



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TİNNİTUSLU BİREYLERDE AZALMIŞ SES TOLERANSI VE YÜKSELEN GÜRLÜK ALGISI DEĞERLENDİRMESİ

MURAT ERİNÇ
DOKTORA TEZİ

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI BİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. UFUK DERİNSU

İSTANBUL-2022

BEYAN

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



Murat Erinç

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesindeki destek ve katkılarından dolayı tez danışmanım Doç. Dr. Ufuk Derinsu'ya;

Tez sürecimde katkılarını esirgemeyen değerli hocam Odyoloji Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ayça Çiprut'a;

Değerli hocalarım ve arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Başak Mutlu, Dr. Öğr. Üyesi Atılım Atılğan, Dr. Öğr. Üyesi Sıdıka Cesur, Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Yüksel, Dr. Öğr. Üyesi Merve Torun Topçu'ya;

Her zaman yanımda olan annem Zeynep Kalemcioğlu, kardeşim Şebnem Erinç ve arkadaşlarıma;

En içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR ve SİMGELER	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	vii
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ.....	3
4. GENEL BİLGİLER	7
4.1. Tinnitusun Tanımı ve Sınıflandırılması.....	7
4.2. Hiperakuzinin Tanımı ve Sınıflandırılması	9
4.3. Tinnitus ve Hiperakuzinin Epidemiyolojisi.....	11
4.4. Tinnitus ve Hiperakuzinin Etiyolojisi.....	12
4.5. Tinnitus ve Hiperakuzinin Mekanizması ve Nörofizyolojik Yaklaşım.....	14
4.5.1. Santral kazanç modeli.....	15
4.5.2. Artmış spontan aktivite ve nöral senkronizasyon.....	18
4.5.3. Tonotopik reorganizasyon	18
4.6. Gürlük (Loudness).....	19
4.6.1. Gürlüğün nöral mekanizması.....	20
4.6.2. Gürlük fonksiyonu	21
4.6.3. Gürlük adaptasyonu	22
4.6.4. Hiperakuzi ve gürlük rekrutmenti (<i>loudness recruitment</i>)	23
4.7. Ölçme ve Değerlendirme Teknikleri	24
4.7.1. Tinnitusun değerlendirmesi	24

4.7.2. Hiperakuzinin değerlendirmesi.....	27
4.7.3. Yükselen gürlük değerlendirmesi	29
4.7.4. Tinnitus ve Hiperakuzide Elektrofizyolojik yöntemler	30
5. GEREÇ ve YÖNTEM	33
5.1. Örneklem	33
5.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri	34
5.3. Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	35
5.4. Yöntem	35
5.5. Veri Toplama Araçları.....	36
5.5.1. Ölçekler.....	36
5.5.2. Davranışsal Değerlendirmeler	37
5.5.3. Elektrofizyolojik Değerlendirmeler (N1-P2 kompleksi)	38
5.6. İstatiksel Yöntemler.....	40
6. BULGULAR.....	41
6.1. Çalışma Grubu.....	41
6.2. Ölçek Sonuçları	41
6.3. Rahatsız Edici Ses Seviyesi Sonuçları.....	42
6.4. Kategorik Gürlük Skalası Sonuçları	43
6.5. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyel Sonuçları	43
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	46
8. KAYNAKLAR	51
9. EKLER	70
10. ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

KISALTMALAR ve SİMGELER

ABR: Auditory Brainstem Response

AST: Azalmış Ses Toleransı

CLS: Categorical Loudness Scaling

CUs: Categorical units

dACC: Dorsal anterior cingulate cortex

dB HL: Decibel Hearing Level

dB SL: Sensation Level

dB SPL: Decibel Sound Pressure Level

dPMC: Dorsal premotor cortex

DPOAE: Distortion Product Otoacoustic Emissions

EEG: Elektroensefalografi

GÜF: Geräuschüberempfindlichkeit

HQ: Hyperacusis Questionnaire

İUKP: İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller

İUP: İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

KHÖ: Khalfa Hiperakuzi Ölçeği

LDL: Loudness Discomfort Level

MASH: Multiple Activity Scale for Hyperacusis

MMS: Minimal maske seviyesi

NBN: Narrow Band Noise

OFC: Orbitofrontal cortex

Rİ: Rezidüel inhibisyon

SMA: Supplementary motor area

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

SS: Standart Sapma

TEA: Tinnitus Engellilik Anketi

TEN: Threshold Equalizing Noise

TFI: Tinnitus Functional Index

THI: Tinnitus Handicap Inventory

THQ: Tinnitus Handicap Questionnaire

TQ: Tinnitus Questionnaire

TRQ: Tinnitus Reaction Questionnaire

TSI: Tinnitus Severity Index

TSQ: Tinnitus Severity Questionnaire

VAS: Vizüel Analog Skala

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1. ISO 226 (düz çizgi), 1997 modelinde tahmin edilen eğriler (noktalı çizgi), 2006 modelinde tahmin edilen eğriler (kesikli çizgi) (Glasberg ve Moore (2006)'dan değiştirilerek kullanılmıştır)..... 20
- Şekil 2. Normal işitende gürlük artışı (panel A, düz çizgi), işitme kaybında gürlük artışı (panel D, kesikli çizgi), tinnitusta gürlük artışı (panel B), işitme kaybı ve tinnitusta gürlük artışı (panel C), hiperakuzide gürlük artışı (panel E), işitme kaybı ve hiperakuzide gürlük artışı (panel F). L_m (*maximal loudness*, maksimum gürlük), I_m (*Maximal intensity*, maksimum ses şiddeti), L_o (*Loudness threshold*, gürlük eşik seviyesi), I_o (*Intensity threshold*, ses şiddeti eşik seviyesi) (Zeng (2013)'den değiştirilerek kullanılmıştır)..... 22
- Şekil 3. 11 basamaklı kategorik gürlük skalası. Sol taraftaki sayılar denekler tarafından görülmeyen, analiz için kullanılan kategorik birimlerdir..... 30
- Şekil 4. Kontrol (düz çizgi), tinnitus (kesikli çizgi) ve hiperakuzi (noktalı çizgi) gruplarının 500 Hz ve 2000 Hz FRESH gürültü ile farklı şiddetlerde elde edilen tüm averajlanmış İUKP dalga formları. 45

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Tinnitusun Olası Nedenleri.....	13
Tablo 2. Grupların dB HL cinsinden işitme eşiklerinin ortalama ve standart sapma değerleri.....	41
Tablo 3. Tinnitus ve hiperakuzi grubunun TEA, KHÖ ve VAS skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	42
Tablo 4. Grupların dB HL cinsinden LDL ortalama ve standart sapma değerleri.....	42
Tablo 5. Grupların dB HL cinsinden CLS ortalama ve standart sapma (SS) değerleri.	43
Tablo 6. Gruplar arası 500 Hz ve 2000 Hz FRESH gürültü ile farklı şiddetlerde N1, P2 latans ve N1-P2 amplitüd (μ V) ortalama ve standart sapma (SS) değerleri.	44

1. ÖZET

Tezin başlığı: Tinnituslu Bireylerde Azalmış Ses Toleransı ve Yükselen Gürlük Algısı Değerlendirmesi

Öğrencinin Adı, Soyadı: Murat Erinç

Danışmanın Adı, Soyadı: Doç. Dr. Ufuk Derinsu

Programın Adı: Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Doktora Programı

Amaç: Tinnitus, hiperakuzi ve gürlük algısının ortak mekanizmasının santral kazanç ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, hiperakuzisi olan ve olmayan tinnitus hastalarının gürlük büyüme fonksiyonunu davranışsal ve elektrofizyolojik yöntemlerle değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma, kontrol grubu (10 erkek ve 10 kadın; ort. yaş 39.8 ± 11.8), tinnitus grubu (10 erkek ve 10 kadın; ort. yaş 40.9 ± 12.2) ve hiperakuzi grubu (aynı zamanda tinnitusu da var) (7 erkek ve 13 kadın; ort. yaş 38.7 ± 14.6) olmak üzere üç gruptan ve toplam 60 normal işiten katılımcıdan oluşmaktadır. Gürlük artışının değerlendirmesinde rahatsız edici ses seviyesi (loudness discomfort level- LDL), kategorik gürlük skalası (categorical loudness scaling-CLS) ve İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) kullanıldı. N1-P2 amplitüd ve latansları ölçüldü.

Bulgular: Hiperakuzi grubu ile diğer iki grup arasında LDL sonuçlarında anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0.001$). Hiperakuzi grubu ile diğer iki grup arasında 500 Hz ve 2000 Hz dar bant gürültü (NBN) uyararı ile yapılan CLS ölçümünde "normal", "yüksek" ve "çok yüksek" kategorilerinde anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0.001$). Aynı uyaranlar ile 40, 60 ve 80 dB nHL şiddetlerinde yapılan İUKP ölçümünde N1-P2 amplitüd ve latanslarında gruplar arasında anlamlı fark gözlemlenmedi.

Sonuçlar: Hiperakuzi grubu davranışsal testlerde gruplar arasında anlamlı olarak farklılık göstermekte ancak elektrofizyolojik testler ile bu farklılık görülememektedir. Tinnitus ve hiperakuziyi elektrofizyolojik testler kullanarak yükselen gürlük fonksiyonu üzerinden ayırıştırma girişimimizde N1 ve P2 cevapları uygun bir yöntem olarak görülmedi. Ancak davranışsal testlerde kullanılan LDL' lere ek olarak CLS kullanımının faydalı olduğu görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Tinnitus, hiperakuzi, rahatsız edici ses seviyesi, kategorik gürlük skalası, işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller

2. ABSTRACT

Title of Thesis: Evaluation of Decreased Sound Tolerance and Loudness Growth in Individuals with Tinnitus

Student Name, Surname: Murat Erinç

Supervisor Name: Ufuk Derinsu

Program Name: Audiology and Language Disorders PhD Program

Aim: The common mechanism of tinnitus, hyperacusis, and loudness perception is hypothesized to be related to central gain. This study aimed to evaluate the loudness growth function of tinnitus patients with and without hyperacusis using behavioural and electrophysiological methods.

Materials and Method: The study consists of three groups with a total of 60 clinically normal hearing subjects, including the control group (10 men and 10 women; mean age 39.8, SD 11.8 years), tinnitus group (10 men and 10 women; mean age 40.9, SD 12.2 years) and hyperacusis group (also have tinnitus) (7 men and 13 women; mean age 38.7, SD 14.6 years). Loudness discomfort levels (LDLs), categorical loudness scaling (CLS) and cortical auditory evoked potentials (CAEP) were used for the evaluation of loudness growth. N1-P2 component amplitudes and latencies were measured.

Results: LDL results showed a significant difference between the hyperacusis group and the other two groups ($p < 0.001$). In the loudness scale test performed with 500 Hz and 2000 Hz narrow-band noise (NBN) stimulus, a significant difference was observed between the hyperacusis group and the other two groups in the “medium,” “loud” and “very loud” categories ($p < 0.001$). In the cortical examination performed with same stimulus at 40, 60 and 80 dB nHL intensities, no significant difference was observed between the groups in the N1, P2 latency and N1-P2 peak-to-peak amplitude.

Conclusions: The hyperacusis group is significantly different between groups in behavioural tests, but not in electrophysiological tests. In our attempt to differentiate tinnitus and hyperacusis with electrophysiological tests over the loudness growth function, N1 and P2 responses were not seen as a suitable method. However, it appears to be beneficial to use CLS in addition to LDLs in behavioural tests.

Key words: Tinnitus, hyperacusis, loudness discomfort levels, categorical loudness scaling, auditory cortical evoked potentials

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Tinnitus, fiziksel olarak var olmayan, sadece kişi tarafından duyulan anlamsız seslerdir. Genel popülasyonun %10-20'si arasında görülen çok yaygın bir semptomdur (Bhatt ve ark., 2016; McCormack ve ark., 2016). Azalmış ses toleransı ya da en yaygın kullanımı ile hiperakuzi ise başkalarını rahatsız etmeyen sıradan seslerin tahammül edilemeyecek seviyede şiddetli algılanmasıdır. Bu durum sıradan seslere karşı tolerans gösterememekten dolayı günlük yaşamı zorlaştırmaktadır (Fackrell ve ark., 2017). Tinnitus ve hiperakuzi arasındaki ilişki birçok çalışmada vurgulanmıştır (Andersson ve ark., 2002; Schecklmann ve ark., 2014; Tyler & Conrad-Armes, 1983). Hiperakuzi hastalarının %86'sında tinnitus (Anari ve ark., 1999) ve tinnitus hastalarının %27-40'ı arasında hiperakuzi gözlenmiştir (Nelson & Chen, 2004; Sheldrake ve ark., 2015).

Tinnitus ve hiperakuzinin mekanizması halen araştırılmakla birlikte, birçok hipotez santral işitme sistemi ile ilgili olduğunu belirtmektedir. Bu hipotezler artmış nöral senkronizasyon (Noreña & Eggermont, 2003; Weisz ve ark., 2007), artan spontan aktivite (Kaltenbach & Afman, 2000; Mulders & Robertson, 2009) ve tonotopik reorganizasyon (Mühlnickel ve ark., 1998; Rauschecker, 1999) ya da tamamlanmamış tonotopik reorganizasyondur (Koops ve ark., 2020). Bu hipotezler işitme kaybının bir sonucu olarak santral kazanç mekanizmasının telafi ya da aşırı telafi çabası ile santral işitme sisteminde yarattığı önemli değişiklikleri vurgulamaktadır (Husain, 2016; Roberts ve ark., 2010; Schaette & McAlpine, 2011; Zeng, 2013). İşitme kaybı, inhibisyon ve eksitasyon arasındaki dengeyi bozarak santral işitme sisteminde nöroplastik değişikliklere yol açar. Bu durum artan nöral aktiviteye neden olur (Scholl & Wehr, 2008). Bu mekanizmaya göre, işitme kaybının neden olduğu azalmış girdi nöral kazanç ile arttırıldığında tinnitus ve hiperakuzi oluşur (Auerbach ve ark., 2014). Zeng (2020), azalmış girdiye santral gürültü eklenmesinin tinnitusa neden olurken, "çarpımsal" santral kazancın eklenmesinin hiperakuziye neden olduğunu öne sürmüştür. Ancak klinik olarak işitmesi "normal" olan hastalarda da tinnitus ve hiperakuzi görülmektedir. Çalışmalar koklear sinaptopati varlığında, işitme eşiğinin değişmesine neden olmayacak düzeyde afferent sinir terminallerinin sayısında azalma olabileceğini göstermiştir (Fernandez ve ark., 2020; Kujawa & Liberman, 2009).

Teorik olarak bakıldığında, işitme eşiği klinik olarak “normal” seviyelerde olsa bile 0 dB HL’in üzerindeki eşikler işitsel girdinin azaldığını gösterir. Koklear sinaptopati varlığında ise, azalmış girdi odyogramda görünenden daha fazla olacaktır.

Gürlük, ses şiddetinin sübjektif bir algısıdır ve "çok az", "biraz az", "normal", "yüksek", "çok yüksek" ve "rahatsız edecek kadar yüksek" gibi anlamlı tanımlayıcılarla ölçeklendirilebilir (ANSI, 2013). Gürlük algısı adaptiftir ve santral kazanç mekanizması ile akustik ortama göre değişebilir (Formby ve ark., 2003). Bu durumda, gürlük fonksiyonu, tinnitus ve hiperakuzinin ortak mekanizması santral kazançtır.

Hiperakuzi ve gürlük rekrutmenti (*loudness recruitment*), farklı yükselen gürlük profiline sahiptirler. Gürlük rekrutmenti, sensörinöral işitme kaybı nedeniyle azalan dinamik aralıktan kaynaklanmaktadır (Moore ve ark., 1985). Gürlük rekrutmentinde rahatsız edici ses seviyeleri (*loudness discomfort level-LDL*) genellikle normal seviyelerdedir fakat ses şiddeti LDL eşiklerine yaklaştıkça hızla yükselen gürlük algısı gözlenmektedir (Moore, 1995). Hiperakuzide ise yükselen gürlük algısı işitme kaybindan ve gürlük rekrutmentinden bağımsızdır (Tyler ve ark., 2014). Sadece yüksek şiddetli seslere değil, düşük ve orta şiddetteki seslerde de gürlük algısı beklenmedik derecede yüksek olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda hiperakuzisi olanların LDL eşikleri normalden düşük bulunmuştur (Aazh & Moore, 2017; Formby ve ark., 2007).

Hiperakuzinin ortak kabul görmüş bir tanımının olmaması, tanı için farklı yöntemlerin kullanılmasına neden olmuştur. Bu nedenle kullanımda olan birçok ölçeğin yanı sıra yenileri de halen geliştirilmeye devam etmektedir. Araştırmacıların hiperakuzinin tanımına olan yaklaşımlarına göre geliştirilen ölçeğin odak noktası da değişmektedir. Yaygın olarak kullanılan Hiperakuzi Ölçeği (*Hyperacusis Questionnaire-HQ*), hiperakuziyi dikkat, sosyal ve duygusal boyutlarıyla ele almaktadır. Fakat tanılamak için yüksek eşik skoruna sahip olması, bazı soruların hiperakuzi ile ilişkisiz olması ve tinnitus hastalarına uygun olmayan sorular içermesi sebebiyle eleştirilmiştir (Aazh & Moore, 2017; Fackrell ve ark., 2015). Hiperakuzinin fiziksel ve psikolojik bileşenleri olan çok yönlü bir olgu olması, tek bir yöntem ile tanı konulmasını zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle, Fackrell ve ark. (2017) tarafından yapılan derleme çalışmasında birkaç farklı yöntemin bir arada kullanılması önerilmiştir.

Tinnitus ve hiperakuzinin subkortikal ve kortikal düzeydeki etkilerini incelemek için ABR, P50, P1, N1, P2 ve P300 gibi işitsel uyarılmış potansiyeller (İUP) kullanılmaktadır (Azevedo ve ark., 2020). İşitsel uyarılmış potansiyeller ve tinnitus üzerine yapılan güncel derleme çalışmalarında tinnitusu öngören kesin bir bulgu olmamakla birlikte, tinnitus ve kontrol grubu arasındaki farkı göstermede P300 bileşeninin daha başarılı olduğu belirtilmektedir (Azevedo ve ark., 2020; Cardon ve ark., 2020). Ayrıca P300 sıklıkla bilişsel performansı değerlendirmek için de kullanılmaktadır. Tinnitus hastalarında bilişsel verimliliğin etkilendiği ve buna bağlı problemlerin sıklıkla görüldüğünü belirten çalışmalar dikkate alındığında P300 ile tinnitus arasındaki ilişkinin bilişsel performans ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Hallam ve ark., 2004; Wang ve ark., 2018). Bu çalışma hiperakuziyi gürlük algısı üzerinden ele aldığı için gürlük değişimine duyarlı bir işitsel uyarılmış kortikal potansiyel (İUKP) tercih edilmiştir (Hegerl ve ark., 1994). Bu nedenle hem şiddete bağımlı karakteristiği olan hem de kortikal düzeyde olabildiğince üst bölgelerin yanıtı olan N1-P2 kompleksi kullanılmıştır. Noreña ve ark. (1999) N1-P2 komponenti ile tinnitus hastalarında artan işitsel kazanç ve şiddete bağımlı cevapları araştırmışlardır. Ayrıca Korczak ve ark. (2017) gürlük fonksiyonunu İUP ve davranışsal metotlarla araştırdıkları çalışmada davranışsal sonuçlara en yakın cevabı N1-P2 komponenti ile gözlemlendiğini bulmuşlardır. N1 ve P2 bileşenleri tinnitus, hiperakuzi ve santral kazanç ile ilgili birçok çalışmada kullanılmaktadır (Durai ve ark., 2019; Kadner ve ark., 2002; Lee ve ark., 2007; Noreña ve ark., 1999).

