



Kapadokya Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü

Odyoloji Anabilim Dalı

**ORTA DERECEDE SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYBI
OLAN HASTALARDA İŞİTME CİHAZI KULLANAN İLE
KULLANMAYANLARIN KONUŞMAYI AYIRT ETME
SKORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ubeyd Emre CANGİN

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2024

ORTA DERECEDE SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYBI OLAN HASTALARDA
İŞİTME CİHAZI KULLANAN İLE KULLANMAYANLARIN KONUŞMAYI
AYIRT ETME SKORLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ubeyd Emre CANGİN

Kapadokya Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü

Odyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2024

ÖZET

CANGİN, Ubeyd Emre. *Orta Derecede Sensörinöral İşitme Kaybı Olan Hastalarda İşitme Cihazı Kullanan ile Kullanmayanların Konuşmayı Ayırt Etme Skorlarının Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2024.

Bu çalışmada orta derecede sensörinöral işitme kaybı olan hastalarda işitme cihazı kullanan ile kullanmayanların konuşmayı ayırt etme skorlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen katılımcılar işitme cihazlı ve işitme cihazsız olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamalarında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda erkeklerde sağ ve sol kulak kemik yolu saf ses ortalamasının kadınlardan anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü. İşitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) arasında pozitif yönde ve orta düzeyde ilişki saptandı ($p<0.05$). İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı. İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasında negatif yönde ilişki saptandı ($p<0.05$). İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde ilişki saptandı ($p<0.001$). İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı. Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullananların sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu ortalamasının işitme cihazı kullanmayanlara kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullanmayanlarda sağ kulak konuşmayı alma eşiğinin işitme cihazı kullananlardan anlamlı şekilde yüksek ($p<0.05$), sağ ve sol kulak konuşmayı ayırt etme skorunun ise işitme cihazı kullananlara kıyasla anlamlı şekilde düşük olduğu görüldü.

Anahtar Sözcükler

Sensörinöral İşitme Kaybı, İşitme Cihazı, Konuşmayı Ayırt Etme

ABSTRACT

CANGİN, Ubeyd Emre, *Evaluation of Speech Discrimination Scores of Hearing Aid Users and Nonusers in Patients with Moderate Sensorineural Hearing Loss*, Msc Thesis, Nevsehir, 2024.

The aim of this study was to evaluate the speech discrimination scores of hearing aid users and non-users in patients with moderate sensorineural hearing loss. The participants were divided into two groups as hearing aid and non-hearing aid users. As a result of the statistical analysis performed to determine whether there was a significant difference in the right and left ear air and bone conduction pure tone averages according to gender in hearing aid users, it was seen that the right and left ear bone conduction pure tone averages were significantly higher in men than in women. There was a positive and moderate relationship between age and right and left ear speech reception threshold (SRT) in hearing aid users ($p<0.05$). It was found that there was no significant difference in terms of speech reception threshold (SRT) and speech discrimination (SD) averages according to gender in hearing aid users. There was a negative correlation between age and right and left ear air and bone conduction pure tone averages in non-hearing aid users ($p<0.05$). There was a positive and high correlation between age and right and left ear speech reception threshold (SRT) in non-hearing aid users ($p<0.001$). It was found that there was no significant difference in terms of speech reception threshold (SRT) and speech discrimination (SD) averages according to gender in non-hearing aid users. As a result of our study, right and left ear air and bone tract averages of hearing aid users were found to be significantly higher than non-hearing aid users. As a result of our study, it was observed that the right ear speech reception threshold of non-hearing aid users was significantly higher than hearing aid users ($p<0.05$), and the right and left ear speech discrimination score was significantly lower than hearing aid users.

Keywords

Sensorineural Hearing Loss, Hearing Aids, Speech Discrimination

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. İŞİTME SİSTEMİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ	3
1.1.1. Dış Kulak Anatomi ve Fizyolojisi	9
1.1.2. Orta Kulak Anatomi ve Fizyolojisi	18
1.1.3. İç Kulak Anatomi ve Fizyolojisi	23
1.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ	28
1.2.1. İletim (conduction)	28
1.2.2. Dönüşüm (Transdüksiyon)	28
1.2.3. Nöral kodlama (Neural Coding)	29
1.2.4. Çözümleme (Cognition/Association)	29
1.3. İŞİTME KAYBI	29
1.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı	30
1.3.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	30
1.3.3. Mikst Tip İşitme Kaybı	31
1.4. İŞİTME CİHAZI	31
1.4.1. İşitme Cihazı Tipleri	33
1.4.1.1. Kulak Arkası İşitme Cihazı (BTE)	33
1.4.1.2. Receiver In The Canal / Hoparlör Kulak İçinde Kulak Arkası İşitme Cihazı (RITE, RIC)	33
1.4.1.3. In The Ear/Kulak İçi İşitme Cihazı (ITE)	34
1.4.1.4. In The Canal/ Kanal İçi İşitme Cihazı (ITC)	34
1.4.1.5. Completely In The Canal/ Komple Kanal İçi İşitme Cihazı (CIC)	34

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. KATILIMCILAR	35
2.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	35
2.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	36

3. BÖLÜM BULGULAR

3.1. DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR.....	38
3.2. ODYOLOJİK TEST SONUÇLARINA İLİŞKİN BULGULAR	39
3.2.1. Grup İçi Karşılaştırmalar	39
3.2.1.1. İşitme Cihazı Kullananlara İlişkin Bulgular	39
3.2.1.2. İşitme Cihazı Kullanmayanlara İlişkin Bulgular	42
3.2.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar	46
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	47
KAYNAKÇA	50



KISALTMALAR DİZİNİ

Maks	: Maksimum
Min.	: Minimum
OKB	: Orta Kulak Boşluğu
Ss	: Standart Sapma
ve ark.,	: ve arkadaşları



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kulak Yapıları.....	5
Şekil 2. Periferik ve Merkezi İşitsel Sistemin şematik çizimi	6
Şekil 3. Kulak Kepçesinin Başlıca Yapıları	12
Şekil 4. Kulağın konfigürasyonunu ve seyrini gösteren koronal kesit	15
Şekil 5. 0°, 45° ve 90° azimutlarda sunulan bir ses kaynağı ile elde edilen DKK'nın rezonans etkileri	16
Şekil 6. Akustik sinyalin geliş açısı	17
Şekil 7. Kulak kanalı rezonansı, dış kulak rezonansı (yani, konkadan gelen) ve başın üç farklı azimuttaki ses kaynaklarından kulağa ulaşan yoğunluk seviyesindeki birleşik etkileri	18
Şekil 8. Kulak zarının temsili görseli.....	19
Şekil 9. Orta kulak kemikçikleri. Çekiç, örs ve üzenginin bireysel çizimleri.....	21
Şekil 10. Oval pencere ile eklem yapan kemik kokleanın ve üzengi kemiğinin illüstrasyonu.	24
Şekil 11. Kokleanın Kesitsel Görüntüsü.	26
Şekil 12. Korti organının anatomisi.	27
Şekil 13. İşitme cihazı kullananlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları.....	39
Şekil 14. İşitme cihazı kullananlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları	41
Şekil 13. İşitme cihazı kullanmayanlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları	43
Şekil 14. İşitme cihazı kullanmayanlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları	44

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Araştırma grubunun yaş ortalaması açısından karşılaştırılması	38
Tablo 2. Araştırma grubunun cinsiyet dağılımı açısından karşılaştırılması.....	38
Tablo 3. İşitme cihazı kullananlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları.....	39
Tablo 4. İşitme cihazı kullananlarda yaş ile hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasındaki ilişki	40
Tablo 5. İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamalarının karşılaştırılması.....	40
Tablo 6. İşitme cihazı kullananlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları	41
Tablo 7. İşitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları arasındaki ilişki.....	41
Tablo 8. İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamalarının karşılaştırılması	42
Tablo 9. İşitme cihazı kullanmayanlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları	42
Tablo 10. İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasındaki ilişki	43
Tablo 11. İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamalarının karşılaştırılması.....	44
Tablo 12. İşitme cihazı kullanmayanlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları	44
Tablo 13. İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları arasındaki ilişki.....	45
Tablo 14. İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamalarının karşılaştırılması	45
Tablo 15. İşitme cihazı kullanan ve kullanmayanlarda sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamasının karşılaştırılması.....	46
Tablo 15. İşitme cihazı kullanan ve kullanmayanlarda sağ ve sol kulak hava ve konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamalarının karşılaştırılması	46

GİRİŞ

İşitme kaybı, bireyin iletişimini, uzamsal farkındalığını ve genel yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilen yaygın bir duyuşal bozukluktur. İşitme kaybı olan birçok birey için işitme cihazları, gelişmiş işitsel işlev ve gelişmiş sosyal katılım vaadi sunan dönüştürücü bir çözümü temsil etmektedir. Bununla birlikte, bireylerin işitme cihazlarından ne ölçüde memnuniyet duydukları, konuşma algısı, uzamsal algı ve işitme kalitesi dahil olmak üzere işitme işlevinin çeşitli yönleriyle karmaşık bir şekilde iç içe geçmiştir (Humes, 2007; Moore, 2012; Cox ve ark., 2014).

İşitme cihazlarından memnuniyet ile konuşma algısı arasındaki ilişki, işitsel rehabilitasyonun temel taşlarından biridir. Konuşma algısı, özellikle gürültülü ortamlarda, işitme kaybı olan bireyler için yaygın bir zorluktur. Sonuç olarak, işitme cihazlarının konuşmayı anlamayı ve netliği artırmadaki etkinliği, kullanıcı memnuniyetini doğrudan etkilemektedir. İşitme cihazlarının arka plan gürültüsünü bastırma, konuşma sinyallerini yükseltme ve konuşma ipuçlarını koruma yeteneği gibi faktörler, kullanıcıların cihazlarından algıladıkları memnuniyete katkıda bulunur (Gatehouse, 2012).

Dahası, işitme kalitesi kavramı ses netliği, doğallığı ve konforuna ilişkin öznel izlenimleri de kapsar. Sesleri aslına uygun şekilde üreten, distorsiyonu en aza indiren ve kullanıcıların dinleme tercihlerine uyum sağlayan işitme cihazları, olumlu bir işitsel deneyime ve yüksek memnuniyete katkıda bulunur. İşitme cihazı sinyal işleme algoritmalarının tasarımı, kullanıcı konforu ve kişiselleştirilmiş fitting yaklaşımları gibi faktörler, kullanıcıların işitme kalitesi algılarını ve cihazlarından duydukları memnuniyeti etkilemektedir (Humes, 2007; Moore, 2012; Cox ve ark., 2014).

İşitme cihazlarından memnuniyet ile konuşma algısı, uzaysal algı ve işitme kalitesi arasındaki çok yönlü ilişkiyi anlamak, işitsel rehabilitasyon sonuçlarını optimize etmek ve kullanıcıların genel yaşam kalitesini artırmak için gereklidir. İşitme fonksiyonunun bu alanları ile kullanıcı memnuniyeti arasındaki karmaşık etkileşimi keşfederek, araştırmacılar ve klinisyenler işitme cihazı müdahalelerini uyarlamak,

bireysel ihtiyaçları karşılamak ve olumlu kullanıcı deneyimlerini teşvik etmek için stratejiler belirleyebilirler (Lunner, 2003; Rudner ve ark., 2012; Akeroyd, 2008; Ng ve ark., 2013; Humes, 2007; Moore, 2012; Cox ve ark., 2014).

Bu çalışmada orta derecede sensörinöral işitme kaybı olan hastalarda işitme cihazı kullanan ile kullanmayanların konuşmayı ayırt etme skorlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



1. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. İŞİTME SİSTEMİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

İşitme, kulağın çevredeki ses dalgalarını sinir impulsları adı verilen elektrik sinyallerine dönüştürmesini ve bunların daha sonra ses olarak yorumlanmak üzere beyne gönderilmesini içerir. Ses, bir gitar teli gibi nesnelerin titreşerek hava moleküllerinin ses dalgaları adı verilen basınç dalgaları oluşturmasıyla meydana gelir. Kulak, ses yüksekliği ve perde gibi dalga özelliklerine göre farklı sesleri tanımlar. Perde, belirli bir zamanda sabit bir noktadan geçen dalga sayısını ifade eden ses dalgası frekansının algılanmasıdır. Ses frekansı tipik olarak hertz (saniye başına döngü) cinsinden ifade edilir. İnsan kulağı en çok 1.000 ila 4.000 hertz arasındaki frekanslara duyarlıdır ve bu frekanslar algılanması en kolay frekanslardır. Sağlıklı genç kulaklar için duyulabilir ses aralığı kabaca 20 ila 20.000 hertz arasındadır. Daha yüksek frekanslı sesler ultrasonik olarak bilinir, ancak bazı hayvanlar bunları duyabilir. Yükseklik, ses dalgalarının kulak zarına uyguladığı basınçla ilişkili olarak bir sesin ne kadar yoğun algılandığını ifade eder.

Genlikleri veya güçleri ne kadar büyük olursa, sesin basıncı veya yoğunluğu ve dolayısıyla ses yüksekliği de o kadar büyük olur. Sesin yüksekliği, sesin göreceli büyüklüğünü logaritmik ölçekte ifade eden bir birim olan desibel (dB) cinsinden ölçülür ve raporlanır. Başka bir deyişle desibel, herhangi bir sesin yoğunluğunu, kulağın en hassas olduğu aralıktaki bir frekansta, normal insan kulağı tarafından algılanabilen standart bir ses ile karşılaştırmak için kullanılan bir birimdir. Desibel ölçeğinde insanın işitme aralığı, duyulamayan bir seviyeyi temsil eden 0 dB'den, sesin acı verici hale geldiği seviye olan yaklaşık 130 dB'ye kadar uzanır (Musiek ve Baran, 2020).

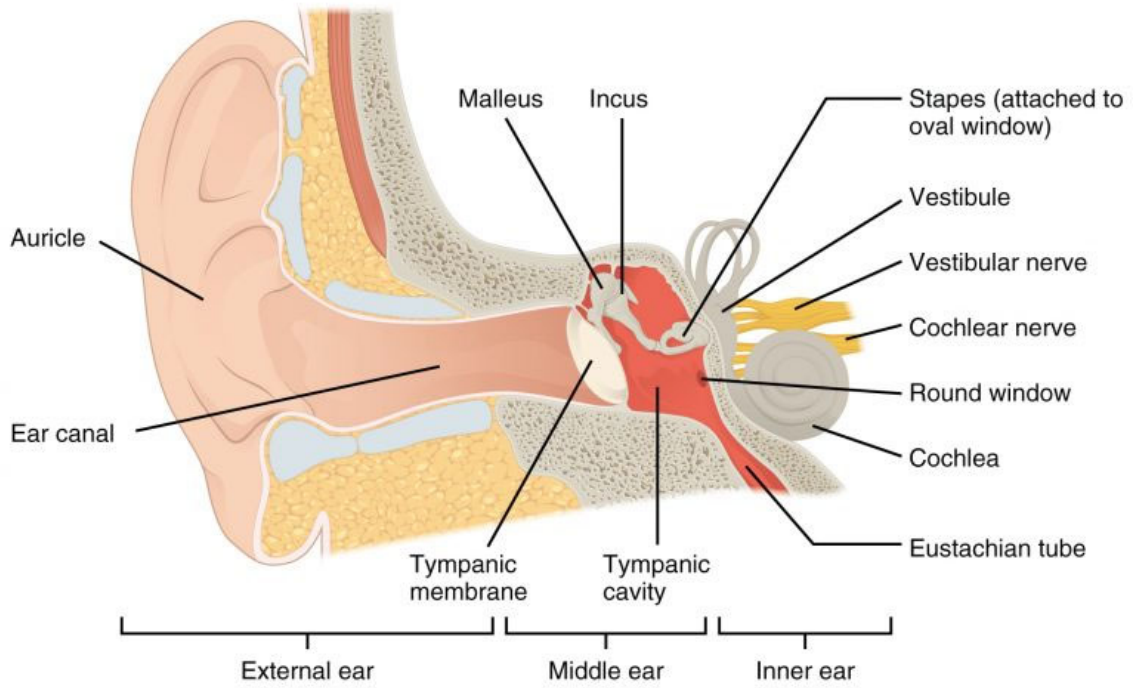
Sesin beyne iletimi üç enerji dönüşümünü içerir:

1. Hava titreşimleri kulak zarının ve orta kulak kemiklerinin titreşmesine neden olur.

2. Bu titreşimler kokleada sıvı hareketleri yaratır.

3. Sıvı dalgaları baziler membran boyunca ilerleyerek Corti organındaki tüy hücrelerini uyarır. Bu tüy hücreleri titreşimleri beyin sapına giden sinir sinyallerine dönüştürür. İşlendikten sonra bu sinyaller, ses işlemenin son noktası olan beynin serebral korteksindeki birincil işitsel alana ulaşır. Dinleyici sesi ancak sinir uyarıları bu bölgeye ulaştığında fark eder (Musiek ve Baran, 2020).

İşitme, ses dalgalarının sinir sinyallerine dönüştürülmesidir ve kulak yapıları tarafından gerçekleştirilir (Şekil 1). Başın her iki yanında bulunan büyük ve etli yapıya kulak kepçesi adı verilir. Kulak kepçesindeki "C" harfini andıran kıvrımlar, ses dalgalarının kulak kanalına yönlendirilmesini sağlar. Kanal, temporal kemiğin dış işitsel kanalından kafatasına girer ve işitsel kanalın sonunda ses dalgalarının etkisiyle titreşen kulak zarı/kulak zarı bulunur. Kulak kepçesi, kulak kanalı ve kulak zarı/kulak zarına dış kulak adı verilir. Orta kulak, üç küçük kemik (malleus, incus ve stapes) içeren bir boşluktur. Malleus kulak zarına bağlıdır ve incusa bağlanır, o da stapes ile birleşir. Stapes, ses titreşimlerinin sinir sinyallerine dönüştüğü iç kulağa bağlanır. Östaki borusu orta kulağı boğaza bağlar ve kulak zarı boyunca hava basıncını düzenlemeye yardımcı olur. Genellikle kapalı kalır ancak esnediğimizde veya yutkunduğumuzda açılır.

