

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYIPLI İŞİTME CİHAZI  
KULLANAN BİREYLERDE GELENEKSEL VE İN-SİTU İŞİTME  
ÖLÇÜMÜNÜN İŞİTME CİHAZI KULLANIMINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Umut Can ÇELEBİ**

**Odyoloji Ana Bilim Dalı  
Odyoloji Programı**

**EYLÜL, 2023**



**T.C.**  
**İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYIPLI İŞİTME CİHAZI  
KULLANAN BİREYLERDE GELENEKSEL VE İN-SİTU İŞİTME  
ÖLÇÜMÜNÜN İŞİTME CİHAZI KULLANIMINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Umut Can ÇELEBİ**  
**(Y2116.070004)**

**Odyoloji Ana Bilim Dalı**  
**Odyoloji Programı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Denizhan DİZDAR**

**EYLÜL, 2023**

## ONAY FORMU

## ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum "Sensörinöral İşitme Kayıplı İşitme Cihazı Kullanan Bireylerde Geleneksel ve İn-Situ İşitme Ölçümünün İşitme Cihazı Kullanımına Etkisi" adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça 'da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (26.09.23)

Umut Can ÇELEBİ

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca destekleri ile her zaman yanımda olan tez danışmanım Doç. Dr. Denizhan DİZDAR' a ve Dr. Öğr. Üyesi Uğur Embiye ÖZGÜR' e

Lisans eğitimim boyunca ve odyolog olarak başladığım meslek hayatımda her daim yanımda olan, ışığını, sevgisini ve desteğini her zaman hissettiren fikir danışmanım Prof. Dr. Özlem KONUKSEVEN' e,

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi İnci ADALI' ya,

Hayatımın çeyreğinde yanımda olan lisans ve yüksek lisans eğitim hayatımda, yaşamın tüm anlarında, hastalıkta ve sağlıkta her daim yanımda ve destek olan hayattaki en büyük şanslarımdan biri sevgili eşim Ody. Sinem CAN ÇELEBİ' ye

Tez sürecimde ve çalışma hayatım boyunca sıkıştığım her konuda bana destek olan, gösterdikleri anlayış ve hoşgörü ile bu yoğun dönemde bana tüm imkanlarını seferber eden Önder PAKSOY, Bahar PAKSOY' ve Cem YÜCEER' e

Lisans ve Yüksek Lisans döneminde beraber büyüyüp, gelişip, başım her sıkıştığında ilk gittiğim Dr. Ody. Ümit Can ÇETİNKAYA, Dr. Ody. Merve MERAL, Uzm. Ody. Büşra ULUDAĞ ve Uzm. Ody. Rahime Nur AKTAN' a

Öncelikle değerli dostum Erdem, Emre ve Nurullah olmak üzere tüm Pakses Odyoloji aileme, İlk okuldan beri yanımda her koşulda olan Berk CABALAR ve Samet DEMİR' e

Hiçbir zaman desteğini üzerimden esirgemeyen, emeklerini ve haklarını ne yapsam ödeyemeyeceğim canım annem Semiha ÇELEBİ ve canım babam Erkan ÇELEBİ ve can kardeşim Emirhan ÇELEBİ' ye Sonsuz teşekkürler.

Eylül, 2023

Umut Can ÇELEBİ

# SENSÖRİNÖRAL İŞİTME KAYIPLI İŞİTME CİHAZI KULLANAN BİREYLERDE GELENEKSEL VE İN-SİTU İŞİTME ÖLÇÜMÜNÜN İŞİTME CİHAZI KULLANIMINA ETKİSİ

## ÖZET

**Amaç:** İşitme cihazı uygulamaları sırasında işitme cihazı kazanç hedefleri işitme eşiklerine göre yapılmaktadır. İn-situ işitme eşiği ölçümleri ise işitme eşiklerinin ek donanım ihtiyacı olmadan hastanın kendi işitme cihazı üzerinden ölçülmesine imkan vermektedir. Çalışmamızın amacı geleneksel kabin odyometrisine kıyasla işitme cihazı uyarlaması için hastanın kendi cihazları üzerinden in-situ odyometrinin doğruluğunu ve bu doğruluğun işitme cihazı kullanım ve memnuniyetine etkisini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma A&M marka RIC (receiver in the canal) işitme cihazını dome ile kullanan, sensörinöral tip işitme kayıplı 40-80 yaş arası 15 erkek 15 kadın birey olmak üzere toplam 30 birey dahil edilmiştir. Çalışma genel olarak 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada hastalara geleneksel saf ses odyometri testi yapılmıştır. Yapılan saf ses odyometri sonuçlarına göre işitme cihazı fittingi ve 15. Gün sonrası APHAP anketi uygulanmıştır. Tüm hastalara ilk aşama sonrası kullanmakta oldukları işitme cihazları üzerinden in-situ eşik ölçümleri yapılmıştır. Yapılan in-situ odyometri sonuçlarına göre işitme cihazı fittingi ve 15. Gün sonrası APHAP anketi uygulanmıştır. İstatistiksel analiz kısmında ilk olarak geleneksel odyometri sonuçları ve in-situ odyometri sonuçları karşılaştırılmıştır. Daha sonrasında geleneksel odyometri sonrası APHAP ve in-situ odyometri sonrası APHAP karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** Tüm katılımcıların (n=30; 15 erkek, 15 kadın) yaşları minimum 40, maksimum 79 olup yaş ortalaması 62,00've standart sapması 11,647'dir. İşitme cihazı kullanımındaki akustik parametrelerin dağılımı açık dome 9 kulak (%15,00), kapalı sleeve dome 10 kulak (%16,7), ventli sleeve dome 23 kulak (%38,3), çift power dome 6 kulak (%10,0), lale dome 12 kulak (%20,00)

şeklindedir. Geleneksel Odyometri ile İn-situ Odyometri sonuçlarının arasındaki istatistiksel anlamlı farkları kıyaslanacak olursa en yüksek fark 4000Hz ve 6000Hz de, en düşük fark ise 500 Hz de elde edilmiştir. İstatistiksel olarak %95 güven aralığında Geleneksel odyometri tüm frekans eşikleri ile İn-situ odyometri tüm frekans eşikleri arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. ( $p > 0,05$ ) Tüm dome tipleri göz önünde bulundurulduğunda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 36,83, minimum 29, maksimum 46; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 38,93, minimum 27, maksimum 50 elde edilmiştir. Özetle; Tüm dome tipleri göz önünde bulundurulduğunda Geleneksel Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,000$ )

**Sonuç:** Geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. İn-situ odyometri geleneksel odyometrinin yapılamadığı durumlarda tek başına işitme testi olarak kullanılabilir potansiyelde doğruluk ile çalıştığı gözlenmiştir. Aynı zamanda İn-situ odyometri APHAP skorları geleneksel odyometri APHAP skorlarına göre daha yüksek elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** in-situ odyometri, işitme cihazı, saf ses odyometri, APHAP



# **THE EFFECT OF TRADITIONAL AUDIOMETRY AND IN-SITU AUDIOMETRY MEASUREMENTS ON HEARING AID USE IN INDIVIDUALS WITH SENSORINEURAL HEARING LOSS**

## **ABSTRACT**

**Objective:** During hearing aid fitting, hearing aid gain targets are based on hearing thresholds. In-situ hearing threshold measurements allow hearing thresholds to be measured on the patient's own hearing aid without the need for additional equipment. The aim of our study was to investigate the accuracy of in-situ audiometry over the patient's own devices for hearing aid fitting compared to traditional booth audiometry and the effect of this accuracy on hearing aid use and satisfaction.

**Materials and Methods:** A total of 30 individuals, 15 males and 15 females, aged 40-80 years with sensorineural hearing loss, wearing A&M brand RIC (receiver in the canal) hearing aids with dome, were included in the study. The study was generally carried out in 2 stages. In the first stage, traditional pure tone audiometry test was performed. According to the pure tone audiometry results, hearing aid fitting and APHAP questionnaire were applied after the 15th day. All patients underwent in-situ threshold measurements over the hearing aids they were using after the first stage. According to the in-situ audiometry results, hearing aid fitting and APHAP questionnaire after the 15th day were applied. In the statistical analysis section, traditional audiometry results and in-situ audiometry results were first compared. Then, APHAP after traditional audiometry and APHAP after in-situ audiometry were compared.

**Results:** All participants (n=30; 15 males, 15 females) had a minimum age of 40 years and a maximum age of 79 years, with a mean age of 62.00 years and a standard deviation of 11.647 years. The distribution of acoustic parameters in hearing aid use was open dome 9 ears (15.00%), closed sleeve dome 10 ears (16.7%), sleeve dome with vent 23 ears (38.3%), double power dome 6 ears

(10.0%), tulip dome 12 ears (20.00%). If the statistically significant differences between the results of Traditional Audiometry and In-situ Audiometry are compared, the highest difference was obtained at 4000Hz and 6000Hz and the lowest difference was obtained at 500 Hz. Statistically, at 95% confidence interval, there was no significant difference between all frequency thresholds of Traditional Audiometry and all frequency thresholds of In-situ Audiometry ( $p > 0.05$ ). Considering all dome types, the mean Traditional Audiometry APHAP score was 36.83, minimum 29, maximum 46; the mean In-situ Audiometry APHAP score was 38.93, minimum 27, maximum 50. In summary, a statistically significant difference was obtained between Traditional Audiometry APHAP scores and In-situ Audiometry APHAP scores when all dome types were considered ( $p=0.000$ )

**Conclusion:** There is no statistically significant difference between the results of traditional audiometry and in-situ audiometry. It was observed that in-situ audiometry has the potential to be used as a stand-alone hearing test in cases where conventional audiometry cannot be performed. At the same time, in-situ audiometry APHAP scores were higher than traditional audiometry APHAP scores.

**Keywords:** in-situ audiometry, hearing aid, pure tone audiometry, APHAP

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ONUR SÖZÜ .....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
I. GİRİŞ .....	1
II. GENEL BİLGİLER.....	7
A. İşitme Anatomisi ve Fizyolojisi.....	7
1. Kulak Anatomisi .....	7
a. Dış Kulak.....	8
b. Orta Kulak .....	8
c. İç Kulak .....	11
B. İşitme Kayıpları .....	13
1. İşitme Kaybı Türleri.....	14
2. İşitme Kaybının Etkileri.....	16
C. İşitme cihazları .....	17
1. İşitme Cihazları ve Kulak Kalıpları .....	20
D. Elektroakustik Performans ve Ölçüm.....	22
E. İşitme Cihazlarında Kompresyon Sistemleri .....	23

1. Yönlü Mikrofonlar .....	24
2. Gelişmiş Sinyal İşleme Şemaları .....	25
3. Feedback Önleme Sistemleri .....	25
4. Frekans Kaydırma-Sıkıştırma-Taşıma .....	26
5. Data Logging- Veri Kaydı ve Otomatik Ortam Tanıma-Değiştirme.....	26
F. İşitme Cihazı Uyarlaması .....	27
G. İşitme Cihazı Adaptasyonu.....	28
H. İşitme cihazı kullananlar için hasta eğitimi ve danışmanlığı.....	30
İ. İşitme Rehabilitasyonunun Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	31
J. İşitme Cihazı Takılmasında Binaural Önem.....	33
<b>III. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>35</b>
A. İstatistiksel Analiz .....	38
<b>IV. BULGULAR.....</b>	<b>40</b>
A. Demografik Özellikler .....	40
<b>V. TARTIŞMA .....</b>	<b>54</b>
A. Çalışmanın Sınırlılıkları .....	64
<b>VI. SONUÇLAR .....</b>	<b>66</b>
A. Ana Sonuçlar .....	66
<b>VII.KAYNAKLAR .....</b>	<b>68</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>76</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>86</b>

## ÇİZELGELER LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 1. Jerger(1980) işitme kaybı sınıflandırması.....	37
Çizelge 2. Katılımcıların cinsiyet durumlarına ve yaş gruplarına bağlı yaş analizleri verilmiştir. ....	40
Çizelge 3. Katılımcıların işitme cihazı kullanımındaki akustik parametrelerin dağılımını göstermektedir. ....	41
Çizelge 4. Katılımcıların Geleneksel ve İn-Situ Odyometri Sonuçlarının İşitme Kaybı Derecelerine göre dağılımını göstermektedir. (istatistiksel olarak farklı .....)	41
Çizelge 5. Açık Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması .....	42
Çizelge 6. Kapalı Sleeve Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması .....	43
Çizelge 7. Ventli Sleeve Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması .....	45
Çizelge 8. Double-Çift Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması .....	47
Çizelge 9. Tulip-Lale Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması .....	48
Çizelge 10. Geleneksel Odyometri ve İn-situ Odyometri sonuçlarının karşılaştırılması50	
Çizelge 11. Geleneksel Odyometri APHAP ve İn-situ Odyometri APHAP skorları arasındaki farkın işitme cihazı kullanımındaki akustik parametre farkına göre karşılaştırılması .....	51
Çizelge 12. Geleneksel Odyometri ve İn-situ Odyometri sonrası APHAP skorları ile işitme kaybı derecesi ve yaşın korelasyon tablosu.....	53

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Kulak Anatomisi – Dış, orta ve iç kulak yapıları.....	7
Şekil 2. Dış Kulak Anatomisi.....	8
Şekil 3. Orta Kulak Anatomik Komşulukları.....	9
Şekil 4. Orta kulak kemikçikleri. Malleus (Çekiç), incus (örs), stapes (üzengi)..	10
Şekil 5. Kokleanın İnnerveasyonu.....	12
Şekil 6. Kokleanın İnnerveasyonu ve Afferent-Efferent Sistem.....	13
Şekil 7. Bir işitme cihazında bir sinyalin işlenme aşamaları bir blok diyagramda gösterilmiştir. ....	19

## I. GİRİŞ

Odyoloji bağlamında "in-situ" terimi genellikle bir işitme cihazının veya başka bir cihazın takıldığı zamanı ifade etmek için kullanılır. Bu nedenle, in-situ odyometri, bir işitme cihazı kulağın içinde (veya arkasında) bulunduğu, kulak zarında veya yakınında bir sesin özelliklerini (farklı frekanslardaki ses basıncı seviyesi) ifade eder. (Keidser ve diğerleri, 2011)

İlişkili bir terim, işitme cihazı tarafından üretilen uyarıları kullanarak (kulaklık veya ek parçalar aracılığıyla odyometre yerine) kullanıcıların cihazlarını takarken işitme eşiklerini belirleyen yerinde odyometridir. İşitme cihazının ve bağlantısının akustik özellikleri (örneğin havalandırma delikleri, sızıntı ve kulak kalıbı özellikleri) de otomatik olarak dikkate alınır. (Block, 2008)

Artık modern dijital işitme cihazları frekansa spesifik saf sesler üreten dahili ses üreteçlerine sahiptir, bu nedenle in-situ (odyometri) işitme testleri yapılabilir. İşitme seviyelerini kulağa yerleştirilen işitme cihazı (in-situ) aracılığıyla doğrudan test etmek, uyarlamayı daha hassas hale getirir dolayısı ile memnuniyet ve profesyonel uygulamaların başarısında olumlu bir etkiye sahip olacak hassas, doğru ve kişisel başlangıç uyarlaması sağlar (Block, 2008). İn-situ odyometri, rezidüel kulak kanalı hacminin etkisi nedeniyle geleneksel odyometri işitme seviyelerinin nasıl değişeceğini görmek için de kullanılabilir (Keidser ve diğerleri, 2011). İn-situ odyometri ek olarak işitme cihazlarının dış kulak yolundaki etkilerini de hesaba katar (Block, 2008). Aslında bu dış kulak yolu etkilerinin hesaba katılması, hedef kazançların işitme kaybını daha etkili bir şekilde amplifiye edilmesini sağlar (Keidser ve diğerleri, 2011). İn-situ odyometri daha az ekipman ve donanım gerektirmesi sebebi ile klinik pratikte kullanışlı bir seçenektir. Ek olarak farklı test modülleri arasında işitme eşikleri aktarılırken geçen zamandan tasarruf sağlanabilir. Bir dezavantaj olarak, in-situ odyometrinin işitme cihazları ile yalnızca hava iletim eşiklerinin ölçümü sınırlılık olarak nitelendirilebilir. (Keidser ve diğerleri, 2011)

Çalışmamızda in-situ işitme testi sonuçlarının işitme cihazı memnuniyeti üzerindeki etkilerinin geleneksel işitme testi ile karşılaştırması yapılmıştır.

Klinik pratikte hasta takibini ve hasta ile takip sırasındaki süreyi kısaltarak hem işitme merkezlerindeki iş yükünü azaltmaya hemde hasta memnuniyeti üzerindeki olumlu etkilerini kanıtlamaya yönelik oluşturulan bu çalışma sonucunda in-situ işitme testi ile işitme cihaz fittingleri yapılan hastalarının memnuniyet oranlarının daha yüksek olduğu beklenmiştir.

İşitme cihazı uyarlamalarının doğruluğunu sağlamak ve bu uyarlamaları doğrulamak için altın standart, geleneksel odyometriden sonra gerçek kulak ölçümleri yapmaktır (Valente, 2002). Odyometrik eşikler, işitme cihazında, bir hastanın işitme kaybını telafi etmek için çevresel ses düzeylerinin ne kadar artırıldığını yansıtan önceden belirlenmiş kazanç miktarlarını oluşturmak için kullanılır. Gerçek kulak ölçümleri hastanın işitme cihazlarından arayüzdeki kazançların doğru seviyelerde verildiğini doğrulamak için kullanılır. Gerçek kulak ölçümlerinde amaç, işitme cihazının başarısını ve hastanın işitme sistemine doğru miktarda kazanç sağlanabildiğini doğrulamaktır.

Gerçek kulak ölçümleri hastanın kulak zarına yakın konumlandırılan prob tüplü bir mikrofon ve hastanın kendi işitme cihazları ile gerçekleştirilir. Bu prob mikrofondan alınan yanıt, hastanın kulağının dışında bulunan referans mikrofon adını verdiğimiz mikrofondan alınan ölçümle kıyaslanır. Gerçek kulak ölçüm cihazı, işitme cihazı aktif iken referans mikrofondan alınan yanıtlar ile kulak kanalındaki prob mikrofondan alınan yanıtları karşılaştırarak, gerçek kulak cihazlı yanıtı hesaplar. (REAR) Bu yanıt işitme cihazının ortamdaki sesleri ne kadar artırdığının göstergesidir (Valent, 2002).

Bir hastanın odyometrik sonuçlarından öngörülen hedefleri sağlayabilmek için kullanılabilir farklı formüller mevcuttur. Her işitme cihazı firması kendine özgü hedef kazanç formüllerine sahiptir. Bununla birlikte, klinik pratikte yetişkinler için genellikle kabul gören algoritma NAL-NL2 'dir (Valente, 2002).

Teknoloji geliştikçe, işitme cihazı amplifikasyonunu doğrulama süreci de gelişir ve bu da self-fitting işitme cihazlarına bağlı uygulama yazılımlarının kullanılabilirliğinde artışa neden olur (Gade & Love, 2021). Mevcut gerçek kulak ölçüm teknolojisi, işitme cihazlarında tek tuşa basarak kazanç değerlerini



otomatik olarak hedef ile eşleyebilir. (Gade & Love, 2021). Ne yazık ki, çoğu işitme cihazı uzmanı gerçek kulak ölçümlerini yapmamaktadır. Kirkwood (2006), yaptığı çalışmada işitme cihazı satış ve uygulama merkezlerinin yalnızca %57'sinin gerçek kulak ölçüm cihazlarına sahip olduğunu ve sahip olanlardan yalnızca %34'ünün klinik pratikte gerçek kulak ölçümlerini kullandığını bildirmiştir. Daha yakın tarihli bir araştırma, işitme cihazı merkezlerinin yaklaşık %40'ının gerçek kulak ölçüm cihazına sahip olduğunu ve ekipmana sahip olanların yaklaşık yarısının ekipmanı düzenli olarak kullandığını ortaya koymuştur. (Mueller & Picou, 2010). İşitme cihazı satış ve uygulama merkezleri tarafından gerçek kulak ölçümlerinin kullanılmamasını araştıran ankette; zaman kısıtlamaları, gerçek kulak ölçüm cihazının maliyeti, fiziksel alan eksikliği ve gerçek kulak ölçümü yapabilecek bilgi yetersizliği yer almıştır (Mueller & Picou, 2010).

İşitme cihazı uyarlama sürecinde gerçek kulak ölçümleri gerçekleştirilmeyenler, işitme cihazı uyarlamasında işitme cihazı üreticilerinin "ilk ayar" diye adlandırdığımız ayarlara güvenmek zorunda kalmaktadır. Objektif ölçümler kullanarak uyarlama yapmak yerine, "ilk ayar" yaklaşımını kullananlar, hastalardan gelen subjektif veriler ile işitme cihazı uyarlaması ve kazanç ayarları yapmaya çalışırlar. İşitme cihazı uyarlamasında gerçek kulak ölçümlerinin kullanılmadan yanlış uyarlamalar ortaya çıkmasında birçok neden vardır. Bu tür nedenler, bir kişinin kulak kanalının rezonans özelliklerini değiştirebilen kulak kanalı hacmi veya şeklindeki bireysel değişkenliği içerir (Durisala, 2015). Yanlış ayarların diğer bir nedeni, kulak kalıbı veya domenin hastanın dış kulak yolunda amaçlandığı gibi tam olarak tıkanmadığında meydana gelebilecek düşük frekanslı akustik sızıntıdır. Bu akustik sızıntı aslında düşük frekanslı seslerin kulak kanalından dışarı sızarak belirlenen hedefin altında kazanç değerlerinin elde edilmesine neden olur. (Durisala, 2015)

İşitme cihazlarının uyarlamasında geleneksel odyometriye bir alternatif gösterilebilecek in-situ odyometri testidir. İn-situ odyometri testi, hastanın kendi işitme cihazını kullanarak test uyarılarını kulağa iletilmesidir. (Kiessling ve ark., 2015). Tüm prosedürler, 5 yukarı, 10 aşağı, basamaklama (Hughston-Westlake) yöntemi ile geleneksel odyometriye benzer şekilde gerçekleştirilir. Fitting yazılımları, geleneksel odyometri eşiklerini kullanabildiği gibi işitme

cihazı için hedef kazanç hesaplamaları in-situ ölçülen eşikleri de kullanabilir (Kuk, 2012).

in-situ odyometri ile işitme ölçümünün Geleneksel odyometri yerine kullanılmasının birçok avantajı vardır. İn-situ odyometri ölçümü, fonksiyonel kazanç ölçümlerinde saptanamayan kulağa spesifik veriler sağlayabilir ve kişinin sessiz bir kabinde test edilmesini gerektirmeyebilir. (DiGiovanni & Pratt, 2010).

Uyaran doğrudan işitme cihazının kendisinden iletildiği için, akustik sızıntı, havalandırma, yerleştirme derinliği veya bir kişinin kulak kanalı anatomisi ile ilişkili işitme cihazından elde edilen kazançtaki herhangi bir değişiklik test sonuçlarında dikkate alınacaktır (Durisala, 2015). Tüm bu avantajlar, gerçek kulak ölçümü yapamayan veya yapmayan klinisyenler için daha doğru işitme cihazı uyarlaması sağlayabilir.

Sonuç olarak, işitme cihazı uyarlaması için in-situ odyometri kullanılması, daha az iade, hasta memnuniyetinin artması ve daha az kontrol ihtiyacı ile sonuçlanabilir (Kochkin ve ark., 2010).

İN-situ odyometri sonuçları, geleneksel odyometri kadar doğru, uzaktan işitme değerlendirmelerinin geçerliliğine veya self fitting işitme cihazlarının geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Tüm bu avantajlar özellikle yerel bir odyoloğa erişimi bulunmayan toplumlar ve kırsal kesimdekiler için hizmeti ve bakımı iyileştirebilir. (Wong, 2011).

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, işitme cihazı uyarlamaları için in-situ odyometrinin geçerliliğine ilişkin sınırlı veri elde edilmiştir.

Durisala (2015) yaptığı çalışmada, 250 ve 6k Hz arasındaki in-situ ve geleneksel odyometrik eşikleri karşılaştırmıştır. Eşik ortalamaları 2kHz ve 6kHz'de önemli ölçüde farklılık göstermesi dışında yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu iki frekanstaki ortalama farklar çok küçük (4 dB'den az) ve klinik olarak kabul edilen standartlar dahilinde (+/- 5 dB) olduğundan, farklılıkların anlamlı olmadığı bildirilmiştir.

Convery ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada in-situ odyometrinin geçerliliğini ve güvenilirliğini araştırmıştır. Convery ve arkadaşları odyoloğun etkili olduğu bir koşul ve hastanın yalnız olduğu ikinci koşulda çalışmayı gerçekleştirmiştir. Birinci koşulda odyometri talimatları ve test uyaranlarının

sunumu bir odyolog tarafından gerçekleştirilmiştir. İkinci koşulda, katılımcılara otomatik bir odyometri programının nasıl kullanıldığına dair yazılı talimatlar verilerek odyometri yapmalarına imkan sağlanmıştır. Sonuç olarak, odyolog tarafından in-situ odyometri uygulandığında sonuçların güvenilir olduğunu ve geçerli eşik değerlerin üretildiği gözlenmiştir. Fakat katılımcılar kendi başlarına yalnızca yönergeler ile güvenilirlik ve geçerlilik olumsuz etkilenmiştir (Convery ve diğerleri, 2015).

Son olarak, Wong (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, kanıta dayalı uygulama kullanan in-situ odyometri hakkındaki mevcut literatür derlemesi yapılmıştır. Wong (2011), sonuç olarak in-situ odyometri ölçümlerinin erişilebilir ve güvenilir olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızın amacı, geleneksel kabin odyometrisine kıyasla işitme cihazı uyarlaması için hastanın kendi cihazları üzerinde in-situ odyometrinin doğruluğunu ve bu doğruluğun işitme cihazı kullanım ve memnuniyetine etkisini araştırmaktır.