Tinnitus ve hiperakuziyi objektif yöntemlerle saptayabilmek uzun zamandır araştırılan bir konudur fakat halen anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Tinnitus ve hiperakuzi hastalarının heterojen yapısı çalışmaları zorlaştırmaktadır. Tinnitusun etiyolojisindeki farklılıklar ve hiperakuzinin ortak kabul görmüş bir tanı kriterinin olmaması gibi faktörler farklı çalışmalardan elde edilen verilerin bir arada değerlendirilmesini mümkün kılmamaktadır. Bu nedenle olabildiğince spesifik bir hasta popülasyonu ile çalışmak literatüre önemli katkı sağlayacaktır. Çalışmamızda etiyolojisi ve karakteristik özelliği sınırlandırılmış tinnitus hastaları ve genişletilmiş hiperakuzi

tanılama yöntemi kullanarak literatüre katkıda bulunmayı amaçladık. Bu çalışmada hiperakuzisi olan ve olmayan tinnitus hastalarının yükselen gürlük fonksiyonunun davranışsal ve elektrofizyolojik yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



4. GENEL BİLGİLER

4.1. Tinnitusun Tanımı ve Sınıflandırılması

Tinnitus kelimesinin kökeni Latince zil çalmak anlamına gelen “*tinnire*” kelimesinden gelmektedir. Kulak çınlaması olarak da ifade edilen tinnitus herhangi bir ses uyarını olmaksızın istemsiz olarak algılanan seslere denir. Bu sesler kişinin kulaklarında, kafasının içinde ya da dışında algılanıyor olabilir. Bu algılanan sesler genellikle anlamsız seslerdir fakat işitsel halüsinasyon olduğu durumlarda duyulan sesler müzik ya da konuşma sesi gibi anlamlı sesler olabilmektedir. İşitsel halüsinasyonlar şizofreni gibi farklı psikiyatrik rahatsızlıklardan kaynaklanmaktadır. Tinnitus ve işitsel halüsinasyonun birbirinden farklı iki semptom olduğu ve farklı disiplinleri içerdiği bilinmelidir.

Tinnitus oldukça farklı psikoakustik özelliklere sahiptir. Oldukça sık görülen ve tinnitus kelimesinin de kökeni olan çınlamanın yanında uğultu, motor sesi, hışırtı, cırcır böceği sesi, şelale sesi, su sesi, ısıklık sesi, rüzgâr sesi gibi çevresel seslere benzetilen kompleks sesler olabilmektedir. Bu seslerin şiddeti ve süresi de kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda tinnitusun psikoakustik özellikleri ve duyulan rahatsızlık arasında doğrudan bir ilişki bulunamamıştır (Fowler, 1942; Goodwin & Johnson, 1980). Fakat psikoakustik özellikler ve duyulan rahatsızlık arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaması tinnitus ses şiddetinin önemsiz olduğu anlamına gelmemelidir. Stouffer ve Tyler (1990) tinnitus ses şiddeti düşük olanların yüksek olanlara göre daha az stres olduklarını bulmuşlardır. Tinnitustan duyulan rahatsızlığın sebepleri araştırıldığında kişilik özelliklerinin ön plana çıktığı görülmektedir (Welch & Dawes, 2008). Beş Faktör Kişilik Kuramına göre nevrozizm, düşük dışadönüklük ya da düşük uyumluluk gösteren kişiler ile tinnitus şiddeti arasında anlamlı ilişki görülmüştür (Rizzardo ve ark., 1998; Simões ve ark., 2019). Daha düşük şiddette tinnitusa sahip bir kişi, tinnitus şiddeti daha yüksek olan birinden daha fazla rahatsız olabilmektedir. Bu durum tabii ki tinnitusun artan şiddetinin hastalar üzerinde etkisinin olmayacağı yönünde anlaşılmamalıdır. Genel olarak hastaların şikayetlerine baktığımızda ise uykuya dalmada zorluk, depresif ruh hali,

konsantrasyon güçlüğü, konuşmayı anlamada zorluk ve sağlıkla ilgili diğer sorunlardan korkma sıklıkla görülmektedir.

Tinnitusun karmaşık doğası sebebiyle birçok farklı sınıflama yapılabilmektedir. Farklı sınıflamalarla yapılan araştırmalar tinnitusun halen araştırılmakta olan mekanizması hakkında önemli katkı sağlamaktadır. Tinnitusu bir bütün olarak ele almaktansa daha spesifik gruplarla çalışmak tinnitusun doğasını anlamayı kolaylaştırmaktadır. Tinnitus psikoakustik özelliklerine, hastanın reaksiyonlarına ya da etiyolojisine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalar tinnitusun doğasını anlamaya yardımcı olurken aynı zamanda terapi/tedavi planlamasında da belirleyici rol oynar.

Psikoakustik özelliklere göre yapılan sınıflamalarda sesin lokasyonuna (bilateral, sağ kulak, sol kulak), sürekli veya pulsatil olmasına, tonal ya da kompleks olmasına veya alçak frekans ya da yüksek frekans olmasına göre gruplandırılabilir. Bu tür gruplamalar özellikle ses terapisi uygulamalarında oldukça fayda sağlamaktadır.

Hastaların reaksiyonlarına göre yapılan sınıflamalarda ise tinnitusun kişi için ne kadar problematik olduğuna bakılır. Bu sınıflamada tinnitusun ses şiddeti ya da kaynağı değil, gündelik hayatı ne kadar etkilediği önemlidir. Kullanılan ölçeklere ya da terapi/tedavi yaklaşımlarına göre bu sınıflamalar değişiklik göstermektedir. Reed (1960) bu sınıflamayı hafif, orta ve şiddetli olarak yapmıştır. Hafif tinnitus nadiren problematik olurken orta tinnitus gündelik hayatı ve uyku düzenini etkilemektedir. Şiddetli rahatsızlık veren tinnitusta ise kişi uyumakta oldukça zorlanır ve sorumluluklarını yerine getiremez hale gelir. Jastreboff ve Jastreboff (2000) ise terapi/tedavi planlamasına göre hastaları 0 ve 4 arasında sınıflandırır. Sınıf “0” da kısa süreli tinnitus vardır, hiperakuzi yoktur ve işitme kaybı değişkendir. Sınıf “1” de rahatsız edici tinnitus vardır, hiperakuzi ve işitme kaybı yoktur. Sınıf “2” de rahatsız edici tinnitus ve işitme kaybı vardır, hiperakuzi yoktur. Sınıf “3” de hiperakuzi asıl problemdir, tinnitus ve işitme kaybı arka plandadır. Sınıf “4” te ise uzun süredir devam eden hiperakuzi ve tinnitus şikâyeti olan hastalar vardır.

Tinnitusun etiyolojisine göre yapılan sınıflamalar ise literatürde oldukça önemli yer tutmaktadır. Çünkü tinnitusun mekanizması hakkında üretilen hipotezler bu tür sınıflamalara dayanmaktadır. Buna göre tinnitusun periferik işitme sisteminden ya da

santral işitme sisteminden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Kullanılan en yaygın sınıflama objektif ve sübjektif tinnitus sınıflamasıdır. Objektif tinnitusta vücut tarafından üretilen ses başkaları tarafından da duyulabilmektedir. Genellikle vasküler nedenlerden kaynaklı olduğundan pulsatil ve nabızla senkronizedir. Sübjektif tinnitus ise fiziksel olarak var olmayan sadece hasta tarafından duyulan seslerdir ve objektif tinnitustan çok daha sık görülmektedir. Sübjektif tinnitusa neden olan birçok risk faktörü olmakla birlikte en büyük risk faktörü işitme kaybı ve özellikle gürültüye bağlı işitme kaybıdır. Çok sayıda farklı sebebi olabilen tinnitusun etiyolojisini belirlemek oldukça zordur. Sebebi belirlenemeyen olgularda sıklıkla idiyopatik olarak değerlendirilmektedir. Tinnitus hastalarının çok büyük bir kısmını sübjektif, idiyopatik tinnitus hastaları oluşturmaktadır.

Jastreboff ve ark. (1996) ise tinnitusu objektif ve sübjektif sınıflamasına benzer şekilde somatik ve nörofizyolojik olarak sınıflamıştır. Somatik (*somatosound*) ile ifade edilen vücut tarafından üretilen seslerdir. Bunlar vasküler, müküler, solunum, temporomandibular eklem ya da spontan otoakustik emisyon kaynaklı olabilmektedir (Henry ve ark., 2007). Somatik tinnitusta medikal tedaviler ön plandadır. Nörofizyolojik tinnitus ise santral işitsel sistemin, limbik sistemin ve otonom sinir sisteminin de dahil olduğu bir nörofizyolojik model hipotezine dayanır. Bu durumda genellikle danışmanlık, ses terapisi ve psikoterapi yöntemlerini içeren tinnitus yönetim programları tercih edilmektedir.

4.2. Hiperakuzinin Tanımı ve Sınıflandırılması

“*Hyperacusis*” terimi ilk olarak Perlman (1938) tarafından kullanılmıştır. “*Hyper*” aşırı, “*acusis*” ise ses anlamına gelmektedir. Hiperakuzi, seslerin aşırı iyi duyulması değil, duyulan sıradan seslerin dayanılmaz olmasıdır. Günümüzde ortak kabul görmüş tek bir tanımı yoktur ve uzmanlar tarafında birbirine benzer fakat farklı şekillerde yorumlanmıştır. Güncel olarak Aazh ve ark. (2016) tarafından sıradan seslere duyulan tahammülsüzlüğün gündelik hayatı önemli ölçüde etkilemesi olarak yorumlanırken, Fackrell ve ark. (2017) tarafından ise başkalarını rahatsız etmeyen sıradan seslerin tahammül edilemeyecek seviyede şiddetli algılanması olarak ele alınmıştır. Fackrell ve ark. (2017) yaptıkları derleme çalışmasında literatürdeki hiperakuzi tanımlarını

incelemişlerdir ve yapılan tanımların 4 tema üzerinde yoğunlaştığını bulmuşlardır. Bu temalar azaltma (*reduction*), tahammülsüzlük (*intolerance*), tepki (*reaction*), hassasiyet (*sensitivity*)’dır. Bu temalar doğrultusunda literatürdeki hiperakuzi tanımlarını incelediğimizde azaltmaya örnek olarak azalmış ses toleransı (Formby & Gold, 2002; Hazell ve ark., 2002), gündelik seslere karşı azalmış tolerans (Silverstein ve ark., 2016); tahammülsüzlüğe örnek olarak sıradan seslere tahammül edememe (Jüris ve ark., 2014; Vernon, 1987), birçok insanın tahammül edebildiği seslere tahammül edememe (Formby ve ark., 2008); tepkiye örnek olarak sıradan seslere karşı uygun olmayan tepki verme (Gold ve ark., 1999); hassasiyete örnek olarak seslere aşırı hassasiyet (Hesse ve ark., 2006), yüksek seslere karşı hipersensitivite (Suchova, 2005) verilebilir.

Seslerden rahatsız olma ile ilgili literatürde kullanılan bir başka terim ise “Azalmış Ses Toleransı (AST- *Decreased Sound Tolerance*)” dır. Jastreboff ve Jastreboff (2002) AST’yi bir çatı başlık olarak kullanmış ve hiperakuzi, misofoni ve fonofobi olmak üzere alt başlıklara ayırmıştır. Hiperakuzi sıradan seslere karşı uygun olmayan tepki verme ve tolerans gösterememe olarak tanımlanmıştır. Fonofobi ve misofonide işitme sistemi abnormal bir uyaran ile uyarılmamış olmasına rağmen işitsel ve limbik sistem arasındaki bağlantıdan ötürü limbik sistemin verdiği güçlü reaksiyondur. Fonofobi de baskın duygu korkuyken, misofoni de baskın duygu hoşlanmama veya nefretir. Bu kavramlar arasındaki en temel fark, tepki gösterilen değişkendir. Hiperakuzide sesin fiziksel özelliği ile kişinin gösterdiği reaksiyon ilişkilidir. Fakat fonofobi ve misofonide verilen tepki sesin fiziksel özelliği ile değil, kişinin o sese yüklediği anlam ile ilişkilidir.

Tyler ve ark. (2014) yaptıkları derleme çalışması ile terim ve tanım karışıklığını düzenlemek istemişlerdir. Bu sebeple hiperakuzinin gürlük (*loudness*), rahatsızlık (*annoyance*), korku (*fear*) ve acı (*pain*) olarak farklı formlarının olduğunu ve hiperakuzi tanımı yapılırken bu ayrımların açıkça belirtilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Gürlük hiperakuzisi sesin fiziksel özelliği ile ilgilidir. Makul şiddetteki sesler yüksek şiddetli olarak algılanır. Sadece sesin şiddetine bağlı olarak rahatsızlık söz konusudur. Bazı frekanslarda ya da bütün frekanslarda LDL eşiğinin normal değerlerden düşük

olması beklenir. LDL eşiğinin düşük olması işitme kaybı olmayanlarda da olabileceği için sadece sensörinöral işitme kayıplarında görülen rekrutment ile karıştırılmamalıdır.

Rahatsızlık/sıkıntı hiperakuzisinde ise belirli bir veya bir grup sese karşı negatif duygusal tepki görülür. Sesin şiddeti değil, taşıdığı anlam ya da bulunan ortam etkilidir. Duyulan rahatsızlık anksiyeteye sebep olmaktadır (Urnau & Tochetto, 2011). Literatürde geçen misofonya terimi bu kategori altında değerlendirilebilir.

Korku hiperakuzisinin en önemli özelliği belirli bir veya bir grup sese karşı duyulan korku ve bulunduğu ortamdan kaçma/uzaklaşma davranışıdır. Literatürde geçen fonofobi terimi bu kategori altında değerlendirilebilir.

Acı/ağrı hiperakuzisinde ise sesin fiziksel olarak zarar verecek şiddette olmamasına rağmen kulakta acı hissi veya baş ağrısı görülmektedir. Normal işitenlerin kulaklarında acı/ağrı hissinin oluşması yaklaşık 120 dB SPL ve üzerinde görülmekteyken (Stach & Ramachandran, 2021), acı/ağrı hiperakuzisi olanlarda bu şiddet daha düşüktür.

Tyler ve ark. (2014) ve Jastreboff ve Jastreboff (2002) oluşturduğu sınıflamalar ile hiperakuzinin terapi/tedavi sürecine yol göstermesi hedeflenmiştir. Oluşturulan bu sınıflamaların sadece tek başına değil, birlikte de görülebileceği unutulmamalıdır.

4.3. Tinnitus ve Hiperakuzinin Epidemiyolojisi

Tinnitus en yaygın otolojik yakınmalardan biridir. Tinnitusun sübjektif bir yakınma olması, yaş gruplarına göre değişkenlik göstermesi ve tanısında standart bir uygulama olmaması gibi metodolojik zorluklar sebebiyle yapılan prevalans çalışmalarından elde edilen veriler farklılık göstermektedir (Gallus ve ark., 2015). Yapılan çalışmalarda yetişkinlerde tinnitusun görülme sıklığı %8,2 ile %20,0 arasında değişirken (Fabijanska ve ark., 1999; Nondahl ve ark., 2002), 50 yaş üzerinde %17,9 ile %30,3 arasında değişmektedir (Nondahl ve ark., 2004; Shargorodsky ve ark., 2010; Sindhusake ve ark., 2003). Tinnitusu olanların ise %5'inin rahatsız edici tinnitusa sahip olduğu ve yardım aradığı belirtilmiştir (Davis & El Refaie, 2000). Cinsiyetler arası farklılık belirgin olamamakla birlikte kimi çalışmada erkeklerde (Heller, 2003),

kimi çalışmada kadınlarda daha sık görüldüğü belirtilmiştir (Davis & El Refaie, 2000). Çocuklarda ise Rosing ve ark. (2016)'nın yaptığı derleme çalışmasında %4,6 ile %47 arasında tinnitus görüldüğü belirtilmiştir.

Hiperakuzinin ortak kabul görmüş bir tanımının olmaması ve objektif yöntemlerle tespit edilememesi sebebiyle güvenilir prevalans verilerine ulaşmak oldukça zordur (Jastreboff & Jastreboff, 2014). Bununla birlikte genel popülasyon üzerinden yapılan çalışmalara baktığımızda hiperakuzinin görülme sıklığı %2 ile %15 arasında değişmektedir (Andersson ve ark., 2002; Sheldrake ve ark., 2015). Ergenlik çağındaki gençlerle yapılan bir çalışmada %17 (Widen & Erlandsson, 2004), 50 yaş ve üzeridekilerle yapılan bir başka çalışmada ise yine %17 (Hannula ve ark., 2011), 5-12 yaş arası çocuklarda ise %3,2 oranında hiperakuzi görülmüştür (Coelho ve ark., 2007).

Tinnitus ve hiperakuzi sıklıkla beraber görülmektedir. Hiperakuzi hastalarının %86'sında tinnitus (Anari ve ark., 1999), tinnitus hastalarının ise %40'ında hiperakuzi görülmektedir (Jastreboff ve ark., 1996).

4.4. Tinnitus ve Hiperakuzinin Etiyolojisi

Tinnitusa neden olabilecek birçok faktör mevcuttur. Tinnitus bir hastalık değildir ancak birçok hastalığın semptomu olarak görülmektedir (Tablo 1). Tinnitusun etiyolojisi sıklıkla işitme ile ilgilidir fakat diğer olası nedenler de araştırılmalıdır. Tinnitusa neden olabilecek faktörlerin sadece tek başına değil, beraber de görülebileceği bilinmelidir. Bu sebeple çoğu zaman tinnitusun etiyolojisinden kesin olarak emin olmak mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla klinik yaklaşımların çoğu tinnitusu tedavi etmektense baş etme yöntemlerine odaklanmıştır.

Tablo 1. Tinnitusun Olası Nedenleri

Kaynağı	Nedenleri
Dış Kulak	Buşon Enfeksiyon Osteom ve ekzostos
Orta Kulak	Efüzyonlu otitis media Otoskleroz
İç Kulak	Presbiakuzi Gürültüye bağlı işitme kaybı Meniere hastalığı Ani işitme kaybı Akustik nörinom
Musküler	Palatal miyoklonus Tensör timpani miyoklonus Patent östaki tüpü
Kardiyovasküler	Glomus jugulare Arteriovenöz malformasyonlar
Farmakolojik	Benzodiazepin yoksunluğu Ototoksik ilaçlar
Metabolik	Hipertiroidi Diyabet Hipertansiyon
Hematolojik	Anemi
Eklemler	Temporomandibular eklem bozukluğu Servikal disfonksiyon
Bilişsel ve Duygusal İşlev Bozukluğu	Dikkat eksikliği Hafıza zayıflığı Korku, Kaçınma davranışı
Psikolojik	Psikolojik travma Üzüntü, Depresyon Anksiyete, Panik bozukluk
Travma	Kafa travması Beyin cerrahisi

Hiperakuziye çoğu durumda herhangi bir hastalık eşlik etmemektedir (Baguley, 2003), fakat birçok hastalıkta hiperakuzi şikâyeti gözlenmektedir. Hiperakuzi sıklıkla işitme kaybı, tinnitus ve gürültü maruziyeti ile ilişkilendirilmektedir (Tyler ve ark., 2014). Ayrıca birçok nörogelişimsel, psikiyatrik ve kronik ağrı bozukluğunda hiperakuzi gözlenmektedir. Bunlara örnek olarak migren, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu, kafa travması, Lyme hastalığı, multipl skleroz, Williams sendromu, Bell paralizi, Ramsay Hunt sendromu, fibromiyalji, otizm ve anevrizma verilebilir (Andersson, 2002; Katzenell & Segal, 2001; Paulin ve ark., 2016; Tyler ve ark., 2014).