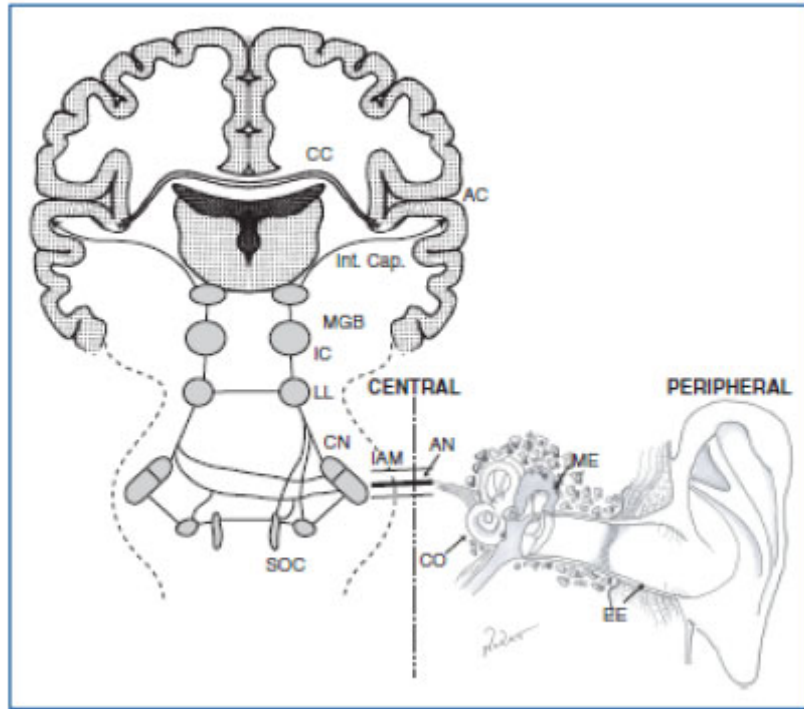


Şekil 1. Kulak Yapıları

Dış kulakta kulak kepçesi, kulak kanalı ve timpanik membran bulunur. Orta kulak kemikçikleri içerir ve östaki borusu ile yutağa bağlanır. İç kulak, sırasıyla işitme ve dengeden sorumlu olan koklea ve vestibülü içerir.

İşitsel sistem, ortamdaki sesleri nasıl duyup anladığımızı işler. Periferik ve merkezi yapılar bu organ sistemini oluşturur. Dış, orta ve iç kulak periferik işitsel yapılardır. Merkezi işitsel yapılar arasında koklear çekirdekler, superior olivary çekirdekler, lateral lemniskus, alt kollikulus, medial genikülat çekirdekler ve işitsel korteks bulunur.

Merkezi işitme yolları sesi frekansı, hacmi ve konumu açısından işler. Bu faktörleri bir araya getirerek çevremizdeki sesleri anlayabilir ve anlamlandırabiliriz. Beyin, dikkatimizi verdiğimiz şey veya çevrede olup bitenler gibi o anda neyin önemli olduğuna bağlı olarak sesi nasıl işleyeceğini sürekli olarak ayarlar. (Musiek & Baran, 2020)



Şekil 2. Periferik ve Merkezi İşitsel Sistemin şematik çizimi (Musiek ve Baran, 2020)

Periferik İşitme Sistemi

Enerji, bir malzemenin içinden dalgalar halinde geçerek malzemenin içindeki parçacıkların hareket etmesine neden olur. Bu hareket, hava basıncında döngüler halinde gerçekleşen değişiklikler yaratır. Bu döngülerin saniyede kaç kez gerçekleştiğine frekans denir ve Hertz (Hz) cinsinden ölçülür. İnsanlar 20 ila 20.000 Hz arasındaki frekansları duyabilir. Ses dalgaları kulağımıza ulaştığında, dış kısımdan geçer ve kulak kanalına girer. Kanalin sonunda, ses dalgalarıyla temas ettiğinde titreşen ince bir zar olan kulak zarı bulunur. Bu titreşimler daha sonra orta kulaktaki üç küçük kemiğin (malleus, incus ve stapes olarak adlandırılır) titreşmeye başlamasına neden olur. Orta kulakta bulunan ve kemikçik adı verilen üç küçük kemik, titreşimleri kulak zarından iç kulaktaki oval pencereye iletir. Bu kemikçikler ses dalgalarını güçlendirir ve ses hava dolu orta kulaktan sıvı dolu iç kulağa geçerken empedanslarını ayarlayarak sesin bu geçişten geçmesini sağlar. (Zhao ve Müller, 2015; Delacroix ve Malgrange, 2015).

Vestibül kokleaya (işitme organı) ve yarım daire kanallarına (denge organları) bağlıdır. Koklea, modiolus adı verilen merkezi bir sütun etrafında iki buçuk dönüş yaparak spiral şeklinde döner. Bir sıvı olan perilenf kokleayı doldurur. Kohleanın içinde üç odacık vardır: Scala timpani: En dıştaki odacık. Scala vestibuli: En içteki odacık. Scala media (koklear kanal): Bağlandıkları helikotrema dışında diğer odacıkları ayırır. Perilenf, scala tympani ve scala vestibuli'yi doldurur. İç kulakta scala vestibuli en içte yer alır. Koklear kanal olarak da bilinen skala medya, uzunluğu boyunca kıvrılarak skala timpani ve skala vestibuli'yi helikotremadaki bir bağlantı noktasıyla ayırır. Skala timpani ve skala vestibuli perilenf adı verilen bir sıvı ile doludur. Buna karşılık, scala media endolenf, baziler membran ve işitmede çok önemli bir rol oynayan Corti organını içerir (Zhao ve Müller, 2015; Delacroix ve Malgrange, 2015). (Zhao ve Müller, 2015; Delacroix ve Malgrange, 2015).

Oval pencereye ulaşan ses dalgaları, skala vestibuli'de sıvı dalgaları oluşturan titreşimlere neden olur. Bu dalgalar, scala media'nın tabanındaki baziler membrana enerji aktaran basınç değişiklikleri yaratır. Skala mediadaki baziler membran tarafından desteklenen corti organı çeşitli tipte tüy hücreleri içerir: üç sıra dış tüy hücresi ve bir sıra iç tüy hücresi. Bu tüy hücrelerinin alt ucu baziler membrana dayanırken, üst ucu stereosilyalar aracılığıyla tektoriyal membrana bağlanmak için uzanır. Bu stereosilyalar potasyum iyonları için kanallar içerir (Zhao ve Müller, 2015; Delacroix ve Malgrange, 2015).

Skala vestibuli ve skala timpanideki basınç serbest bırakıldığında baziler membran ileri geri hareket eder. Bu hareket, baziler membranın tektoriyal membrana doğru bükülmesine neden olarak stereocilia'ya sinyaller gönderir. Eğilme yönüne bağlı olarak stereocilyalar potasyum kanallarını ya açar ya da kapatır. Tüy hücresinin depolarizasyonu, işitme siniri boyunca ilerleyen, ses enerjisini iç kulakta elektrik enerjisine ve sinir sinyallerine dönüştüren bir uyarı üretir (Zhao ve Müller, 2015; Delacroix ve Malgrange, 2015).

Tektoriyal ve baziler membranların koklea içindeki konumu, farklı ses frekanslarına nasıl tepki vereceğini etkiler. Oval pencerenin yakınında (ses giriş noktası), zarlar stereocilia adı verilen daha kısa tüylü hücrelerle daha serttir. Bu alan en çok tiz seslere duyarlıdır. Oval pencereden kokleanın ucuna doğru gidildikçe zarlar daha

esnek hale gelir ve stereosilyalar daha da uzar. Kokleanın ucundaki bu daha uzun stereosilyalar, onun düşük frekanslı sesleri etkili bir şekilde algılamasına olanak tanır. Bu düzenlemeye, beynin farklı ses frekanslarını haritalamak için kullandığı "tonotopik gradyan" adı verilir. (Zhao ve Müller, 2015; Delacroix ve Malgrange, 2015).

İşitsel sinirin bir parçasını oluşturan spiral ganglionun periferik aksonları tüylü hücre gövdelerinin tabanlarında sinaps yapar. İşitsel sinir liflerinin çoğu (%90) iç saç hücrelerinden girdi alır (Delacroix ve Malgrange, 2015). Böylece iç tüy hücreleri işitsel uyaranların çoğunu işler. Geriye kalan %10 ise dış tüylü hücrelerden gelir.

İşitsel sinirin bir parçası olan spiral gangliondan gelen sinirler, kulaktaki tüylü hücrelerin tabanlarına bağlanır. Bu sinirlerin çoğu (yaklaşık %90'ı) iç saç hücrelerinden sinyal alır. Bu, iç tüylü hücrelerinin ses işlemenin çoğunu üstlendiği anlamına gelir. Sinirlerin yalnızca küçük bir kısmı (%10) dış tüylü hücrelerden sinyal alır. Yüksek sesler algılandığında beyin, spiral gangliondan gelen sinirleri harekete geçirir. Bu, tüylü hücrelerin sıkılaşmasına ve sese karşı hassasiyetlerinin azalmasına neden olur. Bu şekilde beyin, iç kulağı yüksek seslerin neden olduğu hasardan korumak için spiral ganglion nöronlarını kullanır. Daha sonra azalan işitsel yollar ve periferik işitsel organlar daha sessiz bir ortama yeniden ayarlandığında geçici işitme kaybı gelişebilir.

Merkezi İşitme Sistemi

Periferik işitsel uyaranlar, işitsel sinir yoluyla işitsel korteksin çekirdeklerine ulaşır. İşitme sinirinden gelen duyuşal bilgiler aşağıdaki yol boyunca yükselir (Felix ve ark., 2018):

- - İpsilateral işitsel çekirdekler
- - İpsilateral koklear çekirdek
- - Superior olivary kompleksi - liflerin çoğu kontralateral superior olivary kompleksine geçer; bazıları aynı taraftaki superior olivary kompleksinde kalır
- - Kontralateral ve ipsilateral lateral lemniskus çekirdekleri
- - Kontralateral ve ipsilateral alt kollikulus

- - Kontralateral ve ipsilateral medial genikülat çekirdekler
- - Kontralateral ve ipsilateral transvers temporal girus (işitsel bölge)

İşitme sisteminin alt seviyelerinde nöronlar yalnızca tek kulaktan girdi alır ve bu da onları "tek sesli" yapar. Bununla birlikte, superior olivary kompleksinden başlayarak, daha yüksek seviyelerdeki nöronlar "binaural" hale gelir, yani her iki kulaktan da girdi alırlar. Bu çift kulaklı işlem, ses kaynaklarının konumunu doğru bir şekilde belirlememize yardımcı olur.

1.1.1. Dış Kulak Anatomi ve Fizyolojisi

Dış kulak, kulak kepçesi ve işitme kanalından oluşur. Fibrokartilajinöz kulak kepçesi, çevreden gelen ses dalgalarını işitme kanalına ve timpanik membrana yönlendirir (Hayes ve ark., 2013).

a. Kulak Kepçesi (Pinna) Anatomi ve Fizyoloji

Kulak kepçesi, dış kulağın şakak kemiği hizasında yüzden çıkıntı yapan düzensiz şekilli kısmıdır. Deri ile kaplı elastik, kıvrımlı bir kıkırdak plakadan oluşur. Kulak kepçesi, uzun eksen retromandibular çizgi ile yaklaşık 8°'lik bir açı oluşturacak şekilde bir miktar arkaya doğru eğimlidir. Kulak kepçesinin üst tarafı ideal olarak kaş ile dikey bir düzlemde yer alır (Zemlin, 1998; Yost, 2000). Mastoidten normal projeksiyon, mastoidten heliksin serbest sınırına kadar yaklaşık 10 veya 17-20 mm'dir. Normal projeksiyon ırklar arasında farklılık gösterir ve Asyalılarda mastoid ile heliks arasındaki mesafe daha fazladır. Çocuklarda kulak kepçesi daha geniş ve kısadır. Kulak büyüdükçe yükseklik-genişlik oranı artar ve yetişkinlikte yaklaşık 7:4'e ulaşır. Kulak kepçesinin konumuna bağlı olarak, yüzeyleri anterior veya lateral ve posterior veya medial olarak tanımlanabilir (Weerda, 2007). Kulak ortaya çıktıkça, anterior auriküler yüzeyin eminenslerini ve boşluklarını takdir etmek kolaydır. Önden bakıldığında heliks, antiheliksin 2-5 mm lateralinde görülebilmelidir (Wright, 1970).

Kulak kepçesinin dış çizgisi veya kenarı, uzunluğunun büyük bir kısmı boyunca bir oluk veya skafoid fossa oluşturan tam olarak katlanmamış bir tüp olan heliks tarafından oluşturulur. Heliks anteriordan başlar ve kulak kepçesinin boşluğundan ya da

konkasından helikal krus olarak çıkar. Önce anterosuperior, sonra -posterosuperior, posteroinferior ve anterosuperior olarak geçerek düzgün, yuvarlak bir yay oluşturur. Küçük bir çukur, helikal kuyruğun lobülle birleştiği noktayı işaretler. Genellikle, heliks superiorun heliks posterior ile birleştiği yerde Darwin tüberkülü olarak bilinen küçük bir çıkıntı veya tüberkül bulunur.

Heliksin içinde kulak kepçesinin tabanının bir kısmını oluşturan ve konkayı çevreleyen antiheliks yer alır. Süperiorda antiheliks, aralarında üçgen fossa bulunan superior ve inferior krura olmak üzere iki çıkıntıya sahiptir. Altta, antiheliks kuyruğu posterior auriküler sulkusta antitragus ile birleşir. Hem heliks hem de antiheliks önden bakıldığında görülebilir, ancak antiheliks superiordan inferiora doğru geçerken daha fazla çıkıntı yapar ve heliks ile antiheliks düzlemleri arasında yaklaşık 20°'lik bir açı oluşturur (Davis, 1987). Antiheliksin inferior krusu, daha uzun kulaklı ve uzun boylu kişilerde daha superior yöndedir. Daha kısa kulaklı kişilerde ve çocuklarda ise inferior krus daha yatay yöndedir.

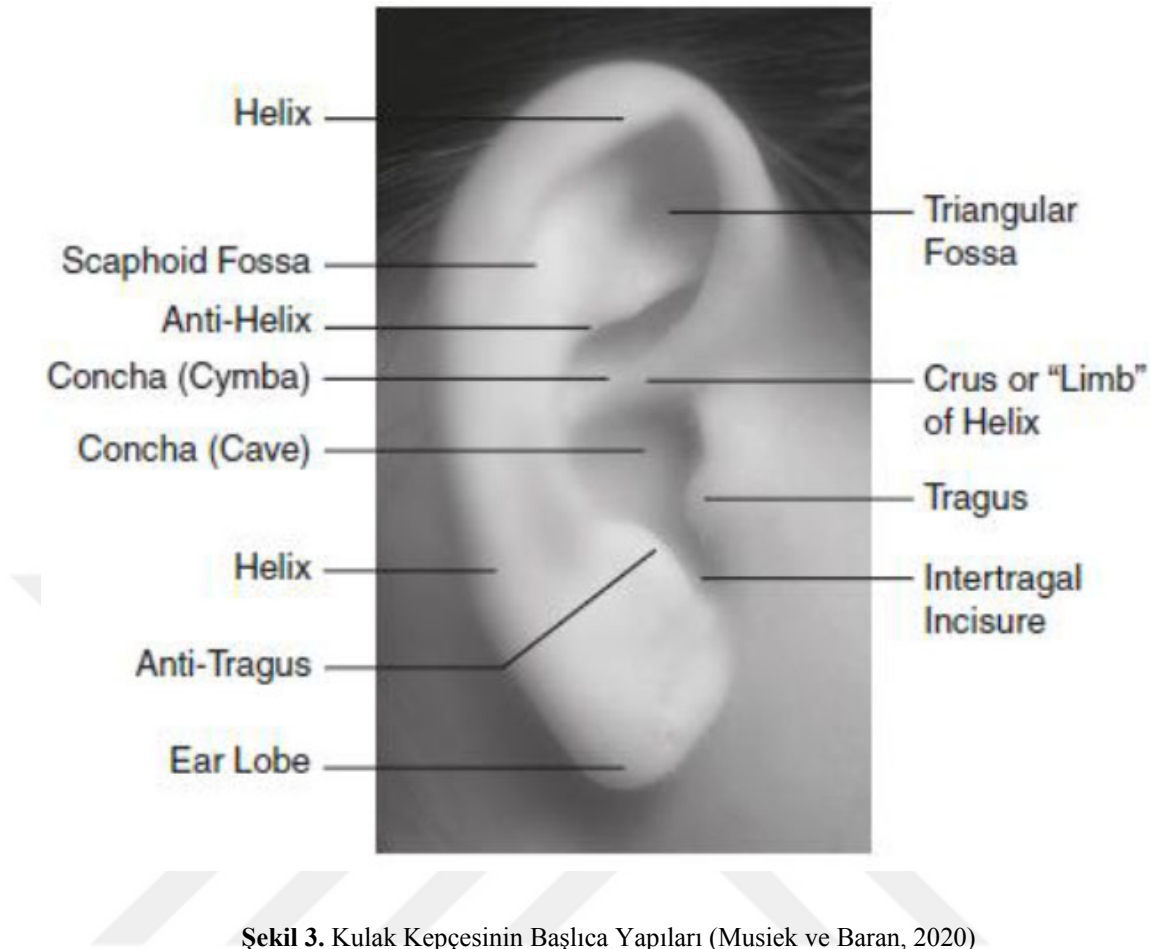
Konka, işitme kanalına açılan tamamlanmamış bir boşluktur. Konkanın keskin üst kenarı antiheliksin alt krusu tarafından, alt kenarı ise tragus ve antitragusun keskin kenarları tarafından oluşturulur ve konkadan taşarak daha küçük görünmesine neden olur. Buna karşılık, yan kenar pürüzsüz ve kıvrımlıdır ve antiheliks tarafından oluşturulur. Tragus, konkanın anteroinferior kısmını kısmen örtmek için yüzden çıkıntı yaparken, antitragus konkanın inferior bölgesinin bir kısmını örtmek için lobülün üstünden çıkıntı yapar. Tragus ve antitragus arasında belirgin, keskin kenarlı, intertragik bir çentik bulunur. Yaşlı hastalarda, bu çentikten genellikle bir tutam saç-barbula hirci çıkar.

Lobül, kulak kepçesinin altta yatan kıkırdak bir iskeleti olmayan tek parçasıdır. Çevresinin yaklaşık üçte biri yanağın ön tarafına tutturulmuştur, geri kalanı ise serbest bir sınır olarak sarkar. Yukarıda, antitragal bir oluk veya çöküntü lobülü antitragustan ayırır.

Anterior auriküler yüzeyin derisi, altta yatan perikondriuma sıkıca yapışmıştır ve aralarında neredeyse hiç yağ yoktur. Damarlar ve sinirler, deri ve perikondriumu ayıran bir fasya kayması içinde yer alır. Sebasöz ve sudoriparöz bezler sırasıyla triangüler

fossada ve dış kulak yolu çevresinde bulunur. İşitme kanalında seruminöz bezler baskındır. Postauriküler yüzeyin bütünlüğü, anterior auriküler yüzeyde bulunan sıkı bağlı, yağsız deriden büyük ölçüde farklıdır. Bunun aksine, arka yüzey, alttaki kıkırdak üzerinde kırışabilen ve kayabilen deri ile karakterizedir. Bunu sağlayan iki yağ tabakası vardır; yüzeysel yoğun bir tabaka ve daha gevşek bir derin tabaka. Yağ dokusunun yüzeysel ve derin katmanları arasındaki bir fasya tabakası, kulak kepçesinin arka yüzeyini besleyen ve innerve eden sinirleri, damarları ve lenfatikleri sarar (Davis, 1987). Daha yüzeysel olarak bir subdermal vasküler ağ da mevcuttur. Bu subdermal mimari, helikal marjin üzerinden helikal kenara kadar uzanır ve burada bir tür integümentten diğerine geçiş gerçekleşir. Lobül sert trabeküler yağ ve subdermal ve derin damar ağı içerir ve ince kıllarla kaplıdır. Kulak kepçesinin alt tarafında, yapışık deriden kayan deriye geçiş daha az keskindir ancak posterior auriküler sulkus, antitragus, tragus ve anterior auriküler sulkustan meydana gelir.

