

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

PEDİATRİK POPÜLASYONDA KOKLEAR İMPLANT CERRAHİSİNİN UZUN  
DÖNEM VESTİBÜLER SİSTEME ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DR. ATA ALPEREN ERŞAHAN

KULAK BURUN BOĞAZ VE BAŞ BOYUN CERRAHİSİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ

2021

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

PEDİATRİK POPÜLASYONDA KOKLEAR İMPLANT CERRAHİSİNİN UZUN  
DÖNEM VESTİBÜLER SİSTEME ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DR. ATA ALPEREN ERŞAHAN

KULAK BURUN BOĞAZ VE BAŞ BOYUN CERRAHİSİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ HASAN MERVAN DEĞER

ETİK KURUL ONAYI: KÜ GOKAEK-2021/16.05

2021

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
1. TEŞEKKÜR	v
2. KISALTMALAR	vi
3. ÇİZELGELER	viii
4. ÇİZİMLER	ix
5. GİRİŞ VE AMAÇ	1
6. GENEL BİLGİLER	2
6.1. Kulak Embriyolojisi	2
6.1.1. İç Kulak Gelişimi	2
6.1.2. Orta Kulağın Gelişimi	2
6.1.3. Dış Kulağın Gelişimi	3
6.2. Kulak Anatomisi	3
6.2.1. Dış Kulak	3
6.2.2. Orta Kulak	4
6.2.3. İç Kulak	6
6.3. İşitme Fizyolojisi	9
6.4. Vestibüler Sistemin Fizyolojisi	10
6.4.1. Vestibüler Refleksler	11
6.5. İşitme Kayıpları	13
6.5.1. Dil Gelişimine Göre İşitme Kayıpları	13
6.5.2. İletim Tipi İşitme Kaybı	13
6.5.3. Sensörinöral İşitme Kaybı (SNİK)	14
6.5.4. Mikst Tip İşitme Kaybı	15
6.5.5. Santral Tip İşitme Kaybı	15
6.5.6. Fonksiyonel (Organik Olmayan ya da Psikojenik) Tip İşitme Kaybı	15
6.5.7. İşitme Kaybının Derecesi	15
6.5.8. İşitme Kaybı Tedavisi	16
6.6. Koklear İmplant	16
6.6.1. Cerrahi Teknik	18

	<b>Sayfa</b>
6.7. Vestibüler Sistem Patolojileri ve Vertigo	19
6.8. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi	25
6.8.1. Yatak Başı Testleri	25
6.8.2. Laboratuvar Testleri	28
6.9. Video Head Impulse Test	29
7. GEREÇ VE YÖNTEM	31
7.1. Video Head Impulse Test (VHIT)	34
7.2. Saf Ses Odyometrisi	36
7.3. Vestibülospinal Refleksin Değerlendirilmesi	36
7.4. İstatistiksel Analiz	37
8. BULGULAR	38
9. TARTIŞMA	44
10. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
11. ÖZET	52
12. İNGİLİZCE ÖZET	54
13. EKLER	
EK-1: Çalışma Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu	56
EK-2: Kontrol Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu	58
EK-3: Çalışma Grubu Çocuk Rıza Formu	60
EK-4: Kontrol Grubu Çocuk Rıza Formu	61
EK-5: Olgu Rapor Formu	62
14. KAYNAKLAR	63

## 1. TEŞEKKÜR

Kulak Burun Boğaz uzmanlık eğitimim boyunca çok kıymetli bilgi ve deneyimlerini bizlere cömertçe sunan, dokuya saygılı, titiz çalışmanın inceliklerini öğrendiğim, üzerimde büyük emekleri bulunan, mesleki duruşu ve karakteriyle bana her zaman örnek olmuş değerli hocam Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Murat Öztürk'e

Asistanlığımın son 3 yılında kendisi ile çalışabilme şansına eriştiğim, her fırsatta bizlerle paylaştığı mesleki tecrübeleri, örnek hasta yaklaşımı ve bizlere yılmadan, bıkmadan aktarmaya çalıştığı cerrahi becerisi ile gelişimimde katkısı çok büyük olan, her durumda tüm samimiyetiyle yanımızda olduğunu bildiğimiz, tez çalışmam süresinde de yardımlarını esirgemeyen danışman hocam, abim Dr. Öğr. Üyesi Hasan Mervan Değer'e

Uzmanlık eğitimimde katkıları büyük olan çok değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Fatih Mutlu'ya, Dr. Öğr. Üyesi Atılay Yaylacı'ya, Doç. Dr. Seher Şirin'e

Tez konumun belirlenmesinden, yazım aşamasına kadar emeği tartışılmayacak kadar çok olan gerektiğinde birlikte hafta sonu hastaneye geldiğimiz, mesai bittikten sonra oturup birlikte çalıştığımız değerli Uzm. Ody. Merve Durgut'a

Belirli dönemlerde asistan olarak çalışma onuruna eriştiğim, her zaman deneyimlerinden istifade ettiğim şu an uzman olarak çeşitli yerlerde hizmetlerine devam eden değerli çalışma arkadaşlarıma ve tıpta uzmanlık sürecimin her gününü birlikte geçirdiğimiz, yükü beraber omuzladığımız kıymetli asistan arkadaşlarıma,

Beni yetiştirip bugünlere gelmemi sağlayan her zaman arkamda olan çok kıymetli aileme,

Ve hayatımın her anında yanımda olan, varlığına hep şükrettiğim, desteği ile her zorluğun üstesinden kolayca geldiğim, hayat arkadaşım, biricik eşim Sema Hacıoğlu Erşahan'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## 2. KISALTMALAR

**AB:** Advanced Bionics

**Ark.:** Arkadaşları

**BOS:** Beyin Omurilik Sıvısı

**BPPV:** Benign Pozisyonel Paroksizmal Vertigo

**BT:** Bilgisayarlı Tomografi

**Cm:** Santimetre

**CMV:** Sitomegalovirüs

**c-VEMP:** Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel

**Db:** Desibel

**DHI:** Dizziness Handicap Inventory

**DKY:** Dış Kulak Yolu

**DSÖ:** Dünya Sağlık Örgütü

**ENG:** Elektronistagmografi

**GJB2:** Gap Junction Beta 2

**GOKAEK:** Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

**Hz:** Hertz

**Kİ:** Koklear İmplant

**Kİ-A:** Koklear İmplant Açık

**Kİ-K:** Koklear İmplant Kapalı

**KBB:** Kulak Burun Boğaz

**LARP:** Left Anterior Right Posterior

**LSSK:** Lateral Semisirküler Kanal

**Maks:** Maksimum

**Med:** Median

**MERRF:** Myoclonic Epilepsy with Ragged Red Fibers

**MELAS:** Mitokondriyal miyopati, Ensefalopati, Laktik Asidoz, Stroke

**Min:** Minimum

**MR:** Manyetik Rezonans

**o-VEMP:** Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel

**RALP:** Right Anterior Left Posterior

**Sn:** Saniye

**SNİK:** Sensörinöral İşitme Kaybı

**SS:** Standart Sapma

**SSK:** Semisirküler Kanal

**SSS:** Santral Sinir Sistemi

**TİA:** Transient İskemik Atak

**TM:** Timpanik Membran

**Vb:** Ve benzeri

**VHIT:** Video Head Impulse Test

**VNG:** Videonistagmografi

**VOR:** Vestibülooküler Refleks



### 3. ÇİZELGELER

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 1:</b> Vertigoya sebep olabilecek sistemik hastalıklar	20
<b>Çizelge 2:</b> Periferik vertigo sebepleri	21
<b>Çizelge 3:</b> Vertigoya sebep olabilecek psikiyatrik hastalıklar	22
<b>Çizelge 4:</b> Santral vertigo sebepleri	22
<b>Çizelge 5:</b> Santral ve periferik vertigo ayırımı	23
<b>Çizelge 6:</b> Semptom süresine göre periferik tipte vertigoların değerlendirilmesi	24
<b>Çizelge 7:</b> Periferik ve santral nistagmus arasındaki farklar	26
<b>Çizelge 8:</b> Çalışma grubu tanımlayıcı verileri	39
<b>Çizelge 9:</b> Çalışma grubu Kİ-A, Kİ-K ve kontrol grubu SSK VOR kazançlarının ortalamaları ve standart sapmaları	40
<b>Çizelge 10:</b> Çalışma grubu Kİ-A SSK VOR kazançları ile kontrol grubu SSK VOR kazançlarının karşılaştırması	40
<b>Çizelge 11:</b> Çalışma grubu, Kİ-A ve Kİ-K VOR kazançlarının karşılaştırması	41
<b>Çizelge 12:</b> Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) tarafı ile kontrol grubunun VOR kazançlarının karşılaştırılması	42
<b>Çizelge 13:</b> Bilateral koklear implant kullanıcıları ile kontrol grubunun VOR kazançlarının karşılaştırılması	42
<b>Çizelge 14:</b> Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) tarafı ile bilateral koklear implant kullanıcılarının (Kİ-A) VOR kazançlarının karşılaştırılması	43
<b>Çizelge 15:</b> Çalışma grubu VHIT VOR kazançları ile koklear implant verilerinin korelasyonu	43



#### 4. ÇİZİMLER

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizim 1:</b> Kemik labirent	8
<b>Çizim 2:</b> Zar labirent	8
<b>Çizim 3:</b> Sağ lateral semisirküler kanal uyarımı sırasında oluşan VOR	12
<b>Çizim 4:</b> Koklear implant genel görünüm	18
<b>Çizim 5:</b> Kocaeli Üniversitesi Vestibüler Laboratuvarında VHIT uygulanan çalışma grubundan bir hasta	35
<b>Çizim 6:</b> Kontrol grubundan bir hastanın lateral semisirküler kanal VHIT sonuçları	35
<b>Çizim 7:</b> Kontrol grubundan bir hastanın RALP VHIT sonuçları	36
<b>Çizim 8:</b> Kontrol grubundan bir hastanın LARP VHIT sonuçları	36

## 5. GİRİŞ VE AMAÇ

Koklear implant, işitme rehabilitasyonunda uzun zamandır kullanılan güvenli bir yöntemdir. Buna rağmen özellikle erken dönemde kokleadaki elektrotun vestibüler reseptörleri uyarması ve cerrahi işleme bağlı iç kulakta oluşan bir takım değişiklikler sebebiyle objektif ve subjektif vestibüler semptomlar oluşabilmektedir.<sup>1</sup> Koklear implant takılmış hastaların yapılmış postmortem temporal kemik diseksiyonlarında sakküler membran distorsiyonu, vestibüler içeriğin fibrozise bağlı yer değiştirmesi, ossifikasyonlar ve kalsifikasyonlar izlenmiştir.<sup>2</sup> Bu gibi durumlar hastalarda ameliyat sonrası gelişen vestibüler semptomlardan sorumlu tutulmuştur.

VHIT (Video Head Impulse Test); tüm semisirküler kanalların değerlendirilmesine olanak sağlayan, hızlı, noninvaziv ve yaygın kullanılan bir testtir. Koklear implantlı hastaların da gerek ameliyat öncesi gerek ameliyat sonrası değerlendirmelerinde sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>3</sup> Koklear implantasyon sonrası erken dönem vestibüler disfonksiyonu gösteren çok sayıda çalışma olmasına rağmen literatürde koklear implantın geç dönem vestibüler sistemde oluşturduğu etkileri gösteren çalışma sayısı azdır.<sup>1</sup>

Bilateral koklear implant kullanıcısı grupta da vestibüler sistem üzerine yeterli veri bulunmamaktadır.

İmplant açık ve implant kapalı durumda yapılmış vestibüler değerlendirmelerde hastaların VOR (Vestibülooküler Refleks) kazançlarında implant açık durumun lehine bir artış izlenen yayınlar mevcuttur. Bu durum vestibüler reseptörlerin elektriksel stimülasyon ile uyarılabileceğini göstermektedir.<sup>4</sup>

Bu çalışmanın amacı 2012-2020 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde koklear implant cerrahisi uygulanmış ve cerrahi üzerinden en az 1 yıl geçmiş pediatrik hastaların VOR kazançlarını ölçerek vestibüler sistem değerlendirmesini yapmak ve elde edilen verileri vestibüler semptomu olmayan, aynı yaş grubunda kontrol grubundaki bireylerle karşılaştırmaktır. Vestibülooküler refleks değerlendirmesi için VHIT kullanılmıştır. Ayrıca unilateral ve bilateral implant kullanıcılarının VOR kazançları üzerindeki farklılıkları ve koklear implant açık ve kapalı konumda iken hastaların VOR kazançları arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi de amaçlanmıştır.

## **6. GENEL BİLGİLER**

### **6.1. Kulak Embriyolojisi**

Kulak; dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere 3 anatomik bölümden oluşmaktadır. Embriyolojik olarak orta kulak ve dış kulak, brankial cep ve yarıklardan gelişirken; iç kulak, miyelensefalonun her iki yanındaki dış ektodermden gelişmektedir.

#### **6.1.1. İç Kulak Gelişimi**

İç kulak, kulağın diğer bölümlerinden daha önce gelişmeye başlar. 4. gestasyon haftasının başında mezensefalonun her iki yanında yüzey ektoderminin kalınlaşması sonucu otik plak oluşur. Her iki otik plak yüzey ektoderminden içe doğru kıvrım yapar ve altındaki mezenşimin derinlerine ilerler. Bu şekilde otik çukur oluşur. Otik çukurun kenarları birleşir ve membranöz labirentin öncüsü otik kese meydana gelir. Otik kese yüzey ektodermi ile bağlantısını kaybeder ve 2 ana bölüme ayrılır. Bunlar; utrikulusu, semisirküler kanalları ve endolenfatik kanalı oluşturan arka tübüler bölüm, sakkulusu ve koklear kanalı oluşturan ön sakküler bölümdür. Membranöz labirentin utriküler bölümünden disk benzeri bir divertikül oluşur. Bu divertiküllerin orta bölümleri birleşir ve kaybolur. Divertiküllerin birleşmeyen periferik bölümleri semisirküler kanalları oluşturur. Ön sakküler bölümden gelişen tübüler divertikül ise membranöz kokleayı oluşturmak üzere kıvrılır. Koklea sakkül ile birleşir ve duktus reuniens oluşur. Korti organı, koklear kanal duvarındaki hücrelerden farklılaşarak oluşur. 8. kranial sinirin ganglion hücreleri membranöz koklea boyunca göç ederek spiral ganglionu meydana getirirler. Otik kesenin uyarıcı etkileri ile otik kese etrafındaki mezenşim yoğunlaşarak kartilaj otik kapsüle dönüşür. Membranöz labirent genişledikçe kartilaj otik kapsülde oluşan vakuoller birleşerek skala timpani ve skala media adı verilen iki bölümde perilenfatik aralığı oluştururlar. Kemik labirent ilerleyen haftalarda kartilaj otik kapsülün kemikleşmesi ile oluşur. 20-22. gestasyonel haftada iç kulak erişkin dönemdeki boyut ve şekline kavuşur.<sup>5</sup>

#### **6.1.2. Orta Kulağın Gelişimi**

Birinci faringeal arkus kıkırdağının dorsal ucu (Meckel kıkırdağı) orta kulak gelişimi ile yakın ilişkidedir. Kıkırdağın proksimal bölümünden gelişimin erken döneminde malleus ve inkus oluşur. Kıkırdağın perikondriumu ise anterior malleolar ligamanı meydana getirir. Birinci faringeal arkus mezenşiminden tensor timpani kası gelişir. 2. faringeal arkus

kıkırdağının (Reichert kıkırdağı) arka ucunun yakınında oluşan bağımsız bir kıkırdak ise kemikleşerek stapesi meydana getirir. Stapes kası da 2. faringeal arkustan meydana gelir.<sup>6</sup> Embriyolojik gelişimin 3. haftalarında, birinci faringeal cepten, tubotimpanik reses oluşur. Tubotimpanik resesin proksimal bölümü östaki tüpünü ve timpanik kaviteyi oluşturur.<sup>7</sup> Faringeal yarık ve cep epitellerinin birbirlerine yaklaştıkları bölgelerde faringeal membranlar oluşur. Bu membranlardan sadece birinci faringeal resesin distal parçası ve birinci faringeal yarık arasında oluşan birinci faringeal membran erişkin yapıların oluşumuna katılır. Bu membran arasındaki mezenşim ile birlikte timpanik membranı oluşturan yapılardandır. Timpanik membran 3 kaynaktan gelişir. Bunlar birinci faringeal yarığın ektodermi, birinci faringeal cepten gelişen tubotimpanik reses endodermi ve 1. ve 2. faringeal arkusun mezenşimidir. Geç fetal evrede timpanik boşluk genişler ve mastoid antrum oluşur. Mastoid hücreler yenidoğanlarda bulunmamasına rağmen mastoid antrum yenidoğanda hemen hemen erişkin boyutundadır. Orta kulak puberte boyunca gelişimini sürdürür.<sup>6</sup>

### **6.1.3. Dış Kulağın Gelişimi**

Dış kulak yolu birinci faringeal arkusun ektoderminden meydana gelir ve erişkin boyutuna 9 yaşında ulaşır. Kulak kepçesi 1. ve 2. faringeal arkusta yerleşmiş 6 mezenşim kabarıntısı olarak ortaya çıkar. En son gelişen parçası kulak memesidir. Çene büyüdükçe kulak kepçeleri normal anatomik yerlerine doğru çıkarlar.<sup>5</sup>

## **6.2. Kulak Anatomisi**

Denge ve işitmeyle ilişkili olan, organum vestibulocochleare olarak da adlandırılan kulak, auris externa (dış kulak), auris media (orta kulak) ve auris interna (iç kulak) olacak şekilde 3 ana kısımda incelenir.<sup>8</sup>

### **6.2.1. Dış Kulak**

Dış kulağı oluşturan iki parça kulak kepçesi (aurikula) ve dış kulak yoludur.

**Aurikula:** Aurikula, üzeri deri ve perikondriumla sarılmış fibroelastik kıkırdaktan oluşur. Lateral yüzde en dışta seyreden kıvrım heliks adını alır ve bu kıvrım inferiorda kıkırdak içermeyen lobülde sonlanır. Antiheliks, heliksin önünde yer alan ikinci kıvrımdır. Antiheliksin önündeki konkav yapıdaki bölge kavum konka olarak isimlendirilir. Bu kıkırdak dış kulak yolunun (DKY) kıkırdak kısmına doğru uzanır. Bu kıkırdak süperiorda tam bütünlükte değildir. Bu bölge incisura terminalis olarak adlandırılır. Kavum konkanın

üstünde simba konka yer alır. İncisura terminalisin inferiorunda tragus, tragusun inferiorunda da antitragus denen kartilaj çıkıntılar bulunur. Aurikula fibröz lifler, kaslar ve ligamanlar ile temporal kemiğe sıkı şekilde tutunmuştur. Aurikulanın duyuşal inervasyonu V., VII. ve X. kranial sinirler ve 3. servikal sinir tarafından sağlanır. Kanlanması eksternal karotis sistemden olmaktadır.<sup>9</sup>

**Dış Kulak Yolu:** Dış kulak yolu konkal kartilajdan timpanik membrana kadar uzanır. Uzunluğu posterosüperiorıda 25 mm anteroinferiorıda ise 30 mm'dir. Kanal mediale gittikçe anteroinferiorı doğru hafif "S" şeklinde seyretmektedir. Lateral 1/3 kısmı kıkırdak, medial 2/3 kısmı ise kemikten oluşur. Kıkırdak kısmın üstünü örten deri kemik kısma göre kalındır ve serumeni salgılayan seruminöz, pilosebase glandlar ve kıl köklerini içerir.

Arka duvar mastoid hücreler ve fasiyal kanalın inen kısmı ile yakın ilişki halindedir. Anterior duvar fossa glenoidalenin arka sınırını oluşturur. DKY'nin kemik kısmı orta bölümde bir isthmus oluşturur. DKY'nin kanlanması internal maksiller arterin derin aurikuler arter dalı ile olur. DKY'nin duyuşu aurikulotemporal sinir (V<sub>3</sub>), N. Vagus'un auriküler dalı (X) ve N. Facialis (VII) aracılığı ile alınır.<sup>9</sup>

### 6.2.2. Orta Kulak

Orta kulak boşluğu lateralde timpanik membran, medialde promontoryum, süperiorıda tegmen timpani, inferiorıda juguler bulbus, anteriorıda tuba östaki ve internal karotid arter, posteriorıda ise aditus ad antrum ve mastoid havalı hücreler arasında kalan boşluktur. Süperiorıda ve inferiorıda timpanik membrana (TM) teğet çizilen hayali çizgiler ile üç boşluğa ayrılır. Epitimpanum (attik), tegmen timpani ile TM süperiorundaki çizgi arasında kalan kısımdır. İki hat arasında kalan kısım mezotimpanum, inferiorıdaki hattın alt kısmı ise hipotimpanum olarak isimlendirilir.