Günümüzde işitme cihazı memnuniyetlerindeki düşüşlerin işitme testlerinin her kontrolde tekrarlanmaması, her merkezde işitme testi yapılacak ekipman bulunmaması sebebi ile her işitme cihazı içerisinde bulunan in-situ işitme testi modülü ile sık sık işitme testi yapılarak işitme cihazı memnuniyetinin artırılabilirliği düşünülmüştür. Çalışmamız özellikle in situ kullanımının ekipman kısıtlılığı bulunan bölgelerde işitme cihazı memnuniyetini sağlayacağı ve hasta takibini kolaylaştıracağı düşünülmüştür.

#### Hipotezler

H0: Geleneksel işitme testi (odyometri) ve İn-situ işitme testi (odyometri) ölçümleri arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

H1: Geleneksel işitme testi (odyometri) ve İn-situ işitme testi (odyometri) ölçümleri arası istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

H0: Geleneksel işitme testi ile yapılan fitting sonucu işitme cihazı memnuniyeti ve İn-situ işitme testi ile yapılan fitting sonucu işitme cihazı memnuniyetleri arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

H1: Geleneksel işitme testi ile yapılan fitting sonucu işitme cihazı memnuniyeti ve İn-situ işitme testi ile yapılan fitting sonucu işitme cihazı memnuniyetleri arası istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

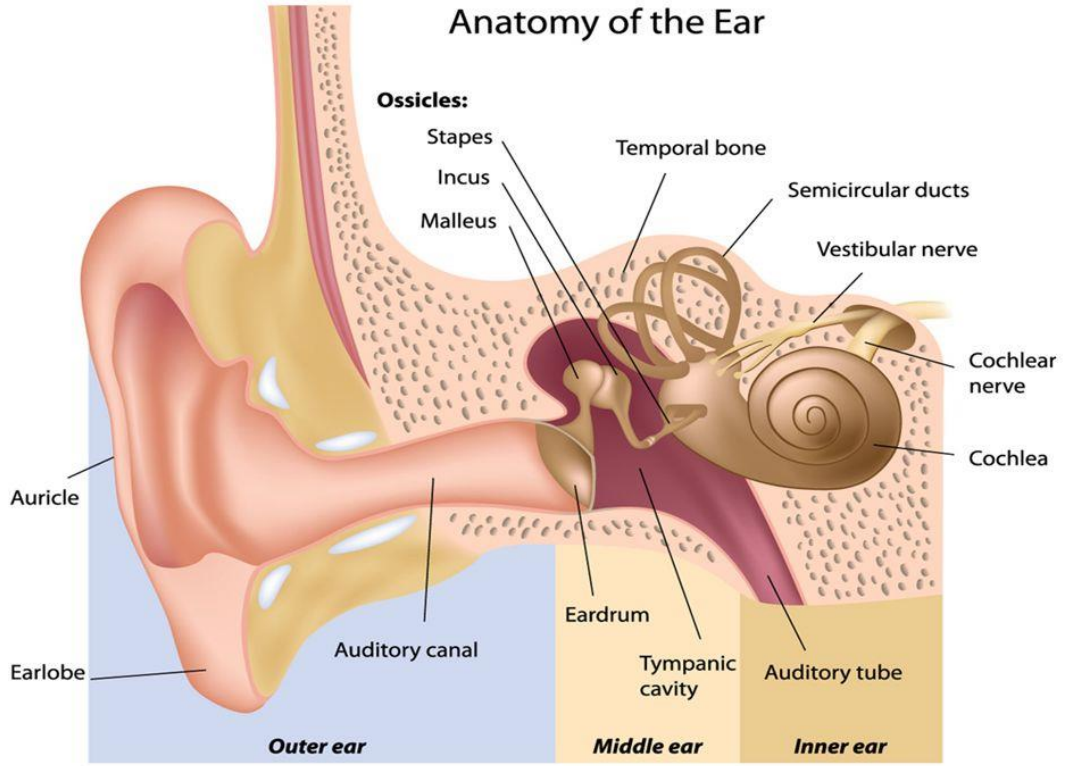
## II. GENEL BİLGİLER

### A. İşitme Anatomisi ve Fizyolojisi

#### 1. Kulak Anatomisi

İşitme duyumuzu sağlayan kulak anatomik olarak 3 farklı bölümde incelenebilir.

- Dış Kulak
- Orta Kulak
- İç Kulak

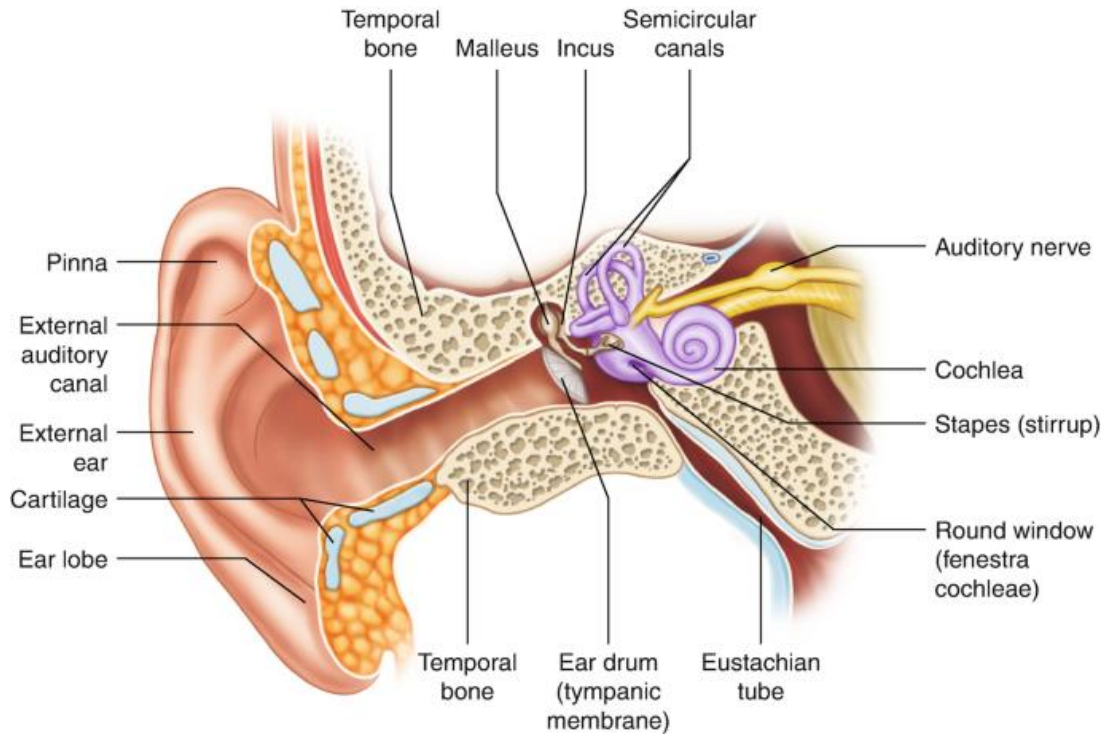


Şekil 1. Kulak Anatomisi – Dış, orta ve iç kulak yapıları.

(Kaynak:<https://www.sciencesforhealth.com/medical-equipment/understanding-tinnitus-what-could-cause-the-ringing-noise.html>)

## a. Dış Kulak

Dış kulak anatomik olarak dış kulak yolu ve pinnadan oluşur. Pinna karakteristik bir şekle sahiptir ve ses alımı için hava titreşimlerini toplar. Çift deri tabakasıyla kaplı ince bir elastik kıkırdak tabakasından oluşur. Fasiyal sinir tarafından sağlanan dış kasların insersiyonunu alır. İşitme sinyalleri, büyük auriküler (servikal pleksustan) ve aurikülotemporal (mandibuladan) sinirler tarafından taşınır. Dış kulak yolu, pinnadan timpanik membrana ses dalgalarını ileten ve toplayan yaklaşık 2,5 cm (bir inç) kavisli S şeklinde bir kanaldır. Dış 1/3 kısmı elastik kıkırdak, iç 2/3 kısmı ise kemik yapıdadır (Niekrash et all. 2021).



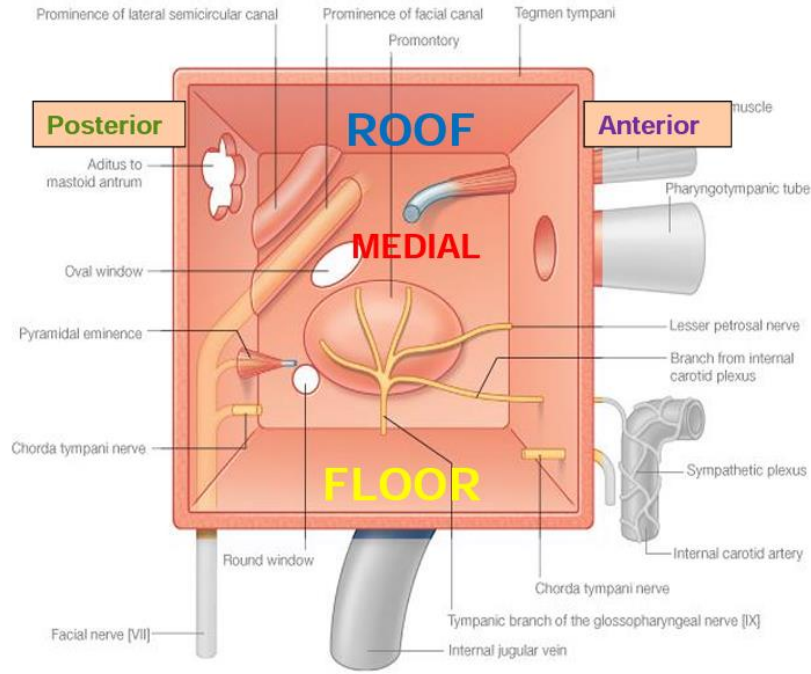
Şekil 2. Dış Kulak Anatomisi

Kaynak: Niekrash, C.E. (2021). Anatomy of the External Ear. In: Ferneini, E.M., Goupil, M.T., McNulty, M.A., Niekrash, C.E. (eds) Applied Head and Neck Anatomy for the Facial Cosmetic Surgeon. Springer, Cham.

## b. Orta Kulak

Orta kulak petröz temporal kemikte dar, eğik, yarı benzeri mukoza zarı ile kaplı, hava dolu bir boşluktur. Timpanik membranın (kulak zarı) titreşimlerini iç kulağa ileten işitsel kemikçikleri içerir. Ön duvardan aşağıya, ileriye ve nazofarenkse medial olarak uzanan Östaki Tüpü (faringotimpanik) yoluyla anterior olarak Nazofarenks ile iletişim kurar. Östaki tüpünün arka 1/3'ü kemik,

ön 2/3'ü kıkırdaktır. Görevi, timpanik kavitedeki basıncı eşitlemektir (Önerci, 2009). Orta kulak komşulukları önemlidir (Mansour et all. 2013).



Şekil 3. Orta Kulak Anatomik Komşulukları

Çatı, petröz temporal kemiğin bir parçası olan tegmen timpani adı verilen ince bir kemik plakasından oluşur. Timpanik boşluğu beynin temporal lobundan ayırır.

Taban, orta kulağı iç juguler ven çıkıntısından ayıran ince bir kemik plakasından oluşur.

Anterior Duvar, internal karotid arterden ayıran ince bir kemik plakası tarafından oluşur. anterior duvarın üst kısmında 2 adet yapı komşuluk etmektedir. Üstteki, daha küçük olan, tensör timpanidir. Aşağıdaki, daha büyük olan östaki tüpüdür.

Posterior Duvar, Üst kısmında mastoid proses içinde, hava hücreleri içeren büyük, düzensiz bir açıklık yani aditus mastoid antrum bulunur. Alt kısmında Stapedius kasını ve tendonunu barındıran küçük, içi boş, konik bir çıkıntı bulunur.

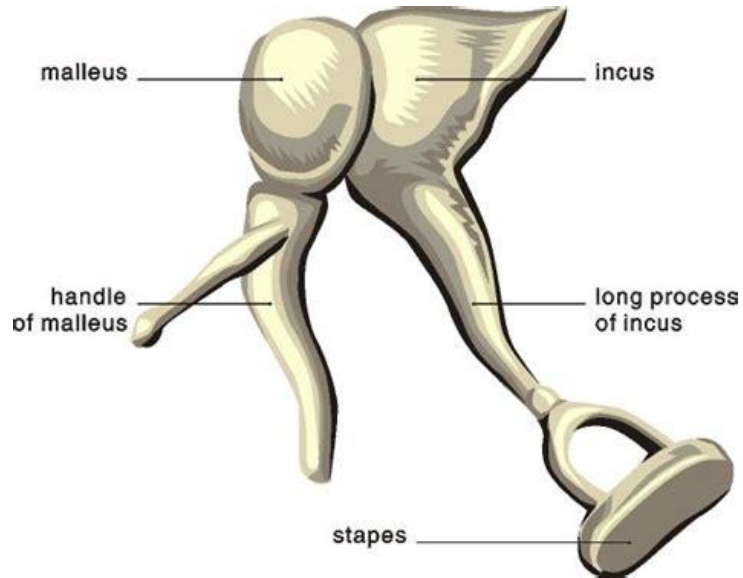
Lateral Duvar büyük ölçüde timpanik membran tarafından oluşturulur. Timpanik membran aşağı, öne ve yanal bir açılı şekilde yerleştirilmiştir. Acıya

karşı son derece hassastır. Timpanik membran dış tabakası Aurikülotemporal sinir, orta tabakası vagus, iç tabakası ise Glossopharyngeal sinirin timpanik dalından innerve edilir.

Medial Duvar büyük bir kısmı, kokleanın altta yatan 1. dönüşünden kaynaklanan yuvarlak bir çıkıntı olan Promontoryum oluşturur. Aynı zamanda üzengi kemiğinin tabanı ile kapatılan Oval pencere (Fenestra Vestibuli) yer alır. Oval pencerenin altında ise yuvarlak pencere (Fenestra Cochleae) bulunur.

Timpanik Membran; normalde, içbükeydir ve iç büküklüğünün derinliğinde, malleusun oluşturduğu "Umbo" adlı küçük bir çöküntü vardır. Membran bir otoskopla aydınlatıldığında, iç büküklük umbodan öne ve aşağıya doğru yayılan bir "Işık Konisi" üretir. Zarın büyük kısmı gergindir ve Pars Tensa olarak adlandırılır. Üst kısmında ise küçük üçgen bir alan gevşektir ve Pars Flaccida olarak adlandırılır (Mansour et al. 2013).

İşitme Kemikçikleri dıştan içe olmak üzere (dış kulaktan iç kulağa) 3 tanedir. Bu kemikçiklerin görevi akustik ses dalgalarını kulak zarından oval pencere aracılığı ile iç kulağa yani perilenfe iletmektir. Kemikçikler mukoza ile kaplıdır. Kendi aralarında sinoviyal eklemlerle birbirlerine bağlıdırlar (Mansour et al. 2013).



Şekil 4. Orta kulak kemikçikleri. Malleus (Çekiç), incus (örs), stapes (üzengi).

Kaynak:[https://www.freepik.com/premium-vector/human-anatomy\\_65033257.htm](https://www.freepik.com/premium-vector/human-anatomy_65033257.htm)



Musculus Tensör Timpani; östaki tüpünün kıkırdağı ve kendi kanalının kemikli duvarlarından köken alır Mandibular sinir ile innerve edilir. Görevi timpanik membranın hareketini sınırlandırarak yüksek seslere tepki olarak refleks oluşturur (Mansour et all. 2013).

Musculus Stapedius (en küçük istemli kastır); Facial sinir tarafından innerve edilir. Görevi stapes kemiğini çekerek titreşimleri refleks olarak azaltır (Mansour et all. 2013).

### **c. İç Kulak**

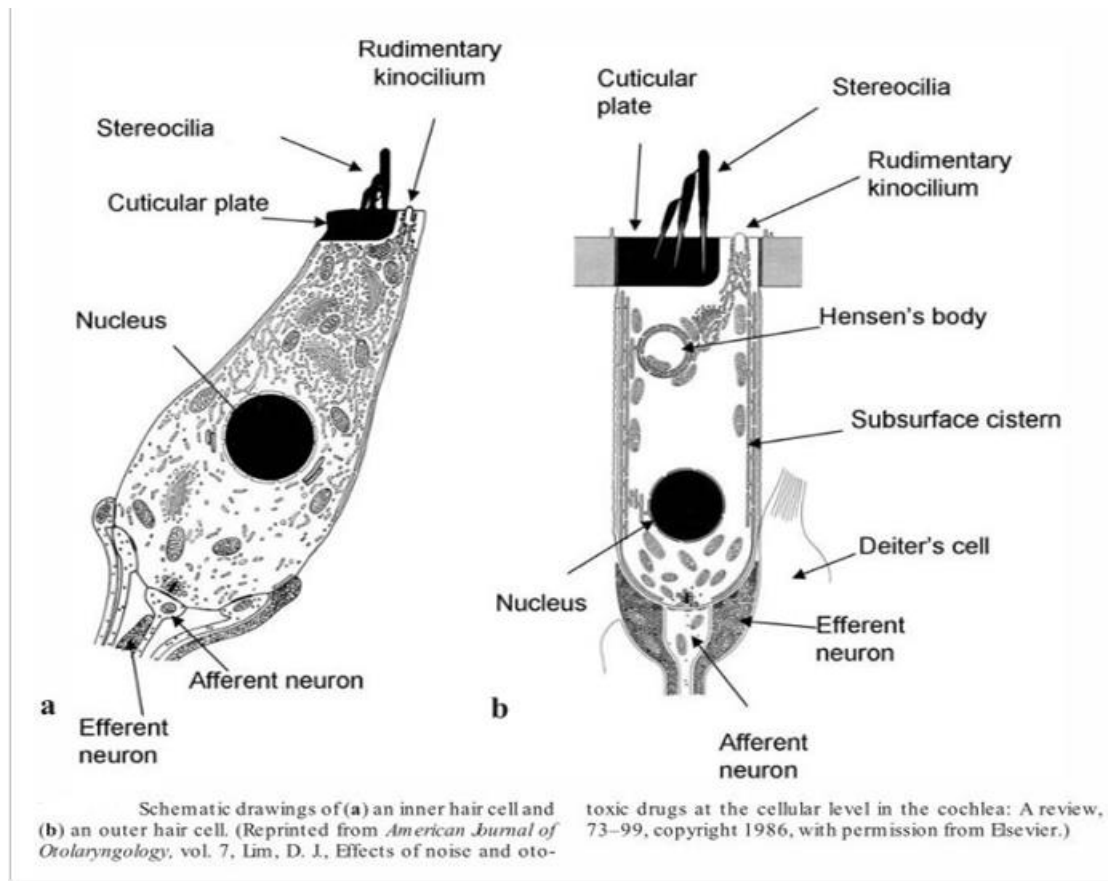
İç kulak; kemik labirent ve membranöz labirentten oluşur. Labirent, orta kulağın medialinde, temporal kemiğin petröz kısmında yer alır.

Kemik labirent: Endosteum ile kaplı bir dizi kemikli odacıktır. İçinde membranöz labirentin asılı olduğu perilenf adlı berrak bir sıvı içerir. Kemik labirent; Koklea, vestibül ve yarım daire kanallarından oluşur. Kokleanın ilk dönüşü timpanik boşluğun medial duvarındaki çıkıntıyı oluşturur. Koklear duktus' u içerir. Vestibül; Kemik labirentin orta kısmıdır. Utrikül ve sakkül' ü içerir. Yan duvarda; üzengi kemiğinin tabanı tarafından kapatılan fenestra vestibuli (oval pencere) ve altında fenestra koklea (yuvarlak pencere) bulunur. Yarım daire kanalları: anterior, posterior ve lateral olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Her kanalın ucunda ampulla adı verilen bir şişlik vardır (Ghada, 2017).

Membranöz labirent: Kemik labirent içindeki bir dizi zaröz kese ve kanallardan oluşur, içi endolenf ile doludur. Membranöz labirent, birbiriyle serbestçe iletişim kuran dört kanal ve iki keseden oluşur. Keseler; utrikül ve kemikli girişe yerleşmiş sakküldür. Kanallar ise; kemiksi yarım daire kanalları içerisinde anterior, posterior, lateral olmak üzere 3 membranöz yarım daire kanalı bulunur. Dördüncü olarak koklear kanal kemik koklea içinde yer alır. Ayrıca koklear kanal kemik boşluğunu Scala Vestibuli (perilenf orta kulaktan fenestra vestibuli' deki stapes tabanı ile ayrılır) ve Scala Tympani (perilenf orta kulaktan fenestradaki sekonder timpanik membranla ayrılır) olarak ikiye ayırır. Utrikül ve sakkül duvarlarında yer alan, başın yerçekimine veya diğer hızlanma kuvvetlerine yönelimine duyarlı olan özelleşmiş duyu reseptörleri bulunur. Utrikül, sakkül ve yarım daire şeklindeki kanallar dengenin korunması ile ilgilidir. Kokleanın

tabanındaki son derece özelleşmiş epitel doku, işitme için duyu reseptörlerini içeren Corti' nin spiral organını oluşturur (Ghada, 2017).

Koklea' da iç ve dış tüylü hücreler olmak üzere iki tip işitme duyu reseptörü bulunur. İç Tüylü Hücreler, tek sıra halinde yaklaşık 3500 adet şişe şeklindedir. İç tüylü hücreler Golgi aygıtı, mitokondri ve duysal alım sürecini desteklemek için gereken kapsamlı metabolik aktivite ile ilişkili diğer organelleri içerir. Dış tüylü hücreler ise 3-4 sıra halinde yaklaşık 12000 adet tüp benzeri şekildedir. Dış tüylü hücreler nöral sinyallere ve kimyasal maddelere yanıt olarak kısalabilen ve uzayabilen kasılma proteinleri içerir (Ghada, 2017).

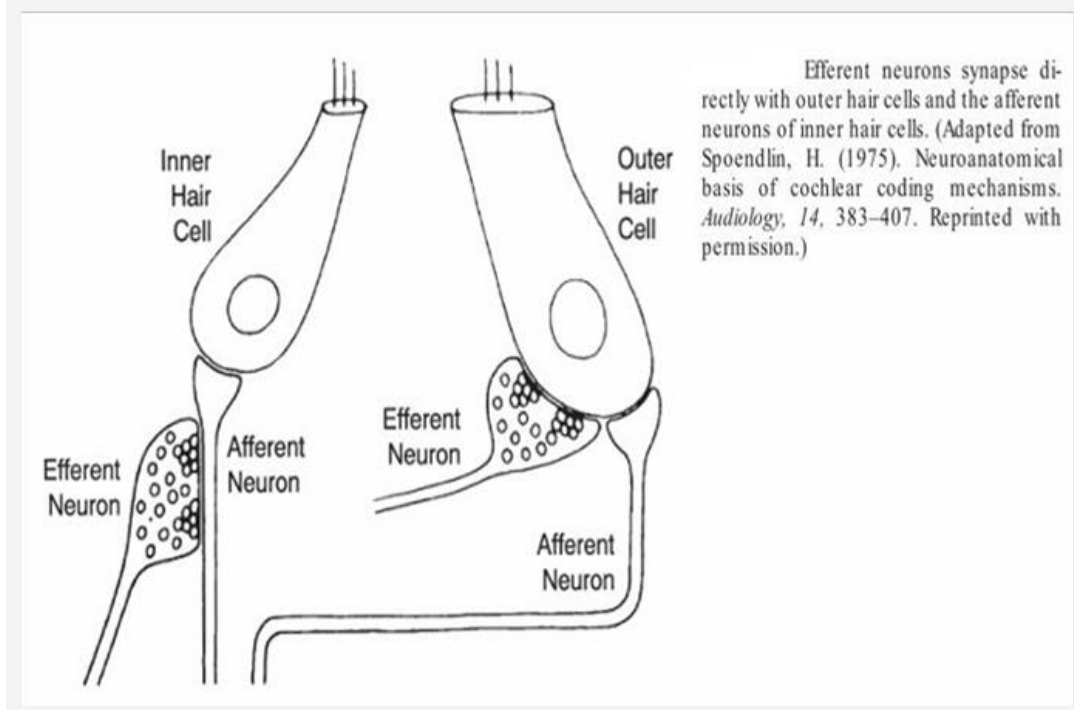


Şekil 5. Kokleanın İnnerveasyonu

Kaynak: Ghada M W F. Ear Anatomy. Glob J Otolaryngol 2017; 4(1): 555630.

Kokleanın innervasyonu: hem afferent hem de efferent nöronları içerir. Afferent sinir kaynağı, kokleadan sinir sistemine sinyaller gönderen yükselen duysal nöronlardan oluşur. Efferent sinir kaynağı, sinir sisteminden kokleaya sinyaller gönderen çok daha küçük bir nöron popülasyonunu içerir. Afferent

işitsel nöronların yaklaşık %95'i iç tüylü hücrelere geri kalan %5'i ise dış tüylü hücrelere gider. Efferent liflerin dağılımı ise, afferentlerin dağılımının tersi olarak çoğu dış tüylü hücrelere gitmektedir. (Şekil 6) (Önerci, 2009)



Şekil 6. Kokleanın İnnervasyonu ve Afferent-Efferent Sistem

Kaynak: Ghada M W F. Ear Anatomy. Glob J Otolaryngol 2017; 4(1): 555630.