Kulak kepçesi mastoidten sadece 10 mm çıkıntı yaptığı için arka kulak kepçesi yüzeyi çoğunlukla görünmez. Yüzey, anterior auriküler yüzeyde görülenin tersi bir düzende çıkıntılar ve sulkuslarla karakterizedir. Ana çıkıntılar skafa, konka ve üçgen fossa tarafından oluşturulur. Antihelikal fossa bu eminenslerin arasında yer alır.



Şekil 3. Kulak Kepçesinin Başlıca Yapıları (Musiek ve Baran, 2020)

Kulak kepçesi en etkili şekilde 5000 Hz civarındaki frekanslar için ses toplayıcı olarak işlev görür. Bunun nedeni, bu aralıktaki frekansların dalga boylarının kulak kepçesinden daha küçük olması ve etrafından kolayca geçememesidir. Kulak kepçesinin yüzeyindeki çıkıntılar ve çöküntüler, yüksek frekanslı sesler için karmaşık bir rezonatör işlevi görmesine neden olur. Bu yüksek frekanslı rezonans modelleri, ses kaynağının yeri değiştiğinde değişir (Blauert, 1983). Kulak kepçesi, insanlarda dikey düzlem boyunca lokalizasyon için ipuçları sağlamada da önemli bir rol oynayabilir (Hofman ve Van Opstal, 2003). Kulak kepçesi bunu, ses yüksekliğine katkıda bulunan spektral şekil ipuçlarına ek olarak ses kaynaklarının arkasından ve önünden bilgi sağlayarak yapar.

b. Dış Kulak Kanalı (External Meatus Acusticus) Anatomi ve Fizyoloji

Dış kulak kanalı, başın dışından her bir kulağın timpanik zarına veya kulak zarı zarına giden geçiş yolu. Dış işitme kanalının yapısı tüm memelilerde aynıdır. Görünüşte, kulak kepçesinin tabanından veya dış kulağın çıkıntılı kısmından içeri doğru

uzanan ve onu orta kulaktan ayıran kulak zarı zarında kör bir şekilde sona eren hafif kavisli bir tüptür. Kanal duvarının dıştaki üçte birlik kısmı kıkırdaktan, içteki üçte ikilik kısmı ise kemikten oluşur (Glatcke, 1978). Kanal yaklaşık 1 inç (2,5 cm) uzunluğundadır ve timpanik zarı kaplayacak şekilde uzanan deri ile kaplıdır (Glatcke, 1978). Dışa doğru yönelen küçük tüyler ve serumen (kulak kiri) üreten modifiye ter bezleri, böceklerin kulağa girmesini engellemeye yardımcı olur.

Dış akustik meatus içe ve hafifçe öne doğru yönlendirilmiştir: aynı zamanda hafif bir kavis oluşturur, böylece kanalın tabanı yukarı doğru konveks olur. Sagittal kesitte oval veya eliptik bir şekil gösterir ve uzun eksenini aşağıya ve hafifçe geriye doğrudur. Ön duvarı ve tabanı ile arka duvarının alt kısmı timpanik kısımdan, tavanı ve arka duvarının üst kısmı ise skuamadan oluşur. İç ucu, son durumda, timpanik membran tarafından kapatılır; dış deliğinin üst sınırı zigomatik sürecin arka kökü tarafından oluşturulur, hemen altında bazen deliğin üst ve arka kısmında yer alan küçük bir omurga, suprameatal omurga görülür (Kiyokawa ve ark., 2014).

Yukarıdaki açıklamalardan hareketle dış kulak kanalı aşağıdaki gibi kısaca özetlenebilir.

Konum:

- Dış akustik meatus kafatasının temporal kemiğinde bulunur.
- Dış kulakta (kulak kepçesi veya kulak kepçesi) başlar ve orta kulaktaki timpanik membranda sonlanır.

Yapısı:

- Kulak kanalı yetişkinlerde yaklaşık 2,5 santimetre (1 inç) uzunluğunda ve yaklaşık 0,7 ila 1 santimetre çapındadır.
- Dış üçte birlik kısmında kıkırdak ve iç üçte ikilik kısmında kemikten oluşur.
- Kanal, küçük kıllar ve seruminöz (balmumu üreten) bezler içeren deri ile kaplıdır. Bu bezler tarafından üretilen serumen (kulak kiri) kulak kanalının yağlanmasına ve korunmasına yardımcı olur.

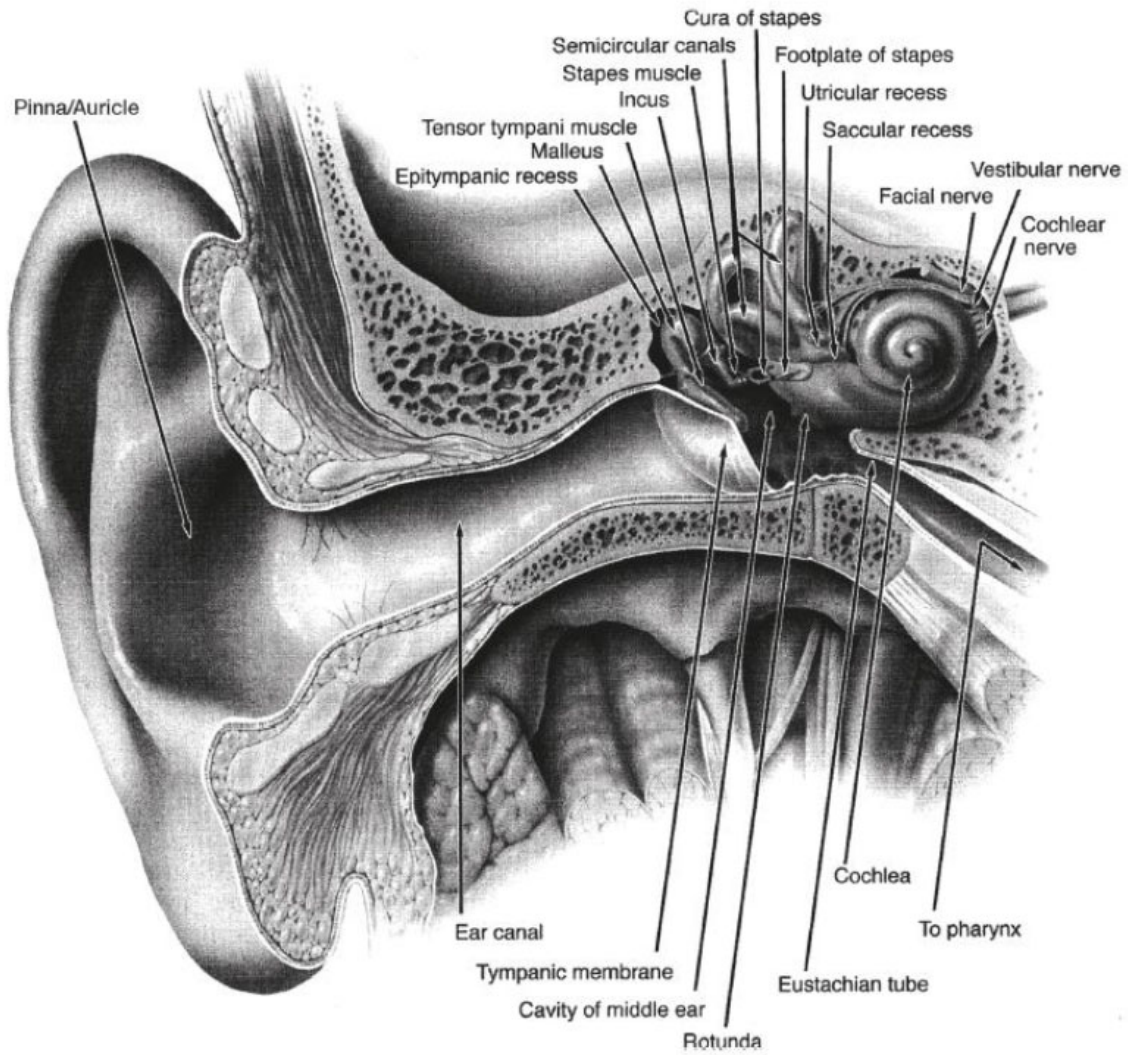
İşlev:

- Dış akustik meatusun birincil işlevi ses dalgalarını dış kulaktan kulak zarına iletmektir.
- Ses için bir geçiş yolu görevi görür ve ses dalgalarını timpanik membrana doğru yönlendirir.
- Kulak kanalının şekli ve uzunluğu, sesin belirli frekanslarını yükseltmeye ve rezonansa sokmaya yardımcı olarak kulağın belirli işitsel uyaranlara duyarlılığını artırır.

Patoloji:

- Harici akustik meatus bozuklukları arasında harici otit (kulak kanalının iltihaplanması), kulak kiri sıkışması (serumen impaksiyonu) ve enfeksiyonlar yer alabilir.
- Kulak kanalına yabancı cisim sokulması veya aşırı temizlik gibi travmalar kulak zarının yaralanmasına veya delinmesine yol açabilir.

Genel olarak, dış akustik meatus sesin iletilmesinde ve orta kulak yapılarının korunmasında çok önemli bir rol oynar. Yapısı ve işlevi, işitsel sağlığın korunması ve işitme sürecinin kolaylaştırılması için gereklidir.



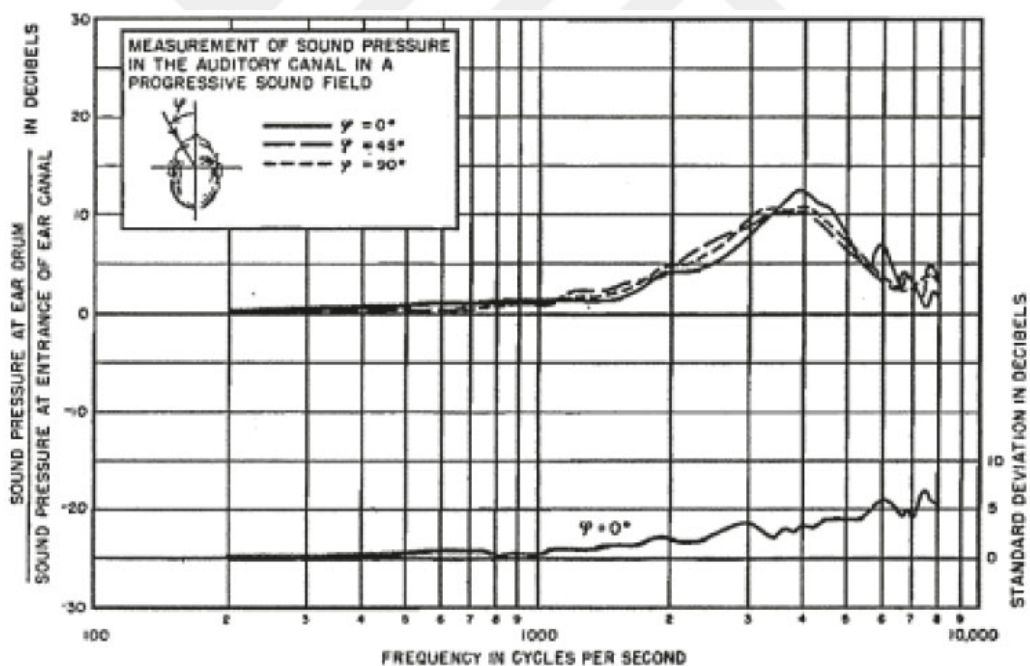
Şekil 4. Kulağın konfigürasyonunu ve seyrini gösteren koronal kesit (Tremblay ve Burkard, 2012)

Kulak kirinin varlığı işitme sistemi için koruyucu bir işlev sağlasa da, bu maddenin aşırı birikimi, özellikle kulak kiri kulak kanalından aşağı iner ve TM'yi kaplarsa veya DKK'nın ses iletimini engellerse, işitme kaybına neden olabilir. Normal yaşlanma süreçleriyle ilişkili olarak konka ve DDK'daki tüy hücrelerinin büyümesinde sıklıkla bir artış olduğundan, geriatric hastalarda, özellikle de yaşlı erkek hastalarda artmış kulak kiri üretimi sıklıkla gözlenir (Tremblay ve Burkard, 2012).

Kulak kanalı V., (trigeminal) VII., (fasiyal) IX., (glossofaringeal) ve X. (vagus) kranial sinirlerden innervasyon aldığından, dokunma hassasiyeti ve ağrı için zengin bir sinir kaynağına sahiptir. DKK'nın iç kısmının uyarılması (dokunulması) bazı kişilerde öksürük tepkisine neden olabilir. Buna ek olarak, kulak kanalının mekanik olarak

uyarılması bazı hassas kişilerde DKK'nın hem glossofaringeal hem de vagus sinirlerinden aldığı innervasyonlar nedeniyle kalp ve kan dolaşımını etkileyebilir (Tremblay ve Burkard, 2012).

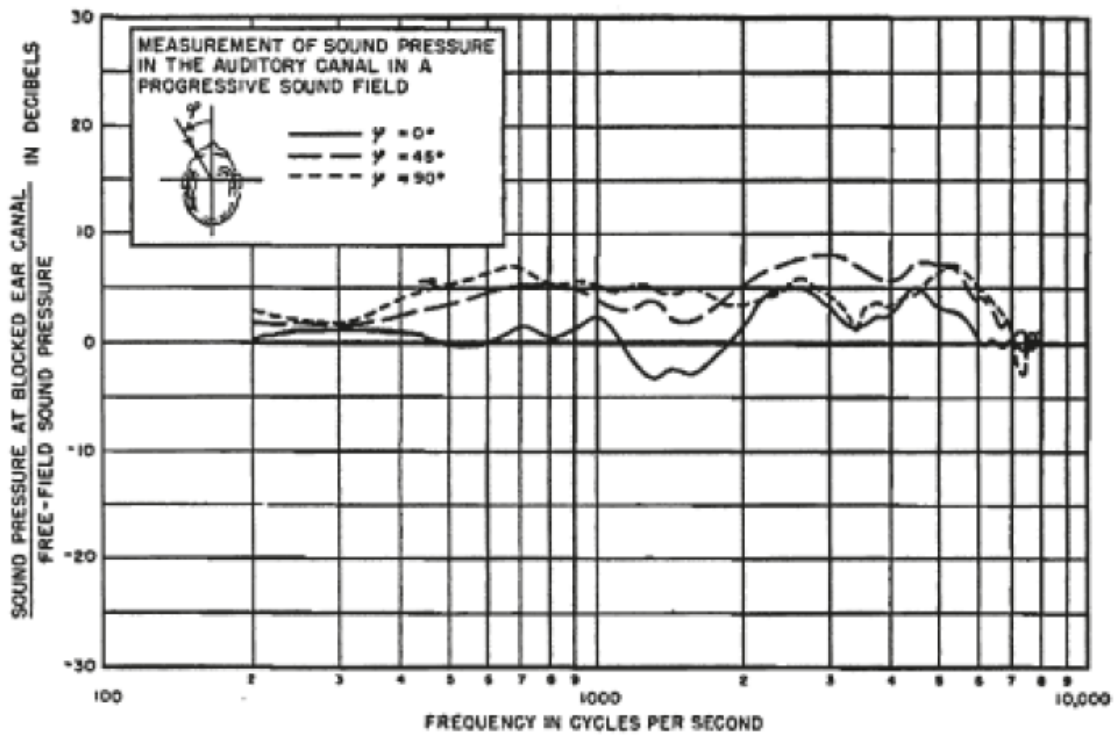
Dış kulak yolu, akustik sinyali kulak kanalından orta kulağa taşır. Anatomik yapısı nedeniyle dış kulak yolu akustik bir rezonatör olarak işlev görür ve bu nedenle TM'ye iletilen sesi değiştirir (Şekil 3). Dış kulak kanalı bir ucu kapalı, diğer ucu açık bir tüp gibidir. Tüpün uzunluğundan yaklaşık dört kat daha büyük dalga boylarına sahip akustik enerjinin amplifikasyonunu sağlar. Dallos (1973) doğrudan ölçümlere dayanarak, dış kulak yolunun 3000 ila 4000 Hz frekans aralığındaki seslerin 10-15 dB amplifikasyonunu sağlayan bir rezonans modeline sahip olduğunu göstermiştir. Bu yapının dış kulak kanalının esnek "kapalı ucu", bir miktar akustik enerjiyi orta kulağa ileten ve aynı zamanda enerjinin bir kısmını kulağa geri yansıtan TM tarafından sonlandırıldığı için bir miktar sapma beklenir.



Şekil 5. 0°, 45° ve 90° azimutlarda sunulan bir ses kaynağı ile elde edilen DKK'nın rezonans etkileri (Wiener ve Ross, 1946).

Baş (ve daha az ölçüde gövde) genellikle işitme sisteminin bir parçası olarak düşünülmesine de, en azından bazı durumlarda (örneğin ses alanında veya normal konuşma durumlarında) insanların nasıl işittiği konusunda. Bir ses dalgası bir hoparlörden veya başka bir ses kaynağından kulak zarına veya TM'ye serbest alan tipi

bir dinleme ortamında (yansıtıcı veya kırıcı yüzeylerle kısıtlanmamış bir ortam) ilerlerken, akustik sinyal izlediği yol tarafından değiştirilir. Kulağa ulaşan sinyal (başla ilgili akustik etkilerden (head related acoustical effects-HRAE) oluşur) başın etrafındaki kırılmaları ve yansımaları, başın ve vücudun varlığından kaynaklanan izleri ve diğer çevresel faktörleri (örneğin oda akustiği) içerir. Serbest bir alanda sunulan bir ses, kulaklara ulaştığında aynı ses değildir, bunun en önemli faktörü başın varlığıdır. Eğer bir sinyal, mevcut örnekte olduğu gibi sağa doğru 45° azimutta sunulursa, sağ taraftaki sinyal sağ kulak girişine yaklaşırken sadece hafifçe aşağı doğru açılı olacaktır ve bu nedenle çok az zayıflamaya maruz kalacaktır, ancak baş sol kulağa yaklaşırken önemli bir engel teşkil eder ve sol kulakta baş gölgesi nedeniyle sinyalin seviyesi daha düşük (yani daha yumuşak) olacaktır (yankıda kabul edilebilir bir his). Ancak bu durum tüm frekanslar için geçerli değildir.

