



Kapadokya Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü

Odyoloji Anabilim Dalı

TÜRKLERDE GERÇEK KULAK CİHAZSIZ CEVABININ (REUR) DEĞERLENDİRİLMESİ

Berru ÇALIŞKANER

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2024

TÜRKLERDE GERÇEK KULAK CİHAZSIZ CEVABININ (REUR)
DEĞERLENDİRİLMESİ

Berru ÇALIŞKANER

Kapadokya Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2024

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecinde ve tez aşamasında yardımlarını eksik etmeyen danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman Aksoy'a

Zor zamanımda yanımda olan. Değerli katkılarını ve yardımlarını benden esirgemeyen kıymetli hocam Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Yardımcısı Sayın Prof. Dr. Meral Didem Türkyılmaz'a

Tez savunma sürecimde değerli katkılarını benden esirgemeyen hocam Kapadokya Üniversitesi sayın Dr. Öğr. Üyesi Ferhat Korkmaz'a

Hem çalışma hayatımda hem de eğitim hayatımda her zaman yanımda olan ekmelerini ve yardımlarını eksik etmeyen bütün arkadaşlarıma

Hayatım boyunca hep benim yanımda duran, emeklerini esirgemeyen, sevgilerini ve ilgilerini üzerimden hiç eksik etmeyen, babam Mahmut Çalışkaner'e, annem Remziye Çalışkaner'e, kardeşlerim Elif Çalışkaner ve Muhammed Onur Çalışkaner'e en içten şekilde teşekkür ederim.

ÖZET

ÇALIŞKANER, Berrru. *Türklerde Gerçek Kulak Cihazsız Cevabının (REUR) Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2024.

Amaç: Çalışmamızda Türk popülasyonunda elde edilen REUR değerlerinin daha önce farklı popülasyonlardan elde edilen REUR değerleri ile arasında fark olup olmadığını araştırmayı hedeflemiştir.

Yöntem: 20-35 yaş aralığındaki 23 kadın, 22 erkek toplam 45 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Otoskopik muayene bulgularında bir sorun olmayan, herhangi bir işitme kaybı olmayan, katılımcılardan REUR değerleri elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarla elde edilen REUR değerleri karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Yapılan çalışmada REUR değerleri ortalama maksimum genlik 15,81 dB SPL ve ortalama tepe rezonans frekansı 2849,92 Hz'de bulunmuştur. Yaş, boy, kilo ve baş çevresi ölçümlerinin boy arttıkça sağ kulakta REUR değerlerinin tepe rezonans frekansının arttığı gözlemlenmiştir. Erkeklerde ve kadınlarda sağ kulak REUR değerinin daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Kulak kanalı hacmi ve REUR tepe rezonans frekansları arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Sonuç: Bulunan sonuçlar, daha önceki yapılan çalışmalar ile benzerdir. Ortalama bir REUR değerinin kullanılmasının gerekli olduğu durumlarda daha önce çalışmaların standart verileri kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Gerçek Kulak Ölçümü, REUR, İşitme Cihazı

ABSTRACT

ÇALIŞKANER, Berru. *Evaluation of Real Ear Non-Aided Response (REUR) in Turks*, Master Thesis, Nevşehir, 2024.

Purpose: In this study we aimed to investigate whether there is a difference between REUR (Real Ear Unaided Response) values obtained in the Turkish population between populations from different countries.

Method: A total of 45 participants, 23 women and 22 men, aged between 20-35 were included in the study. REUR values were obtained from participants whose otoscopic examination findings did not reveal any problems and who did not have any hearing loss. REUR values obtained from previous studies were compared with the REUR values obtained in the study.

Results: In the study, REUR values were found to have an average maximum amplitude of 15.81 dB SPL and an average peak resonance frequency of 2849.92 Hz. It has been observed that as age, height, weight and head circumference values increase, the peak resonance frequency of REUR values in the right ear increases. It has been observed that the REUR value of the right ear is higher than the value of the left ear in both men and women. No significant relationship was found between ear canal volume and REUR peak resonance frequencies.

Conclusion: The results found are similar to previous studies. In cases where it is necessary to use an average REUR value, standard data from previous studies can be used.

Keywords: Real Ear Measurement, REUR, Hearing Aid

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM	3
GENEL BİLGİLER	3
1.1. KULAK ANATOMİSİ	3
1.1.1. Dış Kulak	3
1.1.2. Orta Kulak.....	4
1.1.3. İç Kulak.....	5
1.1.4. Santral İşitme Yolları.....	6
1.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ	7
1.3. İŞİTME KAYBI TİPLERİ	7
1.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı.....	8
1.3.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	8
1.3.3. Mikst Tip İşitme Kaybı	8
1.3.4. Santral İşitme Kaybı.....	9

1.3.5. Fonksiyonel İşitme Kaybı	9
1.3.6. İşitme Kaybı Dereceleri	9
1.4. ODYOLOJİK TESTLER	9
1.4.1. Saf Ses Odyometri Testi.....	9
1.4.2. Timpanometri Testi	10
1.4.3. Gerçek Kulak Ölçümü (Rem)	11
1.5. İŞİTME CİHAZLARI	12
1.5.1. İşitme cihazı tipleri.....	12
2.BÖLÜM	14
MATERYAL	14
2.1. ÇALIŞMA İZİNİ VE ETİK KURUL ONAYI	14
2.2 ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ	14
2.3. YÖNTEM	15
2.3.1. Katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri.....	15
2.3.2. Katılımcıların araştırmaya dahil edilmeme kriterleri.....	16
2.4. VERİ ANALİZİ	16
3.BÖLÜM	17
BULGULAR	17
TARTIŞMA	25
SONUÇ	29
KAYNAKÇA	30
EK 1. TEZ/SANAT ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU FORMU. Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	
EK 2 TEZ/SANAT ÇALIŞMASI ETİK KURUL İZİN FORMU. Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	

KISALTMALAR DİZİNİ

CM	: Santimetre
dB	: Desibel
Hz	: Hertz
HL	: Hearing Level
KEMAR	: Knowles Electronics Manikin for Acoustic Research
ML	: Mililitre
MM	: Milimetre
REAR	: Real Ear Aided Response
REM	: Real Ear Measurement
REIR	: Real Ear Insertion Response
REUR	: Real Ear Unaided Response
SPL	: Sound Pressure Level

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kulak Anatomisi (https://entokey.com)	3
Şekil 2. Dış Kulak Anatomisi(https://eczema.org).....	4
Şekil 3. Orta Kulak Anatomisi(https://shamimebrahimcozad4814.zapwp.com)	5
Şekil 4. İç Kulak Anatomisi(https://my.clevelandclinic.org)	6
Şekil 5. Santral işitme yolları(https://www.cochlea.eu).....	7
Şekil 6. Timpanogram Grafiği (Hamid ve Brookler, 2007)	11
Şekil 7. İşitme Cihazı Tipleri (ASHA,2021).....	12

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Sağ 45 kulakta altı ayrı frekansta 1. ve 2. Ölçümlerin REUR (dB SPL) değerleri	17
Tablo 2. Sol 45 kulakta altı ayrı frekansta 1. ve 2. Ölçümlerin REUR (dB SPL) değerleri	18
Tablo 3. 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR1. ve 2. Ölçümlerinin tepe rezonans frekans (Hz) değerleri	19
Tablo 4. 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ve 2. Ölçümlerinin tepe genliği (dB SPL) değerleri	19
Tablo 5. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ölçümlerinin tepe rezonans frekans (Hz) değerleri.....	20
Tablo 6. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için ve REUR 2. ölçümlerinin tepe rezonans frekans (Hz) değerleri.....	20
Tablo 7. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ölçümlerinin tepe genliği (dB SPL) değerleri	21
Tablo 8. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 2.ölçümlerinin tepe genliği (dB SPL) değerleri.	21
Tablo 9. 45 sağ 45 sol 90 kulakta yaş, boy, kilo ve baş çevre ölçümünün REUR tepe rezonans frekans (Hz) değerlerinin arasındaki ilişki.....	22
Tablo 10. 45 sağ 45 sol 90 kulakta kulak kanalı hacminin (ml) REUR ve tepe rezonans frekans (Hz) değerlerinin arasındaki ilişki.....	23
Tablo 11. Toplam 90 kulakta kulakta REUR 1. Ve 2.ölçümlerinin ortalama tepe rezonans değerlerinin	23
Tablo 12. Toplam 90 kulakta REUR 1. ve 2. Ölçümlerinin ortalama tepe genliği (dB SPL) değerleri	24

GİRİŞ

Geçmişte işitme cihazı seçerken ve işitme cihazının uygunluğunu değerlendirirken, konuşma testleri, fonksiyonel kazanç ölçümleri, coupler ölçümleri ve master işitme cihazı uygulamaları kullanılmıştır. Ancak bu yöntemler, ortam gürültüsü gibi işitme cihazı ayarlarını etkileyen faktörleri sönmlemekte yetersiz kalmaktadır. Bu uygulamalar çoğu kullanıcının iş birliğini ve kararını gerektirdiği için sonuçlar güvenilir değildir (Hong, S. H. ve ark., 1997).

İşitme cihazı uygulamasındaki yetersizlikler, kullanıcı şikâyetleri ve memnuniyet oranları batı toplumlarında sık sık araştırma konusu olmaktadır. ABD’de yapılan bir çalışmaya göre işitme cihazı uygulama problemlerini azaltmak için, işitme cihazı uygulaması ve sonrasındaki sürecin iyi kontrol edilmesi gerekmektedir (Aksit, M. ve ark. 2020). Güvenilirliği yüksek objektif ölçümlerden biri olan Gerçek kulak ölçümü, işitme cihazının hastanın işitme kaybına uygun kazanç sağladığını doğrulamak için yapılmaktadır (Aksit, M. ve ark. 2019).

