stratejinin uygulanmasında alt ekstremitte kas güçlerinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Çalışmamızdaki algoritma ile, var olan denge bozuklukları, bu stratejiler sayesinde kasların farklı kasılması ile gözlenebilmektedir. Örneğin kalça stratejisinde öne doğru salınım sırasında abdominal kaslar ve kuadriseps kasılırken, arkaya doğru salınımında paraspinal kaslar ve hamstringler kasılmaktadır. Ayak bileği stratejisinde ise öne doğru salınımında kalça stratejisinin tersi paraspinal kaslar, hamstringler ve gastroknemius kasılırken, arkaya doğru salınımında abdominal kaslar, kuadriseps ve tibialis anterior kasılmaktadır. Akut tek taraflı vestibüler bozukluklarda, salınımın lezyon ile aynı yönde olması ipsilateral lateral vestibülo-spinal yolun aktivitesinin azalması ile hareket sırasında

tibialis anterior gastrocnemius kasının aktivasyonunda kayıp görüldüğü ve merkezi sinir sisteminin, bu hasta gruplarında vestibüler bilgi kaybını telafi etmek için propriyoseptif ve görsel sistemlerin kullanımına öncelik vermesi ile açıklanmıştır. Çalışmamız, literatür ile benzer nitelikte olup santral mekanizmanın patoloji yönünde telafi edici bir strateji uygulayabileceği hakkında fayda sağlamaktadır (Young ve Hollands, 2010).

Çalışmamızda yer alan her bir patolojik grup içerisindeki parametrelerin patoloji yönüne göre yürüme ile ilgili nitelikli parametreleri incelenmiştir. BPPV grubunda “bel lateral salınım sağ” parametresinde, MH grubunda “bel lateral salınım sağ”, “ortalama adım uzunlukları” ve “yürüme temposu” parametrelerinde, VN grubunda “sağ ve sol katedilen yol” ve “adım hız” parametrelerinde istatistiksel anlamlılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). UPVK grubunda ise patoloji yönüne göre yürüyüş parametrelerinde istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Böylece, BPPV ve MH hastalarında, sağ tarafta patolojisi olan katılımcıların fazlalılığı nedeniyle lateral salınımın sağ tarafa doğru olduğu anlamlı olarak tespit edilmiştir. MH ve VN hastalarında ise adım hızı ve yürüme temposunda patoloji yönünde patoloji olmayan yöne göre kıyaslandığında anlamlı bir şekilde azalma olduğu saptanmıştır. Kim ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (2014), VN hastalarının ipsi lezyon yürüyüş hızında ve adım uzunluğunda azalma, adım süresinde ve adım sayısında artma olduğu gözlenmiştir. Bu durum, hastaların düşmeyi önlemek için yürüyüşünü modifiye etmelerine bağlanmıştır (Kim ve ark., 2014). Barker (2004), vestibüler problemi olan kişinin ortalama adım uzunlukları, yürüme temposu gibi yürüyüş paterniyle ilgili özelliklerin, patolojinin düzeyi hakkında bilgi sağlayabileceğini belirtmiştir. Çalışmamız, literatür ile uyumlu gözlenmiştir (Kim ve ark., 2014; Barker, 2004). Unilateral periferik vestibüler hipofonksiyonu olan kişilerde somatosensori-görsel uyarıların azalması ile stabilite limitinde azalma, postüral cevaplarda gecikme, biomekaniksel kısıtlılıklar görülerek postüral salınımlarda artmaya ve yürümede etkilenimlere neden olmaktadır. Denge bozukluğu olan kişilerde, özellikle günlük yaşam aktivitelerinde korku ve güvensizliğe neden olduğu gözlenmektedir. Bu durumdan dolayı hastalar, sezgisel postüral düzenlemeler gerçekleştirmektedir. Eğer hastanın sağ tarafında bir patoloji mevcut ise hasta kendini sağa doğru taşıma eğilimi gösterir, yürüme hızını düşürür ve ortalama adım uzunluğunu kısaltır. Çalışmamızın sonucunda da patoloji yönüne göre patoloji tarafta anlamlı olarak farklı gözlenen “adım hızı”, “yürüme temposu” ve “bel lateral salınım maks.” parametrelerin, hastalık bazında çalışabilmek açısından yararlı olabileceği düşünülmüştür.

Yapmış olduğumuz çalışma ile periferik vestibüler patolojiye sahip hastaların parametreleri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Anlamlı bulunan korelasyon değerlerinde ($p < 0,05$); yürüme temposunun artması ile adım hızının ve beldeki maksimum salınım miktarının arttığı; her bir dizdeki bükülme açısının büyümesi ile sağ/sol dizdeki lateral salınımların çoğaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yürüyüş eğim açısının artmasıyla hastadaki anterior-posterior salınımın arttığı, ancak dizdeki lateral salınımın azaldığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, düşme problemi yaşayan kişilerde medio-lateral düzlemdeki salınım ve diz bükülme açısı miktarı incelenmiş; ortopedik bir problem varlığını, somatonsensör ya da vestibüler sistemden gelen bilgilerde asimetri olup olmadığını saptamada etkili olabileceği belirtilmiştir (Herdman ve ark., 2000; Kara, 2017). Çalışmamızın da, yürüyüş sırasındaki eğim açısı ile salınım miktarlarındaki korelasyonlar sayesinde denge problemlerinin yürüyüşe etkisini değerlendirmek açısından tanıya yol göstereceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda periferik vestibüler sistem patolojisine sahip grupların parametreleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Pozisyonel vertigoya sahip hastalarda ortalama adım uzunluklarındaki artışın; kat ettiği yoldaki adım simetrisinin bozulmasına, dizlerdeki bükülme açısında ve bel anterior salınımında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Meniere hastalarında, dizdeki lateral salınımın artması ile beldeki anterior salınımın arttığı gözlenmiştir. Nörit tutulumu görülen hastalarda, sağ ve sol ayağın yerden fazla yükselmesiyle anterior-posterior salınımında artış saptanmıştır. UPVK grubunda, patolojilerin genel korelasyonuna benzer bulgular elde edilmiştir. Literatürde, patoloji grupların yürüme parametreleri arasındaki korelasyonları ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Kara (2017) tarafından yapılan çalışmada, normal grupta bu parametrelerin birbiriyle ilişkisi incelenmiş; bu çalışma ile kıyaslandığında, patoloji grup ile yapılan çalışmamızda da benzer korelasyonlar görülmüştür (Kara, 2017). Adım uzunluğu ile dizdeki bükülme açısı, vücudun anterior-posterior ve lateral salınım miktarları arasında anlamlı ilişki saptanmıştır.

Yürüyüş döngüsü, duruş ve dönme periyodundan oluşmaktadır. Duruş periyodu, her iki ayağın yerde kaldığı çift destek periyodunu içerir. Yürüyüş performans stabilitesini değerlendirmek için duruş, salınım ve çift destek süreleri hesaplanır. Normal yürüyüş analizinde, bu süreler her iki ayağı içinde tutarlı ve sabittir. Aynı yürüyüş döngüsüne sahip her iki ayak arasında toplam yükleme miktarında bir fark olduğunda, bu durum asimetriye neden olur (Ishikawa ve ark., 2001). Bu yürüyüş döngüsündeki adım hızı, adım genişliği, adım uzunluğu gibi yürüyüş paterni ile vücut salınım limitleri, her bir ayağın zeminden yükselme miktarı, ekstremite bükülme açısı gibi vücut stabilize paterni birçok vestibüler patolojiyi normal gruptan ayırt etmek açısından önemlidir (Khandelwal ve Wickstrom, 2016). Angunsri ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da (2011), normal ve periferik vestibüler patolojiye sahip hasta grupları arasındaki duruş ve salınım fazındaki değişkenler incelenmiş, vestibüler patolojiyi tanılamada yürüyüş paterninin etkin rol oynadığı belirtilmiştir (Angunsri ve ark., 2011).