## B. İşitme Kayıpları

İşitme sisteminin herhangi bir parçası çalışmazsa, sonuç işitme kaybıdır. Normal işiten bir kişinin yanı sıra işitemeyen bir kişinin de işitme kaybı olduğu söylenir. Bu süreç aynı zamanda ses sinyalinin frekans (perde) ve yoğunluk (ses yüksekliği) analizini de gerektirir. Sesler, basınç değişimlerinin karmaşık karışımlarıdır ve gözle görünmez dalgalar halinde hareket eder. Bu ses dalgaları kulağa ulaştığında, kulak kepçesi (kulak kapağı) ses dalgalarını kulak kanalına yönlendirir.

Ses dalgaları, kanal boyunca ilerleyerek kulak zarının titreşmesine neden olur. Titreşimler, kulak içindeki kemikçikler (üç küçük kemik) tarafından kokleaya iletilir ve koklea içindeki sıvının ve duyu hücrelerinin (tüylü hücreler) hareket etmesine neden olur. Duyusal hücreler, titreşimleri, işitsel sinir boyunca

beyne giden elektriksel sinir sinyallerine dönüştürür. Beyin daha sonra bu sinyalleri tanınabilen ve anlaşılabilen sesler olarak yorumlar. Kokleada iki tip duyu hücresi vardır: iç ve dış tüylü hücreler. İç tüylü hücreler beyne gönderilen elektrik sinyallerini üretirken, dış tüylü hücreler yükseltici görevi görerek iç tüylü hücrelere iletilen uyarıyı artırır (Raja, 2019). Bu koklea duyu hücrelerinin sabit bir sayısının doğumda mevcut olduğuna dikkat etmek önemlidir: insanlarda ve diğer memeli türlerinde, bu duyu hücreleri hasar gördükten sonra yenilenmezler. (Raja, 2019)

## 1. İşitme Kaybı Türleri

Bir kişinin sahip olabileceği işitme kaybı türlerini tanımlamadan önce, sesin nasıl ölçüldüğünü bilmekte fayda vardır. Ses temel olarak yoğunluğu (desibel-dB) ve frekansı (hertz, Hz) ile değerlendirilir. İşitme kaybı, bir kişinin konuşmayla en güçlü şekilde ilişkilendirilen yoğunlukları veya frekansları ne kadar iyi duyabildiğine bağlı olarak genellikle hafif, hafif, orta, ileri derece olarak tanımlanır. İşitme bozuklukları bir ya da birden fazla bölgede ve bir veya iki kulakta olabilir.

Genel olarak işitme kaybı patolojinin olduğu bölgeye göre 3'e ayrılır. (American Speech-Language-Hearing Association (ASHA), t.y.)

İletim tipi işitme kayıpları, sesin mekanik biçiminde orta kulak boşluğundan iç kulağa iletilmesini engelleyen herhangi bir durum veya hastalıktan kaynaklanır. İletim tipi işitme kaybı, dış kulak kanalındaki bir tıkanıklığın sonucu olabilir veya orta kulağın mekanik enerjiiyi üzengi tabanına iletmeye yeteneğini olumsuz etkileyen herhangi bir bozukluktan kaynaklanabilir. Bu sonuç, sesin yoğunluk (gürlük) adı verilen fiziksel özelliklerinden birinin azalmasıdır, bu nedenle iç kulağa ulaşan enerji, orijinal uyarıdan daha düşük veya daha az yoğunudur. Bu nedenle, iletken işiten bireyler için daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır. Sesi duyma kaybı, ancak yeterince yüksek olduğunda ve mekanik engel aşıldığında, kulak normal şekilde çalışır. Genel olarak, iletim tipi işitme kaybının nedeni belirlenebilir ve işitmede tam veya kısmi bir iyileşme sağlayacak şekilde tedavi edilebilir. İletim tipi işitme kaybının nedenlerine yönelik tıbbi tedavi tamamlandıktan sonra, işitme cihazları kalan işitme kaybının düzeltilmesinde etkilidir. dış veya orta kulaktaki (sesin iç kulağa ulaşma yolları) hastalıklar veya

tıkanıklıklardan kaynaklanır. İletim tipi işitme kayıpları genellikle tüm işitme frekanslarını eşit olarak etkiler ve ciddi kayıplara neden olmaz. İletim tipi işitme kaybı olan bir kişi genellikle bir işitme cihazını iyi kullanabilir veya tıbbi ya da cerrahi olarak yardım alabilir. (ASHA, t.y.)

Sensörinöral tip işitme kayıpları, iç kulak veya işitsel sinir disfonksiyonundan, işitme sınırı veya ses merkezlerindeki bir sorundan kaynaklanabilir. Ses dalgaları kulaktan geçebilir, ancak bu sinir yolu beyne elektriksel uyarılar gönderemez. Sonuç olarak, işitme merkezleri sinyalleri doğru şekilde alamazlar. Sensörinöral tip işitme kaybı kafa travması veya hastalığın bir sonucu olabilir. Yaygın bir semptom, sesi algılamada problem olmayıp anlama konusunda problem olmasıdır. Duyusal bileşen, korti organındaki hasardan, tüy hücrelerinin işitme sinirlerini uyaramamasından veya iç kulak sıvılarındaki metabolik bir sorundan olabilir. Nöral veya retrokoklear bileşen, işitme sinirlerinin dejenere olmasına neden olan Corti organındaki ciddi hasarın sonucu olabilir veya işitme sinirlerinin nörokimyasal bilgiyi merkezi işitsel yollardan iletmedeki yetersizliği olabilir. Sensörinöral işitme kaybının nedeni bazen belirlenemez, tipik olarak tıbbi tedaviye olumlu yanıt vermez ve tipik olarak geri döndürülemez, kalıcı bir durum olarak tanımlanır. İletim tipi işitme kaybı gibi, sensörinöral işitme kaybı da sesin yoğunluğunu azaltır, ancak aynı zamanda duyulana bir bozulma unsuru da getirebilir ve bu da seslerin yeterince yüksek olsalar bile net olmamasıyla sonuçlanır. Tıbbi olarak tedavi edilebilir herhangi bir durum ekarte edildikten sonra, sensörinöral işitme kaybı olan bireylere, konuşma ve diğer önemli seslere erişim sağlamak için işitme cihazları takılabilir. ([www.ehealthmd.com](http://www.ehealthmd.com), t.y.)

Mikst tip işitme kaybı, iletim ve sensörinöral kaybın bir kombinasyonunu ifade eder. (ASHA) Hem dış veya orta hem de iç kulakta bir problem olduğu anlamına gelir. Mikst tip işitme kaybı aynı zamanda test edilen odyometrik aralığın tamamını veya bir kısmını kaplayan iletim tip bir bileşene sahip sensörinöral işitme kaybı olarak düşünülebilir. Dolayısıyla, bir iç kulak veya işitme sınırı bozukluğundan kaynaklanan bazı geri dönüşümsüz işitme kayıplarına ek olarak, işitmeyi tek başına sensörinöral kayıptan daha kötü hale getiren orta kulak mekanizmasında bir işlev bozukluğu da vardır. ([www.marchofdimes.com](http://www.marchofdimes.com), 2007) İletken bileşen, tıbbi tedavi ve ilişkili işitme kaybının tersine çevrilmesi

için uygun olabilir, ancak sensörinöral bileşen büyük olasılıkla kalıcı olacaktır. İşitme cihazları, mikst tip işitme kaybı olan kişiler için faydalı olabilir, ancak iletken bileşen aktif bir kulak enfeksiyonundan kaynaklanıyorsa, işitme uzmanı tarafından dikkatli olunmalıdır.

## 2. İşitme Kaybının Etkileri

İşitme kaybı sosyal, dil ve iletişim akıcılığını etkiler. Bu becerilerin gelişimi çocukluk döneminde kritiktir. (Mayberry , 2002) "İşitme kaybı" terimi hafif dereceden çok ileri derece işitmenin azalmasını kapsamaktadır. İşitme kaybı fark edilmediği durumlarda, bireyin sosyal, dil ve konuşma becerilerinin gelişmesi sekteye uğramaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, dünyada 360 milyon (dünya nüfusunun %5,3'ü) işitme kaybı olan insan vardır ve bunların 32 milyonu çocuktur [WHO, 2013]. İşitme kaybının prevalansı ergenlerde ve genç erişkinlerde artmaktadır ve yüksek sesli müziğe maruz kalma ile ilişkilidir. Yaşlılara gelince, DSÖ, 65 yaşın üzerindeki kişilerin üçte birinin engelleyici işitme kaybıyla yaşadığını bildirmektedir [WHO, 2013]. Önümüzdeki yıllarda yaşlanan nüfusun %18-50 oranında artmasıyla, işitme kaybı olan kişilerin sayısı da artacaktır [WHO, 2013]. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise yaklaşık olarak 30 milyon insanın işitme kaybı olduğu raporlanmıştır. (Mitchell et all., 2006). İşitme kaybının yaş dağılımına bakılacak olursa işitme kayıplı popülasyonun yüksek yoğunluğu geriatric popülasyondur. Bir örnek vermek gerekirse, 18 yaşın altındaki işitme kayıplılar yüzde 0,2 ile 75 yaş üstü yaşlılar ise yaklaşık yüzde 50 civarındadır (Erickson ve ark., 2013). Yaşlı popülasyonun, yaşlandıkça işitmedeki işlevselliğin aşamalı olarak kaybetmesine bağlanabilir olmakla birlikte öngörülebilir ve yaygın görülen bir sebeptir. Sosyal etkileşim ve öğrenme zorluklarına yönelik ihtiyaçlar ve çözümler her grup için farklı olabilmektedir. Öte yandan yaşlı insanlar genellikle birbirine yakın yaşar ve sık sık etkileşimde bulunur, ancak aileleriyle iletişim kurmakta veya onlar için giderek daha az erişilebilir hale gelen dijital dünyaya uyum sağlamakta zorluklarla karşılaşır. (Raja, 2019) İşitme kaybı olan bireyler, öncelikle işitme kayıplarının iletişimlerini doğrudan etkilemesi nedeniyle, diğer birçok engel grubundan farklı olarak yardımcı ve erişilebilir teknolojileri kullanma eğilimleri ve ihtiyaçları yüksektir. (Doldouras S, 2017) Sonuç olarak, işitme kaybı dereceleri, tercih ettikleri yardımcı veya erişilebilir teknolojiyi seçmenin birçok yönünden yalnızca

biridir. İşitme kayıplı bireylere telafi edici yaklaşımlarda birçok farklı gereksinim de göz önünde bulundurulmalıdır.

### **C. İşitme cihazları**

İşitme cihazı, kulağınızın içine veya arkasına taktığınız küçük bir elektronik cihazdır. İşitme kaybı olan bir kişinin dinleyebilmesi, iletişim kurabilmesi ve günlük aktivitelere daha fazla katılabilmesi için sesleri belirli frekanslarda yükseltir. (Doldouras S, 2017) İşitme cihazı, insanların hem sessiz hem de gürültülü ortamlarda daha fazla duymasına yardımcı olabilir. Bununla birlikte, işitme kaybı bulunan ve işitme cihazı kullanması gereken bireylerin beş kişiden yalnızca biri gerçekten işitme cihazı kullanmaktadır.

İşitme cihazları, öncelikle iç kulaktaki tüylü hücrelerinin hasar görmesi sonucu işitme kaybı yaşayan kişilerin işitme ve konuşma anlama becerilerini geliştirmede yararlıdır. Hasar, hastalık, yaşlanma veya gürültüden veya belirli ilaçlardan kaynaklanan işitme kayıplarının hepsinde de işitme cihazları kullanılabilir. İşitme cihazı temel olarak frekansa spesifik sesleri amplifiye eder. Rezidüel tüylü hücreler daha büyük titreşimleri algılar ve bunları beyne iletilen nöral sinyallere dönüştürür. Bir kişinin tüylü hücrelerindeki hasar ne kadar büyükse, işitme kaybı o kadar şiddetlidir ve farkı telafi etmek için gereken işitme cihazı amplifikasyonu da o kadar fazladır. Bununla birlikte, bir işitme cihazının sağlayabileceği amplifikasyon miktarının pratik sınırları vardır. Ayrıca iç kulak çok hasar görmüşse, büyük titreşimler bile nöral sinyallere dönüştürülemez. Bu durumda, işitme cihazı etkisiz olacaktır. (Dillon, 2012)

İşitme cihazlarının üç temel modeli vardır. Modeller boyuta, kulağın üzerine veya içine yerleştirilmelerine ve sesi yükseltme derecelerine göre farklılık gösterir.

Kulak arkası (BTE) işitme cihazları, kulağın arkasına takılan ve dış kulağın içine oturan plastik bir kulak kalıbına bağlanan sert plastik bir kabinden oluşur. Elektronik parçalar kulak arkasındaki kabinde bulunur. Ses, işitme cihazından kulak kalıbına oradan da kulağa ulaşır. Kulak arkası işitme cihazları, her yaşta insan tarafından hafiften ileri dereceye kadar işitme kaybı için kullanılır. Yeni bir tür BTE cihazı, RIC adını verdiğimiz hoparlör kulak içinde olduğu, kabinin ise

kulak arkasında olduğu bir işitme cihazıdır. Hoparlör kabinde olmadığından ötürü kabini geleneksel kulak arkası cihazlara göre daha küçüktür ve hoparlörü değiştirdiğinden ötürü tüm işitme kaybı derecelerinde kullanılabilir. (Doldouras S., 2017)

Kulak içi (ITE) işitme cihazları, tamamen dış kulağın içine oturur ve hafif ila ileri derecede işitme kaybı için kullanılır. Elektronik bileşenleri tutan kasa sert plastikten yapılmıştır. Kulak içi işitme cihazları küçük çocuklar tarafından kullanılmamalıdır. Çocuğun darbeye maruziyeti durumunda sert plastiğın kulak kepeğine vereceği zarar, kulakların hızlı büyümesi sonucu işitme cihazının kabininin sürekli değişme gereksinimi kullanılmama sebeplerindedir. (Doldouras S., 2017)

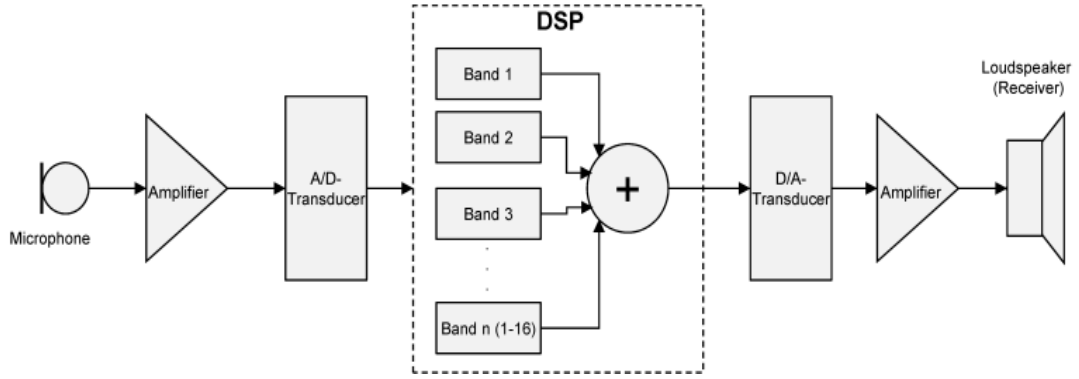
Kanal içi (ITC) işitme cihazı, kişinin kulak kanalının boyutuna ve şekline uyacak şekilde yapılmıştır. Tamamen kanal içinde (CIC) bir işitme cihazı, kulak kanalında neredeyse gizlidir. Her iki tip de hafif ila orta derecede şiddetli işitme kaybı için kullanılır. Küçük olduklarından, bir kişinin kanal içi işitme cihazlarını çıkarıp takması zor olabilir. Ek olarak, kanal içi işitme cihazı piller ve telecoil gibi ek özellikler için daha az alana sahiptir. Küçültülmüş boyutları güçlerini ve seslerini sınırladığından, genellikle küçük çocuklar veya ileri ila çok ileri derecede işitme kaybı olan kişiler için kullanılmaz. (Doldouras S., 2017)

Sensörinöral tip işitme kaybında, birey bir frekandaki enerjiyi algılama ve analiz etme yeteneğini azaltır. Benzer şekilde, işitme engelli bir kişinin farklı bir sinyali hızlıca takip edebilme ve sinyali duyabilme yeteneği azalır. İşitme engelli kişiler, sesleri geldikleri yöne göre daha az ayırt edebilirler. Azaltılmış çözünürlük (frekans, zamansal ve uzamsal), gürültünün konuşma sinyalini normal işiten bir kişiye göre daha fazla maskeleyeceği anlamına gelmektedir. Sensörinöral tip işitme kaybının fizyolojik sebepleri, iç tüylü hücre işlevlerinin kaybını, dış tüylü hücre işlevlerinin kaybını, koklea içindeki elektrik potansiyelinin azalmasını ve kokleanın mekanik olarak değişikliklerini içerir. Ortaya çıkan işitsel eksiklikler, sensörinöral işitme bozukluğu olan bir kişinin, sesler bir işitme cihazı tarafından güçlendirildiğinde bile etkili bir şekilde iletişim kurmak için normalden daha yüksek bir sinyal-gürültü oranına ihtiyaç duyduğu anlamına gelir. (<http://www.merck.com>, 2007)



İşitme cihazlarının nasıl çalıştığını anlamak için sinyallerin fiziksel özelliklerinin anlaşılması gerekir. Bu özellikler, sesin dalgalanma hızını (frekans), tekrarlanan bir dalgalanmanın tekrar etmesi için geçen süreyi (periyot), dalga formunun tekrarlanma mesafesini (dalga boyu), sesin engellerin etrafında bükülme şeklini (kırınım), gücünü içerir. (Anglia Distance Learning, 2013)

### İşitme Cihazı Bileşenleri



Şekil 7. Bir işitme cihazında bir sinyalin işleme aşamaları bir blok diyagramda gösterilmiştir.

Kaynak: (Hoppe et al. 2017)

Akustik bir sinyalin karşılandığı ilk yer, sesi elektriğe çeviren bir mikrofondur. Modern mikrofonlar, dahili gürültü ve titreşime hassasiyet ile sadece çok küçük hatalarla çok yüksek ses kalitesi sağlarlar. Yönlü mikrofonlar çift girişe sahiptir. Yönlü mikrofonlar, diğer yönlerden gelen sese göre önden gelen sese daha duyarlıdır. Bu sayede, sinyal-gürültü oranını (SNR) çok yönlü mikrofonlara göre birkaç desibel iyileştirmesini sağlayarak gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliğini artırabilir. Çift mikrofonlu işitme cihazları, farklı dinleme koşullarında otomatik olarak veya kullanıcı kontrolünde yönlü veya çok yönlü olacak şekilde ayarlanabilirler. (Hoppe et al. 2017)

Mikrofonların ürettiği küçük sinyaller, işitme cihazı amplifikatörü tarafından daha güçlü hale getirilir. Tüm amplifikatörler, sinyali çok yüksek bir seviyeye yükseltmeye çalışırlarsa, sinyali zirve kırarak bozarlar. Aşırı bozulma (distorsiyon), seslerin kalitesini ve anlaşılabilirliğini azaltır. Bozulmayı önlemek ve sesin dinamik aralığını azaltmak için çoğu işitme cihazında sıkıştırma amplifikatörleri kullanılır. Bu amplifikatörler, tıpkı bir kişinin seviye çok yükseldiğinde bir ses kontrolünü kısması gibi, kendilerine konulan sinyalin

seviyesi arttıkça kazançlarını azaltır. Tamamen dijital devreler, sesleri her cihaza özgü şekillerde işleyecek şekilde inşa edilebilir veya herhangi bir aritmetik işlemi gerçekleştirebilir; bu durumda yaptıkları işleme türü, içlerine yüklenen yazılıma bağlıdır.

Bir sinyali filtrelemek, aslında işitme cihazlarında sesleri değiştirip duyulabilir seviyeye getirmek yaygın olarak kullanılır. Filtreler, sinyaldeki düşük, orta ve yüksek frekans komponentlerinin genliğini değiştirmek için kullanılabilir. Filtreler değişken ve kontrol edilebilir olarak kullanıldığında, kullanıcı veya klinisyen tarafından kullanılan ses kontrol işlevi görür. Sinyali farklı frekans aralıklarına sıkıştırmak için de filtreler kullanılabilir, böylece işitme kayıplı bireyin kaybının gerektirdiği şekilde farklı aralıklarda farklı amplifikasyon türleri kullanılabilir. (Hoppe et al. 2017)

Hoparlör (Alıcı), amplifiye edilmiş, değiştirilmiş elektrik sinyallerini tekrar sese dönüştüren elektromanyetizmalardır. Frekans yanıtları, bazen hoparlörlerin kendi iç rezonansların neden olduğu ve bazen de bir hoparlörü dış kulak yoluna bağlayan hortumun akustik rezonansların neden olduğu çok sayıda tepe ve dip nokta ile karakterize edilir. Hoparlörün veya hortumun içine damper adı verilen bir akustik direnç yerleştirmek, bu tepe ve dip noktaları engelleyerek ses kalitesini ve dinleme konforunu artırır. (Hoppe et al. 2017)

İşitme cihazının enerji kaynağı bir pildir. Bu piller, her bir işitme cihazının ihtiyaç duyduğu güce ve kullanılabilir alana bağlı olarak çeşitli boyut ve kapasitelerde üretilir. (Hoppe et al. 2017)

## **1. İşitme Cihazları ve Kulak Kalıpları**

Bir kulak kalıbı kişinin kulağına uyacak şekilde kalıplanır ve işitme cihazını kulakta tutar. Çeşitli standart boyut ve şekillerde bulunan önceden kalıplanmış kanal bağlantı parçaları, işitme cihazını kulak kanalına bağlamanın alternatif bir yoludur. İster özel olarak kalıplanmış ister önceden şekillendirilmiş kulak bağlantı parçası, alıcıdan kulak kanalına giden bir ses yolunu korur. Birçok durumda, başın dışındaki hava ile kulak kanalının içindeki hava arasında ventilasyon adı verilen ikinci bir ses yolu sağlar. Yüksek kazançlı işitme cihazlarında olduğu gibi havalandırmanın olmadığı durumlarda oklüzyon yaşanabilmektedir.

Bir kulak kalıbının üç temel işlevi vardır. Bunlar fiziksel olarak kulakta tutma, amplifiye edilmiş sesin dış kulak kanalına iletilmesi ve dış kulak kanalının havalandırılmasıdır veya hava kontrolüdür. Hem kulak kalıplarının hem de domelerin çok çeşitli fiziksel stilleri vardır. Bu stillerin, kapladığı alan ve boyuta göre ismi değişir. Tüm bu stiller, işitme cihazının görünümünü, akustik performansını, konforunu ve kulakda durma güvenliğini etkiler.

İşitme cihazlarında istenmeyen bir sonuç, cihazı takan kişinin kendi sesinin aşırı derecede yükseltildiği bir oklüzyon etkisidir. Birçok işitme cihazı için, havalandırma seçimi, kabul edilemez bir oklüzyon etkisinden kaçınmak için yeterince büyük, ancak feedbacke neden olacak kadar büyük olmayan bir havalandırma seçmek arasında dikkatli bir denge kurmaktır. İşitme cihazını kulak kanalına bağlayan kalıbın ventilasyonu, işitme cihazlarının yüksek frekans kazancını ve çıkışını etkiler. (Anglia Distance Learning, 2013)

#### İşitme Cihazları ve İşitme Kayıpları

İşitme cihazları, işitme kaybıyla meydana gelen eksikliklerin tamamen üstesinden gelememektedir. Sensörinöral tip işitme kayıplarında bazen bazı sesler duyulamayabilir. Diğer sesler, spektrumlarının bir kısmı duyulabilir olduğu için algılanabilir, ancak spektrumlarının diğer kısımları (tipik olarak yüksek frekanslı kısımlar) duyulamaz kaldığı için doğru şekilde tanımlanamayabilir. Duyulabilecek en zayıf ses ile tolere edilebilecek en yoğun ses arasındaki seviye aralığı, sensörinöral işitme kaybı olan bir kişi için normal işiten bir kişiye göre daha azdır.

Bunu telafi etmek için, işitme cihazlarının zayıf sesleri yoğun sesleri yükselttiklerinden daha fazla yükseltmeleri gerekir. Ek olarak, sensörinöral bozulma, bir kişinin diğer frekanslarda enerji varlığında bir frekanstaki enerjiyi tespit etme ve analiz etme yeteneğini azaltır.

Ortaya çıkan işitsel eksiklikler, sensörinöral işitme bozukluğu olan bir kişinin, sesler bir işitme cihazı tarafından yükseltilmiş olsa bile, etkili bir şekilde iletişim kurabilmesi için normalden daha yüksek bir sinyal-gürültü oranına ihtiyaç duyduğu anlamına gelir.

İşitme cihazlarının nasıl çalıştığını anlamak için, sinyallerin fiziksel özelliklerinin anlaşılması gerekir.

İşitme cihazlarının içindeki amplifikatörler lineer (doğrusal) veya nonlinear (doğrusal olmayan) olarak sınıflandırılabilir. Belirli bir frekanstaki sesler için, lineer amplifikatörler, sinyalin seviyesine bakılmaksızın her seviyeyi aynı oranda yükseltir. Nonlinear amplifikatörler ise sinyal seviyelerine spesifik bir yükseltme uygular. Amplifikasyon derecesi, kazanç-frekans grafiği veya sinyal giriş seviyesine göre sinyal çıkış seviyesinin grafiği (I-O eğrisi) olarak gösterilebilir. İşitme cihazları tarafından üretilen en yüksek seviye SSPL olarak bilinir. SSPL genellikle 90 dB SPL girişi (OSPL90) için çıkış ses basıncı seviyesinin ölçülmesiyle elde edilir.