REUR, dış kulak kanalının doğal rezonans özelliğinin bir ölçümüdür. Kulak kanalının uzunluğu, rezonans frekansının dalga boyunun dörtte birini oluşturur. Gelen sesin frekansı kulak kanalının rezonans frekansıyla eşleşirse, diğer frekanslara kıyasla daha fazla güçlenecektir. Kulak kanalının rezonansı büyük ölçüde uzunluğuna bağlı olduğundan, uzunluktaki herhangi bir değişiklik rezonansı da buna bağlı olarak değiştirecektir. Bireysel anatomik farklılıklar kulak kanalı rezonans ölçümlerinde yüksek derecede değişkenliğe yol açmaktadır. İşitme cihazının elektroakustik özelliklerini doğru bir şekilde ayarlamak için, gerçek kulak yerleştirme yanıtının (REIR) hesaplanması önemlidir (Emily C.Y. Ma & Bradley McPherson., 2004).

Kulak kanalına kulak kalıbı veya işitme cihazı yerleştirildiğinde kulak kanalının doğal rezonansı ortadan kalkar ve bu nedenle, bireysel REUR'un ortalama REUR'dan önemli sapmaları, istenen REIR'e ulaşmada zorluklara neden olabilir. Örneğin, REUR'un amplitüdü ortalamadan büyükse, o frekans bölgesinde ölçülen REIR'de bir azalma

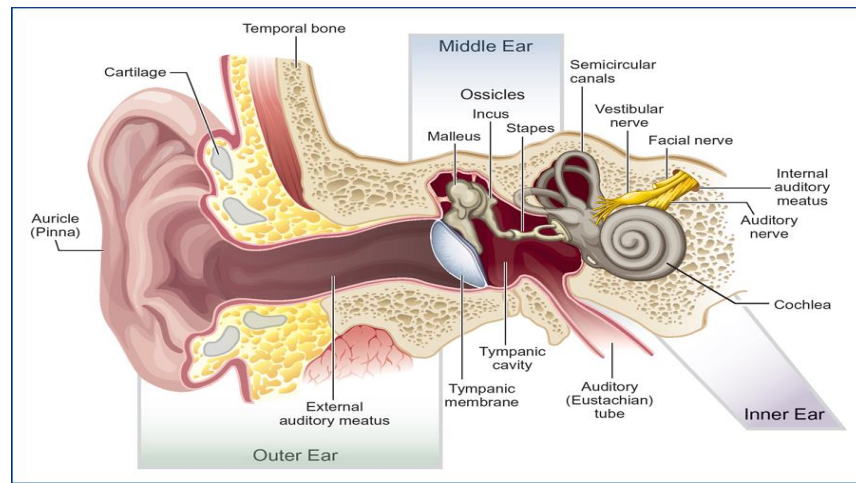
meydana gelebilir ve istenen REIR'yi elde etmek için daha fazla coupler kazancı gerekebilir. REUR genliği ortalamadan küçükse, ölçülen REIR istenenden büyük olabilir ve daha az coupler kazancı gerekebilir. Düzeltmeler uygulanmazsa her iki etki de ölçülen REIR'de istenmeyen tepe ve çukurlara neden olabilir (Valente, M. ve ark., 1991). Bu değerlendirmelerde farklı coğrafi bölgelerdeki insanlar arasında anatomik farklılıklar vardır. Bu değerlendirmeler Türk popülasyonundaki klinik kullanımı sağlam temellere dayanmamaktadır. Bu farklılıklar elde edilen değerleri etkileyebilir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. KULAK ANATOMİSİ

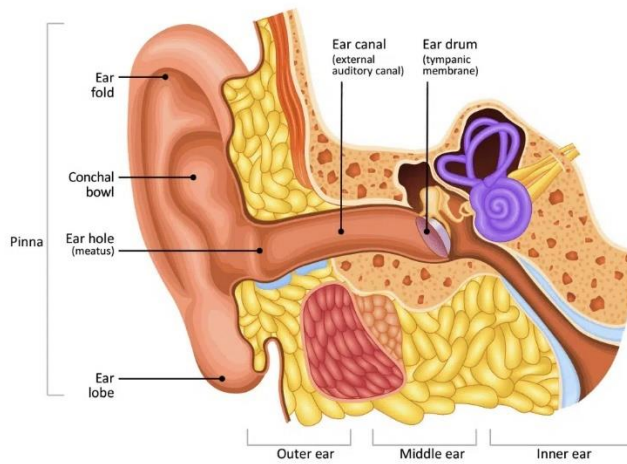
Kulak anatomisi, işitme ve denge sürecinin temelini oluşturmaktadır. Bu kısımlar üç ana bölümden oluşmaktadır: Dış kulak, orta kulak ve iç kulaktır. Dış kulak, orta kulak ve iç kulak, anatomik yapılar arasındaki uyum sayesinde birlikte çalışarak işitmeyi sağlamaktadır. (Rohen, Yokochi, Lütjen-Drecoll , 2009)



Şekil 1. Kulak Anatomisi (<https://entokey.com>)

1.1.1. Dış Kulak

Dış kulak, işitme sisteminin en dış kısmını oluşturmaktadır. Dış kulak; kulak kepçesi (auricula), kulak kanalı (Meatus acusticus externus) ve kulak zarının lateral kısmından (Membrana tympani) oluşmaktadır. Kulak kepçesi (auricula), ses dalgalarının frekansına göre yönünü ve yoğunluğunu ayarlamaktadır. Ses dalgalarını toplar ve kulak kanalına iletir. Bu sayede sesin yönünü ve kaynağını daha iyi algılamamızı sağlamaktadır. Dış kulak kanalında ise ses dalgaları yükseltilecek kulak zarına (Membrana tympani) iletilir. Kulak zarı (Membrana tympani), dış kulak kanalının sonunda titreşen zardır. Ses dalgalarının mekanik enerjisini orta kulağa iletir (Dallos, 1973). Dış kulakta bulunan kıllar ve serumen yapısı ise toz ve böcek gibi yabancı cisimlerden kulak kanalını korumaktır (Akyıldız, 2002; Niekrash, 2021).

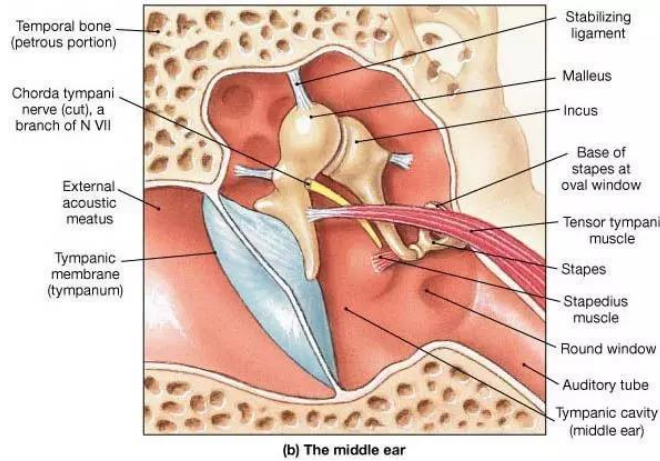


Şekil 2. Dış Kulak Anatomisi(<https://eczema.org>)

1.1.2. Orta Kulak

Orta kulak, kulak zarı (Membrana tympani) ile oval pencere arasında yer alan boşluktur. Ses dalgalarını iç kulağa ileterek işitmenin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Orta kulak; kulak zarı (Membrana tympani), orta kulak kemikçikleri, 2 adet kas, 4 adet ligament, orta kulak kavitesi ve östaki tüpünden oluşmaktadır (Aytekin, 2023). Kulak zarı (Membrana tympani), dış kulak kanalının sonunu ve orta kulak boşluğunun başlangıcını oluşturulmaktadır. Ses dalgalarını mekanik titreşimlere dönüştüren ince bir yapıdır. Bu titreşimler sayesinde orta kulakta bulunan kemikçikleri hareket ettirmektedir. Bu kemikçiklerden ilki kulak zarına bağlı olan Çekiç (Malleus) kemiğidir. Ses dalgalarından oluşan titreşimleri çekiç ile üzengi arasında kalan Örs (Incus) kemiği iletir. Örs (Incus) kemiği bu iki kemik arasındaki titreşimler sayesinde sesin amplifikasyonunu sağlamaktadır. Son kemik olan Üzengi (Stapes) oval pencere üzerinde olup bu titreşimleri iç kulağa iletmektedir. Bu kemikçikler orta kulağa stapedius timpani ve tensor timpani kasları ve superior, anterior, posterior ve perior ligamentleri desteği ile tutunmaktadır. Çekiç (Malleus) kemiğine bağlı olan Tensor tympani kası yüksek seslerde kulak zarının (Membrana tympani) aşırı titreşmesini engellemektedir. Üzengi kemiğine bağlı olan Stapedius kası ise bu kemiğin hareketini kontrol etmekte ve iç kulağı yüksek seslerden korumaktadır (Uzundemir, Kayacan, ve Şen, 2023).

Östaki Tüpü (Tuba auditiva) esneme, çiğneme gibi ağız ve çene hareketlerinde açılıp kapanarak kulak basıncının ayarlanmasını sağlamaktadır. En iyi ses iletimi dış ve orta kulak basıncı eşit olduğunda gerçekleşmektedir (Moller, 2000).