Orta kulakta stapes kası ve tensor timpani olmak üzere 2 kas bulunur. Stapes kası mastoid kemik içine uzanan fallop kanalına komşu bir kanalda ilerleyerek orta kulak boşluğunun posteriorunda bulunan piramidal eminesten orta kulağa giriş yapar. Bu seviyede kasın tendonu başlar ve stapese tutunur. Fasiyal sinir tarafından innerve edilir ve stapes tabanının ön kenarını laterale, arka kenarını mediale çeker. Böylece akustik uyarının oluşturduğu hareketin şiddetini azaltır. Tensor timpani kası orta kulağın ön-üst bölümünde kendine ait tam olmayan kemik kanal içinde seyreder. Kokleiform proçesten orta kulağa girer ve dik açılı laterale yönelerek malleus boynuna tutunur. Kas trigeminal sinirin medial pterigoid kasa giden dalı tarafından innerve edilir. Manibrium malleiyi mediale

doğru çekerek TM'nin ve kemikçik zincirin kompliyansını azaltır.<sup>10</sup>

Orta kulak medial duvarında promontoryumla birlikte yuvarlak ve oval pencere bulunmaktadır. Oval pencereye stapes tabanı oturur. Yuvarlak pencere ince bir membran ile kokleadan ayrılmıştır. Pencerenin lateral kısmında yuvarlak pencere nişi olarak adlandırılan bir kemik çıkıntı bulunur. Oval pencerenin nişinden posteriora doğru uzanan çıkıntı pontikulus, yuvarlak pencere nişinden uzanan çıkıntı ise subikulum olarak isimlendirilir. Subikulum ve pontikulus arasında lateralden fallop kanalı ile sınırlanan alan sinüs timpani, yine posteriora fallopian kanalın lateralinde, dış kulak yolu arka duvarı medialinde kalan alan ise fasiyal reses olarak isimlendirilir. Promontoryum üzerinde IX. kraniyal sinirin timpanik dalı (Jacobson siniri) izlenir.

**Timpanik Membran:** Orta kulağı dış kulak yolundan ayıran, oval biçimde çok katlı yapıdır. Vertikal uzunluğu 9-10 mm, horizontal uzunluğu 8-9 mm'dir. 0,1 mm kalınlığındadır. Zar, timpanik kemiğin anulusuna yerleşmiş fibröz bir anulusa tutunur ve manibrium malleiye yapışiktır. Timpanik membran anterior ve posterior malleoler ligamanlar ile süperiora pars fleksida, inferiora pars tensa bölümlerine ayrılır. Pars tensa dış yüzde skuamöz, ortada fibröz, iç yüzde mukozal tabakalardan oluşmuştur. Pars fleksida ise pars tensaya göre daha kalın olmasına rağmen fibröz tabaka bulundurmaz. Ayrıca fibröz anulus da bulundurmaz.

**Kemikçikler:** Malleus; manibrium, baş, boyun, anterior ve lateral çıkıntılardan oluşur. Zar ile temas halindeki tek kemikçiktir. Malleus boynu, attik bölgeyi büyük ölçüde doldurur ve kompleks bir ligaman sistemi ile desteklenir. Korda timpani malleus gövdesinin iç yüzünü çaprazlayarak geçer.<sup>11</sup> İnkus; gövde, uzun ve kısa koldan oluşmaktadır. Gövdesi malleus ile eklem yapar. Kısa kolu epitimpanik resesin posterioruna doğru uzanır ve mastoidektomi sırasında önemli bir mihenk taşıdır. Uzun kolu posteriora manibrium malleiye paralel seyrederek lentiküler proçesi vasıtasıyla stapes başı ile eklem yapar. Stapes vücuttaki en küçük kemiktir. Oval pencere üzerine oturmuştur. Baş, boyun, iki bacağı ve tabanı mevcuttur. Baş, boyun ve bacaklar tabana tutunan, suprastriktür olarak adlandırılan bir ark meydana getirirler.

**Mastoid:** Temporal kemiğin dışta kemik korteks ile çevrili içte havalı hücrelerden oluşan parçasıdır. Mastoid hücrelerin en büyük olanı antrum mastoideum olarak isimlendirilir. Orta kulak boşluğu aditus yoluyla antruma açılır. MacEwen üçgeni antrumun mastoid kortekste yer alan izdüşümüne denk gelir. Antrumun medial duvarında

lateral semisirküler kanalın yapmış olduğu kemik kabarıntı görünür. Lateral semisirküler kanalın anteriorunda dış kulak yolu, arka duvarı posteromedialinde fasiyal sinirin mastoid segmenti kemik kanalı içerisinde seyretmektedir. Mastoid kemik süperiorda tegmen mastoidei ile orta kafa tabanından ayrılır.<sup>9</sup>

### 6.2.3. İç kulak

Temporal kemiğin petröz parçası içinde bulunan, labirent olarak da adlandırılan denge ve işitme duyuları ile ilgili özelleşmiş yapıları barındıran kısımdır. Kemik labirent ve membranöz labirent şeklinde 2 kısımdan oluşur. Zar labirent kemik labirentin içerisinde bulunur. Şekil olarak kemik labirente uymakla birlikte ondan daha küçüktür. Labirent %90 oranında anterior inferior serebellar arterin dalı olan nadiren de direkt baziller arterden çıkan, anastomozu bulunmayan bir uç dal olan labirintin arter ile kanlanır.<sup>12</sup>

**Kemik labirent:** Koklea, semisirküler kanallar (SSK) ve vestibulum olmak üzere 3 kısımdan oluşur.

Vestibulum kemik labirentin orta bölümüdür. Posteriorda semisirküler kanallar, anteriorda koklea ile bağlantılıdır. İçerisinde zar labirentin parçaları olan utrikulus ve sakkülü ihtiva eder. Orta kulak medial duvarına doğru fenestra vestibuli ve fenestra koklea olarak isimlendirilmiş açıklıkları vardır. Posterior semisirküler kanal hariç diğer semisirküler kanalların ampullaları vestibulumun üst duvarına açılır. Kokleada bulunan skala vestibulinin girişi vestibulum ön duvarındadır. Arka duvarına ise posterior semisirküler kanalın ampullası açılır.

Semisirküler kanallar anterior, posterior ve lateral olmak üzere 3 tanedir. Semisirküler kanalların hepsi yaklaşık 2/3 daire şeklindedir ve bir uçları daha şişkindir. Bu kısım ampulla olarak adlandırılır. Anterior ve posterior kanalların düz uçları birleşerek common krusu meydana getirirler. Aynı tarafta yer alan 3 semisirküler kanalın düzlemleri birbirine dik konumdadır. Lateral semisirküler kanal horizontal düzlem ile 30° açı yapacak şekilde yerleşmiştir. Baş 30° fleksiyon yaptığında kanal horizontal düzleme paralel hale gelir. Baş 60° ekstansiyon yaptığında ise vertikal düzleme paralel hale gelir. Anterior ve posterior semisirküler kanallar ise vertikal pozisyonundadır.

Koklea şekil itibariyle salyangoz kabuğunu andırmaktadır. Basis koklea denen tabanı ve kupula (apeks) koklea denen tepesi vardır. Modiolus koklea, kanalis spiralis koklea ve lamina spiralis ossea olarak adlandırılan 3 kısımdan oluşur. Modiolus koklea, kokleanın tepesinden tabanına yapılan kesitinde ortada görülen delikli ve koni şeklindeki yapıdır ve

kokleanın eksenini oluşturur. İçinde longitudinal ve spiral kanallar mevcuttur. Longitudinal kanallarda N. Cochlearis'i oluşturan sinir lifleri, spiral kanallarda ise ganglion spirale bulunur. Kanalis spiralis koklea modiolus etrafını 2,5 defa spiral şekilde dolanan kemik kanaldır. Lamina spiralis ossea yine modiolus etrafında 2,5 tur kıvrılarak yukarı doğru devam eden, kanalis spiralis kokleayı üstte skala vestibuli, altta skala timpani olarak isimlendirilen iki parçaya bölen kemik lameldir. Lamina spiralis ossea, kanalis spiralis kokleanın dış duvarına kadar devam etmez. Arada kalan açıklığı baziller membran kapatır. Skala vestibuli ve skala timpani üstte helikotrema denilen açıklık ile birleşir.<sup>13</sup>

Kanalikulus koklea skala timpanide fenestra kokleaya yakın yerde başlayan ince bir kemik kanaldır. Perilenfin subaraknoid aralıktaki beyin omurilik sıvısı (BOS) ile bağlantısını sağlayan akuaduktus kokleayı ihtiva eder.

**Zar Labirent:** Kemik labirentin içinde bulunan, utrikulus, sakkulus, duktus semisirkularis ve duktus koklearisten oluşan yapıdır. Duktus semisirkularisler utrikulusa açılır. Utrikulus ve sakkulus duktus utrikulosakkularis aracılığıyla birbirleri ile bağlantılıdır. Utrikulus makulasında bulundurduğu özelleşmiş hücreler ile horizontal planda vücut hareketinin algılanmasından sorumludur. Sakkulusun arka kısmından çıkan duktus endolenfatikus utrikulustan gelen duktus utrikulosakkularis ile birleşir. Duktus endolenfatikus sakkus endolenfatikus adı verilen kör bir kese ile sonlanır. Sakkus endolenfatikus endolenfin emiliminde rol oynar. Sakkulusun alt kısmında bulunan duktus reuniens duktus koklearise açılır. Sakkulus makulasında bulundurduğu özelleşmiş hücreler ile vertikal planda vücut hareketinin algılanmasından sorumludur.

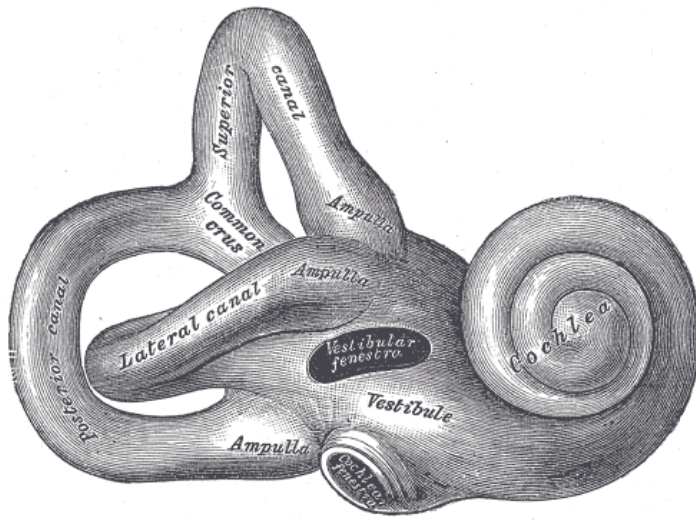
Duktus semisirkularisler görünüm itibariyle kanalis semisirkularisler ile tamamen uyumludurlar. Ancak boyut olarak kanalın 1/4'ünü doldururlar. Tüm uçları utrikulusa açılır. Bir uçları şişkin görünümündedir. Burası ampulla olarak adlandırılır. Ampullaların iç yüzünde krista ampullaris adı verilen çıkıntılar mevcuttur. Krista ampullarislerin üzerinde kupula adı verilen jelatinöz bir yapı bulunur. Sakkulus ve posterior semisirküler kanal inferior vestibuler sinirle innerve olurken; utrikulus, anterior ve lateral semisirküler kanal süperior vestibuler sinir ile innerve olur.

Duktus koklearis işitme duyusu ile ilişkili olan zar labirent parçasıdır. Kanalis spiralis kokleanın şekline benzer şekilde kıvrılarak kupula kokleaya kadar uzanır. Transvers kesitlerinde üst, dış ve alt olmak üzere 3 duvarlı yapıdadır. Üst duvarını membrana vestibularis (Reissner membranı) oluşturur. Reissner membranı lamina spiralis osseanın

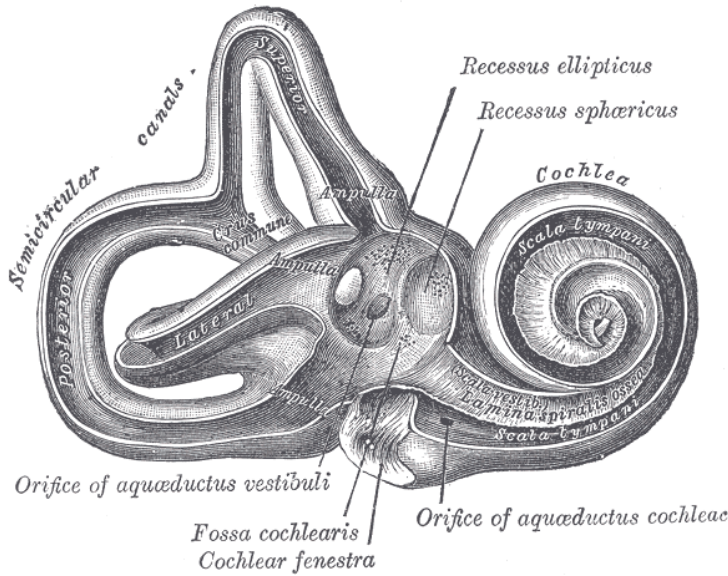


serbest kenarı ile kanalis spiralis cochlea dış duvarı arasında bulunur ve endolenf ihtiva eden duktus koklearis ile perilenf ihtiva eden skala vestibuliyi birbirinden ayırır.<sup>13</sup> Duktus koklearisin dış duvarında ligamentum spirale bulunur. Bu ligament aşağı-ıçe doğru uzanır ve krista bazillaris adını alır. Krista bazillaris baziller membran tutunur. Baziller membran duktus koklearisin alt duvarını oluşturur. Üzerinde korti organı bulunur. Korti organında bulunan iç ve dış tüylü hücreler duyu hücreleridir. Korti organının üzerine doğru membrana tectoria adı verilen hareketsiz bir membran uzanır.<sup>8</sup>

**Çizim 1:** Kemik labirent.<sup>14</sup>



**Çizim 2:** Membranöz labirent.<sup>14</sup>



### 6.3. İşitme Fizyolojisi

Aurikula yardımıyla toplanan ve DKY'de yoğunlaşarak kulak zarına taşınan ses enerjisi kulak zarını titreştirerek orta kulak kemikçiklerini hareket ettirir. Hareket bundan sonra oval pencereye, buradan da skala vestibuliye iletilir. Bu iletim sırasında ses dalgaları gaz ortamdan (atmosfer) sıvı ortama (perilenf) doğru geçer. Ses dalgaları akustik rezistansı çok düşük olan atmosferden akustik rezistansı çok yüksek olan perilenfe geçerken bir enerji kaybına uğramaktadır. Yaklaşık 30 db olan bu kayıp çeşitli mekanizmalar ile telafi edilmektedir. Malleus ve inkus ses dalgalarının iletimi esnasında kaldıraç mekanizması ile sesi 1,3 kat artırır. Kulak zarı, stapes tabanından 17 kat daha büyük olması ses dalgalarının iletimi sırasında yaklaşık 25 db'lik bir kazanç oluşturmaktadır. Kulak zarı titreştiği zaman ses dalgaları kemikçikler vasıtasıyla oval pencereye, hava yolu ile de yuvarlak pencereye ulaşır. Bu şekilde pencerelere farklı fazlarda birbirine zıt yönde iki iletim oluşur. Ses dalgaları farklı fazlarda iletildiği zaman, koklear potansiyellerin en uygun seviyede olduğu tespit edilmiştir. Perilenfte oluşan hareket korti organında dalgalanmaya neden olur. Baziller membranın hareketi sırasında tüylü duyu hücreleri tektoryal membrana çarpıp ayrılırlar. Bu şekilde mekanik enerjiyi elektrokimyasal enerjiye dönüştürürler. Oluşan sinir impulsları koklear sinir ile merkeze iletilir. İnternal akustik kanalın antero-inferior kadranında ilerleyip serebellopontin açısı sisterni içinden geçerek medulla oblangata üst kesimde periferik yerleşimli dorsal ve ventral koklear nükleuslarda sinaps yapar. Koklear nükleustan çıkan liflerin çoğu kontralateral süperior olivar komplekse ulaşmakta, daha az sayıda lif ise ipsilateral süperior olivar komplekse ulaşmaktadır. Süperior olivar kompleksin her iki kulaktan girdilerin birleştiği ilk merkez olduğu düşünülmektedir.<sup>15</sup> Çaprazlaşan ve çaprazlaşmayan lifler lateral lemniskus boyunca önce inferior kollikulusa ve sonra da talamustaki medial genikulat cisme gider ve en sonunda da süperior temporal girustaki işitme merkezine ulaşır. Ses uyaranları taşıdıkları frekanslara göre beyindeki değişik yerlerde sonlanırlar. İşitme merkezinde pes ve tiz seslerin alındığı yerler ayrılaşmıştır. Yani işitme merkezi tıpkı koklea gibi özel bir tonotopisite göstermektedir. Yüksek tonlar işitme merkezinin derinliklerinde ve düşük tonlar ise yüzeylelerinde sonlanır. Sesler kortekse geçtiği zaman orada önceki ses deneyimlerine göre tanınırlar.<sup>16,17</sup>

#### 6.4. Vestibüler Sistemin Fizyolojisi

İç kulakta bulunan membranöz labirent potasyumdan zengin endolenf ile doludur. Kemik labirent ile membranöz labirent arasında ise sodyumdan zengin perilenf bulunur. Endolenf stria vaskularis tarafından üretilir ve endolenfatik keseden emilir. Perilenf ise labirent damarlarından filtrasyon ile oluşur koklear akuaduktus vasıtasıyla BOS ile bağlantılıdır. Semisirküler kanallar ve otolitik organlar olarak geçen utrikulus ve sakkulus labirentin vestibüler kısmından sorumlu yapılardır. Semisirküler kanalların krista ampullarisinde yaklaşık 10000 kadar duyuusal hücre bulunur. Tüylü hücrelerin tüyleri kupula ile temas halindedir ve içine doğru uzanır. Semisirküler kanallar açışal baş hareketlerini monitörize ederler. Baş hareketi neticesinde semisirküler kanallarda aksi yönde bir endolenf hareketi olur. Bu da kupulada defleksiyona yol açar. Kupulaya gömülü vaziyetteki tüylü hücreler kupula yönünde hareketlenirler. Tüylü hücrelerin tüyleri sterosilyum olarak adlandırılır. En uzun tüyün adı ise kinosilyumdur. Bir hücrenin yüzeyinde 1 kinosilyum, 40-70 tane sterosilya bulunur. Tüylü hücrelerden istirahat halinde dahi vestibüler çekirdeklere impuls akışı söz konusudur. Kristalarda bu uyarı saniyede 90 tanedir. Otolitik organların makulasından ise istirahat halinde saniyede 70 uyarı akışı olmaktadır. Bu kadar yoğun uyarı akışı neticesinde vestibüler sistem baş hareketlerine oldukça duyarlı hale gelir. Kupulanın küçük bir hareketi bile ilgili vestibüler sinir liflerinde uyarı artışına yol açar. Endolenf hareketi neticesinde sterosilyumlarda kinosilyum yönünde bir hareket olması durumunda depolarizasyon ve stimülasyon meydana gelir. Kinosilyumun aksi yönündeki hareket ise hiperpolarizasyona ve inhibisyona neden olur. Lateral semisirküler kanalda kinosilyum ampullaya en yakın konumdadır. Bu sebepten ampullaya doğru olan (ampullopedal) endolenf hareketi stimüle edici iken ampulladan uzaklaşan (ampullofugal) uyarı inhibe edicidir.<sup>18</sup> Anterior ve posterior kanallarda ise kinosilyumun yerleşimi ampulladan en uzak konumda olduğundan ters etki söz konusudur. Sağ ve sol lateral semisirküler kanal birbiri ile çift olarak çalışır. Sağ anterior ve sol posterior kanal ile sağ posterior sol anterior semisirküler kanal da birbirleri ile çift olarak çalışır. Örneğin başın sağa rotasyonu ile sağ lateral kanaldan gelen uyarıda artış olurken soldan gelen uyarılar azalır. Böylece başın açışal hareketleri algılanarak merkezi sinir sistemine iletilir.

Otolitik organlar olarak adlandırılan utrikulus ve sakkulusun makula bölgesinde vestibüler reseptör hücreler bulunmaktadır. Makuladaki tüylü hücrelerin tüyleri içinde

otolit olarak adlandırılan kalsiyum karbonat partiküllerini barındıran jelatinöz bir yapı olan otolitik membran içine uzanır. Utrikulus horizontal, sakkulus vertikal düzlemdeki baş hareketlerini algılar. Utrikulus ve sakkulus birbirlerine dik olarak yerleşmişlerdir.

Utrikulus ve sakkulus makulası striola adı verilen bir hat ile iki parçaya ayrılır. Striola polaritenin tersine döndüğü hattır. Utrikulusta tüylü hücreler striolaya doğru dizilmişlerdir. Sakkulusta ise strioladan kaçır şekilde bir dizilim mevcuttur.

Her iki vestibüler çekirdeğe eşit sayıda impuls girişi olduğunda baş hareketsiz olarak algılanır. Başın bir tarafa çevrilmesi durumunda o taraftan artan uyarı ve karşı taraftan azalan uyarı neticesinde vestibüler çekirdeklere asimetrik veri girişi olur. Bu da başın yeni uzaysal konumunun algılanmasını sağlar.

Tüylü hücrelerden çıkan uyarılar Scarpa ganglionu içindeki bipolar nöronların periferik uzantıları aracılığıyla alınır. Gangliondan çıkan uzantılar vestibüler siniri oluşturarak vestibüler çekirdeklere gider. Süperior vestibüler sinir anterior, lateral semisirküler kanal ve utrikulusun uyarısını, inferior vestibüler sinir ise posterior semisirküler kanal ve sakkulustan gelen uyarıları alır.