Çalışmamızda, normal ve periferik vestibüler patolojiye sahip hasta grupları arasında, yürüme hızına ve vücudun salınım sınırlarına bağlı paternler incelenmiş, farklı periferik patolojik gruplarda normal gruba göre yürüyüş paterni (adım hızı, ortalama adım uzunluğu, katedilen yolda adım simetrisi, yürüyüş eğim açısı) ve vücut stabilitesi (vücut salınım sınırları, her bir dizdeki bükülme açısı) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Elde edilen bu bilgilerin literatürü destekler nitelikte olduğu görülmüştür (Khandelwal ve Wickstrom, 2016; Angunsri ve ark., 2011).

Normal ve patolojik grubun dizine yerleştirilen 3-4 nolu sensörden gelen verilerin analizi ile yapılan çalışmamızda, normal gruba göre patolojik grupta her bir dizdeki maksimum lateral salınımlarda istatistiksel bir şekilde anlamlı artma, her bir dizdeki bükülme açısında ise istatistiksel olarak anlamlı ölçüde azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). Düzgün hareket için “lokomotor ritm sistemi”, “postural tonus düzenleyici sistemi”, “lokomotor faz kontrol sistemi” yürüyüş kontrol sisteminin gerçekleşmesinde üç temel sistemdir. Periferik vestibüler sistem, esas olarak hareket halindeyken faz kontrol sistemiyle koordineli çalışır (Matsuyama ve ark., 2004). Çalışmamızda görülen bu sonuç, Ishikawa ve arkadaşları tarafından (1995) da belirtildiği gibi, özellikle akut tek taraflı periferik vestibüler patolojilerde, faz kontrol sistemi bozularak tibialis anterior kası ve gastroknemius kasını bozan lateral vestibüospinal yolun aktivitesindeki ve dizdeki dorsofleksiyon hareketindeki etkilenimlere bağlanmaktadır (Ishikawa ve ark., 1995).

Çalışmamızda, katılımcılara yerleştirilen 1-2 nolu sensörlerden gelen veriler ile vestibüler patolojik grupta ortalama adım uzunluğunun, adım hızının ve yürüyüş eğim açısının normal gruba göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı, kat edilen yoldaki adım simetrisinin ise istatistiksel olarak anlamlı ölçüde arttığı gözlenmiştir ($p<0,05$). Ishikawa ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (1995), akut tek taraflı periferik vestibüler bozukluğu olan hastaların yürüyüş sırasındaki ayak hareketi incelenmiştir. Arka ayak vuruşundan ön ayak vuruşuna geçen süre, ön ayaktan arka ayak vuruşuna geçen süre, duruş süresi, salınım süresi, çift destek süresi, duruş süresince gastroknemiusun tepe monofazik kasılma yeri ve salınım fazının başlangıcından duruş fazının başlangıcına anterior tibialisin kasıldığı faz yeri değişkenleri araştırılmıştır. Adım hızının, yürüme temposunun ve simetrisinin etkilenme derecesi, patolojinin düzeyi hakkında bilgi verdiğini belirtmiştir (Ishikawa ve ark., 1995). Çalışmamızda, normal ve vestibüler patolojiye sahip hastaların yürüyüş paterniyle ilgili literatür ile uyumlu bulgular elde edilmiştir (Ishikawa ve ark., 1995).

Vestibüler bilgi, stabilite limitine katkı sağlamaktadır. Kişi, yürüyüş sırasında postürünü koruyabilmek için küçük miktarda (4° arkaya, 8° öne doğru) salınımlar gerçekleştirmektedir. Kişide vestibüler hipofonksiyon durumunda, bu salınım sınırları daha büyük ya da küçük dereceler olabilmektedir. Lateral ve anterior-posterior salınım derecesi, sagittal düzlemde dengeyi kontrol etmek için kullanılan farklı stratejileri temsil etmektedir (Marchetti ve ark., 2013). Çalışmamızdaki analiz algoritmasında yer alan 1-2 nolu sensörlerden gelen sağ ve sol ayağın yerden yükselmesi verisi ile ayak bileği stratejisini ve 5 nolu sensörden gelen yürüyüş eğim açısı verisi ile kalça stratejisini belirtmektedir (Kara, 2017). Özellikle vestibüler problemi olan hastalarda dengeyi sağlayabilmek için hangi stratejinin etkin olduğunu bilmek önemli rol oynamaktadır. Böylece, ayak bileği stratejisi ile dinamik dengenin; kalça bileği stratejisi ile statik dengenin değerlendirilmesini kolaylaştırıcı parametrelere olanak sağlamaktadır.

Çalışmamızda da elde edilen veriler ile patolojik grupta, normal gruba göre anterior-posterior salınım miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fazla olduğu bulunmuştur ($p<0,05$); ancak bel lateral salınım değerlerinin normal gruptaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha az olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). O'Sullivan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (2009), vestibüler patolojisi olan hastalarda anterior-posterior salınım değerinin normal gruba göre daha fazla olduğu ve

bu salınım değerinin lateral salınımdan daha yüksek değerde görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, eğer hastanın anteroposterior stabilite limiti azalmışsa kısa adımlarla yürüme, mediolateral stabilite limiti azalmışsa geniş tabanlı yürüme paternine neden olduğu belirtilmiştir. Bu durum, çift destek duruşta ayak bileği, kalça ve esneme stratejilerini kullanarak dengeyi sağlamak için kullanılabilir daha fazla kalça, diz ve ayak hareket aralığının mevcut olması ile açıklanmıştır (O’Sullivan ve ark., 2009). Çalışmamız literatür ile uyumlu gözlenip normal ve patolojik grubun vücut salınım miktarı ve limitleri hakkında bilgi sağlamıştır (O’Sullivan ve ark., 2009).

Vestibüler bozukluğu olan hastalar, sağlıklı popülasyondan daha fazla düşme eğilimi göstermektedir. Bu hastalardaki yürüyüş analizi, hastalığın patofizyolojik durumunu anlamada etkin rol üstlenmektedir (Herdman ve ark., 2000). Çalışmamızda kullanılan ekipmanın, kişinin günlük yaşamındaki yürüyüş karakteristiği ile ilgili birçok parametreyi aynı anda toplayarak ‘‘ayaklar arasında herhangi bir asimetrik durum var mı’’, ‘‘bu asimetrinin sebebi vestibüler ya da ortopedik kaynaklı mı’’ sorularına yanıt vereceği düşünülmektedir.