Tinnitus ve hiperakuzinin etiyolojisine baktığımızda periferik ve santral ayrımı yapmak çok güçtür. Bu ayrımı yapabilmek için tinnitus ve hiperakuzinin mekanizması hakkında farklı hipotezler üretilmiştir.

4.5. Tinnitus ve Hiperakuzinin Mekanizması ve Nörofizyolojik Yaklaşım

Tinnitus, işitme sınırı kesilse bile duyulmaya devam ettiğinden (House & Brackman, 1981), tinnitusun kulaktan değil, santral sinir sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir (Auerbach ve ark., 2014). Tinnitus ve hiperakuzinin semptomları uzun süreli stres ve sıkıntıya neden olduğundan duyuşal, limbik ve otonom sinir sisteminde işlevsel bozukluk gözlenmektedir (Y. C. Chen, W. Xia, ve ark., 2017; Jastreboff, 1990). Stres ile oluşan bu durum santral sinir sistemini etkilemekte ve nöral aktivitelerde değişikliğe neden olmaktadır (Y. C. Chen, G. D. Chen, ve ark., 2017). Talamus, normal şartlarda tinnitusun oluşumundan hemen sonra onu baskılayarak duyulmaz hale getirebilmektedir. Ancak kronik ve sıkıntı yaratan tinnitus, korku ve anksiyeteye sebep olarak limbik sistemi devreye sokmakta ve tinnitusu göz ardı edilemez boyuta taşımaktadır (Salviati ve ark., 2014).

Amigdala, tinnitus semptomları rahatsız edici olduğunda korku ve irkilme refleksinde de salgılanan stres hormonlarını salgılamaktadır (Kraus & Canlon, 2012). Tinnitus ve hiperakuzinin yarattığı sıkıntı, limbik sistemde işitsel ve duygusal probleme neden olarak negatif geribildirim döngüsü yaratmaktadır (Nagashino ve ark., 2008). Yani tinnitus ve hiperakuzinin yarattığı stres ve anksiyete aynı zamanda tinnitus ve hiperakuziyi daha da kötüleştirmektedir (Jastreboff & Jastreboff, 2000).

Nöral plastisite ile beyinde yapısal değişiklikler olabilmektedir. Tinnitus ve hiperakuzinin hippokampusta gri maddenin azalmasına sebep olduğu düşünülmekte ve bu durumun depresyon ve uykusuzluğa (insomnia) yol açabileceği belirtilmektedir (Bartels ve ark., 2007; Landgrebe ve ark., 2009). Tinnitus ve hiperakuzili hastalar ile yapılan EEG çalışmalarında karar verme mekanizması ile ilişkilendirilen dorsal anterior singulat korteks (*dorsal anterior cingulate cortex- dACC*) (Bush ve ark., 2002) ve orbitofrontal korteks (*orbitofrontal cortex- OFC*) (Kringelbach & Rolls, 2004) ile hareketlerimizi planlayan ve kontrol eden suplemer motor korteks (*supplementary motor area- SMA*) (Picard & Strick, 2003) ve dorsal premotor kortekste (*dorsal premotor cortex- dPMC*) (Pastor-Bernier ve ark., 2012) aktivite gözlenmiştir. Song ve ark. (2014)'nın yaptığı çalışmada sadece tinnitusu olan hastalar ile hiperakuzisi olan tinnitus hastalarının EEG aktiviteleri karşılaştırılmış ve OFC, dACC, SMA ve sağ işitsel korteks bölgelerinde farklılık gözlenmiştir. Bu durum beynin tinnitus ve hiperakuziye karşı farklı baş etme yöntemleri geliştirmiş olabileceğini göstermektedir. Tinnitus ve hiperakuzi sıklıkla beraber gözlenirse de farklı nöral yapılarla ilişkili olabilmektedir. Bu durumda hiperakuzi gözlenmeyen tinnitus ile hiperakuzi gözlenen tinnitus hastalarının farklı gruplar olarak ele alınmasının faydalı olacağı belirtilmiştir.

4.5.1. Santral kazanç modeli

Tinnitus ve hiperakuzinin işitme kaybı ile ilişkisi etiyolojide de belirtildiği gibi sıklıkla vurgulanmaktadır. Oluşturulan nörolojik modeller genellikle azalmış işitsel girdi (işitme kaybı) sonucu santral sinir sisteminin verdiği tepkiler üzerine kurulmaktadır. Bu alandaki bilgilerin büyük bir kısmı yapılan hayvan çalışmaları ile elde edilmiştir. Homeostatik plastisite, santral sinir sisteminin nöral aktiviteyi ayarlayarak uzun vadede nöral uyarımı dengeleme girişimidir. Duyusal uyarımlardaki değişiklikler homeostatik plastisiteye neden olmaktadır (Desai ve ark., 1999). Örneğin işitme kaybına sebep olabilecek herhangi bir durum santral işitsel uyarımı arttırırken, yüksek sese belli bir süre maruz kalmak santral uyarımı azaltacaktır (McAlpine ve ark., 1997; Noreña ve ark., 2010; Pienkowski & Eggermont, 2009). Santral kazançtaki bu değişim saniyeler içinde bile gerçekleşebilmektedir (Dean ve ark., 2008). Hızlı değişim daha çok kazanç adaptasyonu fenomeni ile, yavaş değişim ise homeostatik plastisite ile açıklanmaktadır.

İşitme kaybı sonucu azalan sinir lifi aktivitesi homeostatik plastisite nedeniyle kompanse edilmektedir (Zeng, 2013). Bu kompensasyon mekanizması sonucu artan spontan aktivite tinnitus ile ilişkilendirilirken, ses uyarımı ile artan ateşleme oranı ise hiperakuzi ile ilişkilendirilmiştir (Pienkowski ve ark., 2014). Bu modele göre işitme sinirindeki spontan aktivite ve maksimum ateşleme oranındaki değişiklikler tinnitus ve hiperakuziye sebep olmaktadır. Dış tüy hücresi ve iç tüy hücresindeki değişimler işitme sinirindeki nöral aktiviteyi etkilemektedir (Kaltenbach ve ark., 2002). İşitme siniri iç tüy hücreleri ile bağlantılı olduğundan sadece iç tüy hücresi kaybında spontan aktivite ve maksimum ateşleme oranı eşit olarak azalmaktadır ve kompensasyon mekanizması işitme sinirindeki nöral aktiviteyi dengeyi bozmadan arttırmaktadır. Fakat dış tüy hücresi kaybı ile yaklaşık 60 dB HL'e kadar olan sesler etkileneceğinden işitme sinirindeki azalan ortalama uyaranın kompensasyon mekanizması ile yükseltilmesi spontan aktiviteyi eski haline getirmekte fakat maksimum ateşleme oranını da yükselterek 60 dB ve üstü seslerin eski halinden daha da yüksek algılanmasına sebep olmaktadır (Schaette & McAlpine, 2011; Zhang & Zwislocki, 1995). Homeostatik modele göre tinnitus ve hiperakuzi gözlenmesi için işitme kaybı gerekmekte fakat her işitme kaybı olanda gözlenmemesi de bu şekilde açıklanmaktadır.

Homeostatik plastisite nedeniyle oluşan kompensasyon mekanizmasına ek olarak aşırı kompensasyon olabileceği de belirtilmiştir (Zeng, 2013). Tinnitus ve hiperakuzinin santral kazanç ve kompensasyon mekanizmaları ile ilgili olduğu birçok çalışmada belirtilmiş olsa da bu alanda çalışmalar halen devam etmektedir (Auerbach ve ark., 2014; Noreña, 2011; Schaette & McAlpine, 2011). Tinnitusun artan santral gürültü ya da spontan aktivite ile, hiperakuzinin ise artan santral kazanç ile ilgili olduğu görüşünün yanında Zeng (2020) çarpımsal santral kazanç modelini önermiştir. Bu modele göre santral gürültü ya da santral kazanç *lineer* değil, *nonlinear* olarak artmaktadır ve bu durum çarpımsal olarak artan santral varyans ile açıklanmaktadır.

İşitme kaybı olmayanlarda da tinnitus ve hiperakuzi gözlenmesi farklı hipotezlerle açıklanmaktadır. Yapılan çalışmalardaki “normal” işitmenin aslında normal olmayabileceği, rutin yapılan saf ses eşikleri ile belirlenemeyen “gizli” işitme kaybı olabileceği belirtilmiştir (Job ve ark., 2007). Buradaki “gizli” ifadesi rutinde kullanılan

test bataryaları ile tespit edilmesi güç olduğu için kullanılmıştır. Gizli işitme kaybı ifadesi yerine koklear sinaptopati de kullanılmaktadır. Gürültü maruziyeti sonrası iç saç hücreleri ve işitme siniri arasındaki sinaptik bağlantılarda oluşan hasar sonucu saf ses eşiklerinde düşüş gözlenmemesine rağmen işitme sinirinin uyarımı miktar olarak azalmaktadır (Kujawa & Liberman, 2009). İşitme eşiği değişmemekte ancak işitsel bilgi daha az sinir lifi ile taşınmaktadır. Odyogramda işitme kaybı görülmemesine rağmen azalan nöral aktivasyon homeostatis sebebiyle santral kazanç arttırmaktadır. Weisz ve ark. (2006) yaptığı çalışmada işitme eşiği normal sınırlarda olan tinnitus hastalarına koklear ölü bölge testi olan *Threshold Equalizing Noise (TEN)* testini yaptığında birçok hastada ölü bölge bulmuşlardır. Saf ses ortalaması normal olan tinnitus ve hiperakuzi hastalarının yüksek frekans işitme kayıplarının da olabileceği unutulmamalıdır.

Homeostatik plastisite modeline göre frekansa spesifik gürülük algısı fonksiyonu değişebilmektedir. Yapılan hayvan çalışmalarında belli frekans aralığındaki gürültüye birkaç hafta maruz kalan deney hayvanlarında koklear hasar gözlenmemesine rağmen gürültüye maruz kaldıkları frekans aralığındaki kortikal aktivitede azalma, diğer frekansların temsil edildiği bölgelerde ise artma gözlenmiştir (Noreña ve ark., 2010; Zhou & Merzenich, 2012). Hiperakuzinin sıklıkla gürültü maruziyeti ile birlikte görülmesinin altında yatan mekanizma, işitsel kortikal alandaki frekansa spesifik gürülük algısının değişimi ile ilgili olabilir.

Homeostatik plastisite ile değişen santral kazanç ile gürülük algısı kısa veya uzun vadeli adaptasyon göstermektedir. Örneğin odyoloji kliniklerinde kullanılan sessiz kabinde kısa bir süre bile geçirmek geçici tinnitus deneyimine sebep olabilir (Tucker ve ark., 2005). Formby ve ark. (2003)'nın yaptığı çalışmada normal işitmeli kişilerin 2 hafta kulak tıkacı kullanması sonucu hiperakuzi belirtileri gösterdiğini belirtmiştir. Santral kazanç mekanizması ile değişebilen gürülük algısı sayesinde hiperakuzi şikâyeti olan hastaların ses terapisi ile rahatsız olma eşikleri yükseltilmekte ve terapiden fayda görmektedirler (Sheppard ve ark., 2020).

4.5.2. Artmış spontan aktivite ve nöral senkronizasyon

Yapılan çalışmalarda yüksek sese maruz kalan deney hayvanlarında artan spontan aktivite birkaç saat içinde birincil işitsel kortekste (Noreña & Eggermont, 2003), birkaç gün içinde ise dorsal koklear nükleusta ve inferior kolikulusta gözlenmiştir (Kaltenbach ve ark., 2002). Fakat insanlarda yüksek sese maruz kaldıktan hemen sonra tinnitus duyulmaya başlamaktadır. İşitme sistemimizin verdiği bu hızlı tepki daha geç ortaya çıkan artan spontan aktivite ile açıklanamamaktadır. Ancak Noreña ve Eggermont (2003)'un yaptığı çalışmada yüksek sese maruziyeğin hemen ardından birincil işitsel korteksin bazı bölgelerinde senkronize artan spontan ateşleme gözlemlenmiştir. Tinnitusun ortalama spontan uyarım miktarı değişmemesine rağmen senkronize artan spontan aktivite ile ilişkili olduğu, hiperakuzinin ise ses uyarımı ile senkronize artan aktivite ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Eggermont & Roberts, 2004).

4.5.3. Tonotopik reorganizasyon

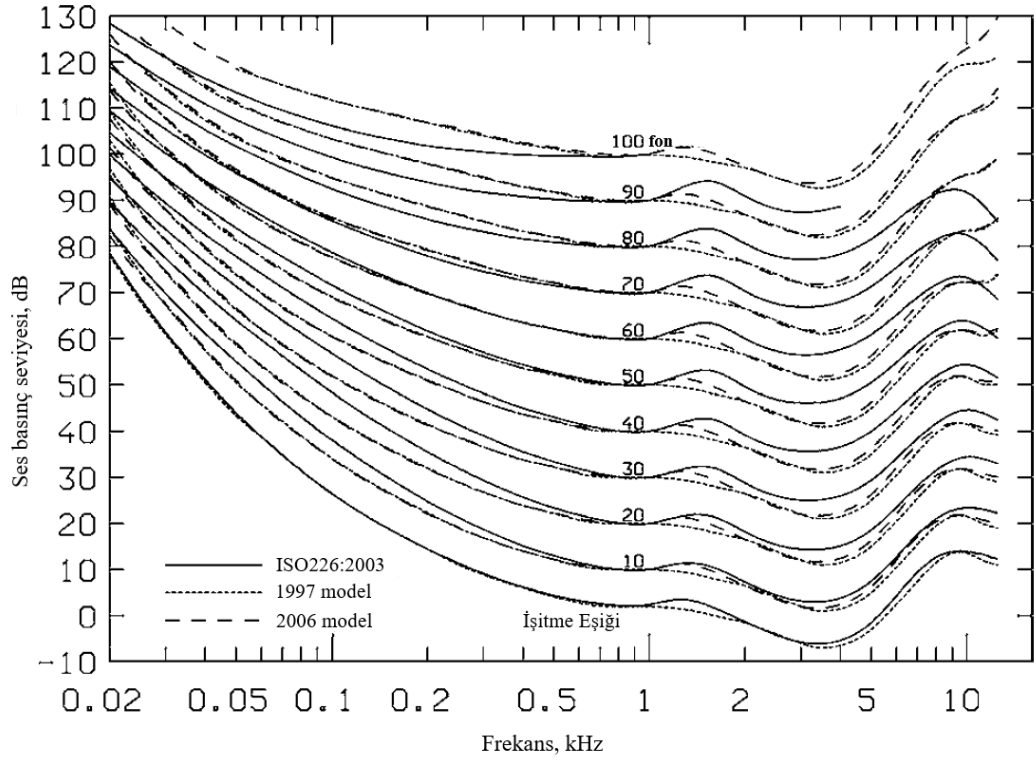
Fantom uzuv ağrısı ampute edilmiş hastaların olmayan uzuvlarında hissettikleri ağrıdır. Duyusal girdi yokluğunun, somatosensoriyel kortekste senkronize nöral aktivitede değişikliklere sebep olduğu belirtilmiştir. İşitme kaybı sonucunda nöral plastisite sayesinde kortikal bölgelerde yeniden yapılanma oluşmaktadır. (Eggermont & Roberts, 2004). Uzuv kaybından sonra oluşan somatosensoriyel kortekste reorganizasyon ve fantom uzuv ağrısı ile işitsel korteksin reorganizasyonu ve tinnitus arasında benzerlik gözlenmektedir (Mühlnickel ve ark., 1998). Fantom ağrı ve tinnitus arasındaki benzerlikler, ses ve ağrının nöral plastisiteyle ilişkili olan multisensöriyel entegrasyon temeline dayanmaktadır (De Ridder ve ark., 2011). İşitme kaybı sonrası, sistemin kendini iyileştirme çabasının yan etkisi olarak tinnitus gözlenmektedir. Koops ve ark. (2020) yaptığı çalışmada tinnitusun azalan uyarı telafi çabası ile olması gerekenden daha yüksek bir uyarıya sebep olduğu için değil, iyileşmenin ya da reorganizasyonun tamamlanamamasından ötürü olduğu belirtilmiştir.

Kokleadaki reseptör hücrelerin hasar görmesi ile sağlıklı komşu reseptör hücreleri uyarılmaktadır. Hasar görmüş hücrelerin sınırındaki sağlıklı hücreler santral işitme sisteminde fazladan temsil edilmektedir (Thai-Van ve ark., 2007). Yüksek frekans

kayıplı hastalar alçak-geçirgen filtre ile normal işitmeli kişilerden daha iyi konuşmayı ayırt etme performansı sergilemişlerdir (Moore & Vinay, 2008; Vestergaard, 2003). Sınır frekansların işitsel korteksteeki fazladan temsil edilmesi tonotopik düzeni değiştirmekte ve belirli bölgelerdeki aktivasyonu arttırmaktadır (Irvine ve ark., 2000). Bu durum sadece belli frekanslarda görülen hiperakuzi şikayetini nedeni olarak düşünülmektedir.

4.6. Gürlük (Loudness)

Ses şiddeti fiziksel bir büyüklüğü ifade eder ve güç ya da basınç ile ifade edilir. Değişen ses şiddeti *sound level meter* ile ölçülebilmektedir. Gürlük ise sesin şiddeti ile ilgili sübjektif bir algıdır. Bu algı düşükten yükseğe doğru artan ses şiddetinde "çok az", "biraz az", "normal", "yüksek", "çok yüksek" ve "rahatsız edecek kadar yüksek" şeklindedir. Sesin fiziksel özelliği olan şiddeti ile onun algısı olan gürlük arasında büyük ölçüde benzerlik olmasına rağmen birebir bir ilişki yoktur. Gürlüğü sadece ses şiddeti değil, frekans spektrumu da etkilemektedir. Bir sesin şiddeti sabit tutulup bas ve tiz ayarları değiştirildiğinde gürlük algısı da değişmektedir. Ses aynı şiddette olsa dahi frekans değiştikçe gürlük algısı da değişmektedir. Farklı frekanslarda eş gürlük seviyesi elde etmek için 1000 Hz saf sesi referans alarak diğer frekanslardaki seslerin gürlüğünü bu frekans ile aynı seviyeye getirilmesi ile eş gürlük eğrileri (*equal-loudness contours*) oluşturulmuştur (Fletcher & Munson, 1933). Bu eğriler 40 fon (*phon*) birimi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Fon, gürlük değerlendirmesi için kullanılmaktadır ve 1 dB SPL şiddeti 1 fon olarak kabul edilmiştir. Farklı frekanslardaki sesler 1000 Hz ve 40 fon seviyesine eşlenerek gürlük eğrileri oluşturulmuştur (Zwicker, 1958; Zwicker & Scharf, 1965). Oluşturulan eş gürlük eğrileri zamanla modifikasyona uğramıştır. Glasberg ve Moore (2006) serbest sahada yapmış olduğu çalışmada orta kulağın sesin iletimindeki etkisini de hesaba katarak 1000 Hz'e göre oluşturulan modeli güncellemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. ISO 226 (düz çizgi), 1997 modelinde tahmin edilen eğriler (noktalı çizgi), 2006 modelinde tahmin edilen eğriler (kesikli çizgi) (Glasberg ve Moore (2006)'dan değiştirilerek kullanılmıştır)

4.6.1. Gürlüğün nöral mekanizması

Uyaranın şiddeti iç tüy hücrelerindeki depolarizasyonun miktarını, depolarizasyonun miktarı da glutamat salgısının miktarını belirler. Bir iç tüy hücresi birden fazla sinir lifi ile sinaps yapar ve bu lifler farklı spontan aktiviteye sahiptir. Yüksek spontan aktiviteye sahip lifler düşük şiddetli uyaranları taşıırken, düşük spontan aktiviteye sahip lifler yüksek şiddetli uyaranları taşır. Eğer sadece tek tip sinir lifi olsaydı dinamik aralık yaklaşık 40 dB'den daha dar olurdu ancak farklı spontan aktiviteye sahip ve farklı saturasyon limitleri olan lifler sayesinde dinamik aralık yaklaşık 110-120 dB'e ulaşmaktadır (Kim & Parham, 1991; Moore, 2012).