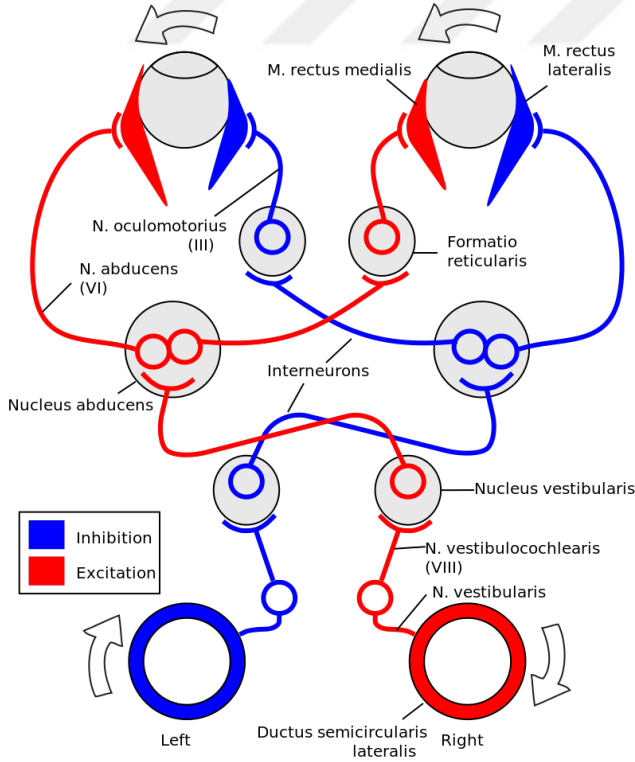
Vestibüler nükleus beyin sapında 4. ventrikülün tabanına yakın yerleşimlidir. Çekirdeğin süperioruna semisirküler kanallardan lifler gelir. Lateral çekirdeğin dorsokaudal kısmı serebellumdan, rostrovertebral kısmı vestibüler reseptörlerden gelen lifleri alır. Medial nükleus üst kısmına semisirküler kanallar ve serebellumdan lifler gelirken, orta kısmına utrikulus ve sakkulustan, kaudal kısmına yine serebellumdan lifler gelir. Inferior vestibüler çekirdeğe utrikulus, sakkulus ve semisirküler kanallardan afferent uyarılar gelir.<sup>12</sup>

#### **6.4.1. Vestibüler Refleksler**

**Vestibülooküler Refleks (VOR):** Vestibüler sistemin en önemli refleksidir. Baş uzayda 3 düzlemde hareket edebilir. Bu düzlemler yaw, pitch ve roll olarak adlandırılır. Yaw horizontal baş çevirme hareketidir. Pitch vertikal eksen boyunca başın öne fleksiyon, arkaya ekstansiyon yaptığı harekettir. Roll horizontal eksen boyunca başın her iki lateral yöne eğilmesi hareketidir. VOR etkisini bu üç düzlemde de gösterir. SSK'lerden vestibüler nükleuslara ve sonrasında ekstraoküler kaslara ulaşan refleks arkı ile başın döndüğü yönün zıt yönünde konjuge göz hareketine neden olur.<sup>19</sup> VOR'nin en önemli görevi baş hareketi sırasında bakış stabilitesini sağlamaktır. Bu sayede günlük aktiviteler sırasında olan baş hareketleri sırasında görmede bulanıklık olmadan gözler belirli bir noktaya sabitlenebilir. Ayrıca kişinin baş pozisyonunu ve kendi hareketini algılaması yolu ile talamus ve

vestibüler korteks tarafından uzaysal oryantasyonun bilinmesini sağlar. Vestibülospinal bağlantılar aracılığıyla vestibülospinal reflekse katkıda bulunarak vücut postürünün kontrolüne yardım eder. VOR 8 milisaniyelik bir latans ile son derece hızlı çalışan bir reflektir. Semisirküler kanallar ile ekstraoküler kaslar arası bağlantılar tarafından oluşturulur. Kristalardaki tüylü hücrelerden gelen uyarılar vestibüler çekirdekler yoluyla okülomotor çekirdeklere gider. Okülomotor çekirdeklerden çıkan uyarılar ile bir taraf ekstraoküler kaslar uyarılırken karşı taraftaki uyarılan kasın eşi ekstraoküler kas inhibe olur. Bu şekilde baş hareketinin aksi yönüne bir göz hareketi oluşur. Lateral kanalın uyarımı ile ipsilateral medial rektus ve kontralateral lateral rektus kasları uyarılır. Posterior semisirküler kanal ile ipsilateral süperior oblik, kontralateral inferior rektus kasları uyarılır. Anterior semisirküler kanal ile ise ipsilateral süperior rektus, kontralateral inferior oblik kasları uyarılır. Bu sebepten lateral kanal uyarımı ile horizontal düzlemde, posterior ve anterior semisirküler kanalların uyarımı ile vertikal ve torsiyonel hareketlerin vektöryel toplamı olacak şekilde yani rotatuar tarzda bir göz hareketi veya nistagmus ortaya çıkar.

**Çizim 3:** Sağ lateral semisirküler kanal uyarımı sırasında oluşan VOR.<sup>20</sup>



**Vestibülospinal Refleks:** Baş hareketleri ile vestibüler çekirdeklere giden uyarılar lateral ve medial vestibülospinal traktuslar ile medulla spinalise gider. Bu refleks ile boyun bölgesinin altındaki iskelet kaslarına uyarılar giderek vücudun stabilizasyonu sağlanır. Başın eğildiği taraftaki ekstansör gövde kaslarında ve karşı taraftaki fleksör kaslarda uyarım olur.

**Vestibülokolik Refleks:** Vestibülospinal refleks gibi boyun kaslarına uyarı göndererek başın stabilizasyonunu sağlar.<sup>12</sup>

## 6.5. İşitme Kayıpları

İşitme kaybına sebep olan patolojiler dış, orta, iç kulağı veya santral işitme yollarını etkiler.

İşitme kayıpları patolojinin geliştiği yere göre; iletim tipi, sensörinöral tip, mikst tip, santral tip ve fonksiyonel (organik sebebi olmayan) işitme kayıpları

Dil gelişimine göre; prelingual, perilingual, postlingual

Ortaya çıkış zamanına göre; prenatal, perinatal, postnatal

Derecesine göre; çok hafif, hafif, orta, ileri, çok ileri dereceli olarak sınıflandırılabilir.

### 6.5.1. Dil Gelişimine Göre İşitme Kayıpları

**Prelingual İşitme Kaybı:** Doğum ile 2 yaş arasında olan sürede dilin karakteristik özelliklerini öğrenmeden oluşan işitme kayıplarıdır. Dilin öğrenilememesi ve dil gelişiminin yaşlılarına göre geri kalmasıyla dikkat çeker. Yenidoğan işitme tarama programları sayesinde prelingual kayıplar erken dönemde saptanabilmektedir.

**Perilingual İşitme Kaybı:** Konuşma ve dil öğrenme döneminde, 2- 6 yaş arasında ortaya çıkan işitme kayıplarıdır.

**Postlingual İşitme Kaybı:** Doğumda normal işitmeye sahip olan, konuşma ve dil gelişimi normal olan çocukta 6 yaşından sonra meydana gelen işitme kaybıdır. Konuşma ve dil gelişimi büyük oranda tamamlandığı için bu grup koklear implantasyondan en fazla fayda gören gruptur.<sup>21</sup>

### 6.5.2. İletim Tipi İşitme Kaybı

Aurikula, dış kulak yolu, timpanik membran, orta kulak kemikçikleri ve kaslarında meydana gelen bozukluklar sonucu iç kulağa iletilen sesin azalması sonucu meydana gelir. Saf ses ortalaması 60 db'yi geçmez.

### 6.5.3. Sensörinöral İşitme Kaybı (SNİK)

Koklear ve retrokoklear patolojiler sonucu oluşur. Doğumsal işitme kayıplarının en az yarısı genetik kökenlidir. Genetik kökenli işitme kayıpları sendromik ve nonsendromik olarak ikiye ayrılır. Nonsendromik oranı %70, sendromik işitme kaybı oranı %30'dur. Nonsendromik işitme kayıplarının %75'i otozomal resesif %20-25'i otozomal dominant ve %1-2'si X'e bağlı kalıtım gösterir.

#### Genetik Olmayan İşitme Kayıpları

Prenatal enfeksiyonlar, ototoksik ilaç kullanımı, prematür doğum, doğum sırasında hipoksi gelişimi, hiperbilirubinemi, düşük doğum ağırlığı, doğum travması, doğum sonrası yoğunbakım ünitesinde kalma bu gruba girmektedir.<sup>22</sup> İntrauterin enfeksiyonlar perinatal dönemdeki işitme kayıplarının en sık sebebidir. Toksoplazma, Rubella, kızamık, kabakulak, CMV, influenza, parainfluenza, Varisella zoster, Adenovirüs, Herpes virüs ve sfiliz sensörinöral işitme kaybına neden olan en sık enfeksiyöz ajanlardır.

#### Genetik Sendromik İşitme Kayıpları

**Otozomal Dominant İşitme Kayıpları:** Waardenburg sendromu, Treacher Collins sendromu, Stickler sendromu, Branchio-oto-renal sendrom, Nörofibromatozis

**Otozomal Resesif İşitme Kayıpları:** Usher sendromu, Pendred sendromu, Jarvell ve Lange-Nielsen sendromu

**X'e Bağlı İşitme Kayıpları:** Alport sendromu

**Mitokondriyal Sendromlar:** MELAS, MERRF, Kearns-Sayre sendromu

#### Genetik Nonsendromik İşitme Kayıpları

Şimdiye kadar işitme kaybı ile ilişkili olan 138 lokus haritalanmış ve 75 gen tanımlanmıştır. Nonsendromik otozomal resesif işitme kaybına en sıklıkla yol açan gen DFNB1 lokusunda bulunan GJB2 (Gap junction beta 2) genidir. GJB2 geni 13q12 bölgesinde yer alır ve konneksin 25 proteinini kodlamaktadır. Bu sebeple Cx26 geni olarak da isimlendirilmektedir. Akdeniz ülkelerinde kalıtsal işitme kaybına neden olan mutasyonların yaklaşık %30-50'sini Cx26 mutasyonları oluşturmaktadır. Otozomal dominant nonsendromik işitme kayıpları postlingual dönemde başlar ve zamanla yüksek frekanslardaki kayıba alçak frekanslar da eklenerek kayıp belirginleşir. Otozomal resesif nonsendromik işitme kayıpları ise prelingual dönemde ileri ve çok ileri düzeyde işitme kaybı olarak başlar ve seyrederek. X'e bağlı nonsendromik kayıplar prelingual veya

postlingual başlangıç gösterebilir ve genellikle ilerleme göstermez. Mitokondriyal nonsendromik kayıplar ise orta ve yüksek frekanslarda ilerleyici seyir gösterebilir.<sup>23</sup>

### **Ototoksik SNİK**

Aminoglikozidler, vankomisin, sisplatin, loop diüretikleri, salisilat, klorokin, kinin kullanımına bağlı ortaya çıkabilir.

### **Travmatik SNİK**

Temporal kemiğin longitudinal ve transvers kırıkları sonucu olabilir. Akustik travmaya bağlı da SNİK görülebilmektedir.

### **Neoplastik SNİK**

Akustik nörinom, menenjiyom, fasiyal sinir schwannomaları, vasküler tümörler SNİK sebepleri arasındadır.

### **Koklear Patolojilere Bağlı SNİK**

Endolenfatik hidrops (Meniere hastalığı)

### **Sistemik Hastalıklara Bağlı SNİK**

Nörolojik nedenler (benign intrakraniyal basınç artışı vb), vasküler nedenler (vertebrobaziler arter patolojileri), hematolojik hastalıklar (orak hücreli anemi), endokrin bozukluklar (hipotiroidi, diyabet)

#### **6.5.4. Mikst Tip İşitme Kaybı**

İletim ve sensörinöral tipte işitme kayıplarının birlikte görüldüğü işitme kaybı türüdür. Koklear otoskleroz ve kronik otitis media en sık sebepleridir.

#### **6.5.5. Santral Tip İşitme Kaybı**

İşitsel korteksin santral kısmını etkileyen hastalıklara bağlı oluşan işitme kayıplarındır.

#### **6.5.6. Fonksiyonel (Organik Olmayan ya da Psikojenik) Tip İşitme Kaybı**

Organik bir patoloji tespit edilemeyen durumlarda daha çok depresyon, anksiyete, psikoz gibi psikojenik sebeplerle ilişkili işitme kaybı tipidir.

#### **6.5.7. İşitme Kaybının Derecesi**

İşitme kayıpları 1965 yılında Goodman tarafından yapılmış DSÖ tarafından da kabul edilen derecelendirmeye göre<sup>24,25</sup>

<25 db: Normal

26-40 db: Çok hafif

41-55 db: Hafif

56-70 db: Orta



71-90 db: İleri

>90 db: Çok ileri dereceli olacak şekilde derecelendirilmektedir.

Özellikle çocuklarda hafif bir işitme kaybı bile dil gelişiminde, sosyal ve duygusal gelişiminde olumsuzluklara yol açacağından 0-15 db arasını normal olarak kabul etmek daha doğru olacaktır. Bu tezde de kullanılan işitme kaybı derecelendirmesi şu şekildedir.

0-15 db arası: Normal

16-25 db arası: Çok hafif

26-40 db arası: Hafif

41-55 db arası: Orta

56-70 db arası: Orta ileri

71-90 db arası: İleri

>90 db: Çok ileri<sup>26, 27</sup>

#### **6.5.8. İşitme Kaybı Tedavisi**

İşitme kaybı tedavisinde özellikle çocuklarda erken işitme kaybının erken tespit edilmesi ve en kısa sürede tedavi edilmesi çok önemlidir. Tedavi; işitme kaybının cinsi ve derecesine, hastanın sosyokültürel özelliklerine ve taleplerine göre farklılık göstermektedir. Özellikle iletim tipi işitme kayıplarında uygun cerrahi tedavi ile işitme kaybı düzelebilir. İşitme kaybının cerrahi yöntemler ile düzeltilemediği hastalarda konvansiyonel işitme cihazları uygulamaları ile belirgin başarı sağlanmaktadır. İleri ve çok ileri derecede olan sensörinöral işitme kayıplarında koklear implant uygulamaları işitme rehabilitasyonunda başarılı olarak uygulanmaktadır.

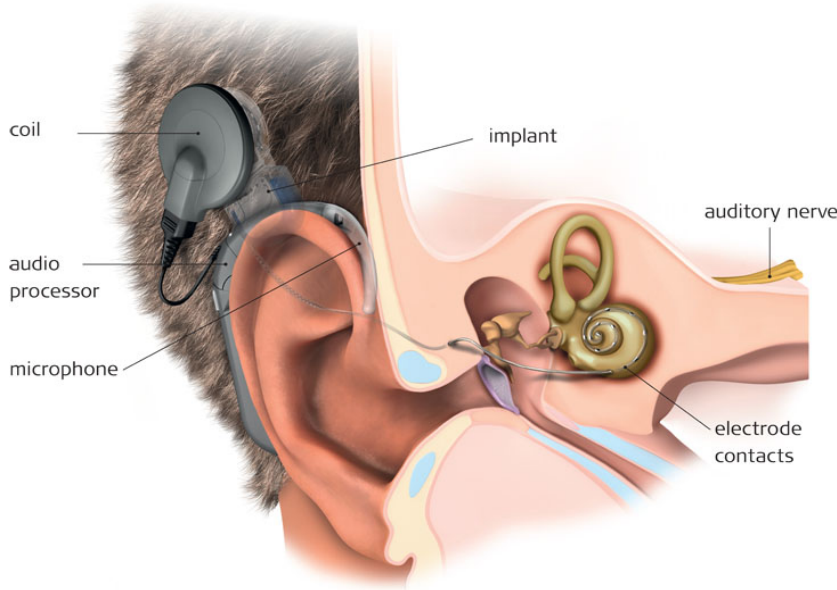
#### **6.6. Koklear İmplant**

Koklear implant mekanik ses enerjisini elektrik sinyallerine dönüştüren ve sinyalleri kokleaya aktararak seslerin algılanmasını sağlayan elektronik cihazdır. İleri ve çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve konvansiyonel işitme cihazlarından çok az fayda gören veya hiç fayda görmeyen hastalara uygulanmaktadır. Koklear implant postlingual işitme kayıplarında da uygulanabilmesine rağmen en önemli endikasyonu konjenital ve prelingual işitme kayıplarıdır.<sup>28</sup> Koklear implantın bir adet kulak arkasına takılan mikrofona sahip ses işlemcisi, iletici bobini ve dış parçalar ile bir mıknatısla iletişim halinde olan kafa derisi altındaki bir alıcısı vardır. Ses işlemcisi tarafından toplanan çevresel sesler iletici bobin tarafından alıcıya gönderilir. Alıcı, gelen sesleri

elektriksel kodlara dönüştürerek iç kulaktaki elektrotlara iletir. İç kulağa gelen impulslar aksiyon potansiyeline dönüşerek direkt işitme sinirini uyarır ve işitsel bilgi halinde beyine iletilir. Böylece iç kulaktaki hasarlı kısım ekarte edilerek uyarı direkt işitme sinirine verilmiş olur. Ana yapıların tümü implant modellerinde ortaktır fakat bilgiyi işleme, alıcısına iletme, elektrotları uyarma metodları ve elektrot dizaynları marka ve modelde değişiklik gösterebilir.<sup>29</sup> Koklear implant ile duyma, normal duymadan daha farklıdır ve öğrenilmesi zaman alır. Koklear implantların işitme duyusunun tüm fonksiyonlarını kişiye kazandırması mümkün değildir fakat kişinin işitme engelini büyük ölçüde azaltmaktadır. Koklear implant uygulamasında implantasyon sonuçlarına etki eden en önemli faktör implantlanma yaşıdır.<sup>30</sup>

Alessandro Volta her iki kulağına metal çubuklar sokarak bunları 50 volt akıma bağlamıştır. Bu uygulaması sırasında baş çevresinde bir patlama hissi ve çorbanın kaynamasına benzer bir ses duyduğunu söyleyen Volta işitme sisteminin elektrik akımı ile uyarılabileceğini ilk ortaya koyan kişidir.<sup>31</sup> 1950'lerde Fransız Djourno ve Eyries işitme kaybı fazla olan kronik otitli bir hastanın kokleasına cerrahi girişimle elektrot yerleştirerek işitme duyumu sağlamayı başarmışlardır. Cerrahiden sonra hastaya primitif sinyal jeneratörü bağlanmış ve hasta kriket ya da rulet çark sesine benzer sesler duyduğunu söylemiştir. Dr. W. House ve Dr. J. Doyle 1960'lı yıllarda skala timpani yoluyla işitme sinirini uyarılmışlardır. İlk kullanılabilen implant 1973 yılında House tarafından geliştirilmiştir ve 1000'den fazla hastada kullanılmıştır. Bu implant tek elektrotlu, tek kanallı bir cihazdır. Yuvarlak pencere yoluyla skala timpaniye yerleştirilmiştir. Bu implantın yerleştirildiği okul öncesi yaştaki ilk hasta 1984 yılında implantlanmıştır.<sup>32</sup> İlk implant tek elektrotlu olması sebebiyle sözcüklerin anlamlandırılması kısmında eksik kalmıştır.<sup>33</sup> Koklear implantın günümüzde hızlı şekilde gelişmesi Avustralyalı bilim insanı Graham Clark'ın çalışmaları ile olmuştur. Clark çok kanallı implant modelini tasarlamış ve başarıyla uygulamıştır. Taşınabilir olmayan koklear implantı bir radyo büyüklüğünde taşınabilir bir boyuta ve teknolojiye getirmiştir. Günümüzde ise implantların kanal sayıları 24'e kadar çıkmıştır. 2000 yılında yapılan çalışmalar ve güvenilirlik testleri neticesinde 12 aydan büyük çocuklar için koklear implant takılması onayı alınmıştır.<sup>34</sup> Ülkemizde ise ilk koklear implant Dr. Bekir Altay tarafından Anadolu Üniversitesi'nde 1987 yılında uygulanmıştır.

**Çizim 4:** Koklear implant genel görünüm.<sup>35</sup>



### 6.6.1. Cerrahi Teknik

Cerrahiden önce sistemik profilaktik antibiyotik uygulaması yapılır. Uygun miktarda saç tıraşı yapılarak cerrahi saha steril olarak hazırlanır. İşlem genel anestezi altında gerçekleştirilir. Saha işaretlemeleri yapılarak implant kenarlarından geçmeyecek şekilde retroaurikular 'C' insizyonu uygulanır. U veya T şeklinde periost insizyonu yapılır. Ardından klasik mastoidektomi uygulanır. Posterior timpanotomi yapılarak orta kulağa görüş sağlanır. Alt ucu dış kulak yolunun 2,5 cm gerisinde olacak şekilde kortikal kemik turlanarak implant yatağı oluşturulur. Çocuklardaki kortikal kemik kalınlığı implant yatağı oluşturulmasına izin vermeyebilir. Bu olgularda inceltilebildiği kadar kortikal kemik inceltirilerek dura üzerine bir ya da birden fazla adacık şeklinde kemik kalacak şekilde yatak oluşturulabilir.<sup>36</sup> Yatak oluşturmaksızın periost altı cep oluşturularak da işlem gerçekleştirilebilir. İmplant yatağından elektrot geçişi için mastoid kaviteye doğru kemik kanal oluşturulur. Bazı yazarlar tespit etmek için implant yatağının her iki yanına kortikal kemik içine oluk oluşturup kalıcı sütür materyalleri ile implantı tespit etmeyi tercih etmektedir. Ardından yuvarlak pencere nişi turlanarak yuvarlak pencere görünür hale getirilir. Rezidüel işitmenin korunabilirliği gösterildiğinden promontoryum üzerine yapılan kokleostomi yerine yuvarlak pencereye müdahale öncelikle tercih edilen yöntemdir. Yuvarlak pencereden implant yerleştirilememesi durumunda promontoryum üzerinden

kokleostomi yolu ile de işlem gerçekleştirilebilir. Yuvarlak pencereye yapılan insizyonun ardından yatağa yerleştirilmiş implantın elektrotları anteriordan yukarıya doğru atravmatik şekilde yerleştirilir. İmplant elektrodu yerleştirildikten sonra çevre fasya gibi yumuşak dokulardan alınan parçalar ile elektrot çevresi desteklenebilir.<sup>37</sup> İmplant elektrodu yerleştirildikten sonra intraoperatif olarak firmaların teknik destekleri doğrultusunda takip edilerek elektrot kontrolleri, telemetrik, bütünlük ve empedans ölçümleri yapılır. Uygun yazılımlar ile gönderilen bir uyarı ile stapes refleksi izlenebilir. Periost ve cilt anatomik şekline uygun şekilde implantın üzerini örterek kapatılır. Mastoid sargı uygulanır. Ameliyat sonrası 2-6. haftalarda uzman odyolog eşliğinde ilk fitting işlemleri yapılır.