Çalışmamızdaki katılımcıların sadece normal yürüyüş hızı kullanılmıştır. Normal yürüyüş stabilitesi, günlük yaşamdaki aktivite için önemli olan normal vestibüler fonksiyon ile sağlanmalıdır. Yaşla birlikte, bu multisensör fonksiyonun sırasıyla ayakta durma, yürüme ve koşma şeklinde azaldığı gözlenmiştir (Zwergal ve ark., 2012). Bu sebeple, vestibüler patolojiye sahip hastaların çalışmamızda kullanılan ‘‘Dinamik Vestibüler Sistem Algoritması’’ ile yürüyüş hız değişkenlerinin incelenmesinde faydalı olabileceği vurgulanmaktadır.

Yürümenin analiz edilebilecek periyodik olarak tekrarlanan hareket düzenine sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu sürekli tekrarlanan alt ekstremite hareketi, üst gövde, kollar, pelvis ve kafa hareketi ile yakından ilişkilidir (Bent ve ark., 2005). Çalışmamızdaki veriler özellikle alt ekstremiteler ve ağırlık merkezi hakkında bilgi sağlar niteliktedir. Gelecekte artan sensör sayıları ve çeşitli yürüyüş protokolleri ile ilgili çalışmalar yapılmasının değerli sonuçlar göstereceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda, dinamik vestibüler sistem algoritması ile periferik vestibüler patoloji gruplarının yürüyüş karakteristiği incelenmiştir. İncelenme sonucunda istatistiksel olarak özellikle yürüme hızı, yürüme temposu ve ortama adım uzunluğu; vücut anterior-posterior ve lateral salınım sınırları parametrelerine anlamlı bulgular gözlenmiştir. Bu bulgular, periferik vestibüler patolojiye sahip kişilerin dinamik dengesinin araştırılmasında referans olarak kullanılacak bir nitelik taşıyabileceği düşünülmektedir.

Periferik lezyonlarda, vestibülo-spinal ve retikülo-spinal yollarda ipsilateral bilgide azalma görülmektedir; bu durum da, faz kontrol sistemini ve ayrıca hareket sırasındaki postural ayarlama için kas aktivitesini etkilemektedir; ancak periferik lezyonların, santral lezyonların neden olduğu etkilere kıyasla, yürüyüş kontrolü üzerinde daha az bir etki olduğu belirtilmiştir (Allure ve Pfaltz, 1985). İncelenen literatürler ve yapılan çalışmamızdan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, çalışmamızın bir sonraki adımı olarak, periferik ya da santral vestibüler patolojilerin sınıflandırmasını kolaylaştırmak için çeşitli patolojilerdeki hasta gruplarına daha fazla katılımcı ile çalışmanın genişletilmesi planlanmaktadır.

Vestibüler bozukluklar genellikle, birkaç ay içerisinde iyi bir şekilde kompanse edilir ve konvansiyonel klinik tanı araçları ile tam olarak doğrulanamaz (Horak, 2009). Özellikle akut dönemdeki vestibüler patolojilerde, uzun süren vücut salınımı ve yürüyüş bozukluğu görülür (Borel ve ark., 2004). Bu nedenle çalışmamızdaki verilerin, normal birey ile vestibüler patolojiye sahip hastaların ayırt edilmesini ve patolojilerin sınıflandırılmasını kolaylaştırıcı parametreleri belirleyerek, doğru tanı ve tedavi için önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece, vestibüler problemi olan kişinin en çok hangi aşamada zorlandığı ortaya konularak, erken ve etkili rehabilitasyon programı açısından yol gösterici olacaktır. Ayrıca, rehabilitasyon sırasında veya sonrasında kompanzasyon durumunu takip etme açısından yarar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- AAO-HNS (1995), Committee On Hearing And Equilibrium Guidelines for the Diagnosis And Evaluation Of Therapy In Meniere's Disease. *Otolaryngol Head Neck Surgery*, 113, 181-5.
- Adams, M.E., Heidenreich, K.D., & Kileny, P.R. (2010). Audiovestibular testing in patients with Meniere's disease. *Otolaryngol Clin North Am*, 43(5), 995–1009.
- Allison, L., & Fuller, K. (2001). Balance and vestibular disorders. In: Umphred DA, ed. *Neurological Rehabilitation*. Mosby. New York. 616-660.
- Allure, J.H.J., & Pfaltz, C.R. (1985). Postural control in man following acute unilateral peripheral vestibular deficit. In: Igarashi M, Black FO (eds) *Vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium*. Karger, Basle, 315-32.
- Anatoli-Candela, F. (1976). The histopathology of Meniere's disease. *Acta Otolaryngol Suppl (Stockh)*, 340, 5–42.
- Angunsri, N., Ishikawa, K., Yin, M., Omi, E., Shibata, Y., Saito, T., & Itasaka, Y. (2011). Gait instability caused by vestibular disorders - Analysis by tactile sensor. *Auris Nasus Larynx*, 38(4), 462–468. <http://doi.org/10.1016/j.anl.2011.01.016>.
- Antomy* (pp. 2–18).
- Avcı, F.D. (2006). Multiple skleroz hastalarında alt ekstremitte duyu değişikliklerinin denge üzerine etkisi. *Ftverena Bilim, DY Lisans*.
- Balaban, B. (2010). Ayak ve Ayak Bileği Kinezyolojisi ve Yürüme. *Türkiye Klinikleri J PMveR- Special Topics*, 3(2), 1-6.
- Baloh, R.W., Honrubia, V., & Jacobson, K. (1987). Benign positional vertigo: clinical and oculographic features in 240 cases. *Neurology*, 37, 371-8.
- Banfield, G.K., Wood, C. & Knight, J. (2000). Does vestibular habituation still have a place in the treatment of benign paroxysmal positional vertigo? *J Laryngol Otol*, s. 114, 501-5.
- Barany, R. (1921). Diagnose von Krankheitserscheinungen im Bereiche des otolithenapparates. *Acta otolaryngol (Stockh)*, 2, 434.

- Barbour, N.M. (2003). Inertial Navigation Sensors, Advances in Navigation Sensors and Integration Technology, *NATO RTO Lecture Series-232, London, U.K.*
- Barker, S.P. (2004). Changes in gait, balance, and function with vestibular rehabilitation. *ProQuest Dissertations and Theses*. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/305179306?accountid=14701>.
- Barrett, K.E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. (2012). Hearing ve Equilibrium. In H. L. B. In K.E. Barrett, S. M. Barman, S. Boitano (Ed.). *Ganong's Review of Medical Physiology*.
- Bent, L.R., McFadyen, B.J., & Inglis, J.T. (2005). Vestibular contributions during human locomotor tasks. *Exerc Sport Sci Rev*, 33(3), 107–113.
- Bent, L.R., Inglis, J.T., & McFadyen, B.J. (2004). When is vestibular information important during walking? *J Neurophysiol*, 92, 1269–75.
- Berg, B. E., Maki B.E., Williams, P. J., & Holliday, S. L. (1992). Clinical and Laboratory Measures of Postural Balance in an Elderly Population. *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 73, no. 11, 1073–1080.
- Beynon, G.J. (1997). A review of management of benign paroxysmal positional vertigo by exercise therapy and by repositioning maneuvers. *Br J Audiol*, s. 31, 11-26.
- Birgerson, L., Gustavson, K.H., & Stahle, J. (1987). Familia Meniere's disease: a genetic investigation. *Am J Otol*, 8(4), 323–6.
- Black, F.O., Wall, C., & Nashner, L.M. (1983). Effects of visual and support surface orientation references upon postural control in vestibular deficient subjects. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 95, 199–210.
- Borel, L., Harlay, F., Lopez, C., Magnan, J., Chays, A., & Lacour, M. (2004). Walking performance of vestibular-defective patients before and after unilateral vestibular neurectomy. *Behavioural Brain Research*, 150(1–2), 191–200. [http://doi.org/10.1016/S0166-4328\(03\)00257-2](http://doi.org/10.1016/S0166-4328(03)00257-2).
- Brandt, T, & Steddin, S. (1979) .Current view of the mechanism of benign paroxysmal positional vertigo: Cupulolithiasis or canalolithiasis? *J Vestib Res*, 3, 373-82.
- Brandt, T. (2003a). Benign paroxysmal positioning vertigo. In *Vertigo, Its Multisensory Sendromes* (2., pp. 251–280). Springer.