#### **D. Elektroakustik Performans ve Ölçüm**

İşitme cihazları, bir kuplöre bağlandığında performansı en uygun şekilde ölçülebilir. Kuplör (coupler), işitme cihazının ses çıkışını bir ölçüm mikrofonuna bağlayan küçük bir boşluktur. Genellikle yetişkin kulak kanalının hacmine yakın olduğundan ötürü standart 2 cc'lik kuplör kullanılır.

Elektroakustik performans ölçümünde geniş bant sesleri kullanmak, birçok doğrusal olmayan işitme cihazında anlamlı ölçümler yapmak için gereklidir. Elektroakustik performans ölçümünde kullanılacak sesin konuşmanın spektral ve zamansal özelliklerini barındırması veya yakın olması gereklidir, böylece işitme cihazlarındaki çeşitli sinyal işleme algoritmaları kazancı gerçek kullanımı temsil edecek şekilde değiştirir. Test sesleri kullanılarak en yaygın olarak gerçekleştirilen ölçümler, kazanç veya çıkış eğrileridir.

90 dB SPL saf ton girişi seviyesi ile ölçüldüğünde çıkış ve frekans eğrisi genellikle bir işitme cihazının oluşturabileceği en yüksek seviyeleri temsil etmek için alınır. Daha az kullanılan bazı test kutusu ölçümleri, bozulma, iç gürültü ve manyetik alanlara tepki ölçümleridir. Bu ölçümler, işitme cihazının fabrika özelliklerine uygun çalışıp çalışmadığını test ve kontrol etmek için kullanılır.

Gerçek kulak ölçümü, bir hastanın kulağındaki işitme cihazının performansınıdır. Bu performans, kulak kanalına yerleştirilen yumuşak ve ince prob tüp kullanılarak ölçülebilir. Gerçek kulak performansı, gerçek kulak cihazlı yanıt (REAR), gerçek kulak cihazlı kazanç (REAG) veya gerçek kulak ek kazancı (REIG) olarak ifade edilebilir. Bu önlemlerin her biri probun dikkatli bir şekilde

yerleştirilmesini gerektirir. Ek kazanc, kuplör kazancından daha da farklıdır, bu fark çıplak kulaktaki rezonans etkileri, ek kazancı ölçümü için bir temel oluşturur. Gerçek kulak cihazsız kazanç olarak adlandırılan bu referans - taban çizgisi, REAG ve REIG arasındaki bağlantıyı sağlar.

Birçok faktör, gerçek kulak kazancının yanlış ölçülmesine neden olabilir. Bu faktörler arasında probun yanlış konumlandırılması, probun ezilmesi, probun serumen tarafından tıkanması, arka plan gürültüsü sayılabilir.

İşitme cihazı amplifikasyon özellikleri, her kullanıcının işitme seviyelerine uygun şekilde bir kablolu veya kablosuz arayüz aracılığıyla bilgisayardan programlanır. Çoğu zaman, işitme cihazına birden fazla program yerleştirilir, böylece farklı amplifikasyon özellikleri, işitme cihazı tarafından otomatik olarak veya kullanıcı tarafından manuel olarak, farklı dinleme koşullarında seçilebilir. (Hoppe et al. 2017)

## **E. İşitme Cihazlarında Kompresyon Sistemleri**

İşitme cihazlarında kompresyonun (sıkıştırmanın) ana rolü, işitme kayıplı bireyin dinamik aralığına daha iyi uyması için ortamdaki ses seviyelerinin aralığını azaltmaktır. Bu azalmayı sağlayan kompresyon çoğunlukla düşük, orta veya yüksek ses şiddetlerinde gerçekleşir. Genellikle, kompresyon farklı ses seviyelerinde gerçekleşir, bu durum geniş dinamik aralıklı kompresyon olarak tanımlanır. (Saunders 2009) Sıkıştırma sistemleri, işitme cihazlarında, her biri farklı sıkıştırma parametreleri gerektiren daha spesifik amaçlara ulaşmak için kullanılmıştır.

Çıkış kontrollü sıkıştırma, işitme cihazının ses yüksekliğine, rahatsızlığa veya sinyalin en yüksek seviyeye çıkmasını önlemektedir.

Düşük sıkıştırma eşiğine sahip hızlı ve etkili sıkıştırma, konuşmanın daha yumuşak hecelerinin daha iyi duyulmasına yardımcı olur. Yavaş etkili sıkıştırma ise, göreceli yoğunluğu değiştirmez, ancak konuşma sinyalinin genel seviyesini ayarlar.

Orta sıkıştırma eşiği ile uygulanan sıkıştırma, düşük seviyeli seslerin sıkıştırılmasıyla ilgili avantaj veya dezavantaj olmaksızın işitme cihazlarını gürültülü ortamlarda daha rahat hale getirebilir.

Çok kanallı sıkıştırma, işitme kaybı olan bir kişinin sesleri, normal işiten bir kişinin duyacağı seviyede algılamasını sağlamak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca, seslerin genel yüksekliğini normalleştirerek anlaşılabilirliği en üst düzeye çıkarmak için de tercih edilebilir.

Kompresyon aynı zamanda sinyal gürültü oranının (SNR) en zayıf olduğu frekans bölgelerinde kazancı daha fazla azaltarak arka plan gürültüsünün rahatsız edici etkilerini azaltmak için kullanılır. Bu tür kazançların azaltılması dinleme konforunu artırır ve bazı olağandışı sesler de anlaşılabilirliği artırabilir. (Banerjee, 2011)

Özetle; kompresyon, kazancı ve dolayısıyla duyula bilirliliği artırarak düşük seviyeli konuşmayı daha anlaşılır hale getirebilir. Kompresyon, yüksek şiddetli sesleri daha rahat ve daha az distorse hale getirir. Başlıca dezavantaj olarak da, feedback salınımının daha yüksek olma olasılığı ve istenmeyen düşük seviyeli arka plan gürültülerinin aşırı amplifikasyonudur.

## **1. Yönlü Mikrofonlar**

Kaynağın yakınında bulunan uzak mikrofonların dışında, yönlü mikrofonlar (uzayda iki veya daha fazla noktada sesi algılayan) gürültülü ortamlarda anlaşılabilirliği artırmanın en etkili yöntemlerinden biridir. (Chalupper et all. 2010)

Yönlü mikrofonlar, doğal olarak frekans yanıtında alçak frekanslı bir kesintiye neden olur, bunun için işitme cihazı sinyal işleme genellikle alçak frekansları güçlendirme özelliğiyle telafi eder, fakat işitme cihazında daha fazla dahili gürültüye neden olur. (Chalupper et all. 2010) Yüksek frekanslar için yönlü, düşük frekanslar için çok yönlü bir tepkiyle birleştiren bölünmüş bant yönlülüğü, bu sorunu önleyebilir.

Mikrofonun yönlendirildiği frekans aralığından bağımsız olarak, işitme cihazı donanımının tamamı, sadece amplifiye edilmiş sesin rezonans kazancını aştığı frekans aralığında yönlülüğe sahip olacaktır.

Yönlü mikrofonlar, hedef konuşma veya gürültü kaynağı/kaynakları, yankı gibi durumlarda daha etkilidir. Yakın mesafede önden konuşmacının ve birçok uzak gürültü kaynağının olduğu durumda SNR'deki iyileşme, işitme cihazının

frekans genelinde ortalaması alınan yönlülük indeksine yaklaşacaktır. (Chalupper et all. 2010)

Yönlü mikrofonların dezavantajları arasında, yanlardan veya arkadan gelen seslere karşı duyarsızlık, sessiz ortamlarda kullanıldığında artan iç gürültü, iki işitme cihazının koordine edilmemiş bir şekilde hareket etmesi durumunda lokalizasyon doğruluğunun azalması ve rüzgar gürültüsüne karşı duyarlılığın artması yer alır. Bu dezavantajlar, gürültü seviyeleri ve çok yönlü mikrofonların çıkışındaki görünür Sinyal-Gürültü Oranı (SNR) temelinde yönlü ve çok yönlü modlar arasında akıllı bir şekilde geçiş yaparak (otomatik veya manuel) en aza indirilebilir. (Chalupper et all. 2010)

Özetle; tüm işitme cihazı kullanıcılarında yönlü mikrofonlar kullanılabilir. Tüm işitme cihazı kullanıcılarının normal işitmeye sahip kişilerden daha iyi bir SNR'ye ihtiyacı vardır.

## **2. Gelişmiş Sinyal İşleme Şemaları**

Wiener Filtreleme ve Spektral Çıkarma gibi uyarlanabilir gürültü azaltma yöntemleri, sinyal-gürültü oranı (SNR) düştüğünde her frekans bölgesindeki kazancı yavaşça azaltır. Bu tür yaklaşımlar genelde ses konforunu ve genel SNR'yi artırabilir; ancak bu şemalar SNR'yi belirli bir dar frekans bandında değiştirme yeteneğine sahip değildirler. Bu nedenle, genellikle anlaşılabilirliği geliştirmede sınırlı kalabilirler. Diğer gürültü azaltma yöntemleri, düşük frekans bölgesindeki rüzgar gürültüsünü azaltmayı amaçlayan düşük frekanslı gürültü azaltma ve dalga formunun hızlı değişimini sınırlayarak elde edilen geçici veya anlık gürültü azaltma gibi yaklaşımları içerir. (Beutelmann, 2009)

## **3. Feedback Önleme Sistemleri**

Feedback (geri besleme) oluşumunu azaltmak için birkaç elektronik yöntem bulunmaktadır.

1. Frekans ve Kazanç Kontrolü: Basit bir yöntem, geri beslemenin muhtemel olduğu frekanslarda ve giriş seviyelerinde kazancı azaltmaktır. Bu, özellikle salınım olasılığı yüksek frekanslarda feedback'i azaltmada etkili olabilir.

2.Faz Tepkisi Ayarı: İkinci bir yöntem, işitme cihazının faz tepkisini ayarlamaktır. Böylece, feedback döngüsü için yeterli kazancın oluşmadığı frekansta faz kaymasını engellemek mümkün olur.

3. Akustik Yalıtım: Üçüncü bir yöntem, akustik kaçakları önlemek için çevresel parametreleri kontrol etmeyi içerir. Bu, işitme cihazının mikrofonundan gelen sesin hoparlöre geri dönmesini engellemek için yapılır.

4. Frekans Değiştirme: Dördüncü bir yöntem, çıkış frekansını giriş frekansından farklı hale getirmeyi içerir. Bu, feedback döngüsünü kırmak için kullanılır, çünkü geri besleme genellikle aynı frekansta gerçekleşir.

İşitme cihazı üreticileri genellikle bu yöntemlerin bir kombinasyonunu kullanarak feedback'i kontrol etmeye çalışırlar. (Hoppe et all. 2017)

#### **4. Frekans Kaydırma-Sıkıştırma-Taşıma**

Yüksek frekans işitme kayıplarında konuşmanın yüksek frekanslı bileşenlerinin, frekansları düşürülerek duyulabilir bölgede işleme yapılabilir. Bu yöntemle frekans düşürme (frekans taşıma-sıkıştırma-kaydırma-transpozisyon) denir. Frekans kaydırma-sıkıştırma, spektrumun duyulamayacak bölümlerini daha düşük frekanslara taşıyarak ve bunları zaten düşük frekans aralığında olan daha duyulabilir seviyedeki spektrumun üzerine yerleştirerek gerçekleştirilir. Diğer bir yöntem olan frekans sıkıştırma ise, geniş bir frekans aralığındaki sesleri daha dar ve daha düşük bir frekansta sıkıştırmak amacıyla kullanılır. Hem frekans transpozisyonu hem de frekans sıkıştırması, yüksek frekanslı seslerin duyulabilirliğini artırabilirken, frekansta aşağı kaydırılan konuşma bileşenleri, başlangıçta bu düşük frekans aralığında baskın olan konuşma bileşenlerinin algılanmasına engel olabilir. Bu nedenle, her zaman daha iyi anlaşılabilirliği sağlamak için her iki yöntemin de kullanımı özenle düşünülmelidir. (Dillon, 2012)

#### **5. Data Logging- Veri Kaydı ve Otomatik Ortam Tanıma-Değiştirme**

İşitme cihazları, içinde buldukları dinleme ortamını otomatik olarak kategorilere ayırabilir ve her ortam türü için işitme cihazına önceden programlanmış amplifikasyon özelliklerini seçebilmektedir. Veri kayıt sistemleri, her ortamla ne sıklıkta karşılaşıldığını ve kullanıcının her ortamdaki işitme



cihazlarını nasıl ayarladığını kaydedebilmektedir. Eğitilebilir işitme cihazları, cihaz kullanıcısının yaptığı ayarlamalardan öğrenebilir ve dinleme durumunun akustiği değişikçe cihaz kullanıcısının işitme cihazının nasıl ayarlanmasını istediğini anlayabilmektedir.

## **F. İşitme Cihazı Uyarlaması**

Amplifikasyon, bir kişinin bazı özelliklerini hedef amplifikasyon özelliklerine bağlayan bir formül kullanılarak uyarlanabilir. En yaygın olarak kullanılan reçete formülleri saf ses işitme eşiklerine dayanır, ancak bazıları eşik üstü ses yüksekliğini de hesaba katar.

Lineer işitme cihazları için yaygın olarak kullanılan POGO, NAL ve DSL gibi prosedürler bulunmaktadır. Bu reçete prosedürleri genellikle işitme eşiklerine dayalı olarak kazançları belirler. Bu formüllerin hepsi yarı kazanç kuralının çeşitli varyasyonlarını içerir, ancak bu varyasyonlar o kadar farklıdır ki, özellikle eğimli işitme kaybına sahip kişiler için reçeteler büyük ölçüde değişebilir.

Dijital, yani non-lineer işitme cihazları için mevcut olan tüm reçete prosedürleri, eşik üstü seslerin ses yüksekliğini normalleştirmenin bir şeklini içerir. Farklı prosedürler, en azından işitme cihazının sıkıştırma eşığının üzerindeki seviyelerdeki sesler için tüm frekanslarda ses yüksekliğini normalleştirmeyi amaçlar. Örneğin, ScalAdapt, alçak frekanslı seslerin yüksekliğini azaltmaya yönelik bir yaklaşım benimserken; CAM2 ve NAL-NL2, genel ses yüksekliğini normalleştirmeye odaklanır.

Bu reçete yöntemleri, işitme kaybı olan bireylerin ihtiyaçlarına ve tercihlerine göre özelleştirilebilir. Seçilen yöntem, işitme kaybının türüne, derecesine ve bireyin işitme profiline göre belirlenmelidir. CAM2, farklı frekans bölgelerinin ses yüksekliğine yaptığı katkıları eşitlemeyi amaçlarken, NAL-NL2, hesaplanan konuşma anlaşılabilirliğini en üst düzeye çıkaracak şekilde dizayn edilmiştir. (Dillon et al. 2015)

Ses yüksekliği rahatsızlığının önlenmesi için maksimum çıkış (OSPL90) uyarlanmalıdır, ancak işitme cihazı hedef sese ulaşmadan maksimum çıkışa gelebilmektedir. Birçok prosedürde, hedef OSPL90'ın sadece LDL'ye eşit olduğu

varsayılır, diğerlerinde eşikten tahmin edilir, bu durumda klinikte ölçüldüğü gibi bireysel bir hastanın LDL'sinin üstüne veya altına düşebilir. Her hastada frekansa spesifik olan LDL seviyeleri mutlaka bakılmalıdır. İletim tipi ve mikst tip işitme kaybı olan kişiler, aynı derecede sensörinöral kaybı olan kişilere göre daha fazla kazanç ve OSPL90 gerektirir.

Kazanç ve OSPL90, bir hasta için gerekli miktardan daha yüksek olmamalıdır. Aksi takdirde, bir işitme cihazı, sese yüksek düzeyde maruz kalma nedeniyle işitme kaybını artırabilir. Geçici veya kalıcı gürültü kaynaklı kayıp riski, ileri derece işitme kaybı olan hastalar için en yüksektir ve doğrusal olmayan amplifikasyon kullanılarak bu risk en aza indirilebilir.

İşitme cihazı ayarlama yazılımı, öngörülen kazanç-frekans yanıt hedefine ilk yaklaşımı sunar. Bu yazılım, akustik parametrelerin doğru bir şekilde yapılandırılmasına olanak tanımalıdır. Bu yaklaşım, daha fazla doğruluk sağlamak için bireysel gerçek kulak ile kulplör arasındaki farkı (RECD) dahil ederek daha da geliştirilebilir. Bu gelişmiş ön hesaplama, özellikle bebekler için işitme cihazlarında gerçek kulak kazancının ölçümünün zor olabileceği durumlar için faydalı olabilir.

İşitme cihazının bireysel (veya en azından yaşa uygun) RECD'si kullanılarak kulplörde ayarlanmadığı sürece, her zaman gerçek kulak kazancının ölçülmesi gereklidir.

Tam hassasiyetle OSPL90'ı (output sound pressure level) uyarlamak mümkün olmadığından, hastanın kliniğinden ayrılmadan önce maksimum çıkışın uygunluğu öznel olarak değerlendirilmelidir. İşitme cihazının rahatsız edici derecede yüksek sesleri üretmemesi için, hastaya çeşitli yüksek şiddetli sesler sunulmalıdır. Ancak, maksimum çıkış seviyesi, hastanın yüksek şiddetli sesleri yeterince yüksek düzeyde deneyimlemesi için yeterli büyüklükte olmalıdır.

## **G. İşitme Cihazı Adaptasyonu**

Birçok işitme cihazı, hastanın deneme sürecinin ardından bağlantı parçasının elektronik veya fiziksel olarak ayarlanmasını gerektirebilir. Bir hasta işitme cihazlarını kullanmada sorun yaşadığında (takma, çıkarma, kontrolleri kullanma, pil değiştirme gibi durumlar), sorunu tekrar anlatarak çözümlenmek

genellikle yeterli olabilir. Eđer sorun tekrarlanıyorsa, işitme cihazı fiziksel olarak değiştirilmeli veya gerektiğinde farklı bir stil tercih edilmelidir. Fiziksel ayarlamalar, hastanın kulak kalıbından kaynaklanan rahatsızlık veya işitme cihazının kulaktan dūřmesi gibi durumlar için gerekebilir.

Hastaların kendi ses kalitesi ile ilgili Őikayetleri sıkça gürölür. Bu tür problemler bazen yüksek ses seviyeleri için kazanç-frekans tepkisinin elektronik varyasyonundan kaynaklanabilir ve bu durum iyileştirilebilir. İşitme uzmanları, hastaların kendi seslerine uyum sağlamalarına yardımcı olmak için çeşitli ayarlamalar yapabilirler. Bu tür sorunları çözmek, hastaların işitme cihazlarını daha rahat ve etkili bir Şekilde kullanmalarına yardımcı olabilir. (Galster, 2014)

Hasta konuşmanın netliğinden, yüksekliğinden, arka plan gürölülerinden Şikayet ettiğinde, sorunlara neden olan seslerin akustik özelliklerinin tespit edilebilmesi için hasta dikkatli bir Şekilde sorgulanmalıdır. Klinisyenin ilk amacı, ayarlanması gerekenin düşük veya yüksek frekanslar için kazanç ve düşük, orta veya yüksek seviyeler için kazanç olup olmadığını belirlemektir. Ancak o durumda uygun işitme cihazı kontrolleri sağlanabilir.

Hangi kontrolün veya ne kadar ayarın gerektiği açık olmadığı durumlarda, sistematik bir ince ayar yapmak için iki genel yöntem kullanılabilir. Bu yöntemlerden ilki, hastadan hızlı bir Şekilde ardışık olarak sunulan iki farklı amplifikasyon ayarı arasında seçim yapmasının istendiği eşleştirilmiş karşılaştırmalardır. Çeşitli ayarlar çiftler halinde düzenlenerek karşılaştırılabilir. Eşleştirilmiş karşılaştırmalar, her denemede hastanın önceki denemede tercih ettiği ayara dayalı olarak işitme cihazı kontrolünü ayarlamak için kullanılabilir.

İnce ayar için ikinci genel yöntem ise, hastanın mutlak bir ses kalitesi değerlendirmesi yapmasına dayanır. Hastadan her bir ayarın kendilerine nasıl geldiğini değerlendirmeleri istenir.

Bu yöntemler, işitme uzmanlarının hastaların ihtiyaçlarına ve tercihlerine daha iyi cevap vermek için ayarlamalar yapmalarına yardımcı olabilir. En iyi amplifikasyon özelliği (karşılaştırılanlardan), hasta tarafından en yüksek derecelendirmeyi veren özelliiktir. Mutlak derecelendirme yöntemi, seçilen bir işitme cihazı kontrolünü uyarlanabilir Şekilde değiştirmek için kullanılabilir. Bu yöntem, bir hedef derecelendirmeye (örneğin, tam doğru) karar verilir ve bir

kontrolü hastanın derecelendirmesinde belirtilen yönde ayarlayarak (örneğin, çok buruşuk veya çok donuk) gerçekleştirilir.

Eşleştirilmiş karşılaştırmalar ve mutlak derecelendirme yöntemleri, hastanın sürekli olarak dinlediği söylem, konuşma materyali veya şikayet ettiği diğer seslerle birlikte en iyi şekilde uygulanır. Araştırılan şikayete bağlı olarak, yaygın olarak karşılaşılan arka plan seslerinin kayıtlarıyla desteklenebilir. Eşleştirilmiş karşılaştırmalar yöntemi, koşullar arasındaki farkların genellikle küçük olduğu bir yöntemdir.

İnce ayar genellikle reçete edilen yanıtta memnun olmayan hastalar için uygulanır, ancak istenirse tüm hastalar için kullanılabilir. Bu yöntemler, işitme cihazlarının ayarlamalarını bireysel ihtiyaçlara ve tercihlere uygun şekilde optimize etmek için kullanılacak önemli araçlardır.

## **H. İşitme cihazı kullananlar için hasta eğitimi ve danışmanlığı**

İşitme kayıplı bireylere işitme cihazı uygulamalarında eğitsel yaklaşımlar ve danışmanlık sürecin başarısı açısından oldukça değerli ve gereklidir. Bu aktiviteler, hastalara işitme kayıpları hakkında bilgi vermeyi, işitme cihazlarını çalıştırma ve bakımını yapmak için gerekli becerileri geliştirmeyi, günlük hayatta dinleme becerilerini geliştirmeyi veya hastaların işitme ve iletişimleriyle ilgili inançlarını, duygularını ve davranışlarını değiştirmeyi amaçlar. Uygun şekilde eğitim ve danışmanlık sağlanması, işitme cihazlarının tam olarak verimli kullanılmasını sağlar ve iletişim zorluklarının en aza indirilmesi olasılığını artırır. (Maltby, 2009)

Hastaların kendileri için en uygun işitme cihazı stillerini ve performans özelliklerini anlamaları bazen karmaşık olabilir. Her bir işitme cihazı stili, avantajları ve maliyet etkileri açısından farklılık gösterebilir. Bu nedenle, hastalara uygun ve anlaşılır bir şekilde bilgi sunmak önemlidir.

Hastalara basit ve açıklayıcı bir şekilde işitme cihazı seçeneklerini anlatmak, onların daha bilinçli bir karar vermesine yardımcı olabilir ve işitme ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılamalarını sağlayabilir. İşitme cihazlarını ilk kez kullanmaya başladıklarında, önce onlara en rahat ve konforlu deneyimi sunarak sesten bunalmalarını önlemek önemlidir. Hastaların, beyinlerinin bir süredir

duymadıkları konuşma bölümlerini ve etraftaki diğer sesleri duymaya uyum sağlamasının biraz zaman alabileceğini bilmeleri gerekir.

Hastalar, günlük yaşamlarından kopuk bir dizi kural olarak değil, hasta merkezli, bireysel bir problem çözme yöntemiyle öğretilenlerdir, bu materyali daha kolay takdir edecek ve öğreneceklerdir. İletişim eğitimi, bu işitme stratejilerinin kullanımına ilişkin eğitimin yanı sıra, özellikle zorlu dinleme koşullarında, konuşmayı dinleme (sentetik eğitim) veya konuşmanın yapıldığı temel sesler (analitik eğitim) pratiğini içerir. (Maltby, 2009) Giderek artan bir şekilde iletişim eğitimleri, hastaların evde bilgisayarlarında veya mobil uygulamalar ile telefonlarında kullanılabilir. Hastalara kalan işitme yeteneklerini koruma konusunda bilgi vermek çok önemlidir ve onları çevreleyen destek ağları hakkında farkındalık yaratmak da gereklidir. İşitme cihazları işitme sorunlarını tamamen çözmezse de, hastaların yaşam kalitesini büyük ölçüde artırabilir.

Hastaların işitme sağlığını koruma konusunda bilgilendirilmesi ve desteklenmesi, onların yaşam kalitesini artırmalarına ve işitme sorunlarıyla daha iyi başa çıkmalarına yardımcı olabilir. İşitme uzmanları, farklı insanların farklı şekillerde öğrendiklerinden dolayı aynı materyal farklı hastalara farklı şekillerde öğretilmelidir.

## **İ. İşitme Rehabilitasyonunun Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Hem hastalar hem de klinisyenler, rehabilitasyon sürecinin sonuçları (yani hastaların yaşamlarındaki değişiklikler) ölçüldüğünde fayda somutlaşarak motivasyon sağlar. Sonuçların sistematik olarak ölçülmesi, klinisyenlere hangi uygulamaların, prosedürlerin ve cihazların hangi amaçlara ulaştığını anlamalarına yardımcı olur. Sonuç değerlendirmesi, objektif bir konuşma tanıma testi sonucuna dayanabilir (bu sonuçlar büyük ölçüde ölçüm koşullarına bağlıdır) veya öznel bir öz rapora dayanabilir. Konuşma testi puanları, belirli durumlarda konuşmayı anlama yeteneğindeki artışı gösterebilirken, kendi kendine raporlama ölçümleri genellikle hastanın rehabilitasyonun etkisi hakkındaki görüşlerini yansıtır.