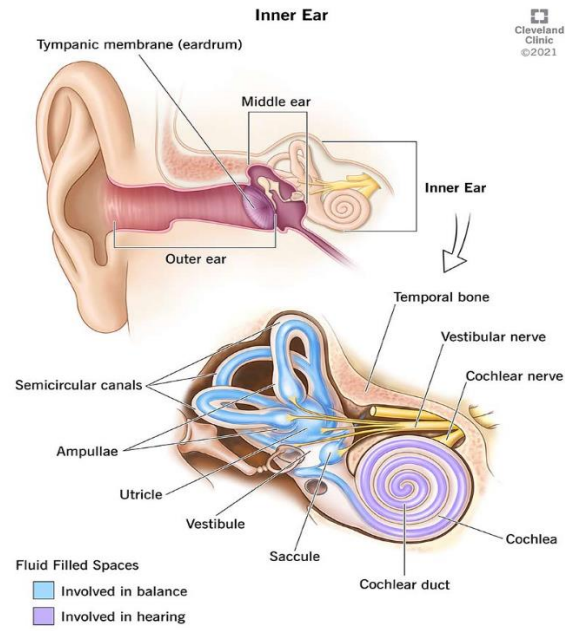
Şekil 3. Orta Kulak Anatomisi(<https://shamimebrahimcozad4814.zapwp.com>)

1.1.3. İç Kulak

İç kulak, hem işitme hem de denge fonksiyonlarını içeren bir yapıdır. İç kulak, hem zar labirentten hem de kemik labirentten oluşmaktadır. Kemik labirent iki ana bölüme ayrılmaktadır bunlar: Vestibüler sistem (vestibül, yarım daire kanalları) ve koklea.

Vestibüler sistem, başın hareketini ve vücudun dengesini algılamaktadır Vestibül, iç kulakta dengeyi sağlamaktadır. Otolit organlarımız olan saccule ve utricle vestibülde yer almaktadır. Yarım daire kanalları; anterior lateral ve posterior olmak üzere farklı düzlemde hareketi algılayan ve bu sayede dengeyi sağlayan üç kanaldan oluşmaktadır.

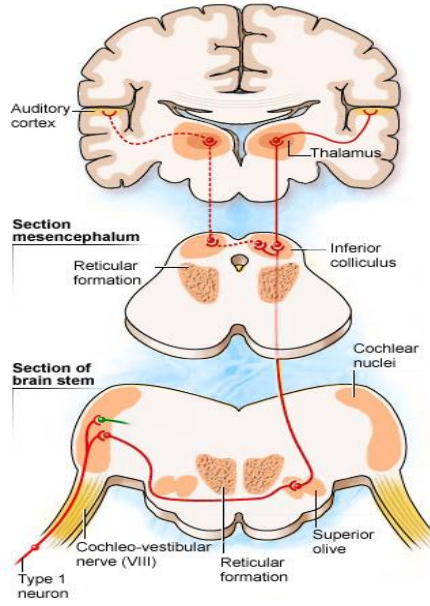
Koklea, iç kulağın işitme ile ilgili kısmıdır. Spiral şekilli bu yapı, ses dalgalarını sinir sinyallerine çeviren saçlı hücreleri içermektedir. Ses dalgaları, saçlı hücrelerin hareket etmesine neden olur ve bu hareket, işitme sinirleri aracılığıyla beyne iletilen elektrik sinyallerini üretmektedir. Bu yapının içinde scala vestibuli, scala media ve scala timpani adı verilen 3 tane kanal bulunmaktadır. Scala timpani ve scala vestibuli içinde sodyum bulunan perilyf adı verilen sıvıyla doludur. Scala media ise içinde potasyum bulunan endolinf adı verilen sıvı ile doludur. İç kulakta işitme ve denge bilgilerini beyne ileten Vestibulokoklear sinir (VIII. kranial sinir) bulunmaktadır (Raphael ve Altschuler, 2003; Driver ve Kelley, 2020).



Şekil 4. İç Kulak Anatomisi(<https://my.clevelandclinic.org>)

1.1.4. Santral İşitme Yolları

Santral işitme yolları, işitme sinyallerinin işlenmesini sağlayan yollardır. Bu yollar kokleadan başlayıp işitme korteksine uzanmaktadır. Koklear Nükleus beyin sapının üst kısmına yerleşmiş olan ve VIII. kranial sinirden gelen sinyallerin ilk alındığı noktadır. Daha sonra bu sinyaller Superior Oliver Complex'e gelmektedir. Bu yapı iki kulaktan gelen bilgilerin ilk kez karşılaştığı yerdir. Sesin yönünün ve mesafesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. İşitme sinyalleri beyin sapı boyunca uzanan Lateral Lemniscus'a gelir ve buradan İnferior Colliculus'a taşınmaktadır. Orta beyinde (mesencephalon) bulunan ve sesin lokalizasyon bilgisinde önemli rol oynayan Inferior Colliculus ses bilgisini Medial Geniculate Body'e iletmektedir. Ses bilgisi buradan temporal lobda bulunan ve seslerin anlamlandırılmasını sağlayan işitme korteksine iletilmektedir. Böylelikle işitme doğru bir şekilde gerçekleştirilmektedir. (Madanoğlu, 2002; Akyıldız 1998).



Şekil 5. Santral işitme yolları(<https://www.cochlea.eu>)

1.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

İşitme kulakta başlar. Ortamda bulunan ses dalgaları kulak kepçesi (auricula) yardımı ile toplanarak dış kulak kanalına, oradan da orta kulağa ulaşır burada mekanik olarak kuvvetlendirilmesinin ardından kokleaya iletilmektedir. Kokleaya ulaşan titreşimlerin elektrokimyasal enerjiye dönüşmesi ve aksiyon potansiyelleri halinde beyine iletilip beyinde ilgili yerde algılanması durumuna işitme denmektedir (Karasalihoğlu, 2019).

İşitme mekanizmasını; dış kulak, orta kulak, iç kulak ve santral işitme yolları meydana getirmektedir. İşitme organı iki başlık altında incelenmektedir. Birincisi fonksiyonel açıdan iletim aygıtı diğeri ise persepsiyon aygıtıdır. İletimde; dış kulak ve orta kulak, persepsiyonda ise iç kulak, işitme siniri, işitme sinirinin santral bağlantıları ve işitme merkezi bulunmaktadır (Akyıldız, 2002).

1.3. İŞİTME KAYBI TİPLERİ

İşitme kaybı, seslerin algılanmasında azalma veya seslerin tamamen kaybolması durumudur. Sosyal hayatı, insan psikolojisini ve günlük yaşamı olumsuz etkilemektedir. İşitme kaybında erken tanı ve doğru tedavi yöntemleri çok önemlidir. (Hung, Lee ve Tsai, 2017). Yaşlanma, travma, ilaç kullanımı, genetik faktörler gibi durumlar işitme kaybına

neden olabilmektedir. İşitme kaybı tipleri lokalizasyonlarına göre 5 gruba ayrılmaktadır. Bu işitme kaybı tipleri:

- İletim tipi işitme kaybı,
- Sensörinöral tip işitme kaybı,
- Mikst tipi işitme kaybı,
- Santral işitme kaybı,
- Fonksiyonel işitme kaybıdır (Nadol, 1993)

1.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı

Dış ve orta kulakta oluşan sorunlardan dolayı ses dalgalarının iç kulağa iletilmemesinden kaynaklanmaktadır. Hava yolu işitme eşiklerinde sorun olurken kemik yolu eşiklerinde herhangi bir sorun yoktur. Dış kulak yolunda kulak kiri (serumen) birikmesi, dış kulak yoluna yabancı cisim kaçması, kulak zarında perforasyon, orta kulakta sıvı birikmesi ve orta kulak kemikçiklerinde oluşabilecek sorunlar iletim tipi işitme kaybına neden olabilmektedir. Genellikle ilaç ve/veya cerrahi müdahaleler iletim tipi işitme kaybı tedavisinde kullanılmaktadır. (Çelik ve MB, 2007)

1.3.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı

İç kulakta, işitme sinirinde ve/veya koklea'da oluşan sorunlardan kaynaklanmaktadır. Hem hava yolu işitme eşiklerinde hem de kemik yolu işitme eşiklerinde sorun bulunmaktadır. X kromozomu bozuklukları, Otozomal resesif bozukluklar gibi genetik faktörlerden kaynaklı kayıplardır. Yaşlılık, enfeksiyonlar, travmalar, gürültüye maruz kalma gibi durumlar ise genetik olmayan faktörlerden kaynaklı kayıplardır. İlaç ve/veya cerrahi müdahaleler ile tedavisi pek mümkün olmamakla birlikte işitme cihazı ve koklear implant ile tedavi edilebilir (Demirhan, 2008).

1.3.3. Mikst Tip İşitme Kaybı

İletim tipi ve sensörinöral tip işitme kaybının aynı anda görüldüğü işitme kaybıdır. Dış veya orta kulakta bir sorun olabileceği gibi iç kulakta da bir sorun olabileceği işitme kaybı türüdür. İletim tipi veya sensörinöral tip işitme kaybında kullanılan tedavi yöntemleri kullanılabilir (Kirazlı, Öğüt, Bilgen ve Öztürk, 2013).

1.3.4. Santral İşitme Kaybı

Santral sinir sistemindeki bir sorundan kaynaklanmaktadır. Odyometri testinde saf ses eşiklerinde bir sorun olmamakla birlikte konuşmayı ayırt etme ve anlamlandırma skorlarında sorun bulunmaktadır (Sataloff ve Sataloff 2005).