Yüksek şiddetli seslerde baziler membranın titreşimi fazla olduğundan sadece karakteristik frekans bölgesi değil, komşu bölgeler de uyarılmaktadır. Dolayısıyla yüksek şiddetlerde daha çok sinir lifinin uyarılması şiddetin frekans algısına etkisini

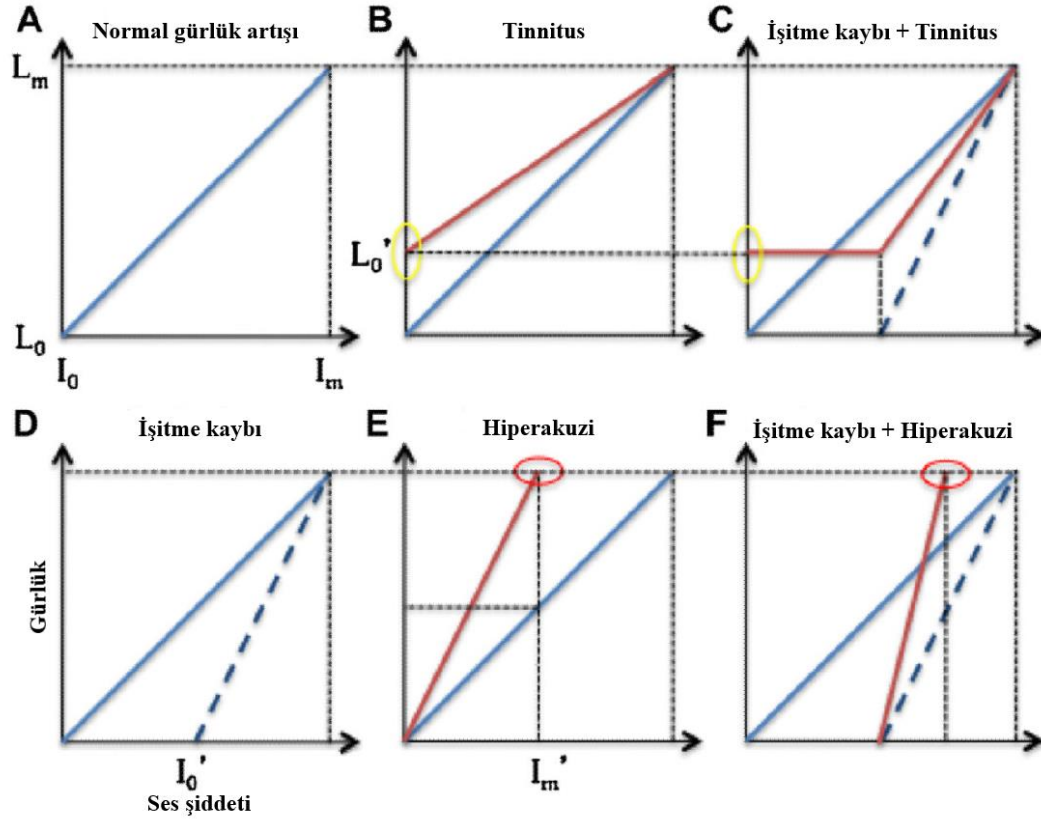
gösterir. Aynı zamanda işitme sinirinin faz kitleme kabiliyeti de frekans kodlamasında önemlidir. Alçak frekanslı taşıyan lifler yavaş ateşleme oranına, yüksek frekanslı taşıyan lifler ise hızlı ateşleme oranına sahiptirler (Moller, 2000).

Korteks düzeyindeki monoton ve monoton olmayan nöronlar şiddet kodlamasında etkilidir. Monoton nöronlar da şiddet arttıkça ateşleme oranı artar (40-50 dB'e kadar). Monoton olmayan nöronlar da ise şiddet arttıkça ateşleme oranı düşer. Bu iki tip nöronun dinamik aralıkları farklıdır (Musiek & Baran, 2018).

İşitme sisteminin birincil amacı şiddetinden ya da sinyal gürültü oranından bağımsız olarak anlamlı sesleri tespit etmektir. İşitsel kortekste karmaşık sesler büyük ölçüde şiddetinden bağımsız olarak, anlam odaklı değerlendirilmektedir. Bu durum bazı hiperakuzi şikayetlerindeki sesin şiddetinden bağımsız olarak duyulan rahatsızlıkla ilgili olabilir (Pienkowski & Eggermont, 2011).

4.6.2. Gürlük fonksiyonu

Gürlük fonksiyonu girdi (*input*) ve çıktı (*output*) ile tanımlanır. Girdi, desibel olarak ifade edilen ses şiddetidir. Çıktı, ise *sone* ile ifade edilen gürlüktür (Stevens, 1936). Ses şiddeti girdisi ve gürlük çıktısı arasındaki ilişki doğrusal değildir (*non-linear*). Yapılan çalışmalarda 10 dB SPL'lik bir artışın gürlük algısını yaklaşık iki katına çıkardığı, 10 dB SPL'lik bir azalışın ise gürlük algısını yaklaşık yarı yarıya azalttığı belirtilmiştir (Everest & Pohlmann, 2015). Zwicker ve Fastl (2013)'e göre 1000 Hz'deki 0, 40 ve 120 dB SPL şiddetin gürlük fonksiyonu karşılığı sırasıyla 0, 1 ve 256 *sone*'dur. Bu durumda girdi dinamik aralığı 120 dB SPL, çıktı dinamik aralığı ise 256 *sone*'dur. Şekil 2'de işitme kaybı, tinnitus ve hiperakuzinin gürlük artışına etkisi girdi-çıkı fonksiyonu üzerinden gösterilmektedir (Zeng, 2013). Girdi dinamik aralığı işitme eşiği (I_0) ile rahatsız olma seviyesinin (I_m) arası, çıktı dinamik aralığı ise gürlük eşiği (L_0) ile maksimum gürlük (L_m) arasındır. Tinnitus olduğunda işitme kaybı yoksa girdi dinamik aralığı etkilenmemekte, gürlük dinamik aralığı daralmaktadır (panel B). Hiperakuzide ise işitme kaybı yoksa girdi dinamik aralığı daralmakta, gürlük dinamik aralığı etkilenmemektedir (panel E). Sensörinöral işitme kaybı olduğunda ise girdi dinamik aralığı daralmakta ve bu durum daha hızlı gürlük artışına sebep olmaktadır (panel D).



Şekil 2. Normal işitende gürlük artışı (panel A, düz çizgi), işitme kaybında gürlük artışı (panel D, kesikli çizgi), tinnitusta gürlük artışı (panel B), işitme kaybı ve tinnitusta gürlük artışı (panel C), hiperakuzide gürlük artışı (panel E), işitme kaybı ve hiperakuzide gürlük artışı (panel F). L_m (*maximal loudness*, maksimum gürlük), I_m (*Maximal intensity*, maksimum ses şiddeti), L_0 (*Loudness threshold*, gürlük eşik seviyesi), I_0 (*Intensity threshold*, ses şiddeti eşik seviyesi) (Zeng (2013)'den değiştirilerek kullanılmıştır)

4.6.3. Gürlük adaptasyonu

Santral kazanç mekanizmasının gürlük algısını değiştirebilmesi sebebiyle gürlük fonksiyonunun adaptif ya da plastik olabileceği öne sürülmüştür (Formby ve ark., 2003). Sürekli gelen, sabit şiddetli bir sesin gürlüğü'nün bir süre sonra azalmaya başlaması yani ses basınç seviyesi değişmemesine rağmen hissedilen ses şiddetinin bir süre sonra daha kısık duyulmaya başlaması gürlük adaptasyonudur. Hood (1950)'un yapmış olduğu çalışma gürlük adaptasyonunun en klasik örneğidir. Bu çalışmada deneğin sağ kulağına 1000 Hz'de 80 dB uyarın verilmektedir. Aynı anda sol kulağına

da aynı frekansta ses verilmeye başlanır ve 80 dB’de eş gürlük seviyesinde olduğunu belirtir. Yani her iki kulakta aynı şiddetteki ses eş gürlüktedir. Sonrasında sağ kulakta ses devam ederken sol kulaktaki ses kesilir ve birkaç dakika bu şekilde devam eder. Sol kulağa yeniden 1000 Hz uyaran verilerek sağ kulağındaki ses şiddetine eşitlemesi istendiğinde bu sefer 50 dB şiddetinde eş gürlük olduğunu ifade etmektedir. Yani geçen birkaç dakika içinde sağ kulaktaki 80 dB’lik gürlük algısı adaptasyona uğrayarak 30 dB azalmış ve 50 dB’e düşmüştür. Bu olay *perstimulatory adaptation* olarak adlandırılmıştır ve *poststimulatory fatigue* olan geçici eşik kaymasından farklı bir olgu olduğu belirtilmiştir (Gelfand, 2017).

Gürlük adaptasyonunu etkileyen birçok faktör mevcuttur. Scharf (1983)’ın birçok farklı çalışmanın bulgularını dahil ederek hazırladığı rapora göre kişiden kişiye yaşanan adaptasyonun farklılık gösterdiğini, yaklaşık 30 dB SL seviyesinde ve 70 sn civarlarında adaptasyonun başladığını, yüksek frekanslardaki adaptasyonun alçak frekanslara veya gürültüye göre daha çok olduğunu ve uyaranın unilateral ya da bilateral verilmesinin adaptasyon üzerinde çok etkisinin olmadığını belirtmiştir. Neuhoﬀ (1998) ise azalan seslerden ziyade yükselen seslere karşı daha duyarlı olduğumuzu belirtmiştir. Yükselen sesin yaklaşan bir tehlikenin habercisi olabileceği için, hayatta kalma içgüdümüzün bize sağladığı bir avantaj olarak değerlendirmiştir. Yapılan çalışmalara baktığımızda gürlük algısının dinamik bir karakteristiğe sahip olduğunu ve bu algıyı etkileyen birçok faktör olduğu görülmektedir.

4.6.4. Hiperakuzi ve gürlük rekrutmenti (*loudness recruitment*)

Hiperakuzi ve gürlük rekrutmenti farklı fenomenlerdir. Gürlük rekrutmenti koklear tip işitme kayıplarında dinamik aralığın daralması ile karakterizedir. Daralan dinamik aralık sebebiyle ses artışları normalden daha büyük algılanır (Şekil 2, panel D). Genellikle dış tüy hücresi disfonksiyonu nedeniyle azalan nöral yapılardan kaynaklanır. İşitme eşiği ile akustik refleks eşiği arasındaki farkın 60 dB’den daha az olması rekrutment varlığına işaret etmektedir (Metz, 1952; Thomsen, 1955).

Hiperakuzide de dinamik aralık daralmaktadır fakat burada koklear tip işitme kaybı şart değildir. İşitme eşikleri normal sınırlarda olmasına rağmen azalan LDL sebebiyle dinamik aralık daralmaktadır (Şekil 2, panel E). Rekrutment de ruhsal durum

sonuçları etkilemezken hiperakuzide rahatsızlık seviyeleri duygu durum ve anksiyete ile değişebilmektedir (Baguley & Andersson, 2008). Hiperakuzi ve rekrutment farklı iki olgu olmasına rağmen beraber de görülebilmektedir (Şekil 2, panel F).

İşitme kaybı, tinnitus ve hiperakuzi varlığında hem subkortikal alanlarda hem de işitsel kortekste artan nöral aktivite gözlenmektedir (Koops & van Dijk, 2021). Yapılan çalışmalarda işitme kaybı varlığında kortikal bölgedeki aktivasyonun sadece işitme kaybının olduğu frekanslarla sınırlı olmadığı görülmüştür (Diehl & Schaette, 2015; Noreña & Chery-Croze, 2007). Bu durum hiperakuzi hastalarının azalan LDL eşiklerinin sadece işitme kaybının olduğu frekanslarla sınırlı kalmamasını açıklamaktadır (Sheldrake ve ark., 2015).

Seslerin normalden şiddetli algılanması, her zaman işitme kaybında görülen gürlük rekrutmenti ile alakalı olmamaktadır. Gürlük rekrutmentinde hızla artan gürlük algısı sadece işitme kaybının olduğu frekanslarda gözlenirken hiperakuzide tüm frekanslarda görülebilmektedir.

4.7. Ölçme ve Değerlendirme Teknikleri

4.7.1. Tinnitusun değerlendirilmesi

Tinnitus semptomları olan bir hastanın değerlendirilmesi pek çok farklı yöntemi içeren karmaşık bir süreçtir. Ortak etiyolojiye sahip tinnitus hastalarının farklı frekans ve şiddetlerde tinnitüsü olabilmekte, benzer frekans ve şiddete sahip tinnitus hastalarında ise farklı etiyolojiler gözlenebilmektedir. Bu sebeple Tablo 1’de gösterilen tinnitusun olası nedenlerini tespit edebilmek için detaylı anamnez ve fizik muayene gerekmektedir. Anamnez alınırken tinnitusun ne zaman başladığı, başlamasına sebep olan bir durum olup olmadığı, şekli, süresi, sıklığı, beraberinde başka semptom olup olmadığı, işitme kaybı ve gürültü maruziyeti hikayesi, psikolojik durum, servikal problemler, nörolojik hastalıklar, kullandığı ilaçlar, geçirilmiş kafa travması öyküsü, sistemik hastalıklar ve hiperakuzi şikâyeti mutlaka sorulmalıdır. Tam bir fizik muayene ile birlikte radyolojik inceleme ve laboratuvar testleri de kullanılmaktadır.

Odyolojik testler tinnitus değerlendirmesinde oldukça önemli rol oynar. Saf ses odyometri (yüksek frekanslar da dahil olmak üzere), konuşma testleri, timpanometri, akustik refleks ve otoakustik emisyon ölçümü gibi odyolojik testler klinisyene tinnitusun etiyolojisi hakkında bilgi sağlar ve bir sonraki adıma yönlendirir. Örneğin asimetrik işitme kaybı, saf ses eşikleri ile uyumsuz konuşmayı ayırt etme skorları ya da akustik refleksin olmaması retrokoklear patoloji dşndreeğinden ileri odyolojik değerlendirmenin ve radyolojik incelemenin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Odyolojik testler ile beraber tinnitus ölçümü de yapılmaktadır. Bu ölçümlerle tinnitusun frekansı ve şiddeti ile ilgili bilgi vermektedir ancak hastanın duyduğu tinnitusun neye benzediğini bulmak her zaman tam anlamıyla mümkün olmamaktadır. Çünkü tinnitus her zaman tonal ya da basit bir formda olmamakta, karışık ve değişken sesler de olabilmektedir. Tinnitus objektif yöntemlerle somutlaştırılamamakta ancak sübjektif yöntemler ile psikoakustik özellikleri belirlenebilmektedir. Tinnitusun psikoakustik değerlendirmesinde test edilen kulak tinnitusun hissedildiği kulağın kontralateralidir (Vernon & Fenwick, 1984). Tinnitus unilateral ise ölçümler karşı kulaktan yapılmakta, bilateral ise her bir kulak ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Akustik uyarım ile tinnitus algısı değişebileceği için test sırası saf ses eşikleri, frekans ve gürlük eşleme, minimal maske seviyesi (MMS), rezidüel inhibisyon (Rİ), LDL ve diğer testler şeklindedir (Henry ve ark., 2005). Frekans eşlemede hastaya her seferinde iki farklı ses sunulur ve hangisine daha çok benzediği sorulur. Saf sese mi yoksa geniş banta (gürültü) mı daha çok benzediği bulunduktan sonra 1000 Hz den başlayarak verilen ikili uyarılar doğrultusunda hedef tinnitus frekansı aralığı git gide daraltılarak tinnitusa en yakın ton saptanır. En sık tarif edilen tinnitus frekansı 3000 Hz ve üzerinde görülmektedir (Meikle & Taylor-Walsh, 1984). Hastanın verdiği bilgiler doğrultusunda tinnitus eşlemesi yapıldığından ölçümün güvenilirliği hastanın bilişsel düzeyi ve konsantrasyon seviyesi ile ilişkilidir. Ayrıca tinnitus frekansının da değişebilmesi sebebiyle elde edilen sonucun testten teste değişebileceği bilinmelidir.

Frekans eşlemesinin ardından gürlük eşlemesine geçilir. Tespit edilen tinnitus frekansında verilen uyarın düşük şiddetlerden başlayarak 1 dB'lik artımlarla tinnitusun grlğne eşitlenmeye çalışılır. Sensörinöral işitme kaybı ve gürlük rekrutmenti olan hastalarda gürlük algısı normalden daha hızlı yükselmektedir (Tyler

& Conrad-Arnes, 1983). Örneğin tinnitus şiddeti 10 dB SL (Sensation Level – Hissediş Seviyesi) bulunan sensörinöral işitme kayıplı bir hastanın tinnitus algısı, işitme kaybı olmayan birinin duyduğu 10 dB SL'den daha yüksek olabilmektedir. Tinnitusun frekansı ve şiddeti belirlendikten sonra MMS belirlenmesi ile tinnitusun maskelenebilirliği ölçülmektedir. Bu aşamada hastaya genellikle beyaz gürültü olmak üzere çeşitli maskeleme uyaranları 5 dB'lik artışlarla kademeli olarak verilerek tinnitusu duyulmaz hale getirdiği seviye belirlenir. Bazı hastalarda bu düşük şiddetlerde elde edilirken bazı hastalarda ancak yüksek şiddetlerde elde edilmektedir. Rezidüel inhibisyon (Rİ) ise tinnituslu kulağa MMS'nin üzerine 10 dB eklenerek 1 dakika boyunca geniş bant uyaranın verilmesinin ardından geçici bir süreyle tinnitusun azalması ya da tamamen kaybolmasıdır (Goldstein & Shulman, 1981; Roberts, 2007). Maskeleme sonunda tinnitus tamamen kaybolmuşsa tam Rİ, tinnitusun şiddetinde azalma varsa kısmi Rİ eğer tinnitusta bir değişiklik olmuyorsa Rİ yok olarak adlandırılır (Henry & Meikle, 2000). Rİ tinnituslu hastaların çoğunda görülmekte ancak bu süre genellikle 1 dakikayı geçmemektedir (Vernon & Meikle, 2003).

Tinnitusun psikoakustik karakterinin belirlenmesi hastanın şikayetinin somutlaştırılması açısından önemlidir ancak tinnitustan duyulan rahatsızlık hakkında bilgi vermemektedir. Benzer frekans ve şiddette tinnitusa sahip kişilerin yaşadığı deneyim birbirinden çok farklı olabilmektedir (Henry & Meikle, 2000). Bu sebeple tinnitusun neden olduğu rahatsızlığı ve kişinin hayatına olan etkisini belirlenmesi gerekmektedir. Tinnitusun değerlendirilmesindeki objektif yöntemlerin kısıtlılığı sebebiyle hastayı anlamada ve sınıflandırmada hastanın kendi kendini değerlendirdiği ölçekler ve vizüel analog skala (VAS) sıklıkla kullanılmaktadır. Tinnitusun yarattığı rahatsızlık genel bir olumsuz durumu ifade etse de bu durumu oluşturan alt etmenler ölçeklerle araştırılmaktadır. Bu alt etmenlerin çeşitliliği literatürde farklı ölçeklerin geliştirilmesine neden olmuştur.

Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmış olan Tinnitus Engellilik Anketi (TEA) (*Tinnitus Handicap Inventory-THI*) literatürde en sık kullanılan ölçeklerden biridir (Aksoy ve ark., 2007; Newman ve ark., 1996). TEA ile tinnitusun yaşam kalitesi üzerine etkisi fonksiyonel, duygusal ve katastrofik alt başlıklar üzerinden değerlendirilmektedir. Literatürde yaygın olarak kullanılan diğer ölçeklere

baktığımızda *Tinnitus Questionnaire (TQ)* tinnitusu duygusal, bilişsel, intrüsf, işitsel ve algısal zorluk, uyku bozukluğu ve somatik belirtiler üzerinden (Hallam, 1996); *Tinnitus Reaction Questionnaire (TRQ)* genel rahatsızlık, engellenme, tinnitus şiddeti ve kaçınma davranışı üzerinden (Wilson ve ark., 1991); *Tinnitus Severity Index (TSI)* hayata etkisi ve tinnitus algısı üzerinden (Meikle ve ark., 1995); *Tinnitus Handicap Questionnaire (THQ)* fiziksel sağlık, duygusal durum, sosyal sonuçlar, işitme ve iletişim, tinnitus üzerine öznel yorum üzerinden (Kuk ve ark., 1990); *Tinnitus Severity Questionnaire (TSQ)* uyku ve konsantrasyona etkisi üzerinden (Coles ve ark., 1992); *Tinnitus Functional Index (TFI)* ise dikkat, endişe, anksiyete, depresyon, işitme, sosyal yaşantı, aktivite düzeyi üzerinden değerlendirmektedir (Coles ve ark., 1992). Bu ölçeklerle beraber anksiyete ve depresyon ölçekleri de sıklıkla kullanılmaktadır.

Ölçek, anket ve VAS kullanımı tinnitus hastalarında terapi/tedavi planlaması açısından yol gösterici olmakta, aynı zamanda hasta takibi için de kullanılmaktadır.

4.7.2. Hiperakuzinin değerlendirilmesi

Hiperakuzinin ortak kabul görmüş tek bir tanımı bulunmadığı için farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Detaylı anamnez almak tinnitusta olduğu gibi burada da oldukça önemlidir. Yapılan tüm odyometrik testler hastayı rahatsız etmeden, dikkatle yapılmalı ve başlangıç uyaran seviyesi normalden çok daha düşük olmalıdır. Şiddetli sese maruz kalınan ölçümlerden kaçınılmalıdır. Hiperakuzinin değerlendirilmesindeki en belirleyici yöntemler LDL ölçümü ve ölçek kullanımıdır. Literatüre baktığımızda hiperakuzi tanısı için belirlenen LDL eşik değerleri birbirinden farklılık göstermektedir. Normal işiten ve hiperakuzisi olmayan kişilerde ortalama LDL değeri 100 dB HL ve üzerinde bulunurken (Sherlock & Formby, 2005) hiperakuzi şikâyeti olanların LDL seviyeleri Blaesing ve Kroener-Herwig (2012) tarafından 66 ± 15 dB HL, Anari ve ark. (1999) tarafından 77 dB HL, Sheldrake ve ark. (2015) tarafından 83 ± 17 dB HL ve Aazh ve Moore (2017) tarafından 77 ± 17 dB HL seviyesinde bulunmuştur. Bu durum hiperakuzi tanısını sadece LDL seviyesi üzerinden koymayı zorlaştırmaktadır. Formby ve ark. (2015) ise hiperakuzi tanısı koyabilmek için LDL seviyelerinin en az bir kulakta 500 ve 4000 Hz arasında en az iki frekansta 90 dB HL'den düşük olması gerektiğini belirtmiştir. Literatürdeki bu

çeşitlilik sadece LDL seviyesi üzerinden hiperakuzi tanısı koymayı zorlaştırmaktadır. LDL üzerinden tanı koymanın bir diğer zorluğu ise LDL eşiklerinin hastaya verilen yönerge ile değişiklik göstermesi ve test tekrar test güvenilirliğinin tartışmalı olmasıdır (Baguley & Andersson, 2008; Dawson & John, 1981). Ayrıca LDL ile bulunan eşikler sıklıkla gürlük hiperakuzisi tanısında kullanılmaktadır ancak sadece belirli seslerle tetiklenen rahatsızlık, korku veya acı hiperakuzisi için geçerli bir değerlendirme yöntemi değildir. Hastadan alınan detaylı anamnez doğrultusunda ölçümlerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Hiperakuzi sübjektif bir yakınma olduğu için ölçek kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir. Hiperakuzinin farklı tanımlamaları doğrultusunda kullanılan ölçekler de farklılık göstermektedir. Hiperakuziyi değerlendiren çok sayıda ölçek olmamakla birlikte literatür incelendiğinde en sık kullanılan ölçek Khalfa ve ark. (2002) tarafından geliştirilen HQ'dur. Genel popülasyon üzerinden oluşturulan, hiperakuziyi dikkat, sosyal ve duygusal olmak üzere üç faktör ve 14 soru ile değerlendiren ölçeğin Türkçe uyarlaması Khalfa Hiperakuzi Ölçeği (KHÖ) olarak Erinç ve Derinsu (2020) tarafından yapılmıştır. Orijinal ölçekte hiperakuzi tanısı koymak için belirlenen 28 puan (maksimum 42 puan) birçok farklı araştırmacı tarafından yüksek bulunmuş ve alternatif eşik değerleri belirlenmiştir. Tinnitus ve hiperakuzili hasta gruplarıyla yapılan çalışmalarda eşik değeri Meeus ve ark. (2010) tarafından 26 puan, Jüris ve ark. (2013) tarafından 24 puan, Fioretti ve ark. (2015) tarafından 16 puan ve Aazh ve Moore (2017) tarafından 22 puan olarak belirlenmiştir. Fackrell ve ark. (2015) tinnituslu hastalarla yaptığı geçerlilik güvenilirlik çalışması sonucunda bazı soruların tinnituslu hasta popülasyonuna uygun olmadığını düşünerek 2 faktörlü ve 10 soru içeren versiyonunu önermiştir. Türkçe uyarlamasında ise 15 puan ve üzeri alanlarda “hiperakuzi şüphesi” ve 29 puan ve üzeri alanlarda ise “tam hiperakuzi” olmak üzere iki kategori oluşturulmuştur.

Hiperakuzinin ölçümünde sıklıkla kullanılan diğer ölçekler ise *Multiple Activity Scale for Hyperacusis (MASH)* (Dauman & Bouscau-Faure, 2005) ve *Questionnaire on Hypersensitivity (GÜF - Geräuschüberempfindlichkeit)* (Nelting ve ark., 2002)' dir. GÜF hiperakuziyi bilişsel reaksiyonlar, somatik davranışlar ve duygusal reaksiyonlar olmak üzere 3 faktör ve 15 soru ile değerlendirmektedir. GÜF ölçeğinin İngilizce

uyarlaması Bläsing ve ark. (2010) tarafından *Questionnaire on Hypersensitivity* ismi ile yapılmıştır. MASH ölçeği ise hiperakuzinin günlük aktivitelere olan etkisine odaklanmaktadır. Ölçekte 15 farklı ortam ve aktivite (sinema, konser, iş ortamı, araba kullanımı, restoran vb.) sorulmaktadır. Her bir madde için duyulan rahatsızlık 0 ile 10 arasında puanlanarak ölçülmektedir.

Hiperakuzinin fiziksel ve psikolojik bileşenleri olan çok boyutlu bir olgu olması, tek bir yöntem ile tanı konulmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle farklı yöntemlerin bir arada kullanılması tavsiye edilmektedir (Fackrell ve ark., 2017).

4.7.3. Yükselen gürlük değerlendirme

Geleneksel yöntemler ile gürlük artışının ölçülmesi genlik tahmini (*magnitude estimation*), genlik belirleme (*magnitude production*) ve çapraz modalite eşlemeyi (*crossmodality matching*) içermektedir (Marks & Florentine, 2011). Genlik tahmininde dinleyici algılanan gürlüğü sürekli ölçek (*continuous scale*) ile derecelendirir. Genlik belirlemede dinleyici belirli bir sayıyla orantılı bir gürlük algısı elde etmek için sesin şiddetini ayarlamaktadır. Çapraz modalite eşlemede ise dinleyici sesin şiddetini bir ip uzunluğu ya da ışığın parlaklığı gibi fiziksel bir birim ile eşlemektedir. Fakat bu ölçümler oldukça zaman isteyen ve kapsamlı eğitim gerektiren ölçümler olduğundan klinik uygulama için uygun değildir. Ancak kategorik gürlük skalası (*categorical loudness scaling- CLS*) kullanışlı olması, güvenilir olması ve klinik uygulama için kabul edilebilir sürede yapılabilmesi açısından tercih edilmektedir (Brand & Hohmann, 2002).

CLS testinde işitme eşiğinin hemen üstü ile LDL eşiği arasındaki dinamik aralıkta farklı şiddetlerde sesler verilerek, dinleyiciden ses şiddeti kategorilerini kullanarak her bir uyarı için derecelendirmesi istenir. Ses şiddeti kategorileri 7 ya da 11 basamaktan oluşmakta olup "çok az", "biraz az", "normal", "yüksek", "çok yüksek" ve "rahatsız edecek kadar yüksek" gibi anlamlı tanımlayıcıları içermektedir. Ayrıca her bir ses şiddeti kategorisine ait 0 ile 50 arasında bir değeri olan ve analiz amacıyla kullanılan kategorik birimler (*categorical units- CUs*) bulunmaktadır (Şekil 3). Uyarının süresi, sıklığı ve tekrar oranı araştırmacı tarafından belirlenmektedir. Brand ve Hohmann

(2002) tarafından ISO (2006) standartlarına uygun olarak geliştirilen adaptif prosedürde ise hastanın işitme dinamik aralığı test sırasında belirlenmektedir.



Şekil 3. 11 basamaklı kategorik gürlük skalası. Sol taraftaki sayılar denekler tarafından görülmeyen, analiz için kullanılan kategorik birimlerdir.

4.7.4. Tinnitus ve Hiperakuzide Elektrofizyolojik yöntemler

Tinnitus ve hiperakuzinin mekanizması hakkında kesin bir bilginin olmaması sebebiyle periferden santrale işitme sisteminin bütün alanları ayrı ayrı araştırılmaktadır. Elektrofizyolojik testlerin kullanımı tinnitus ve hiperakuzinin objektif yöntemlerle belirlenebilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu amaç doğrultusunda ABR, P50, P1, N1, P2 ve P300 gibi işitsel uyarılmış potansiyeller kullanılmaktadır (Azevedo ve ark., 2020).

ABR ölçümü erken işitsel uyarılmış potansiyellerdendir ve ilk 10 ms içinde 7 karakteristik tepe ile gözlenir. I. dalga işitme sinirinin distalinden, II. dalga işitme sinirinin proksimalinden ve koklear nukleustan, III. dalga koklear nukleustan ve superior olivary kompleksten, IV. dalga superior olivary kompleksten ve lateral lemniskustan, V. dalga ise lateral lemniskustan ve inferior kollikulustan kaynaklanmaktadır (Legatt ve ark., 1988). Tinnitus araştırmalarında en çok I. dalga ve V. dalgaya odaklanılmaktadır. İşitme kaybı olmayan tinnitus hastaları ve kontrol grubunu karşılaştırdığında, tinnitus hastalarında azalmış I. dalga amplitüdü ve artmış V/I oranı bulunmuştur (Gu ve ark., 2012; Schaette & McAlpine, 2011). Bu sonuçlar gizli işitme kaybı sonucu kompensasyon mekanizması ile artmış santral kazanç olarak

yorumlanmıştır. Ancak farklı araştırmacılar tarafından benzer bulgular tekrarlanamamıştır (P. Y. Chen ve ark., 2017; Shim ve ark., 2017).

Orta latans ölçümleri ise Pa, Pb, Na ve Nb olmak üzere yaklaşık 50 ms'ye kadar görülen dalgalardan oluşmaktadır (Musiek ve ark., 1984). Kaynağının Talamus ile primer işitme korteksi olduğu düşünülmektedir (Liegeois-Chauvel ve ark., 1994). Formby ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada hiperakuzi hastalarına ses terapisi uygulayarak gürlük dinamik aralıklarını genişletmişlerdir ve terapi yönteminin başarısını orta latans ölçümlerinde kısmen gösterebilmişlerdir.

Geç latanslar, tinnitus ve hiperakuzi alanında en çok çalışılan işitsel uyarılmış potansiyellerdendir. Bunun sebebi tinnitus ve hiperakuzide kortikal bileşenlerin ön planda olduğu düşüncesidir. Geç latanslarda 50-80 ms arasında görülen P1 dalgası kaynağını primer işitsel korteksten, özellikle de Heschl's gyrus'ten almaktadır (Hall, 2007). N1 dalgası 100-150 ms arasında görülmekte olup primer ve sekonder işitsel kortikal alanlardan kaynaklanmaktadır (Näätänen & Picton, 1987). P2 dalgası ise 150-200 ms arasında görülmekte ve kaynağını primer işitsel kortekte Heschl's gyrus'tan almaktadır (McPherson, 1996). N1 ve P2 amplitüdü ses şiddetine duyarlıdır ancak bu amplitüd değişimi lineer olmadığından literatürde tutarlı bir şekilde görülememektedir. Tinnitus hastalarının kontrol grupları ile karşılaştırıldığı çalışmalarda N1 amplitüdünde artma (Delb ve ark., 2008; Hoke ve ark., 1998; Noreña ve ark., 1999), azalma (Attias ve ark., 1993; Jacobson & McCaslin, 2003) ya da değişiklik olmadığı (Colding-Jørgensen ve ark., 1992; Jacobson ve ark., 1991) bulunmuştur. Tinnituslu hastalarda gürlük büyümesi fonksiyonunun N1 amplitüdünde daha dik artışa sebep olduğunu (Kadner ve ark., 2002; Pineda ve ark., 2008) ya da değişiklik olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Weisz ve ark., 2005).

Erken ve orta latanslı işitsel uyarılmış potansiyeller eksojen kaynaklı olup uyarının fiziksel özelliğine (uyaran tipi, şiddeti vs.) bağlı zorunlu cevaplardır ancak P300 endojen kaynaklı olup test sırasında uyarana dikkat etme, öğrenme gibi faktörlerden etkilendiği için bilişsel potansiyeller olarak adlandırılmaktadır (Hall, 2007). Frontal lob ve hipokampusun da dahil olduğu kortikal bir ölçümdür. Cardon ve ark. (2020) tinnitus işitsel uyarılmış potansiyeller ile belirleyebilmek adına yaptıkları derleme çalışmasında tinnituslu hastalar ve kontrol grubu arasında en belirgin farkı P300

komponentinde bulmuşlardır. P300 aynı zamanda bilişsel performansı değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Tinnitus hastalarında bilişsel işleme bozukluğu ve buna bağlı problemlerin sıklıkla görüldüğünü belirten çalışmalar dikkate alındığında, P300 ile tinnitus arasındaki ilişkinin bilişsel performans ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Hallam ve ark., 2004; Wang ve ark., 2018).



5. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları doktora programı kapsamında tez çalışması olarak yürütülmüştür. Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 07.12.2018 tarihli izniyle (Protokol no: 09.2018.846) yapılması uygun bulunmuştur (EK-1). Çalışmaya katılan katılımcılara, çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve katılımcı onam formu verilerek imzaları alınmıştır.

5.1. Örneklem

Araştırma grubu evreni İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Göztepe Eğitim Araştırma Hastanesine (Yeni adı: Göztepe Prof. Dr. Süleyman Yalçın Şehir Hastanesi) tinnitus şikâyeti ile başvuran hastalardan oluşmaktadır. Kontrol grubu evreni ise Tıp Fakültesi çalışanları, öğrencileri ve öğrenci yakınlarından oluşmaktadır. Tüm hastalar Kulak-Burun-Boğaz (KBB) tarafından değerlendirilip detaylı fizik muayenesi yapılmıştır. Radyolojik görüntülemeleri de mevcut olan hastaların beyin hasarı ya da nörolojik bir bozukluğu yoktur.

Çalışmamız tinnitus, hiperakuzi ve kontrol olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır. Tüm gruplar klinik olarak normal işitmeye sahip 20'şer kişiden oluşmaktadır. Gruplar arası yaş ve cinsiyet olabildiğince dengeli tutulmuştur.

Tinnitus olan hastalar lokalizasyona göre sınıflandırılmamıştır. Bunun sebebi hastaların lokalizasyon yapmadaki güçlüğü ve birçok unilateral tinnitus olan hastanın aslında tek kulağında daha şiddetli duyduğu için unilateral olduğunu belirtmeleridir (Hebert ve ark., 2013). Klinik tecrübemize göre de birçok unilateral tinituslu hastaya rezidüel inhibisyon uygulandıktan sonra diğer kulaklarında tinnitus duymaya başladıklarını belirtmektedirler. Ayrıca çalışmamız santral kazanç modeline dayandığı için unilateral tinitusta işitsel hassasiyet ve adaptif kazanç bilateral gözlenmektedir (Formby & Gold, 2002).

5.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

Tinnitus Grubu;

- 18-65 yaş aralığında olması
- Her iki kulakta 250-4000 Hz frekans aralığında işitme eşiklerinin 20 dB HL ve daha iyi olması
- Her iki kulakta 6000-8000 Hz frekans aralığında 30 dB HL ve daha iyi olması
- Normal akustik immitansmetrik bulguları olması
 - ✓ Tip A Timpanogram
 - ✓ Her iki kulakta ipsi ve kontralateral akustik refleks gözlenmesi
- En az 3 bantta DPOAE gözlenmesi
- En az 3 aydır tek taraflı ya da bilateral sübjektif tinnitusu olması
- Bilgilendirme formunu imzalamış ve katılmaya gönüllü olması

Hiperakuzi Grubu;

- 18-65 yaş aralığında olması
- Her iki kulakta 250-4000 Hz frekans aralığında işitme eşiklerinin 20 dB HL ve daha iyi olması
- Her iki kulakta 6000-8000 Hz frekans aralığında 30 dB HL ve daha iyi olması
- Normal akustik immitansmetrik bulguları olması
 - ✓ Tip A Timpanogram
 - ✓ Her iki kulakta ipsi ve kontralateral akustik refleks gözlenmesi
- En az 3 bantta DPOAE gözlenmesi
- En az 3 aydır tek taraflı ya da bilateral sübjektif tinnitusu olması
- Hiperakuzi şikâyeti olması
- Hiperakuzi Ölçeğinden 15 ve üzeri puan alması
- 500-8000Hz arası bir veya daha fazla frekansta 90 dB HL den daha düşük LDL elde edilmesi
- Bilgilendirme formunu imzalamış ve katılmaya gönüllü olması

Kontrol Grubu;

- 18-65 yaş aralığında olması
- Her iki kulakta 250-4000 Hz frekans aralığında işitme eşiklerinin 20 dB HL ve daha iyi olması
- Her iki kulakta 6000-8000 Hz frekans aralığında 30 dB HL ve daha iyi olması
- Normal akustik immitansmetrik bulguları olması
 - ✓ Tip A Timpanogram
 - ✓ Her iki kulakta ipsi ve kontralateral akustik refleks gözlenmesi
- En az 3 bantta DPOAE gözlenmesi
- Tinnitus ve hiperakuzi şikâyeti olmaması
- Bilgilendirme formunu imzalamış ve katılmaya gönüllü olması

5.3. Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Nörolojik herhangi bir bozukluğunun olması
- Santral sinir sistemini etkileyen ilaç kullanımı olması

5.4. Yöntem

KBB kliniğine tinnitus şikâyeti ile başvuran hastalar işitme değerlendirmesi için Odyoloji birimine yönlendirilmektedir. Yapılan ilk odyolojik değerlendirme sonrasında klinik olarak normal işitmeye sahip hastalar çalışma hakkında bilgilendirilmiştir. Çalışmaya katılmayı kabul eden tinnitüslü bireylerin detaylı anamnezi alınarak EK 2-3-4-5'deki formlar dikkatli bir şekilde doldurulmuştur. Akustik İmmittansmetri ve DPOAE ölçümü yapılan hastalar sessiz kabine alınarak 0.25-0.5-1-2-4-6-8 kHz de işitme eşikleri belirlenmiştir. Bu aşamada araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılamayan hastalar tinnitus bilgilendirici ve eğitici danışmanlığı uygulandıktan sonra çalışmaya dahil edilmemişlerdir. Çalışmaya dahil edilen hastalara ise LDL değerlendirmesi ve sonrasında gürlük skalası testi uygulanmıştır. Bu aşamaya kadar elde edilen bilgiler doğrultusunda tinnitus şikâyeti ile başvuran hastaların tinnitus grubuna mı yoksa hiperakuzi grubuna mı dahil oldukları belirlenmektedir.