Birçok öz-raporlama ölçümünün alt ölçekleri bulunur, böylece sonuçlar farklı dinleme ortamları için ayrı ayrı değerlendirilebilir. Sonuç ölçütleri, engellilikte azalma (aktivite sınırlaması ve katılım kısıtlamasını içeren), cihaz

kullanımı, dinleme çabası, yaşam kalitesi veya hastanın hissettiği memnuniyet gibi fayda sağlayan alanları değerlendirebilir.

Faydayı değerlendiren öz raporlama önlemleri çeşitli sınıflara ayrılabilir. Öncelikle, hastalardan rehabilitasyonun yararını doğrudan değerlendirmeleri istenebilir. Alternatif olarak, hastaların engellilik durumları rehabilitasyon programı öncesinde ve sonrasında değerlendirilebilir. Bu skor değişikliği, rehabilitasyonun etkilerinin bir ölçüsünü sağlar. Rehabilitasyon öncesi ve sonrası elde edilen veriler, engellilik durumu ve değişim hakkında daha kapsamlı bir görünüm sunar. Bu tür sonuç ölçümleri, hem hastaların hem de klinisyenlerin rehabilitasyon programının etkisini değerlendirmelerine ve gerektiğinde ayarlamalar yapmalarına yardımcı olabilir.

Öz rapor ölçümlerinin birbirinden farklı olduğu ikinci yol, öğelerin tüm hastalar için ne ölçüde aynı olduğu veya her hasta için ayrı ayrı belirlendiğidir. Tüm hastalar için standart bir öge kümesi kullanılırsa, sonuçlar hastalar arasında daha kolay karşılaştırılabilir. Bununla birlikte, maddeler her hasta için ayrı ayrı seçildiğinde, anketler kısalmaya ve hastayla yapılan görüşmelere daha kolay dahil edilebilir. Genel olarak dört tür öz-raporlama vardır:

faydayı doğrudan değerlendiren standart anketler (örneğin HAPI);

rehabilitasyon öncesi ve sonrası engelliliği karşılaştıran standart anketler (örneğin HHIE, APHAB);

faydayı doğrudan değerlendiren bireyselleştirilmiş anketler (örneğin COSI);

rehabilitasyon öncesi ve sonrası engelliliği karşılaştıran bireyselleştirilmiş anketler (örneğin GAS).

Kendi kendine raporlama ölçümleri, işitme cihazı kullanımını ve memnuniyeti değerlendirmenin önemli bir yoludur. Bu ölçümler, hastaların kendi deneyimlerine dayalı olarak işitme cihazlarını ne kadar sık kullandıklarını, fayda sağlayıp sağlamadığını ve memnuniyet düzeylerini değerlendirmelerine yardımcı olabilir. İşitme cihazı kullanımı ve memnuniyeti, hastaların yaşam kalitesini ve rehabilitasyonun etkilerini anlamada önemli bir rol oynar.

Kendi kendine raporlama ölçümleri, işitme cihazı kullanımının etkisini ve hastaların memnuniyet düzeylerini anlamak için değerli bir araçtır. Bu ölçümler,

işitme rehabilitasyonunun etkilerini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmemize yardımcı olabilir.

Sonuçlar, işitme cihazının takılmasından sonra herhangi bir zamanda değerlendirilebilse de, yararın derecesi, takıldıktan en az 6 hafta sonrasında stabilize olabilmektedir.

## **J. İşitme Cihazı Takılmasında Binaural Önem**

İki kulaktaki sesleri algılama (binaural işitme), bir kişinin seslerin kaynağını tespit etmesini sağlar ve gürültülü ortamlarda konuşma anlaşılabilirliğini artırır. Tek taraflı işitme cihazı kullanmak yerine iki işitme cihazı (iki taraflı kullanım), binaural işitmenin etkili olduğu ses seviyesi aralığını artırır. Bu nedenle, işitme kaybı ileri düzeyde olduğunda, hafif veya orta düzeyde işitme kaybına kıyasla bilateral uyum daha da önem kazanır. (Beutelmann, 2009)

İki kulağa da sesler farklı seviye, farklı varış zamanı ve fazda fazda ulaşabilir. Dolayısı ile bilateral işitme cihazı kullanımı yatay lokalizasyonda kolaylık sağlar.

İşitme kaybı yaşayan birçok kişi, işitme cihazlarının lokalizasyon (ses kaynağını bulma) üzerindeki etkisine alıştıktan sonra, sesleri yatay düzlemde sol ve sağ yönlere doğru doğru şekilde yerine koymayı öğrenebilir. Ancak işitme kaybı, dikey konumlandırmayı ve önde-arkada yer belirlemeyi etkileyen yüksek frekansta ipuçlarına dayalı olan Pinna'nın etkilerini olumsuz etkileyebilir. Bu olumsuz etkiler genellikle işitme cihazları ile tamamen düzeltilmez. (Dillon, 2012)

Konuşma ve gürültü farklı yönlerden geldiğinde, kafa kırınımı, sinyal-gürültü oranının bir kulakta diğerinden daha büyük olmasına neden olur. Ayrıca, işitsel sistem, gürültünün bir kısmını etkili bir şekilde gidermek için her kulağa gelen farklı konuşma ve gürültü karışımlarını birleştirebilir. Bu yetenek "binaural azaltma (binaural squelch)" olarak adlandırılır. İki kulağın aynı sesleri duyması, tek kulakla duymaya kıyasla konuşma anlaşılabilirliğinde küçük de olsa bir gelişme sağlar. Bu yetenek, "binaural artıklık (binaural redundancy)" olarak adlandırılan bir fenomendir. (Banerjee, 2011)

İkinci bir işitme cihazı takmak, konuşmanın daha önce cihaz takılmamış kulakta duyulabilir hale gelmesine neden olduğunda gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliğini artıracaktır. (Beutelmann, 2009) Konuşmanın her iki kulakta da duyula bilirliliğini sağlamak, kulağa daha iyi sinyal-gürültü oranıyla katılmak ve binaural azaltma ve binaural artıklıktan yararlanmak için bir ön şarttır. (Banerjee, 2011)

İşitme cihazlarının iki taraflı takılmasının başka avantajları da vardır. Bunlar arasında gelişmiş ses kalitesi, her iki kulakta kulak çınlamasının bastırılması ve bir işitme cihazı bozulduğunda veya bir pil bittiğinde daha fazla kolaylık bulunur. İki taraflı bir uyum, bazen tek taraflı bağlantı parçalarıyla ilişkili bir sorunun önlenmesine yardımcı olabilir: tek taraflı bir uyum, bu kulak çok uzun süre işitsel stimülasyondan mahrum kalırsa, yardımsız kulakta konuşma işleme yeteneğinin azalmasına neden olabilir, bu da geç başlangıçlı işitsel deprivasyon olarak adlandırılan bir fenomendir. (Hall et all. 2017)

İki taraflı cihaz kullanımının maliyet, rüzgar gürültüsüne hassas oluşu, bazı yaşlı bireylerin iki cihazı idare etme zorluğu dezavantaj olarak sayılabilir. Bazı insanlar için, binaural interferans, konuşma tanımlama yeteneğinin tek taraflı olarak cihaz kullanımında, iki taraflı cihaz kullanımına göre daha iyi sonuçlar verebilir. İnterferans nedenleri, iki koklea (işitme organı) arasındaki farklılıklardan, korteksin iki yarı küresi arasındaki farklılıklardan veya korteksin bir yarı küresinden diğerine bilgi aktarımındaki bozulmalardan kaynaklanabilir. (Köbler et all. 2002)

Konuşma anlaşılabilirliği testi ile ilişkili değişkenlik nedeniyle, bireysel bir hasta üzerinde binaural interferansı güvenilir bir şekilde göstermek veya bilateral avantajı tespit etmek için koşullar dikkatlice seçilmelidir. (Blay, 2010) İki taraflı avantajı en iyi şekilde gösterebilmek için, kafa kırınımının ve binaural azaltma etkilerini en üst düzeye çıkarmak amacıyla konuşma ve gürültü için hoparlör konumları özenle seçilmelidir. Binaural interferansı en iyi şekilde tespit etmek için, konuşma ve gürültü tek bir ön hoparlörden yayılmalıdır, böylece kafa kırınımı ve binaural azaltmanın etkileri en aza indirilir. (Dolduras, 2017) Her iki durumda da, dik performans-yoğunluk fonksiyonlarına sahip konuşma testleri kullanılmalıdır.



### III. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji Programı Yüksek Lisans tezi olarak yapılmış olup, İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2023/81 nolu karar ile onay verilmiştir (Ek- 2). Katılımcılar, gönüllülük esasına dayalı olarak bilgilendirilmiş ve gönüllü onam formu imzalamışlardır (Ek- 1).

Bu çalışmada örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G \* Power 3.1.97 programı kullanılmıştır. Programa göre etki büyüklüğü = 0,8 varsayıldığında, anlamlılık düzeyi = 0,05 ve güç = 0,95 olduğunda minimum örneklem büyüklüğü 23 elde edilmiştir. Çalışmaya sensörinöral tip işitme kayıplı bilateral işitme cihazı kullanan 40-80 yaş arası 15 erkek 15 kadın birey olmak üzere toplam 30 birey dahil edilmiştir.

#### Çalışmaya Alınma Kriterleri

- 40-80 yaş arasında olmak
- en az 6 ay bilateral işitme cihazı kullanım süresi
- Timpanometrik ölçüm sonucu Tip A timpanograma sahip
- en az 16 kanallı A&M Hearing markasına ait Hoparlör kulak içi kulak arkası model işitme cihazı kullanmak
- İşitme cihazını yalnızca firmanın orijinal akustik aparatları ile kullanmak
- Bilateral Hafif, orta veya ileri dereceli sensörinöral tip işitme kayıplarından birine sahip olmak

#### Çalışmaya Alınmama Kriterleri

- Dış ve orta kulak patolojilerinin bulunması (İletim tipi komponent bulunması)
- İletim ve miks tip işitme kaybının bulunması

- Baş dönmesi Őikayetlerinin bulunması
- Değişken İŞitme kaybına sahip olunması
- 6 aydan kısa süreli işitme cihazı kullanımı
- kulak kalıbı ile cihaz kullanımı
- tek taraflı işitme cihazı kullanımı

İstanbul'daki bir işitme cihazı satış ve uygulama merkezinde yapılan bilgilendirme sonrasında baŐvuran bireyler arasından çalışmaya dahil edilme kriterlerini karŐılayan kişiler belirlenmiŐtir. Daha sonra çalışmanın detayları bu kişilere anlatılarak katılmaya gönüllü olan bireyler ile çalışma gerçekleştirilmiştir.

n test olarak yapılan testler; Ototkopik ve timpanometrik inceleme yapılarak iletim ve mikst tip işitme komponentleri ekarte edilmiştir.

Veri toplama yöntemi: Geleneksel saf ses odyometri için Maico MA42 klinik çift kanallı odyometre kullanılmıştır. Çalışma ncesi cihazların kalibrasyonu yapılmıştır. timpanometrik inceleme için; Maico MI34 timpanometre cihazı kullanılmıştır.

Hastaların tüm işitme cihazı ayarları ve in-situ ölçümü kendi kişisel RIC işitme cihazları üzerinden ve Pakses işitme merkezlerindeki bilgisayarlardaki A&M Connexx Yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

APHAP, hasta bilgi formu ve gönüllü olur onam formu ise hastalara fiziki bir a4 çıktısı doldurtularak veriler elde edilmiştir.

Çalışma veri toplama aŐaması 5 ana kısımda gerçekleştirilmiştir.

1-Katılımcıların belirlenmesi ve ön test sonrası çalışmaya dahil edilebilecek katılımcılar belirlenmiŐtir.

Bu aŐamaya İstanbuldaki bir işitme cihazı satış ve uygulama merkezinde çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan ve gönüllü olmak isteyen katılımcı adayları dahil edilmiştir. Gönüllü olmak isteyen katılımcı adaylarına Reister marka otoskop ile dış kulak kanalı ve kulak zarı muayenesi yapılmıştır. Ototkopik bakıda herhangi bir anormalliğe rastlanmayan katılımcı adaylarına 226 Hz Prob tonda Maico MI34 marka akustik immitansmetre kullanılarak

timpanometrik değerlendirme yapılmıştır. 0,3 cc'den daha fazla statik kompliyans değeri ve -100 ile +50 daPa basınç aralığındaki timpanik tepe değeri normal olarak kabul edilmiştir. Tip A timpanogram Jerger sınıflamasına göre belirlenerek bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan katılımcı adayları gönüllü olur onam formunu doldurduklarında katılımcı olarak çalışmaya dahil edilmiştir.

2-İşitme cihazları geleneksel kabin testine dayalı olarak NAL-NL2 tarafından öngörülen eşik değerlerinin %100'ünde ayarlandı.

Geleneksel saf ses odyometri testi, Maico MA42 marka ve model klinik odyometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen testde; hava yolu işitme eşikleri, 250 Hz- 6000 Hz aralığında tüm oktav frekanslarda, kemik yolu işitme eşikleri ise, 500 Hz- 4000 Hz aralığında tüm oktav frekanslarda ascending yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Hava yolu işitme eşikleri belirlenirken Radioear DD45 supraaural dönüştürücü; kemik yolu işitme eşikleri belirlenirken ise Radioear B71 kemik dönüştürücü kullanılmıştır. Geleneksel Saf ses işitme test sonuçlarını değerlendirme de Jerger (1980) Sınıflandırması kullanılmıştır. (Çizelge 2.1 )

Çizelge 1. Jerger(1980) işitme kaybı sınıflandırması

İşitme Kaybı Derecesi	Jerger (1980)
Kayıp yok	< 21
Hafif	21-40
Orta derece de	41-60
İleri derece	61-80
Çok ileri derece	> 80

Yapılan geleneksel kabin odyometri sonuçları A&M Connexx işitme cihazı fitting yazılımına girilerek işitme cihazlarının hangi frekanslarda ne kadar amplifikasyon yapacağı temel sağlanmıştır. Yazılım ilk ayar kısmında hastalar cihaz kullanım süreleri olarak adaptasyon sonrası süreçte olduklarından ötürü

%100 deneyim seviyesinde kazanç değerleri hesaplanmıştır. NAL-NL2 tarafından öngörülen kazanç seviyelerinde ilk ayar uygulanmıştır.

3-Geleneksel kabin testine dayalı olarak 15. Gün memnuniyet ve kullanım APHAP ile değerlendirildi.

Geleneksel işitme testine dayalı yapılan ayarlama sonrası 15. Günde tüm hastalara APHAP (İşitme Cihazı Performansının Kısaltılmış Profili-Abbreviated Profile of Hearing Aid Performance) anketi uygulanmıştır.

4-İşitme cihazları in-situ testine dayalı olarak NAL-NL2 tarafından öngörülen eşik değerlerinin %100'ünde ayarlandı.

İn-situ odyometri testi, hastaların kendi A&M Hearing (Danimarka) marka RIC model işitme cihazları üzerinden A&M Connexx fitting yazılımı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen testde; hava yolu işitme eşikleri, 250 Hz-6000 Hz aralığında tüm oktav frekanslarda ascending yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. İşitme kaybı derece sınıflandırması geleneksel kabin testinde olduğu gibi Jerger sınıflandırmasına göre yapılmıştır.

Yapılan İn-situ odyometri sonuçlarına dayalı olarak NAL-NL2 tarafından öngörülen kazançlar %100 deneyim seviyesinde ilk ayar yapılarak ayarlama gerçekleştirilmiştir.

5-İn-situ testine dayalı olarak 15. Gün memnuniyet ve kullanım APHAP ile değerlendirildi.

İn-situ işitme testine dayalı yapılan ayarlama sonrası 15. Günde tüm hastalara APHAP (İşitme Cihazı Performansının Kısaltılmış Profili-Abbreviated Profile of Hearing Aid Performance) anketi uygulanmıştır.

## **A. İstatistiksel Analiz**

Verilerin analizinde öncelikle demografik verilere ait frekans analizi yapılmıştır. Anlamlılık testlerine karar vermek için verilerin Dağılımları test edilmiştir (Shapiro-Wilk). Verilerin normal dağıldığı durumlarda gruplar arası karşılaştırmalar için Bağımsız Örneklem T testi (Paired Sample), normal dağılmadığında ise Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Grup içi karşılaştırmalarda ise, verilerin normal dağıldığı durumlarda Bağımlı Örneklem T

testi, normal dağılmadığında ise Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Katılımcıların geleneksel odyometri işitme test sonuçları ile in-situ işitme testi sonuçları karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda her kontrolde yapılan APHAP anketi sonuçları da karşılaştırılarak işitme cihazı kullanım ve memnuniyetine etkisi karşılaştırılmıştır. Verilerde normal dağılım olması durumunda Pearson korelasyon testi, normal dağılım göstermediğinde ise Spearman korelasyon testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 26.0 paket programı kullanılmıştır.

## IV. BULGULAR

Bu çalışma 40-80 yaş arası hafif ila ileri derece sensörinöral tip işitme kayıplı işitme cihazı kullanan birey ile gerçekleştirilmiştir. Gruplar, geleneksel odyometri işitme testi sonrası APHAP sonuçları ve in-situ odyometri işitme testi sonrası APHAP sonuçları olarak iki alt grupta istatistiksel analizler yapılmıştır.

### A. Demografik Özellikler

Çizelge 2. Katılımcıların cinsiyet durumlarına ve yaş gruplarına bağlı yaş analizleri verilmiştir.

	Cinsiyet	N	Yaş Min	Yaş Max	Yaş Ortalama	Yaş Std Sapma
Cinsiyet-yaş	Erkek	15	42	79	60,80	11,490
	Kadın	15	40	79	63,20	11,874
	Toplam	30	40	79	62,00	11,647

Çizelge 2'ye göre çalışmaya dahil edilen katılımcılardan erkek bireylerin (n=15) yaşları minimum 42, maksimum 79 olup yaş ortalaması 60,80 ve standart sapması 11,490'dır. Kadın bireylerin (n=15) yaşları minimum 40, maksimum 79 olup yaş ortalaması 63,20 ve standart sapması 11,874'tür. Tüm katılımcıların (n=30) yaşları minimum 40, maksimum 79 olup yaş ortalaması 62,00' ve standart sapması 11,647'dir.

Tüm katılımcıların akustik immitansmetri sonuçları normal (tip A) elde edilmiştir.

Katılımcıların İşitme Cihazlarını Hangi Akustik Parametre İle Kullandığının Karşılaştırması

Çizelge 3. Katılımcıların işitme cihazı kullanımındaki akustik parametrelerin dağılımını göstermektedir.

	Akustik parametre	N (Kulak)	Yüzde
Kullanılan Akustik Parametre	Açık Dome	9	15,0
	Kapalı Sleeve Dome	10	16,7
	Ventli Sleeve Dome	23	38,3
	Double Dome	6	10,0
	Tulip Dome	12	20,0
	Total	60	100,0

Çizelge 3'e göre çalışmaya dahil edilen katılımcıların işitme cihazı kullanımındaki akustik parametrelerin dağılımı açık dome 9 kulak (%15), kapalı sleeve dome 10 kulak (%16,7), ventli sleeve dome 23 kulak (%33,3), double dome 6 kulak (%10), tulip dome 12 kulak (%20) şeklindedir.

#### Geleneksel ve İn-Situ Odyometri Sonuçlarının İşitme Kaybı Dereceleri Karşılaştırılması

Çizelge 4. Katılımcıların Geleneksel ve İn-Situ Odyometri Sonuçlarının İşitme Kaybı Derecelerine göre dağılımını göstermektedir. (istatistiksel olarak farklı)

	GELENEKSEL ODYOMETRİ		İN-SİTU ODYOMETRİ	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Hafif Derece Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	13	21,7	13	21,7
Orta Derece Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	29	48,3	29	48,3
İleri Derece Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	13	21,7	14	23,3
Çok İleri Derece Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	5	8,3	4	6,7
Total	60	100,0	60	100,0

Çizelge 4'e göre çalışmaya dahil edilen katılımcıların geleneksel odyometri ile işitme testi sonuçlarına göre sınıflandırılan işitme kaybı derecelerine bakacak olursak; hafif derece işitme kaybı 13 kulak (%21,7), orta derece işitme kaybı 29 (%48,3), ileri derece işitme kaybı 13 kulak (%21,7), çok ileri derece işitme kaybı 5 kulak (%8,3) olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4'e göre çalışmaya dahil edilen katılımcıların in-situ odyometri ile işitme testi sonuçlarına göre sınıflandırılan işitme kaybı derecelerine bakacak olursak; hafif derece işitme kaybı 13 kulak (%21,7), orta derece işitme kaybı 29 (%48,3), ileri derece işitme kaybı 14 kulak (%23,3), çok ileri derece işitme kaybı 4 kulak (%6,7) olarak elde edilmiştir.

Geleneksel ve İn-Situ Odyometri eşiklerinin Frekans – Akustik Parametre karşılaştırması

Açık Dome Uygulamasında Geleneksel Odyometri ve İn Situ Odyometri Karşılaştırması

Çizelge 5. Açık Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması

Frekans	Ölçüm	Ortalama (dB)	Standart Sapma (dB)	Min (dB)	Max (dB)	t	p
250 Hz	Geleneksel	27,22	6,667	15	35	-	,559
	İn-Situ	28,33	6,124	15	35	0,610	
500 Hz	Geleneksel	23,89	8,207	10	35	-	<b>0,043</b>
	İn-Situ	27,78	6,18	20	40	2,401	
1000 Hz	Geleneksel	29,44	11,024	15	45	-	0,111
	İn-Situ	32,78	9,052	20	45	1,789	
2000 Hz	Geleneksel	34,44	4,64	30	40	-	0,133
	İn-Situ	38,33	9,014	30	60	1,673	
4000 Hz	Geleneksel	46,11	19,003	25	70	1,115	0,282
	İn-Situ	44,44	17,756	25	70		
6000 Hz	Geleneksel	50	15,811	30	70	0,229	0,824
	İn-Situ	49,44	16,478	30	70		

Çizelge 5'e göre;

Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 27,22, İn-Situ Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 28,33 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 250 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 250 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,559$ ,  $p > 0,05$ )

Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 23,89, İn-Situ Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 27,78 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 500 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 500 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,043$ )

Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 29,44, İn-Situ Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 32,78 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,111$ ,  $p > 0,05$ )



Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 34,44, İn-Situ Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 38,33 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,133$ ,  $p > 0,05$ )

Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 46,11, İn-Situ Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 44,44 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,282$ ,  $p > 0,05$ )

Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 50, İn-Situ Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 49,44 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,824$ ,  $p > 0,05$ )

Açık Dome kullanıldığında 250, 500, 1000, 2000 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha yüksek elde edilirken, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında daha düşük elde edilmiştir.

Kapalı Dome Uygulamasında Geleneksel ve İn Situ Odyometri Karşılaştırması

Çizelge 6. Kapalı Sleeve Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması

Frekans	Ölçüm	Ortalama (dB)	Standart Sapma (dB)	Min (dB)	Max (dB)	t	p
250 Hz	Geleneksel	52	12,953	35	80	1,327	0,217
	İN-Situ	49	10,488	35	75		
500 Hz	Geleneksel	62	6,325	50	70	1,655	0,132
	İN-Situ	58,5	6,687	50	70		
1000 Hz	Geleneksel	67,5	4,249	60	75	1,922	0,087
	İN-Situ	63,5	5,798	55	75		
2000 Hz	Geleneksel	68,5	4,116	65	75	3,000	<b>0,015</b>
	İN-Situ	66	5,164	60	75		
4000 Hz	Geleneksel	71	7,379	65	85	0,557	0,591
	İN-Situ	70,5	8,317	65	90		
6000 Hz	Geleneksel	75,5	9,846	65	95	-	0,051
	İN-Situ	78,5	9,144	70	95		

Çizelge 6'ya göre;

Kapalı Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 52, İn-Situ Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 49 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 250 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 250 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,217$ ,  $p > 0,05$ )

Kapalı Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 62, İn-Situ Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 58,5 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 500 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 500 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,132$ ,  $p > 0,05$ )

Kapalı Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 67,5 İn-Situ Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 63,5 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,087$ ,  $p > 0,05$ )

Kapalı Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 68,5, İn-Situ Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 66 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,015$ )

Kapalı Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 71, İn-Situ Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 70,5 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,591$ ,  $p > 0,05$ )

Kapalı Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 75,5, İn-Situ Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 78,5 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,051$ ,  $p > 0,05$ )

Kapalı Sleeve Dome kullanıldığında 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha düşük elde edilirken, 6000 Hz frekansında daha yüksek elde edilmiştir.

#### Ventli Sleeve Dome Uygulamasında Geleneksel Ve İn Situ Odyometri Karşılaştırması

Çizelge 7. Ventli Sleeve Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması

Frekans	Ölçüm	Ortalama(dB)	Standart Sapma (dB)	Min (dB)	Max (dB)	t	p
250 Hz	Geleneksel	40,22	11,229	25	60	0,371	0,714
	İn-Situ	39,57	13,392	20	65		
500 Hz	Geleneksel	44,13	10,407	25	70	0,161	0,874
	İn-Situ	43,91	10,971	25	65		
1000 Hz	Geleneksel	50,65	10,478	30	70	0,000	1,000
	İn-Situ	50,65	11,412	30	65		
2000 Hz	Geleneksel	56,30	6,435	45	65	0,204	0,840
	İn-Situ	56,04	6,677	40	65		
4000 Hz	Geleneksel	61,96	8,493	45	80	0,000	1,000
	İn-Situ	61,96	7,796	50	80		
6000 Hz	Geleneksel	68,04	8,221	55	85	0,318	0,753
	İn-Situ	67,61	9,755	45	80		

Çizelge 7'ye göre;

Ventli Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 40,22 İn-Situ Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 39,57 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 250 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 250 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,714$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 44,13 İn-Situ Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 43,91 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 500 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 500 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,874$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 50,65 İn-Situ Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 50,65 olup İn-situ odyometri sonuçları ile geleneksel odyometri sonuçları ortalama değerleri eşit elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ

Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=1,000$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 56,33 İn-Situ Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 56,04 olup İn-situ odyometri sonuçları çok az fark ile daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,840$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 61,96 İn-Situ Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 61,96 olup İn-situ odyometri sonuçları ortalaması ile geleneksel odyometri sonuçları ortalaması eşit elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=1,000$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleeve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 68,04 İn-Situ Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 67,61 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,753$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleeve Dome kullanıldığında 250, 500, 2000, 6000 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha düşük elde edilirken, 1000 ve 4000 Hz frekanslarında eşit elde edilmiştir.