1.3.5. Fonksiyonel İşitme Kaybı

İşitme sisteminde bir sorun olmamasına rağmen işitme kaybı varmış gibi gösterilme durumudur. Psikolojik sorunlar, dikkat eksikliği, depresyon, kaygı, stres bu işitme kaybının nedenleri olabilirken bilinçli bir halde fonksiyonel işitme kaybı ortaya çıkabilir (Sataloff ve Sataloff 2005).

1.3.6. İşitme Kaybı Dereceleri

İşitme kaybı dereceleri belirlenirken 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz'deki hava yolu işitme eşiklerine bakılmaktadır. Kemik yolu eşiklerine ise 500, 1000, 2000, ve 4000 Hz' de bakılmaktadır. 500, 1000, 2000, ve 4000 Hz' de saf ses ortalaması hesaplanarak işitme kaybı dereceleri belirlenmektedir. Aşağıda bulunan işitme kaybı dereceleri ASHA, 2011 değerlerine göre yazılmıştır:

- 0-15 dB HL arasında normal işitme.
- 16-25 dB HL arasında çok hafif derecede işitme kaybı.
- 26-40 dB HL arasında hafif derecede işitme kaybı.
- 41-55 dB HL arasında orta derecede işitme kaybı.
- 56-70 dB HL arasında orta-ileri derecede işitme kaybı
- 71-90 dB HL arasında ileri derecede işitme kaybı
- 91 dB HL ve üzeri ise çok ileri derecede işitme kaybı mevcuttur.

1.4. ODYOLOJİK TESTLER

1.4.1. Saf Ses Odyometri Testi

Farklı frekanslarda ve şiddetlerde sinyaller verilerek hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin işitilebilen en düşük ses seviyesini bulmayı amaçlamaktadır. Teste en iyi duyan kulaktan başlanır. Kulağa 125-8000 Hz aralığında sinyaller verilir. Teste ilk olarak 1000 Hz'den başlanır. Test iki metot ile uygulanır. Asending (yükselen): işitme eşiğinin

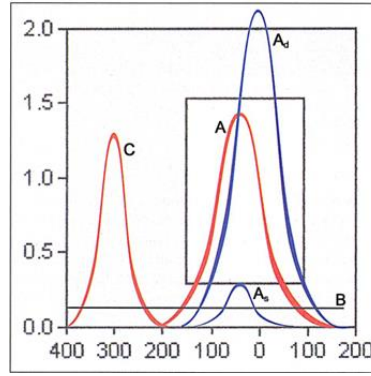
altında uyaran verilmeye başlanarak, işitme eşiğine ulaşıncaya kadar uyaran verilmektedir. Descending (azalan): işitme eşiğinin üzerinde uyaran verilmeye başlanarak en son duyulan işitme eşiğine kadar uyaran verilmektedir. Bulunan işitme eşikleri odyogram adı verilen grafiğe işlenir. Saf ses odyometri testinde hava yolu odyometrisi, kemik yolu odyometrisi, serbest alan odyometrisi, konuşmayı anlama (SRT), konuşmayı ayırt etme (SD), en rahat ses seviyesi (MCL), rahatsız edici ses seviyesi (UCL), weber testi, rinne testi gibi testler yapılabilmektedir. Bu testlerde Supra-aural kulaklıklar, circumaural kulaklık, insert kulaklık, kemik yolu vibratör, hoparlör (loudspeakers) kullanılmaktadır (Słowińska 2015).

1.4.2. Timpanometri Testi

Dış kulak kanalına basınç verilerek kulak basıncı değiştirilir. Bu sayede orta kulağın impedans ve admitans fonksiyonları değerlendirmektedir. (Valente ve ark., 2011) Probe tone çocuklarda 1000 Hz, yetişkinlerde ise 226 Hz olarak kullanılmaktadır (Li, Yu, ve Wang, 2017; Shanks, Shohet, 2009). Timpanometri testinde timpanogram adı verilen bir eğri grafiği oluşur. Bu grafikte amplitüd ve tepe basınç değerlerine bakılmaktadır. 0,3-1,6 ml veya 0,35-1,4 ml amplitüd, -100 daPa ve +50 daPa arasındaki tepe basınç değeri normal kabul edilmektedir. (Gelfand, 2001.)

Timpanometri testi TİP A, TİP AS, TİP AD, TİP B, TİP C, olmak üzere 5 sınıfa ayrılmaktadır:

- TİP A: Amplitüd ve tepe basınç değerleri normal çıkan timpanogramlardır.
- TİP B: Tepe noktası oluşmaz. Amplitüd değerleri düşük çıkan timpanogramlardır.
- TİP C: Orta kulakta negatif basınç varlığında elde edilen timpanogramlardır. -100daPa ve -200 daPA aralığında tepe basınç değeri verirken amplitüd değerleri normal çıkmaktadır.
- TİP AS: Normal seviyede tepe basıncı verirken amplitüd değeri 0,3 ml den az olan timpanogramlardır.
- Tip AD: Normal seviyede tepe basıncı verirken amplitüd değeri normal değerlerden fazla çıkan timpanogramlardır (Hamid ve Brookler, 2007).



Şekil 6. Timpanogram Grafiği (Hamid ve Brookler, 2007)

1.4.3. Gerçek Kulak Ölçümü (Rem)

İşitme cihazı kazancının objektif olarak ölçülmesini sağlamaktadır. Kişinin işitme kaybına uygun olarak işitme cihazlarının ses seviyesini ölçerek en düzgün şekilde ayarlanmasını sağlamaktadır. Gerçek kulak ölçümünün yapılması işitme kalitesini ve işitme cihazı kullanıcısının memnuniyetini arttırmaktadır. Doğru bir işitme cihazı ayarlaması için klinikte kullanımı çok önemlidir. Bununla birlikte kulak kanalının doğal amplifikasyonunu değerlendirerek doğru işitme cihazı seçiminde büyük önem arz etmektedir. (Koehler ve Kulkarni, 2014).

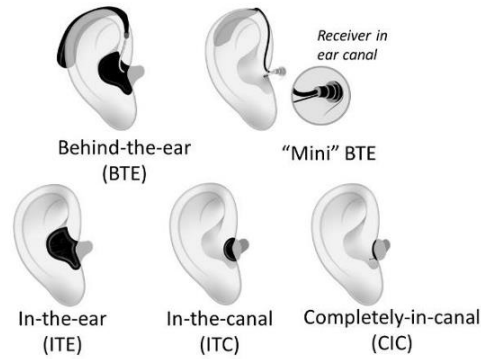
REUR kulak kanalının doğal rezonans özelliklerinin bir ölçümüdür. Kulak kanalının uzunluğu, rezonans frekansının dalga boyunun dörtte birini oluşturmaktadır. Gelen sesin frekansı kulak kanalının rezonans frekansı ile eşleşirse, diğer frekanslara kıyasla daha çok güçlenecektir. Kulak kanalının rezonansı da buna bağlı olarak değişecektir. İşitme cihazının elektrokustik özelliklerini en doğru şekilde seçmek için REIR değerinin hesaplanması çok önemlidir. REIR, REUR ve REAR'ın dB cinsinden farkı ile elde edilir. Sadece REUR'un dahil edilmesiyle işitme cihazı kazancının toplam etkisi doğru bir şekilde belirlenebilir. Çünkü kulağa işitme cihazı takılıp kulak kanalı kapatıldığında kulağın doğal REUR'u kaybolur.

Gelen sinyalin giriş seviyesi REUR'un giriş seviyesinden çıkarılarak doğal bir amplifikasyon ve dış kulak kazancı elde etmek mümkündür (Bastos, Ferrari ve Blasc2012).

1.5. İŞİTME CİHAZLARI

İşitme cihazları, işitme kaybının kişiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla 19. Yüzyılın sonlarında analog teknoloji ile ortaya çıkmıştır. 20. Yüzyılın sonlarına doğru dijital işitme cihazları hayatımıza girmeye başlamıştır. İşitme cihazları; mikrofon, amplifikatör, hoparlör ve güç kaynağı olmak üzere 4 ana bölümden oluşmaktadır. İşitme cihazları, gelen seslerin amplifikasyonunu sağlayarak işitme kaybı yaşayan kişilere iletmektedir. İşitme cihazına gelen sesler ilk olarak mikrofon tarafından alınır ve dijital sinyallere dönüştürülür. Amplifikatör bu sinyalleri amplifiye eder ve frekansa özel işlemler. Daha sonra bu sinyalleri hoparlöre iletir. Dijital sinyaller burada akustik enerjiye dönüştürülür ve kulağa iletilir. İşitme cihazı seçimi yapılırken kişilerin işitme kaybı tipleri, dereceleri, motor becerileri ve yaşam tarzı göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır (Maltby, 2019).