Tamamlanan davranışsal testler sonrasında ise elektrofizyolojik ölçümler yapılarak çalışma sonlandırılmıştır.

5.5. Veri Toplama Araçları

5.5.1. Ölçekler

Hiperakuzi Ölçeği

Bu çalışmada kullanılan hiperakuzi ölçeği (*Hyperacusis Questionnaire-HQ*) Khalfa ve ark. (2002) tarafından oluşturulmuştur ve Türkçe uyarlaması Khalfa Hiperakuzi Ölçeği (KHÖ) olarak Erinç ve Derinsu (2020) tarafından yapılmıştır (EK-4). Ölçek, hiperakuziyi dikkat (1-4 arası sorular), sosyal (5-10 arası sorular) ve duygusal boyut (11-14 arası sorular) olmak üzere 3 alt başlıkta değerlendirmekte ve toplam 14 sorudan oluşmaktadır.

“Hayır” (0 puan), “Evet, biraz” (1 puan), “Evet, oldukça” (2 puan), “Evet, çok fazla” (3 puan) olmak üzere verilen cevapların puanları toplanır. Toplam 42 puan üzerinden değerlendirme yapılır. Türkçeye uyarlanan ölçekte 15 puan ve üzeri alanlarda “hiperakuzi şüphesi” ve 29 puan ve üzeri alanlarda ise “tam hiperakuzi” olmak üzere iki kategori oluşturulmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi ölçeğin puanlaması yapılan çalışmalar doğrultusunda değişiklik göstermektedir.

Vizüel Analog Skala (VAS)

VAS ile tinnitusun şiddeti/gürlük, yarattığı rahatsızlık, hayat üzerindeki etkisi ve uyku üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Hastalar her bir soru ile ilgili bilgilendirilerek 0 ile 10 arasında puanlaması istenmiştir. Tinnitus şiddetinde 0 hiç ses yok, 10 ise hayal edebileceğiniz en yüksek ses; tinnitustan duyulan rahatsızlıkta 0 hiç rahatsız olmuyorum, 10 ise aşırı rahatsız oluyorum; hayata üzerinde etkisinde 0 hayatımı hiç etkilemiyor, 10 hayatımı aşırı etkiliyor; uyku üzerindeki etkisinde ise 0 çok rahat uyuyorum, 10 ise tinnitus hiç uyutmuyor olarak hastaya tarif edilmiştir.

Tinnitus Engellilik Anketi

Tinnitus Engellilik Anketi (TEA) (*Tinnitus Handicap Inventory-THI*) Newman ve ark. (1996) tarafından oluşturulmuştur ve Türkçe geçerlik güvenirliği Aksoy ve ark. (2007) tarafından yapılmıştır (EK-5). Tinnitusun etkilerini fonksiyonel, emosyonel ve katastrofik olmak üzere 3 alt başlıkta değerlendirmektedir. Toplamda 25 soru içermekte ve 100 puan üzerinden değerlendirilmektedir. “Hayır” (0 puan), “Bazen” (2 puan), “Evet” (4 puan) olmak üzere verilen cevapların puanları toplanır. Sonrasında elde edilen puana göre tinnitusun şiddeti “Çok hafif” (0-16 puan), “Hafif” (18-36 puan), “Orta” (38-56 puan), “Şiddetli” (58-76 puan), “Çok şiddetli” (78-100 puan) olmak üzere sınıflandırılır.

5.5.2. Davranışsal Değerlendirmeler

Saf ses eşikleri 250-8000 Hz aralığında MADSEN Astera² - Klinik Odyometre (Otometrics, Danimarka) cihazı ile TDH-39P supra-aural kulaklık kullanılarak belirlenmiştir. Akustik İmmittansmetri ölçümleri AT 235 (Interacoustics, Danimarka) cihazı ile yapılmıştır. Her hastaya timpanometri ve 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz de ipsilateral ve kontralateral akustik refleks ölçümü yapılmıştır. Otoakustik Emisyonlar ise DPOAE (Distortion-product otoacoustic emission) ile ölçülmüş olup, emisyon gözlenme kriteri olarak en az 3 frekansta 6 dB S/N oranı kullanılmıştır (Grason-Stadler Inc., Milford, NH, USA).

Rahatsız Edici Ses Seviyesi

Rahatsız edici ses seviyesi (*loudness discomfort level-LDL*) hastaya verilen talimata göre değişiklik gösterebilmektedir. Dawson ve John (1981) yapmış olduğu çalışmaya göre bu değişiklik farklı frekanslarda 23-27 dB HL arasında olabilmektedir. Bu sebeple literatürle karşılaştırılabilir olması açısından sıklıkla kullanılan *British Society of Audiology* (BSA, 2011)’in önerdiği talimat kullanılmıştır. Maksimum uyaran şiddeti 110 dB HL seviyesini geçilmemiştir. Her hastaya “Kulağınıza gelen ses yavaşça yükselecek. Rahatsız edici seviyeye gelince düğmeye basın. Bu test sizin dayanabileceğiniz en yüksek sesi bulmaya yönelik bir test değildir, sadece sesin rahatsız edici olduğu seviyeyi tespit etmektedir. Düğmeye yalnızca ses rahatsız edici

seviyeye geldiğinde basmalısınız ancak ses o seviyeye geldiğinde düğmeye bastığınızdan emin olun” talimatı verilmiştir.

Kategorik Gürlük Skalası

Kategorik gürlük skalası (*categorical loudness scaling-CLS*) ölçümü gürlük büyümesini anlamlı kategorilerle (“duyamadım”, “çok az”, “biraz az”, “normal”, “yüksek”, “çok yüksek ama rahatsız etmiyor” ve “rahatsız edecek kadar yüksek”) değerlendiren bir testtir (EK-6). Bu ölçüm MADSEN Astera² - Klinik Odyometre (Otometrics, Danimarka) cihazında yüklü olan *loudness scale* test modülü kullanılarak yapılmıştır. Bir çeşit dar bantlı gürültü olan FRESH (frequency-specific hearing assessment noise) gürültü kullanılarak hem alçak frekanslı hem de yüksek frekanslı sesleri temsilen 500 ve 2000 Hz uyaranlar kullanılmıştır. TDH-39P kulaklıklar ile ölçümler monoaural olarak yapılmıştır. Ölçümler adaptif prosedür kullanılarak yapılmıştır (Brand & Hohmann, 2002). Bu prosedür iki aşamadan oluşmaktadır ve uyaranlar belirli aralıklarla otomatik olarak program tarafından gönderilmektedir. İlk aşama FRESH gürültü ile işitme eşiği ve rahatsız olma eşiğini yeniden ölçerek dinamik aralık belirlemektedir. Bu aşamada yüksek ses ile hastalarda oluşacak rahatsızlığı önlemek adına rahatsız olma eşiğinin üst seviyesi önceden belirlenen LDL seviyesi olarak belirlenmiştir. İkinci aşamada ise belirlenen dinamik aralık içinde kategorik gürlük skalası kullanılarak gürlük büyümesi ölçümü yapılmaktadır. Her bir uyaran 1000 ms uzunluğundadır. Frekans başına şiddet segmenti sayısı 5 ve her bir segment için nokta başına ölçüm sayısı 3’tür. Toplam 7 ses şiddeti kategorisi kullanılmıştır (“duyamadım”, “çok az”, “biraz az”, “normal”, “yüksek”, “çok yüksek ama rahatsız etmiyor” ve “rahatsız edecek kadar yüksek”).

5.5.3. Elektrofizyolojik Değerlendirmeler (N1-P2 kompleksi)

Test Prosedürü

İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) çift kanallı Smart EP versiyon 5.10 (Intelligent Hearing System, Miami, FL, ABD) donanımı ile kaydedilmiştir. Hastalar test süresince uyumamaları ve mümkün olduğunca hareket etmemeleri yönünde bilgilendirilmiştir. Hastaların koltuğa rahatça oturduğundan emin olup cilt temizliği ve

elektrot yerleşimi yapılmıştır. Hastaların sıkılmamaları ve uyumamaları için ölçüm sırasında altyazılı film izlemeleri istenmiştir. Ölçüm sırasında EEG aktivitesi görsel olarak sürekli takip edilmiştir. CLS ve İUKP değerlendirmesinde aynı uyaranlar kullanılmıştır. Sağ ve sol kulağa ayrı olarak değerlendirilmiş ve her bir frekansta düşük (40 dB nHL), orta (60 dB nHL) ve yüksek (80 dB nHL) sesi temsil eden 3 farklı şiddette uyaran verilmiştir. Ölçümler yaklaşık olarak 45 dakika sürmüştür.

Uyaran Parametreleri

Çalışmanın tasarımı sebebiyle CLS ölçümü ve İUKP ölçümlerinde aynı uyaran kullanılmıştır. CLS ölçümü MADSEN Astera² - Klinik Odyometre (Otometrics, Danimarka) cihazı ile yapılmıştır ve bu ölçüm için cihaza yüklü olan 500 ve 2000 Hz FRESH gürültü kullanılmıştır. Bir çeşit dar bant gürültü olan bu uyaran cihazın sistem dosyalarından dışarı aktarılmıştır. PRAAT ve Audacity yazılımı kullanılarak bu ses kortikal ölçüme uygun hale getirilmiştir. IHS Smart EP arayüzünde yeni ses dosyası .stm formatına dönüştürülüp kalibrasyonu yapılmıştır. Düzenlenen yeni ses 200 ms süreli (10 ms yükseliş, 10 ms plato, 10 ms düşüş), 44100 uyaran hızı (*sample rate*), 16-bit çözünürlük ve 1.1/sn tekrar hızı (*repetition rate*) ile insert kulaklık (ER-3A) kullanılarak monoaural olarak sunulmuştur.

Kayıt Parametreleri

Elektrot montajı uluslararası 10-20 sistemine göre yapılmıştır. A kanalı sağ kulak, B kanalı sol kulak olmak üzere tek kanal kullanılarak ölçülmüştür. Pozitif elektrot vertekse (Cz), negatif elektrot kulak memesine (A1 ve A2) ve toprak elektrot alına (Fpz) yerleştirilmiştir. Elektrot yerleşim yerleri Nuprep jel ile temizlenmiş ve impedanslar 5 k Ω altında tutulmuştur.

EEG kayıt parametrelerinde her iki kanal için 100.0 K kazanç ve 1-30 Hz geçirgen bant filtresi uygulanmıştır. Kayıt penceresi -100 msn ile 500 ms. arasındadır. Her bir uyaran için kirlilik reddetme aralığı (*artifact rejection*) 31 μ V olarak belirlenmiştir ve 3 kere tekrar edilen 40 örnekleme sayısı (*sweep*) averajlanarak tek bir dalga formuna dönüştürülmüştür. Tüm yanıtlar, yüksek sinyal/gürültü oranına ve uygun dalga biçimi morfolojisine sahiptir.

EEG Dalga Formunun Analizi:

N1- P2 latansı ve amplitüdü Smart EP yazılımı kullanarak işaretlenmiştir. N1 tepesi 50-150 ms arasındaki en negatif tepe olarak, P2 tepesi ise N1'i takip eden 150-250 ms arasındaki en pozitif tepe olarak işaretlenmiştir.

5.6. İstatiksel Yöntemler

Tanımlayıcı istatistikler, frekans, ortalama, standart sapma değerleri ile sunulmuştur. Veriler normal dağılım göstermediği için non-parametrik testler kullanılmıştır. Gruplar arasındaki istatistiksel anlamlılık Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi ile ölçülmüştür. İstatistiksel ölçümler IBM SPSS (ver. 23) ile yapılmıştır ve anlamlılık değeri $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

6. BULGULAR

6.1. Çalışma Grubu

Grupların işitme eşikleri ortalaması ve standart sapmaları Tablo 2’de gösterilmiştir. 8000 Hz ’de tinnitus grubundaki 5 kulak ve hiperakuzi grubundaki 4 kulak 30 dB HL’dir, ancak diğer tüm işitme eşikleri ≤ 25 dB HL’dir.

Deneklerin işitme eşikleri, LDL, CLS ve İUKP ölçümlerinde kulaklar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir.

Tablo 2. Grupların dB HL cinsinden işitme eşiklerinin ortalama ve standart sapma değerleri.

Gruplar (n = kulak)	İşitme Eşikleri - Frekans, Hz						
	250	500	1000	2000	4000	6000	8000
Kontrol (n = 40)	0,75 (3,11)	4,5 (2,72)	6,87 (3,87)	7,25 (5,18)	8,12 (6,47)	9,5 (5,40)	8,37 (4,98)
Tinnitus (n = 40)	0,75 (4,74)	5 (5,18)	6,75 (4,60)	6,25 (5,40)	10 (5,06)	14 (7,77)	13,37 (9,49)
Hiperakuzi (n = 40)	0,75 (5,49)	2,75 (4,92)	6,37 (5,06)	3,87 (7,29)	6,87 (7,04)	9,75 (9,80)	11,25 (10,90)

6.2. Ölçek Sonuçları

Tinnitus ve hiperakuzi grubunun TEA, KHÖ ve VAS skorları Tablo 3’te gösterilmiştir. Hiperakuzi grubundaki hastaların TEA, VAS-tinnitus rahatsızlık ve VAS-tinnitus hayata etkisi skorları tinnitus grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (sırasıyla $p = 0.002$, $p < 0.001$, $p = 0.005$). Hiperakuzi skorlarında kontrol grubunun ortalaması 14,45 (SS = 5,55), tinnitus grubunun ortalaması 10,45 (SS = 4,95) ve hiperakuzi grubunun ortalaması 21,05 (SS = 5,55)’dir ve bu üç grup arasında anlamlı ilişki gözlenmiştir (kontrol ve tinnitus, $p = 0.027$; kontrol ve hiperakuzi $p < 0.001$; tinnitus ve hiperakuzi $p < 0.001$).

Tablo 3. Tinnitus ve hiperakuzi grubunun TEA, KHÖ ve VAS skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri.

Ölçekler	Tinnitus	Hiperakuzi
	n = 20 kişi	n = 20 kişi
TEA (0–100)	36,3 (21,32)	49,7 (17,13)*
KHÖ (0–42)	10,45 (4,95)	21,05 (5,55)**
VAS (tinnitus şiddet) (0–10)	5,4 (1,44)	6,15 (1,70)
VAS (tinnitus rahatsızlık) (0–10)	5,5 (1,93)	7,05 (1,96)**
VAS (tinnitus hayata etkisi) (0–10)	3,95 (2,68)	5,65 (2,08)*
VAS (tinnitus uykuya etkisi) (0–10)	4,5 (2,70)	5,1 (2,32)

TEA: Tinnitus Engellilik Anketi, KHÖ: Khalfa Hiperakuzi Ölçeği, VAS: Vizüel Analog Skala. * $p < 0.05$. ** $p < 0.001$.

6.3. Rahatsız Edici Ses Seviyesi Sonuçları

Grupların LDL ortalaması ve standart sapmaları Tablo 4’te gösterilmiştir. 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz ‘de elde edilen LDL sonuçları hiperakuzi grubu ve diğer iki grup arasında anlamlı olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.001$). 8000 Hz’de ise kontrol grubu ve tinnitus arasında da anlamlı ilişki gözlenmiştir ($p = 0.037$).

Tablo 4. Grupların dB HL cinsinden LDL ortalama ve standart sapma değerleri.

Gruplar (n = kulak)	LDL - Frekans, Hz				
	500	1000	2000	4000	8000
Kontrol (n = 40)	105,37 (3,46)	107,12 (4,06)	106,5 (3,61)	106,87 (4,03)	103,12 (3,70)
Tinnitus (n = 40)	104,12 (6,49)	104,62 (6,54)	102,75 (6,59)	102,75 (7,92)	97,62 (8,84)
Hiperakuzi (n = 40)	88 (9,92)**	87,62 (9,05)**	86,87 (11,30)**	86,62 (11,89)**	81,37 (13,53)**

LDL: Loudness Discomfort level. * $p < 0.05$. ** $p < 0.001$.

6.4. Kategorik Gürlük Skalası Sonuçları

Grupların CLS ortalaması ve standart sapmaları Tablo 5’te gösterilmiştir. 500 Hz ve 2000 Hz FRESH gürültü ile yapılan CLS testinde hiperakuzi grubu ile diğer iki grup arasında “normal”, “yüksek” ve “çok yüksek” kategorilerinde anlamlı ilişki gözlenmiştir ($p < 0.001$). Sadece 500 Hz’de “biraz az” gürlük kategorisinde tinnitus ve hiperakuzi grubu arasında anlamlı ilişki gözlenmiştir ($p = 0.024$).

Tablo 5. Grupların dB HL cinsinden CLS ortalama ve standart sapma (SS) değerleri.