### **6.7. Vestibüler Sistem Patolojileri ve Vertigo**

Her iki labirent, gözler ve propriyoseptif reseptörler dış dünyadaki konumumuzu algılamamıza, dengemizi sağlamamıza yarayan yapılardır. Tüm bu yapıların birbiriyle uyum içinde ve simetrik çalışması dengenin sağlanmasında çok önemlidir. Simetride bir bozulma olursa, örneğin labirentlerden birinin yokluğunda ya da hipofonksiyonunda kompensasyon gelişene kadar dengemizi sağlamakta güçlük çekeriz. Önceki bölümlerde dinamik fizyolojisi anlatılan denge; kişinin yaşam tarzı, cinsiyeti, yaşı, psikolojik durumu ve geçirdiği hastalıklar gibi bir çok durumdan etkilenmekte ve aynı durumda farklı reaksiyonlar ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca solunum, kardiyovasküler, agorafobi ve panik, bulantı-kusma merkezleri ile olan bağlantıları sebebiyle de denge sistemindeki patolojilerin kişiden kişiye farklı şiddette etkiler ortaya çıkarmasına sebep olmaktadır. Bütün alıcı hücrelerden gelen kesintisiz uyarıların üretiminde, entegrasyonunda veya modülasyonunda bozukluk sonucu oluşan duyguya dengesizlik hissi (dizziness) adı verilmektedir. Bu tanım şiddetli dönme hissinden, dalgalanıyormuş hissine, yerin altından kaymasından, boşluktaymış hissine çok geniş bir spektrumu kapsamaktadır. Vertigo deyimi ise daha çok dönme hissini içine almaktadır. KBB pratiğinde baş dönmesi ile polikliniğe başvuran hastalar %10'luk bir dilimi oluşturmaktadır. Bugüne kadar 80 farklı sebebin baş dönmesi yapabileceği gösterilmiştir. Çoğu hastada sebep periferik vestibüler hastalıklardır. Baş dönmesine sebep olan hastalıklar çizelge 1, 2, 3 ve 4'te gösterilmiştir.<sup>38</sup>

**Çizelge 1:** Vertigoya sebep olabilecek sistemik hastalıklar.<sup>38</sup>

<b>Sistemik</b>		
Periferik Nöropati	Diabetes Mellitus Etanol Pellegra Tabes Dorsalis	
Kardiyovasküler	Dolaşım	Hipovolemi Anemi Polisitemi Ortostatik Hipotansiyon Hipotansiyon
	Kardiyak	Aritmi Kapak Hastalığı Adam-Stokes
	Büyük Damarlar	Subklavian çalma sendromu Karotid sinüs hipersensivitesi
Endokrin veya Metabolik	Diabetes Mellitus Hiperlipidemi Hipertroidi Karsinoid sendrom Menstruasyon, Hamilelik, Menapoz Feokromasitoma	
Alerji veya Otoimmün	Solunumsal, yiyecek, ilaç Kollagen doku hastalıkları (Vasküler)	
Yaşlılık	Multipl duyuşal bozukluk	
Spesifik lokalizasyonlar	Oküler-Okulomotor	Kırma kusuru Katarakt Kas dengesizliği Glokom
	Servikal Vertigo	Boyun Travması Disk hernisi İleri artroz

**Çizelge 2:** Periferik vertigo sebepleri.<sup>38</sup>

	<b>Periferik</b>
Enfeksiyon	Otitis media (akut, kronik, seröz) Labirentit (Bakteriyel, viral) Vestibüler Nörit Sfiliz Herpes zoster otikus
Travma	Perilenf Fistülü Temporal kemik fraktürü Labirent konküzyonu İyatrojenik yaralanma Barotravma
Tümör	Kolesteatom Akustik nörinom Glomus tümörleri Primer veya metastatik
Vasküler	Labirentin arter oklüzyonu İntralabirentin kanama Vasküler loop sendromu
Dejeneratif	Benign pozisyonel paroksizmal vertigo Presbivertigo
Gelişimsel anomaliler	Konjenital anomaliler Hareket Hastalığı
İdiyopatik	Meniere hastalığı Bell paralizisi Cogan sendromu
Kemik metabolizması hastalıkları	Otoskleroz Osteopetrosis
Ototoksite	Aminoglikozidler Salisilatlar Alkol Etakrinik asid ve furasemide Ağır metaller: Cıva, altın, kurşun, arsenik Nitrojen mustard, bleomisin, cisplatinum

**Çizelge 3:** Vertigoya sebep olabilecek psikiyatrik hastalıklar.<sup>38</sup>

---

### **Psikiyatrik**

---

Kronik Anksiyete  
Histeri  
Panik Bozukluk  
Konversiyon  
Obsesif-Kompulsif Bozukluklar  
Hiperventilasyon Sendromu

---

**Çizelge 4:** Santral vertigo sebepleri<sup>38</sup>

---

<b>Santral</b>	
Enfeksiyon	Menenjit Ensefalit Beyin Apsesi
Vasküler	Hiperventilasyon Vertebrobasiler yetmezlik Migren varyantları Beyinsapında kanama, enfarktüs Serebellar kanama enfarktüs Wallenberg sendromu
Tümör	
Demyelinizan hastalıklar	Multiple skleroz Diğer demyelinizan hastalıklar
Gelişimsel	Kafa basali anomalileri
Epilepsi	Temporal lob Petit Mal
Kronik Kompanzasyon Bozuklukları	

---

Denge bozukluklarının tanısında en önemli basamak güzel alınmış bir anamnezdır. Anamnezde vertigonun başlangıç zamanı, ne kadar zamandır devam ettiği, karakteri (etraf döner tarzda, kendi döner tarzda, sersemlik şeklinde vb), şiddeti, eşlik eden kulakta çınlama, dolgunluk, işitme kaybı durumu, artıran ve azaltan sebepler ve pozisyonlar, ilaç kullanıp kullanmadığı, hastanın nörolojik, endokrin, kardiyak ve gözle alakalı patolojileri, kullandığı ilaçlar, mevcut stres kaynağı sorgulanmalıdır.<sup>39</sup> Hastanın baş dönmesini nasıl tarif ettiği ve bulantı, kusma, göz kararması gibi eşlik eden patolojiler detaylı olarak sorgulanmalıdır.

**Çizelge 5:** Santral ve periferik vertigo ayırımı.<sup>38</sup>

	<b>Santral</b>	<b>Periferik</b>
<b>Başlangıç</b>	Değişken	Ani
<b>Tipi</b>	Orta şiddette	Şiddetli dönme
<b>Süre</b>	Değişken	2-3 günden az
<b>Karakteri</b>	Devamlı	Epizodik
<b>Yorulma</b>	Nadir	Her zaman
<b>Gözleri kapatınca</b>	Azalmaz	Daha kötü olur
<b>Görme</b>	Çift görme, kör nokta	Baş dönmesine bağlı bulanık görme algılanabilir
<b>Sistem bulgusu</b>	Daha az	Bulantı, kusma
<b>İşitme semptomları</b>	Daha az	Sık
<b>Kompanzasyon</b>	Yavaş	Hızlı
<b>Diğer kranial sinirler</b>	Patoloji olabilir	Beklenmez
<b>Baş silkme testi</b>	Negatif	Pozitif

Periferik lezyonlar hastanın kendisinin veya etrafın dönmesi şeklinde bir baş dönmesi oluşturur. Görme kaybı, çift görme gibi semptomlar beklenmez. Dengesizlik hissi, daha sıklıkla serebral anoksi (arteriyoskleroz, ortostatik hipotansiyon), hipoglisemi, hipertansiyon, kan hastalıkları gibi patolojilerde görülmekle beraber kranial VIII. sinir tümörlerinde veya vestibüler hastalığın kompanzasyon döneminde de görülebilir. Göz kararması, ani düşmeler daha çok vasküler hastalıklara işaret etmektedir. Sersemlik,



bayılma hissi, yüzüymüş hissi, basınç, baş ağrısı, gözlerini kapatınca ortaya çıkan dönme hissi psikojenik semptomları gösterebileceği gibi santral kökenli de olabilir.

Periferik patolojilere bağlı baş dönmesi çoğunlukla ani başlangıçlıdır ve baş dönmesi oldukça gürültülüdür. Çoğunlukla epizodik karakterdedir, yorulma beklenir. Bulantı, kusma çoğunlukla eşlik eder. Baş ağrısı ve nörolojik muayenede anormallik beklenmez. İşitme ile alakalı semptomlar eşlik edebilir.

Nistagmus; periferik lezyonlarda horizontal ve horizontorotatuvar paternde görülürken, santral patolojilerde tüm yönlere olabilir. Periferik nistagmus bilateral ve konjügedir, yorulur, latent periyodu olabilir, fiksasyonla azalması veya kaybolması beklenir. Nistagmusta yön değişikliği beklenmez.

Vertigonun baş pozisyonu ile ilişkili olması daha çok labirentin hastalıklarını düşündürmektedir. Karanlıkta yürüyememe bilateral vestibüler yetmezliğe işaret eder. Periferik hastalıklarla karışabilecek en önemli santral hastalık kısmi serebellar enfarktüstür. Bu durumda kişinin tek şikayeti baş dönmesi ve dengesizliktir. Kronik kalp hastalıkları, yaşı 50'den fazla olması, geçirilmiş geçici iskemik atak (TIA) hikayesi olan hastalarda santral lezyon akla gelmelidir.

**Çizelge 6:** Semptom süresine göre periferik tipte vertigoların değerlendirilmesi.<sup>38</sup>

<b>Vertigo süresi</b>	<b>Saniyeler-Dakikalar</b>	<b>Dakikalar-Saatler</b>	<b>Günler</b>	<b>Süresi değişken</b>
<b>Olası patolojiler</b>	Benign Pozisyonel Paroksizmal Vertigo (BPPV)	Endolenfatik hidrops	Vestibüler nörit Labirentit	Perilenf fistülü Travma Bilateral vestibüler hasar

Alınan detaylı anamnezin ardından hastaya detaylı bir KBB muayenesi ve nörolojik muayene yapılmalıdır.<sup>38</sup>

## **6.8. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi**

İyi bir anamnez ve fizik muayenenin ardından gerçek bir vertigo hastasında tanıya gitmek için ileri testler kullanılabilir. Bu testleri; acil servis ya da ofis ortamında rahatlıkla yapılabilen yatak başı testleri ve ilave ekipman gereksinimi olan laboratuvar testleri olarak ikiye ayırabiliriz.

### **6.8.1. Yatak Başı Testleri**

#### **Frenzel Gözlüğü**

+ 20 diyoptrilik hipermetropik lensler içeren bir muayene gözlüğüdür. Çerçevesi içinde ışık üreten lambalar yer alabilmektedir. Amacı santral bir etki olan ve periferik nistagmusun görülmesini engelleyen optik fiksasyonun ortadan kaldırılması ve göz kürelerini daha büyük göstererek muayene eden kişinin nistagmusu saptamasını kolaylaştırmasıdır.<sup>40</sup>

#### **Okülomotor Testler**

Muayene eden kişinin parmağını hastaya takip ettirerek bakış (gaze), yavaş izleme (smooth pursuit) ve hızlı (sakkadik) göz hareketlerini değerlendirmesidir. Fizyolojik nistagmusun ortaya çıkmaması için gözlerin orta hattan 30 dereceden fazla yanlara baktırılmamasına dikkat edilmelidir. Muayene sırasında saptanan hipometrik sakkadlar ilaç etkisi veya nörodejeneratif hastalıkların varlığında görülür. Hipermetrik sakkadlar (takip edilen objeye doğru düzeltici göz hareketleri) serebellum vermis lezyonlarına işaret eder. Yavaş izleme sırasında oluşan bir hipometri veya asimetri ilaç etkisi, serebellum veya ekstrapiramidal sistemi tutan nörodejeneratif hastalıkları işaret etmektedir.<sup>40</sup>

#### **Skew Deviasyon**

Her iki göz küresinin vertikal olarak yanlış hizalanmış olmasıdır. Periferik veya santral lezyonlara bağlı ortaya çıkabilir. Oküler tilt reaksiyonunun bir parçasıdır. Oküler tilt reaksiyonu mezensefalonda bulunan santral otolitik veya periferik otolitik organların hasarında görülebilir.<sup>40</sup>

#### **Nistagmus Muayenesi**

Gözlerin istemsiz hareketi olan nistagmus vertigonun tek objektif bulgusudur. Yavaş ve hızlı fazdan oluşur. Yavaş faz nistagmusun vestibüler komponentiyken, hızlı faz düzeltici sakkadlardır. Yavaş faz çıplak gözle görülemediğinden klinik muayenede hızlı fazın yönüne göre tanımlamalar yapılır (sola vuran, aşağı vuran vb). Spontan nistagmus sağ ve sol VOR asimetrisi sebebiyle ortaya çıkar. Nistagmus spontan ve indüklenebilir diye ikiye

ayrılabilir. İndüklenebilir nistagmuslar; kalorik, rotasyonel, optokinetik, pozisyonel, bakış, baş sallama, hiperventilasyon ve vibrasyon ile oluşan nistagmuslardır. Nistagmus fizyolojik de olabilir. Nistagmusu değerlendirirken, nasıl ortaya çıktığı, latansı, yönü şiddeti, süresi, fiksasyonla geçip geçmediği değerlendirilmelidir. Nistagmus muayenesi mümkün olduğu kadar frenzel gözlüğü ile yapılmalıdır. Dikkatli bir şekilde muayene edilen nistagmus santral ve periferik ayrımında büyük ölçüde yol göstericidir.

Periferik nistagmuslar horizontal, horizontorotatuvar karakterdedir. Hızlı fazın yönüne bakıldığında kuvvetlenir. Optik fiksasyonla yavaşlar veya durur, bulantı kusma eşlik eder, bakış ile yön değişikliği olmaz. Şiddetlidir, ani başlangıçlı ve paroksismaldir.

Santral nistagmus, vertikal veya hozirontal paternde olabilir. Bakış ile yön değiştirebilir. Eşlik eden SSS bulgusu olabilir. Süresi ve şiddeti değişkendir. Bakış yönünde ortaya çıkan ya da bakışla uyarılan nistagmus ve vertikal nistagmuslar ise hemen daima santral bir lezyona işaret eder.<sup>40</sup>

**Çizelge 7: Periferik ve santral nistagmus arasındaki farklar.<sup>40</sup>**

	<b>Periferik</b>	<b>Santral</b>
<b>Yeri</b>	Vestibüler labirent veya vestibüler sinir	Beyin sapı, serebellum
<b>Sıklık</b>	Sık	Daha nadir
<b>Mekanizma</b>	Vestibüler tonus asimetrisi	Santral merkezler arası bağlantılarda bozukluk
<b>Nitelik</b>	Horizontorotatuvar, torsiyonel	Vertikal, saf horizontal
<b>Vertikalite</b>	Çok nadiren aşağı vuran (süperior kanal BPPV)	Yukarı vuran daima santraldir
<b>Fazlar</b>	Önce yavaş, sonra hızlı olmak üzere 2 fazlı	Hızlı veya yavaş fazlı
<b>Hızlı fazın yönü</b>	Sağlam tarafa doğru	Baş sabitken yön değiştirir
<b>Hızlı fazın yönüne bakınca</b>	Amplitüdü ve frekansı artar	Değişim olmayabilir
<b>Baş sabitken yön değişkenliği</b>	Yok	Var
<b>Bilateralite</b>	Daima var	Olmayabilir
<b>Konjuge olma özelliği</b>	Daima konjusedir	Diskonjuge olabilir
<b>Optik fiksasyon</b>	Baskılanır	Etkilenmez
<b>Yorulma</b>	Tekrarlayan testlerle yorulur	Yorulmaz

### **Baş Sallama Testi (Head Shake Test)**

Hastanın başı horizontal düzlemde saniyede 2 kere olacak şekilde 20 sn boyunca 40 kez her iki yöne hızlıca döndürülür. Sonrasında nistagmus değerlendirmesi yapılır. Eğer nistagmus oluşmuyorsa her iki vestibüler sistem normal veya simetrik çalışıyor demektir. Periferik patoloji durumunda hızlı fazı sağlam tarafa vuran nistagmus gözlenir.<sup>40</sup>

### **Baş Savurma Testi (Head Thrust Test)**

Head Impulse Test olarak da bilinir. VOR muayenesinde kullanılan en önemli testtir. Oldukça pratik ve basit şekilde uygulanabilir. Baş iki elle tutulur. Hastadan muayene eden kişinin burnu gibi sabit bir noktaya bakması istenir. Baş horizontal düzlemde 30° sağa ve sola çevrilir. Baş çevirme ile gözlerin sabit noktaya doğru düzeltici sakkadların oluşup oluşmadığına bakılır. Baş parolitik tarafa çevrildiğinde kişi gözünü sabit noktaya bakar durumda tutamaz ve bunu gidermek için baş döndükten sonra sabit nesneye doğru yakalama sakkadları ortaya çıkar. Bu durum sakkad olan tarafta periferik patolojiler lehine yorumlanır. Bu test ile yüksek frekanslı vestibüler yanıtlar ölçülür. Ani başlangıçlı bir vertigo durumunda baş savurma testi negatif ise santral lezyonlardan şüphelenilmelidir.<sup>40</sup>

### **Görsel Keskinlik Testi**

Hastadan baş sabitken uzaktaki bir metni okuması istenir. Daha sonra baş yanlara doğru hafifçe sallanarak veya hastanın adımlaması istenerek tekrardan aynı metni okuması istenir. Bu şekilde statik ve dinamik koşullarda görsel keskinlik değerlendirilir. Dinamik hareket sırasında okuma performansının bozulması her iki VOR arasında asimetri olduğuna işaret eder. Aynı değerlendirme bilgisayarlı test cihazları ile de yapılabilir.<sup>40</sup>

### **Kova Testi**

Subjektif görsel vertikal değerlendirerek otolit fonksiyonlarını ölçer. Hastanın başı bir kova içerisinde olacak şekilde kovanın tabanındaki vertikal çizgiye bakması istenir. Kovanın hekim tarafından görülen tabanında da bir açı ölçer üzerinde gerçek vertikal düzlem yer alır. Otolitik organlardaki periferik ve santral bir patoloji durumunda hastanın baş pozisyonu gerçek vertikal düzlemden sapma gösterir.<sup>40</sup>

### **Vestibülospinal Refleksin Değerlendirilmesi**

Göz açık ve kapalı yürüme, Romberg, keskinleştirilmiş Romberg, past pointing, Unterberger ve Fukuda testleri kullanılır. Görsel ve proprioseptif girdiler ortadan kaldırılarak sadece vestibüler girdiler tarafından oluşturulan postural stabilite muayene edilir. Testler sırasında patoloji varlığında hastalarda patolojik tarafa doğru sapma,

yalpalama ve düşme eğilimi olur. Romberg testinde hastadan gözleri kapalı ve ayakları bitişik pozisyonda iken ayakta durması istenir. Dengesizlik ya da düşme eğilimi olup olmadığı değerlendirilir. Vestibüler lezyonu olan hastalarda lezyon tarafına düşme gözlenir.<sup>41</sup> Fukuda ve Unterberger testinde hastadan gözler kapalı, kollar öne uzatılmış pozisyonda iken olduğu yerde adım atması istenir ve rotasyon yönü esas alınarak zayıf labirentin belirlenmesi sağlanır.<sup>41</sup> Hastalardan 50 adım atması istenir. 30 dereceden fazla yönelim patolojik kabul edilir.

### **Fistül Testi**

Valsalva manevrası sırasında veya tragusa bası uygulayarak dış kulak yoluna pozitif-negatif basınç verildiğinde vertigo veya nistagmusun oluşması durumunda fistül testi pozitifdir. Perilenf fistülü ve süperior semisirküler kanal dehisansında fistül testi pozitif çıkabilir.<sup>40</sup>

### **Pozisyonel Testler**

Dix-Hallpike, yan yatma (Brandt-Cohen) testleri ile posterior ve anterior kanallar, supin roll testi ile lateral kanallar, supin baş sarkıtma testi ile de anterior kanallarda BPPV muayenesi yapılabilir.<sup>42</sup>

### **Kalorik Test**

Esasen VNG test bataryasının bir parçası olmakla birlikte hastanın kulağına 30°C soğuk su verilerek nistagmus oluşup oluşmadığı değerlendirilerek yatak başı da uygulanabilir. Horizontal semisirküler kanalın düşük frekanslı vestibüler fonksiyonunu değerlendirir.<sup>40</sup>

## **6.8.2 Laboratuvar Testleri**

### **Elektronistagmografi (ENG) / Videonistagmografi (VNG)**

Göz çevresine yerleştirilen elektrotlar ile spontan ve görsel uyaranlar sonucunda oluşan göz hareketlerinin elektrookülografik olarak kaydedildiği, vestibülooküler refleksin değerlendirildiği test bataryasıdır. ENG’de göz hareketleri bilgisayar ortamında elektrookülografik olarak kaydedilir. VNG’de ise göz hareketleri elektrotlar ile değil de bir gözlük sistemi sayesinde küçük video kameralarla kaydedilir ve bilgisayar ortamında analizi yapılır. ENG/VNG bataryası başlıca 3 grup testten oluşur.