1.5.1. İşitme cihazı tipleri



Şekil 7. İşitme Cihazı Tipleri (ASHA,2021)

1.5.1.1. Kulak Arkası İşitme Cihazları (BTE)

Kulak kepçesinin arkasına yerleştirilir. İşitme cihazı ve kulak kalıbı arasında bir hortum vardır. Bu hortum kulak kalıbı ve işitme cihazı arasında bağlantıyı sağlamaktadır. Ses çıkışı güçlü olan işitme cihazlarıdır. İleri derece ve çok ileri derecedeki işitme kayıplarında kullanılabilir. Bakımı kolay cihazlardır (Moore, Popelka GR. Introduction to Hearing Aids. In: Popelka GR, Moore)

1.5.1.2. Receiver İn Canal İşitme Cihazları (RIC)

Kulak arkası işitme cihazlarının aksine hoparlör kulak kalıbının içine yerleştirilmektedir. İşitme cihazı ve hoparlör arasındaki bağlantıyı receiver adı veriler ve dijital sinyalleri hoparlörlere aktaran teknolojiye sahip bir tüp sağlamaktadır. Hafif, orta ve ileri derecedeki işitme kayıplarında kullanılabilir. (Moore BCJ, Popelka GR. Introduction to Hearing Aids. In: Popelka GR, Moore)

1.5.1.3. Kulak İçi İşitme Cihazları (ITE)

Kulak içi işitme cihazları kişiye özel üretilen işitme cihazlarıdır ve kulak kepçesinin konka kısmında yer almaktadır. Orta ve ileri derecedeki işitme kayıplarında kullanılabilir. (Durin, Carlile, Guillon, Best ve Kalluri, 2014).

1.5.1.4. Kanal İçi İşitme Cihazları (ITC)

Konka dan az bir miktar görünen cihazlardır. Orta ve hafif derecedeki işitme kayıplarında kullanılabilir. (Durin, Carlile, Guillon, Best ve Kalluri, 2014).

1.5.1.5. Tamamen Kanal İçi İşitme Cihazları (CIC)

Neredeyse hiç görünmeyen işitme cihazlarıdır. Kulak kanalının içine yerleştirilmektedir. İşitme cihazı çıkış gücü çok azdır. Hafif derecedeki işitme kayıplarında kullanılabilir. Estetik amaçlar doğrultusunda tercih edilir. (Banerjee, Garstecki, 2003).

1.5.1.6. Kemik Yolu İşitme Cihazları

Dış ve orta kulakta sorun olması nedeniyle hava yolu işitme cihazı kullanılmadığı ve kemik yolu eşiklerinin normal veya çok az bir işitme kaybı olması durumunda kullanılmaktadır (TURAN ve BOZAN, 2015).

2.BÖLÜM

MATERYAL

2.1. ÇALIŞMA İZİNİ VE ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma için Kapadokya Üniversitesi, girişimsel olmayan klinik Etik Kurulu'ndan 25.06.2023 tarihinde E-64577500-050.99-44739 sayılı kararda onay alınmıştır. Çalışma, Kapadokya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Yüksek Lisans tezi olarak yapılmıştır. Katılımcıların tümüne araştırmayla ilgili bilgilendirme yapılmış ve gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Maxtone İşitme Cihazları Satış ve Uygulama Merkezi'nin bilgisi ve desteğiyle çalışma gerçekleştirilmiştir.

2.2 ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Araştırma kapsamında çalışmaya gönüllü olarak katılım gösteren 20 – 35 yaş aralığındaki 23 kadın, 22 erkek toplam 45 katılımcıya uygulanan REUR testi kapsamında 70 dB SPL ses şiddetinde ve 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz ses frekanslarında yanıt değerlerinin karşılaştırılması amacıyla veriler toplanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak Microsoft Excel paket programı ile düzenlendikten sonra SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 29.0 paket programı ile analiz edilecektir. Tanımlayıcı istatistikler gösterilirken (ort±std.sapma), Frekans (Yüzde %) ve ortanca (medyan (min-max) değeri) kullanılacaktır. Analizlere başlamadan önce sayısal verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov, Shapiro Wilk ile Skewness (çarpıklık) ve Kurtosis (basıklık) testleri ile varyansların homojenliği ise Levene Testi ile incelenecektir. Parametrik testler ortalama ve standart sapma ile parametrik olmayan testler ise ortanca, minimum-maksimum değerleri ile gösterilecektir. Veri analizi yapılırken, iki kategorili değişkenler ile ölçek arasındaki farklılığı analiz etmek amacıyla veriler normal dağılımdan geliyorsa “Bağımsız İki grup t testi (Student’s t test)”, gelmiyorsa ise “Mann Whitney-U testi” kullanılacaktır. İki kategorik değişken arasındaki ilişkileri belirlemek için “Ki-Kare Testi”, 3 ve daha fazla kategorili bağımlı değişken arasındaki farklılığa bakmak için normallik varsayımı sağlandığında “One Vay ANOVA”, sağlanmadığında “Kruskall Wallis” Testi, tüm testler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilecektir.

Evren, araştırma yapılacak tüm ana kütleyi ifade etmektedir. Örneklem ise belli kıstaslara göre, araştırma yapılacak evrenden seçilen ve seçildiği evreni temsil yeterliğinin olduğu kabul edilen küçük evren parçasıdır. Araştırmalar çoğunlukla örneklem parçalar üzerinde yapılır ve elde edilen sonuçlar ilgili evrenlere genellenmektedir (Karasar, 2005). Örneklem sayısı, orta etki düzeyinde, testin gücü 0,95 olarak belirlendiğinde %5 hata oranı ile ulaşılması gereken örneklem sayısı G*Power 3.1.9.4 programı ile hesaplanmış olup, örneklem sayısının minimum 45 olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

2.3. YÖNTEM

Çalışmaya katılan tüm katılımcılara yapılacak uygulama hakkında bilgi verilerek çalışmanın amacı anlatılmıştır ve katılımcılar bilgilendirilmiş olup gönüllü onam form imzalatılmıştır. Bu çalışmaya normal işitmeye sahip olan katılımcılar dâhil edilmiştir. İlk olarak katılımcı için genel bilgi formu doldurulmuştur. Katılımcıların otoskopik muayenesi ve Bio-logic AuDX PRO FLEX cihazında timpanometri testi yapılmıştır. Çalışmaya otoskopik muayenesi normal ve Tip A timpanometri test sonuçları olan katılımcılar dahil edilmiştir. Dış ve orta kulak patolojisi olan katılımcılar, dış kulak kanalında herhangi bir enfeksiyon ya da akıntı görülen katılımcılar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Daha sonra katılımcıların işitmesini değerlendirmek için GSI-61 odyometre cihazında saf ses odyometri testi yapılmış ve normal işitmeye sahip katılımcılar dahil edilmiştir. Rem ölçümü Callisto™ cihazı ile yapılmıştır. Katılımcılar hoparlöre 65 cm uzaklıkta, kafası hoparlöre 0° azimuth ve eğimde olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her katılımcıda prop tüp yenilenerek kalibrasyonu yapılmıştır. Prop tüp 28mm ila 30mm derinlikte yani kulak zarının 0.5cm önüne gelecek şekilde yerleştirilmiştir. 70 dB SPL de uyaran verilerek ölçüm yapılmıştır.

2.3.1. Katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri:

- İşitme kaybı olmaması,
- Türk kökenli olup araştırmaya gönüllü olarak katılım sağlamak istemesi,
- Otoskopik muayenesinde herhangi bir sorun olmaması,
- Timpanometri testi sonucunun tip A olması, durumlarında çalışmaya dahil edilebilmektedir.

2.3.2. Katılımcıların araştırmaya dahil edilmeme kriterleri:

- İşitme kaybı varlığı,
- Dış ve/veya orta kulakta bir patoloji varlığı,
- Türk kökenli olmaması,
- Dış kulakta kulak kiri varlığı,
- Kulak akıntısı veya bir enfeksiyon durumu,
- Tipanometri testi sonucunun TİP AS, TİP AD, TİP B veya TİP C çıkması engel teşkil etmektedir.

2.4. VERİ ANALİZİ

Araştırma sonucu elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak Microsoft Excel paket programı ile düzenlendikten sonra SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 29.0 paket programı ve ile analiz edilmiştir. Analizlere başlamadan önce sayısal verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov, Shapiro Wilk ile Skewness (çarpıklık) ve Kurtosis (basıklık) testleri, Histogram ve Q-Q Plot grafikleri ile incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda bazı verilerin normal dağılımdan geldiği, bazı verilerin ise normal dağılmadığı görülmüştür. Kategorik veriler frekans ve yüzde değerleri ile gösterilirken sayısal veriler ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleriyle gösterilmiştir. Veri analizi yapılırken, iki ölçüm arasındaki farklılık veriler normal dağılımdan geliyorsa Paired Sample t Testi ile, veriler normal dağılmıyorsa Wilcoxon Testi ile değerlendirilmiştir. İki sayısal değişken arasındaki ilişkiye bakabilmek amacıyla ise “Pearson Korelasyon Testi” kullanılmıştır. Tüm testler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3.BÖLÜM

BULGULAR

Tablo 1. Sağ 45 kulakta altı ayrı frekansta 1. ve 2. Ölçümlerin REUR (dB SPL) değerleri

REUR SAĞ KULAK		Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	t/Z*	p
250 Hz	1. deneme	-,02	,50	,00	-2,00	2,00	1,41*	0,157
	2. deneme	,02	,50	,00	-2,00	2,00		
500 Hz	1. deneme	-,02	,15	,00	-1,00	,00	0,00*	1,000
	2. deneme	-,02	,15	,00	-1,00	,00		
1000 Hz	1. deneme	2,09	,82	2,00	,00	3,00	0,19	0,850
	2. deneme	2,11	,71	2,00	,00	4,00		
2000 Hz	1. deneme	8,42	2,84	8,00	3,00	16,00	3,49	<0,001
	2. deneme	8,09	2,75	8,00	3,00	16,00		
4000 Hz	1. deneme	10,49	4,48	11,00	,00	20,00	0,70	0,486
	2. deneme	10,62	4,57	11,00	1,00	20,00		
8000 Hz	1. deneme	-2,18	5,86	-1,00	-16,00	15,00	0,12	0,900
	2. deneme	-2,20	6,03	-1,00	-15,00	14,00		