Double-Çift Dome Uygulamasında Geleneksel Ve İn Situ Odyometri Karşılaştırması

Çizelge 8. Double-Çift Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması

Frekans	Ölçüm	Ortalama (dB)	Standart Sapma (dB)	Min (dB)	Max (dB)	t	p
250 Hz	Geleneksel	76,67	4,082	70	80	1,348	0,235
	İn-Situ	73,33	5,164	65	80		
500 Hz	Geleneksel	83,33	7,528	70	90	0,542	0,611
	İn-Situ	82,50	6,892	70	90		
1000 Hz	Geleneksel	84,17	11,143	65	95	2,236	0,076
	İn-Situ	81,67	10,801	65	95		
2000 Hz	Geleneksel	85,00	5,477	75	90	0,791	0,465
	İn-Situ	83,33	7,528	75	95		
4000 Hz	Geleneksel	83,33	5,164	80	90	1,000	0,363
	İn-Situ	80,83	8,010	70	95		
6000 Hz	Geleneksel	88,33	4,082	85	95	2,000	0,102
	İn-Situ	85,00	5,477	75	90		

Çizelge 8'e göre;

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 76,67 İn-Situ Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 73,33 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 250 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 250 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,235$ ,  $p > 0,05$ )

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 83,33 İn-Situ Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 82,5 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 500 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 500 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,611$ ,  $p > 0,05$ )

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 84,17 İn-Situ Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 81,67 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,076$ ,  $p > 0,05$ )

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 85, İn-Situ Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 83,33 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,465$ ,  $p > 0,05$ )

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 83,33 İn-Situ Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 80,83 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,363$ ,  $p > 0,05$ )

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 88,33 İn-Situ Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 85 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,102$ ,  $p > 0,05$ )

Double Dome kullanıldığında tüm frekanslarda in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha düşük elde edilmiştir.

Tulip Dome Uygulamasında Geleneksel Ve İn Situ Odyometri Karşılaştırması

Çizelge 9. Tulip-Lale Dome kullanılan hastaların geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçlarının karşılaştırılması

Frekans	Ölçüm	Ortalama (dB)	Standart Sapma (dB)	Min (dB)	Max (dB)	t	p
250 Hz	Geleneksel	27,92	7,821	15	40	-	0,555
	İN-Situ	29,17	10,408	15	55	0,609	
500 Hz	Geleneksel	27,92	7,217	20	40	-	0,269
	İN-Situ	30,00	8,790	20	50	1,164	
1000 Hz	Geleneksel	32,08	6,201	25	45	0,616	0,551
	İN-Situ	31,25	6,440	25	45		
2000 Hz	Geleneksel	47,08	8,908	30	60	1,000	0,339
	İN-Situ	45,42	9,876	35	65		
4000 Hz	Geleneksel	63,33	8,876	50	75	1,332	0,210
	İN-Situ	61,25	8,561	50	75		
6000 Hz	Geleneksel	70,00	16,514	45	105	2,303	<b>0,042</b>
	İN-Situ	65,42	16,984	30	100		

Çizelge 9'a göre;

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 27,92 İn-Situ Odyometri 250 Hz eşikleri ortalama 29,17 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 250 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 250 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,555$ ,  $p > 0,05$ )

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 27,92 İn-Situ Odyometri 500 Hz eşikleri ortalama 30 olup İn-situ odyometri sonuçları daha yüksek eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 500 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 500 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,269$ ,  $p > 0,05$ )

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 32,08 İn-Situ Odyometri 1000 Hz eşikleri ortalama 31,25 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,551$ ,  $p > 0,05$ )

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 47,08 İn-Situ Odyometri 2000 Hz eşikleri ortalama 45,42 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,339$ ,  $p > 0,05$ )

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 63,33 İn-Situ Odyometri 4000 Hz eşikleri ortalama 61,25 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,210$ ,  $p > 0,05$ )

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 70, İn-Situ Odyometri 6000 Hz eşikleri ortalama 65,42 olup İn-situ odyometri sonuçları daha düşük eşik değerlerinde elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,042$ )

Tulip Dome kullanıldığında 250, 500 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha yüksek elde edilirken, 1000, 2000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında daha düşük elde edilmiştir.

Geleneksel Odyometri ve İn Situ Odyometri Sonuçlarının Karşılaştırması

Çizelge 10. Geleneksel Odyometri ve İn-situ Odyometri sonuçlarının karşılaştırılması

Frekans	Ölçüm	Ortalama (dB)	Standart Sapma (dB)	Min (dB)	Max (dB)	t	p
250 Hz	Geleneksel	41,42	17,469	15	80	0,704	0,484
	İn-Situ	40,75	16,794	15	80		
500 Hz	Geleneksel	44,75	19,903	10	90	-	0,759
	İn-Situ	45,00	18,457	20	90	0,309	
1000 Hz	Geleneksel	49,92	19,452	15	95	0,795	0,430
	İn-Situ	49,33	18,214	20	95		
2000 Hz	Geleneksel	56,08	15,407	30	90	0,574	0,568
	İn-Situ	55,65	14,761	30	95		
4000 Hz	Geleneksel	63,50	14,061	25	90	1,369	0,176
	İn-Situ	62,50	13,793	25	95		
6000 Hz	Geleneksel	69,00	15,065	30	105	1,192	0,238
	İn-Situ	68,00	15,601	30	100		

Çizelge 10'a göre;

Geleneksel Odyometri 250 Hz eşikleri, İn-situ Odyometri 250 Hz eşiklerine göre daha yüksek elde edilmiştir. (ortalamaya göre) Geleneksel Odyometri 250 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 250 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,484$ ,  $p > 0,05$ )

Geleneksel Odyometri 500 Hz eşikleri, İn-situ Odyometri 500 Hz eşiklerine göre çok az fark ile daha düşük elde edilmiştir. (ortalamaya göre) Geleneksel Odyometri 500 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 500 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,759$ ,  $p > 0,05$ )

Geleneksel Odyometri 1000 Hz eşikleri, İn-situ Odyometri 1000 Hz eşiklerine göre çok az fark ile daha yüksek elde edilmiştir. (ortalamaya göre) Geleneksel Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 1000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,430$ ,  $p > 0,05$ )

Geleneksel Odyometri 2000 Hz eşikleri, İn-situ Odyometri 2000 Hz eşiklerine göre çok az fark ile daha yüksek elde edilmiştir. (ortalamaya göre) Geleneksel Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 2000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,568$ ,  $p > 0,05$ )

Geleneksel Odyometri 4000 Hz eşikleri, İn-situ Odyometri 4000 Hz eşiklerine göre çok az fark ile daha yüksek elde edilmiştir. (ortalamaya



göre) Geleneksel Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 4000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir (p=0,176, p > 0,05)

Geleneksel Odyometri 6000 Hz eşikleri, İn-situ Odyometri 6000 Hz eşiklerine göre çok az fark ile daha yüksek elde edilmiştir. (ortalamaya göre) Geleneksel Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri ve İn-situ Odyometri 6000 Hz işitme eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir (p=0,238, p > 0,05)

Geleneksel Odyometri ile İn-situ Odyometri sonuçlarının arasındaki istatistiksel anlamlı farkları kıyaslanacak olursa en yüksek fark 4000Hz ve 6000Hz de, en düşük fark ise 500 Hz de elde edilmiştir. İstatistiksel olarak %95 güven aralığında Geleneksel odyometri tüm frekans eşikleri ile İn-situ odyometri tüm frekans eşikleri arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. (p > 0,05)

Geleneksel APHAP skoru ile İn-Situ APHAP skoru karşılaştırılması

Çizelge 11. Geleneksel Odyometri APHAP ve İn-situ Odyometri APHAP skorları arasındaki farkın işitme cihazı kullanımındaki akustik parametre farkına göre karşılaştırılması

Dome	APHAP	Ortalama (APHAP)	Std. Sapma (APHAP)	Min (APHAP)	Max (APHAP)	t	p
Açık Dome	Geleneksel	40,00	3,606	39	46	-	<b>0,011</b>
	İn-Situ	43,33	5,033	38	48	3,378	
Kapalı Dome	Geleneksel	34,50	1,517	32	36	-	0,215
	İn-Situ	36,00	3,286	33	42	1,419	
Ventli Dome	Geleneksel	36,00	3,808	32	45	-	<b>0,003</b>
	İn-Situ	38,67	4,717	32	49	4,131	
Double Dome	Geleneksel	32,00	2,646	29	34	-	0,622
	İn-Situ	33,00	5,292	27	37	0,577	
Tulip Dome	Geleneksel	38,78	3,528	33	43	-	<b>0,012</b>
	İn-Situ	41,67	4,950	35	50	3,250	
Total	Geleneksel	36,83	4,251	29	46	-	<b>0,000</b>
	İn-Situ	38,93	5,311	27	50	4,797	

Çizelge 11'e göre;

Açık dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 40,00, minimum 39, maksimum 46; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 43,33, minimum 38, maksimum 48 elde edilmiştir. Geleneksel

Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,011$ )

Kapalı Sleve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 34,50, minimum 32, maksimum 36; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 36,00, minimum 33, maksimum 42 elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,215$ ,  $p > 0,05$ )

Ventli Sleve dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 36,00, minimum 32, maksimum 45; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 38,67, minimum 32, maksimum 45 elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,003$ )

Double dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 32,00, minimum 29, maksimum 34; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 33,00, minimum 27, maksimum 37 elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir ( $p=0,622$ ,  $p > 0,05$ )

Tulip dome kullanılan kulaklarda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 38,78, minimum 33, maksimum 43; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 41,67, minimum 35, maksimum 50 elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,012$ )

**Tüm dome tipleri göz önünde bulundurulduğunda Geleneksel Odyometri APHAP skor ortalaması 36,83, minimum 29, maksimum 46; İn-situ Odyometri APHAP skor ortalaması 38,93, minimum 27, maksimum 50 elde edilmiştir. Özetle; Tüm dome tipleri göz önünde bulundurulduğunda Geleneksel Odyometri APHAP skorları ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ( $p=0,000$ )**

Katılımcıların akustik parametrelerdeki ventilasyon büyüklükleri arttıkça arttıkça APHAP skorlarında yükseliş gözlenmiştir. Aynı zamanda tüm akustik

parametrelerde İn-situ odyometri APHAP skorları geleneksel odyometri APHAP skorlarına göre daha yüksek elde edilmiştir.

#### İşitme kaybı derecesi ve Yaş ile APHAP skor ilişkisi

Çizelge 12. Geleneksel Odyometri ve İn-situ Odyometri sonrası APHAP skorları ile işitme kaybı derecesi ve yaşın korelasyon tablosu

		G. AHBAP	İ.AHBAP
Geleneksel Odyometri	Korelasyon Katsayısı	<b>-,662**</b>	<b>-,575**</b>
Saf Ses Ortalaması	Sig. (2-tailed)	<b>,000</b>	<b>,001</b>
İn-Situ Odyometri	Korelasyon Katsayısı	<b>-,653**</b>	<b>-,575**</b>
Saf Ses Ortalaması	Sig. (2-tailed)	<b>,000</b>	<b>,001</b>
Yaş	Korelasyon Katsayısı	<b>-,417*</b>	<b>-,485**</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,022</b>	<b>,007</b>

Çizelge 12'ye göre;

Saf ses ortalaması (işitme kaybı derecesi) ile APHAP skorları arasında yapılan korelasyon analizinde negatif yönlü anlamlı korelasyon elde edilmiştir.

Yaş ile APHAP skorları arasında yapılan korelasyon analizinde de negatif yönlü anlamlı korelasyon elde edilmiştir.

## V.TARTIŞMA

Sensörinöral Tip işitme kaybı bulunan ve işitme cihazı kullanan bireylerin işitme cihazı ayarlamaları esnasında in-situ odyometri kullanımı ve bu kullanım sonrası işitme cihazına etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmamızdaki hipotezlerimiz; geleneksel odyometri ile in-situ odyometri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmaması ve in-situ odyometri ile yapılan ayarlama sonrası işitme cihazı memnuniyet ve kullanımının artacağıdır. Çalışmamızın sonucu olarak Geleneksel odyometri ile in-situ odyometri arasında küçük farklar olsa dahi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Çalışmamızın bir diğer sonucu ise in-situ odyometri ile yapılan ayarlama sonrası APHAP skorlarında artış tespit edilmiştir.

İn-situ odyometri ölçümlerinin işitme cihazı ayarlamasındaki etkisi ile ilgili literatürde benzer çalışmalara rastlanmamıştır. Literatürde benzer çalışma olmamasından ötürü bu bölümde in-situ odyometri kullanılan çalışmalar ve yöntemler karşılaştırılmış ve tartışılmıştır.

İn-situ odyometri, dahili ses üretici ve işitme cihazı alıcısı kullanılarak işitme cihazı aracılığıyla işitme eşik düzeylerinin ölçülmesini sağlayan bir işitme cihazı özelliğidir. Bu özellik, özellikle geleneksel saf tonlu odyometri (PTA) ekipmanının bulunmadığı durumlarda, işitme cihazı armatürlerinde kullanılabilir. Bazı özel işitme cihazları için geleneksel ve in-situ eşikler arasındaki farklar açıklanmış ve tartışılmıştır.

Çalışmamızda; 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz konuşma frekanslarındaki in-situ odyometri ve geleneksel odyometri sonuçları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Söz konusu frekanslar saf ses ortalamasını ve konuşma frekanslarını temsil ettiğinden dolayı hem işitme cihazı ayarlamalarında kullanımı hemde tanısasal olarak da işitme kaybı ile ilgili güvenilir bilgi verdiği düşünülmektedir. Çalışmamızda elde edilen Geleneksel Odyometri ile İn-situ Odyometri sonuçlarını kıyaslayacak olursak Tüm katılımcılar göz önünde bulundurulduğunda anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Anlamlı farklılık farklı

dome çeşitlerinde analiz edildiğinde ise Açık Dome kullanan hastaların geleneksel ve in-situ odyometri sonuçları arasında yalnızca 500 Hz frekansında anlamlı farklılık elde edilmiştir. (p=0,043) Kapalı dome kullanan hastaların geleneksel ve in-situ odyometri sonuçları arasında yalnızca 2000 Hz frekansında anlamlı farklılık elde edilmiştir. (p=0,015) Tulip dome kullanan hastaların geleneksel ve in-situ odyometri sonuçları arasında yalnızca 6000 Hz frekansında anlamlı farklılık elde edilmiştir. (p=0,042) Alçak frekanslardaki iki ölçüm arası farkların düşük frekans sızmasından ötürü olduğu literatür ile uyumlu olarak elde edilmiştir.

Kiessling ve ark. (2015) ‘dan önceki hiçbir araştırma, geniş bir işitme kaybı yelpazesinde çeşitli üreticilere ait bir dizi mevcut işitme cihazı modeli için bu farklılıkları ölçmüş ve karşılaştırmamıştır. Kiessling ve ark. (2015) Geleneksel ve in-situ ölçülen işitme eşiklerinin model tabanlı bir karşılaştırmasını gerçekleştirmiştir. Klinik koşullar altında meydana gelebilecek etkileri incelemek ve genelleştirmek için çeşitli işitme cihazları ile veriler toplandı. Çalışma sensörinöral işitme kaybı olan toplam 30 yetişkin katılımcı Hafif (M), orta ila ileri (MS) ve çok ileri (S) sensörinöral işitme kaybı olan 10 denekten oluşan üç alt gruba ayrıldılar. Test edilen 30 kişinin tamamına, çeşitli üreticilerin dört işitme cihazı modeliyle hem geleneksel PTA hem de in-situ odyometri uygulandı. 500 ve 1500 Hz’de, hemen hemen tüm eşik farkları (geleneksel eksi in-situ veriler) negatifti, yani düşük ila orta frekanslarda, işitme kaybı çoğu cihaz tarafından geleneksel odyometriye göre fazla tahmin edildi. 4000 Hz’de farkların çoğu pozitif, yani 1500 Hz’nin üzerindeki frekans aralığında işitme kaybı sıklıkla daha az elde edildi. İşitme kaybı derecesi arttıkça (M→MS→S), geleneksel odyometriye göre daha az işitme kaybı elde edildi. Geleneksel odyometri ve in-situ eşik seviyeleri arasındaki farklar, (1) frekans, (2) cihaz/işitme kaybı ve (3) kalibrasyon/üretici etkilerine bağlanabilir. Düşük ve orta frekanslarda in-situ odyometri ile birincil olarak işitme kaybının olduğundan fazla tahmin edilmesiyle sonuçlanmıştır. Bu frekans etkileri, esas olarak sesin havalandırma deliklerinden ve sızıntılardan akıp gitmesinden kaynaklanır. Kiessling ve ark. yaptığı çalışmaya benzer olarak çalışmamızda yüksek frekanslarda geleneksel eşiklerden in-situ eşikleri çıkartarak elde edilen

fark pozitifdir. Çalışmamızın bir diğer benzer bulgusu ise işitme kaybı derecesi arttıkça geleneksel odyometriye göre daha az işitme kaybı elde edilmesidir.

Özel kulak kalıpları için havalandırma boyutu ile bunların akustik özellikleri arasındaki ilişki iyi belgelenmiştir ancak son 10 yılda silikondan yapılmış hazır akustik parametreler (domeler) geleneksel özel kulak kalıplarının yerini giderek daha fazla almıştır. Bu akustik parametreler artık tüm İC bağlantı parçalarının yaklaşık %70'inde kullanılmaktadır ([Sullivan \(2018\)](#)). Domelerin yaygınlaşmasının ve yüksek pazar payının birçok nedeni vardır. Dome ölçü gerektirmez, gelişmiş taşıma konforu, kozmetik ve yüksek müşteri memnuniyeti sağlar. ([Winkler ve diğerleri \(2016\)](#)). Çalışmamızda literatürdeki diğer araştırmalarla uyumlu olarak kalıp yerine dome kullanan hastalar üzerinde gerçekleştirilmiş olup, memnuniyet ve konfor odaklı uyarılma planlanmıştır.

Bugün, işitme cihazlarının yaklaşık %70 ila 80'i, özel kulak kalıpları yerine silikon domeler ile uygulanmaktadır. Buna ek olarak, işitme cihazlarının genel ses kalitesi üzerinde etkili olabileceği bir gerçektir. Ancak, domelerin işitme cihazı alıcısıyla bireysel kulak kanalı arasındaki akustik bağlantı üzerindeki etkisi hakkında çok az bilgi mevcuttur.

Cubick ve ark (2022) yaptıkları çalışma ile farklı akustik parametrelerin akustik özelliklerini ve bunların denekler arası değişkenliğini, bu özelliklerin denek içi güvenilirliğini ve kullanıcıların bu parçaları takma konusundaki deneyim düzeylerinin akustik üzerindeki etkisini araştırmıştır. Cubick ve ark. (2022) çalışmada, işitme cihazı üreticisi Widex tarafından sağlanan beş tip akustik parametre (Açık, Lale, Yuvarlak [2-vent], Yuvarlak [1-vent], Double Domes) kullanmıştır. 30 katılımcının (60 kulak) kulak zarından prob-mikrofon ölçümleri yapıldı. İlk ölçümde, gerçek kulak tıkalı yerleştirme kazancı ve havalandırma etkisi ölçülmüştür. Daha sonra katılımcılar, her bir kulaklık uygulamasıyla yaşadıkları subjektif tıkanıklığı derecelendirmiştir. İkinci ölçüm aşamasında, aynı ölçümler her katılımcı için altı kez tekrarlanmıştır. Bu süreçte, akustik kulaklık ucu özelliklerinin içsel değişkenlikleri yanı sıra, kullanıcıların kulaklık ucu kullanım deneyiminin elde edilen gerçek kulak ölçümleri üzerindeki etkisini de araştırmışlardır. Yalnızca 600 Hz'e kadar flat bir gerçek kulak tıkalı kazanç eğrisi olan Double Dome'lar dışında, test edilen tüm kulak uçları ortalama olarak 1 kHz'e kadar flat bir gerçek kulak tıkalı kazanç eğrisi göstermiştir. Bu

bulgular, akustik parametrelerin ve bunların bireysel kulak kanalına bağlanmasının işitme cihazı uygulamasını etkilediğini ve işitme uzmanının bunları dikkate alması ve uygulama yazılımına entegre etmesi gerektiğini göstermektedir. İçsel tutarlılık yüksekliği, kulaklık ucu akustiğinin günlük kullanımda bireyler için sabit kaldığını gösterir. Son olarak, gerçek kulak ölçümleri, bireysel işitme cihazı kullanıcılarına en uygun uyumu sağlamak için klinik uygulamada işitme cihazı uygulama sürecinin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir.

Dome-kulak kalıbı akustik özellikleri bilinmiyorsa, işitme uzmanları, ilk uyumu değerlendirmek için gerçek kulak ölçümleri yaparak hedeflenen uyumu daha iyi sağlayabilir. Ancak bu, rutin olarak işitme sağlığı uzmanlarının yalnızca %40'ı tarafından yapılmaktadır ( [Mueller & Picou 2010](#)), geri kalan işitme uzmanları ise üreticilerin yazılımı tarafından sağlanan tahmini kazanç veya yanıt eğrilerine güvenir ( [Amlani ve ark. 2016](#) ). Çalışmamızda işitme uzmanlarının kullandığı yöntemi değerlendirmek adına gerçek kulak ölçümsüz bir uyarılama tercih edilmiştir. Çalışmamızda domelerin akustik özelliklerinin önemini farkına vararak doğru eşik tayini ve bu doğru eşikler ile hedefe iyi bir eşleme amaçlanmıştır. Cubick ve ark. (2022) kullandıkları dome çeşitleri ile çalışmamızda kullanılan dome çeşitleri birebir aynı firmanın ürettiği domelerdir. Çalışma öncesi kullandığımız domelerin akustik özellikleri hem sektörel tecrübe hemde literatürden destek alınarak harmanlanmıştır.

Akustik özelliklerin bilinmesinin öneminden bahsedildiğinde en önemli etkenlerden biri de oklüzyon etkisidir. Bir kullanıcı tarafından bir işitme cihazı (İC) takıldığında, İC hoparlörü ile kullanıcının kulak kanalı arasında verimli akustik bağlantı sağlamak kullanılan kulak kalıpları kullanılır. Bu tür kulak kalıpları, çok verimli akustik eşleşme ve geri bildirim karşı yüksek direnç sağlarken, bazı sorunlar da yaratırlar. Bunların başında oklüzyon etkisi gelir.

Oklüzyon etkisi, kulak kanalı kapatıldığında 1000 Hz'in altındaki frekanslarda kulak zarındaki ses basıncının artmasıdır. (Dillon (2012)) Oklüzyon etkisinin en çok, /e:/ ve /i:/ ünlülerinin ilk oluşum frekansıyla kabaca çakışan 315 Hz civarında ortalanmış oktav bandında belirgin olduğunu saptanmıştır. (Zurbrugg ve ark. 2014 ) Oklüzyon etkisi, kullanıcının doğal olmayan, gürleyen, boş veya yankılı olarak tanımladığı kendi sesini algılamasını etkileyebilir ( [Carle](#)

[ve ark. 2002](#) ). Oklüzyon etkisini azaltmak için yaygın olarak kullanılan bir önlem, kulak kalıbına bir havalandırma deliği açarak kulak kanalını dış ortama açmaktır. Ancak bu sadece kullanıcının yaşadığı oklüzyon etkisini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda kulak kalıbının sağladığı akustik eşleşmenin özelliklerini de değiştirir. İşitme cihazı (IC) ile güçlendirilmiş ses, tamamen tıkalı bir kulak kanalıyla karşılaştırıldığında kulak zarındaki güçlendirilmiş sesin yanıt seviyesi arasındaki farkı tanımlayan havalandırma etkisinden etkilenir. ( Dillon (2012)).

Havalandırmanın boyutunun arttırılması, düşük frekansta havalandırmanın akustik kütlesi ile ters orantılı olduğundan dolayı, düşük frekanslarda seviye düşüşüne neden olabilir. ( [Kuk ve ark. \(2009\)](#) ).

Domeler, açık bir uyum sağlamayı amaçlayan tipten, kulak kanalını tamamen kapatmayı amaçlayan tiplere kadar farklılık gösterir. Bazı araştırmalar, açık kulak uçlarının özelliklerini incelemiştir. [Winkler ve ark. \(2016\)](#), kullanıcının kendi sesinin kalitesi, görünümü, lokalizasyonu, rüzgar gürültüsü ve çiğneme veya yutkunma sesi açısından açık uygulama yapılması ile işitme cihazlarının günlük yaşamda daha iyi memnuniyetle kullanıldığını bildirmiştir. Domeler çoğunlukla oklüzyon etkisini azaltır. ( [Kiessling ve ark. 2005](#) ). Ancak kulak kanalının açılması, geleneksel kapalı kulak kalıplarına kıyasla işitme cihazlarının sinyal işleminde bazı zorluklar getirebilir. [Magnusson ve arkadaşları \(2013\)](#) , yönlü mikrofonların ve gürültü azaltmanın faydalarının azaldığını bildirmiştir. Fakat düşük frekanslarda nispeten normal işiten kişiler için açık dome kullanımı hala iyi bir seçenek olarak kullanılabilir. ( [Mueller & Ricketts 2006](#) ).