1. Okülomotor testler: Sakkad testi, pursuit testi, optokinetik test, spontan ve bakış nistagmusu
2. Dinamik ve statik pozisyonel testler
3. Kalorik test

## **Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller**

Vestibülokolik refleksi değerlendiren, yüksek sese cevaben boyun kaslarından ya da ekstraoküler kaslardan kayıt alan bir testtir. Utrikül ve sakkül fonksiyonlarını değerlendirir. Sternokleidomastoid kasından yapılan kayda c-VEMP, inferior rektus kasından yapılan kayda o-VEMP adı verilmektedir.

## **Rotasyon Sandalyesi Testi**

Hastanın oturduğu sandalye bilgisayar kontrollü olarak sinüzoidal bir rotasyon yapar. Rotasyon sırasında horizontal semisirküler kanalın uyarımına bağlı oluşan nistagmus bilgisayar ortamına kaydedilip analiz edilir. Sıklıkla kalorik testte bilateral hipoaktif cevap alınan hastalarda bilateral vestibüler yetmezliği ortaya koymakta kullanılır.

## **Bilgisayarlı Dinamik Postürografi**

Vestibüler testlerin birçoğu sadece vestibüler girdileri değerlendirirken dinamik postürografi testi kişinin vestibüler, vizüel ve somatosensöryal sistemin koordinasyonu ve bunun neticesinde dengesini test etmeyi amaçlayan bir testtir. Hasta test platformu üzerinde gözü açık veya kapalı dururken platform hareket ettirilerek salınım yapması sağlanır ve kişinin dengesini sağlayıp sağlayamadığı test edilir.

## **6.9. Video Head Impulse Test**

1988 yılında Halmagyi-Curthoys tarafından yatak başı olarak uygulanan Halmagyi-Curthoys veya Head Thrust Testi, günümüzde hastanın başına yerleştirilen yüksek çözünürlüklü kamera içeren gözlük aracılığı ile daha ileri teknoloji kullanılarak uygulanmaktadır.<sup>43</sup> VHIT, baş hareketi sırasında gözlerin bir noktada sabit kalmasını sağlayan VOR aracılığı ile değerlendirme yapar.<sup>44</sup> Lateral, anterior ve posterior olacak şekilde her 3 semisirküler kanalın ve vestibüler sistemi innerve eden vestibüler sinirin süperior ve inferior dallarını değerlendirmeyi sağlar. VOR başın hareketi esnasında gözün bir noktada sabit kalmasını sağlayan refleksdir. VHIT ile yüksek hızlı baş hareketleri esnasında bozulmuş VOR sonucu etkilenen gözde ortaya çıkacak göz hızı ve sakkadları kamera aracılığı ile ölçülür.<sup>45</sup> VOR kazancı; göz hızının baş hızına oranıdır. Sağlıklı bireylerin VOR kazancı 0.8-0.9 civarındadır. Lateral kanallar için 0.8'in, anterior ve posterior kanallar için 0.7'nin altında bir değer tespit edildiğinde, o kanalda zayıflık olduğu düşünülür. Eğer VOR'de zayıflık elde edildi ise, baş hareket ettiğinde gözler hedefe fikse olamaz. Fikse olamadığı için, bu durumu telafi etmek amacı ile sakkadlar yani hızlı göz

hareketleri oluşturmaktadır. Ortaya çıkan hızlı göz hareketleri başın rotasyon işlemi bittikten sonra meydana gelirse, overt (açık) sakkad olarak adlandırılır. Ancak, telafi edici hızlı göz hareketleri baş hareketi esnasında meydana gelmişse covert (gizli) sakkad adını almaktadır. Overt sakkadlar yatak başı muayene sırasında çıplak göz ile görülebilirken, covert sakkadlar görülemez. VHIT ile cevabın yetersizliği veya VOR cevap asimetrisi kolaylıkla tespit edilebilir. Böylece, yaklaşık 5 dakikalık bir zaman içinde klinisyen tüm SSK'ler için VOR tepkisinin objektif bir verisine sahip olur.<sup>44</sup>



## 7. GEREÇ VE YÖNTEM

Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 23/09/2021 tarihinde etik kurul onayı alınmıştır (KÜ GOKAEK-2021/16.05). Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği'nde 2012-2020 yılları arasında koklear implant cerrahisi gerçekleştirilen hastaların verileri incelenmiştir. Hastane bilgi işlem sisteminden hastaların yaş ve cinsiyet bilgilerine, ameliyat tarihine, epikrizine, ameliyat notlarına ve ameliyat sonrası takip anamnezlerine, implant markalarına ve radyolojik görüntülerine ulaşılmıştır. Çalışmaya dahil etme ve dışlama kriterleri kapsamında, çalışmaya uygun olan 5-17 yaş arası en az bir yıldır koklear implant kullanıcısı hastalar çalışma grubu olarak; aynı yaş grubunda, işitme kaybı ve vestibüler semptomu olmayan 30 tane sağlıklı kişi kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir.

Hem çalışma hem kontrol grubuna dahil edilen hastalar çalışmaya gönüllülük esasına göre katılmıştır. Çalışma ve kontrol grubundaki hastaların ebeveynlerine gönüllü bilgilendirme formu imzalatılmıştır (EK-1 ve EK-2). Ayrıca okuma yazma bilen çocuklara çocuk rıza formu verilerek ailelerinin gözetiminde imzaları alınmıştır (EK-3 ve EK-4). Çalışmaya katılan tüm bireylere değerlendirmeye başlamadan önce Olgu Rapor Formu doldurtulmuştur (EK-5).

Çalışmaya dahil edilmiş tüm koklear implant hastalarına ameliyat öncesi temporal kemik BT ve MR çekilmiştir. Hastalar Çocuk Nörolojisi ve Çocuk Psikiyatrisi tarafından değerlendirilmiştir. Hastalarda radyolojik, nörolojik ve psikiyatrik olarak implant takılmalarına engel teşkil eden patolojiye rastlanmamıştır.

Ameliyattan yarım saat önce 50 mg/kg dozdan İV seftriakson profilaksisi uygulanmıştır. Cerrahi işlemler genel anestezi altında gerçekleştirilmiştir. Tüm ameliyatlarda iki cerrahtan biri tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm hastalara retroaurikular cilt insizyonunun ardından T şeklinde yapılan insizyon ile periost flebi kaldırılmıştır. Basit mastoidektominin ardından posterior timpanotomi yapılarak fasiyal reses yoluyla orta kulağa görüş sağlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastaların yuvarlak pencere nişi turlandıktan sonra yuvarlak pencereye görüş sağlanmış, yuvarlak pencere membranına bir insizyon yapılmış ve implantlar yuvarlak pencere yaklaşımı ile yerleştirilmiştir. Promontoryum turlanarak kokleostomi yapılan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. İmplant kimi hastalara



subperiosteal cep oluşturularak, kimi hastalara temporal kemik turlanarak implant yatağı oluşturularak yerleştirilmiştir. Elektrotlar atravmatik şekilde tek seferde kokleaya gönderilmiştir. İmplant takıldıktan sonra yuvarlak pencere etrafı yumuşak dokular ile desteklenmiştir. Firmaların teknik destekleri doğrultusunda takip edilerek elektrot kontrolleri, telemetrik, bütünlük ve empedans ölçümleri yapılmıştır. Kimi marka implantlarda stapes refleksi bakılmıştır. Ölçümlerinde sorun olmayan hastalarda sırası ile periost flebi, cilt altı ve cilt anatomik pozisyonuna uygun olarak kapatılmıştır. Tüm hastalara mastoid sargı uygulanmıştır. Hastaların ameliyat sonrası hastanede kalış süreleri 2-4 gün arasındadır. Ameliyat sonrası 48. saatte mastoid sargı açılarak hastanın pansumanı yenilenmiş, yeniden baskılı mastoid sargı uygulanmıştır. 2 günde bir pansumanı yenilenen hastaların 1. haftasında sütürleri alınmış, kulak açık bırakılmıştır. Ameliyat sonrası yattığı sürede 50 mg/kg/gün İV seftriakson tedavisi devam etmiş, taburculuğunda ameliyat sonrası 1. haftasına kadar kullanmak üzere oral 3. kuşak sefalosporin başlanmıştır.

Ameliyat sonrası ortalama 1. ayında uzman odyolog tarafından ilk fitting işlemleri yapılmıştır. Ardından hastalar 10 gün sonra ikinci, 1 ay sonra üçüncü kontrollerine çağırılmıştır. Ardından 3 yaşına kadar 3 aylık, 3 yaşından ilkököl dönemine kadar 6 aylık, sonrasında da yıllık takiplere alınmıştır.

Koklear implant kullanıcısı çalışma grubu hastalarının otoskopik muayenesi Kulak Burun Boğaz hekimi tarafından yapılmıştır. Sonrasında hastalara uzman odyolog tarafından her iki tarafın üç semisirküler kanalını da değerlendirecek şekilde cihazlı olarak (unilateral kullanıcılarda tek tarafında, bilateral cihaz kullanıcılarında her iki kulakta da cihaz takılı iken) VHIT testi uygulanmıştır. Ardından hastaların cihazı çıkarılmış ve her iki kulakta da cihaz yokken hastadan 15 dakika hastane içerisinde ve çevresinde dolaşması istenmiştir. 15 dakikanın ardından hastalara yeniden her üç semisirküler kanalı değerlendirecek şekilde VHIT uygulanmıştır.

Daha önceden nörolojik, otolojik ve oftalmolojik patolojisi olmayan sağlıklı benzer yaş grubundaki gönüllülere öncelikle KBB hekimi tarafından otoskopik muayene, ardından saf ses odyometri, Romberg, keskinleştirilmiş Romberg, Fukuda, göz açık/kapalı yürüme testleri uygulanmıştır. Otoskopik muayenesi doğal olan, saf ses eşik ortalamaları 15 db ve altı olan ve Romberg, keskinleştirilmiş Romberg, Fukuda, göz açık/kapalı yürüme testlerinde patoloji saptanmayan 30 kişi kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Bu kişilerin de her iki kulağına üç semisirküler kanalı da değerlendirecek şekilde VHIT

uygulanmıştır.

Klinik tutarlılığın sağlanması açısından tüm hastaların VHIT testleri tek kişi tarafından yapılmıştır.

#### **Çalışma Grubu Dahil Edilme Kriterleri**

1. 1 yıldan uzun süredir koklear implant kullanıcısı olmak
2. VHIT'ye koopere olacak mental durumda olmak
3. 5-17 yaş arası olmak
4. Ameliyat öncesi çekilen BT ve MR'de iç kulak malformasyonu olmaması
5. VHIT'ye engel oluşturacak görme bozukluğu olmaması

#### **Çalışma Grubu Dışlama Kriterleri**

1. Herhangi bir gerekçe ile revizyon cerrahi gereksinimi olanlar (enfeksiyon, implant atılımı, travma, iç parça arızası vb)
2. Yuvarlak pencere yaklaşımı yerine kokleostomi yapılarak koklear implant yerleştirilen hastalar
3. Ameliyat öncesi dönemde Çocuk Nöroloji muayenesi ile nöromotor gelişim geriliği saptanmış olan hastalar
4. Vestibüler hipofonksiyon yapabilecek ek hastalıkların varlığı
5. Herhangi bir sebepten koklear implantı düzenli kullanmayan hastalar

#### **Kontrol Grubu Dahil Edilme Kriterleri**

1. 5-17 yaş arasında olmak
2. Bilinen nörolojik, otolojik ve oftalmolojik patolojisinin olmaması
3. Otoskopik muayenenin doğal olması
4. Saf ses eşik ortalamaları 15 db ve altında olmak
5. Romberg, keskinleştirilmiş Romberg, Fukuda, göz açık/kapalı yürüme testlerinde patoloji saptanmaması
6. VHIT'ye koopere olacak mental durumda olmak

#### **Kontrol Grubu Dışlama Kriterleri**

1. 5 yaşından küçük, 17 yaşından büyük olmak
2. Bilinen nörolojik, otolojik ve oftalmolojik patolojisinin bulunması, geçirilmiş

- otolojik cerrahi öyküsü
3. Otoskopik muayenede patoloji saptanması
  4. Saf ses eşik ortalamalarının 15 db'den yüksek olması
  5. Romberg, keskinleştirilmiş Romberg, Fukuda, göz açık/kapalı yürüme testlerinde patoloji saptanması
  6. VHIT'ye koopere olacak mental durumda olmamak

### 7.1. Video Head Impulse Test (VHIT)

Kişilerin VHIT değerlendirmeleri *EyeSeeCam v-HIT (Interacoustics, A/S, Middelfart, Denmark)* cihazı ile yapıp *OtoAccess* bilgisayar programı ile değerlendirildi.

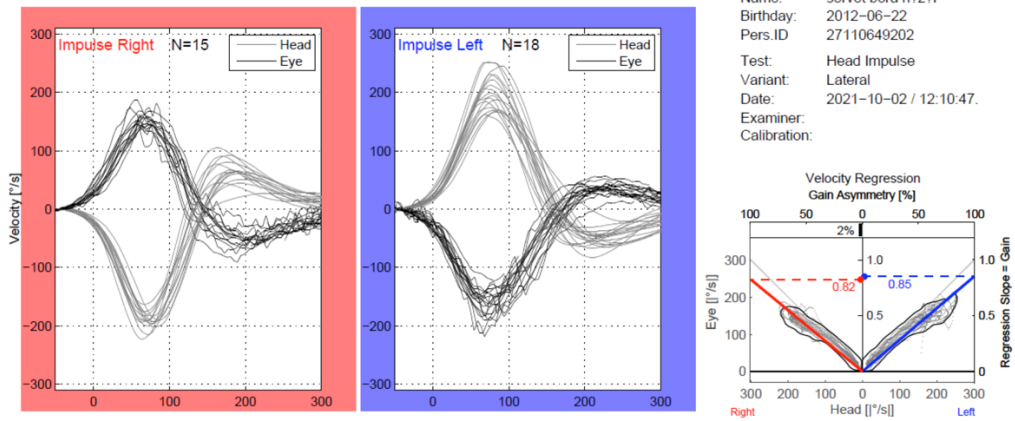
Teste hazırlık aşamasında tüm bireylere test hakkında bilgi verildi. Duvara çocukların ilgisini çekmesi için yerleştirilen renkli hayvan figüründen oluşan hedef noktadan, bir buçuk metre uzaktaki sabit koltuğa oturtulan bireylere test gözlüğü takıldı. Hastadan karşısındaki hedef noktaya bakması istendi ve bu sırada pupil video ekranın merkezinde kalacak şekilde ilgili bölge (region of interest) ayarlandı. Ardından kalibrasyon aşamasına geçildi. Kalibrasyon yapmak için hastadan karşısındaki hedef noktaya bakması istendi, daha sonra lazer ışıkları açıldı. Fiksasyon noktası lazer noktalarının merkezinde olacak şekilde baş pozisyonu ayarlandıktan sonra sırasıyla göz ve baş kalibrasyonları yapılarak test aşamasına geçildi. Çalışma grubundaki hastalara her testte kalibrasyon işlemi tekrarlandı, hedef nokta işaretlerle gösterilerek göz ile takip etmeleri sağlandı.

Kalibrasyonun ardından kişilerden gözünü hedef noktadan ayırmaması, başını rahat bırakması, boyun kaslarını kasmaması istendi ve ilk olarak lateral teste başlandı. Lateral test için kişinin başı 20° fleksiyona getirildikten sonra küçük amplitüd, yüksek hızla yaklaşık 15° sağa ve sola çevrildi. Ardından sırasıyla RALP (right anterior left posterior) ve LARP (left anterior right posterior) ölçümleri alındı. Bu testler için de hastanın başı düz pozisyonda tutularak, test edilen semisirküler kanalın anatomik pozisyonuna göre başa anterolateral ve posterolateral eksenlerde uygun açılarda yaklaşık 15° rotasyonlar yaptırılarak ölçümler alındı. Tüm kanallar için 20 adet sağlıklı ölçüm alındı ve çalışma ve kontrol grubu için ayrı ayrı tüm kanalların ortalama vestibülooküler refleks kazanç değerleri kaydedildi.

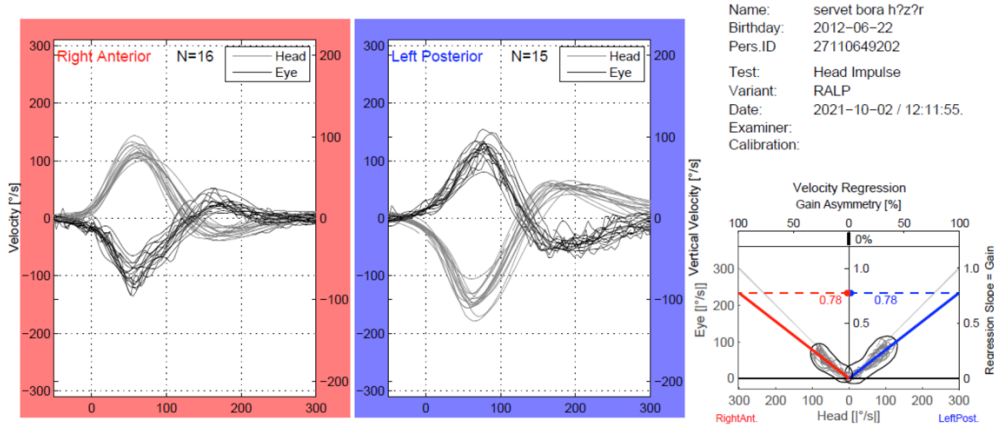
**Çizim 5:** Kocaeli Üniversitesi Vestibüler Laboratuvarında VHIT uygulanan çalışma grubundan bir hasta.



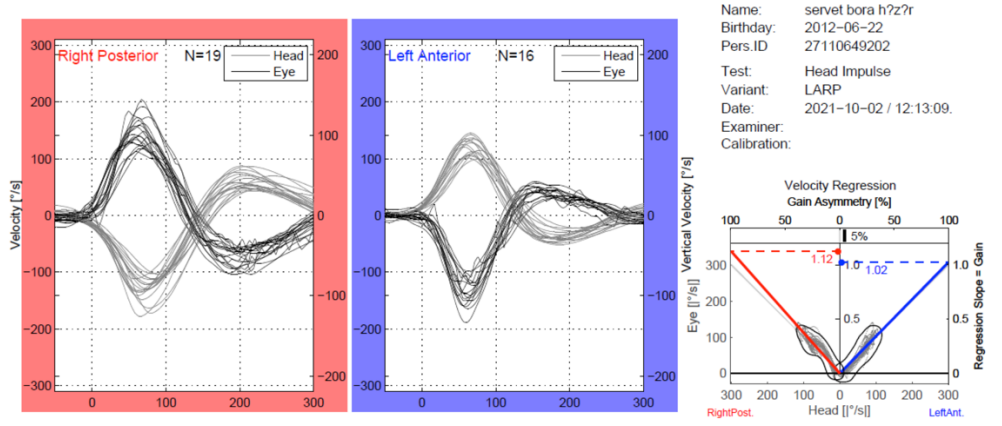
**Çizim 6:** Kontrol grubundan bir hastanın lateral semisirküler kanal VHIT sonuçları.



**Çizim 7:** Kontrol grubundan bir hastanın RALP VHIT sonuçları.



**Çizim 8:** Kontrol grubundan bir hastanın LARP VHIT sonuçları.



## 7.2. Saf Ses Odyometrisi

Saf ses odyometri ölçümleri çift cidarlı bir sessiz kabinde *ISO 2005* standartlarına uygun kalibre edilmiş *AC 40 odyometri cihazı (Interacoustics® AS DK-5610 Assens Denmark)* ile havayolu eşikleri için *TDH-39 supra - aural tip kulaklık (Telephonics , New York, USA)* ve kemik yolu eşikleri için kemik vibratör (*Radioear® B71*) kullanılarak işitme eşikleri db cinsinden 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz frekanslarında bulunarak kaydedilmiştir.

## 7.3. Vestibülospinal Refleksin Değerlendirilmesi

**Romberg – Keskinleştirilmiş Romberg:** Hastadan 30 sn boyunca gözleri kapalı ve ayakları bitişik pozisyonda iken ayakta durması istenmiştir. Yönelim ve düşme olmaması normal olarak değerlendirilmiştir. Ardından hastanın bir ayağını diğerinin önüne getirerek

topuk ve parmak uçlarını bitişirmesi ve gözler kapalı 30 sn dengesini koruması söylenmiştir. Yönelim ve düşme olmaması normal olarak değerlendirilmiştir.

**Fukuda Testi:** Hastadan gözler kapalı, kollar öne uzatılmış pozisyonda iken olduğu yerde 50 adım atması istenmiş ve rotasyon yönü değerlendirilmiştir. 30 dereceden fazla rotasyon olmaması normal olarak değerlendirilmiştir.

**Tandem Yürüme Testi:** Hastadan düz bir çizgide gözler açık ve kapalı şekilde 20 kez topuk burun adımlaması yapması istenmiştir. Yönelim ve düşme olmaması normal olarak değerlendirilmiştir.

#### 7.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme, *IBM SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)* paket programı ile yapılmıştır. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren nümerik değişkenler ortalama +/- standart sapma, normal dağılım göstermeyen nümerik değişkenler medyan (min-max), kategorik değişkenler ise frekans (yüzdeler) olarak verilmiştir. Grup sayısı iki olduğunda gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olan nümerik değişkenler için *Student t testi*, normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için *Mann Whitney U Testi* kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler de *Pearson Ki-Kare* ve *Fischer Exact* testi ile belirlenmiştir. Nümerik değişkenler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile elde edilmiştir.  $p < 0.05$  istatistiksel olarak önemlilik için yeterli kabul edilmiştir.