Paired-Samples t Testi; *Wilcoxon Testi; p<0,05

Tabloda, sağ 45 kulakta altı ayrı frekansta 1. ve 2. deneme ölçümlerinin REUR değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

REUR sağ kulak 250, 500, 1000, 4000 ve 8000 HZ 1.deneme ölçümleri ile 2.deneme ölçümleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05) Yapılan ilk ve ikinci ölçümler birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Yalnızca REUR sağ kulak 2000 HZ 1.ve 2. Deneme ölçüm değeri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0,05). 1.deneme ortalaması 8,42 (ss=2,84), ikinci deneme ortalaması ise 8,09 (ss=2,75) olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Sol 45 kulakta altı ayrı frekansta 1. ve 2. Ölçümlerin REUR (dB SPL) değerleri

REUR SOL KULAK		Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	t/Z*	p
250 Hz	1. deneme	,00	,52	,00	-1,00	3,00	1,32*	0,180
	2. deneme	,07	,39	,00	-1,00	2,00		
500 Hz	1. deneme	,04	,21	,00	,00	1,00	1,00*	0,317
	2. deneme	,00	,21	,00	-1,00	1,00		
1000 Hz	1. deneme	1,71	,89	2,00	,00	4,00	0,00	1,00
	2. deneme	1,71	,94	2,00	,00	4,00		
2000 Hz	1. deneme	8,89	2,52	8,00	5,00	16,00	0,21	0,830
	2. deneme	8,87	2,47	8,00	6,00	16,00		
4000 Hz	1. deneme	10,60	5,42	11,00	-7,00	19,00	1,06	0,294
	2. deneme	10,47	5,27	11,00	-7,00	19,00		
8000 Hz	1. deneme	-2,98	4,72	-3,00	-16,00	7,00	2,34	0,024
	2. deneme	-3,31	4,86	-3,00	-17,00	6,00		

Paired-Samples t Testi; *Wilcoxon Testi; $p < 0,05$

Tabloda, sol 45 kulakta altı ayrı frekansta 1. ve 2. deneme ölçümlerinin REUR değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

REUR sol kulak 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz 1.deneme ölçümleri ile 2.deneme ölçümleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$) Yapılan ilk ve ikinci ölçümler birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Yalnızca REUR sol kulak 8000 Hz 1.ve 2. Deneme ölçüm değeri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). 1.deneme ortalaması -2,98 ($ss=4,72$), ikinci deneme ortalaması ise -3,31 ($ss=4,86$) olarak bulunmuştur.

Tablo 3. 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR1. ve 2. Ölçümlerinin tepe rezonans frekans (Hz) değerleri

SON PİK NOKTASI			Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	t	p
REUR Hz	Sağ Kulak	1. deneme	2852,22	403,75	2820,00	2000,00	3760,00	0,00	1,000
		2. deneme	2852,22	403,75	2820,00	2000,00	3760,00		
	Sol Kulak	1. deneme	2848,73	449,37	2860,00	2028,00	4000,00	0,16	0,323
		2. deneme	2846,51	447,33	2860,00	2028,00	4000,00		

Paired-Samples t Testi; $p < 0,05$

Tabloda, 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Sağ ve sol kulak REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4. 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ve 2. Ölçümlerinin tepe genliği (dB SPL) değerleri

SON PİK NOKTASI			Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	t	p
REUR dB	Sağ Kulak	1. deneme	16,20	2,44	16,00	11,00	21,00	545,91	<0,001
		2. deneme	16,24	2,41	17,00	11,00	20,00		
	Sol Kulak	1. deneme	15,44	2,34	16,00	8,00	20,00	527,04	<0,001
		2. deneme	15,36	2,42	16,00	8,00	20,00		

Paired-Samples t Testi; $p < 0,05$

Tabloda, 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Sağ kulak REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,001$). 1.deneme ortalaması 16,20 ($ss=2,44$), ikinci deneme ortalaması ise 16,24 ($ss=2,41$) olarak bulunmuştur.

Sol kulak REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,001$). 1.deneme ortalaması 15,44 ($ss=2,34$), ikinci deneme ortalaması ise 15,36 ($ss=2,42$) olarak bulunmuştur.

Tablo 5. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ölçümlerinin tepe rezonans frekans (Hz) değerleri

SON PİK NOKTASI									
1. DENEME			Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	t	p
REUR Hz	Sağ Kulak	Erkek	2968,64	411,20	2950,00	2210,00	3760,00	1,95	0,058
		Kadın	2740,87	371,63	2700,00	2000,00	3600,00		
REUR Hz	Sol Kulak	Erkek	2911,27	532,92	2950,00	2028,00	4000,00	0,91	0,367
		Kadın	2788,91	353,72	2700,00	2335,00	3500,00		

Paired-Samples t Testi; $p<0,05$

Tabloda, kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için ve REUR 1. deneme ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Kadın ve erkek bireylerde sağ ve sol kulak REUR 1. ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 6. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için ve REUR 2. ölçümlerinin tepe rezonans frekans (Hz) değerleri

SON PİK NOKTASI 2.									
DENEME			Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	t	p
REUR Hz	Sağ Kulak	Erkek	2968,64	411,20	2950,00	2210,00	3760,00	1,95	0,058
		Kadın	2740,87	371,63	2700,00	2000,00	3600,00		
REUR Hz	Sol Kulak	Erkek	2911,27	532,92	2950,00	2028,00	4000,00	0,94	0,348
		Kadın	2784,57	347,72	2700,00	2335,00	3500,00		

Paired-Samples t Testi; $p<0,05$

Tabloda, kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 2. deneme ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Kadın ve erkek bireylerde sağ ve sol kulak REUR 2. ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 7. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. ölçümlerinin tepe genliği (dB SPL) değerleri

SON PİK NOKTASI 1.								t	p
DENEME			Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst		
REUR dB	Sağ	Erkek	16,82	2,24	17,00	12,00	21,00	1,68	0,099
	Kulak	Kadın	15,61	2,52	16,00	11,00	20,00		
Sol	Erkek		16,18	1,87	16,00	13,00	20,00	2,17	0,035
	Kulak	Kadın	14,74	2,56	14,00	8,00	19,00		

Paired-Samples t Testi; $p < 0,05$

Tabloda, kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 1. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Kadın ve erkek bireylerde sol kulak REUR 1. ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). Erkek bireylerin ortalaması 16,18 ($ss=1,87$), kadın bireylerin ortalaması ise 14,74 ($ss=2,56$) olarak bulunmuştur.

Kadın ve erkek bireylerde sağ kulak REUR ve 1. ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 8. Kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 2. ölçümlerinin tepe genliği (dB SPL) değerleri.

SON PİK NOKTASI 2.								t	p
DENEME			Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst		
REUR dB	Sağ	Erkek	16,77	2,16	17,00	12,00	20,00	1,45	0,153
	Kulak	Kadın	15,74	2,58	16,00	11,00	20,00		
Sol	Erkek		16,18	1,97	16,00	12,00	20,00	2,34	0,023
	Kulak	Kadın	14,57	2,59	14,00	8,00	18,00		

Paired-Samples t Testi; $p < 0,05$

Tabloda, kadın ve erkeklerde 45 sağ 45 sol toplam 90 kulak için REUR 2. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Kadın ve erkek bireylerde sol kulak REUR 2. ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Erkek bireylerin ortalaması 16,18 ($ss=1,97$), kadın bireylerin ortalaması ise 14,57 ($ss=2,59$) olarak bulunmuştur.

Kadın ve erkek bireylerde sağ kulak REUR 2. ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 9. 45 sağ 45 sol 90 kulakta yaş, boy, kilo ve baş çevre ölçümünün REUR tepe rezonans frekans (Hz) değerlerinin arasındaki ilişki

SON PİK NOKTASI 1. DENEME		Yaş	Boy	Kilo	Baş Çevre Ölçümü
REUR Hz	Sağ Kulak <i>Rh</i>	,127	,346*	,191	,095
	P	,404	,020	,209	,534
Sol Kulak	<i>Rh</i>	-,163	,144	,043	,031
	P	,284	,345	,777	,838

Pearson Korelasyon Testi; $p<0,05$

Tabloda, 45 sağ 45 sol toplam 90 kulakta yaş, boy, kilo ve baş çevre ölçümünün ve REUR tepe rezonans frekans değerlerinin arasındaki ilişkiye dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Boy ile sağ kulak REUR tepe rezonans frekans değeri arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki saptanmıştır ($rh=0,346$; $p=0,020$). Boy arttıkça sağ kulak REUR tepe rezonans frekans değeri de artmaktadır.