Çalışmamızda geleneksel Odyometri ile İn-situ Odyometri sonuçlarının arasındaki istatistiksel anlamlı farkları kıyaslanacak olursa en yüksek fark 4000Hz ve 6000Hz de, en düşük fark ise 500 Hz de elde edilmiştir. İstatistiksel olarak %95 güven aralığında Geleneksel odyometri tüm frekans eşikleri ve saf ses ortalamaları ile İn-situ odyometri tüm frekans eşikleri ve saf ses ortalamaları arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. ( $p > 0,05$ )

İn-Situ odyometriye araştırmalar, geleneksel olarak ölçülen eşik verileri kadar geçerli ve güvenilir eşik verileri sağlayabileceğini öne sürmüştür. (Smith-Olinde et. All. (2006); Winter (1998)) Her iki çalışma da darbeli tonlar üreten



Widex'in Sensogram programı ve Widex kulak arkası (BTE) cihazları kullanılarak in-situ eşikler elde etmiştir. Winter & Kuk (1998) 14 çocuk üzerinde ölçülen eşik düzeylerindeki fark ayrıntılı olarak incelenmemiş ve Smith-Olinde ve ark. (2006) normal işiten katılımcılarda gerçekleştirmiştir. Çalışmamızda literatürdeki bu erken çalışmalardan farklı olarak elde edilen eşik düzeyleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve yalnızca normal işitenlerde değil farklı derece işitme kayıplarında da gerçekleştirilerek sonuçlar analiz edilmiştir.

Yerinde ölçülen eşiklerin güvenilirliğini ve geçerliliğini daha iyi anlamak için, özellikle işitme cihazı uyarlaması sırasında akustik parametre önemini O'Brien ve arkadaşları (2010), 24 işitme kayıplı katılımcı üzerinde araştırmıştır. Katılımcıların işitme eşiği seviyeleri, geleneksel odyometri kullanan kulaklıklarla ve in-situ olarak açık ve kapalı dome ile Siemens BTE cihazı kullanılarak iki kez ölçüldü. Bu çalışma, daha az tıkayıcı olan açık dome ile düşük frekanslı sızıntı ile tutarlı olan 1500 Hz'e kadar olan frekanslarda dB HL eşikleri arasında önemli farklılıklar bulmuştur. 250 Hz'de, açık uç için ortalama fark 30 dB, kapalı uç için 10 dB'dir. Daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak, O'Brien ve ark. (2010) in-situ eşik ölçümlerinin en az geleneksel olarak elde edilenler kadar güvenilir olduğunu bulmuşlardır.

Genel olarak, yerinde odyometri üzerine yapılan mevcut çalışmalar, bir kişi için geçerli ve güvenilir verilerin sağlanmasının zorlukları da olsa, farklı akustik parametreler ile birleştirilmiş bir işitme cihazı aracılığıyla in-situ eşiği ölçmenin fizibilitesini doğrulamaktadır. O'Brien ve ark. Yaptığı çalışmanın katılımcı sayısı ile çalışmamızın katılımcı sayısı yakın olup, çalışmamızda kullanılan A&M marka işitme cihazları ile aynı aile işitme cihazları (Siemens) kullanılmıştır. O'Brien ve ark. (2010) yaptığı çalışmanın sonuçlarına farklı olarak eşikler arasında yüksek farklar elde edilmemiştir. O'Brien ve ark. (2010) uyumlu olarak in-situ eşiklerinin geleneksel eşikler kadar güvenilir olduğu sonucu elde edilmiştir.

Özel ekipman ihtiyacını azaltmanın yanı sıra, işitme eşiği seviyelerini in-situ ölçmenin bir avantajı, dönüştürücünün bireye bağlanmasından kaynaklanan işitme eşiğindeki herhangi bir hatanın, işitme cihazı tarafından sağlanan kazançtaki zıt hatayla kısmen dengelenmesidir. Bununla birlikte, aynı iki faktör, işitme cihazı dönüştürücüsü ve kulaklık kuplörü, klinik odyometre ile ölçülebilen

eşik seviyelerine kıyasla cihazla ölçülebilen eşik seviyeleri aralığı üzerinde daha büyük sınırlamalar getirecektir.

Dönüştürücünün maksimum çıkışı, tüm frekans aralığında ulaşılabilen en yüksek sunum seviyesini belirlerken, dar bir hortum çapı yüksek frekanslarda üst sınırları 9 dB'ye kadar azaltabilirken, açık kulak uçlarında sızıntı üst sınırları 250 Hz'de 30 dB'ye, 500 Hz'de 25 dB'ye ve 1000 Hz'de 10 dB'ye kadar azaltabilir. Ayrıca, dönüştürücünün çıkış seviyesi ne kadar yüksekse, düşük seviyeli tonların dönüştürücü gürültüsünden etkilenme olasılığı da o kadar yüksek olmaktadır. Sonuç olarak, farklı işitme kaybı derecelerini ölçmek için farklı dönüştürücüler ve dolayısıyla farklı işitme cihazları esasen gerekebilmektedir. Bu nedenle, hoparör kulak içi RIC model işitme cihazları modüler yapısı nedeni ile bu sınırlamaları geride bırakabilmektedir.

Çalışmamızda geleneksel odyometri APHAP ile İn-situ odyometri APHAP skorları arasındaki ortalama fark -2.100, standart sapma 2.398 elde edilmiştir. %95 güven aralığında istatistiksel olarak Geleneksel Odyometri APHAP ile İn-situ Odyometri APHAP arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir. ( $p=0,000$ ) Çalışmamızda in-situ APHAP ve geleneksel APHAP skorları arasındaki farklılıklar (in-situ APHAP skorları daha yüksek) ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olması geleneksel dönüştürücünün bireye bağlanmasından kaynaklanan işitme eşiğindeki herhangi bir hatanın, in-situ da işitme cihazı tarafından sağlanan kazançtaki zıt hatayla kısmen dengelenmesi nedeniyle olduğu varsayılabilir. Fakat yalnızca bu sebebi ortaya koymak yetersiz olacaktır. İn-situ eşikler ile uyarlama sonucu APHAP skorlarının pozitif değişimini ve bu değişimi etkileyen faktörleri detaylı inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır.

Ortam gürültüsü, özellikle işitme cihazının kulak içine açık bir dome ile bağlandığı durumlarda eşik ölçümleri için potansiyel bir tehlike oluşturabilir. İşitme cihazı dönüştürücüsünün uygun şekilde kalibre edilmesini sağlamak, üreticilerin sorumluluğundadır.

Geleneksel odyometri dB HL'de geçerli eşiklere ulaşmak için, dB HL'de ölçülen in-situ eşiklerin, beklenen düşük frekansı telafi etmek için işitme cihazı dönüştürücüsüne ve seçilen domeye uygun ortalama farklılık değerleri kullanılarak önce dB SPL'ye dönüştürülmesi gerektiğini O'Brien ve ark. (2010),

savunmuştur. O'Brien ve ark. (2010), her dönüştürücü (kulaklık veya işitme cihazı) ve akustik parametre (açık, kapalı ve ventli dome) ile elde edilen farklılık ölçümlerinin standart sapma değerlerini hesaplamıştır. Frekanslar arasındaki dengede, geleneksel olarak ve in-situ olarak ölçülen eşik farklarının standart sapma değerleri benzerlik göstermiştir. Kapalı dome ile in-situ ölçümde standart sapma değerleri, kıyaslandığında, 250 ve 500 Hz'de çok daha yüksek elde edilmiştir. Genel olarak, 250 Hz'de kapalı dome ile yapılan in-situ ölçümler dışında, yerinde ölçümlerin güvenilirliği, özellikle 2000 Hz'nin üzerindeki frekanslarda, kulak üstü kulaklıklarla elde edilenlere kıyasla daha iyi sonuçlar vermiştir. Açık dome ile in-situ ölçümler, en az dahili kulaklıklarla elde edilenler kadar doğru sonuçlar sağlamıştır ve geleneksel ölçümlerle benzer seviyededir. O'Brien ve ark. (2010)'a uyumlu olarak 250 Hz de kapalı dome ile standart sapmalar yüksek elde edilirken; uyumsuz olarak açık dome ile elde edilen in-situ ölçümlerde özellikle 2000 Hz altı frekanslarda standart sapma yüksek elde edilmiştir.

Çalışmamızın bir bulgusu domelerde ventilasyon boyutu küçüldükçe geleneksel odyometriye göre in-situ eşik değerlerinin düşük elde edilmesidir. Açık dome ile yapılan ölçümlerde (0.25, 0.5, 1, 2 kHz) konuşma frekanslarında geleneksel odyometri ye göre in-situ odyometri sonuçları daha yüksek elde edilmiştir. Double dome ile yapılan tüm ölçümlerde geleneksel odyometri ye göre in-situ odyometri sonuçları daha düşük elde edilmiştir. Sonuçların en yakın olduğu ve nerdeyse tüm frekanslarda eşit olduğu dome çeşidi ventli sleeve domedir.

Bir İC'nin kullanıcıya ilk uyumu, genellikle, odyogramlarına dayalı bir uyarılma kuralından hastanın kulak zarındaki bir kazanç reçetesine veya istenen yanıt düzeyine dayanır. Bu nedenle, İC kullanıcısının kulak zarındaki toplam kazanç veya ses basıncının hesaplanması ve kulak kalıbının veya kulak ucunun akustik etkilerinin bilinmesi ve takma hedefiyle eşleştirmenin düşünülmesi gerekir (Aazh ve ark. 2012 ).

Doğru reçete ile kazanç, daha doğru bir adaptasyon ve uyum, işitme cihazlarında daha düşük geri dönüş oranı ve artan hasta memnuniyeti ile sonuçlanır. Gerekli kazancı belirlemek için in-situ eşik ölçümleri kullanılabilir. Digiovanni ve ark. (2010) Widex Corporation, firmasının

Sensogram adı verilen bir in-situ eşik ölçüm stratejisi kullanarak elde edilen yanıtların mevcut klinik eşik ölçüm yöntemleri kullanılarak elde edilenlere eşdeğer olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışma toplam 20 katılımcı (10 normal işiten 10 işitme kayıplı) ile gerçekleştirilmiştir. Normal işiten grup, 250-8000 Hz oktav frekanslarında 15 dB HL veya daha iyi eşiklere sahipti. İşitme engelli grubun değişen derecelerde eşikleri ve eşikleri 25 dB HL üç frekanslı saf ton ortalamasına eşit veya daha düşük olan konfigürasyonları vardı. Çalışmada genel olarak Widex Sensogram aracılığıyla elde edilen eşikler, bir klinik odyometre ve ER-3A insert hoparlörler kullanılarak her katılımcı için elde edilen eşiklerle karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Sensogram yöntemiyle, Sensogram eşikleri ile geleneksel odyometrik eşikler arasında anlamlı bir fark bulundu ve her iki grup için de 0.5, 1.0 ve 2.0 kHz'de daha iyi eşik değerleri elde edilmiştir. Sensogram verileri, konuşma anlaşılabilirliği için önemli olan çeşitli frekanslarda geleneksel odyometriden önemli ölçüde farklıdır. Ölçümler dB HL cinsinden alınmış, sunulmuştur ve odyometre standartlara göre kalibre edilirken, işitme cihazı dönüştürücüsünün kalibre edildiğinden söz edilmemektedir. Eşikler arasındaki tutarsızlığın, belirli bir dB HL değeri için iki dönüştürücü tarafından üretilen dB SPL'deki farklılıklardan ötürü olacağını savunmuşlardır. Digiovanni ve ark. (2010) yaptıkları çalışma ile bizim çalışmamızın metodolojisi benzer olmakla birlikte bulgular uyumsuz elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda Digiovanni ve ark.(2010)'a uyumsuz olarak geleneksel ve in-situ eşikleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Fakat APHAP skorları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılığın sebebinin in-situ eşiklerinin küçük de olsa farklı çıkması ve muhtemel hedefe daha iyi oturması olduğu düşünülmektedir. Digiovanni ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada geleneksel odyometride insert kulaklık kullanılırken, bizim çalışmamızda supraural kulaklıklar kullanılmıştır.

[Uriarte ve ark. \(2005\)](#), Daha yüksek derecede işitme kaybına sahip işitme cihazı kullanıcılarının, daha iyi işitme yeteneğine sahip bireylere kıyasla, işitme cihazlarından daha fazla memnuniyet duyduğu bulunmuştur. İşitme eşikleri, ortalama 40,2 dB (saf ses ortalaması) ile 0 ila 110 dB HL arasında değişmektedir.). Uriarte ve arkadaşlarına uyumsuz olarak çalışmamızda en yüksek memnuniyet hafif ve orta dereceli işitme kayıplarında işitme cihazı kullanımında elde edilmiştir.

[Chang ve ark. \(2008\)](#), çalışma grubunu yaşa özel iki alt gruba ayırarak, yaş ile hem işitme cihazı kullanım miktarı hem de devam eden işitme cihazı bakımındaki kişiler arasındaki memnuniyet arasındaki ilişkiyi araştırdı. İki yaş grubu (a) 65 ila 80 (n = 32) ve (b) >80 yaş (n=27) arasında işitme cihazı kullanımı veya memnuniyet açısından anlamlı bir fark yoktu. [Uriarte ve ark. \(2005\)](#) benzer şekilde, [yaşın işitme cihazı](#) memnuniyeti açısından etkili olmayan bir faktör olduğu sonucuna varmıştır. Öte yandan, [Mulrow ve ark. \(1992\)](#), [daha düşük yaşın daha yüksek](#) memnuniyetle ilişkili olduğunu bulmuşlardır. [Hosford-Dunn ve Halpern \(2001\)](#), Daha genç işitme cihazı kullanıcılarının, daha yaşlı kullanıcılara kıyasla daha yüksek düzeyde memnuniyet bildirdiği ancak yapılan çalışmalarda yaş ile işitme cihazı kullanımı arasında bir ilişki bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu, yaşın işitme cihazı kullanımı veya memnuniyet üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı konusunda hemfikir görünmektedir. Bizim çalışmamız ise literatürdeki bazı çalışmalara benzer olarak genç yaşlıların işitme cihazlarından ileri yaşlı insanlara göre daha memnun oldukları konusunda sonuçlar vermiştir. Yaşla ilgili rapor veren çalışmaların büyük çoğunluğunun 60 yaşından büyük katılımcıları içerdiğini bizim çalışmamızın ise 40 yaş ve üstü bireyler ile birlikte daha genç yaşlı popülasyon ile gerçekleştirildiği için bu sonuç çıkacağı düşünülmektedir.

İşitme cihazı deneyiminin günlük işitme cihazı kullanım miktarı ve memnuniyet düzeyi ile nasıl ilişkili olduğunu açıklayan 3 farklı çalışma incelenmiştir. [Hosford-Dunn ve Halpern \(2001\)](#), yaptıkları çalışmada bizim bulgularımızla uyumlu olarak toplam işitme cihazı kullanım süresi (işitme cihazı deneyimi) ile işitme cihazı kullanımı ve memnuniyet arasında pozitif bir ilişki bulmuşlardır. [Saunders ve Jutai \(2004\)](#) tarafından Yapılan çalışma, günlük işitme cihazı kullanımı ile toplam yaşam boyu kullanım (>10 yıl) arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar adaptasyon süreci ile birlikte bireylerin işitme cihazlarını her gün geçtikçe daha uzun süre kullanma eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır. İşitme cihazı memnuniyeti ile ilgili olarak, [Uriarte ve ark. \(2005\)](#), Önceki işitme cihazı deneyiminin, genel memnuniyet üzerinde önemli bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, daha fazla işitme cihazı

deneyimi, genellikle daha yüksek memnuniyetle ilişkilendirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise işitme cihazı ilk kullanım veya daha önceki cihaz kullanımı sorgulanmamıştır.

Self Fitting işitme cihazları ile uygun bir temel yanıt elde etmek için kendi kendini yöneten, otomatikleştirilmiş bir in-situ eşik testi esastır. Keidser ve ark (2011)'de belirttiği gibi, literatürde hem otomatik odyometrinin hem de in-situ eşik ölçümlerinin güvenilirliği ve geçerliliği için yeterli destek vardır. [Mahomed, ve ark \(2013\)](#) geçerli in-situ eşik değerlerin anahtarının, işitme cihazı dönüştürücüsü ve kuplaj farklılıklarında spesifik düzeltmenin uygulanmasıdır.

Convery ve ark. (2015) yaptığı çalışma ile kendi kendini yöneten otomatik in-situ eşik ölçümlerinin geçerliliği ve güvenilirliğini, belirtilen süreci doğru bir şekilde takip eden katılımcılar arasında doğrulamıştır. [Convery ve ark. \(2015\)](#), test sırasında yüksek frekanslardaki eşğin işitme cihazının en yüksek seviyesinde veya ötesinde olduğu durumlarda uzun süreli sessizlik olasılığını azaltmak ve en yüksek frekansların arka arkaya sunulmasını önlemek amacıyla test frekanslarının sırasının dengeli bir şekilde rastgele hale getirilmesini önermiştir. Bu önerinin kullanımında klinik olarak zorluğun olmaması ve hasta üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulduğunda uygulanabilirliği yüksektir.

Boymans ve ark. (2017) self-fitting bir işitme cihazının ve in-situ odyometrenin potansiyelini ve sınırlamalarını araştırmıştır. İn-situ odyometri "gelişmekte olan" dünyada veya geleneksel odyometreye erişimi zor olan kısımlarda kullanılabilir. Boymans ve ark. hafif derece işitme kaybı olan yirmi kişi üzerinde yaptıkları çalışmada in-situ odyometri ile geleneksel odyometri karşılaştırıldığında, bir test-tekrar test güvenilirliği (SD <3,7 dB) elde etmiştir. Boymans ve arkadaşlarına benzer olarak bizim çalışmamızda da in-situ odyometri ile geleneksel saf ses odyometrisi arasında iyi bir uyum elde edilmiştir.

#### **A. Çalışmanın Sınırlılıkları**

Çalışmamızda işitme cihazı memnuniyeti kısaltılmış APHAP anketi ile değerlendirilmiştir. Çalışmamızda daha detaylı işitme cihazı memnuniyet anketleri kullanımının sonuçları nasıl etkileyeceği ileri çalışmaların konusu olarak düşünülebilir.

Çalışmamızda işitme cihazı uyarlama sürecinde gerçek kulak ölçümü kullanılmamıştır. Gerçek kulak ölçümü kullanılması işitme cihazı memnuniyetini olumlu yönde etkileyebileceğinden dolayı çalışmamızın sınırlılıklarından biri gerçek kulak ölçümünün uyarlama sürecinde kullanılmamasıdır. İleri çalışmalarda gerçek kulak ölçümünü uyarlama sürecine dahil ederek ortaya çıkacak sonuçlar literatüre değerli katkılarda bulunacağı düşünülmüştür.

Çalışmamızda yalnızca işitme kayıplı katılımcılar kullanılmıştır, normal işiten bireylerin geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçları arasındaki farklar ilerleyen çalışmaların konusu olabilir.

Çalışmamızda işitme kaybı dereceleri, akustik parametreler eşit dağılmamıştır. İleri çalışmalarda katılımcı popülasyonu arttırılıp işitme kaybı dereceleri ve akustik parametreler eşit popülasyonda değerlendirilebilir.

## **VI. SONUÇLAR**

Çalışmada hafif, orta, ileri ve çok ileri derecelerde bilateral sensörinöral tip kayıplı RIC model işitme cihazı kullanan bireylerde geleneksel odyometri ve in-situ odyometri testleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan odyometrik ölçümler sonrası işitme cihazı uyarlamaları tekrarlanmış ve 15 gün sonra yapılan uyarlama kontrol edilerek APHAP uygulanmıştır. Odyometri sonuçları ve APHAP skorları değerlendirilip karşılaştırılmıştır.

### **A. Ana Sonuçlar**

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre geleneksel odyometri ve in-situ odyometri sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. İn-situ odyometri geleneksel odyometrinin yapılamadığı durumlarda tek başına işitme testi olarak kullanılabilir potansiyelde doğruluk ile çalıştığı gözlenmiştir.

Çalışmamızın ikinci ana sonucu ise geleneksel odyometri sonuçlarına ekstra olarak uyarlama esnasında in-situ odyometri gerçekleştirilerek yapılan her kontrol ve uyarlamada hasta kullanımı ve memnuniyeti olumlu yönde etkilenmiştir. Günlük pratikte çoğu işitme uzmanı in-situ odyometri ölçümlerini kullanmamaktadır. Çalışmamız ışığında in-situ odyometri ölçümlerini işitme cihazı uyarlamasında günlük pratiğimize ekleyerek işitme cihazı memnuniyetinin artacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda in-situ ölçümün bizlere ekstra bir donanım ve cihaz tasarrufu ile odyometreye erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde veya acil durum anlarında hastanın kendi donanımı- işitme cihazı üzerinden geleneksel odyometriye yakın sonuçlar alabilmemize olanak sağladığı görülmüştür.

Açık Dome kullanıldığında 250, 500, 1000, 2000 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha yüksek elde edilirken, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında daha düşük elde edilmiştir.



Kapalı Sleeve Dome kullanıldığında 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha düşük elde edilirken, 6000 Hz frekansında daha yüksek elde edilmiştir.

Ventli Sleeve Dome kullanıldığında 250, 500, 2000, 6000 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha düşük elde edilirken, 1000 ve 4000 Hz frekanslarında eşit elde edilmiştir.

Double Dome kullanıldığında tüm frekanslarda in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha düşük elde edilmiştir.

Tulip Dome kullanıldığında 250, 500 Hz frekanslarında in-situ odyometri sonuçları geleneksel odyometri sonuçlarına göre daha yüksek elde edilirken, 1000, 2000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında daha düşük elde edilmiştir.

Çalışmamızda; günlük yaşamda işitme cihazlarının akustik parametrelerdeki ventilasyon büyüklükleri arttıkça APHAP skorlarında yükseliş elde edilmiştir. Katılımcıların yaşları yüksek olanların APHAP skorları düşük elde edilmiştir. Katılımcılardan günlük işitme cihazı kullanımı fazla olanların APHAP skorları yüksek elde edilmiştir. Katılımcılardan işitme kaybı dereceleri yüksek olanların APHAP skorları düşük elde edilmiştir.

Geleneksel Odyometri ile İn-situ Odyometri sonuçlarının arasındaki farklar kıyaslanacak olursa en yüksek fark 4000Hz ve 6000Hz de, en düşük fark ise 500 Hz de elde edilmiştir. İstatistiksel olarak %95 güven aralığında Geleneksel odyometri tüm frekans eşikleri ve saf ses ortalamaları ile İn-situ odyometri tüm frekans eşikleri ve saf ses ortalamaları arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. ( $p > 0,05$ )

İn-situ odyometri APHAP skorları geleneksel odyometri APHAP skorlarına göre daha yüksek elde edilmiştir. Geleneksel Odyometri APHAP ile İn-situ Odyometri APHAP skorları arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir. ( $p=0,000$ )

## VII. KAYNAKLAR

### KİTAPLAR

DILLON H. (2012). **Hearing Aids**. Thieme.

KUSHALNAGAR, R. (2019). **Deafness and Hearing Loss**. Springer, London.

MANSOUR, S., MAGNAN J., HAIDAR H., NICOLAS K., LOURYAN S. (2013). **Comprehensive and Clinical Anatomy of the Middle Ear**. Springer.

ÖNERCİ, T.M. (2009). **Diagnosis in Otorhinolaryngology**. Springer, Berlin, Heidelberg.

VALENTE, M. (2002). **Strategies for Selecting and Verifying Hearing Aid Fittings**. In Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings (2nd ed., pp. 66–124). Thieme.

### MAKALELER

AAZH, H., MOORE, B. C., & PRASHER, D. (2012). **The accuracy of matching target insertion gains with open-fit hearing aids**. American journal of audiology, 21(2), 175–180.

AMLANI A., PUMFORD J., GESSLING E. (2016). **Improving patient perception of clinical services through real-ear measurements**. Hear Rev, 23, 12.

BALFOUR, P. B., & HAWKINS, D. B. (1992). **A comparison of sound quality judgments for monaural and binaural hearing aid processed stimuli**. Ear and hearing, 13(5), 331–339

BLAY A. (2010). **Critical Review: Do Elderly Hearing Aid Users Perform Better on Speech Recognition in Noise Tests when Fitted Monaurally or Binaurally?**

- BLOCK, M. (2008). **Adding Precision to the Initial Hearing Aid Fitting.** *The Hearing Professional*, 57(4), 7–10.
- BOYMANS, M., & DRESCHLER, W. A. (2017). **In situ Hearing Tests for the Purpose of a Self-Fit Hearing Aid.** *Audiology & neuro-otology*, 22(1), 15–23.
- CARLE, R., LAUGESSEN, S., & NIELSEN, C. (2002). **Observations on the relations among occlusion effect, compliance, and vent size.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(1), 25–37.
- CHANG, W. H., TSENG, H. C., CHAO, T. K., HSU, C. J., & LIU, T. C. (2008). **Measurement of hearing aid outcome in the elderly: comparison between young and old elderly.** *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 138(6), 730–734.
- CONVERY, E., KEIDSER, G., SEETO, M., YEEND, I., & FREESTON, K. (2015). **Factors affecting reliability and validity of self-directed automatic in situ audiometry: implications for self-fitting hearing AIDS.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 26(1), 5–18.
- CUBICK, J., CAPORALI, S., LELIC, D., CATIC, J., VIKÆR DAMSGAARD, A., ROSE, S., IVES, T., & SCHMIDT, E. (2022). **The Acoustics of Instant Ear Tips and Their Implications for Hearing-Aid Fitting.** *Ear and hearing*, 43(6), 1771–1782.
- DIGIOVANNI, J. J., & PRATT, R. M. (2010). **Verification of in situ thresholds and integrated real-ear measurements.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 21(10), 663–670.
- DILLON H, KEIDSER G, CHING T, FLAX M, BREWER S. (2015). **Development of NAL-NL2. (1st edn).** The hearing CRC & the National Acoustic Laboratories.
- DOLDOURAS, S. (2017). **Hearing Aid Technology.** *Glob J Oto*, 6(1): 555676.
- DURISALA, N. (2015). **In-situ audiometry: How close is it to conventional audiometry?.** *Hearing, Balance and Communication*, 13(1), 8–14.