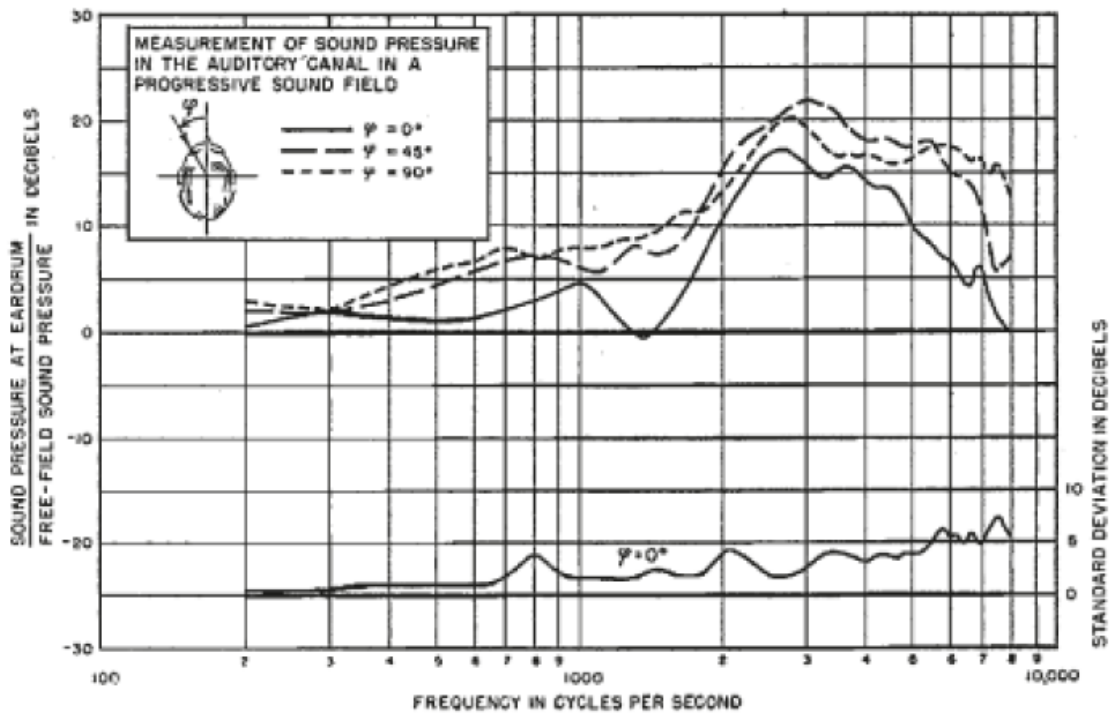


Şekil 6. Akustik sinyalin geliş açısı 0° azimut (düz çizgi), 45° azimut (uzun çizgiler) ve 90° azimut (kısa çizgiler) olduğunda başın ses alanındaki etkisi (Wiener ve Ross, 1946)

Sinyal yatay düzlemde merkezden uzak bir açıyla sunulduğunda ortaya çıkan bir başka olgu da kulaklar arasındaki mesafenin sinyalin kulaklara biraz farklı zamanlarda ulaşmasına neden olacaktır. Yukarıdaki resimde, ses sağ kulağa sol kulağa göre daha kısa ve daha doğrudan bir yoldan ulaşmaktadır. Sesin iki kulağa ulaşma süresindeki

fark, interaural zaman farkı olarak adlandırılır. Düşük frekanslı sesler nadiren önemli interaural yoğunluk farklılıklarına neden olsa da, interaural zaman farklılıklarına neden olurlar. Bu interaural farklılıklar (zaman ve yoğunluk), merkezi işitme mekanizmasındaki yapılar tarafından bir sesin kaynağını belirlemek için kullanılan önemli ipuçlarıdır (yani ses lokalizasyonu) (Wiener ve Ross, 1946).

Kulak zarına ulaşan sinyalin seviyesi bir dizi faktörün etkileşimine bağlıdır: bazı sinyaller güçlendirilirken bazıları zayıflatılır. Bu etkiler varış açısına (baş gölgesi etkileri sinyal seviyelerini değiştirebilir) ve ayrıca dış kulak yapıları tarafından sağlanan rezonans etkilerine bağlıdır (Şekil 7).



Şekil 7. Kulak kanalı rezonansı, dış kulak rezonansı (yani, konkadan gelen) ve başın üç farklı azimuttaki ses kaynaklarından kulağa ulaşan yoğunluk seviyesindeki birleşik etkileri (Wiener ve Ross, 1946)

1.1.2. Orta Kulak Anatomi ve Fizyolojisi

Orta kulak temporal kemiğin içinde yer alır ve timpanik membrandan iç kulağın yan duvarına kadar uzanır. Orta kulağın ana işlevi, titreşimleri timpanik membrandan işitme kemikçikleri aracılığıyla iç kulağa iletmektir. Orta kulak dış kulaktan timpanik membran (kulak zarı) ile iç kulaktan ise yuvarlak ve oval pencereleri içeren bir yan

duvar ile ayrılır. Orta kulağın anatomisi, işitmenizi sağlayan karmaşık sistemin sadece bir parçasıdır (Hayes ve ark., 2013).

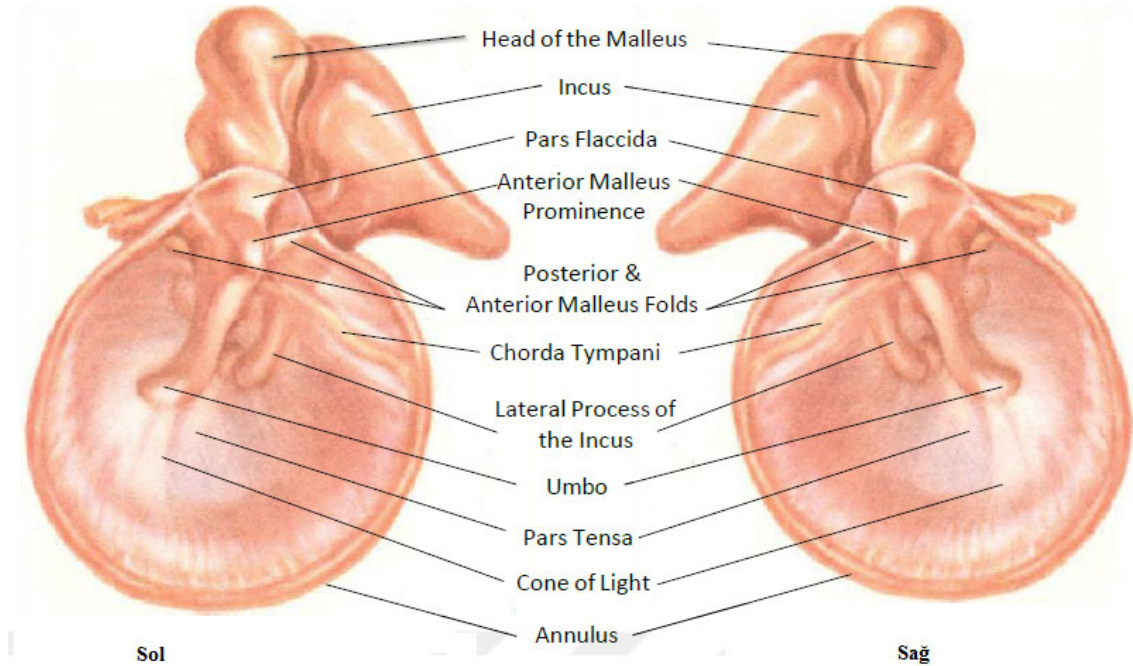
Orta kulak anatomisi farklı bölümlere ayrılabilir: timpanik membran, timpanik boşluk, kemikçikler ve işitme (östaki) tüpü. Her birinin kendi işlevi vardır ve hepsi duymanıza yardımcı olmak için birlikte çalışır (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Timpanik Membran

Timpanik membrana kulak zarı da denir. Orta kulağı dış kulaktan ayırır. Yarı saydamdır ve normal şartlar altında her iki tarafı da hava ile çevrilidir.

Timpanik membranın boyutları yaklaşık 1 milimetre (mm) kalınlığında ve 10 mm çapındadır. Normalde hafif içbükeydir. Timpanik membranın pars tensa adı verilen gergin bir kısmı (gergin olduğu yer) ve pars flaccida adı verilen daha gevşek bir bölümü vardır (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Timpanik membranın yapısal yapısı kısaca epitel hücreleri ve kolajen liflerinin bir karışımı olarak tanımlanabilir (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).



Şekil 8. Kulak zarının temsili görseli (Polyak et al., 1946).

Timpanik Boşluk

Timpanik membranın medialinde, esasen orta kulağı oluşturan timpanik boşluk bulunur. Sağlıklı bir orta kulak hava ile doludur.

Dört duvarı, bir tavanı ve bir tabanı olan dikdörtgen bir boşluktur. Yan duvar timpanik membrandan oluşur. Çatı, orta kulağı orta kraniyal fossadan ayırır. Taban, orta kulağı şah damarından ayırır.

Medial duvar orta kulağı iç kulaktan ayırır ve fasiyal sinir tarafından oluşturulan belirgin bir çıkıntı ile karakterizedir. Ön duvar orta kulağı internal karotid arterden ayırır ve biri işitme tüpü diğeri de tensör timpani kası için olmak üzere iki açıklığa sahiptir.

Arka duvar, orta kulak ile mastoid hava hücrelerini ayıran kemikli bir bölümdür. Arka duvarda (mastoid antruma aditus olarak adlandırılan), orta kulak ile mastoid hava hücreleri arasında iletişime izin veren bir üst delik vardır (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Kemikçikler

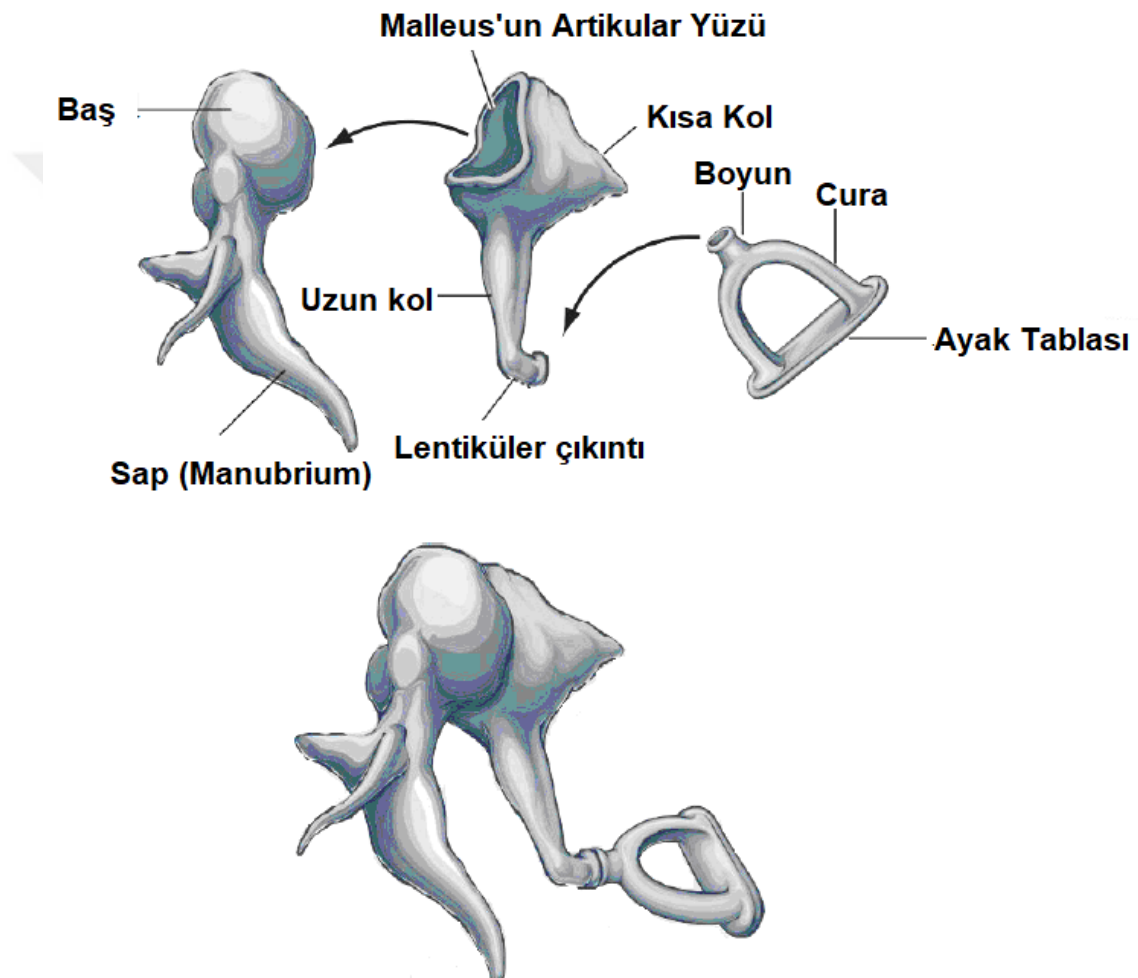
Orta kulağın kemikleri işitme kemikçikleridir - malleus, incus ve stapes. Bunlar zincir benzeri bir şekilde bağlanarak timpanik zarı iç kulağın oval penceresine bağlar (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Ses titreşimleri timpanik zarda bir harekete neden olur ve bu da işitme kemikçiklerinde hareket veya salınım yaratır. Bu hareket, ses dalgalarının dış kulaktaki timpanik zardan iç kulaktaki oval pencereye iletilmesine yardımcı olur (Gelfand, 1997; Zemlin, 1998).

Malleus, kulak kemiklerinin en büyüğü ve en lateralidir, malleus sapı aracılığıyla timpanik membrana bağlanır. Malleusun başı epitimpanik girintide yer alır ve burada bir sonraki işitsel kemikçik olan inkus ile eklemleşir (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Bir sonraki kemik olan incus bir gövde ve iki uzuvdan oluşur. Gövde malleus ile eklenmiş, kısa uzuv orta kısmın arka duvarına bağlanır ve uzun uzuv kemikçiklerin sonuncusu olan stapes ile birleşir (Gelfand, 1997; Zemlin, 1998).

Stapes insan vücudundaki en küçük kemiktir. İnkus ile iç kulağın oval penceresini birleştirir. Üzengi şeklindedir, bir başı, iki uzvu ve bir tabanı vardır. Başı incus ile eklenmiş ve tabanı oval pencere ile birleşir (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).



Şekil 9. Orta kulak kemikçikleri. Çekiç, örs ve üzenginin bireysel çizimleri (üstte) (Hoit ve Weismer, 2018).

Mastoid Hava Hücreleri

Mastoid hava hücreleri epitympanik girintinin posteriorunda yer alır. Temporal kemiğin mastoid sürecinde hava dolu boşluklardan oluşan bir koleksiyondur. Hava hücreleri mastoid antrum adı verilen bir boşluk içinde yer alır. Mastoid antrum, orta

kulak ile aditus to mastoid antrum aracılığıyla iletişim kurar (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Mastoid hava hücreleri, basınç çok düşük olduğunda timpanik boşluğa hava salan bir hava 'tampon sistemi' olarak işlev görür (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Kaslar

Orta kulakta koruyucu bir işlev gören iki kas vardır; tensor timpani ve stapedius. Yüksek sese tepki olarak kasılırlar, malleus, incus ve stapes titreşimlerini engellerler ve sesin iç kulağa iletimini azaltırlar. Bu eylem akustik refleks olarak bilinir (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Tensör timpani işitme tüpünden kaynaklanır ve malleusun sapına bağlanarak kasıldığında onu mediale doğru çeker. Mandibular sinirin bir dalı olan tensor timpani siniri tarafından innerve edilir. Stapedius kası stapes'e yapışır ve fasiyal sinir tarafından innerve edilir (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

İşitsel Tüp

İşitme tüpü (östaki tüpü), orta kulağı nazofarenkse bağlayan kıkırdak ve kemiksi bir tüptür. Orta kulaktaki basıncı dış kulak yolundaki basınçla eşitlemeye yarar.

Orta kulağın ön duvarından anterior, medioinferior yönde uzanarak nazofarenksin lateral duvarına açılır. Bu iki yapıyı birleştirerek, üst solunum yolu enfeksiyonunun orta kulağa yayılabileceği bir yol oluşturur.

Tüp çocuklarda daha kısa ve düzdür, bu nedenle orta kulak enfeksiyonları çocuklarda yetişkinlere göre daha sık görülür (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Orta Kulak Fonksiyonu

Orta kulağın ana işlevi, ses dalgalarını dış kulaktan kokleayı içeren ve ses girdisinin beyne iletilebildiği iç kulağa taşımaktır. Ses dalgaları dış kulağa yönlendirilir ve timpanik zara çarparak titreşmesine neden olur (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

Bu titreşimler üç kemikçik aracılığıyla taşınır ve stapes orta kulağı iç kulaktan ayıran oval pencereye çarpar. Oval pencereye vurulduğunda, iç kulağın içindeki sıvıda dalgalara neden olur ve bildiğimiz sesin yorumlanmasına yol açan bir olaylar zincirini harekete geçirir (Irwin, 2006; Hayes ve ark., 2013).

1.1.3. İç Kulak Anatomi ve Fizyolojisi

İç kulak, temporal kemiğin petröz kısmı içinde yer alır. Sırasıyla lateralde ve medialde yer alan orta kulak ve internal akustik meatus arasında yer alır. İç kulağın iki ana bileşeni vardır - kemik labirent ve membranöz labirent.

Kemik labirent: temporal kemiğin petröz kısmı içindeki bir dizi kemik boşluktan oluşur. Koklea, vestibül ve üç yarı dairesel kanaldan oluşur. Tüm bu yapılar içten periost ile kaplıdır ve perilemf adı verilen bir sıvı içerir.

Membranöz labirent: kemikli labirentin içinde yer alır. Koklear kanal, yarı dairesel kanallar, utrikül ve sakkülden oluşur. Membranöz labirent endolenf adı verilen sıvı ile doludur.

İç kulağın orta kulağa açılan ve her ikisi de zarla kaplı iki açıklığı vardır. Oval pencere orta kulak ile vestibül arasında yer alırken, yuvarlak pencere orta kulağı skala timpani'den (koklear kanalın bir parçası) ayırır.

Kemikli Labirent

Kemik labirent, temporal kemiğin petröz kısmı içindeki bir dizi kemik boşluktur. Koklea, vestibül ve üç yarım daire kanalından oluşmaktadır (Rask-Andersen ve ark., 2012).

Vestibül: Vestibül, kemik labirentin merkezi kısmıdır. Orta kulaktan oval pencere ile ayrılır ve anteriorda koklea ve posteriorda yarı dairesel kanallar ile iletişim halindedir. Membranöz labirentin iki parçası; sakkül ve utrikül, vestibül içinde yer alır.