Tablo 10. 45 sağ 45 sol 90 kulakta kulak kanalı hacminin (ml) REUR ve tepe rezonans frekans (Hz) değerlerinin arasındaki ilişki

SON PİK NOKTASI 1. DENEME			1	2	3	4
REUR Hz	1- Sağ	<i>rh</i>	1	,419	-,094	,021
	Kulak	<i>p</i>		,004*	,538	,893
	2- Sol	<i>rh</i>		1	-,187	-,262
	Kulak	<i>p</i>			,219	,083
Kulak Kanalı Hacmi (ml)	3- Sağ	<i>rh</i>			1	,439
	Kulak	<i>p</i>				,003*
	4- Sol	<i>rh</i>				1
	Kulak	<i>p</i>				

Pearson Korelasyon Testi; * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$

Tablo 10'da 45 sağ 45 sol 90 kulakta kulak kanalı hacminin (ml) REUR tepe rezonans frekans (Hz) değerleri arasındaki ilişkinin analizine yer verilmiştir. p değerinin 0,05'in altında olması iki değişken arasında ilişki olduğunu göstermektedir. $r < 0,20$ ve sıfıra yakın değerler ilişkinin olmadığı ya da çok zayıf ilişkiyi işaret eder. • 0.20-0.39 arasında ise zayıf ilişki • 0.40-0.59 arasında ise orta düzeyde ilişki • 0.60-0.79 arasında ise yüksek düzeyde ilişki • 0.80-1.0 ise çok yüksek ilişki olduğu yorumu yapılır (Köklü ve diğ., 2006).

Sağ kulak kanalı hacmi ile sol kulak kanalı hacmi arasında orta düzeyde ($r=0,439^*$) pozitif ilişki saptanmıştır. Sağ kulak kanalı hacmi arttıkça sol kulak kanalı hacmi de artmıştır.

Tablo 11. Toplam 90 kulakta kulakta REUR 1. Ve 2. ölçümlerinin ortalama tepe rezonans değerlerinin

SON PİK NOKTASI		Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	Fark	t	p
REUR Hz	1. deneme	2850,48	359,51	2850,00	2119,00	3825,00	1,11	1,000	0,323
	2. deneme	2849,37	358,63	2850,00	2119,00	3825,00			
	Büyük	2849,92	359,05	2850,00	2119,00	3825,00			
	Ortalama								

Tabloda, 90 kulak için REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe rezonans frekans değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). 1. ve 2. deneme ölçümleri tepe rezonans frekans değerleri arasında 1,11'lik fark saptanmıştır.

Tablo 12. Toplam 90 kulakta REUR 1. ve 2. Ölçümlerinin ortalama tepe genliği (dB SPL) değerleri

SON PİK NOKTASI		Ortalama	SS	Medyan	Alt	Üst	Fark	t	p
REUR DB	1. deneme	15,82	2,21	16,00	9,50	20,00	0,02	0,573	0,570
	2. deneme	15,80	2,25	16,00	9,50	19,50			
	Büyük Ortalama	15,81	2,22	16,25	9,50	19,75			

Tabloda, 90 kulak için REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasındaki farklılığa dair analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

REUR 1. ve 2. deneme ölçümlerinin tepe genliği değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). 1. ve 2. deneme ölçümleri tepe genliği değerleri arasında 0,02'lik fark saptanmıştır.

TARTIŞMA

Ortalama kulak kanalı uzunluğunun Amerikalı insanlar arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bireysel anatomik farklılıklar, kulak kanalı rezonans ölçümlerinde yüksek derecede değişkenliğe yol açmaktadır. Ortalama REUR verileri mevcut olsa da bu değerlerin Türk popülasyonlarında klinik kullanımı sağlam temellere dayanmamaktadır. Farklı etnik gruplar arasında kulak boyutu ve anatomik farklılıklar elde edilen değerleri etkileyebilir. Bu farklılıklar elde edilen REUR değerleri için geçerli olabilir.

Bu çalışmanın amacı Türk popülasyonunda elde edilen REUR değerlerinin daha önce farklı popülasyonlardan elde edilen REUR değerleri ile arasında fark olup olmadığını araştırmaktır.

Çalışmamızda Türk popülasyonunda REUR değerlerinin 1.ölçümü ve bu ölçümü doğrulamak için 2. bir ölçüm yapılmıştır.

Sağ 45 kulak için REUR 250 Hz ve 8000 Hz arasındaki her oktav frekanslar için 1.ve 2.ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Tekrar testlerinde 2000 Hz dışındaki hiçbir frekansta istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır. 2000 Hz'de bulunan fark ise istatistiksel açıdan çalışmayı etkileyecek kadar anlamlı değildir.

Sol 45 kulak için REUR 250 Hz ve 8000 Hz arasındaki her oktav frekanslar için 1. ve 2.ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Tekrar testlerinde 8000 Hz dışındaki hiçbir frekansta istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır. 8000 Hz'de bulunan fark istatistiksel açıdan çalışmayı etkileyecek kadar anlamlı değildir. Standart sapmalar önceki çalışmalarda belirtildiği gibi (valente, valente ve goebel 1991) yüksek frekanstaki REUR'lar için daha büyük değerlerde elde edilmiştir.

REUR değerlerinin sağ kulakta (16,20 dB SPL tepe genliği ve tepe rezonans frekans 2852,22Hz) sol kulağa (15,44 dB SPL tepe genliği ve tepe rezonans frekans 2848,73Hz) göre biraz daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar için yapılan

tekrar testleri ile ilgili istatistiksel açıdan anlamlı bir sonuç bulunmamıştır. Test güvenilirliği açısından bu oldukça önemlidir.

REUR erkeklerde sağ kulakta (16,82 dB SPL tepe genliği ve 2968,64 Hz tepe rezonans frekans) elde edilen değerlerin sol kulakta (16,18 dB SPL tepe genliği ve 2911,27 Hz tepe rezonans frekans) elde edilen değerlere göre istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlemlenmektedir.

REUR kadınlarda sağ kulakta (15,61 dB SPL tepe genliği ve 2740,87 Hz tepe rezonans frekans) elde edilen değerlerin sol kulakta (14,74 dB SPL tepe genliği ve 2788,91 Hz tepe rezonans frekans) elde edilen değerlere göre istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlemlenmektedir.

Erkelerin sağ ve sol kulaktaki REUR değerleri kadınların değerlerine göre biraz daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Emily ve Bradley (2004) tarafından Çinli katılımcılar için yapılmış çalışmadan farklı sonuçlar çıkmıştır. Bu sonuçlarda kadınların sonuçları (18,41 dB SPL tepe genliği ve 3125 Hz tepe rezonans frekans) erkeklerin sonuçlarına göre (17,43 dB SPL tepe genliği ve 3125 Hz tepe rezonans frekans) daha yüksek çıkarken bizim sonuçlarımızda erkeklerin değerlerinin kadınlara göre daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda Emily ve Bradley (2004), Bentler (1989) fiziksel değişimlerde anlamlı bir korelasyon bulunmadığı gözlemlenmiştir. Fakat bu çalışmada yaş, boy, kilo ve baş çevresi ölçümlerinin boy uzunluğu arttıkça sağ kulakta REUR değerlerinin tepe noktası arttığı gözlemlenmiştir.

Kuruger (1987) tarafından yapılan araştırmada 0-3 yaş aralığında olan 26 çocuğun dış kulak rezonans özellikleri ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı 5300 Hz-7200 Hz olarak ölçülmüştür. Çocukların yetişkinlere kıyasla ortalama tepe rezonans frekansının daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Bu durum yapmış olduğumuz çalışmadan değerlerin farklı çıkmasının nedenini açıklamaktadır.

Upfold ve Byrne (1988) tarafından yapılan araştırmada 25-50 yaş aralığında olan 40 kişinin dış kulak rezonans özellikleri ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı 2968 Hz ve tepe genliği 18 dB SPL olarak ölçülmüştür. Bu çalışmaya göre REUR tepe genliği ve tepe rezonans frekansının Türk popülasyonunda daha düşük bulunduğu gözlemlenmiştir.

Bentler (1989) tarafından yapılan araştırmada 3-13 yaş aralığında olan 78 çocuğun dış kulak rezonans özellikleri ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı 2848 Hz ve tepe genliği 18,9 dB SPL olarak ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı ve tepe genliklerinin yaş, boy, kilo, baş çevresi ölçümü ile korelasyonları zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmaya göre Türk popülasyonunda REUR tepe genliği daha düşük çıkarken ve tepe rezonans frekansının neredeyse aynı değerlerde çıktığı gözlemlenmiştir.

Dempster ve Mackenzie (1990) tarafından yapılan araştırmada 3-12 yaş aralığında 250 çocukta ve 22-76 yaş aralığındaki 18 yetişkinin dış kulak rezonans özellikleri ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı, yetişkinlerde 2752 Hz çıkarken ocuklarda 3089 Hz çıkarak yetişkinlere oranla daha yüksek sonulanmiştir. 7 yaşından itibaren bu tepe noktasının yetişkinlere yaklaştığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmaya göre REUR tepe rezonans frekansının Türk popülasyonunda daha yüksek değerde bulunduğu gözlemlenmiştir.

Valente (1991) tarafından yapılan araştırmada 50-78 yaş aralığında olan 25 kişinin dış kulak rezonans özellikleri ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı 2585 Hz ve tepe genliği 18,5 dB SPL olarak ölçülmüştür. Bu çalışmaya göre Türk popülasyonunda REUR tepe genliği daha düşük çıkarken ve tepe rezonans frekansının daha yüksek değerlerde çıktığı gözlemlenmiştir.

Emily ve Bradley (2004) tarafından yapılan araştırmada 20-32 yaş aralığında olan 40 kişinin dış kulak rezonans özellikleri ölçülmüştür. Ortalama tepe rezonans frekansı 3042 Hz ve tepe genliği 17,92 dB SPL olarak ölçülmüştür. Cinsiyetlerde anlamlı farklar bulunmamıştır. Kadınlarda tepe genlik oranı 18,41 dB SPL ve tepe rezonans frekansı

3125 Hz çıkarken, erkeklerde tepe genliği 17,43 dB SPL ve 2960 Hz çıkmıştır. Kadınların sonuçları erkeklere kıyasla daha yüksektir. Bu çalışmaya göre REUR tepe genliği ve tepe rezonans frekansının Türk popülasyonunda daha küçük bulunduğu gözlemlenmiştir.