- Brandt, T. (2003b). Meniere's Disease. In *Vertigo, Its Multisensory Syndromes* (2., pp. 135-175). Springer.
- Brandt, T., Dieterich, M., & Strupp, M. (2005). Peripheral Vestibular Forms of Vertigo. In *Vertigo and Dizziness, Common Complaints* (pp. 41–86). British Library Cataloguing in Publication Data Brandt, Thomas.
- Brandt, T.H., & Daroff, R.B. (1980). The multisensory physiological and pathological vertigo syndromes. *Ann Neurol*, 7, 195–203.
- British Society of Audiology. (2013). *Recommended Procedure Tympanometry*.
- Brodal, A. (1981). *Neurological Anatomy in Relation to Clinical Medicine*. (3 ed.). Oxford Press: New York.
- Brugge, J.F. (1991). Neurophysiology of the central auditory and vestibular systems. In: Paparella, M.M., Shumrick, J.L., Gluckman ve Meyerhoff (eds): *Otolaryngology (Vol 1): Basic sciences and related principles (3rd ed.)*. Philadelphia: W.B. Saunders. pp. 281-314.
- Bucci, M. P., Ajrezo, L., & Wiener-Vacher, S. (2015). Oculomotor tasks affect differently postural control in healthy children. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 46, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2015.05.008>.
- Büchele, W., & Brandt, T. (1979). Vestibulo-spinal ataxia in benign paroxysmal positional vertigo. *Agressologie*, 20, 221–222.
- Cawthorne, T. (1944). The physiologic basis for head exercises. *J Chart Soc Physiother* 106-107.
- central vestibular disorders. *The Ochsner Journal*, 9(1), 20–26.
- Claes, G.M., De Valck, C.F., Van de Heyning, P., & Wuyts, F.L. (2011). The Meniere's Disease Index: An objective correlate of Meniere's disease, based on audiometric and electrocochleographic Data. *Otol Neurotol*, 32, 887–92.
- Claes, J., & Van de Heyning, P.H. (1997) Medical treatment of Menière's disease: a review of literature. *Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl*, 526, 37–42.
- Clayton, H.M., & Schamhardt, H.C. (2001). Measurement Techniques for Gait Analysis. *In Equine Locomotion*, 55–76.

- Coelho, D.H., & Lalwani, A.K. (2008). Medical management of Ménière's disease. *Laryngoscope*, *118*, 1099-1106.
- Cohen, B., Maruta, J., & Raphan, T. (2001). Orientation of the eyes to gravito-inertial acceleration. *Ann NY Acad Sci*, *942*, 241–258.
- Cohen, H. S., Mulavara, A. P., Peters, B. T., Sangi-Haghpeykar, H., & Bloomberg, J. J. (2012). Tests of walking balance for screening vestibular disorders. In *Journal of Vestibular Research: Equilibrium and Orientation*, *22*, 95–104. <http://doi.org/10.3233/VES-2012-0443> .
- Cornwall, M.W., & Murrell, P. (1991). Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Podiatr Med Assoc*, *81*, 243-247.
- Crea, S., De Rossi, S. M. M., Donati, M., Reberšek, P., Novak, D., Vitiello, N., & Carrozza, M. C. (2012). Development of gait segmentation methods for wearable foot pressure sensors. In *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS* (pp. 5018–5021). <http://doi.org/10.1109/EMBC.2012.6347120>.
- Cullen, K., & Sadeghi, S. (2008). *Vestibular System* (3(1)). Scholarpedia.
- de Waele, C., Meguenni, R., Freyss, G., & et al. (2002). Intratympanic gentamicin injections for Meniere disease—vestibular hair cell impairment and regeneration. *Neurology*, *59*, 1442.
- Demain, A., Westby, G.W., Fernandez-Vidal, S., Karachi, C., Bonneville, F., Do, M.C., Delmaire, C., Dormont, D., Bardinet, E., Agid, Y., Chastan, N., & Welter, M.L. (2014) High-level gait and balance disorders in the elderly: a midbrain disease? *J Neurol*, *261*(1), 196–206.
- Dichgans, J., Mauritz, K.H., Allum, J.H., & Brandt, T. (1975) Postural sway in normals and atactic patients: analysis of the stabilizing and destabilizing effects of vision. *Agressologie*, *17C*, 15–24.
- Dix, M.R., & Hallpike, C.S. (1952). The pathology symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. *Ann Otol (St Louis)*, *61*, 987.
- Dutia, M.B. (2005). Mechanisms of vestibular compensation. In: Luxon L, Davies R, eds: *Handbook of Vestibular Rehabilitation*. London: Whurr Press.

- Eggers, S. D. Z., & Zee, D. S. (2003). Evaluating the dizzy patient: bedside examination and laboratory assessment of the vestibular system. *Seminars in Neurology*, 23(1), 47–58. <https://doi.org/10.1055/s-2003-40751>.
- Epley, J.M. (1993). Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Canalithiasis). Diagnosis and non-surgical management. In: *Arenberg IK, editor. Dizziness and balance disorders. Amsterdam: Kugler Publishers; p. 545-59.*
- Epley, J.M. (1996). Particle repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Clin North Am*, s. 29, 323-31.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. L. (1963). The Feynman lectures on physics. *London: Addison Wesley Longman.*, Preface. Retrieved from https://books.google.com/books/about/The_Feynman_Lectures_on_Physics_Vol_I.html?id=bDF-uoUmttUC.
- Friberg, U., Stahle, J., & Svedberg, A. (1984). The natural course of Menière's disease. *Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl*, 406,72–77.
- Gates, G.A. (2006). Meniere's Disease Review. *J Am Acad Audiol*, 17, 16-26.
- Gizzi, M., Raphan, T., Rudolph, S., & Cohen, B. (1994). Orientation of human optokinetic nystagmus to gravity: a model-based approach. *Exp Brain Res*, 99, 347–360.
- Goksu, N., Beyazit, Y.A., Yilmaz, M., & et al. (2005). Surgical treatment of peripheral vertigo and vertiginous diseases. *ORL*, 67, 1-9.
- Goldberg, J. M., & Fernandez, C. (1971). Physiology of peripheral neurons innervating semicircular canals of the squirrel monkey. I. Resting discharge and response to constant angular accelerations. *Journal of Neurophysiology*, 34(4), 635–660.
- Gordon, M. (1990). An Analysis of the Biomechanics and Muscular Synergies of Human Standing. *Ph.D. Stanford University.*
- Graham, B.P., & Dutia, M.B. (2001). Cellular basis of vestibular compensation: analysis and modelling of the role of the commissural inhibitory system. *Exp Brain Res* 2001,137, 387.
- Groves, P. D. (2007). Principles of GNSS, Inertial, and Multi-Sensor Integrated Navigation Systems. *An International Journal*, 39.