Gruplar (n = kulak)	Gürlük kategorileri				
	çok az	biraz az	normal	yüksek	çok yüksek
500 Hz FRESH Gürültü					
Kontrol (n = 40)	13,65 (5,27)	48,95 (4,76)	78,55 (5,20)	92,8 (3,49)	100,07 (2,80)
Tinnitus (n = 40)	13,57 (7,55)	50,22 (5,38)	80,07 (5,63)	93,97 (4,40)	100,35 (2,71)
Hiperakuzi (n = 40)	12,6 (5,27)	46,65 (5,78)*	73,82 (7,22)**	87,05 (6,20)**	94 (5,26)**
2000 Hz FRESH Gürültü					
Kontrol (n = 40)	16,95 (8,19)	52,67 (5,83)	80,4 (3,80)	93,17 (2,98)	98,8 (2,75)
Tinnitus (n = 40)	17,62 (8,84)	53,5 (7,21)	80,87 (4,00)	93 (3,39)	98,1 (3,31)
Hiperakuzi (n = 40)	16,42 (8,50)	49,3 (6,52)	75,4 (6,14)**	87,45 (5,83)**	93,07 (5,83)**

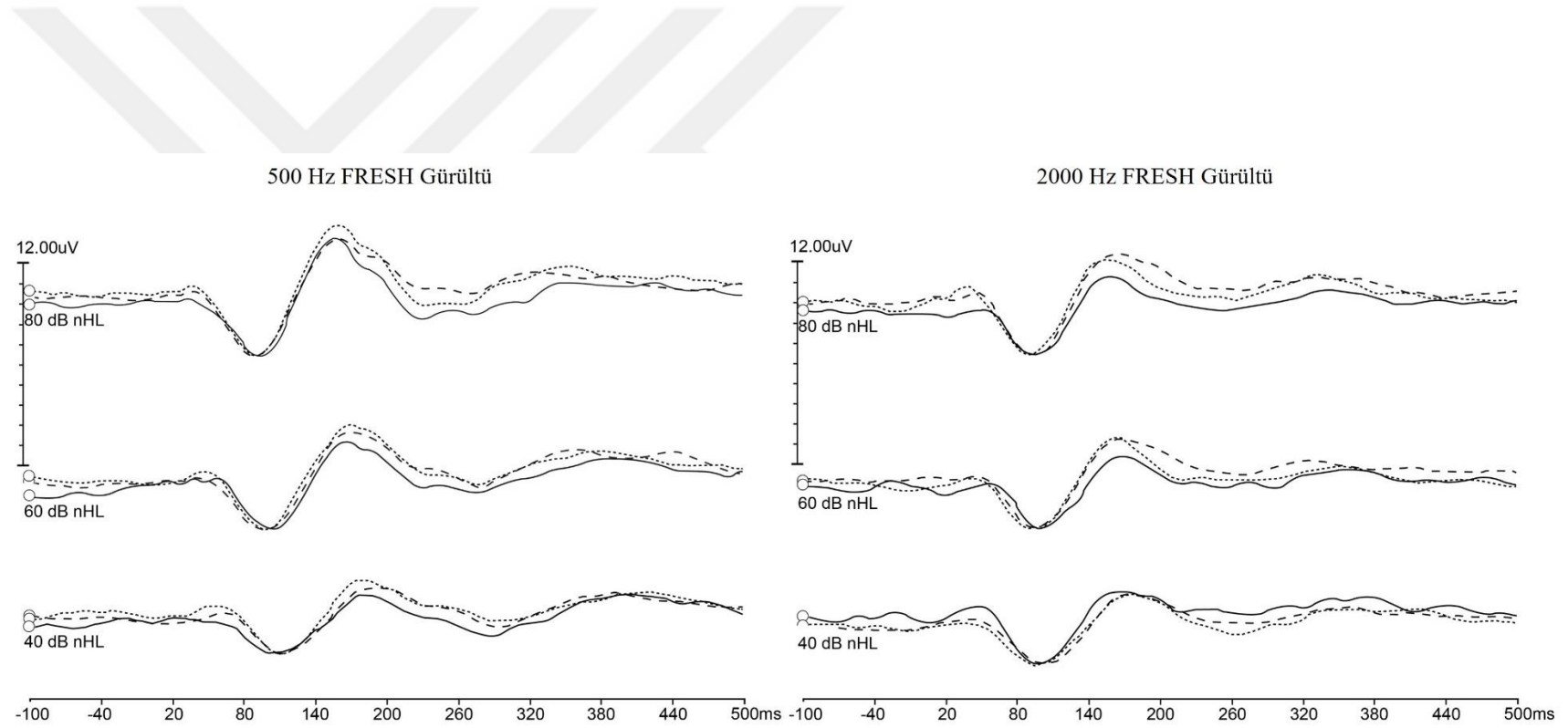
CLS: Categorical loudness scaling. * $p < 0.05$. ** $p < 0.001$.

6.5. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyel Sonuçları

Gruplar arasında yapılan kortikal değerlendirmede herhangi bir şiddette N1, P2 latansı ve N1-P2 tepe amplitüdları arasında anlamlı ilişki gözlenmedi (Tablo 6). Grupların 500 Hz ve 2000 Hz FRESH gürültü ile farklı şiddet seviyelerinde elde edilen dalga formlarının averajlanmış hali (*grand averaged waveforms*) Şekil 4’te verilmiştir.

Tablo 6. Gruplar arası 500 Hz ve 2000 Hz FRESH gürültü ile farklı şiddetlerde N1, P2 latans ve N1-P2 amplitüd (µV) ortalama ve standart sapma (SS) değerleri.

Şiddet	Gruplar (n = kulak)	N1 Latans	P2 Latans	N1-P2 Amplitüd
500 Hz FRESH Gürültü				
40 dB nHL	Control (n = 40)	111,8 (17,00)	180,72 (11,70)	5,39 (1,98)
	Tinnitus (n = 40)	114,22 (12,56)	188,55 (17,39)	5,59 (2,65)
	Hyperacusis (n = 40)	116,27 (13,09)	183,55 (13,73)	5,93 (2,30)
60 dB nHL	Control (n = 40)	105,15 (9,60)	171,57 (10,53)	6,38 (1,80)
	Tinnitus (n = 40)	102,05 (8,96)	175,87 (14,51)	7,08 (2,57)
	Hyperacusis (n = 40)	101,55 (10,24)	173,35 (11,28)	7,54 (2,42)
80 dB nHL	Control (n = 40)	94,7 (6,89)	173,15 (94,66)	7,86 (2,50)
	Tinnitus (n = 40)	91,92 (7,72)	162,47 (12,75)	8,25 (2,34)
	Hyperacusis (n = 40)	93,5 (8,21)	161,27 (9,90)	8,73 (2,88)
2000 Hz FRESH Gürültü				
40 dB nHL	Control (n = 40)	107,52 (10,26)	176,6 (13,83)	4,99 (1,57)
	Tinnitus (n = 40)	106,55 (10,70)	183,3 (16,75)	5,35 (1,47)
	Hyperacusis (n = 40)	102,7 (11,73)	178,6 (12,38)	5,40 (1,95)
60 dB nHL	Control (n = 40)	95,4 (15,94)	164,42 (12,63)	5,59 (1,88)
	Tinnitus (n = 40)	99,6 (10,93)	174,62 (14,87)	6,73 (2,26)
	Hyperacusis (n = 40)	99,3 (11,02)	167,82 (10,34)	6,09 (2,19)
80 dB nHL	Control (n = 40)	97,07 (8,65)	164,35 (11,98)	6,98 (2,20)
	Tinnitus (n = 40)	97,97 (10,03)	167,22 (15,20)	7,10 (2,11)
	Hyperacusis (n = 40)	93,72 (10,99)	160,87 (12,87)	7,57 (2,97)



Şekil 4. Kontrol (düz çizgi), tinnitus (kesikli çizgi) ve hiperakuzi (noktalı çizgi) gruplarının 500 Hz ve 2000 Hz FRESH gürültü ile farklı şiddetlerde elde edilen tüm averajlanmış İUKP dalga formları.

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, hiperakuzinin gürlük büyümesi fonksiyonu üzerinden sübjektif ve objektif yöntemler kullanarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızın hipotezi santral kazanç modeli ve hiperakuzi arasındaki ilişki üzerine kurulmuştur. Gürlük büyümesini araştırmamızın sebebi ise santral kazanç mekanizması ile gürlük algısı arasındaki ilişkidir. Santral kazanç mekanizması gürlük algısını değiştirebilmektedir. Örneğin sürekli gelen sabit bir uyarıya karşı gürlük adaptasyonu gerçekleşmektedir. Hiperakuzi hastalarının şikayetleri düşünüldüğünde gürlük mekanizmalarının etkilendiği düşünülmektedir. Hiperakuzi ve gürlük arasındaki ilişkinin araştırılması, hiperakuzinin doğası hakkında bilgi sağlamakta ve terapi/tedavi süreçleri ile ilgili yol gösterici olmaktadır. Formby ve ark. (2017) gürlük algısının adaptif olmasını kullanarak, ses terapisi ile hiperakuzi hastalarının gürlük algısını değiştirebilmiştir.

Çalışmamızda, tinnitus ve hiperakuzisi olan hastaların gürlük büyümesi fonksiyonu santral kazanç modeli temel alınarak değerlendirilmiştir. Bu modele göre, işitme kaybı sonucu işitsel sisteme giren azalmış uyarı telafi etmek amacıyla santral kazanç artmaktadır (Noreña & Eggermont, 2005). İşitme kaybı hastalar arasındaki kazanç dengesini bozacağı için tüm çalışma gruplarımız klinik olarak normal işitmesi olan katılımcılardan oluşmaktadır. Ancak katılımcıların klinik olarak normal işitmeye sahip olmalarının başka nedenleri de bulunmaktadır. Bu nedenlerden biri gürlük büyümesi fonksiyonu değerlendirilirken işitme kaybı ile beraber görülen rekrutment fenomeninin sonuçlara etki etmemesini sağlamaktır. Diğer bir neden ise N1 ve P2 dalgalarının amplitüd ve latanslarının işitme kaybından etkilenmesidir (Hall ve ark., 1990).

Çalışmamızdaki sübjektif değerlendirmelerden biri olan ölçek sonuçlarına göre hiperakuzi grubunda TEA ve VAS (tinnitus rahatsızlık, tinnitus hayata etkisi) skorlarında artış görülmüştür. İstatiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte tinnitusun şiddeti hiperakuzi grubunda daha yüksek bulunmuş ve uykularının da daha çok etkilendiği görülmüştür. Bu durum literatürde de görüldüğü üzere hiperakuzi ve tinnitusun beraber gözlenmesinin tinnitustan duyulan rahatsızlığı arttığını ve yaşam

kalitesini düşürdüğünü göstermektedir (Fioretti ve ark., 2013; Schecklmann ve ark., 2014).

Bir diğer sübjektif değerlendirme olan davranışsal test sonuçlarında da gruplar arasında anlamlı fark gözlenmiştir. Hiperakuzi grubunun dahil olma kriterlerinden birinin LDL ölçümü olması sebebiyle diğer gruplardan daha yüksek LDL sonuçlarının olması beklenen bir sonuçtur. Ancak literatüre baktığımızda hiperakuzi şikâyeti olan hastalar arasında yapılan LDL sonuçlarında, çalışmalar arasında farklılıklar gözlenmektedir (Aazh & Moore, 2017; Anari ve ark., 1999; Sheldrake ve ark., 2015). Bunun nedeni hasta popülasyonundaki farklılıklar olduğu gibi verilen yönergedeki farklılıklarla da ilgili olabilmektedir. Bu sebeple çalışmamızda hastaya verilen yönergeyi standardize etmek adına literatürde sıklıkla kullanılan BSA (2011) yönergesi uygulanmıştır.

Ancak hiperakuzisi olanların sadece LDL sonuçlarında değil, "normal", "yüksek" ve "çok yüksek" gibi daha düşük şiddetli gürlük kategorilerine verilen yanıtlarında da anlamlı farklılık gözlenmiştir. Bu sonuçlar hiperakuzi hastalarının günlük hayatta karşılaştığı farklı şiddetlerdeki sıradan sesleri olduğundan daha yüksek algıladığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca bu verilerin kontrollü ve güvenli test ortamında elde edildiği unutulmamalıdır. Günlük hayattaki çevresel seslerin çoğu üzerinde kontrolümüzün olmadığı düşünüldüğünde, hiperakuzi hastalarının günlük hayattaki deneyimlerinin elde edilen laboratuvar verilerinden daha kötü olabileceği unutulmamalıdır.

Hiperakuzi değerlendirmesinde LDL ölçümü yaygın olarak kullanılmakta, ancak CLS pek tercih edilmemektedir. LDL ölçümünün klinik kullanımının kolay ve pratik olması nedeniyle hiperakuzi hastalarında sıklıkla uygulanmıştır. Bu sebeple hiperakuzi şikâyeti olanların LDL verilerine literatürde çokça rastlanmaktadır (Tyler ve ark., 2014). Ancak LDL ölçümü klinik pratikte tanı koymak için faydalı olsa da tedavi öncesi ve sonrası hastaların değerlendirmesinde CLS ölçümü çok daha kapsamlı veri sağlamaktadır. Otomatize edilmiş adaptif yöntemle yapılan CLS ölçümü ile, LDL eşiği dahil olmak üzere farklı gürlük kategorileri hakkında dB HL cinsinden veriler elde edilmektedir. CLS ölçümü ile gürlük fonksiyonu hakkında elde edilen bu bilgiler, uygulanan terapi/tedavi etkinliğinin daha iyi belirlenmesini mümkün kılmaktadır.

Ses şiddeti, tüm işitme sistemi boyunca işlenir ancak gürlük algısı kortikal düzeyde gerçekleşmektedir. Hiperakuzide gürlük algısının etkilenmesi, bu durumun kortikal düzeyde gerçekleşen bir fenomen olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca hiperakuzi hastalarını rahatsız eden sesler, sesin anlamıyla ilgili olabildiği gibi kişinin o anki duygu durumu ile ilgili de olabilmektedir. Özellikle tinnitus ve hiperakuzinin beraber görüldüğü hastalarda anksiyete komorbiditesi görülmektedir (Schecklmann ve ark., 2014). Anksiyete “aşırı uyanık” ve “aşırı duyarlı” olmaya yol açmaktadır. Hiperakuzi hastalarındaki artan kortikal aktivite sadece işitsel alanda değil anterior singulat ve orbitofrontal korteks gibi “dikkat/uyanıklık” ve “algısal belirginlik” gibi alanlarda da görülmemektedir (Song ve ark., 2014). Ancak bu çalışmada hiperakuzinin kortikal etkileri sadece gürlük büyümesi fonksiyonu üzerinden değerlendirildiği için aktif katılım gerektirmeyen ve şiddete bağımlı en üst düzey kortikal potansiyel olan N1-P2 cevabı araştırılmıştır (Hegerl ve ark., 1994; Noreña ve ark., 1999).

Tinnitus ve hiperakuzinin objektif yöntemlerle belirlenebilmesi, üzerine çokça çalışılan ancak tatmin edici cevapların henüz alınamadığı bir alandır. Bu çalışmada elde ettiğimiz kortikal cevaplarda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bunun nedeni olarak N1-P2 amplitüd ve latanslarının uyanıklık ve dikkat durumundan etkilenmesi olabilir (Lightfoot, 2016). Çalışmamızda tüm hastalar aynı ilgi ve alaka ile değerlendirilse de kişilerarası farklılıklar olabilmektedir. Bu tür farklılıkların önüne geçmek için daha çok sayıda veriyle analiz yapmaya olanak sağlayan sistematik derleme çalışmaları oldukça faydalı olacaktır. Metodolojinin olabildiğince ayrıntılı yazılması bu tür çalışmalar için kritik önem taşımaktadır.

Çalışmamızın hipotezi santral kazanç mekanizmasına dayanmaktadır. Tinnitus ve santral kazanç arasında ilişki net olarak bilinmese de bu konuda yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Auerbach ve ark., 2014). Bu nedenle tinnitus semptomu her iki grupta da (tinnitus grubu ve hiperakuzi grubu) sabit tutulmuş ve tinnitus kaynaklı oluşabilecek santral kazanç farkının önüne geçilerek gruplar arası dengeli olması amaçlanmıştır. Bu sayede tinnitus ve hiperakuzi grubu arasında kortikal testlerde oluşacak olan farkın tinnitus değişkenine bağlı olmayacağı düşünülmüştür. Ancak gürlük büyümesi değerlendirmesinde davranışsal testlerde gruplar arası anlamlı fark gözlenirken kortikal testlerde gözlenmemiştir. Bunun sebebi olarak, bu çalışma

kliniğimize başvuran tinnitus hastaları ile yapıldığı için birincil şikayetlerinin tinnitus, ikincil şikayetlerinin hiperakuzi olmuş olması düşünülebilir. Hiperakuzi grubu mümkün olduğunca dikkatli belirlenmiş ve hastalar 3 farklı kriteri karşılayarak hiperakuzi grubuna dahil edilmiştir. Ancak tinnitus grubundaki bazı hastalar da hiperakuzi grubuna dahil olmak için gereken kriterden bazılarını karşılamaktadır. Örneğin bazı hastalar hiperakuzi grubuna dahil olmak için gereken LDL kriterini karşılamakta ancak HQ skorunun düşük olması nedeniyle tinnitus grubuna dahil olmaktadır. Bu sebeple tinnitus grubundaki ve hiperakuzi grubundaki hastalar benzerlik göstermektedir. Bu durum çalışmanın zayıf yönlerinden biridir. Fakat deney grupları (tinnitus grubu ve hiperakuzi grubu) ile kontrol grubu arasında da kortikal testlerde anlamlı sonuç bulunmamıştır. Bu durum N1-P2 cevabının gürlük büyümesine yeterince duyarlı olmadığını düşündürmüştür. Gelecek çalışmalar için gürlük büyümesi fonksiyonunun daha spesifik araştırma grupları ve farklı prosedürler ile yapılması önerilmektedir. Kullanımı giderek yaygınlaşan nöral aktivite haritalama tekniklerinin tinnitus ve hiperakuzi çalışmaları için gelecekte oldukça önemli yer tutacağı düşünülmektedir. Ayrıca hiperakuzi hastaları ile İUP kullanılarak yapılacak olan gürlük büyümesi çalışmalarında akustik değişim kompleksinin (*acoustic change complex*) kullanımı da faydalı olacaktır. Bunun yanında hiperakuzi ile yapılacak çalışmalarda, hiperakuzinin birincil şikâyet olması ve HQ'den 29 puan ve üzeri alanlar ile yapılması gibi hiperakuzinin etkilerinin çok daha şiddetli görüldüğü hastaların çalışmaya dâhil edilmesi önerilmektedir. Bu durum kontrol grubu ile arasındaki farkı belirginleştireceğinden objektif yöntemlerin etkinliğini anlamada fayda sağlayacaktır. Ancak tinnitus ve hiperakuzinin büyük ölçüde sübjektif özellikler taşıması, tam da bu sebeple objektif yöntemler ile belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Problemin ve cevabın aynı yerde olması bu alanda yapılan çalışmaları kısıtlamakta ve farklı araştırma yöntemlerinin kullanımını gerekli kılmaktadır. Spesifik araştırma grupları ve farklı yöntemler ile yapılacak olan çalışmalar sayesinde tinnitus ve hiperakuzinin mekanizmaları hakkında daha fazla bilgi sahibi olunacak ve gelecek çalışmalar için yol gösterici olacaktır.

Hiperakuzi grubundaki gürlük büyümesi diğer gruplara göre davranışsal testlerde anlamlı olarak farklılık göstermiştir ancak bu farklılık elektrofizyolojik testlerde

görülememiştir. Bu nedenle hastaların subjektif yanıtları, halen hiperakuzi değerlendirmesinde en geçerli bulgu olarak görülmektedir.

Bu  alışmada, N1 ve P2 cevaplarının, gruplar arasında gürlük büyümesi fonksiyonundaki küçük değişimlere yeterince hassas olmadığı görülmüştür. Ancak davranışsal testlerde kullanılan LDL  l  m n n yanında CLS  l  m n n de kullanılması faydalı olacağı g r lm şt r.



8. KAYNAKLAR

Aazh H, Moore BCJ. Factors related to uncomfortable loudness levels for patients seen in a tinnitus and hyperacusis clinic. *International Journal of Audiology*. 2017;56(10):793-800.

Aazh H, Moore BCJ, Lammaing K, Cropley M. Tinnitus and hyperacusis therapy in a UK National Health Service audiology department: Patients' evaluations of the effectiveness of treatments. *International Journal of Audiology*. 2016;55(9):514-522.

Aksoy S, Firat Y, Alpar R. The Tinnitus Handicap Inventory: a study of validity and reliability. *International tinnitus journal*. 2007;13(2):94.