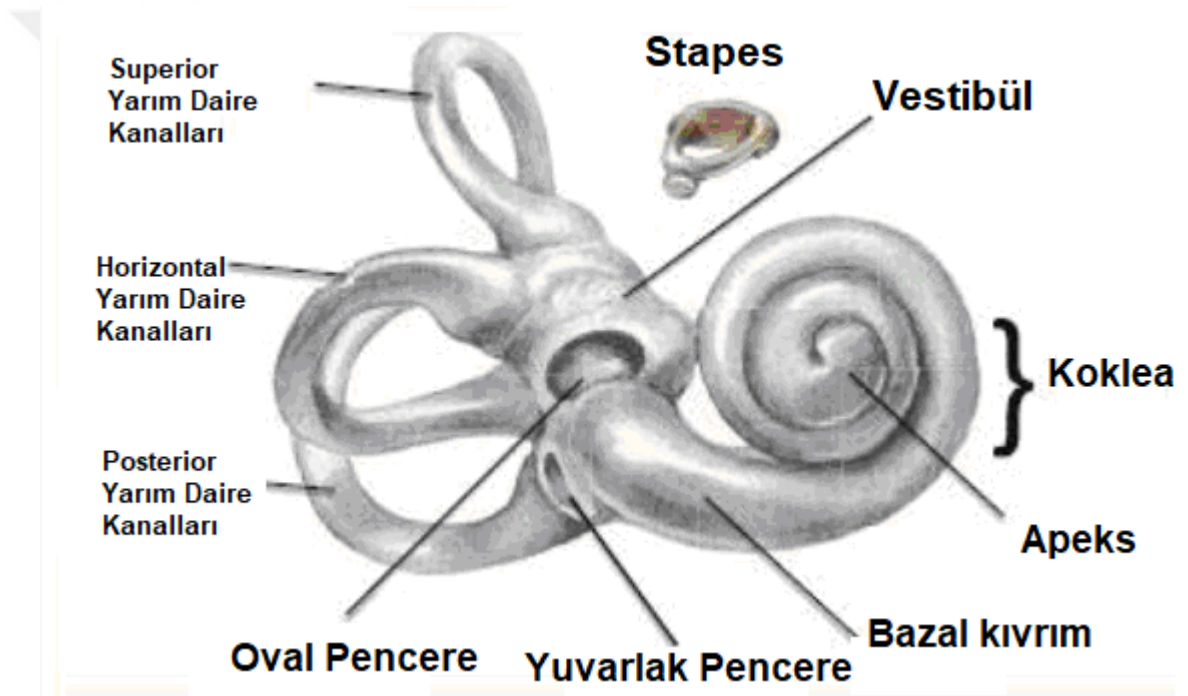
Koklea: Koklea, iç kulağın işitsel kısmı olan membranöz labirentin koklea kanalını barındırır. Modiolus adı verilen kemiğin merkezi bir kısmı etrafında kendi üzerine kıvrılır ve anterolateral yöne bakan bir koni şekli oluşturur. Vestibülokoklear

(VIII) sinirin koklear kısmından gelen dallar modiolusun tabanında bulunur (Pickles, 1988; Buser ve Imbert, 1992).

Modiolustan dışarı doğru uzanan ve spiral lamina olarak bilinen bir kemik çıkıntısı koklear kanala tutunarak onu yerinde tutar. Koklear kanalın varlığı, yukarıda ve aşağıda perilenf dolu iki oda oluşturur (Rask-Andersen ve ark., 2012):

Scala vestibuli: Koklear kanalın üst kısmında yer alır. Adından da anlaşılacağı gibi vestibül ile devamlılık gösterir (Rask-Andersen ve ark., 2012).

Scala tympani: Koklear kanalın aşağısında yer alır. Yuvarlak pencerede sonlanır.



Şekil 10. Oval pencere ile eklem yapan kemik kokleanın ve üzengi kemiğinin illüstrasyonu (Polyak ve ark., 1946).

Yarım Daire Kanalları: Üç yarım dairesel kanal vardır: anterior, lateral ve posterior. Bunlar dengeden sorumlu olan yarı dairesel kanalları içerir (utrıkül ve sakkül ile birlikte). Kanallar vestibülün süperoposteriorunda, birbirlerine dik açı yapacak şekilde konumlanırlar. Bir ucunda ampulla olarak bilinen bir şişlik vardır (Rask-Andersen ve ark., 2012).

Membranöz Labirent

Membranöz labirent, endolenf ile dolu sürekli bir kanal sistemidir. Kemik labirentin içinde yer alır ve perilenf ile çevrilidir. Koklear kanal, üç yarı dairesel kanal, sakkül ve utrikülden oluşur. Koklear kanal koklea içinde yer alır ve işitme organıdır. Yarı dairesel kanallar, sakkül ve utrikül denge organlarıdır (vestibüler aparat olarak da bilinir).

Koklear Kanal: Koklear kanal, kokleanın kemik iskeleti içinde yer alır. Spiral lamina tarafından yerinde tutulur. Kanalin varlığı, üstünde ve altında sırasıyla skala vestibuli ve skala timpani olmak üzere iki kanal oluşturur. Koklear kanal üçgen bir şekle sahip olarak tanımlanabilir:

Lateral duvar: Spiral ligament olarak bilinen kalınlaşmış periost tarafından oluşturulur.

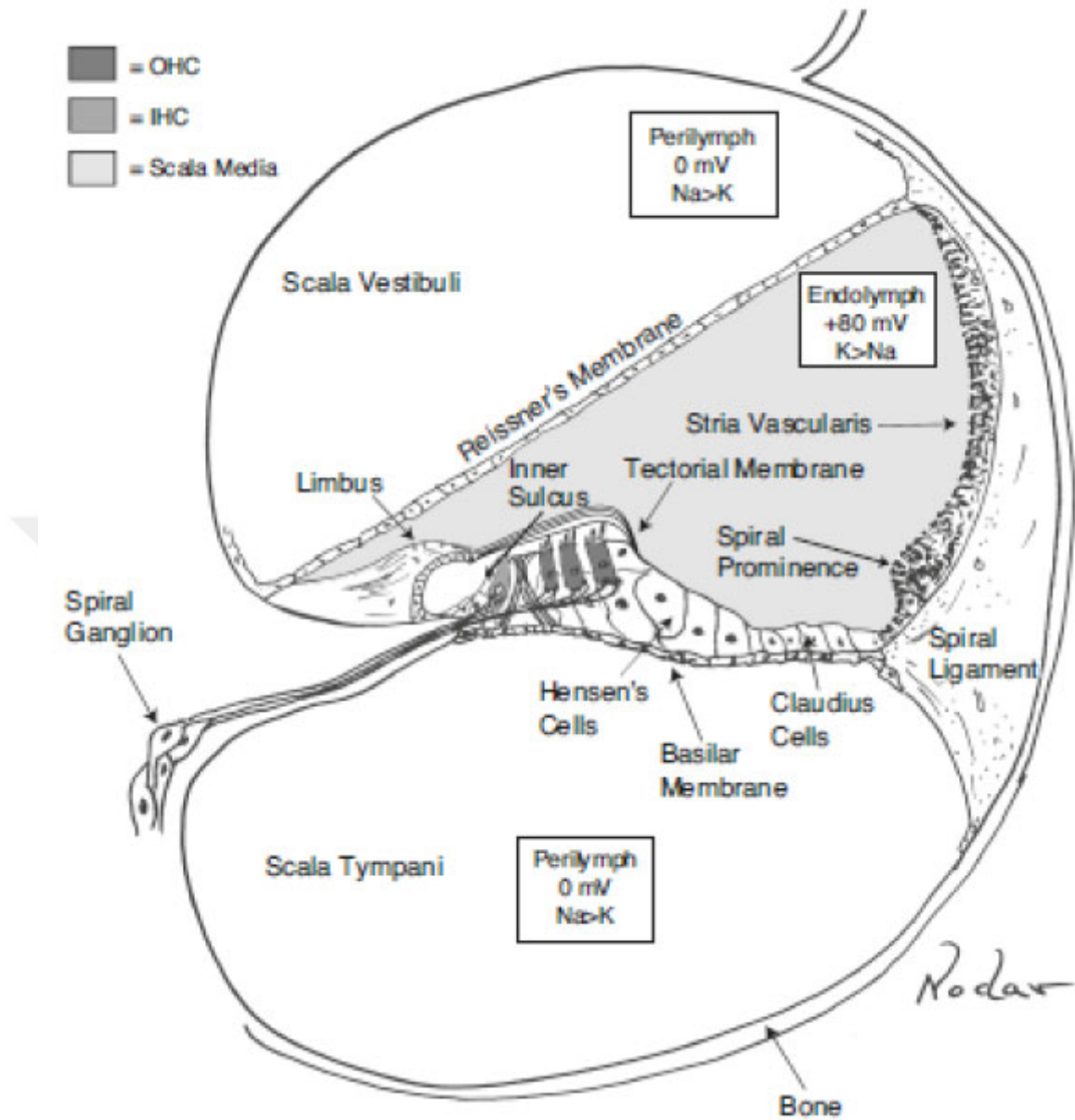
Tavan: Koklear kanalı skala vestibuli'den ayıran ve Reissner zarı olarak bilinen bir zardan oluşur.

Taban: Koklear kanalı skala timpani'den ayıran ve baziler membran olarak bilinen bir membran tarafından oluşturulur.

Sakkül ve Utrikül: Sakkül ve utrikül, vestibülde bulunan iki membranöz kesedir. Bunlar sırasıyla dikey ve yatay düzlemlerde başın hareketini veya ivmesini tespit eden denge organlarıdır.

Utrikül, üç yarı dairesel kanalı alan ikisinden daha büyük olanıdır. Sakkül küre şeklindedir ve koklear kanalı alır.

Endolenf, sakkül ve utrikülden endolenfatik kanala boşalır. Kanal, vestibüler akuaduktus boyunca temporal kemiğin petröz kısmının arka tarafına doğru ilerler. Burada kanal, endolenf salgılanabileceği ve emilebileceği bir keseye doğru genişler.



Şekil 11. Kokleanın Kesitsel Görüntüsü (Musiek ve Baran, 2020).

Korti Organı

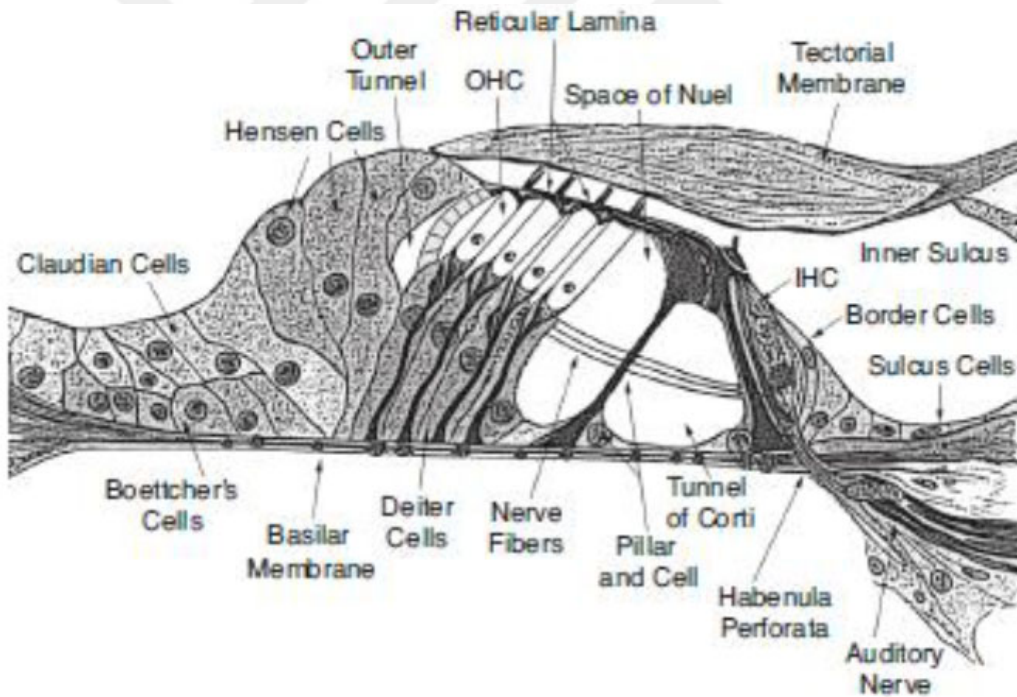
İşitme organı olarak da bilene korti organı BM'nin üst kısmında bulunmaktadır. Koklea kanalının uzunluğu boyunca uzanmakta olup destekleyici yapılar, sinir lifleri ve duyu hücrelerini içermektedir (Şekil 12). Mekanik ses titreşimlerini beyin tarafından yorumlanabilecek elektrik sinyallerine dönüştürerek işitme sürecinde merkezi bir rol oynar (Steel, 1983; Slepecky, 1996; Raphael ve Altschuler, 2003).

Corti organı, oldukça organize bir şekilde düzenlenmiş çeşitli özelleşmiş hücre tiplerinden oluşur:

İç Saç Hücreleri: Bunlar ses titreşimlerinin elektrik sinyallerine dönüştürülmesinden sorumlu duyu hücreleridir. Tek bir sıra halinde dizilmişlerdir ve işitme sinirinin afferent sinir lifleri tarafından innerve edilirler (Steel, 1983; Slepecky, 1996).

Dış Saç Hücreleri: Bu duyu hücreleri üç ila beş sıra halinde düzenlenir ve ses titreşimlerini yükseltmek ve ince ayar yapmakla görevlidir. Hem afferent hem de efferent sinir liflerini alırlar (Steel, 1983; Slepecky, 1996).

Destek Hücreleri: Çeşitli destekleyici hücre tipleri yapısal destek sağlar ve Corti organının bütünlüğünü korur (Steel, 1983; Slepecky, 1996).



Şekil 12. Korti organının anatomisi (Polyak ve ark., 1946).

1.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

İşitme birbini takip eden çeşitli aşamalar sonucunda gerçekleşmekte olup bunlar başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

1.2.1. İletim (conduction)

Çevreden gelen ses dalgalarının kulak kepçesi yardımıyla alındıktan sonra korti organına iletilmesidir. Kemik yolu ve hava yolu iletimi şeklinde iki şekilde gerçekleşmekteir. Havayolu iletimi dış kulakta başlayıp oval pencereden sonlanmakta iken kemik yolu iletimi kokleanın çevresinde yer alan kemik dokuların titreşmesiyle gerçekleşmektedir (Karasalioğlu, 2003; Simpson, 2009).

Kulak kepçesi, çevremizden gelen sesleri toplamak ve onları dış kulak yoluna yönlendirmek için stratejik olarak konumlandırılmış ve şekillendirilmiştir. Bu kanal, konka olarak bilinen girişiyle birlikte, kulak zarındaki ses basıncını etkileyen akustik bir rezonatör görevi görür. Ses dalgalarının atmosferde ve dış işitme kanalında nasıl hareket ettiğini karşılaştırdığımızda, özellikle yetişkinler için 1.000-8.000 Hz aralığında ses yoğunluğunda önemli bir artış olduğunu tespit ettik. Bu artış 3.000 Hz frekansında (ortalama 2.800 Hz) zirveye ulaşmakta ve dış kulak yolunda 10 dB'lik bir amplifikasyonla sonuçlanmaktadır (Akyıldız, 1998; Toth ve ark., 2006).

Ses dalgaları orta kulaktan geçip timpanik membrana ulaştığında, sıvı dolu iç kulağa geçiş yapar. Ancak bu süreç, ses dalgalarında yaklaşık 30 dB'lik önemli bir enerji kaybına neden olur. Bu enerji kaybına karşı koymak için orta kulak bir empedans dengeleyici olarak hayati bir rol oynar, kaybı en aza indirir ve sesin gücünü korur (Akyıldız, 1998; İncesulu, 2017).

1.2.2. Dönüşüm (Transdüksiyon)

Corti organındaki tüy hücreleri sesi algılama yeteneğimizde çok önemli bir rol oynar. Ses dalgaları kulaktan geçerken baziler membranın titreşmesine neden olur. Bu titreşim tüy hücrelerini uyarır ve bu hücreler de beynimize sinir uyarıları gönderir. Bu tüy hücreleri, retiküler laminaya veya baziler liflere tutturulmuş Corti çubukları tarafından yerinde tutulur. Bu yapılar kolumnar hücreler tarafından yerinde tutulur ve

saç hücrelerinin önemli işlevlerini yerine getirmeleri için sağlam bir temel sağlar. Tüy hücrelerinin tabanında, kokleanın modiolusunda bulunan Corti'nin spiral ganglionuna bağlanan karmaşık bir koklear sinir uçları ağı vardır. Bu yapılar birlikte, dış ses titreşimlerini anlamlı sinir sinyallerine dönüştürmek için sorunsuz bir şekilde çalışır. Spiral ganglion aksonları koklear sinire iletirken, tüy hücresinin tepesinde stereosilya adı verilen duyuşal tüyler içeren bir tüy demeti, üzerindeki tektoriyal zara doğru uzanır. Bu zar, tek bir kinosilyum içermediğinden vestibüler sistemin tüylü hücrelerinde bulunandan farklıdır. Baziler membran yukarı doğru hareket ettikçe ve retiküler lamina aşağı doğru hareket ettikçe, retiküler laminanın yukarı ve içe doğru ve aşağı ve dışa doğru eşzamanlı bir hareketi meydana gelir. Bu, tüy hücrelerinin tabanında bulunan sinir liflerini tetikleyen kesme kuvvetleri yaratarak stereosilyaların en uzun kısmının bükülmesine veya kaymasına neden olur (Belgin, 2004; Santi ve Mancini, 2007).

1.2.3. Nöral kodlama (Neural Coding)

İç ve dış saç hücreleri, sinirsel kodlama olarak bilinen bir süreçle sinir liflerini tetikleyen bir elektrik akımı üretir. Bu, Corti organında frekans ve yoğunluğa göre belirlenen sinir enerjisinin kodlanmasıyla sonuçlanır (Lee, 2003; Ocak, 2013).

1.2.4. Çözümleme (Cognition/Association)

Tek tek gelen sinirsel iletilerin işitme merkezinde birleştirildikten sonra çözülmesi sürecidir. Bu şekilde ses karakter ve anlam kazanmaktadır (Moore, 2019).

1.3. İŞİTME KAYBI

"Genellikle 'işitme bozukluğu' olarak adlandırılan işitme becerilerinin azalması durumu, hafif bir rahatsızlıktan tamamen sağırlığa kadar uzanan bir dizi deneyimi kapsayabilir. Bu durum, iletim tipi, sensörinöral veya bunların bir kombinasyonu olarak kategorize edilen kulakla ilgili çeşitli bozukluklardan kaynaklanabilir (Sataloff & Sataloff, 2005)."

1.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı

Dış veya orta kulaktaki sorunlardan kaynaklanan işitme bozukluğu, iletim tipi işitme kaybı (İTİK) olarak bilinir. Buna orta kulak enfeksiyonları, otoskleroz veya kemikçik zincirini bozan bir kafatası kırığı gibi çeşitli faktörler neden olabilir. İTİK tipik olarak ses yüksekliği algısının azalması ile karakterizedir. Neyse ki, çoğu İTİK vakası tıbbi müdahale ile etkili bir şekilde tedavi edilebilir. Bu nedenle, bu tür işitme kaybının yönetiminde hızlı ve doğru teşhis çok önemlidir. İletim tipi işitme kaybı için tıbbi tedavi mümkün olmadığında, bireyler amplifikasyon için herhangi bir kontrendikasyon olmadığı sürece işitme cihazları kullanarak genellikle önemli başarılar elde edebilirler. Kemik iletimli işitme cihazı olarak da bilinen kemiğe implante işitme cihazı (BAHA), bu tür işitme kayıpları için özel olarak tasarlanmıştır (Çeliker ve ark., 2018).