- Hain, T. (2001). Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. *In*
- Hain, T., Timothy, C., & Helminski, J.O. (2007). Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. *In Vestibular Rehabilitation 3rd ed*, (pp. 2–18). F. A. Davis Company.
- Hain, T.C., Ramaswamy, T.S. & Hillman, M.A. (2000). Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. *In Herdman, J.S. (eds): Vestibular Rehabilitation. CPR*. p. 3-23.
- Hanley, K., & Dowd, T. (2002). Symptoms of vertigo in general practice: a prospective study of diagnosis. *Br J Gen Pract*, 52, 809-12.
- Hasuike, K., Sekitani, T., & Imae, Y. (1995). Enhanced MRI in patients with vestibular neuronitis. *Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl*, 519, 272-274.
- Havia, M., Kentala, E., & Pyykko, I. (2004). Postural instability in Meniere's disease. *J Vestib Res*, 14, 37-46.
- Herdman, S.J., Blatt, P., Schubert, M.C., & Tusa, R.J. (2000). Falls in patients with vestibular deficits. *Am J Otol*, 21, 847–51.
- Herdman, S.J. (2007). *Vestibular Rehabilitation, 3rd Edition (Contemporary Perspectives in Rehabilitation)* (pp. 504–3). Philadelphia: Davis Company.
- Hilton, M. & Pinder, D. (2002). The Epley manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo, a systematic review. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, s. 27, 440-445.
- Hirvonen, TP., & Aalto, H. (2009). Three-dimensional videooculography in patients with vestibular neuritis. *Acta Otolaryngol*, 129, 1400–3.
- Horak, F.B. (2009). Postural compensation for vestibular loss. *Ann N Y Acad Sci*, 1164, 76–81.
- Horak, F. B., Dozza, M., Peterka, R., Chiari, L., & Wall III, C. (2009). Vibrotactile Biofeedback Improves Tandem Gait in Patients with Unilateral Vestibular Loss. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1164(1), 279–281.
- Horak, F., & Nashner, L. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*, 55(6), 1369 – 81.

- Horak, F.B., & Jacobs, J.V. (2007). Cortical control of postural responses. *Journal of Neural Transmission*, 114(10), 1339–1348. <https://doi.org/10.1007/s00702-007-0657-0.Cortical>.
- Horner, K.C. (1993). Review: morphological changes associated with endolymphatic hydrops. *Scanning Microsc*, 7(1), 223–38.
- Hu, F., (2013). Telehealthcare Computing and Engineering: *Principles and Design*, CRC Press.
- Hydén, D., Ödkvist, L.M., & Kylén, P. (1979). Vestibular symptoms in mumps deafness. *Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl*, 360, 182–183.
- Imai, T., Moore, S. T., Raphan, T., & Cohen, B. (2001). Interaction of the body, head, and eyes during walking and turning. *Exp Brain Res*, 136, 1–18.
- Imoto, T., & Stable, J. (1983). The clinical picture of Meniere's disease in the light of glycerin and urea tests. *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 95, 247–256.
- Ishikawa, K., Edo, M., Terada, N., Okamoto, Y., & Togawa, K. (1993). Gait analysis in patients with vertigo. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 250, 229-32.
- Ishikawa, K., Edo, M., Yokomizo, M., & Togawa, K. (1995). Characteristics of Human Gait Related Variables in Association with Vestibular System Disorders. *Acta Otolaryngol Suppl*, 520, 199-201.
- Ishikawa, K., Cao Z.W., Wang Y., Wong W.H., Tanaka T., Miyazaki S., & Toyoshima I. (2001). Dynamic Locomotor Function in Normals and Patients with Vertigo. *Acta Otolaryngol*, 121, 241-244.
- James, A., & Thorp, M. (2001). Menière's disease. *Clinical Evidence* 5, 348–355.
- Jeffery, N., & Spoor, F. (2004). Prenatal growth and development of the modern human labyrinth. *J Anat*, 204, 71–92.
- Jongkees, L.B., Maas, J., & Philipszoon, A. (1962). Clinical electronystagmography: a detailed study of electronystagmography in 341 patients with vertigo. *Pract Otorhinolaryngol Basel*, 24, 65–93.
- Kara E., & Atas A. (2019). Subjektif Görsel Dikey Testi. In F. N. Ardiç (Ed.), *Vertigo*. *US Akademi*, 153–167.

- Kara, E. (2017). Dinamik vestibüler sistem analiz algoritması geliştirilmesi. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi*.
- Kayasal, U. (2013). Modeling and Simulation of a Navigation System with an IMU and a Magnetometer, M.S. Thesis, Middle East Technical University, 2007han, S., ve Chang, R. Anatomy of the vestibular system: A review. *NeuroRehabilitation*, 32(3), 437–443. <https://doi.org/10.3233/NRE-130866>.
- Khan, S., & Chang, R. (2013). Anatomy of the vestibular system. *A review. NeuroRehabilitation*, 32(3), 437–443. <https://doi.org/10.3233/NRE-130866>.
- Khandelwal, S., & Wickstrom, N. (2016). Gait Event Detection in Real-World Environment for Long-Term Applications: Incorporating Domain Knowledge into Time-Frequency Analysis. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 4320, 99. <http://doi.org/10.1109/TNSRE.2016.2536278>.
- Kızılırmak, S. (2004). Kauda Ekina Sendromlu Vakalarda Kısa Yürüme Cihazının Yürüyüş Üzerine Etkisi. Uzmanlık Tezi, GATA Ankara.
- Kim, S.C., Kim, J.Y., Lee, H.N., Lee, H.H., Kwon, J.H., Kim, N.B., Kim, M. J., Hwang J.H. & Gyu C.H. (2014). A quantitative analysis of gait patterns in vestibular neuritis patients using gyroscope sensor and a continuous walking protocol. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 58.
- Kimura, R.S. (1967). Experimental blockage of the endolymphatic sac and duct and its effect on the inner ear of the guinea pig. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 76, 4664: 87.
- Kingma, H. (2006). Function tests of the otolith or statolith system. *Curr Opin Neurol*, 19, 21–25.
- Kubo, T., Kumakura, H., Hirokawa, Y., Yamamoto, K., Imai, T., & Hirasaki, E. (1997). 3D analysis of human locomotion before and after caloric stimulation. *Acta Otolaryngol*, 117(2), 143–148.
- Kuo, A. (1995). An optimal control model for analyzing human postural balance. *IEEE Trans Biomed Eng*, 42, 87 – 101.