Shaw (1974) 12 çalışmadan elde edilen Basınç dönüşümü, azimut bağımlılığı, kulaklar arası seviye farkı ve kulak kanalı basınç dağılımı değerlerini ölçmek için 40 yıllık bir süre boyunca beş ülkeden 100 katılımcıyı kapsayan bir çalışma yapmıştır. Daha sonra Shaw ve Vaillancourt (1985) bu çalışmalarını tablolastırılmış ve değerlerini sunmuştur. Ortalama tepe rezonans frekansı 2700 Hz ve tepe genliği 16,8 dB SPL olarak ölçülmüştür.

KEMAR (Knowles Electronics Manikin for Acoustic Research), akustik araştırmalar kulaklıklar, mikrofonlar ve işitme cihazları gibi ses cihazlarının değerlendirilmesinde kullanılması amacı ile insan kulağının ve baş yapısının mankenleştirilmiş halidir. (burkhard ve Sachs,1975) REUR eğrisinde iki belirgin tepe elde etmişlerdir. 1. tepe, tepe rezonans frekansı 2400 Hz ve tepe genliği 15,1 dB SPL'de elde edilmiştir. 2. tepe, tepe rezonans frekansı 3500 Hz ve tepe genliği 14,9 dB SPL'de elde edilmiştir.

REUR ortalama tepe genliği 15,81dB SPL ve tepe rezonans frekansı 2849,92 Hz'de bulunmuştur. KEMAR'da yapılan çalışmalara ve Shaw ve Vaillancourt (1985)'un yaptığı çalışmaya çok yakın sonuçlar bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmalardaki verilerin Türk popülasyonu için kullanılmasının uygun olduğu gözlemlenmektedir.

Sağ kulak için kulak kanalı hacmi 1,19 ml olup sol kulak için 1,20 ml olarak bulunmuştur. Kulak kanalı hacmi ve REUR tepe rezonans frekansları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Emily ve Bradley (2004) tarafından yapılan araştırmada timpanometri testinde elde edilen kulak kanalı hacmi ile tepe rezonans frekansı arasında anlamlı negatif korelasyon olduğu gözlemlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma 45 Türk katılımcıdan oluşan çalışma grubunun REUR en yüksek tepe genliği ve tepe rezonansının frekans değerlerinin ölçüldüğü bir çalışmadır.

Ortalama Türk popülasyonundan elde edilen REUR değerleri diğer çalışmalarda elde edilen REUR değerleri ile benzerdir. Bu nedenle Türk popülasyonunda ortalama KEMAR veya Shaw ve Vaillancourt (1985)'un REUR değerlerinin kullanılmasının uygun olduğu gözlemlenmektedir.

KAYNAKÇA

- Aksit, M., Kösemihal, E., Karam, İ. (2019) İşitme Cihazı Satış ve Uygulama Merkezlerinde Gerçek-Kulak Ölçümü Kullanımı, ;2(3):61–64. <https://doi.org/10.34034/tjahr.23193>
- Aksit, M., Pektaş, E., Ertuğrul, Ö., Tüysüz, O., Kalcioğlu, M. (2020). Yetişkinlerde Gerçek Kulak Ölçüm Sonuçları: Bölgesel Bir Analiz. KBB-Forum, 19(2), 30 - 38.
- Akyıldız N. (1998) Kulak hastalıkları ve Mikrocerrahisi. 1. Baskı, Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi.
- Akyıldız, N. (2002). Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi.
- Aytekin, B. (2023) İşitme cihazı kullanan geriatric bireylerde işitme cihazı memnuniyeti ve benlik saygısı değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir.
- Banerjee, S., Garstecki, DC., (2003) Brief update on hearing aids. Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 14(4):268-71
- Bastos, B. G., Ferrari, D. V., ve Blasc, W. Q. (2012). Real ear unaided gain and its relation with the equivalent volume of the external and middle ear. International archives of otorhinolaryngology, 16(3), 365–370. <https://doi.org/10.7162/S1809-97772012000300011>
- Bentler R. A. (1989). External ear resonance characteristics in children. The Journal of speech and hearing disorders, 54(2), 264–268. <https://doi.org/10.1044/jshd.5402.264>
- Çelik, O., ve MB, Ş. (2007). Otoloji ve nöro-otolojide öykü, muayene ve değerlendirme. Asya Kitapevi.
- Dallos, P. (1973). The Auditory Periphery. Biophysics and Physiology. Academic Press.
- Demirhan, T. (2008). Bilişim Teknolojilerinin İşitme Engellilerin Eğitimine Etkisinin İncelenmesi (Master'sthesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

- Dempster, J. H., ve Mackenzie, K. (1990). The resonance frequency of the external auditory canal in children. *Ear and hearing*, 11(4), 296–298. <https://doi.org/10.1097/00003446-199008000-00007>
- Driver, E. C., ve Kelley, M. W. (2020). Development of the cochlea. *Development* (Cambridge, England), 147(12), dev162263. <https://doi.org/10.1242/dev.162263>
- Emily, C.Y. Ma ve Bradley, McPherson. (2004) Real ear unaided response in Chinese young adults, *Asia Pacific Journal of Speech, Language and Hearing*, 9:3, 220-231, DOI: 10.1179/136132804805575822
- Gelfand S.A. (2001). *Essentials of Audiology*, New York: Thieme, s. 226-236
- Hamid, M., ve Brookler, K. H. (2007). Tympanometry. *Ear, Nose ve Throat Journal*, 86(11), 668-669.
- Hong, S. H., Woo, H. C., Cho, Y. S., Koh, S. J., ve Shin, M. H. (1997). REUR (real ear unaided response) Performed before hearing aid fitting. *Korean Journal of Audiology*, 1(1), 64-69.
- Hung, Y. C., Lee, Y. J., ve Tsai, L. C. (2017). Vowel production of Mandarin-speaking hearing aid users with different types of hearing loss. *PloS one*, 12(6), e0178588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178588>
- Karasalihoğlu, A.R. (2019). *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi*. 3. Baskı, Güneş Kitabevi, Ankara.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık
- Kirazlı, T., Öğüt, F., Bilgen, C., Öztürk, K. (2013). *İşitme*. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Kitapları
- Koehler, E., ve Kulkarni, S. (2014). Fast and easy fitting and verification with integrated real-ear measurement. *Hear Rev*, 21(10), 36-40.)
- Kruger B. (1987). An update on the external ear resonance in infants and young children. *Ear and hearing*, 8(6), 333–336. <https://doi.org/10.1097/00003446-198712000-00008>

- Li, L., Yu, W. Y., ve Wang, J. M. (2017). Lin chuang er bi yan hou tou jing wai ke za zhi = Journal of clinical otorhinolaryngology, head, and neck surgery, 31(12), 966–968. <https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1781.2017.12.020>
- Madanoğlu, N. (2002). İşitme Mekanizmasında İşitme Yollarının Fonksiyonu., Otokop, Cilt 3, s. 121-124.
- Maltby, M. T. (2019). Principles of hearing aid audiology. Cambridge Scholars Publishing
- Moller, A. R. (2000). Hearing: its physiology and pathophysiology
- Nadol Jr, J. B. (1993). Hearing loss. New England Journal of Medicine, 329(15), 1092-1102.
- 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
- Raphael, Y., ve Altschuler, R. A. (2003). Structure and innervation of the cochlea. Brain research bulletin, 60(5-6), 397–422. [https://doi.org/10.1016/s0361-9230\(03\)00047-9](https://doi.org/10.1016/s0361-9230(03)00047-9)
- Rohen, JW., Yokochi, C., Lütjen-Drecoll, E., (2009) İnsan Anatomisi Fotoğraflı Disseksiyon Atlası. Çeviri: Akkın SM. istanbul: Deomed .
- Sataloff, R. T., & Sataloff, J. (2005). Classification and measurement of hearing loss. Occupational Hearing Loss.
- Shanks, J., & Shohet, J. (2009). Tympanometry in clinical practice. Handbook of clinical audiology, 6, 159.
- Shaw, E.A. (1974) Transformation of Sound Pressure Level from the Free Field to the Eardrum in the Horizontal Plane. Journal of the Acoustical Society of America, 56, 1848-1861. <https://doi.org/10.1121/1.1903522>
- Shaw, E. A., ve Vaillancourt, M. M. (1985). Transformation of sound-pressure level from the free field to the eardrum presented in numerical form. The Journal of the Acoustical Society of America, 78(3), 1120–1123. <https://doi.org/10.1121/1.393035>

- Sliwinska, M. (2015). Handbook of Clinical Neurology, 131.baskı
- Turan, M., ve Bozan, N. (2015). Kemik Yolu İşitme Cihazları. Türkiye Klinikleri Ear Nose and Throat-Special Topics, 8(2), 58-62.
- Upfold, G., ve Byrne, D. (1988). Variability of ear canal resonance and its implications for the design of hearing aids and earplugs. Australian J. Audiol, 10(2), 97-102
- Uzundemir, F., Kayacan, M. Y., ve Şen, İ. (2023). Orta kulak tasarımı ve akustik harmonik performansının sonlu elemanlar yöntemiyle modellenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(3), 965-972. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1274879>
- Valente, M., Goebel, J. (1991). Reliability and intersubject variability of the real ear unaided response. Ear and hearing, 12(3), 216-220. <https://doi.org/10.1097/00003446-199106000-00009>