1.3.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı

Sensörinöral işitme kaybı (SNHL), iç kulağı ve sesi işitsel kortekse ileten yolları etkileyen karmaşık bir durumdur. Nedenleri, sendromik ve sendromik olmayan bozukluklar gibi doğuştan gelen durumlardan, yüksek sese maruz kalma, kafa travmaları ve bazı ilaçların kullanımı gibi dış faktörlere kadar değişebilir. Menenjit, diyabet veya vestibüler schwannoma gibi altta yatan diğer faktörler de SNHL'ye katkıda bulunabilir. Bu durum, iç ve dış tüylü hücrelerin işlevinin yanı sıra kokleanın elektriksel ve mekanik özelliklerini de etkiler.

Sensörinöral işitme kaybı, işitme cihazlarının sağladığı amplifikasyona rağmen, etkilenen bireylerin etkili bir şekilde iletişim kurabilmeleri için ortalamanın üzerinde bir sinyal-gürültü oranına (SNR) sahip olmalarını gerekli kılarak işitsel zorluklara yol açabilir. Bu tür işitme kaybına genellikle konuşmayı ve sesi net bir şekilde algılama becerisinde azalma eşlik eder. Sensörinöral işitme kaybı için tipik olarak tıbbi bir çözüm bulunmamakla birlikte, Smith ve arkadaşları (2005) ve Aydoğdu ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi, tedavi için çeşitli tıbbi olmayan seçenekler mevcuttur.

Teknolojideki son gelişmeler sayesinde artık "sensörinöral" terimini daha derinlemesine inceleyebiliyor ve duyuşal (koklear) ve nöral (sinir VIII) bileşenlerini ayrıştırabiliyoruz. Bu anlayış düzeyi, işitme kaybının nedenini ve potansiyel sonucunu belirleme sürecine - örneğin işitsel nöropati spektrum bozukluğunun (ANSĐ) teşhisinde - büyük fayda sağlayabilir. Yaygın inanışın aksine, genetik işitme kaybı her zaman doğumda mevcut değildir. Aslında, yakın zamanda yapılan genetik çalışmalar, bireyin hayatının herhangi bir aşamasında ortaya çıkabileceğini göstermiştir (Tanna ve ark., 2022).

1.3.3. Mikst Tip İşitme Kaybı

Mikst işitme kaybı, hem iletim tipi hem de sensörinöral işitme kaybının unsurlarını içeren karmaşık bir durumdur. Genetik nedenlerden veya mevcut sensörinöral işitme kaybı olan bir çocukta orta kulak enfeksiyonu gibi altta yatan nedenlerin bir kombinasyonundan kaynaklanabilir. Mikst işitme kaybının doğru bir şekilde tanımlanması, tıp uzmanlarının iletim bileşenini ele almasını ve işitme sonuçlarını potansiyel olarak iyileştirmesini sağladığı için çok önemlidir (Çavuşoğlu, 2022).

1.4. İŞİTME CİHAZI

Popelka ve arkadaşları (2016) göre, işitme bozukluğunun zararlı sonuçlarıyla mücadele etmek için işitme cihazlarının kullanılması şiddetle tavsiye edilmektedir. İşitme cihazının birincil amacı, konuşulan kelimelerin ses seviyesini bireyin işitme kaybı seviyesine uygun bir şekilde artırmak ve aynı zamanda sesin kulağa doğal bir şekilde iletilmesini kolaylaştırmaktır.

Bir sinyalin işitme cihazlarından nasıl geçtiğinin görsel bir temsili, bir blok diyagram şeklinde görülebilir. Akustik bir sinyalin karşılaştığı ilk blok, ses dalgalarını elektrik sinyallerine dönüştüren mikrofondur. Teknolojideki gelişmeler sayesinde modern minyatür elektret mikrofönlar, dahili gürültü ve titreşim hassasiyeti gibi minimum kusurlarla olağanüstü ses kalitesi sunar. İki giriş noktasına sahip olan yönlü mikrofönlar, diğer yönlerden ziyade özellikle önden gelen seslere uyum sağlar. Bu akıllı tasarım, işitme cihazlarının çevredeki ses koşullarına bağlı olarak sinyalin arka plan

gürültüsüne oranını birkaç desibel önemli ölçüde artırmasını sağlar. Ayrıca, çift mikrofona özelliğinin kullanılması gürültülü ortamlarda konuşmanın netliğini büyük ölçüde artırabilir (Dillon, 2012).

Mikrofonlar küçük sinyaller alır ve bunlar daha sonra işitme cihazının amplifikatörü tarafından yükseltilir. Bununla birlikte, amplifikatörlerin bir sınırı vardır ve sinyali bunun ötesine yükseltmeye çalışırlarsa, sinyal bozulur ve en yüksek noktada kesilir. Bu bozulma, seslerin netliğini ve anlaşılmasını büyük ölçüde etkileyebilir. Bunu önlemek için çoğu işitme cihazı, sinyal seviyesi arttıkça amplifikasyonunu azaltan kompresyon amplifikatörleri kullanır. Bu, bir kişinin çok yüksek olduğunda sesi kısmasına benzer (Jorgensen ve Novak, 2020).

Analog amplifikatörler geçmişte kalmış olsa da, dijital sistemler ses sinyallerini sayısal diziler kullanarak temsil eder. Tamamen dijital devrelerin güzelliği, sesi her bir cihazdan farklı şekillerde manipüle etmek için karmaşık aritmetik işlevleri yürütebilmeleridir. Amplifikatörlerin işleme kapasitelerinin, üzerlerine yüklenen özel yazılım tarafından belirlendiğini düşünmek büyüleyici (Dillon, 2012).

İşitme cihazları tarafından sesi değiştirmek için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri filtre kullanımıdır. Bu filtreler, bir sinyal içindeki düşük, orta ve yüksek frekanslı öğelerin ses seviyesini ayarlayabilmektedir.

Minyatür kulaklıklar olarak da bilinen alıcılar, güçlendirilmiş ve değiştirilmiş elektrik sinyallerini tekrar duyulabilir sese dönüştürmek için elektromanyetizmayı kullanma gibi inanılmaz bir kabiliyetle donatılmıştır. Bununla birlikte, frekans tepkileri, hem alıcıların içindeki iç rezonansların hem de alıcıyı kulak kanalına bağlayan boru sistemindeki dış akustik rezonansların bir sonucu olarak çok sayıda tepe ve çukurla bozulur. Bu sorunla mücadele etmek için yardımcı bir çözüm, alıcı veya hortumun içine uygun bir şekilde damper olarak adlandırılan bir akustik direncin stratejik olarak yerleştirilmesinde yatmaktadır. Bu damper bir ses emici görevi görerek, aksi takdirde ses kalitesini ve genel dinleme konforunu etkileyebilecek tepe ve çukurları etkili bir şekilde en aza indirir (Popelka et al., 2016).

Kullanım kolaylığı, bu işitme cihazlarının en önemli özelliklerinden biridir ve cihazın üzerindeki elektromekanik anahtarlar ya da kullanışlı bir uzaktan kumanda aracılığıyla kontrol edilebilir. İşitme cihazı, tüm işlevlerine güç sağlamak için, her bir cihazın güç ve alan ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli boyutlarda ve kapasitelerde gelen, özellikle Lityum-iyon veya çinko-hava pillere dayanır (Dillon, 2012).

1.4.1. İşitme Cihazı Tipleri

İşitme cihazlarını sınıflandırmanın birçok yolu vardır, ancak en basit yöntem vücuttaki yerleşimlerine dayanmaktadır. Bu aynı zamanda işitme cihazı için ideal boyutu da belirler.

1.4.1.1. Kulak Arkası İşitme Cihazı (BTE)

Kulak arkası işitme cihazları (Behind the Ear = BTE) işitme cihazları boyut açısından uzun bir yol kat etti, şimdi her zamankinden daha küçük. Ayrıca iki ayrı parça halinde gelirler. Bir parça, mikrofon ve alıcı da dahil olmak üzere iç işleyişi tutarken, diğer parça bir kulak kalıbı veya yumuşak kubbe ve sesi kulağa taşıyan bir tüpe sahiptir (Kaya, 2023). Bu akıllı tasarım, daha ayrı ve rahat bir uyum sağlar.

1.4.1.2. Receiver In The Canal / Hoparlör Kulak İçinde Kulak Arkası İşitme Cihazı (RITE, RIC)

İşitme cihazı teknolojisindeki en son gelişmelerden biri, RITE veya RIC olarak da bilinen kulak içi hoparlör tasarımıdır. Geleneksel BTE işitme cihazının aksine, bu tipte alıcı cihazın kabini yerine kulak kanalının içine yerleştirilmiştir. Ayrıca, akustik bir tüp kullanmak yerine, alıcıyı elektroniğe bağlamak için bir elektrik kablosu kullanılır. BTE işitme cihazları tipik olarak hortumlu özel kalıplar gerektirirken, RIC'ler esneklik ve modülerlik sunan standart boyutlu kanal bağlantı parçaları ile donatılmıştır. RIC işitme cihazı konferansındaki uzmanlara göre, bu son teknoloji cihazlar, bireyin özel ihtiyaçlarına ve kulak kepçesi boyutuna uyacak şekilde uyarlanabilen güçlü bir alıcı ile donatılmıştır. Sadece bu da değil, alıcı aynı zamanda her benzersiz kullanıcıya hitap etmek için havalandırılan özel yapım kalıplara ve çeşitli boyutlarda kubbelere sahiptir. Bu dikkat çekici özellikler, alıcı kulak kanalının içine kolayca yerleştirilebildiği için herkes için rahat bir uyum sağlar (Akşit ve ark., 2020).

1.4.1.3. In The Ear/Kulak İçi İşitme Cihazı (ITE)

Kulak içi işitme cihazları (ITE) için her biri farklı stil ve işlevlere sahip birden fazla boyut mevcuttur. Seçeneklerden biri, tüm konkayı ve kulak kanalının yaklaşık yarısını kaplayan tam konka tarzıdır. Daha küçük bir seçenek arayanlar için, yarım konka ITE, konkanın sadece alt kısmına, crus-helias'a kadar uyar. Cymba ITE olarak bilinen başka bir varyasyon, konkanın yalnızca üst kısmını doldurur ve kulak kanalına bağlanmak için RITE teknolojisini kullanır. Buna ek olarak, dış konkayı örtmek için kulak kanalından dışarıya doğru yeterince uzanmayan düşük profilli bir ITE vardır (Gün, 2022).

1.4.1.4. In The Canal/ Kanal İçi İşitme Cihazı (ITC)

Kanal içi (ITC) işitme cihazı olarak da bilinen kompakt ve şık ITE işitme cihazı, cavum concha'ya rahatça oturur ve kulak kanalının açıklığı ile mükemmel bir şekilde hizalanır. İsmi aksini düşündürse de, ITC işitme cihazı kulak kanalının içine tam olarak oturmaz; daha ziyade, bu isim yerleşimini doğru bir şekilde temsil etmekten çok bir pazarlama taktiğidir (Vatansever, 2023).

1.4.1.5. Completely In The Canal/ Komple Kanal İçi İşitme Cihazı (CIC)

Tamamen kanal içi işitme cihazları veya CIC işitme cihazları, kulak kanalına tam olarak oturacak şekilde özel olarak tasarlanmıştır. Kompakt boyutları, konka içine çıkıntı yapmayan kusursuz bir uyum sağlar. Bununla birlikte, boyutları nedeniyle kulaktan çıkarılması zor olabilir. Çıkarma işlemini kolaylaştırmak için, ucunda bir topuz bulunan naylon bir oltaya benzeyen küçük bir sap tipik olarak işitme cihazına takılır ve konka içine doğru uzanır. Kulak zarından sadece birkaç milimetre uzağa yerleştirildiğinde, bu CIC işitme cihazları peritympanik CIC olarak adlandırılır (Uslu, 2022).

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. KATILIMCILAR

Çalışmaya dahil edilen katılımcılar işitme cihazlı ve işitme cihazsız olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup arasında yaş ortalaması açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda işitme cihazı kullananların yaş ortalamasının 56.90 ± 5.64 , işitme cihazı kullanmayanların yaş ortalamasının 55.03 ± 4.53 olduğu saptanmış olup gruplar arasında yaş ortalaması açısından farklılığın anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. İşitme cihazı kullanan katılımcıların %35.5'i kadın, %64.5'i erkek, işitme cihazı kullanmayanların %45.2'si kadın, %54.8'i erkek olup gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$)

2.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Çalışmada katılımcıların cinsiyet ve yaş değişkenleri hasta takip formunda yer almaktadır.

Saf Ses Odyometri: Ölçümler Interacoustics-Clinical Audiometer AC40 cihazı ile “IndustrialAcousticCompany” (IAC) standardındaki sessiz odalarda yapıldı. Hava yolu işitme düzeyleri 250- 8000 Hz arasındaki frekanslarda Telephonic DD45 HB-7 kulaklık kullanıldı. Radioear B-71 kemik vibratörü ile 500-4000 Hz arası frekanslarda kemik yolu işitme eşikleri saptandı.

2. Cihazsız Odyometrik Değerlendirme: Cihazsız odyometrik değerlendirmeler GSI 61 ve Interacousticus AC-30 klinik odyometreler kullanıldı. IAC (Industrial Acoustic Company) sessiz odalarında gerçekleştirildi. Odyometrik değerlendirmede;

a) Saf ses işitme eşikleri hava iletimi için 125-8000 Hz arası frekanslarda, kemik iletimi için 500-4000 Hz arası frekanslarda ölçüldü. Hava yolu eşikleri için Telephonics TDH-50P kulaklıklar, kemik yolu eşikleri tayini için RADIOEAR B-71 kemik vibratör kullanıldı. İşitme kaybı derecelendirmesi, saf ses eşik ortalamasına göre (500-4000 Hz frekanslarının ortalaması) yapıldı (Kramer ve ark., 2002).

b) Konuşmayı alma eşiği, Türkçe için geliştirilen, üç heceli kelime listeleri kullanılarak belirlendi.

c) Konuşmayı ayırt etme testi 25 kelimelik tek heceli kelime listesi ile taşıyıcı cümle kullanılarak canlı sesle, en rahat ses şiddet düzeyinde, hastaya uygunluğu sorularak yapıldı. Türkçe için geliştirilmiş ve standardize edilmiş olan tek heceli izofonik kelime listeleri kullanılacaktır. Test, SRT+40 dB’de yapılarak test skoru doğru cevap yüzdesi olarak belirtildi.

3. Cihazsız Odyometrik Değerlendirme: Cihazsız odyometrik değerlendirme sonrası hastaların işitme cihazı/cihazları takılarak serbest alanda 250-8000 Hz aralığında, “warble tone” uyarı kullanılarak, ascending metodla işitme eşikleri ölçülecektir. 500-4000 Hz ortalaması alınarak cihazlı warble tone ortalaması (cPTA) elde edildi. Serbest alanda üç heceli kelime listeleri kullanılarak canlı ses ile cihazlı konuşmayı anlama (cSRT) ölçümleri yapıldı ve tek heceli izofonik kelime listeleri kullanılarak cihazlı konuşmayı ayırt etme yüzdeleri (cSDS) ölçüldü. Serbest alan testleri IAC sessiz odalarında Denox MODEL STUDIO-5 hoparlörleri kullanılarak yapıldı. Hoparlörler hastanın 1 metre uzağına, cihaz kullanılan tarafa/taraflara 90 derecelik açı ile yerleştirildi.

2.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmamız sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için SPSS 21.0 programı kullanılmış olup ortalama değerler, standart sapma, yüzdelik oranlar tanımlayıcı istatistikler olarak verilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi ile verilerin parametrik olup olmadığına karar verilmiştir. İki den fazla parametreden oluşan verilere

ilişkin karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi, sürekli değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için de Pearson's korelasyon analizi kullanıldı.



3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen katılımcılar işitme cihazlı ve işitme cihazsız olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup arasında yaş ortalaması açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda işitme cihazı kullananların yaş ortalamasının 56.90 ± 5.64 , işitme cihazı kullanmayanların yaş ortalamasının 55.03 ± 4.53 olduğu saptanmış olup gruplar arasında yaş ortalaması açısından farklılığın anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma grubunun yaş ortalaması açısından karşılaştırılması

	Grup	N	Ort.	Ss ($\pm$)	p
Yaş	İşitme cihazlı	31	56,90	5,64	.165
	İşitme cihazsız	31	55,03	4,53	

İşitme cihazı kullanan katılımcıların %35.5'i kadın, %64.5'i erkek, işitme cihazı kullanmayanların %45.2'si kadın, %54.8'i erkek olup gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Araştırma grubunun cinsiyet dağılımı açısından karşılaştırılması

			Grup		Total	p
			İşitme cihazlı	İşitme cihazsız		
Cinsiyet	Kadın	n	11	14	25	.437
		%	35,5%	45,2%	40,3%	
	Erkek	n	20	17	37	
		%	64,5%	54,8%	59,7%	
Total		n	31	31	62	
		%	100,0%	100,0%	100,0%	

3.2. ODYOLOJİK TEST SONUÇLARINA İLİŞKİN BULGULAR

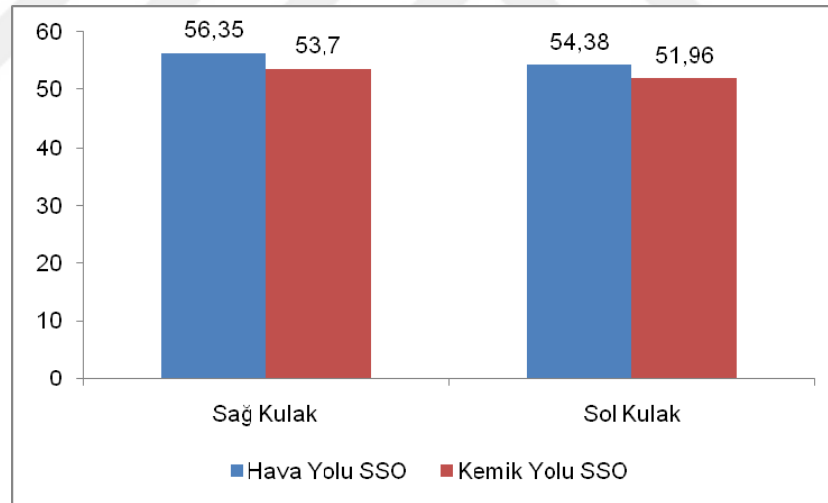
3.2.1. Grup İçi Karşılaştırmalar

3.2.1.1. İşitme Cihazı Kullananlara İlişkin Bulgular

İşitme cihazı kullananların sağ ve sol kulak hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları Tablo 3'te görülmektedir. Tablodan da görüleceği üzere sağ kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları sol kulağa göre daha yüksektir.

Tablo 3. İşitme cihazı kullananlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları

	N	Ort.	Ss (±)
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	31	56,35	4,11
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	31	54,38	4,20
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	31	53,70	4,51
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	31	51,96	4,77



Şekil 13. İşitme cihazı kullananlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları

İşitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasında negatif yönde, orta düzeyde ilişki saptandı ($p<0.05$) (Tablo 4). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları anlamlı şekilde azalmaktadır.