- Lanska, D.J., & Remler, B. (1997). Benign paroxysmal positioning vertigo. Classic descriptions, origins of the provocative positioning technique, and conceptual developments. *Neurology*, *48*, 1167–1177.
- Lee, H., Kim, B.K., Park, H.J., Koo, J.W., & Kim, J.S. (2009). Prodromal dizziness in vestibular neuritis: frequency and clinical implication. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, *80*, 355–6.
- Lee, S. C., et al. (2011). *Vestibular System Anatomy*. Retrieved from emedicine.medscape.com/article/883956-overview-aw2aab6c10. Accessed August 30, 2012.
- Legrand, A., Mazars, K. D., Lemoine, C., Nougier, V., & Olivier, I. (2016). Interference between oculomotor and postural tasks in 7-8-year-old children and adults. *Experimental Brain Research*, *234*(6), 1667–1677. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4565-0>.
- Levine, D., Richards, J., & Whittle, M.W. (2012). Whittle's gait analysis. *5 ed. China: Elsevier* p. 1-125.
- Li, J.C. (2009). Inner ear, Ménière disease, medical treatment. Available via dialog. <http://emedicine.medscape.com/article/856547-overview>. Accessed 2009;28.
- Lopez, C., Blanke O., & Mast, F.W. (2012). The human vestibular cortex revealed by coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis. *Neuroscience*, *14*(212), 159–79.
- Lorne, S. & Parnes, S.K. (2003). Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Synthèse*.
- MacDougall, H.G., Weber, K.P., McGarvie, L.A., Halmagyi, G.M., & Curthoys, I.S. (2009). The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*, *73*, 1134–41.
- Marchetti, G.F., Bellanca, J., Whitney, S.L., Lin, J.C., Musolino, M.C., Furman, G.R., & Redfern, M.S. (2013). The development of an accelerometer-based measure of human upright static anterior-posterior postural sway under various sensory conditions: Test-retest reliability, scoring and preliminary validity of the Balance Accelerometry Measure (BAM). *J Vestib Res*, *23*, 227–35.
- Massion, J. (1994). Postural control system. *Curr Opin Neurobiol*, *4*, 877-887.

- Matsuyama, K., Nakajima, K., Mori, F., Aoki, M., & Mori, S. (2004). Lumbar commissural interneurons with reticulospinal inputs in the cat: morphology and discharge patterns during fictive locomotion. *J Comp Neurol*, *474*, 546–61.
- Maurer, C., Mergner, T., Bolha, B., & Hlavacka, F. (2000). Vestibular, visual, and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neurosci Lett*, *281*, 99–102.
- Mccall, A.A. (2011). Compensation following bilateral vestibular damage. Retrieved from https://www.researchgate.net/figure/A-horizontal-section-through-the-vestibular-nucleus-complex-in-the-cat-showing-the_fig4_51971478.
- Meran, A., & Pfaltz, C.R. (1975). Der akute Vestibularisausfall. *Arch Oto-Rhino-Laryng*, *209*, 229–244.
- Mescher, A.L. (2010). The Eye and Ear: Special Sense Organs. In A.L. Mescher (Ed), *Junqueira's Basic Histology: Text ve Atlas, 12e*, Chapter 23. Retrieved August 23, 2012 from <http://www.accessmedicine.com.libproxy2.umdnj.edu/content.aspx?aID=6183263>.
- Michael, J., & Ruckenstein, S.D. (2015). Vestibular Physiology. In *Rapid Interpretation of Balance Function Tests* (pp. 1–15).
- Mitka, M. (2008). Practice parameter: simple maneuveris best therapy for common form of vertigo. *Journal of the American Medical Association*, *vol. 300, no. 2*, 157–158.
- Morasso, P.G., Baratto, L., Capra, R., & Spada, G. (1999). Internal models in the control of posture. *Neural Networks*. [http://doi.org/10.1016/S0893-6080\(99\)00058-1](http://doi.org/10.1016/S0893-6080(99)00058-1).
- Murray, M.P., Seireg, A.A., & Sepic, S.B. (1975). Normal postural stability and steadiness: quantitative assessment. *J Bone Joint Surg Am*, *57*, 510-516.
- Nakashima, T., & Ito, A. (1981). Effect of increased perilymphatic pressure on endocochlear potential. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, *90(3 Pt 1)*, 264–6.
- Nakashima, T., Naganawa, S., & Pyykko, I. (2009). Grading of endolymphatic hydrops using magnetic resonance imaging. *Acta Otolaryngol Suppl*, *560*, 5–8.
- Nashner, L., & McCoullum, G. (1985). The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci*, *8*, 135–172.

- Nunez, R.A., Cass, S.P., & Furman, J.M. (2000). Short- and long-term outcomes of canalith repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 122, 647- 52.
- Nylen, C.O. (1924). Some cases of ocular nystagmus due to certain positions of the head. *Acta Otolaryng (Stockh)*, 6, 106–137.
- O’Sullivan, M., Blake, C., Cunningham, C., Boyle, G., & Finucane, C. (2009). Correlation of accelerometry with clinical balance tests in older fallers and non-fallers. *Age Ageing.*, 38, 308–13.
- Oghalai, J.S., & Brownell, W.E. (2012). Anatomy ve Physiology of the Ear. *CURRENT Diagnosis ve Treatment in Otolaryngology—Head ve Neck Surgery*, 3e.,Chapter 44.
- Özaras, N., Yalçın, S., Yavuzer, G., & Gök, H. (2001). Yürüme analizi. 1 ed. *İstanbul: Avrupa Tıp Kitapçılık* p. 1-48.
- Paparella, M.M., & Sajjadi, H. (1987). Endolymphatic sac enhancement. Principles of diagnosis and treatment. *Am J Otol*, 8(4), 294–300.
- Pavlou, M., & Newham, D. (2013). The Principles of Balance Treatment and Rehabilitation. In *Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance* (pp. 2–18). <https://doi.org/10.1093/med/9780199608997.001.0001>
- Plishka, C.M. (2015). Balance Systems. In *A Clinician’s Guide to Balance and Dizziness: Evaluation and Treatment* (pp. 1–46). SLACK Incorporated.
- Pothula, V.B., Chew, F., Lesser, T.H., & Sharma, A.K. (2004). Falls and vestibular impairment. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 29, 179–82.
- Proctor, L., Perlman, H., Lindsay, J., & Matz, G. (1979). Acute vestibular paralysis in herpes zoster oticus. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 88, 303–310.
- Roetenberg, D., Luinge, H., & Slycke, P. (2013). Xsens MVN : Full 6DOF Human Motion Tracking Using Miniature Inertial Sensors. Technical report. Retrieved from http://en.souvr.com/product/pdf/MVN_white_paper.pdf.
- Ropper, A.H., & Samuels, M.A. (2009). Deafness, Dizziness, and Disorders of Equilibrium. In M. A. S. (Eds) In A.H. Ropper (Ed.). *Adams and Victor’s Principles of Neurology*, 9e.