## 8. BULGULAR

Bu çalışmada 2012-2020 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniğinde koklear implant cerrahisi uygulanmış 145 hastadan 5-17 yaş aralığında olan 74 hastanın verileri incelenmiştir. Bu hastalardan 9 tanesi kokleostomi yoluyla koklear implant cerrahisi gerçekleştirildiğinden çalışma dışı bırakılmıştır. 10 hasta VHIT'ye koopere olamadığından, 7 hasta takipli olmadığından, 3 hasta çalışmaya katılmayı reddettiğinden, 4 hastada ameliyat öncesi dönemde çocuk nörolojisi tarafından nöromotor gelişim geriliği saptandığından, 3 hastada revizyon koklear implant cerrahisi uygulandığından, menenjit sonrası acil implant takılan bir hastada da yine menenjit sonrası implant öncesi dönemde yürüme ve denge problemleri olduğundan çalışmaya dahil edilmemiştir. Bilateral koklear implant takılan 3 hastanın tek tarafının cerrahisi kokleostomi yolu ile gerçekleştiğinden o hastaların yuvarlak pencere yolu ile cerrahi uygulanan kulakları çalışmaya katılmıştır. 24 tane tek taraflı, 13 tane bilateral (3 tanesi tek kulağı ile), toplam 37 koklear implant kullanıcısı, 47 kulak çalışmaya dahil edilmiştir. Kontrol grubunda benzer yaş grubundan, herhangi bir otolojik, nörolojik ve oftalmolojik problemi bulunmayan 30 sağlıklı birey, 60 kulak dahil edilmiştir.

Çalışma grubundaki bireylerin, 20'si kadın (%54) 17'si erkek (%46), kontrol grubundaki bireylerin 16'sı kadın (%53) 14'ü erkek hastalardan oluşmuştur (%47). Çalışma grubunun yaş ortalaması  $10,63 \pm 2,88$  (en düşük 5, en yüksek 16) med: 10 (8 – 13), kontrol grubunun yaş ortalaması  $10,09 \pm 3,64$  (en düşük 5, en yüksek 17) med: 9 (8 – 12) olarak bulunmuştur. Yaş ve cinsiyet olarak kontrol ve çalışma grubunda istatistiksel olarak farklılık yoktur.

İmplant markalarına bakıldığında çalışmamızda 24 tane Cochlear (Cochlear Limited, Australia) (% 51,1), 9 tane Medel (MED-EL Elektromedizinische Geräte Gesellschaft m.b.H. Innsbruck, Österreich) (% 19,1), 6 tane AB (Advanced Bionics AG Laubisrütistrasse Switzerland) (% 12,8) ve 8 tane Oticon (*Oticon A/S, Denmark*)(%17) marka koklear implant kullanıcısı olduğu görülmüştür.

Toplam 47 koklear implantın 35 tanesi sağ (%74,5), 12 tanesi sol (%24,5) taraflıdır.

Bilateral koklear implant kullanıcılarının 9 tanesinin (%69,2) cerrahisi farklı zamanlarda, 4 tanesinin (%30,8) cerrahisi eş zamanlı gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen hastaların 36'sına idiyopatik sensörinöral işitme kaybı tanısı ile, 1'ine diyabetik ketoasidoz sonrası postlingual gelişen sensörinöral işitme kaybı sebebi ile koklear implant takılmıştır.

Hastaların implant takılma ortanca değeri 4 (2-7) olarak saptanmıştır. Çalışmadaki en erken implant takılan hasta 1 yaşında, en geç takılan hasta 16 yaşında ameliyat edilmiştir. Hastaların %64,8'ine (n=24) 5 yaşın altında koklear implant takılmıştır. Koklear implant kullanım süreleri minimum 1 yıl, maksimum 9 yıl ortalaması  $4,7 \pm 2,3$  yıl olarak izlenmiştir.

**Çizelge 8:** Çalışma grubu tanımlayıcı verileri.

	<b>Çalışma Grubu</b>
<b>Kİ takılma yaşı</b>	Med: 4 (2-7) <i>min 1, maks 16</i>
<b>Kİ kullanım süresi (yıl)</b>	$4,7 \pm 2,3$ <i>min: 1, maks: 9</i>
<b>Bilateralite</b>	Tek taraflı 23 Bilateral 13
<b>Taraf</b>	Sağ 35 (%74,5) Sol 12 (%24,5)
<b>Kİ markası</b>	Cochlear 24 (%51,1) Medel 9 (%19,1) AB 6 (%12,8) Oticon 8 (%17)

Çalışma grubundaki hastalara koklear implant açık ve kapalı (Kİ-A ve Kİ-K) olacak şekilde VHIT yapılmıştır. Hastaların tümünde tüm semisirküler kanalların (SSK) VOR kazançları ölçülmüştür. Yapılan değerlendirmede hastaların hiç birinde overt ya da covert sakkad gözlenmemiştir.

Çalışma grubundaki hastaların Kİ-A ve Kİ-K VHIT VOR kazançları, kontrol grubu VHIT kazançları ile karşılaştırılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışma grubu Kİ-A, Kİ-K ve kontrol grubu SSK VOR kazançlarının ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 9'da gösterilmiştir.



**Çizelge 9:** Çalışma grubu Kİ-A, Kİ-K ve kontrol grubu SSK VOR kazançlarının ortalamaları ve standart sapmaları.

SSK	Çalışma Grubu(N:47) (Kİ-A) X ± ss	Çalışma Grubu(N:47) (Kİ-K) X ± ss	Kontrol Grubu(N:60) X± ss
<b>Lateral</b>	0,93 ± 0,22	0,92 ± 0,2	0,99 ± 0,1
<b>Posterior</b>	0,99 ± 0,41	1 ± 0,34	1,11 ± 0,31
<b>Anterior</b>	1,03 ± 0,34	0,94 ± 0,3	1,17 ± 0,31

(SSK: semisirküler kanal, Kİ-A: koklear implant açık, Kİ-K: koklear implant kapalı, X:ortalama ss:standart sapma, N:sayı)

Çalışma grubu Kİ-A SSK VOR kazançları ile kontrol grubu SSK VOR kazançları karşılaştırıldığında tüm SSK'lerde çalışma grubu VOR kazançlarının kontrol grubundan düşük olduğu görülmüştür. Bu düşüklük lateral ve posterior SSK'lerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olarak değerlendirilmemiştir ( $p>0,05$ ); fakat anterior semisirküler kanal VOR kazancında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,032$ ). Çizelge 10'da çalışma grubu Kİ-A VHIT VOR kazançları ile kontrol grubu VHIT VOR kazançlarının karşılaştırması gösterilmiştir.

**Çizelge 10:** Çalışma grubu Kİ-A SSK VOR kazançları ile kontrol grubu SSK VOR kazançlarının karşılaştırması.

SSK	Çalışma Grubu(N:47) (Kİ-A) X ± ss	Kontrol Grubu(N:60) X± ss	P değeri
<b>Lateral</b>	0,93 ± 0,22	0,99 ± 0,1	0,102
<b>Posterior</b>	0,99 ± 0,41	1,11 ± 0,31	0,089
<b>Anterior</b>	1,03 ± 0,34	1,17 ± 0,31	0,032

(SSK: semisirküler kanal, Kİ-A: koklear implant açık, X:ortalama ss:standart sapma, bağımsız örneklem T testi  $P=0.05$ , N:sayı)

Kontrol grubu Kİ-A ve Kİ-K VOR kazançları ile çalışma grubu VOR kazançları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Çizelge 11’de çalışma grubu Kİ-A ve Kİ-K VOR kazançlarının karşılaştırması gösterilmiştir.

**Çizelge 11:** Çalışma grubu, Kİ-A ve Kİ-K VOR kazançlarının karşılaştırması.

SSK	Çalışma Grubu(N:47) (Kİ-A) med (25 – 75)	Çalışma Grubu(N:47) (Kİ-K) med (25 – 75)	P değeri
Lateral	0,96 (0,85 – 1,06)	0,95 (0,84 – 1,01)	0,346
Posterior	0,99 (0,65 – 1,24)	1,06 (0,78 – 1,22)	0,905
Anterior	1,02 (0,88 – 1,19)	0,93 (0,78 – 1,04)	0,072

(SSK: semisirküler kanal, Kİ-A: koklear implant açık, Kİ-K: koklear implant kapalı, med: median değer, Bağımsız örneklem Mann Whitney U Testi,  $P=0.05$ , N:sayı)

Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) taraflarının VOR kazançları ile kontrol grubu VOR kazançları karşılaştırıldığında tüm kanallarda implantlı kulaklarda bir düşüklük izlenmiştir. Bu düşüklük lateral ve posterior semisirküler kanallarda istatistiksel olarak anlamlı izlenmemiş ( $p>0,05$ ), anterior semisirküler kanalda istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ( $p= 0,02$ ). Çizelge 12’de tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) tarafı ile kontrol grubunun VOR kazanç karşılaştırılması gösterilmiştir.

**Çizelge 12:** Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) tarafı ile kontrol grubunun VOR kazançlarının karşılaştırılması.

SSK	Tek Taraflı (N:24) (Kİ-A) X ± ss	Kontrol Grubu(N:60) X± ss	P değeri
<b>Lateral</b>	0,92 ± 0,2	0,99 ± 0,1	0,103
<b>Posterior</b>	1,02 ± 0,44	1,11 ± 0,31	0,38
<b>Anterior</b>	1 ± 0,24	1,17 ± 0,31	0,02

(SSK: semisirküler kanal, Kİ-A: koklear implant açık, X:ortalama ss:standart sapma, bağımsız örneklem T testi P=0.05, N:sayı)

Bilateral koklear implantlı hastaların VHIT VOR kazançları (Kİ-A) ile kontrol grubu VOR kazançları karşılaştırıldığında tüm kanallarda implantlı kulaklarda bir düşüklük izlenmiş, bu düşüklük istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Çizelge 13'te bilateral Kİ kullanıcıları ile kontrol grubunun VOR kazanç karşılaştırılması gösterilmiştir.

**Çizelge 13:** Bilateral koklear implant kullanıcıları ile kontrol grubunun VOR kazançlarının karşılaştırılması.

SSK	Bilateral (N:23) (Kİ-A) X ± ss	Kontrol Grubu(N:60) X± ss	P değeri
<b>Lateral</b>	0,95 ± 0,25	0,99 ± 0,1	0,42
<b>Posterior</b>	0,95 ± 0,38	1,11 ± 0,31	0,063
<b>Anterior</b>	1,06 ± 0,43	1,17 ± 0,31	0,218

(SSK: semisirküler kanal, Kİ-A: koklear implant açık, X:ortalama ss:standart sapma, bağımsız örneklem T testi P=0.05, N:sayı)

Tek taraflı Kİ kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) taraflarının VOR kazançları ile bilateral Kİ kullanıcılarının (Kİ-A) VOR kazançları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık izlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Çizelge 14'te tek taraflı koklear implant

kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) tarafı ile bilateral Kİ kullanıcılarının VOR kazançlarının karşılaştırılması gösterilmiştir.

**Çizelge 14:** Tek taraflı Kİ kullanıcılarının implantlı (Kİ-A) tarafı ile bilateral Kİ kullanıcılarının (Kİ-A) VOR kazançları karşılaştırılması.

SSK	Bilateral (N:23) (Kİ-A) X ± ss	Tek Taraflı (N:24) (Kİ-A) X ± ss	P değeri
Lateral	0,95 ± 0,25	0,92 ± 0,2	0,67
Posterior	0,95 ± 0,38	1,02 ± 0,44	0,586
Anterior	1,06 ± 0,43	1 ± 0,24	0,536

(SSK: semisirküler kanal, Kİ-A: koklear implant açık, X:ortalama ss:standart sapma, bağımsız örneklem T testi P=0.05, N:sayı)

Çalışma grubu hastaların VHIT VOR kazançları ile yaş, Kİ takılma ve Kİ kullanım süresi arasında yapılan korelasyonda anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0.05). Çizelge 15'te korelasyon değerleri gösterilmiştir.

**Çizelge 15:** Çalışma grubu VHIT VOR kazançları ile Kİ verilerinin korelasyonu.

SSK	Çalışma Grubu(N: 47) Yaş p değeri	Çalışma Grubu(N: 47) Kİ takılma yaşı p değeri	Çalışma Grubu(N: 47) Kİ kullanım süresi p değeri
Lateral	0,56	0,564	0,663
Posterior	0,769	0,529	0,132
Anterior	0,89	0,703	0,328

(Kİ: Koklear implant, Pearson korelasyon analizi T testi P=0.05, N:sayı)

## 9. TARTIŞMA

Koklear implant uzun yıllardır ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan hastalarda işitme rehabilitasyonunda kullanılan başarılı bir yöntemdir. Kullanım sıklığı günden güne artış göstermekle birlikte gelişen cerrahi teknikler ve teknolojik gelişmelerin ışığında hastaların kazançlarının ve cihazdan beklentilerinin de arttığını söyleyebiliriz.<sup>46</sup> Tarama testlerinin yaygınlaşması ve cerrahi tecrübenin artması koklear implant cerrahisinin uygulanma zamanının daha erken yaşlara doğru kaymasını sağlamıştır.<sup>47</sup> Bu durum implant kullanıcısı pediatrik popülasyon ile yapılan çalışmaların önemini göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda işitme kaybına sebep olan patolojinin de vestibüler sistem fonksiyonlarını etkilediği gösterilmiştir. Jacot ve ark.<sup>48</sup> koklear implant cerrahisi öncesi yaptığı vestibüler değerlendirmede pediatrik hastaların %50'sinde vestibüler fonksiyonu normal olarak bulmuştur. %20'sinde bilateral tam arefleksi, %7,5'inde vestibüler fonksiyonlarda bilateral simetrik bozulma, %22,5'inde ise parsiyel bozulma saptamıştır.

Koklear implant komplikasyonları çok farklı şekillerde sınıflandırılmıştır.<sup>49-51</sup> Green ve ark.<sup>52</sup> hastane bakımı, cerrahi ya da reimplantasyon gerektiren komplikasyonları majör, ayaktan medikal tedavi ile düzelebilen komplikasyonları minör komplikasyonlar olarak sınıflamıştır.

Kokleanın otolitik organlar ve semisirküler kanallar ile yakın komşuluğu göz önüne alındığında doğrudan iç kulağa müdahale edilen koklear implant cerrahisinde vestibüler sistemin etkilenmesi ön görülebilecek bir durumdur. Literatüre bakıldığında minör komplikasyonlar arasında sayılan vertigo oranı %0,33'ten %75'e kadar değişmektedir. VOR etkilenimi %23-100 arasındadır.<sup>53</sup>

Tien ve ark.<sup>2</sup> koklear implant cerrahisi uygulanmış 11 temporal kemik üzerinde yaptığı postmortem diseksiyonda vestibüler yapılarda sakküler membran distorsiyonu, fibrozis, ossifikasyon, kalsifikasyon ve reaktif nöroma izlemişlerdir. Vestibüler organlardan en çok sakkülün (n=7), sonrasında utrikülün (n=3) sonrasında da semisirküler kanalların (n=2) etkilendiğini göstermişlerdir. Handzel ve ark.<sup>54</sup> 19 temporal kemik üzerinde yaptığı başka bir çalışmada da membranöz labirent yapısı incelenebilen 17 kulağın 10 tanesinde koklear hidrops izlemişlerdir. 8 tanesinde sakküler kollaps, bu kollabe olan sakküllerin de membranında distorsiyon izlenmiştir. Bir utrikül hidropik olarak değerlendirilmiştir. Bilateral implant kullanıcısı hastaların ise her iki utrikül ve sakkülde hidrops izlenmiştir.

Ameliyat sonrası görülen vestibüler sistem patolojilerinin açıklanmasında periferik vestibüler sistemin direkt hasarı yaygın olarak düşünülen mekanizmalardandır.<sup>55</sup> Bunun dışında implantın oluşturduğu elektriksel stimülasyonun vestibüler sistemi uyarması, baziller membranın yırtılmasına bağlı perilenf ve endolenfin karışarak iç kulak sıvı homeostazında bozulma oluşması, cerrahiye bağlı enflamasyon ve fibrozis, yabancı cisime bağlı labirentit gelişimi vestibüler fonksiyonlarda etkilenme yapabilecek diğer etkenlerdir.<sup>56-58</sup>

Çalışmamızda 5-17 yaş arası en az 1 yıldır koklear implant kullanan çocukların VHIT ile değerlendirilen VOR kazançları aynı yaş grubu ile karşılaştırılmış, tüm semisirküler kanal VOR kazançlarının kontrol grubuna göre düştüğü izlenmekle birlikte sadece anterior semisirküler kanalda VOR kazanç düşüşü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı zamanda koklear implant açık ve kapalı durumdayken de VOR kazançları değerlendirilmiş, implantın açık ve kapalı olmasıyla VOR kazancı arasında bir ilişki kurulamamıştır.

Dağkiran ve ark<sup>3</sup> yaptığı bir çalışmada erişkin tek taraflı koklear implant kullanıcısı hastalar, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 3. gün ve 3. ay VHIT, VEMP ve DHİ uygulanarak değerlendirilmiştir. Ameliyat öncesi VHIT ve VEMP sonuçlarında patoloji olmayan 42 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. VHIT değerlendirmesinde lateral kanal için 0,8 vertikal kanallar için 0,7 kesme değeri kullanılmıştır. Çalışmada ameliyat sonrası 3. gün 12 hastada VHIT, c-VEMP veya o-VEMP testinde değişiklik saptanmıştır. VHIT sonucunda değişiklik olan hasta sayısı 7'dir. Ortalama VOR kazancının da her üç kanalda da anlamlı olarak düştüğü gösterilmiştir. Ameliyat sonrası 3. ayda yapılan değerlendirmelerde VHIT'de anormalite saptanan hasta sayısı 1 olup, ortalama VOR kazanç değerinde ameliyat öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Çalışmada en çok etkilenen kanal posterior semisirküler kanal olarak saptanmış olup bu durum posterior semisirküler kanal ampullasının yuvarlak pencereye yakınlığı ile açıklanmıştır. DHİ skorlarında ve c-VEMP değerlerinde de istatistiksel olarak anlamlı bozukluğun 3. ayda da devam ettiği izlenmiştir. Bu çalışmada saptanan ameliyat sonrası erken dönemde yoğun olan, sonrasında azalan vestibüler disfonksiyonun bir grup hastada devam edebildiği gözlemlenmiştir.

İbrahim ve ark<sup>59</sup> yaptığı bir meta-analizde toplam 2006 adet koklear implant sonrası vestibüler fonksiyonları değerlendiren çalışma incelemeye alınmış ve bunlardan kriterleri

sağlayan 27 tanesi meta-analize dahil edilmiştir. 18 yaş üstü popülasyonu kapsayan bu çalışma neticesinde koklear implant cerrahisinin kalorik ve VEMP sonuçlarını etkilediği, VHIT, postürografi ve DHİ skorlarında anlamlı bir farklılığa yol açmadığı saptanmıştır. Meta-analize dahil edilen çalışmalarda ameliyat sonrası vestibüler sistem değerlendirmesi çoğu çalışmada ilk 2 aylık periyot içinde yapılmıştır. Kimi çalışmalarda sürenin 1770 güne kadar uzadığı görülmüştür. Çalışmaların yaş grupları da heterojen dağılım göstermektedir. Meta-analizde etkilenen hasta sayısı çok olmasa bile vestibüler sistemin koklear implant cerrahisi sonrasında çeşitli mekanizmalar ile etkilendiği, bu durumun ameliyat öncesi hastalar ile paylaşılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Nassif ve ark.<sup>60</sup> yaptığı 12 tek taraflı, 12 bilateral implant kullanıcısı ve 12 normal işiten kontrol grubunu içeren bir çalışmada koklear implant cerrahisi gerçekleştirilen çocukların, cerrahiden en az 4 yıl sonraki VHIT lateral semisirküler kanal VOR kazançları kontrol grubu ile ve implant açık-kapalı durumda karşılaştırılmıştır. Ortalama VOR kazançları kontrol grubu ile istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bu sonuç bizim çalışmamızdaki lateral semisirküler kanal verisi ile uyumludur. İmplant açık ve kapalı konumda yapılan VOR kazanç karşılaştırmasında ise implant açık konumda VOR kazancının istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum implantın oluşturduğu elektriksel stimülasyonun vestibüler sinir ve vestibüler reseptörler üzerine yaptığı direkt uyarıcı etkiye bağlanmıştır. Elde edilen verinin çalışmamız sonuçlarından farklı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada implant kapatıldıktan sonra ne kadar süre beklendiğine ilişkin bir bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca çalışmada sadece lateral semisirküler kanal değerlendirilmiştir. Dahil edilen hastaların %39'unda cerrahi sırasında kokleostomi (promontoryal yaklaşım) yapılmıştır. Dahil etme ve dışlama kriterleri bizim çalışmamıza benzemekle birlikte, bizim çalışmamız hasta sayısı olarak daha geniş katılımlıdır. Üç semisirküler kanalın da değerlendirilmiş olması ve kokleostomi yapılan hastaların çalışma dışı bırakılarak daha homojen bir grup elde edilmiş olması çalışmamızın artılarındanır. Bu çalışmada tek taraflı kullanıcılar ile bilateral kullanıcıların VOR kazançları karşılaştırılmamıştır.