Tablo 4. İşitme cihazı kullananlarda yaş ile hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasındaki ilişki

		Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sol
Yaş	r	-,586**	-,485**	-,576**	-,584**
	p	,001	,006	,001	,001
	N	31	31	31	31

İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamalarında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda erkeklerde sağ ve sol kulak kemik yolu saf ses ortalamasının kadınlardan anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü ($p<0.05$) (Tablo 5).

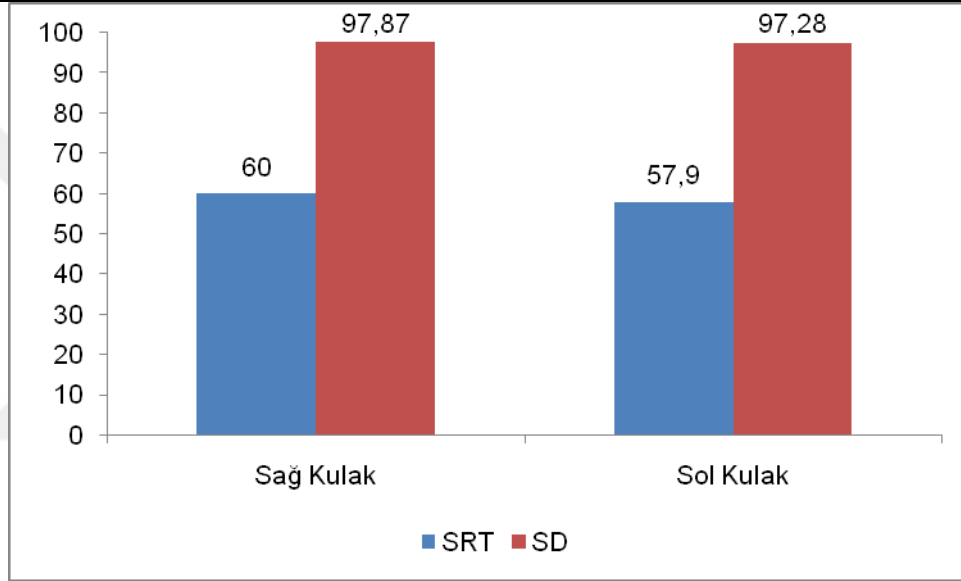
Tablo 5. İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamalarının karşılaştırılması

	Cinsiyet	N	Ort.	Ss (±)	p
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Kadın	11	54,72	4,24	.104
	Erkek	20	57,25	3,86	
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	Kadın	11	52,72	4,14	.104
	Erkek	20	55,30	4,04	
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Kadın	11	51,45	4,69	.037
	Erkek	20	54,95	4,00	
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	Kadın	11	49,63	4,71	.042
	Erkek	20	53,25	4,41	

İşitme cihazı kullananlarda konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6. İşitme cihazı kullananlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları

	N	Ort.	Ss (±)
SRT Sağ	31	60,00	4,44
SRT Sol	31	57,90	3,84
SD Sağ	31	97,87	,96
SD Sol	31	97,28	1,02



Şekil 14. İşitme cihazı kullananlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları

İşitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) arasında pozitif yönde ve orta düzeyde ilişki saptandı ($p < 0.05$) (Tablo 7). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça konuşmayı alma eşiği de anlamlı şekilde artmaktadır.

Tablo 7. İşitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları arasındaki ilişki

		SRT_Sağ	SRT_Sol	SD_Sağ	SD_Sol
Yaş	r	,574**	,537**	,086	,212
	p	,001	,002	,645	,252
	N	31	31	31	31

İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı ($p>0.05$) (Tablo 8).

Tablo 8. İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamalarının karşılaştırılması

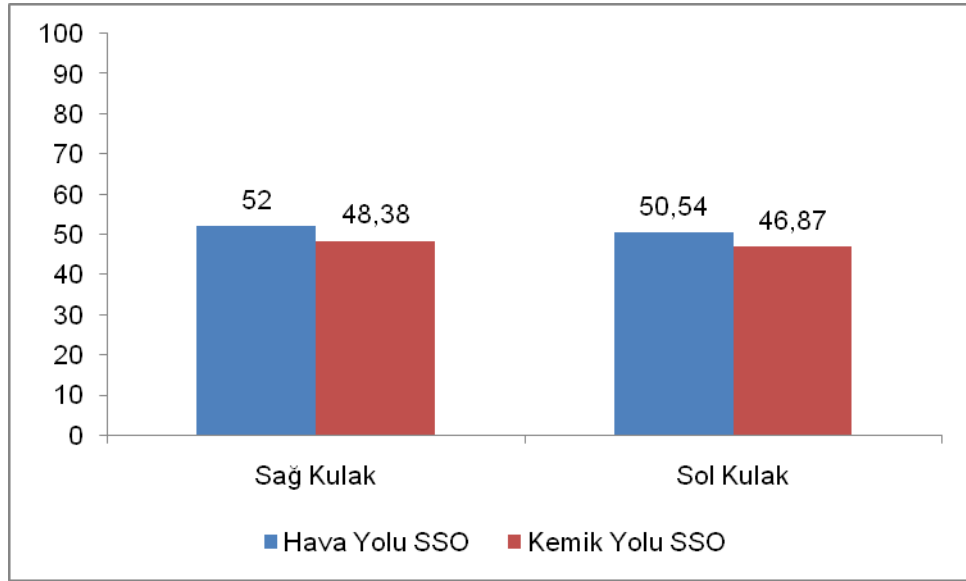
	Cinsiyet	N	Ort.	Ss ($\pm$)	p
SRT Sağ	Kadın	11	61,81	3,37	.094
	Erkek	20	59,00	4,75	
SRT Sol	Kadın	11	59,45	2,91	.096
	Erkek	20	57,05	4,08	
SD Sağ	Kadın	11	97,97	,67	.692
	Erkek	20	97,82	1,11	
SD Sol	Kadın	11	97,06	,95	.391
	Erkek	20	97,40	1,06	

3.2.1.2. İşitme Cihazı Kullanmayanlara İlişkin Bulgular

İşitme cihazı kullanmayanların sağ ve sol kulak hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları Tablo 3'te görülmektedir. Tablodan da görüleceği üzere sağ kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları sol kulağa göre daha yüksektir.

Tablo 9. İşitme cihazı kullanmayanlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları

	N	Ort.	Ss ($\pm$)
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	31	52,00	4,07
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	31	50,54	3,93
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	31	48,38	1,76
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	31	46,87	1,60



Şekil 15. İşitme cihazı kullanmayanlarda hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları

İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasında negatif yönde ilişki saptandı ($p < 0.05$) (Tablo 10). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları anlamlı şekilde azalmaktadır.

Tablo 10. İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasındaki ilişki

		Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sol
Yaş	r	-,675**	-,689**	-,473**	-,417*
	p	,000	,000	,007	,020
	N	31	31	31	31

İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamalarında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda cinsiyete göre sağ ve sol kulak saf ses ortalamalarında anlamlı fark olmadığı görüldü ($p > 0.05$) (Tablo 11).

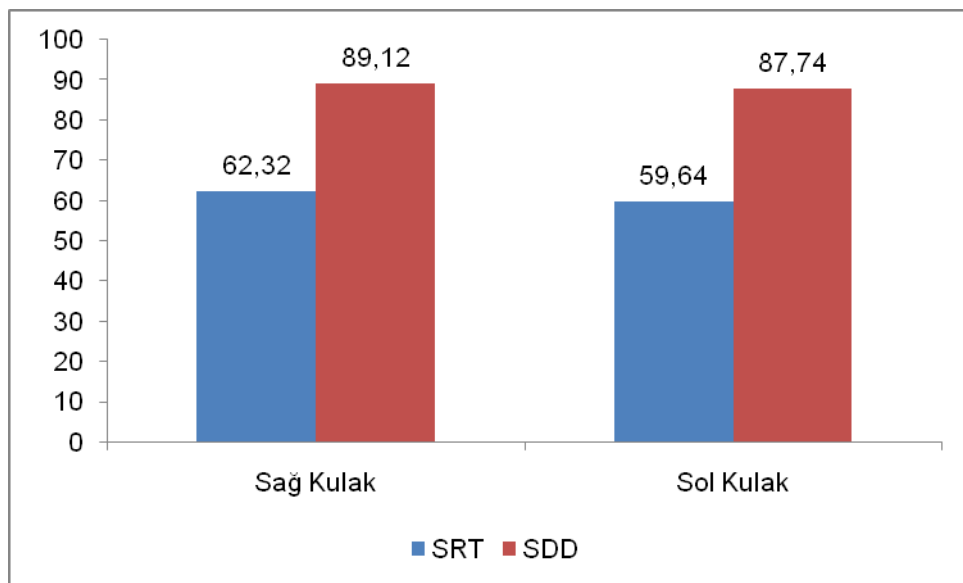
Tablo 11. İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre hava yolu ve kemik yolu saf ses ortalamalarının karşılaştırılması

	Cinsiyet	N	Ort.	Ss (±)	p
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Kadın	14	52,50	4,38	.544
	Erkek	17	51,58	3,89	
Hava Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	Kadın	14	51,07	4,14	.512
	Erkek	17	50,11	3,83	
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sağ	Kadın	14	48,28	1,85	.777
	Erkek	17	48,47	1,73	
Kemik Yolu Saf Ses Ortalaması Sol	Kadın	14	46,57	1,65	.355
	Erkek	17	47,11	1,57	

İşitme cihazı kullanmayanlarda konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları Tablo 12’de görülmektedir.

Tablo 12. İşitme cihazı kullanmayanlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları

	N	Ort.	Ss (±)
SRT Sağ	31	62,32	3,77
SRT Sol	31	59,64	4,65
SD Sağ	31	89,12	4,94
SD Sol	31	87,74	5,07



Şekil 16. İşitme cihazı kullanmayanlarda sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları

İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde ilişki saptandı ($p<0.001$) (Tablo 13). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça konuşmayı alma eşiği de anlamlı şekilde artmaktadır.

Tablo 13. İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları arasındaki ilişki

		SRT_Sağ	SRT_Sol	SD_Sağ	SD_Sol
Yaş	r	,627**	,632**	-,228	-,200
	p	,000	,000	,218	,282
	N	31	31	31	31

İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı ($p>0.05$) (Tablo 14).

Tablo 14. İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamalarının karşılaştırılması

	Cinsiyet	N	Ort.	Ss ($\pm$)	p
SRT Sağ	Kadın	14	63,07	2,64	.304
	Erkek	17	61,70	4,48	
SRT Sol	Kadın	14	60,21	5,14	546
	Erkek	17	59,17	4,31	
SD Sağ	Kadın	14	88,64	4,61	.627
	Erkek	17	89,52	5,30	
SD Sol	Kadın	14	87,35	4,84	.708
	Erkek	17	88,05	5,37	

3.2.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullananların sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu ortalamasının işitme cihazı kullanmayanlara kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.001$) (Tablo 15).

Tablo 15. İşitme cihazı kullanan ve kullanmayanlarda sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamasının karşılaştırılması

	Grup	N	Ort.	Ss (±)	p
Hava_Yolu_Saf_Ses_Ortalaması_Sağ	İşitme cihazlı	31	56,35	4,11	.000
	İşitme cihazsız	31	52,00	4,07	
Hava_Yolu_Saf_Ses_Ortalaması_Sol	İşitme cihazlı	31	54,38	4,20	.000
	İşitme cihazsız	31	50,54	3,93	
Kemik_Yolu_Saf_Ses_Ortalaması_Sağ	İşitme cihazlı	31	53,70	4,51	.000
	İşitme cihazsız	31	48,38	1,76	
Kemik_Yolu_Saf_Ses_Ortalaması_Sol	İşitme cihazlı	31	51,96	4,77	.000
	İşitme cihazsız	31	46,87	1,60	

Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullanmayanlarda sağ kulak konuşmayı alma eşiğinin işitme cihazı kullananlardan anlamlı şekilde yüksek ($p<0.05$), sağ ve sol kulak konuşmayı ayırt etme skorunun ise işitme cihazı kullananlara kıyasla anlamlı şekilde düşük olduğu görüldü ($p<0.01$) (Tablo 15).

Tablo 16. İşitme cihazı kullanan ve kullanmayanlarda sağ ve sol kulak hava ve konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamalarının karşılaştırılması

	Grup	N	Ort.	Ss (±)	p
SRT_Sağ	İşitme cihazlı	31	60,00	4,47	.031
	İşitme cihazsız	31	62,32	3,77	
SRT_Sol	İşitme cihazlı	31	57,90	3,84	.113
	İşitme cihazsız	31	59,64	4,65	
SD_Sağ	İşitme cihazlı	31	97,87	,96	.000
	İşitme cihazsız	31	89,12	4,94	
SD_Sol	İşitme cihazlı	31	97,28	1,02	.000
	İşitme cihazsız	31	87,74	5,07	

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda orta düzeyde sensörinöral işitme kayıplı bireylerde işitme cihazı kullanımının konuşmayı ayırt etme üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasında negatif yönde, orta düzeyde ilişki saptandı. Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları anlamlı şekilde azalmaktadır.

İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamalarında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda erkeklerde sağ ve sol kulak kemik yolu saf ses ortalamasının kadınlardan anlamlı şekilde yüksek olduğu görüldü.

İşitme cihazı kullananlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) arasında pozitif yönde ve orta düzeyde ilişki saptandı ($p<0.05$). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça konuşmayı alma eşiği de anlamlı şekilde artmaktadır.

İşitme cihazı kullananlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı.

İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları arasında negatif yönde ilişki saptandı ($p<0.05$) (Tablo 10). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamaları anlamlı şekilde azalmaktadır.

İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu saf ses ortalamalarında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda cinsiyete göre sağ ve sol kulak saf ses ortalamalarında anlamlı fark olmadığı görüldü.

İşitme cihazı kullanmayanlarda yaş ile sağ ve sol kulak konuşmayı alma eşiği (SRT) arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde ilişki saptandı ($p<0.001$). Diğer bir ifadeyle yaş arttıkça konuşmayı alma eşiği de anlamlı şekilde artmaktadır.

İşitme cihazı kullanmayanlarda cinsiyete göre konuşmayı alma eşiği (SRT) ve konuşmayı ayırt etme (SD) ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı.

Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullananların sağ ve sol kulak hava ve kemik yolu ortalamasının işitme cihazı kullanmayanlara kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmamız sonucunda işitme cihazı kullanmayanlarda sağ kulak konuşmayı alma eşiğinin işitme cihazı kullananlardan anlamlı şekilde yüksek ($p<0.05$), sağ ve sol kulak konuşmayı ayırt etme skorunun ise işitme cihazı kullananlara kıyasla anlamlı şekilde düşük olduğu görüldü.

İşitme kayıplı hastalara yaklaşımdaki temel amacı işitme engelini ortadan kaldırabilmek için işitme cihazını kullanmayı kabul edilebilir hale getirmektir (Saunders, 1982).

İşitme kayıplarının olabildiğince erken tespit edilmesi, bu durumun kabullenilmesi ve işitme cihazının zamanında kullanılmaya başlanması işitme cihazının başarısı ve işitme cihazından duyulan memnuniyet üzerinde pozitif etkiye sahiptir. İşitme cihazı başarısını ve işitme cihazından duyulan memnuniyet düzeyi üzerinde çok sayıda faktör etkili olup bunlar hastaların işitme cihazından beklentileri, cihazın maliyeti, sosyal ve psikolojik faktörler, işitme cihazının fiziki özellikleri, yarattığı kozmetik problemler, akustik özellikleri ile kişinin genel sağlık sorunları önemlidir (Dillon, 2001).

Yapılan çalışmalarda işitme cihazı kullanımının konuşmayı ayırt etme düzeyini iyileştirdiği gösterilmiştir (Souze ve Yueh, 2000). Bunun yanı sıra gün içinde işitme cihazı kullanım süresi ve işitme cihazı kullanma deneyimi ile konuşmayı ayırt etme arasında pozitif yönde bir ilişki söz konusu olup uzun süreli işitme cihazı kullanan ve

gün içerisinde işitme cihazlarını uzun süre takanlarda konuşmayı ayırt etme düzeyi de artmaktadır (Humes ve ark., 2002). İşitme cihazı kullanma deneyimi ile konuşmayı ayırt etme arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır (Cox ve Alexander, 2000; Bille ve Parving, 2003). Yapmış olduğumuz çalışmada katılımcıların cihazlanmadan önce ve cihazlandıktan sonraki dönemdeki cihazsız odyolojik test sonuçları incelendiğinde anlamlı fark olmadığı saptanmış olmakla beraber cihazlanmadan önce ve cihazlandıktan en az 6 ay sonra yapılan cihazlı odyolojik sonuçları neticesinde PTA, SRT ve SDS arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmış olup elde edilen bu sonuç literatür ile paralellik arz etmektedir.



KAYNAKÇA

- Akeroyd, M., & Whitmer, W. (2016). Spatial Hearing and Hearing Aids. G. Popelka, B. Moore, R. Fay, & A. Popper içinde, *Hearing Aids* (s. 209-211). Switzerland: Springer International Publishing
- Akşit, A. M., Kaya, M., Ferdal, A., & Kösemihal, E. (2020). İşitme cihazı uygulamalarında yöntemsel tercihler. *Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-7.
- Akyıldız, N. (1998). Dış Kulak Anatomisi. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara
- Akyıldız, N. (2002). Kulak Hastalıkları ve mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp
- Ataş A, Belgin E. (2004). Kulak Anatomisi ve İşitme Fizyolojisi. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2004, s: 45-47
- Aydoğdu, Z., Yıldırım, G., Kumral, T. L., Saltürk, Z., & Uyar, Y. (2017). Ani idiyopatik sensorinöral işitme kayıplarında tedavi prosedürleri. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 33(1), 37-42.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29.
- Barrenäs, M. L., & Wikström, I. (2000). The influence of hearing and age on speech recognition scores in noise in audiological patients and in the general population. *Ear and hearing*, 21(6), 569-577.
- Belgin, E. (2004). İşitme fizyolojisi. In Koç C, (ed). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara
- Belgin, E., & Ataş, A. (2002). İşitme Cihazları. O. Çelik içinde, *Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş, Boyun Cerrahisi* (s. 312-325). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri
- Blauert, J. (1997). Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization. MIT press.
- Buser, P., & Imbert, M. (1992). Audition. Cambridge, MIT Press

- Classon, E., Löfkvist, U., Rudner, M., & Rönnerberg, J. (2014). Verbal fluency in adults with postlingually acquired hearing impairment. *Speech, Language and Hearing*, 17(2), 88-100.
- Cox RM, Alexander GC (1999), Measuring Satisfaction With Amplification In Daily Life, The SADL scale. *EarHearing*, 20(4): 306-320.
- Cox, R. M., Johnson, J. A., & Xu, J. (2014). Impact of hearing aid technology on outcomes in daily life II: speech understanding and listening effort. *Ear and Hearing*, 35(5), 488-498
- Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein BE, Klein R, Mares-Perlman JA, et al. (1998). Prevalence of Hearing Loss in Older Adults in Beaver Dam, Wisconsin: The Epidemiology of Hearing Loss Study. *Am J Epidemiol*. 148(9):879-86
- Cubick, J., Buchholz, J. M., Best, V., Lavandier, M., & Dau, T. (2018). Listening through hearing aids affects spatial perception and speech intelligibility in normal-hearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144(5), 2896-2905.
- Çağal, E. (2018). İşitme Cihazı Kullanan Bireylerin Cihaz Memnuniyeti ile İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Algılarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Çavuşoğlu, D. (2022). Çocuklarda İşitme Engeli. *Çocuk ve Medeniyet*, 7(13), 162-168.
- Çeliker, F. B., Terzi, S., Beyazal, M., Çeliker, M., Özgür, A., İncikli, M. F., ... & Dursun, E. (2018). İletim Tipi İşitme Kayıplarının Nedenini Saptamada Yüksek Çözünürlüklü Bilgisayar Tomografinin Değeri. *Van Tıp Dergisi*, 25(3), 399-402.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(4), 450-466.
- Davis J. (1987). Surgical artistry and the levels of otoplasty. In: Davis J, editor. *Aesthetic and reconstructive otoplasty*. Berlin: Springer
- Delacroix, L., & Malgrange, B. (2015). Cochlear afferent innervation development. *Hearing Research*, 330, 157-169.
- Dillon, H. (2012). *Hearing aids*. Thieme Medical Publishers.
- Dubno, J. R. (2015). Speech recognition across the life span: Longitudinal changes from middle-age to older adults. *American Journal of Audiology*, 24(2), 84-87.
- Dubno, J. R., Lee, F. S., Matthews, L. J., & Mills, J. H. (1997). Age-related and gender-related changes in monaural speech recognition. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(2), 444-452.