- Ruttin, B. (1909). Zur Differentialdiagnose der Labyrinth- und Hörnervkrankungen. *Z Ohrenheilk*, 57, 327–331.
- Savundra, P. (1997). The Anatomy and Physiology of Vertigo and Balance. In Luxon, M.L. ve Davies, A.R (eds): Handbook of vestibular rehabilitation. *Whur Publishers Ltd London*. p. 1-17.
- Schessel, D.A., Minor, L.B., & Nedzelski, J.M. (1998). Ménière's disease and other peripheral vestibular disorders. In: *Cummings, editor. Otolaryngology head ve neck surgery. Vol. 4. St. Louis: Mosby.*
- Schniepp, R., Wuehr, M., Neuhaeuser, M., Kamenova, M., Dimitriadis, K., Klopstock, T., Strupp, M., Brandt, T., & Jahn, K. (2012). Locomotion speed determines gait variability in cerebellar ataxia and vestibular failure. *Mov Disord*, 27(1), 125–131.
- Schonfeld, U., Helling, K., & Clarke, A.H. (2010). Evidence of unilateral isolated utricular hypofunction. *Acta Otolaryngol*, 130(6), 702–707, 0001–6489; 1651–2251.
- Schuknecht, H.F. (1963). Meniere's disease: a correlation of symptomatology and pathology. *Laryngoscope*, 73, 651–65.
- Schuknecht, H.F. (1976). Pathophysiology of endolymphatic hydrops. *Arch Oto-Rhino-Laryng*, 212, 253–262.
- Schuknecht, H.F., & Kitamura, K. (1981). Vestibular neuritis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 90, Suppl, 78, 1–19.
- Sekitani, T., Imae, Y., Noguchi, T., & Inokuma T., (1993). Vestibular neuronitis: epidemiological survey by questionnaire in Japan. *Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl*, 503, 9-12.
- Shabih, H. Z., & Sinha, A. (2013). Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV). In *Vertigo A Clinical Guide* (pp. 81–89). Springer.
- Shin, B.S., Oh, S.Y., Kim, J.S., & et al. (2012). Cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials in acute vestibular neuritis. *Clin Neurophysiol*, 123, 369–75.
- Shu, L., Hua, T., Wang, Y., Li, Q., Feng, D., & Tao, X. (2009). In-shoe plantar pressure measurement and analysis system based on fabric pressure sensing array. *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed*, 14, 767–775.

- Straka, H., & Dieringer, N. (2004). Basic organization principles of the VOR: lessons from frogs. *Prog Neurobiol*, *73*, 259.
- Strupp, M., Arbusow, V., Maag, K.P., Gall, C., & Brandt, T. (1998). Vestibular exercises improve central vestibulospinal compensation after vestibular neuritis. *Neurology*, *51*, 838-844.
- Takeda, R., Tadano, S., Natorigawa, A., Todoh, M., & Yoshinari, S. (2009). Gait posture estimation by wearable acceleration and gyro sensor. *In IFMBE Proceedings*, *25*, 111–114. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-03889-1-30>.
- Tascioglu, A. B. (2005). Brief Review of Vestibular Anatomy and Its Higher Order Projections. *Neuroanatomy*.
- Thomas, K., & Harrison, M.S. (1971). Long-term follow up of 610 cases of Meniere's disease. *Proc R Soc Med*, *64*(8), 853–7.
- Thompson, T. L., & Amedee, R. (2009). Vertigo: a review of common peripheral and
- Timmer, F.C., Zhou, G., Guinan, J.J., Kujawa, S.G., Hermann, B.S., & Rauch, S.D. (2006). VEMP in patients with Meniere's disease with drop attacks. *Laryngoscope*, *116*(5), 776–779.
- Titterton, D.H., & Weston, J.L. (1997). Strapdown Inertial Navigation Technology, Peter Pregrinus Ltd.
- Uno, A., Moriwaki, K., Kato, T., Nagai, M., & Sakata, Y. (2001). Clinical features of benign paroxysmal positional vertigo. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho*, *104*, 9-16.
- Whittle, M.W. (2014). Gait analysis: an introduction, *Butterworth-Heinemann*.
- Winter, D.A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait ve posture*, *3*(4), 193-214.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: *A review of an emerging area of research*. *Gait and Posture*. [http://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00156-4](http://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00156-4).
- Yabe, T., de Waele, C., Serafin, M., Vibert, N., Arrang, J. M., Muhlethaler, M., & et al. (1993). Medial vestibular nucleus in the guinea-pig: histaminergic receptors. II. An in vivo study. *Exp. Brain Res*, *93*, 249–258.

- Yan, C., & Ming, Z. (2010). Measurement of In-Shoe Plantar Triaxial Stresses in High-Heeled Shoes. *In Proceeding of 2010 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics.*
- Yetişer, S., & Birkent, H. (2005). Vestibüler bozukluklar. *In: Lalwani AK Editör; Cingi C Çeviri editörü. Lange Current Otorinolaringoloji-Baş ve Boyun Cerrahisi Tanı ve Tedavi. 1st ed. Ankara, Güneş Kitabevi (p. 761-70).*
- Young, W.R., & Hollands, M.A.. (2010). Can telling older adults where to look reduce falls? Evidence for a causal link between inappropriate visual sampling and suboptimal stepping performance. *Experimental brain research, 204(1), 103–13.*
- Zhang, X.A., Ye, M., & Wang, C.T. (2010). Effect of unilateral load carriage on postures and gait symmetry in ground reaction force during walking. *Comput Methods Biomech Biomed Engin, 13, 339-44.*
- Zwergal, A. , Linn, J., Xiong, G., Brandt, T., Strupp, M., & Klaus Jahn, K. (2012). Aging of human supraspinal locomotor and postural control in fMRI. *Neurobiology of Aging, 33, 1073–1084.*

FORMLAR

EK 1: Bilgilendirilmiş Onam Formu

**Dinamik Vestibüler Sistem Algoritmasında
Periferik Vestibüler Patoloji Özelliklerinin Araştırılması
Bilgilendirilmiş Onam Formu**

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı '**Dinamik Vestibüler Sistem Algoritmasında Periferik Vestibüler Patoloji Özelliklerinin Araştırılması'dır**. Bu araştırmanın amacı, kliniğimizde geliştirilen dinamik vestibüler sistem algoritması ile elde edilen bulgular sonucunda farklı baş dönmesi şikayetlerinde tanı ve değerlendirmeyi kolaylaştırıcı parametrelerin tespit edilmesidir.

Çalışma, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü bünyesinde sürdürülecektir ve kurum olarak bu çalışmaları sürdürebilmek için gerekli personel ve cihaz altyapısı mevcuttur.

Uygulanacak İşlemler:

Yapılacak işlemler, herhangi bir tıbbi müdahale içermemektedir.

Bu çalışma kapsamında adaylara yapılacak ölçümler herhangi bir zarar verici etki içermemektedir.

Katılımcılara işitme testi yapılarak, katılımcıların işitme eşikleri belirlenecektir. İmmitansmetrik değerlendirme için orta kulak basıncını ve geçirgenliğini ölçen timpanometri testi yapılacaktır.

Baş dönmesi şikayetleriniz doğrultusunda gerekli vestibüler testler uygulanacaktır. Ayrıca giyilebilir sensörler yardımıyla yürüyüşünüz sırasında dinamik vestibüler sistem algoritması ile dinamik denge ölçülecektir.

Ölçüm sonuçları ve kişisel bilgiler hiçbir ortamda paylaşılmayacak, ancak ve ancak siz istediğiniz takdirde tarafınıza verilecektir.

Araştırmada, herhangi bir tedavi prosedürü uygulanmayacaktır.

Yapılacak işlemlerde; katılımcılardan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Size de herhangi bir ücret verilmeyecektir. Bağlı bulunduğunuz Sosyal Güvenlik Kurumu'ndan (SGK) herhangi bir ücret alınmayacaktır.

Riskler:

Kişinin sağlık bütünlüğünü etkileyecek bir uygulama ve risk bulunmamaktadır.

Elde edilen tüm veriler, gizlilik ilkesine bağlı kalınarak saklanacaktır. Elde edilecek veriler kamuoyuna açıklanmayacaktır. Çalışmada kullanılacak verilerde, kişilerin isimleri gizli tutulacaktır.