- FRISBY, C., EIKELBOOM, R. H., MAHOMED-ASMAIL, F., KUPER, H., MOORE, D. R., DE KOCK, T., MANCHAI AH, V., & SWANEPOEL, W. (2023). **Mobile Health Hearing Aid Acclimatization and Support Program in Low-Income Communities: Feasibility Study.** JMIR formative research, 7, e46043.
- GHADA M W F. **Ear Anatomy.** *Glob J Otolaryngol* 2017; 4(1): 555630.
- HALL, W. C., LEVIN, L. L., & ANDERSON, M. L. (2017). **Language deprivation syndrome: a possible neurodevelopmental disorder with sociocultural origins.** *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 52(6), 761–776.
- HOPPE, U., & HESSE, G. (2017). **Hearing aids: indications, technology, adaptation, and quality control.** *GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery*, 16, Doc08.
- HOSFORD-DUNN, H., & HALPERN, J. (2001). **Clinical application of the SADL scale in private practice II: predictive validity of fitting variables. Satisfaction with Amplification in Daily Life.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 12(1), 15–36.
- KEIDSER, G., DILLON, H., ZHOU, D., & CARTER, L. (2011). **Threshold measurements by self-fitting hearing aids: feasibility and challenges.** *Trends in amplification*, 15(4), 167–174.
- KIESSLING J., BRENNER B., JESPERSEN C. T., GROTH J., JENSEN O. D. (2005). **Occlusion effect of earmolds with different venting systems.** *J Am Acad Audiol*, 16, 237–249.
- KIESSLING, J., LEIFHOLZ, M., UNKEL, S., PONS-KUHNEMANN, J., JESPERSEN, C. T., & PEDERSEN, J. N. (2015). **A comparison of conventional and in-situ audiometry on participants with varying levels of sensorineural hearing loss.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 26(1), 68–79.
- KILLION, M. (1999). **Digital, Analogue and Directional: Will the real winner please step forward.** BSHAA NEWS.

- KIRKWOOD, D.H. (2006). **Survey: Dispensers fitted more hearing aids in 2005 at higher prices.** *The Hearing Journal*, 59, 40.
- KOBLER, S., & ROSENHALL, U. (2002). **Horizontal localization and speech intelligibility with bilateral and unilateral hearing aid amplification.** *International journal of audiology*, 41(7), 395–400.
- KOCHKIN S, BECK DL, CHRISTENSEN LA, COMPTON-CONLEY C, KRICOS PB, FLIGOR BJ, MCSPADEN JB, MUELLER HG, NILSSON MJ, NORTHERN JL, POWERS TA, SWEETOW RW, TAYLOR B, TURNER RG. (2010). **MarkeTrak VIII: The impact of the hearing healthcare professional on hearing aid user success.** *Hearing Review*, 17(4):12-34.
- KUK F., KEENAN D., LAU C. C. (2009). **Comparison of vent effects between a solid earmold and a hollow earmold.** *J Am Acad Audiol*, 20, 480–491.
- KUK, F., KEENAN, D., & LAU, C. C. (2005). **Vent configurations on subjective and objective occlusion effect.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(9), 747–762.
- MAGNUSSON L., CLAESSION A., PERSSON M., TENGSTRAND T. (2013). **Speech recognition in noise using bilateral open-fit hearing aids: The limited benefit of directional microphones and noise reduction.** *Int J Audiol*, 52, 29–36.
- MAHOMED, F., SWANEPOEL, D. W., EIKELBOOM, R. H., & SOER, M. (2013). **Validity of automated threshold audiometry: A systematic review and meta-analysis.** *Ear and Hearing*.
- MALTBY M. (2009). **Adult Aural Rehabilitation.** Distance Learning Ltd, Guernsey, p. 2-3.
- MAYBERRY, R. I., LOCK, E., & KAZMI, H. (2002). **Linguistic ability and early language exposure.** *Nature*, 417, 38.
- MITCHELL, R. E., YOUNG, T. A., BACHLEDA, B., & KARCHMER, M. A. (2006). **How Many People Use ASL in the United States? Why Estimates Need Updating.** *Sign Language Studies*, 6(3), 306–335.

- MUELLER H. G., PICOU E. M. (2010). **Survey examines popularity of real-ear probe-microphone measures.** *Hear J*, 63, 27–28,30,32.
- MUELLER H. G., RICKETTS T. A. (2006). **Open-canal fittings: Ten take-home tips.** *Hear J*, 59, 24–39.
- MULROW C. D., TULEY M. R., AGUILAR C. (1992). **Correlates of Successful Hearing Aid Use in Older Adults.** *Ear and Hearing*, 13(2), 108–113.
- O'BRIEN A., KEIDSER G., YEEND I., HARTLEY L., DILLON H. (2010). **Validity and reliability of in-situ air conduction thresholds measured through hearing aids coupled to closed and open instant-fit tips.** *International Journal of Audiology*, 49, 868-876.
- SAUNDERS G. H., JUTAI J. W. (2004). **Hearing specific and generic measures of the psychosocial impact of hearing aids.** *Journal of American Academy Audiology*, 15, 238–248.
- SAUNDERS, G. H., LEWIS, M. S., & FORSLINE, A. (2009). **Expectations, prefitting counseling, and hearing aid outcome.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(5), 320–334.
- SMITH-OLINDE L., NICHOLSON N., CHIVERS C., HIGHLY P. (2006). **Test-retest reliability of in-situ unaided thresholds in adults.** *American Journal of Audiology*, 15, 75-80.
- SULLIVAN R. F. (2018). **A simple and expedient method to facilitate receiver-in-canal (RIC) non-custon tip insertion.** *Hear Rev*, 25, 12–13.
- URIARTE, M., DENZIN, L., DUNSTAN, A., SELLARS, J., & HICKSON, L. (2005). **Measuring hearing aid outcomes using the Satisfaction with Amplification in Daily Life (SADL) questionnaire: Australian data.** *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(6), 383–402.
- WINKLER, A., LATZEL, M., & HOLUBE, I. (2016). **Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A Literature Review of Both Fitting Approaches.** *Trends in hearing*, 20, 2331216516631741.

WINTER M., KUK F. (1998). **Using a DSP instrument fitting protocol for paediatric cases.** Hearing Review, 15(11), 27, 71-73.

WONG, L. L. N. (2011). **Evidence on Self-Fitting Hearing Aids.** Trends in Amplification, 15(4), 215–225.

ZURBRUGG T., STIRNEMANN A., KUSTER M., LISSEK H. (2014). **Investigations on the physical factors influencing the ear canal occlusion effect caused by hearing aids.** Acta Acust United Acust, 100, 527–536.

## **ELEKTRONİK KAYNAKLAR**

BANERJEE, S. (2011). Binaural Spatial Mapping optimizes real-world hearing aid behavior. (1st edn). [ebook] Starkey Laboratories.

BANERJEE, S. (2011). The Compression Handbook. (3rd edn). [ebook] Starkey Laboratories.

BEUTELMANN, R. (2009). Modelling binaural speech intelligibility in spatial noise and reverberation for normal-hearing and hearingimpaired subjects. (1st edn). [ebook] Oldenburg, USA, p.3.

GALSTER, J. (2014). Voice iQ - Multivariate Benefits. (1st edn). [ebook] Starkey Hearing Technologies.

American Speech-Language-Hearing Association. Causes of hearing loss. <https://www.asha.org/public/hearing/causes-of-hearing-loss/>

American Speech-Language-Hearing Association. Hearing Aids For Adults. [www.asha.org/practice-portal/professional-issues/hearing-aids-for-adults/#collapse\\_1](http://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/hearing-aids-for-adults/#collapse_1).

ERICKSON, W., LEE, C., & VON SCHRADER, S. (2013). Disability statistics from the 2011 American Community Survey (ACS). Ithaca, NY: Cornell University Employment and Disability Institute. <http://www.disabilitystatistics.org>

GADE, P. A., LOVE, S. (2021). Simple ways to optimize your fittings. <https://www.oticon.com/>

GALSTER J, Galster E (2015) The Value of Increasing the Number of Channels and Bands in a Hearing Aid. Audiology Online. <https://www.audiologyonline.com/articles/value-increasing-number-channels-and-826>

KUK, F. (2012). In-situ Thresholds for Hearing Aid Fittings. Hearing Review. <https://www.hearingreview.com/hearing-products/accessories/earmolds/in-situ-thresholds-for-hearing-aid-fittings-november-2012-hr>.

Millions of people in the world have hearing loss that can be treated or prevented—awareness is the key to prevention. WHO (2013). [https://www.cbm.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/Millionslivewithhearingloss.pdf](https://www.cbm.org/fileadmin/user_upload/Publications/Millionslivewithhearingloss.pdf)

The Merck Manual's Online Medical Library. Hearing loss and deafness.(2007). <https://www.msmanuals.com/professional/ear,-nose,-and-throat-disorders/hearing-loss/hearing-loss>

#### DİĞER KAYNAKLAR

Anglia Distance Learning Ltd, (2013) Loudness growth.





## **EKLER**

**Ek 1** Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

**Ek 2** Olgu Rapor Formu

**Ek 3** Etik Kurul Kararı

## Ek 1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: Sensörinöral Tip işitme kayıplı, işitme cihazı kullanan bireylerde geleneksel odyometri ile in-situ odyometri testlerinin işitme cihazı kullanım ve memnuniyetine etkisi

“Sensörinöral Tip işitme kayıplı, işitme cihazı kullanan bireylerde geleneksel odyometri ile in-situ odyometri testlerinin işitme cihazı kullanım ve memnuniyetine etkisi” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmaya davet edilmenizin nedeni A&M Hearing marka işitme cihazı kullanıyor ve çalışma şartlarını karşılıyor olmanızdır. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma İstanbul Aydın Üniversitesi, Odyoloji Anabilim Dalında, Dr. Öğr. Üyesi Denizhan DİZDAR sorumluluğu altındadır.

Çalışmanın amacı nedir?

Çalışmanın amacı; geleneksel işitme testi ve işitme cihazları içerisinde bulunan in-situ işitme testi arasındaki farkları ve bu farkların işitme cihazı memnuniyetine, kullanımına etkisini karşılaştırmak ve araştırmaktır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, odyolog tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten odyolog çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?

Çalışmanın süresi yaklaşık olarak 2 aydır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilecek testler:

Otoskobik bakı

Odyometrik Değerlendirme,

İmmittansmetrik Değerlendirme

İn-situ İşitme testi

İşitme cihazı fittingi

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları var mıdır?

Çalışmamızda hiçbir risk bulunmamaktadır.

Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Çalışma odyologunuz, kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Katılımcının Beyanı

Pakses İşitme cihazları satış ve uygulama merkezlerinde Odyolog Umut Can ÇELEBİ tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve odyolog ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak daparasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte Umut Can ÇELEBİ'yi 0542 337 99 72 telefon numarasından arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı:

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile Grşen Odyolog:

Umut Can ÇELEBİ

İmza

## Ek 2 Olgu Rapor Formu

### HASTA BİLGİ FORMU

Tarih:

Adı Soyadı:

Doğum Tarihi:

Cinsiyet:

Telefon Numarası:

Hasta İd:

1) İşitme kaybı ne zaman başladı?

0-2 Yıl

2-10 Yıl

10 yıl Üzeri

2) İşitme kaybı simetrik mi? Sağ veya sol kulak üstünlüğü?

3) İşitme kaybı sabit mi değişken mi?

4) Gürültüde konuşulanları anlama sorunu yaşıyor mu? 1 ile 10 arasında puanlayınız.

5) Kulak ameliyatı geçirildi mi? Hangi kulak?

6) Gürültülü ortamlarda çalışıldı Mı?

7) Ototoksisiteye sebep olabilecek ilaç kullanıldı mı? (Kanser tedavisi, gentamisin vs..)

8) Ailede işitme kaybı var mı? Varsa kimde?

9) Çınlama var mı?

10) Kulakta tıkanıklık hissi var mı? Timpanometri Sonucu ?

11) Sürekli devam eden baş dönmesi problemi var mı?

12) Kullanılan İşitme Cihazı **Sağ** Marka: Model:

0-6 Ay  6 ay-2 Yıl  2 yıl Üzeri

**Sol** Marka: Model:

0-6 Ay  6 ay-2 Yıl  2 yıl Üzeri

13) Kullanılan işitme cihazı akustik parametre

Sağ-Sol

Sağ-Sol

Sağ-Sol

Açık Dome

Kapalı Dome

Ventli Dome

Double Dome

Tulip Dome





Geleneksel odyometre işitme testi ile fitting : / /

İn-situ Odyometre işitme testi ile fitting : / /

## APHAP ANKETİ

### İŞİTME CİHAZI FAYDASININ KISALTILMIŞ PROFİLİ

İSİM: \_\_\_\_\_  Erkek  Kadın

Son İlk

BUGÜNÜN TARİHİ: / /

**AÇIKLAMALAR:** Lütfen, gündelik yaşantınıza en yakın gelen cevapları daire içine alın. Dikkat ederseniz, her seçimin bir yüzdesi bulunmaktadır. Cevabınıza karar vermek için bundan faydalanabilirsiniz. Örneğin, bir ifade harcanan zamanın yaklaşık yüzde 75'i için geçerliyse, bu madde için "C" seçeneğini daire içine alın. Tarif ettiğimiz durumu daha önce yaşamadıysanız, içinde bulunmuş olduğunuz benzer bir durumu ve bu duruma verdiğiniz tepkiyi düşünmeye çalışın. Herhangi bir fikriniz yoksa, bu maddeyi boş bırakın.

- A Her Zaman (99%)**
- B Nerdeyse hep (87%)**
- C Genellikle (75%)**
- D Yarı yarıya (50%)**
- E Arasına (25%)**
- F Nadiren (12%)**
- G Hiç (1%)**

	İşitme Cihazsız	İşitme Cihazlı
1. Kalabalık bir markette kasiyerle konuşurken, konuşmayı takip edebiliyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
2. Dersi dinlerken bir çok bilgiyi kaçıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
3. Yangın dedektörü yada alarm zili gibi beklenmedik sesler rahatsız edici.	A B C D E F G	A B C D E F G
4. Aile üyeleri ile evde sohbet ederken konuşulanları anlamakta zorlanıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
5. Bir filmdeki ya da tiyatrodaki diyalogları anlamakta zorlanıyorum	A B C D E F G	A B C D E F G
6. Arabanın radyosunda haberleri dinlerken ve bu arada ailem konuşurken, haberleri duymakta zorluk yaşıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
7. Birkaç kişiyle yemek masasındayken ve bir kişiyle konuşmaya çalışırken, konuşmayı anlamakta zorlanıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
8. Trafik gürültüleri çok yüksek.	A B C D E F G	A B C D E F G
9. Büyük ve boş bir odada biriyle konuşurken, sözcükleri anlıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
10. Küçük bir büroda görüşme yaparken yada sorulara cevap verirken, konuşmayı takip etmekte zorlanıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
11. Sinemada bir filmi yada tiyatrodaki bir oyunu izlerken, etrafımdaki insanlar fısıldaşıp ambalaj kağıtlarını hisirdattığı halde, bir diyalogu çıkarabiliyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
12. Bir arkadaşım ile sessiz bir konuşma yaparken, anlama zorluğu yaşıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G

## APHAB Anketi

- A Her Zaman (99%)**  
**B Neredeyse Hep (87%)**  
**C Genellikle (75%)**  
**D Yarı Yarıya (50%)**  
**E Ara Sıra (25%)**  
**F Nadiren (12%)**  
**G Hiç (1%)**

	İşitme Cihazsız	İşitme Cihazlı
13. Bir sifon yada duş gibi akan su sesleri rahatsız edici derecede gürültülü.	A B C D E F G	A B C D E F G
14. Bir konuşmacı küçük bir gruba hitabederken, herkeste sessizce dinliyor olduğu halde, anlamak için çaba sarfediyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
15. Bir muayene odasında doktorumla sessizce konuşurken, konuşmayı takip etmekte zorlanıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
16. Birkaç kişi konuşurken bile konuşmaları anlayabiliyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
17. İnşaat çalışması sesleri rahatsız edici derecede gürültülü.	A B C D E F G	A B C D E F G
18. Konferanslarda yada ibadethanelerde söylenenleri anlamak benim için zor oluyor.	A B C D E F G	A B C D E F G
19. Kalabalık bir ortamdayken diğer insanlarla iletişim kurabiliyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
20. Yakınımdaki bir itfaiye sireninin çıkardığı ses öyle gürültülü ki, kulaklarımı kapamam gerekiyor.	A B C D E F G	A B C D E F G
21. Dini bir töreni dinlerken konuşmacının sözcüklerini takip edebiliyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
22. Patinaj yapan lastiğin sesi rahatsız edici derecede gürültülü.	A B C D E F G	A B C D E F G
23. Sessiz bir odada birebir bir konuşma esnasında insanlardan söylediklerini tekrar etmelerini istemek zorunda kalıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G
24. Bir klima yada vantilatör açıkken diğer insanları anlamakta zorluk yaşıyorum.	A B C D E F G	A B C D E F G

**Lütfen aşağıdaki ek maddeleride doldurun.**

İŞİTME CİHAZI DENEYİMİ:	GÜNLÜK İŞİTME CİHAZI KULLANIMI:	İŞİTME KAYBININ DERECEŚİ (işitme cihazı olmaksızın):
<input type="checkbox"/> Hiç <input type="checkbox"/> 6 haftadan az <input type="checkbox"/> 6 hafta ila 11 ay <input type="checkbox"/> 1 ila 10 yıl <input type="checkbox"/> 10 yıldan fazla	<input type="checkbox"/> Hiç <input type="checkbox"/> Günde 1 saatten az <input type="checkbox"/> Günde 1 ila 4 saat <input type="checkbox"/> Günde 4 ila 8 saat <input type="checkbox"/> Günde 8 ila 16 saat	<input type="checkbox"/> Hiç <input type="checkbox"/> Hafif <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Ortanın Üstünde <input type="checkbox"/> Ağır

## Ek 3 Etik Kurul Kararı



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

Sayı : B.30.2.AYD.0.00.00-050.06.04/81  
Konu : Karar hk.

26.07.2023

Sayın, Dr. Öğr. Üyesi Denizhan DİZDAR

İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun **26.07.2023** tarihinde yapılan olağan toplantısında danışmanlığını yürüttüğünüz "Umut Can Çelebi" isimli öğrencinize ait "Sensörinöral Tıp İşitme Kayıplı, İşitme Cihazı Kullanan Bireylerde Geleneksel Odyometri ile İn-situ Odyometri Testlerinin İşitme Cihazı Kullanım ve Memnuniyetine Etkisi" konulu yüksek lisans tez çalışmanız ile ilgili alınan **2023/81** no'lu karar gereği; başvuru dosyanız ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenerek etik yönden oy birliğiyle uygun bulunmuş olup tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize sunarım.

Prof. Dr. Erman Bülbül TUNÇER  
Girişimsel Olma  
Etik K

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Ad- Soyad: Umut Can ÇELEBİ

### EĞİTİM BİLGİSİ

Yüksek Lisans: İstanbul Üniversitesi, İşletme İktisadı Enstitüsü, İşletme Yöneticiliği Yüksek

Lisans (MBA) Programı (2023- Devam Ediyor)

Yüksek Lisans: İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji Yüksek

Lisans Programı (2021- Devam Ediyor)

Lisans: İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Lisans Programı (2017- 2021)

Lise: Gazi Anadolu Lisesi

### İŞ TECRÜBESİNE AİT GENEL BİLGİLER

- Pakses İşitme Cihazları Satış ve Uygulama Merkezleri- Odyolog – Perakende Şubeler Yöneticisi (2022-Devam Ediyor)
- Pakses İşitme Cihazları Satış ve Uygulama Merkezleri- Odyolog (2020-2022)
- Alona Medikal Teknoloji LTD.ŞTİ. – TMS Sistemleri Ürün Eğitmeni-Odyolog (2021-2022)
- Smart İşitme Cihazları Satış ve Uygulama Merkezi – Odyolojik Destek Elemanı (2020- 2021)

### STAJ DENEYİMLERİ

- Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma hastanesi- İstanbul, Türkiye (2019)

- Maxtone İşitme Merkezleri- İstanbul, Türkiye (2018)
- May İşitme Merkezi- İstanbul, Türkiye (2018)
- Okmeydanı Eğitim ve araştırma hastanesi- İstanbul, Türkiye (2018)
- Çocuk eğitim derneği- İstanbul, Türkiye (2018)

### **BAŞARILAR**

- Sağlık Bilimleri Fakültesi Onur Öğrencisi
- Odyoloji Programı Bölüm İkincisi
- Dragon Bot Festivali – Kürek takımı İstanbul İkinciliği

### **YABANCI DİL BİLGİSİ**

- İngilizce

### **YAYINLAR**

Yazılan uluslararası kitaplar veya kitaplarda bölümler

- Çelebi U.C., Can S., Vestibüler Hipofonksiyonlu Hastalarda Rehabilitasyon, Temel Vestibüler Rehabilitasyon El Kitabı, Ed. Özlem Konukseven, US Akademi, İstanbul, 2019, ISBN978-605-9358-71-2

Uluslararası bildiriler

- Baytok S. , Can S. Çelebi U.C., Konukseven Ö.; Gürültüye Bağlı İşitme Kaybında Propolisin Odyolojik ve Histopatolojik Etkileri, XXXV. Dünya Odyoloji Kongresi (WCA), Polonya, 2020

### **Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlara Üyelikler**

- İstanbul Odyologlar Derneği
- Türkiye Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Derneği

### **Katıldığı Bilimsel konferans, toplantı, seminer ve kongreler**

- İstanbul Vertigo Forum -İstanbul Aydın Üniversitesi (16-17 Nisan 2018)
- 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi ”, 11 – 13 Ekim 2018 İstanbul
- 2. Bebekten Yaşlıya İşitme Cihazı Uygulamaları-1-2 Aralık 2018, İstanbul

- İstanbul Vertigo Forum-II -11-12 Nisan 2019, İstanbul
- 3 Mart Dünya İşitme Günü ve İşitme Sağlığı Farkındalığı Projesi.(Küçükçekmece İşitiyor-Proje Düzenleyicisi) İstanbul 03/03/2019
- İAÜ İşitiyor, İstanbul 1 Aralık 2017
- Odyologlar Özel Eğitim Ve Rehabilitasyon Merkezleriyle Buluşuyor-2 Mart 2018, İstanbul
- New Insights into Electrophysiology and Vestibular Evaluation-16-17-18 Mart 2018, İstanbul
- 10 Ekim Dünya Odyologlar Günü Kutlaması ve Mezunlar Buluşması-8 Ekim 2019, İstanbul
- Özel Eğitim Ve Rehabilitasyon Merkezlerinde Olmazsa Olmaz "Aile Eğitimi" -11 Mart 2019, İstanbul
- 3D Kulak Kalıbı Kursu, Egger, İstanbul, 14 Aralık 2019
- Bilimsel Araştırma, Hazırlık, Yürütme, Yayınlama Workshop- 21 Aralık 2020, İstanbul
- Yapay Zekaya Bir Bakış, Doç. Dr. Tahir Çetin AKINCI- 28 Aralık 2020, İstanbul
- X. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi- 25-27 Aralık, 2020 (Online Sempozyum)
- 9. İşitme Cihazları ve İmplantlar Sempozyumu,14-16 Ekim 2019, Edirne
- 10. İşitme Cihazları ve İmplantlar Sempozyumu, 10-12 Aralık 2021 (Online Sempozyum)
- 3 Mart Dünya İşitme Günü Yeşil Sahalarda-2020 (WHO-Dünya Sağlık Örgütü ile koordine)
- Nörobilim Nedir? İşitme Alanında Yapılan Nörobilim Çalışmaları Workshop, Doç. Dr. Pelin KOÇDOR- 4 Ocak 2021, İstanbul
- Müzikal Algı Workshop, Defne Demirel, 11 Ocak 2021, İstanbul

- Fikirden Patente Kokleanın Frekans Seçiciliği Workshop, Doç. Dr. Erdoğan Bulut- 19 Nisan 2021 , İstanbul
- Robotlarla Odyoloji Workshop, Prof. Dr. Hatice Köse, 11 Ekim 2021, İstanbul
- Yazar Editöre Karşı Workshop, Prof Dr. Ahmet Akgül-Prof. Dr. İbrahim Sayın, 17 Aralık 2021, İstanbul
- 3 Mart Dünya İşitme Günü-Ordu İşitiyor, 2022
- 43. Türk Ulusal Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, 16-22 Kasım, Belek-Antalya
- 10. Ulusal Otoloji Nörotoloji Kongresi, 12. Koklear İmplantasyon Odyoloji Kongresi, 4-6 Mayıs 2023, Bodrum-Muğla
- 7. Dünya Koklear İmplantasyon Kongresi, 14-16 Eylül 2023,İstanbul
- 11. İşitme Cihazları ve İmplantlar Sempozyumu, 13 Eylül 2023, İstanbul