- Erdem, B. K., & Çiprut, A. (2019). Evaluation of speech, spatial perception and hearing quality in unilateral, bimodal and bilateral cochlear implant users. *Turkish archives of otorhinolaryngology*, 57(3), 149.
- Felix II, R. A., Gourévitch, B., & Portfors, C. V. (2018). Subcortical pathways: Towards a better understanding of auditory disorders. *Hearing research*, 362, 48-60.
- Fischer, M. E., Cruickshanks, K. J., Wiley, T. L., Klein, B. E., Klein, R., & Tweed, T. S. (2011). Determinants of hearing aid acquisition in older adults. *American journal of public health*, 101(8), 1449-1455.
- Folstein M.F., Folstein S.E. & McHugh P.R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12, 189–198.
- Franks, J. R., & Beckmann, N. J. (1985). Rejection of Hearing Aids: Attitudes of A Geriatric Sample. *Ear and Hearing*, 6(3), 161-166.
- Gatehouse S, Naylor G, Elberling C. (2003), Benefits from hearing aids in relation to the interaction between the user and the environment. *Int J Audiol*;42(SUPPL.
- Gatehouse, S. (2012). The role of non-auditory factors in speech perception performance. *Auditory Perception of Sound Sources*, 231-250.
- Geisler, C. D. (1998). From sound to synapse: Physiology of the mammalian ear. New York, NY: Oxford University Press
- Genç M, Çildir B, Kaya M. (2018), Psychometric properties of the Turkish version of the Satisfaction with Amplification in Daily Living questionnaire in hearing aid users. *J Am Acad Audiol*. :29(10):898–908.
- Glatke, T. J. (1978). Anatomy and physiology of the auditory system. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Goldstein, B., Obrzut, J. E., John, C., Hunter, J. V., & Armstrong, C. L. (2004). The Impact of Low-Grade Brain Tumors on Verbal Fluency Performance Bram Goldstein. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(6), 750-758.
- Goldstein, E. B. (2013). *Bilişsel psikoloji*. Kaknüs Yayınları.
- Granço, F. S., Fernandes, N. F., Morettin, M., Costa Filho, O. A., & Bevilacqua, M. C. (2013). The relationship between the speech perception and the degree of satisfaction among adult users of cochlear implants. *International archives of otorhinolaryngology*, 17(02), 202-207.
- Gün, Ö. M. (2022). *İşitme cihazı kullanan hastalarda cihaz memnuniyetinin APHAB anketi ile değerlendirilmesi* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

- Hall C, Norton K. (1997), Clinical management and follow-up time for conventional, CIC and programmable instruments. *Hear Review*. 4(4):36–41.
- Hällgren M, Larsby B, Lyxell B, Arlinger S. (2001). Cognitive Effects in Dichotic Speech Testing in Elderly Persons. *Ear Hear*. 22(2):120-9.
- Hayes, S. H., Ding, D., Salvi, R. J., & Allman, B. L. (2013). Anatomy and physiology of the external, middle and inner ear. *Handbook of Clinical Neurophysiology: New York: Elsevier*, 3-23.
- Henderson W, Wilkins A, Huang L, Kenna M, Gapen Q. (2011). Histopathologic investigation of the dimensions of the cochlear nerve canal in normal temporal bones, *Int Jour Pedi Otorhinolaryngo*, 75;464-467
- Hickson, L., Clutterbuck, S., & Khan, A. (2010). Factors associated with hearing aid fitting outcomes on the IOI-HA. *International Journal of Audiology*, 49(8), 586-595.
- Hickson, L., Meyer, C., Lovelock, K., Lampert, M., & Khan, A. (2014). Factors associated with success with hearing aids in older adults. *International journal of audiology*, 53(sup1), S18-S27
- Hilly, O., Sokolov, M., Finkel, R. B., Zavdy, O., Shemesh, R., & Attias, J. (2020). Hearing in noise with unilateral versus bilateral bone conduction hearing aids in adults with pseudo-conductive hearing loss. *Otology & Neurotology*, 41(3), 379-385.
- Hinchcliffe, R. (1961). Prevalence of the commoner ear, nose, and throat conditions in the adult rural population of Great Britain. A study by direct examination of two random samples. *British Journal of Preventive & Social Medicine*, 15, 128–140.
- Hofman, M., & van Opstal, J. (2003). Binaural weighting of pinna cues in human sound localization. *Experimental brain research*, 148(4), 458–470
- Hoit J. D. & Weismer G., (2018). Foundations of Speech and Hearing: Anatomy and Physiology [p. 217], San Diego, CA: Plural Publishing
- Humes LE, Burk MH, Coughlin MP, Busey TA, Strauser LE. (2007). Auditory Speech Recognition and Visual Text Recognition in Younger and Older Adults: Similarities and Differences Between Modalities and the Effects of Presentation Rate. *J Speech Lang Hear Res*. 50(2):283-303.
- Irwin, J. (2006). Basic anatomy and physiology of the ear. *Infection and hearing impairment*, 8-13.
- İncesulu, A. (2017). İşitme sistemi anatomi ve fizyolojisi. *Pegem Atıf İndeksi*, 28-44.
- Jerger J, Alford B, Lew H, Rivera V, Chmiel R. (1995). Dichotic Listening, Event-Related Potentials, and Interhemispheric Transfer in the Elderly. *Ear Hear*. 1995;16(5):482-98.

- Jorgensen, L., & Novak, M. (2020, February). Factors influencing hearing aid adoption. In *Seminars in hearing* (Vol. 41, No. 01, pp. 006-020). Thieme Medical Publishers.
- Kalluri S, Humes LE. (2012). Hearing technology and cognition. *Am J Audiol*. 21(2):338–43.
- Karakaş, S., & Karakaş, M. (2000). Multidisciplinary approach in the analysis of executive functions: from cognitive psychology to neuroradiology. *Journal of Clinical Psychiatry*, 3(4), 215-227.
- Karasalihoğlu, A.R., (2003), Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş-boyun cerrahisi. 3. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi
- Kaya, M. (2023). *Kullanılan İşitme Cihazı Tipine Göre Memnuniyet Düzeyinin İşitme Engeli Ölçeği ve APHAB Skorları ile Değerlendirilmesi* (Master's thesis, Kapadokya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü).
- Kelly-Campbell, R. J., & McMillan, A. (2015). The relationship between hearing aid self-efficacy and hearing aid satisfaction. *American journal of audiology*, 24(4), 529-535.
- Kim, B. J., & Oh, S. H. (2013). Age-related changes in cognition and speech perception. *Korean Journal of Audiology*, 17(2), 54.
- Kiyokawa, J., Yamaguchi, K., Okada, R., Maehara, T., & Akita, K. (2014). Origin, course and distribution of the nerves to the posterosuperior wall of the external acoustic meatus. *Anatomical science international*, 89, 238-245.
- Kochkin, S. (2002). Factors Impacting Customer Choice of Dispenser & Hearing Aid Brand; Use of ALDs and Computers. *The Hearing Review*, 9(11), 14-22
- Korhonen, P., Kuk, F., Slugocki, C., & Ellis, G. (2022). Low Processing Delay Preserves Natural Cues and Improves Spatial Perception in Hearing Aids. *Hearing Review*, 29(6), 20-25.
- Lee KJ, (2003). Audiolog, In *Essential Otolaryngology*. 8 ed, McGraw Hill, USA
- Lichtenstein MJ, Bess FH, Logan SA. (1988). Diagnostic Performance of the Hearing Handicap Inventory for the Elderly (Screening Version) Against Differing Definitions of Hearing Loss. *Ear Hear*. 9(4):208-11
- Loughrey, D. G., Pakhomov, S. V., & Lawlor, B. A. (2020). Altered verbal fluency processes in older adults with age-related hearing loss. *Experimental Gerontology*, 130, 110794.
- MacLeod, A., & Summerfield, Q. (1987). Quantifying the contribution of vision to speech perception in noise. *British journal of audiology*, 21(2), 131-141.

- Malzanni, G. E., Lerda, C., Battista, R. A., Canova, C., Gatti, O., Bussi, M., & Piccioni, L. O. (2022). Speech recognition, quality of hearing, and data logging statistics over time in adult cochlear implant users. *Indian Journal of Otology*, 28(1), 45-51.
- Mantello, E. B., Silva, C. D. D., Massuda, E. T., Hyppolito, M. A., & Reis, A. C. M. B. D. (2016). Relationship between speech perception and level of satisfaction of hearing aid users. *International archives of otorhinolaryngology*, 20, 315-320.
- Marshall, L. (1981). Auditory processing in aging listeners. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46(3), 226-240.
- Møller, A. R. (2000). Hearing: Its physiology and pathophysiology. New York, NY: Academic Press
- Møller, A. R. (2013). Hearing: Anatomy, physiology, and disorders of the auditory system. San Diego, CA: Plural.
- Moore, B. C. (2012). Coding of sounds in the auditory system and its relevance to signal processing and coding in cochlear implants. *Otology & Neurotology*, 33(2), 191-197.
- Moore, B. C. (2019). Hearing. In *Companion Encyclopedia of Psychology* (pp. 202-223). Routledge.
- Mościcki EK, Elkins EF, Baum HM, McNamara PM. (1985). Hearing loss in the elderly: an epidemiologic study of the Framingham Heart Study Cohort. *Ear Hear*. 6(4):184-90
- Mothemela, B., Manchaiah, V., Mahomed-Asmail, F., Knoetze, M., & Swanepoel, D. W. (2023). Factors influencing hearing aid use, benefit and satisfaction in adults: a systematic review of the past decade. *International Journal of Audiology*, 1-14.
- Murphy, C. F., Rabelo, C. M., Silagi, M. L., Mansur, L. L., Bamiau, D. E., & Schochat, E. (2018). Auditory processing performance of the middle-aged and elderly: auditory or cognitive decline?. *Journal of the American Academy of Audiology*, 29(01), 005-014.
- Musiek, F. E., Shinn, J. B., Baran, J. A., & Jones, R. O. (2020). *Disorders of the auditory system*. Plural Publishing.
- Naidoo, S. V., & Hawkins, D. B. (1997). Monoaural/Binaural Preferences : Effect of Hearing Aid Circuit on Speech Intelligibility and Sound Quality. *Journal of the Academy of Audiology*, 8(3), 188-202
- Nixon, G., Sarant, J., Tomlin, D., & Dowell, R. (2021). Hearing aid uptake, benefit, and use: The impact of hearing, cognition, and personal factors. *Journal of speech, language, and hearing research*, 64(2), 651-663.

- Ocak, E. (2013). *İşitme rekonstrüksiyonunda kullanılan yöntemlerin fonksiyonel ve anatomik sonuçlarının değerlendirilmesi*. Tıpta Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı.
- Ostojić, S., Jotić, A., Nikolić, M., Mirić, D., & Mikić, B. (2015). Impact of hearing aid use on auditory perception and verbal short-term memory in children with bimodal stimulation. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 14(1).
- Pennino, F., Di Lillo, M., Sorrentino, M., Fiorilla, C., Parisi, A., Mirizzi, P. D., ... & Nardone, A. (2023, August). Understanding Hearing Health: A Cross-Sectional Study of Determinants in a Metropolitan Area. In *Healthcare* (Vol. 11, No. 16, p. 2253). MDPI.
- Polyak, S. L., Mchugh, G., & Judd, D. K. (1946). The human ear in anatomical transparencies. Elmhurst, NY: Sonotone Corporation
- Popelka, G. R., Moore, B. C., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Eds.). (2016). *Hearing aids* (Vol. 56). New York: Springer.
- Preminger, J. E., & Tasell, D. J. V. (1995). Measurement of speech quality as a tool to optimize the fitting of a hearing aid. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38(3), 726-736.
- Purcell P, Iwato A, Phillips G, Paladin A, Sie K, Harn D. (2015). Bony cochlear nerve canal stenosis and speech discrimination in pediatric unilateral hearing loss, *Laryngoscope*, 125;1691-1696
- Rahne, T., Wagner, T. M., Kopsch, A. C., Plontke, S. K., & Wagner, L. (2023). Influence of Age on Speech Recognition in Noise and Hearing Effort in Listeners with Age-Related Hearing Loss. *Journal of Clinical Medicine*, 12(19), 6133.
- Raphael, Y., & Altschuler, R. A. (2003). Structure and innervation of the cochlea. *Brain research bulletin*, 60(5-6), 397-422
- Rask-Andersen, H., Liu, W., Erixon, E., Kinnefors, A., Pfaller, K., Schrott-Fischer, A., & Glueckert, R. (2012). Human cochlea: anatomical characteristics and their relevance for cochlear implantation. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 295(11), 1791-1811.
- Russell, M. K. (2022). Age and auditory spatial perception in humans: review of behavioral findings and suggestions for future research. *Frontiers in Psychology*, 13, 831670.
- Santi, P.A., Mancini, P. (2007). Cochlear Anatomy and Central Auditory Pathways. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE, (eds). *Otolaryngology Head & Neck Surgery*. Mosby Year Book
- Sataloff, J., & Sataloff, R. T. (Eds.). (2005). Hearing loss.

- Schaub, A.(Ed.) (2008). Hearing Impairment. *Digital Hearing Aids* (s. 24-26). New York: Thieme
- Seldran, F., Gallego, S., Micheyl, C., Veuillet, E., Truy, E., & Thai-Van, H. (2011). Relationship between age of hearing-loss onset, hearing-loss duration, and speech recognition in individuals with severe-to-profound high-frequency hearing loss. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 12, 519-534.
- Simpson, A. (2009). Frequency-Lowering Devices for Managing High-Frequency Hearing Loss: A Review. *Trends Amplif*, 13; 87-106
- Singh, G., Lau, S. T., & Pichora-Fuller, M. K. (2015). Social support predicts hearing aid satisfaction. *Ear and Hearing*, 36(6), 664-676.
- Slepecky, N. (1996). The cochlea (pp. 44–129). New York, NY: Springer-Verlag
- Smith, R. J., Bale, J. F., & White, K. R. (2005). Sensorineural hearing loss in children. *The Lancet*, 365(9462), 879-890.
- Stam, M., Smits, C., Twisk, J. W., Lemke, U., Festen, J. M., & Kramer, S. E. (2015). Deterioration of speech recognition ability over a period of 5 years in adults ages 18 to 70 years: results of the dutch online speech-in-noise test. *Ear and hearing*, 36(3), e129-e137.
- Tanna, R. J., Lin, J. W., & De Jesus, O. (2022). Sensorineural Hearing Loss.[Updated 2022 May 15]. *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK565860>*.
- Toth, M., Alpar, A., Patonay, L., Olah, I., (2006), Development and surgical anatomy of the round window niche, *Annals of Anatomy*, 188(2), 93-101
- Tremblay K. & Burkard R., (2012). Translational Perspectives in Auditory Neuroscience: Normal Aspects of Hearing (p. 67). San Diego, CA: Plural Publishing
- Tripathi, S. R. (2006). Self-reported hearing quality of traf ted hearing quality of traf ted hearing quality of traffic policemen: A questionnaire-based study e-based study. *Indian journal of occupational and environmental Medicine*, 10(2), 82.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory: an examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological bulletin*, 133(6), 1038.
- Uslu, Ş. S. (2022). *İşitme kaybı olan ve işitme cihazı kullanan okul çağı çocuklarında ebeveynlerin çocukların işitsel/sözel performansını Değerlendirme (EÇİPED) ölçeği ile günlük yaşam işitsel davranış (GYİD) ölçeği arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

- Vatansever, C. (2023). *Bilateral işitme kaybı olan bireylerde monaural ve binaural işitme cihazı kullanımının APHAB ölçeği ile değerlendirilmesi* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Vonlanthen, A.(Ed.) (2000). Hearing Instrument Types. *Hearing Instrument Tecnology for Hearing Healthcare Professional* (s. 18-23). Canada: Singular Publishing Group.
- Weerda H. (2007). Anatomy of the external ear. In: Weerda H, editor. *Surgery of the auricle. Tumors, trauma, defects, abnormalities*. Stuttgart: Georg Thieme; 2007.
- Wiener, F. M., & Ross, D. A. (1946). The pressure distribution in the auditory canal in a progressive sound field. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 18(2), 401-408.
- Willott, J. F. (1991). Aging and the auditory system. *Anatomy, Physiology, and Psychophysics*, 168-201.
- Wright WK. (1970). Otoplasty goals and principles. *Arch Otolaryngol*. 92(6):568–72.
- Yi J, Lim H, Kang B, Park S, Park H, Lee K. (2013). Proportion of bony cochlear nerve canal anomalies in unilateral sensorineural hearing loss in children, *Int Jour Pedi Otorhinolaryngo*, 77;530-533
- Yost, W. A. (2000). *Fundamentals of hearing: An introduction* (4th ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Yun, D. H., Yoon, T. H., & Lee, K. S. (2000). Subjective Satisfaction in Hearing Aid Users by APHAB. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 43(7), 698-702
- Zemlin, W. R. (1998). *Speech and hearing science: Anatomy and physiology* (4th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon
- Zhao, B., & Müller, U. (2015). The elusive mechanotransduction machinery of hair cells. *Current opinion in neurobiology*, 34, 172-179.