Araştırmayla veya araştırma yöntemiyle ilgili bir değişiklik olduğunda, bu durum katılımcılara veya yasal temsilcilerine zamanında iletilecek ve bu kişiler bilgilendirilecektir.

Gönüllülere, alternatif tedavi metotları uygulanmayacaktır.

Söz konusu araştırmaya; hiçbir zorlama yapılmadan, tamamen kendi arzumu ile katılabileceğim, yine arzu ettiğim zaman çalışma grubundan çıkabileceğim, katıldığım takdirde, benden ve kurumdan ücret talep edilmeyeceği, kişisel bilgilerimin hiçbir ortamda paylaşılmayacağı, yapılan bu testlerin hiçbir zararlı etki yaratmayacağı bana açık bir şekilde anlatıldığından ve bu çalışma grubuna katılmakta sakınca görmediğimden kabul ediyorum.

Bilgilendirilmiş Onam Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı geçen uzman tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılacağımı biliyorum.

Katılımcı Adı Soyadı:

Açıklamaları Yapan

Adı Soyadı: Melda KAYA

Tarih:

Tarih:

Tel:

Tel:

İmza:

İmza:

EK 2: Dinamik Vestibüler Sistem Algoritmasında Periferik Vestibüler Patoloji Özelliklerinin Araştırılması Anamnez Formu

GRUP	
-------------	--

DİNAMİK VESTİBÜLER SİSTEM ALGORİTMASINDA PERİFERİK VESTİBÜLER PATOLOJİ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI ANAMNEZ FORMU

Demografik bilgi:

Tarih:/...../...	Ad Soyad:		D.tarihi/yaş:	
Eğitim seviyesi		Meslek:		Telefon:	
Boy:		Kilo:		Ayak numarası:	

Anamnez:

Ne zamandır?	
Hangi sıklıkta?	
Ne kadar sürüyor?	
Baş dönmesi için başvurduğunuz bölümler?	
Kronik hastalık/lar	
Düzenli kullanılan ilaçlar	
<i>Baş dönmesi için kullanılan ilaç/lar</i>	
<i>Varsa ileri tetkik sonuçları?</i>	

<i>Etraf dönüyor</i>		<i>Sersemlik</i>		<i>Pozisyona bağlı</i>	
<i>Taşikardi</i>		<i>Göz kararması</i>		<i>Terleme</i>	
<i>Bulantı</i>		<i>Kusma</i>		<i>Dolgunluk</i>	
<i>Tinnitus</i>		<i>İşitme kaybı</i>		<i>Tolerans (ışık)</i>	
<i>Tolerans(ses)</i>		<i>Tolerans(koku)</i>		<i>Yol tutması</i>	
<i>Migren/başağrısı</i>		<i>Bayılma</i>		<i>Düşme</i>	
<i>Hipertansiyon</i>		<i>Hipotansiyon</i>		<i>Bel fıtığı</i>	
<i>Boyun düzleşmesi</i>		<i>Diyabet</i>		<i>VB yetmezlik</i>	
<i>Yakında ÜSYE</i>		<i>Stres</i>		<i>Çift görme</i>	
<i>Astigmat</i>		<i>Hipermetropi</i>		<i>Miyopi</i>	
<i>AMD (mklr dej)</i>		<i>Retinopati</i>		<i>Alt ekstremite problem</i>	
<i>Protez</i>		<i>Kronik hast.</i>		<i>Sp.Nistagmus</i>	

YAPILAN TEST BULGULARI

TİMPANOMETRİK BULGULAR	SAĞ	
	SOL	

ODYOLOJİK BULGULAR	SAĞ	N	P
	SOL	N	P

VNG	Sakkad	N	P
	Pursuit	N	P
	Gaze	N	P
	Optokinetik	N	P
	Spontan nistagmus	N	P

Kalorik test	Asimetri		
	UL zayıflık		

	Durum			Strateji		Ağırlık merkezi
				Ayak	Kalça	
Postürografi	Durum1	N	P			
	Durum2	N	P			
	Durum3	N	P			
	Durum4	N	P			
	Durum5	N	P			
	Durum6	N	P			
	SOM	N	P			
	VIS	N	P			
	VEST	N	P			
	PREF	N	P			
DİNAMİK POSTUROGRAFİDE KULLANILAN TABANLIK			EK GÖZLEMLER			

ETİK KURUL KARARI

İÜC Tarih ve Sayı: 04/07/2018-20817



T.C.
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı :83045809-604.01.02-
Konu :Yüksek Lisan Öğrencisi
Ody.Melda KAYA'nın etik kurul
kararı H-01

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi :11.06.2018 tarihli, 6703 sayılı yazı

Anabilim Dalımız öğretim üyesi **Doç.Dr.Zehra POLAT**'ın danışmanlığında **Yüksek Lisan Öğrencisi Ody.Melda KAYA**'nın yürütücülüğünde "**Dinamik Vestibüler Sistem Algoritmasının Periferik Vestibüler Patoloji Özelliklerinin Araştırılması**" başlıklı Yüksek Lisans Tez çalışmasında "**Danışmanın iş yoğunluğu ve önerilen danışmanın branşının öğrenciye yakınlığı nedeniyle yeni danışmanın Dr.Öğr.Üyesi Eyyüp KARA'nın olması**" hakkında ilgi yazınız ve ekleri **03 Temmuz 2018** tarihinde toplanan Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulca müzakere edilmiş olup; etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica olunur.

e-İmzalı
Prof. Dr. Özgür KASAPÇOPUR
Başkan

e-İmzalı
Prof. Dr. Gökhan İPEK
Bölüm Başkanı

Doğrulamak İçin:<http://dogrulama.istanbulc.edu.tr/en/vislon.sorgula/belgedogrulama.aspx?V=BEKVCUEB0>

Ayrıntılı bilgi için irtibat : Güler SOYDANER Dahili : 22300

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Cerrahpaşa Tıp Fakültesi 34303 Cerrahpaşa/ İSTANBUL

Tel : 0 (212) 414 30 00 Faks : 0 (212) 632 00 33

e-posta : ctfpersonel@istanbul.edu.tr Elektronik Ağ : www.istanbulc.edu.tr



İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

DİNAMİK VESTİBÜLER SİSTEM ALGORİTMASINDA PERİFERİK VESTİBÜLER PATOLOJİ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ORIJINALLIK RAPORU

%5 BENZERLİK ENDEKSİ	%2 İNTERNET KAYNAKLARI	%1 YAYINLAR	%5 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	%2
2	dspace.trakya.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
3	wcssr.org İnternet Kaynağı	<%1
4	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	<%1
5	www.totmdergisi.org İnternet Kaynağı	<%1
6	Submitted to Baskent University Öğrenci Ödevi	<%1
7	angora.baskent.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Melda	Soyadı	Kaya
Doğ.Yeri	Konak	Doğ.Tar.	26.10.1993
Uyruğu	T.C.	TC Kim No	16214378316
Email	meldakaya_@hotmail.com	Tel	05314515265

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	İstanbul Üniversitesi	2015
Lise	Suphi Koyuncuoğlu Anadolu Lisesi	2011

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Odyolog	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi	2015-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	İyi	İyi	İyi		

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı			
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi

Yayınlari/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):