Komazec ve ark.<sup>61</sup> yaptığı 28 tek taraflı implant kullanıcısı 20 sağlıklı işiten kontrol grubunu içeren pediatrik popülasyon ile gerçekleştirmiş bir çalışmada ameliyat sonrası uzun dönem lateral semisirküler kanal (LSSK) VOR kazançları değerlendirilmiş, çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı olarak düşüklük saptanmıştır. Koklear implantasyon

sonrası vestibüler sistemde bir etkilenme olduğunu söyleyen, sensörinöral işitme kaybının da vestibüler sistemi etkilediğini öne süren bu çalışmada LSSK VOR kazanç bulguları çalışmamızla uyumlu değildir. Çalışmada diğer semisirküler kanallara bakılmadığından o konuda bir değerlendirme yapılamamıştır. Ayrıca tüm hastaların cerrahi girişimlerinin kokleostomi ile yapılmış olması sonuç farklılığına sebep olmuş olabilir. Bizim çalışmamızın örneklem büyüklüğünün daha fazla olması, üç semisirküler kanalın da değerlendirilmiş olması ve bilateral koklear implantlı hastaları da içermesi artılarındanır.

Balzanelli ve ark.<sup>62</sup> yaptığı 19 tane 1 yıldan uzun süredir tek taraflı koklear implant kullanan erişkin hastayı içeren ve tüm semisirküler kanalları değerlendirdiği çalışmasında, implantlı kulak ile karşı kulağın VOR kazançlarını karşılaştırmış, iki taraf arasında anlamlı farklılık bulamamıştır. Ayrıca implant açık ve kapalı yapılan değerlendirmede, anterior ve posterior kanallarda anlamlı farklılık olmamasına rağmen LSSK’de implant açık konumda istatistiksel olarak anlamlı yükseklik saptamıştır. Bu durumu implantın elektriksel aktivasyonu ile açıklamıştır.

Barbara ve ark.<sup>63</sup> 28 tek taraflı koklear implant kullanıcısı erişkin grup üzerinde yaptığı bir çalışmada hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1. ayındaki VOR kazançlarını karşılaştırmıştır. Bu değerlendirmede ameliyat sonrası VOR kazançlarında anlamlı bir düşme izlenmemiştir. Ayrıca implant açık ve kapalı konumda yapılan değerlendirmede de her üç semisirküler kanalda da anlamlı değişiklik izlenmemektedir. Bu çalışma erişkin popülasyonla yapılmış ve bizim çalışmamıza göre daha erken dönem VHIT sonuçları değerlendirilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırılmadan ameliyat öncesi ve sonrası VOR kazançları birbiri ile karşılaştırılmıştır. Kurgulanış biçimi farklı olan çalışmada ameliyat sonrası dönemdeki VOR kazançlarının ameliyat öncesine göre benzer olması bizim çalışmamızın verilerini desteklememekle birlikte, implant açık ve kapalı konumda alınmış sonuçlar çalışmamız ile uyumluluk göstermektedir.

Stultiens ve ark.<sup>64</sup> yaptığı bir çalışmada 7 yaşından büyük, ameliyat öncesi arefleksi izlenmeyen, ortalama yaşı 53,4 olan koklear implant kullanıcısı hastalara ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kalorik test, VHIT ve DHI (*dizziness handicap inventory*) uygulamıştır. 104 hasta VHIT ile değerlendirilmiş, ortalama VOR kazançlarına bakıldığında her üç kanalda da istatistiksel olarak anlamlı düşüklük saptanmıştır. Bu düşüklüğün klinik olarak anlamlı olmadığı söylenmiştir. Anterior ve posterior kanal için 0,7 lateral kanal için 0,8 kesme değeri kullanılarak VOR kazançları normal ve anormal olarak değerlendirildiğinde



ise bizim çalışmamızla benzer şekilde sadece anterior semisirküler kanal VOR kazancında anlamlı bir düşüklük gözlenmiştir; fakat bu durum bir sonuca bağlanmamıştır.

Literatürde bu konu hakkındaki sonuçların çok fazla çeşitlilik gösterdiği görülmüştür. Bu durum farklı test tekniklerinin kullanımı, testlerin farklı zamanlarda yapılması ve çalışmaların farklı şekillerde kurgulanmasıyla ilişkili olabilir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçları literatür eşliğinde değerlendirdiğimizde koklear implant cerrahisinin uzun dönemde de klinik olarak semptomatik olmasa dahi vestibüler hipofonksiyona sebep olabileceği kanaatindeyiz. Yapılmış çalışmalarda vestibüler sistem üzerinde oluşan etkilenmenin çeşitli vestibüler uç organlarda ortaya çıktığı görülmektedir. Bizim çalışmamızda bu etki anterior semisirküler kanalda izlenmiştir.

Pediyatrik popülasyonda vestibüler sistem değerlendirmesinin oldukça zor olduğu aşikardır. 5 yaşın altındaki çocukların vestibüler değerlendirmesinin yapılarak güvenilir sonuçların elde edilmesi bu konuda ileri tecrübesi olan uygulayıcıların varlığını gerektirmektedir.<sup>65</sup> Çalışmamızda hastaların %64,8'ine 5 yaşın altında koklear implant takılmıştır. Koklear implant cerrahisinin günden güne daha küçük yaştaki çocuklara uygulanabilir hale geldiği de göz önüne alındığında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası erken dönemde vestibüler değerlendirme yapmak oldukça zor bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum benzer çalışmaları kısıtlayan en önemli faktörlerdendir. Çalışmamızda ameliyat öncesi dönemde Çocuk Nörolojisi tarafından nöromotor gelişim geriliği saptanmış hastalar, vestibüler sistemlerinde de patoloji olabileceğinden çalışma dışı bırakılmıştır. Sensörinöral işitme kaybı oluşturan patolojilerin de vestibüler sistemi etkileyebileceği düşünüldüğünde, pediyatrik popülasyonda implant cerrahisinin vestibüler sistem üzerine etkisinin değerlendirilmesi için geniş örnekleme iyi kurgulanmış, mümkün olduğu kadar ameliyat öncesi ve sonrası sonuçları içeren, cerrahi sonrası uzun dönem sonuçları içeren, 5 periferik vestibüler uç organı da değerlendirmiş daha fazla sayıda çalışmanın gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz diğer bir veri implant açık ve kapalı konumda VOR kazancıdır. Literatürde bu konuda implant açık konumda iken elektriksel stimülasyona bağlı VOR kazancında artış olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur. Kendi çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre koklear implantın açık veya kapalı konumda olmasının VOR kazancını etkilemediğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda hastaların koklear implantlarını çıkartmalarını istedikten sonra merdiven inip çıkma, iç ve dış mekanda

yürümleri istenmiştir. Bu şekilde vizüel uyarım ile vestibüler sistemin de uyarılması amaçlanarak implantsız ölçümler alınmıştır. Literatürdeki diğer çalışmalarda bu konuda herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Benzer değerlendirmeyi yapan çalışmalarda implant kapalı iken VOR kazancının düşük bulunması benzer prosedürün uygulanmaması ile ilişkili olabilir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların mevcut literatüre katkı sağlayacağını ve gelecekte benzer çalışmaların planlanmasında yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda ayrıca tek taraflı ve bilateral koklear implant kullanıcıları da ayrı ayrı kontrol grubu ile ve kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının kontrol grubu ile karşılaştırılmasında tüm kulakların karşılaştırılması ile benzer şekilde VOR kazançları tüm kanallarda düşük bulunmuş, lateral ve posterior kanallarda anlamlı farklılık bulunmamış, anterior semisirküler kanalda anlamlı düşüklük saptanmıştır. Bilateral koklear implant kullanıcıları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında VOR kazanç değerleri kontrol grubuna göre tüm kanallarda düşük olsa da bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Tek taraflı ve bilateral implant kullanıcılarının VOR kazançları karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Literatürde bilateral koklear implantlı hastaların vestibüler sistem değerlendirmesi ile ilgili kısıtlı çalışma bulunmaktadır. Yan ve ark.<sup>66</sup> yaptığı bir çalışmada eş zamanlı bilateral koklear implant takılmış bireylerin VHIT, kalorik test VEMP ve DHİ skorlarına bakılmış, kalorik test ve VEMP değerlerinde ameliyat öncesine göre anlamlı düşüklük saptanırken, DHİ skorunda ve VHIT sonuçlarında anlamlı farklılık izlenmemiştir.

Guan ve ark.<sup>67</sup> yaptığı başka bir çalışmada tek taraflı implant takılan erişkin, tek taraflı implant takılan pediatrik ve ardışık zamanlı bilateral implant takılan pediatrik gruplar ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası yapılan VHIT, VEMP, kalorik test ve DHİ skorları ile değerlendirilmiştir. Erişkin ve pediatrik grubun ameliyat sonrası anormal değerleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Aynı şekilde tek taraflı implant kullanıcıları ile ardışık zamanlı bilateral implant takılmış hastaların da ameliyat sonrası anormal vestibüler fonksiyon değerleri arasında farklılık saptanmamıştır ve ameliyat sonrası vestibüler fonksiyonlarda etkilenme derecesinin yaştan ve unilateral/bilateral olma durumundan bağımsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu veriler bizim çalışmamızdaki veriler ile uyumludur.

Son yıllarda cerrahi tecrübenin artması, binaural işitmenin getirdiği artılar sebebi ile bilateral koklear implantasyon endikasyonlarında artış söz konusudur.<sup>68</sup> Buna rağmen bilateral koklear implantasyonun vestibüler sistem üzerine etkisini gösteren çalışmalar çok az sayıdadır. Bilateral vestibüler arefleksi gelişme riski, eş zamanlı bilateral implantasyonun endişe edilen bir dezavantajı olarak görülmektedir.<sup>69</sup> Bu gibi olası durumların daha net anlaşılabilmesi için bilateral koklear implantasyonun vestibüler sistem üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların artış göstermesi gereklidir. Yaptığımız bu çalışmanın sonuçlarına göre bilateral koklear implantasyonun tek taraflı implantasyona göre ek bir vestibüler hipofonksiyon oluşturmadığı görüşündeyiz.

Çalışmamızda hastaların koklear implant kullanım süreleri en az 1 yıl en fazla 9 yıldır. SSK'lerin VOR kazançlarının hasta yaşı, implantasyon yaşı ve implant kullanım süresi ile korelasyon göstermediği saptanmıştır. Stultiens ve ark.<sup>64</sup> yaptığı çalışmada da cinsiyet, implant tarafı ile VOR kazancı arasında korelasyon saptanmamış, implantasyon yaşı ve implant kullanım süresi ile de kimi SSK VOR kazançları arasında zayıf korelasyon saptanmıştır. Dağkiran ve ark.<sup>3</sup> çalışmasını ele aldığımızda ameliyat sonrası erken dönemde yapılan vestibüler değerlendirmede akut hasara bağlı vestibüler sistemde yüksek oranda bir etkileşim söz konusudur. Bu durumun zamanla düzeldiği fakat bir grup hastada disfonksiyonun sebat edebildiği görülmüştür. Nitekim bizim çalışmamızın bulguları da 1. yıldan sonra da vestibüler sistem etkileniminin devam ediyebileceği yönündedir. Fakat 1. yıldan sonra VOR kazancı ile implant kullanım süresi arasında korelasyon izlenmemesi bu etkileşimin belirli bir süreden sonra kompanse olarak artış veya azalma göstermeden sabit kaldığına kanıt olarak sunulabilir. Bu konunun açığa kavuşması için farklı implant kullanım sürelerinde hastaların vestibüler değerlendirmelerinin yapıldığı çalışmalar faydalı olacaktır.

## 10. SONUÇ VE ÖNERİLER

VHIT, 5 yaş üzeri koklear implant kullanan çocuklarda vestibüler sistem değerlendirmesinde kullanılacak pratik bir yöntemdir. VHIT ile VOR kazancını ölçerek elde ettiğimiz verilere göre koklear implant cerrahisinin vestibüler sistem üzerine etkileri geç dönemde de devam etmektedir. Çalışmamızda bu etkinin anterior semisirküler kanal üzerinde olduğu görülmüştür. Ameliyat sonrası birinci yıldan sonra implant kullanım yılı ve implant takılma yaşı ile VOR kazancı arasında korelasyon saptanmamıştır.

Koklear implantın açık ve kapalı konumda olmasının VOR kazancı üzerine etkisinin olmadığı izlenmiştir.

Endikasyonlarında her geçen gün artış olan bilateral koklear implant cerrahisinin tek taraflı koklear implant cerrahisine kıyasla ilave bir vestibüler disfonksiyona yol açmadığı görülmüştür.

İşitme kaybını yapan patolojinin de vestibüler fonksiyonları etkileyeceği bilinmektedir. Küçük yaştaki çocuklarda vestibüler testlerin uygulanması ve değerlendirilmesinde zorluklar olsa da koklear implant cerrahisinin vestibüler sistem üzerine etkisini değerlendirmek için ameliyat öncesi ameliyat sonrası, erken ve geç dönem vestibüler sistem değerlendirmesinin yapıldığı, farklı test bataryalarının da dahil edildiği geniş katılımlı çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

## 11. ÖZET

### **Pediatric Popülasyonda Koklear İmplant Cerrahisinin Uzun Dönemde Vestibüler Sisteme Etkisinin Değerlendirilmesi**

**Giriş ve Amaç:** Koklear implant cerrahisi uygulanmış çocukların vestibüler sistem değerlendirmesini yapmak ve sağlıklı popülasyonla karşılaştırmak, unilateral ve bilateral implant kullanıcılarının VOR kazançlarını değerlendirmek, koklear implant açık ve kapalı konumdayken VOR kazançlarını değerlendirmek amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** 2012-2020 yılları arasında koklear implant cerrahisi yapılan 5-17 yaş arası ve en az 1 yıldır koklear implant kullanıcısı olan hastaların demografik özelliklerine, epikrizine, ameliyat notlarına, ameliyat sonrası takip anamnezlerine, implant markalarına ve radyolojik görüntülerine ulaşılmıştır. Onamları alındıktan sonra hastalara cihazları açık ve kapalı konumdayken üç semisirküler kanalı değerlendirecek şekilde VHIT yapılarak VOR kazançları hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki bireylerinde VHIT ile VOR kazançları değerlendirilmiştir. Çalışma ve kontrol grubunun VOR kazançları, unilateral ve bilateral implant kullanıcılarının VOR kazançları, implant açık ve kapalı konumda VOR kazançları karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** 24 tek taraflı, 13 bilateral koklear implant kullanıcısı ile 30 kişiden oluşan kontrol grubunun VOR kazançları karşılaştırıldığında implant kullanıcılarında üç semisirküler kanalda da VOR kazançlarında düşüklük saptanmasına rağmen sadece anterior semisirküler kanalda anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Tek taraflı ve bilateral implant kullanıcılarının VOR kazançları arasında anlamlı farklılık yoktur. İmplant açık ve kapalı konumda VOR kazançları arasında anlamlı farklılık izlenmemiştir. Koklear implant kullanım süresi, implant takılma yaşı ve hasta yaşı ile VOR kazançları arasında korelasyon saptanmamıştır.

**Sonuç:** Koklear implant cerrahisinin vestibüler sistem üzerine etkileri geç dönemde de devam etmektedir fakat birinci yıldan sonra implant kullanım süresi ile VOR kazancı arasında korelasyon izlenmemiştir. Koklear implantın açık ve kapalı konumda olmasının VOR kazancı üzerine etkisinin olmadığı izlenmiştir. Bilateral implant cerrahisinin tek taraflı implant cerrahisine kıyasla ilave bir vestibüler disfonksiyona yol açmadığı görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Koklear implant, Video head impulse test, vestibüler sistem, vestibülooküler refleks, vertigo



## 12. İNGİLİZCE ÖZET

### **Evaluation of the Effect of Cochlear Implant Surgery on the Vestibular System in the Long Term in the Pediatric Population**

**Introduction and Aim:** It was aimed to evaluate the vestibular system of children who had undergone cochlear implant surgery and to compare them with the healthy population, to evaluate the VOR gains of unilateral and bilateral implant users, and to evaluate the VOR gains of both on and off modalities of the cochlear implants.

**Materials and Methods:** Demographic characteristics, epicrisis, surgery notes, postoperative follow-up anamnesis, implant brands and radiological images of patients aged 5-17 years who underwent cochlear implant surgery between 2012 and 2020 and who have been cochlear implant users for at least 1 year were obtained. After their consent was obtained, VHIT was performed to evaluate the three semicircular canals while the devices were on and off and VOR gains were evaluated. VOR gains of the individuals in the control group were also evaluated with VHIT. The VOR gains of the study and control groups, VOR gains of unilateral and bilateral implant users, and VOR gains of the implant on and off modalities were compared.

**Results:** When the VOR gains of 24 unilateral and 13 bilateral cochlear implant users and the control group consisting of 30 people were compared, a significant difference was found only in the anterior semicircular canal, although the VOR gains were found to be low in all three semicircular canals in the implant users ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference between the VOR gains of unilateral and bilateral implant users. There was no significant difference between the VOR gains in the CI-on and CI-off modality of the implant. There was no correlation between cochlear implant usage time, implant insertion age, patient age and VOR gains.

**Conclusion:** The effects of cochlear implant surgery on the vestibular system continue in the late period, but no correlation was observed between implant usage time and VOR gain after the first year. It has been observed that having the cochlear implant on and off modalities has no effect on VOR gain. It has been observed that bilateral implant surgery does not lead to additional vestibular dysfunction compared to unilateral implant surgery.

**Keywords:** Cochlear implant, Video head impulse test, vestibular system, vestibuloocular reflex, vertigo





## 13. EKLER

### EK-1: Çalışma Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu

#### GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU (Çalışma Grubu)

**Çalışmanın adı:** Pediatrik Popülasyonda Koklear İmplant Cerrahisinin Uzun Dönem Vestibuler Sisteme Etkisinin Değerlendirilmesi

**Araştırmacıların adları, kurumları ve iletişim numaraları.**

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Mervan Değer - Kocaeli Üniversitesi - 303 7433

Dr. Ata Alperen Erşahan - Kocaeli Üniversitesi - 303 8861

**Sayın Katılımcı, bir araştırma projesine davet edilmektesiniz. Karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir. Lütfen biraz zaman ayırın ve aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun, isterseniz başkalarıyla tartışın.**

Koklear implant(biyonik kulak) tek taraflı ya da her iki kulağında da doğuştan veya herhangi bir sebeple sonradan oluşmuş işitme kayıplarının tedavisinde uzun zamandır kullanılan güvenilir bir metottur. Kimi durumlarda implantın iç kulağa takılmasına bağlı iç kulaktaki denge reseptörlerinde bir takım değişiklikler olabilmektedir. Bu da hastada baş dönmesi şikayeti oluşturabilmektedir. Aynı zamanda ameliyatın uygulanma metoduna, tek taraflı ya da çift taraflı oluşuna göre de kişilerin denge sistemi farklı oranlarda etkilenebilmektedir. Biz bu çalışmamızda vHİT(video head impulse test) adı verilen yarım daire denge kanallarının durumunu değerlendiren bir test ile biyonik kulak ameliyatı sonrası en az 6 ay geçtikten sonra hastaların denge sistemlerini değerlendirmeyi amaçladık.

Araştırma sonuçlarımızın gelecekteki hastalara, kuruma, topluma veya bilime faydalarının olacağı umulmaktadır.

Eğer çocuğunuzun araştırmaya katılmasını isterseniz, doktorunuz ve odyoloğunuz tarafından vHİT testinin gözlüğü testin yapılacağı kişiye takılacak, kişinin başı çeşitli açılarda sağa, sola, yukarı, aşağı hareket ettirilecek ve kişiden hemen karşısında duran sabit noktaya bakması istenecektir. Aynı işlem biyonik kulak çıkartıldıktan sonra da tekrarlanacaktır. Tüm testin süresi 15 dakika kadar sürmektedir. Denge testi araştırmaya özel olacak olup hiçbir girişimsel işlemi içermeyecektir. Araştırmaya katılmanızın sağlığını üzerinde olumsuz bir etkisi olmayacaktır.

Tüm uygulanacak değerlendirmeler hastanemiz KBB Kliniği odyoloji ünitesinde yapılacak olup, bu değerlendirmeler için gerekli bütçe Bilimsel Araştırma Proje Desteği ile karşılanacaktır ve sizden ek giriş ya da ücret talep edilmeyecektir. Ayrıca bağlı olduğunuz sosyal güvenlik kurumundan da herhangi bir ücret alınmayacaktır. Hasta seçilmesi ve hasta yanıtlarında istenmeyen önyargıların oluşmasına neden olabileceğinden dolayı çalışmaya katıldığınız için size de ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Araştırmada elde edilen veriler (hastaların ameliyat notları, epikrizleri ve denge testi sonuçları) sorumlu araştırmacı (Dr.Öğretim Üyesi Hasan Mervan Değer) tarafından saklanacak olup, gelecekte araştırmada yer alan kişiler tarafından koklear implant ve denge kaybı üzerine yapılacak başka çalışmalarda (etik kurul onayı alınarak) kullanılabilceğini belirtmek isteriz. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme ve araştırmadan ayrılma hakkına sahipsiniz.

Araştırma sonunda, istediğiniz takdirde, sonuçlar hakkında elde edilen sonuçların ve yayınların birer kopyası öncelikli olarak sizlere verilecektir. Araştırma sonuçları ulusal ve uluslararası hakemli bilimsel dergilerde ya da elektronik ortamda yayınlanacaktır. Her tür yayında sizlerin kişisel bilgileri kesinlikle paylaşılmayacaktır.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığınızda Dr.Öğretim Üyesi Hasan Mervan Değer'i 0262 3037433 (iş) veya 0506 7562008 (cep) no'lu telefonlardan arayabilir ve Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Kliniği adresinden ulaşabilirsiniz. Yine, araştırmaya katılımınızla ilgili herhangi bir şikâyetiniz olursa Etik Kurul raportörü Dr.Öğretim Üyesi Aslıhan Akpınar'a (Tel: 02623037055) ulaşabilirsiniz.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanacak olan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Araştırmaya katıldığınız için sizlere teşekkür ederiz.

#### ONAM FORMU

(Araştırmacı nüshası ve Katılımcı nüshası olmak üzere iki nüsha halinde basılmalı ve imzalı araştırmacı nüshası saklanmalıdır. Gerekli olduğunda Etik Kurul tarafından onam formları istenebilir

<b>Çalışmanın Adı</b>	Pediyatrik Popülasyonda Koklear İmplant Takılmasının Uzun Dönem Vestibuler Sisteme Etkisinin Değerlendirilmesi
-----------------------	--

	Evet	Hayır
Gönüllü Bilgilendirme Formunu okudunuz mu?		
Araştırma projesi size sözlü olarak da anlatıldı mı?		
Size araştırmayla ilgili soru sorma, tartışma fırsatı tanındı mı?		
Sorduğunuz tüm sorulara tatmin edici yanıtlar alabildiniz mi?		
Araştırma hakkında yeterli bilgi aldınız mı?		
Herhangi bir zamanda herhangi bir nedenle ya da neden göstermeksizin araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğunuzu anladınız mı?		
Araştırma sonuçlarının uygun bir yolla yayınlanacağına katılıyor musunuz?		
Yukarıdaki soruların yanıtları size kim tarafından açıklandı?		

Gönüllü	Araştırmacı
İmza:	İmza:
Adı / Soyadı:	Adı / Soyadı:
Tarih:	Tarih:

## EK-2: Kontrol Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu

### GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU (Kontrol Grubu)

**Çalışmanın adı:** Pediatrik Popülasyonda Koklear İmplant Cerrahisinin Uzun Dönem Vestibuler Sisteme Etkisinin Değerlendirilmesi

**Araştırmacıların adları, kurumları ve iletişim numaraları.**

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Mervan Değer - Kocaeli Üniversitesi - 303 7433  
Dr. Ata Alperen Erşahan - Kocaeli Üniversitesi - 303 8861

**Sayın Katılımcı, bir araştırma projesine davet edilmektesiniz. Karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir. Lütfen biraz zaman ayırın ve aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun, isterseniz başkalarıyla tartışın.**

Koklear implant(biyonik kulak) tek taraflı ya da her iki kulağında da doğuştan veya herhangi bir sebeple sonradan oluşmuş işitme kayıplarının tedavisinde uzun zamandır kullanılan güvenilir bir metottur. Kimi durumlarda implantın iç kulağa takılmasına bağlı iç kulaktaki denge reseptörlerinde bir takım değişiklikler olabilmektedir. Bu da hastada baş dönmesi şikayeti oluşturabilmektedir. Aynı zamanda ameliyatın uygulanma metoduna, tek taraflı ya da çift taraflı oluşuna göre de kişilerin denge sistemi farklı oranlarda etkilenebilmektedir. Biz bu çalışmamızda vHİT(video head impulse test) adı verilen yarım daire denge kanallarının durumunu değerlendiren bir test ile biyonik kulak ameliyatı sonrası en az 6 ay geçtikten sonra hastaların denge sistemlerini değerlendirmeyi amaçladık.

Araştırma sonuçlarımızın gelecekteki hastalara, kuruma, topluma veya bilime faydalarının olacağı umulmaktadır.

Eğer çocuğunuzun araştırmaya katılmasını isterseniz, doktorunuz ve odyoloğunuz tarafından vHİT testinin gözlüğü testin yapılacağı kişiye takılacak, kişinin başı çeşitli açılarda sağa, sola, yukarı, aşağı hareket ettirilecek ve kişiden hemen karşısında duran sabit noktaya bakması istenecektir. Tüm testin süresi 10 dakika kadar sürmektedir. Denge testi araştırmaya özel olacak olup hiçbir girişimsel işlemi içermeyecektir. Araştırmaya katılmanızın sağlığınız üzerinde olumsuz bir etkisi olmayacaktır.

Tüm uygulanacak değerlendirmeler hastanemiz KBB Kliniği odyoloji ünitesinde yapılacak olup, bu değerlendirmeler için gerekli bütçe Bilimsel Araştırma Proje Desteği ile karşılanacaktır ve sizden ek giriş ya da ücret talep edilmeyecektir. Ayrıca bağlı olduğunuz sosyal güvenlik kurumundan da herhangi bir ücret alınmayacaktır. Hasta seçilmesi ve hasta yanıtlarında istenmeyen önyargıların oluşmasına neden olabileceğinden dolayı çalışmaya katıldığınız için size de ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Araştırmada elde edilen veriler (hastaların ameliyat notları, epikrizleri ve denge testi sonuçları) sorumlu araştırmacı (Dr.Öğretim Üyesi Hasan Mervan Değer) tarafından saklanacak olup, gelecekte araştırmada yer alan kişiler tarafından koklear implant ve denge kaybı üzerine yapılacak başka çalışmalarda (etik kurul onayı alınarak) kullanılabilceğini belirtmek isteriz. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme ve araştırmadan ayrılma hakkına sahipsiniz.

Araştırma sonunda, istediğiniz takdirde, sonuçlar hakkında elde edilen sonuçların ve yayınların birer kopyası öncelikli olarak sizlere verilecektir. Araştırma sonuçları ulusal ve uluslararası hakemli bilimsel dergilerde ya da elektronik ortamda yayınlanacaktır. Her tür yayında sizlerin kişisel bilgileri kesinlikle paylaşılmayacaktır.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığınızda Dr.Öğretim Üyesi Hasan Mervan Değer'i 0262 3037433 (iş) veya 0506 7562008 (cep) no'lu telefonlardan arayabilir ve Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Kliniği adresinden ulaşabilirsiniz. Yine, araştırmaya katılımınızla ilgili herhangi bir şikâyetiniz olursa Etik Kurul raportörü Dr.Öğretim Üyesi Aslıhan Akpınar'a (Tel: 02623037055) ulaşabilirsiniz.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanacak olan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Araştırmaya katıldığınız için sizlere teşekkür ederiz.

#### ONAM FORMU

(Araştırmacı nüshası ve Katılımcı nüshası olmak üzere iki nüsha halinde basılmalı ve imzalı araştırmacı nüshası saklanmalıdır. Gerekli olduğunda Etik Kurul tarafından onam formları istenebilir )

<b>Çalışmanın Adı</b>	Pediyatrik Popülasyonda Koklear İmplant Takılmasının Uzun Dönem Vestibuler Sisteme Etkisinin Değerlendirilmesi
-----------------------	--

	Evet	Hayır
Gönüllü Bilgilendirme Formunu okudunuz mu?		
Araştırma projesi size sözlü olarak da anlatıldı mı?		
Size araştırmayla ilgili soru sorma, tartışma fırsatı tanındı mı?		
Sorduğunuz tüm sorulara tatmin edici yanıtlar alabildiniz mi?		
Araştırma hakkında yeterli bilgi aldınız mı?		
Herhangi bir zamanda herhangi bir nedenle ya da neden göstermeksizin araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğunuzu anladınız mı?		
Araştırma sonuçlarının uygun bir yolla yayınlanacağına katılıyor musunuz?		
Yukarıdaki soruların yanıtları size kim tarafından açıklandı?		

Gönüllü	Araştırmacı
İmza:	İmza:
Adı / Soyadı:	Adı / Soyadı:
Tarih:	Tarih:

### **EK-3: Çalışma Grubu Çocuk Rıza Formu**

Sevgili Kardeşim,

#### **ÇOCUK RIZA FORMU**

(Çalışma Grubu)

Benim adım Dr Hasan Mervan Değer. Biyonik kulak kullanan hastalarımızda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız bu hastalarda biyonik kulağın vücudun denge sistemine bir etkisi olup olmadığını öğrenmektir. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz.

Araştırmayı ben, Dr. Ata Alperen Erşahan ve Uzman Odyolog Merve Durgut birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan sana yaklaşık 15 dakika süren bir test yapacağız. Bu test için gözüne bir gözlük takarak hemen karşında duran bir noktadan gözünü ayırmamanı isteyeceğiz. Bu esnada biz de başını sağa, sola, yukarı ve aşağıya çevireceğiz. Sonrasında aynı testi biyonik kulağın çıkararak yapmanı isteyeceğiz. Test sırasında canın hiç acımayacaktır.

Bu araştırmanın sonuçları aynı senin gibi biyonik kulak kullanan çocuklar için yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da doktorlar muayene ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Dr. Öğ. Üyesi Hasan Mervan Değer

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi KBB AD 05067562008

İmza:

Tarih:

## EK-4: Kontrol Grubu Çocuk Rıza Formu

Sevgili Kardeşim,

### ÇOCUK RIZA FORMU

(Kontrol Grubu)

Benim adım Dr Hasan Mervan Değer. Biyonik kulak kullanan hastalarımızda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız bu hastalarda biyonik kulağın vücudun denge sistemine bir etkisi olup olmadığını öğrenmektir. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz.

Araştırmayı ben, Dr. Ata Alperen Erşahan ve Uzman Odyolog Merve Durgut birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan sana yaklaşık 10 dakika süren bir test yapacağız. Bu test için gözüne bir gözlük takarak hemen karşında duran bir noktadan gözünü ayırmamanı isteyeceğiz. Bu esnada biz de başını sağa, sola, yukarı ve aşağıya çevireceğiz. Test sırasında canın hiç acımayacaktır.

Bu araştırmanın sonuçları biyonik kulak kullanan çocuklar için yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da doktorlar muayene ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Dr. Öğ. Üyesi Hasan Mervan Değer

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi KBB AD 05067562008

İmza:

Tarih:

## EK-5: Olgu Rapor Formu

### OLGU RAPOR FORMU

Pediyatrik Popülasyonda Koklear İmplant Cerrahisinin Uzun Dönem Vestibuler Sisteme Etkisinin Değerlendirilmesi

Hasta kodu	
Doğum Tarihi	
Ameliyat Tarihi	
Yuvarlak Pencere/kokleostomi	
Unilateral/Bilateral	
Cinsiyeti	
Endikasyonu	
Sağ kulak/sol kulak	

## 14. KAYNAKLAR

1. Batuecas-Caletrio A, Klumpp M, Santacruz-Ruiz S, Benito Gonzalez F, Gonzalez Sanchez E, Arriaga M. Vestibular function in cochlear implantation: Correlating objectiveness and subjectiveness. *Laryngoscope*. 2015;125:2371-2375.
2. Tien HC, Linthicum FH, Jr. Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2002;127:260-264.
3. Dagkiran M, Tuncer U, Surmelioglu O ve ark. How does cochlear implantation affect five vestibular end-organ functions and dizziness? *Auris Nasus Larynx*. 2019;46:178-185.
4. Nassif N, Balzanelli C, Redaelli de Zinis LO. Preliminary results of video Head Impulse Testing (vHIT) in children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;88:30-33.
5. Moore KL, Persaud TVN. Göz ve kulak. Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi 2. basım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2009:419-438.
6. Moore KL, Persaud TVN. Faringeal kompleks. Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi, 2. basım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2009:159-196.
7. Edizer DT, Atsal G. Kulak embriyolojisi. Kıroğlu M, Yiğit Ö, Keleş E, Kara CO, Alkan Z, ed. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Uzmanlık Eğitimi Kaynak Kitap - 1, 1. basım. İstanbul: Logos Yayıncılık. 2018:460-466.
8. Önerci M. Kulak (Auris). Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi'nde Güncel Yaklaşım. 2017;13:1-13.
9. Aslan A. Temporal kemik anatomisi. Önerci M, ed. Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Otoloji Cilt 1, 1. basım. Ankara: Matsa Basımevi. 2016:6-20.
10. Janfaza P, Nadol J. Temporal kemik kulak. Janfaza P, Nadol J, Galla RJ, Fabian RL, Montgomery WW, ed. Baş ve Boyunun Cerrahi Anatomisi, 1. basım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2002:419-479.
11. Moore KL, Agur AMR. Baş. Temel Klinik Anatomi, 2. basım. Ankara: Güneş Kitabevi. 2006:498-591.
12. Güneri EA. Vestibuler sistem anatomisi ve fizyolojisi. Önerci M, ed. Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Otoloji Cilt 2, 1 basım. Ankara: Matsa Basımevi. 2016:393-403.
13. Gerçeker M, Muz SE, Beton S. Kokleanın mikroskopik anatomisi. Gerçeker M, ed. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, 1. basım. Ankara: MN Medikal ve Nobel Tıp Kitabevi. 2014:17-22.
14. Gray H. Gray's Anatomy of the Human Body. 1918: 9-21.
15. Mills JH, Khariwala SS, Weber PC. İşitmenin anatomisi ve fizyolojisi. Bailey BJ, Johnson JT, ed. Baş Boyun Cerrahisi - Otolaringoloji Cilt 2, 4. basım. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2011:1883-1903.
16. Belgin E. İşitme fizyolojisi. Koç C, ed. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi, 2. basım. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2013:65-72.
17. Belgin E. Periferik işitme sisteminin anatomisi ve fizyolojisi. Temel Odyoloji, 1. basım. Ankara: Güneş Yayıncılık. 2014:27-38.
18. Newlands SD, Wall C. Vestibüler fonksiyonlar ve anatomisi. Bailey BJ, Johnson JT, ed. Baş Boyun Cerrahisi - Otolaringoloji Cilt 2, 4. basım. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2011:1905-1926.
19. Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:125-150.



20. [https://en.wikipedia.org/wiki/Vestibulo-ocular\\_reflex](https://en.wikipedia.org/wiki/Vestibulo-ocular_reflex).
21. Carney AE, Moeller MP. Treatment efficacy: hearing loss in children. *J Speech Lang Hear Res.* 1998;41:S61-84.
22. Probst R, Grevers G, Iro H. Çocuklarda işitme bozuklukları - pediatrik odyoloji. *Temel Otorinolaringoloji*, 2. basım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri. 2011:198-205.
23. Gündüz M. Çocuklarda sensörinöral işitme kayıpları. Önerci M, ed. *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Otoloji Cilt 2*, 1. basım. Ankara: Matsa Basımevi. 2016:423-428.
24. Goodman A. Reference zero levels for pure-tone audiometers. *ASHA.* 1965;7:262-273.
25. Olusanya BO, Davis AC, Hoffman HJ. Hearing loss grades and the International classification of functioning, disability and health. *Bull World Health Organ.* 2019;97:725-728.
26. Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing loss in children: a review. *JAMA.* 2020;324:2195-2205.
27. Kırkım G. İşitmenin ölçme ve değerlendirmesi. Önerci M, ed. *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Otoloji Cilt 1*, 1. basım. Ankara: Matsa Basımevi. 2016:58-67.
28. Luxford WM. Surgery for cochlear implantation. Brackman D, Shelton C, Arriaga M, ed. *Otologic Surgery*, 1. basım. Philadelphia: WB. Saunders Company. 1994:426-436.
29. Erdoğan A. Koklear implantların konuşma performansı üzerinde FM sistem etkisi. *Yeni Tıp Dergisi.* 2013;30:85-88.
30. Waltzman SB, Cohen NL, Gomolin RH, Shapiro WH, Ozdamar SR, Hoffman RA. Long-term results of early cochlear implantation in congenitally and prelingually deafened children. *Am J Otol.* 1994;15 Suppl 2:9-13.
31. Akyıldız N. Koklear implant. *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi Cilt 2*, 1. basım. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 2002.
32. Luxford WM, Brackman DE. The history of cochlear implants. Grap RF, ed. *Cochlear Implants*, 1. basım. London: Croom Helm. 1985:1-26.
33. Altay B, Konrot A. Koklear implantın tarihçesi ve ülkemizdeki gelişimi. *J Surg Med Sci.* 2006;2:1-6.
34. İncesulu A. Koklear implantasyon. Belgin E, ed. *Temel Odyoloji*, 1. basım. Ankara: Güneş Yayıncılık. 2014:511-526.
35. <http://cochlear-implant.co.uk/cochlearimplants.html>.
36. Cohen NL, Roland JT. Complications of coclear implant surgery. Waltzman SB, Roland JT, ed. *Cochlear Implants*, 2. basım. New York: Thieme Medical Publishers. 2006:126-132.
37. Sennaroğlu L, Atay G. Koklear implantasyon. Koç C, ed. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*, 2. basım. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2013:357-368.
38. Ardıç FN. Vertigo. Kiroğlu M, Yiğit Ö, Keleş E, Kara CO, Alkan Z, ed. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Uzmanlık Eğitimi Kaynak Kitap - 1*, 1. basım. İstanbul: Logos Yayıncılık. 2018:505-515.
39. Gürsel AO. Vestibüler sistem ve vertigo. Gerçeker M, ed. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*, 1. basım. Ankara MN Medikal ve Nobel Tıp Kitabevi. 2014:31-35.
40. Güneri EA. Vertigolu hastaya yaklaşım ve yatak başı testleri. Önerci M, ed. *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Nörootoloji Cilt 2*, 1. basım. Ankara: Matsa Basımevi. 2016:486-494.

41. Müjdecı B, Dere H. Vestibüler tanısıl testler. *Ortadogu Medical Journal/Ortadogu Tip Dergisi*. 2016;8.
42. Güneri EA. Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BPPV). Önerci M, ed. *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerahisi Nörootoloji Cilt 2*, 1. basım. Ankara: Matsa Basımevi. 2016:513-522.
43. Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Curthoys IS, Halmagyi GM. Head impulse test in unilateral vestibular loss: vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades. *Neurology*. 2008;70:454-463.
44. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009;73:1134-1141.
45. Blodow A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris Nasus Larynx*. 2013;40:348-351.
46. Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am*. 2020;53:87-102.
47. Raine C. Cochlear implants in the United Kingdom: awareness and utilization. *Cochlear Implants Int*. 2013;14 Suppl 1:S32-37.
48. Jacot E, Van Den Abbeele T, Debre HR, Wiener-Vacher SR. Vestibular impairments pre-and post-cochlear implant in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2009;73:209-217.
49. Kempf H-G, Johann K, Lenarz T. Complications in pediatric cochlear implant surgery. *European archives of oto-rhino-laryngology*. 1999;256:128-132.
50. Dutt SN, Ray J, Hadjihannas E, Cooper H, Donaldson I, Proops DW. Medical and surgical complications of the second 100 adult cochlear implant patients in Birmingham. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2005;119:759-764.
51. Jeppesen J, Faber CE. Surgical complications following cochlear implantation in adults based on a proposed reporting consensus. *Acta Oto-Laryngologica*. 2013;133:1012-1021.
52. Green K, Bhatt Y, Saeed S, Ramsden R. Complications following adult cochlear implantation: experience in Manchester. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2004;118:417-420.
53. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF, Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. *The Laryngoscope*. 2004;114:1-22.
54. Handzel O, Burgess BJ, Nadol Jr JB. Histopathology of the peripheral vestibular system after cochlear implantation in the human. *Otology & Neurotology*. 2006;27:57-64.
55. West N, Klokke M, Cayé-Thomasen P. Vestibular screening before cochlear implantation: clinical implications and challenges in 409 cochlear implant recipients. *Otology & Neurotology*. 2021;42:e137-e144.
56. Vibert RH, Kompis M, Vischer D. Vestibular function in patients with cochlear implantation. *Acta Oto-Laryngologica*. 2001;121:29-34.
57. Ribári O, Küstel M, Szirmai A, Répássy G. Cochlear implantation influences contralateral hearing and vestibular responsiveness. *Acta Otolaryngol*. 1999;119:225-228.
58. Kubo T, Yamamoto K-i, Iwaki T, Doi K, Tamura M. Different forms of dizziness occurring after cochlear implant. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2001;258:9-12.
59. Ibrahim I, da Silva SD, Segal B, Zeitouni A. Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: meta-analysis study. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017;46:44.

60. Nassif N, Balzanelli C, Redaelli de Zinis LO. Long-Term lateral semicircular canal function in children with cochlear implants: results of video head impulse test. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*. 2021;11:12-19.
61. Lemajic-Komazec S, Komazec Z, Vlaski L ve ark. Video head impulse test in children after cochlear implantation. *Vojnosanit Pregl*. 2019;76(3):284–289.
62. Balzanelli C, Zorzi S, Nassif NM, Sorrentino T, Redaelli de Zinis LO. Video HIT in adults with cochlear implants. *Hearing, Balance and Communication*. 2018;16:13-16.
63. Barbara M, Talamonti R, Benincasa AT ve ark. Early assessment of vestibular function after unilateral cochlear implant surgery. *Audiology and Neurotology*. 2020;25:50-59.
64. Stultiens JJ, Kieft HW, Mylanus EA, Pennings RJ, Terwoert L, Beynon AJ. Impact of cochlear implantation on the function of the three semicircular canals. *International Journal of Audiology*. 2020;59:843-849.
65. Thierry B, Blanchard M, Leboulanger N ve ark. Cochlear implantation and vestibular function in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2015;79:101-104.
66. Yan T, Zong F, Han X ve ark. Vestibular function after bilateral simultaneous cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2021;42:694-701.
67. Guan R, Wang Y, Wu S ve ark. Vestibular function in children and adults before and after unilateral or sequential bilateral cochlear implantation. *Front Neurol*. 2021;12:675502.
68. Almeida GFL, Martins MF, Costa LBAd, Costa OAd, Carvalho ACMd. Sequential bilateral cochlear implant: results in children and adolescents. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2019;85:774-779.
69. Basura GJ, Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications, and results. *The Laryngoscope*. 2009;119:2395-2401.