Anari M, Axelsson A, Eliasson A, Magnusson L. Hypersensitivity to sound: questionnaire data, audiometry and classification. *Scandinavian audiology*. 1999;28(4):219-230.

Andersson G. Psychological aspects of tinnitus and the application of cognitive-behavioral therapy. *Clinical Psychology Review*. 2002;22(7):977-990.

Andersson G, Lindvall N, Hursti T, Carlbring P. Hypersensitivity to sound (hyperacusis): a prevalence study conducted via the Internet and post. *International Journal of Audiology*. 2002;41(8):545-554.

ANSI. (2013). *Acoustical Terminology*. New York: American National Standards Institute.

Attias J, Urbach D, Gold S, Shemesh Z. Auditory event related potentials in chronic tinnitus patients with noise induced hearing loss. *Hearing Research*. 1993;71(1-2):106-113.

Auerbach BD, Rodrigues PV, Salvi RJ. Central Gain Control in Tinnitus and Hyperacusis. 2014;5(206).

Azevedo AAD, Figueiredo RR, Penido NDO. Tinnitus and event related potentials: a systematic review. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2020;86(1):119-126.

Baguley DM. Hyperacusis. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2003;96(12):582-585.

Baguley DM, Andersson G. (2008). *Hyperacusis: Mechanisms, diagnosis, and therapies*: Plural Publishing.

Bartels H, Staal MJ, Albers FWJ. Tinnitus and neural plasticity of the brain. *Otology & Neurotology*. 2007;28(2):178-184.

Bhatt JM, Lin HW, Bhattacharyya N. Prevalence, severity, exposures, and treatment patterns of tinnitus in the United States. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2016;142(10):959-965.

Blaesing L, Kroener-Herwig B. Self-reported and behavioral sound avoidance in tinnitus and hyperacusis subjects, and association with anxiety ratings. *International Journal of Audiology*. 2012;51(8):611-617.

Bläsing L, Goebel G, Flötzinger U, Berthold A, Kröner-Herwig B. Hypersensitivity to sound in tinnitus patients: an analysis of a construct based on questionnaire and audiological data. *International Journal of Audiology*. 2010;49(7):518-526.

Brand T, Hohmann V. An adaptive procedure for categorical loudness scaling. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2002;112(4):1597-1604.

BSA. (2011). *Recommended Procedure: Determination of Uncomfortable Loudness Levels*. Reading, UK: British Society of Audiology.

Bush G, Vogt BA, Holmes J, Dale AM, Greve D, Jenike MA, Rosen BR. Dorsal anterior cingulate cortex: a role in reward-based decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002;99(1):523-528.

Cardon E, Joossen I, Vermeersch H, Jacquemin L, Mertens G, Vanderveken OM, . . . Gilles A. Systematic review and meta-analysis of late auditory evoked potentials as a candidate biomarker in the assessment of tinnitus. *PLoS One*. 2020;15(12):e0243785.

Chen PY, Hsu C, Liu TC. ABR analysis in patients with unilateral tinnitus. *Journal of Hearing Science*. 2017;7(2).

Chen YC, Chen GD, Auerbach BD, Manohar S, Radziwon K, Salvi R. Tinnitus and hyperacusis: Contributions of paraflocculus, reticular formation and stress. *Hearing Research*. 2017;349:208-222.

Chen YC, Xia W, Chen H, Feng Y, Xu JJ, Gu JP, . . . Yin X. Tinnitus distress is linked to enhanced resting-state functional connectivity from the limbic system to the auditory cortex. *Human Brain Mapping*. 2017;38(5):2384-2397.

Coelho CB, Sanchez TG, Tyler RS. Hyperacusis, sound annoyance, and loudness hypersensitivity in children. *Progress in brain research*. 2007;166:169-178.

Colding-Jørgensen E, Lauritzen M, Johnsen NJ, Mikkelsen KB, Saermark K. On the evidence of auditory evoked magnetic fields as an objective measure of tinnitus. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1992;83(5):322-327.

Coles RRA, Lutman ME, Axelsson A, Hazell JWP. Tinnitus severity gradings: cross-sectional studies. *Tinnitus*. 1992;91:453-455.

Dauman R, Bouscau-Faure F. Assessment and amelioration of hyperacusis in tinnitus patients. *Acta Oto-Laryngologica*. 2005;125(5):503-509.

Davis A, El Refaie A. (2000). Epidemiology of tinnitus. In R Tyler (Ed.), *Tinnitus handbook* (pp. 1-23). San Diego: Thomson Learning.

Dawson J, John K. A comparison of physical measurements of pure-tones, third-octave bands of noise and third-octave bands of speech to subjective judgments of audibility threshold, MCL and UCL for three normally hearing listeners. 1981.

De Ridder D, Elgoyhen AB, Romo R, Langguth B. Phantom percepts: tinnitus and pain as persisting aversive memory networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011;108(20):8075-8080.

Dean I, Robinson BL, Harper NS, McAlpine D. Rapid neural adaptation to sound level statistics. *Journal of Neuroscience*. 2008;28(25):6430-6438.

Delb W, Strauss DJ, Low YF, Seidler H, Rheinschmitt A, Wobrock T, D'Amelio R. Alterations in Event Related Potentials (ERP) associated with tinnitus distress and attention. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2008;33(4):211-221.

Desai NS, Rutherford LC, Turrigiano GG. Plasticity in the intrinsic excitability of cortical pyramidal neurons. *Nature neuroscience*. 1999;2(6):515-520.

Diehl PU, Schaette R. Abnormal Auditory Gain in Hyperacusis: Investigation with a Computational Model. *Frontiers in neurology*. 2015;6:157.

Durai M, Sanders M, Kobayashi K, Searchfield GD. Auditory Streaming and Prediction in Tinnitus Sufferers. *Ear and Hearing*. 2019;40(2):345-357.

Eggermont JJ, Roberts LE. The neuroscience of tinnitus. *Trends in neurosciences*. 2004;27(11):676-682.

Erinç M, Derinsu U. Turkish Adaptation of Khalfa Hyperacusis Questionnaire. *Medeniyet Medical Journal*. 2020;35(2):142-150.

Everest FA, Pohlmann KC. (2015). *Master Handbook of Acoustics* (6th edition ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Fabijanska A, Rogowski M, Bartnik G, Skarzynski H. (1999). Epidemiology of tinnitus and hyperacusis in Poland. Paper presented at the Proceedings of the sixth international tinnitus seminar.

Fackrell K, Fearnley C, Hoare DJ, Sereda M. Hyperacusis questionnaire as a tool for measuring hypersensitivity to sound in a tinnitus research population. *BioMed research international*. 2015;2015.

Fackrell K, Potgieter I, Shekhawat GS, Baguley DM, Sereda M, Hoare DJ. Clinical Interventions for Hyperacusis in Adults: A Scoping Review to Assess the Current

Position and Determine Priorities for Research. *BioMed research international*. 2017;2017:2723715.

Fernandez KA, Guo D, Micucci S, De Gruttola V, Liberman MC, Kujawa SG. Noise-induced Cochlear Synaptopathy with and Without Sensory Cell Loss. *Neuroscience*. 2020;427:43-57.

Fioretti A, Tortorella F, Masedu F, Valenti M, Fusetti M, Pavaci S. Validity of the Italian version of Khalfa's Questionnaire on hyperacusis. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2015;35(2):110.

Fioretti AB, Fusetti M, Eibenstein A. Association between sleep disorders, hyperacusis and tinnitus: evaluation with tinnitus questionnaires. *Noise and Health*. 2013;15(63):91.

Fletcher H, Munson WA. Loudness, its definition, measurement and calculation. *Bell System Technical Journal*. 1933;12(4):377-430.

Formby C, Gold S, Keaser M, Block K, Hawley M. Secondary Benefits from Tinnitus Retraining Therapy: Clinically Significant Increases in Loudness Discomfort Level and Expansion of the Auditory Dynamic Range. *Seminars in Hearing*. 2007;28(4):227-260.

Formby C, Gold SL. Modification of loudness discomfort level: evidence for adaptive chronic auditory gain and its clinical relevance. *Seminars in Hearing*. 2002;23(01):021-034.

Formby C, Hawley M, Sherlock L, Gold S, Segar A, Gmitter C, Cannavo J. Intervention for restricted dynamic range and reduced sound tolerance. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2008;123(5):3717.

Formby C, Hawley ML, Sherlock LP, Gold S, Payne J, Brooks R, . . . Siegle GR. A sound therapy-based intervention to expand the auditory dynamic range for loudness among persons with sensorineural hearing losses: a randomized placebo-controlled clinical trial. *Seminars in Hearing*. 2015;36(02):077-110.

Formby C, Korczak P, Sherlock LP, Hawley ML, Gold S. Auditory Brainstem and Middle Latency Responses Measured Pre- and Posttreatment for Hyperacusic Hearing-Impaired Persons Successfully Treated to Improve Sound Tolerance and to Expand the Dynamic Range for Loudness: Case Evidence. *Seminars in Hearing*. 2017;38(1):71-93.

Formby C, Sherlock LP, Gold SL. Adaptive plasticity of loudness induced by chronic attenuation and enhancement of the acoustic background (L). *Journal of the Acoustical Society of America*. 2003;114(1):55-58.

Fowler EP. The “illusion of loudness” of tinnitus—its etiology and treatment. *The Laryngoscope*. 1942;52(4):275-285.

Gallus S, Lugo A, Garavello W, Bosetti C, Santoro E, Colombo P, . . . Langguth B. Prevalence and determinants of tinnitus in the Italian adult population. *Neuroepidemiology*. 2015;45(1):12-19.

Gelfand SA. (2017). *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics* (6th. ed.): CRC Press.

Glasberg BR, Moore BCJ. Prediction of absolute thresholds and equal-loudness contours using a modified loudness model. *J Acoust Soc Am*. 2006;120(2):585-588.

Gold SL, Frederick EA, Formby C. (1999). Shifts in dynamic range for hyperacusis patients receiving tinnitus retraining therapy (TRT). Paper presented at the Proceedings of the sixth international tinnitus seminar.

Goldstein B, Shulman A. Tinnitus classification: medical audiologic assessment. *The Journal of laryngology and otology. Supplement*. 1981(4):33-38.

Goodwin PE, Johnson RM. The loudness of tinnitus. *Acta Oto-Laryngologica*. 1980;90(1-6):353-359.

Gu JW, Herrmann BS, Levine RA, Melcher JR. Brainstem auditory evoked potentials suggest a role for the ventral cochlear nucleus in tinnitus. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2012;13(6):819-833.

Hall EJ, Flament D, Fraser C, Lemon RN. Non-invasive brain stimulation reveals reorganised cortical outputs in amputees. *Neuroscience letters*. 1990;116(3):379-386.

Hall J. (2007). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*.

Hallam RS. *Manual of the tinnitus questionnaire (TQ)*. London: Psychological Corporation. 1996.

Hallam RS, McKenna L, Shurlock L. Tinnitus impairs cognitive efficiency. *International Journal of Audiology*. 2004;43(4):218-226.

Hannula S, Bloigu R, Majamaa K, Sorri M, Mäki-Torkko E. Self-reported hearing problems among older adults: prevalence and comparison to measured hearing impairment. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(08):550-559.

Hazell J, Sheldrake J, Graham R. (2002). Decreased sound tolerance: predisposing factors, triggers and outcomes after TRT. Paper presented at the Proceedings of the Seventh International Tinnitus Seminar 2002. University of Western Australia, Perth.

Hebert S, Fournier P, Noreña AJ. The auditory sensitivity is increased in tinnitus ears. *Journal of Neuroscience*. 2013;33(6):2356-2364.

Hegerl U, Gallinat J, Mrowinski D. Intensity dependence of auditory evoked dipole source activity. *International Journal of Psychophysiology*. 1994;17(1):1-13.

Heller AJ. Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am*. 2003;36(2):239-248.

Henry JA, Meikle MB. Psychoacoustic measures of tinnitus. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000;11(3).

Henry JA, Trune DR, Robb MA, Jastreboff PJ. (2007). *Tinnitus retraining therapy: Clinical guidelines*: San Diego, CA.

Henry JA, Zaugg TL, Schechter MA. *Clinical guide for audiologic tinnitus management I*. 2005.

Hesse G, Laubert A, Schaaf H, Almeling M. Integrative psychosomatic and otologic models in the therapy of chronic tinnitus. *Trends in psychotherapy research*. 2006;53-70.

Hoke ES, Mühlnickel W, Ross B, Hoke M. Tinnitus and event-related activity of the auditory cortex. *Audiology and Neurotology*. 1998;3(5):300-331.

Hood JD. Studies in auditory fatigue and adaptation. *Acta oto-laryngologica. Supplementum*. 1950;92:1-57.

House JW, Brackman DE. (1981). Tinnitus: surgical treatment. Paper presented at the Ciba foundation symposium.

Husain FT. Neural networks of tinnitus in humans: elucidating severity and habituation. *Hearing Research*. 2016;334:37-48.

Irvine DRF, Rajan R, McDermott HJ. Injury-induced reorganization in adult auditory cortex and its perceptual consequences. *Hearing Research*. 2000;147(1-2):188-199.

ISO. (2006). *Acoustics Loudness scaling by means of categories*: International Organization for Standardization Geneva, Switzerland.

Jacobson GP, Ahmad BK, Moran J, Newman CW, Tepley N, Wharton J. Auditory evoked cortical magnetic field (M100—M200) measurements in tinnitus and normal groups. *Hearing Research*. 1991;56(1-2):44-52.

Jacobson GP, McCaslin DL. A reexamination of the long latency N1 response in patients with tinnitus. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2003;14(7):393-400.

Jastreboff MM, Jastreboff PJ. Decreased sound tolerance and tinnitus retraining therapy (TRT). *Australian and New Zealand Journal of Audiology, The*. 2002;24(2):74-84.

Jastreboff PJ. Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. *Neuroscience research*. 1990;8(4):221-254.

Jastreboff PJ, Gray WC, Gold SL. Neurophysiological approach to tinnitus patients. *American Journal of Otology*. 1996;17(2):236-240.

Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Tinnitus retraining therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000;11(3):162-177.

Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Treatments for decreased sound tolerance (hyperacusis and misophonia). *Seminars in Hearing*. 2014;35(02):105-120.

Job A, Raynal M, Kossowski M. Susceptibility to tinnitus revealed at 2 kHz range by bilateral lower DPOAEs in normal hearing subjects with noise exposure. *Audiology and Neurotology*. 2007;12(3):137-144.

Jüris L, Andersson G, Larsen HC, Ekselius L. Cognitive behaviour therapy for hyperacusis: a randomized controlled trial. *Behaviour Research and Therapy*. 2014;54:30-37.

Jüris L, Ekselius L, Andersson G, Larsen HC. The Hyperacusis Questionnaire, loudness discomfort levels, and the Hospital Anxiety and Depression Scale: A cross-sectional study. *Hearing, Balance and Communication*. 2013;11(2):72-79.

Kadner A, Viirre E, Wester DC, Walsh SF, Hestenes J, Vankov A, Pineda JA. Lateral inhibition in the auditory cortex: an EEG index of tinnitus? *Neuroreport*. 2002;13(4):443-446.

Kaltenbach JA, Afman CE. Hyperactivity in the dorsal cochlear nucleus after intense sound exposure and its resemblance to tone-evoked activity: a physiological model for tinnitus. *Hearing Research*. 2000;140(1-2):165-172.

Kaltenbach JA, Rachel JD, Mathog TA, Zhang J, Falzarano PR, Lewandowski M. Cisplatin-induced hyperactivity in the dorsal cochlear nucleus and its relation to outer hair cell loss: relevance to tinnitus. *Journal of neurophysiology*. 2002;88(2):699-714.

Katzenell U, Segal S. Hyperacusis: review and clinical guidelines. *Otology & Neurotology*. 2001;22(3):321-327.

Khalfa S, Dubal S, Veuillet E, Perez-Diaz F, Jouvent R, Collet L. Psychometric normalization of a hyperacusis questionnaire. *Orl.* 2002;64(6):436-442.

Kim D, Parham K. Auditory nerve spatial encoding of high-frequency pure tones: population response profiles derived from d' measure associated with nearby places along the cochlea. *Hearing Research.* 1991;52(1):167-179.

Koops EA, Renken RJ, Lanting CP, Van Dijk P. Cortical Tonotopic Map Changes in Humans Are Larger in Hearing Loss Than in Additional Tinnitus. *Journal of Neuroscience.* 2020;40(16):3178-3185.

Koops EA, van Dijk P. Hyperacusis in tinnitus patients relates to enlarged subcortical and cortical responses to sound except at the tinnitus frequency. *Hearing Research.* 2021;401:108158.

Korczak PA, Sherlock LP, Hawley ML, Formby C. Relations among Auditory Brainstem and Middle Latency Response Measures, Categorical Loudness Judgments, and Their Associated Physical Intensities. *Semin Hear.* 2017;38(1):94-114.

Kraus KS, Canlon B. Neuronal connectivity and interactions between the auditory and limbic systems. Effects of noise and tinnitus. *Hearing Research.* 2012;288(1-2):34-46.

Kringelbach ML, Rolls ET. The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology. *Progress in Neurobiology.* 2004;72(5):341-372.

Kujawa SG, Liberman MC. Adding Insult to Injury: Cochlear Nerve Degeneration after "Temporary" Noise-Induced Hearing Loss. *Journal of Neuroscience.* 2009;29(45):14077-14085.

Kuk FK, Tyler RS, Russell D, Jordan H. The psychometric properties of a tinnitus handicap questionnaire. *Ear and Hearing.* 1990;11(6):434-445.

Landgrebe M, Langguth B, Rosengarth K, Braun S, Koch A, Kleinjung T, . . . Hajak G. Structural brain changes in tinnitus: grey matter decrease in auditory and non-auditory brain areas. *Neuroimage.* 2009;46(1):213-218.

Lee C-Y, Jaw F-S, Pan S-L, Lin M-Y, Young Y-H. Auditory Cortical Evoked Potentials in Tinnitus Patients with Normal Audiological Presentation. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2007;106(12):979-985.

Legatt AD, Arezzo JC, Vaughan HG. The Anatomie and Physiologie Bases of Brain Stem Auditory Evoked Potentials. *Neurologic Clinics*. 1988;6(4):681-704.

Liegeois-Chauvel C, Musolino A, Badier JM, Marquis P, Chauvel P. Evoked potentials recorded from the auditory cortex in man: evaluation and topography of the middle latency components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*. 1994;92(3):204-214.

Lightfoot G. Summary of the N1-P2 Cortical Auditory Evoked Potential to Estimate the Auditory Threshold in Adults. *Seminars in Hearing*. 2016;37(1):1-8.

Marks LE, Florentine M. (2011). Measurement of loudness, part I: Methods, problems, and pitfalls Loudness (pp. 17-56): Springer.

McAlpine D, Martin RL, Mossop JE, Moore DR. Response properties of neurons in the inferior colliculus of the monaurally deafened ferret to acoustic stimulation of the intact ear. *Journal of neurophysiology*. 1997.

McCormack A, Edmondson-Jones M, Somerset S, Hall D. A systematic review of the reporting of tinnitus prevalence and severity. *Hearing Research*. 2016;337:70-79.

McPherson DL. (1996). Late potentials of the auditory system: Singular Publishing Group.

Meeus OM, Spaepen M, Ridder DD, Heyning PHVd. Correlation between hyperacusis measurements in daily ENT practice. *International Journal of Audiology*. 2010;49(1):7-13.

Meikle M, Taylor-Walsh E. Characteristics of tinnitus and related observations in over 1800 tinnitus clinic patients. *The Journal of Laryngology & Otology*. 1984;98(S9):17-21.

Meikle MB, Griest SE, Stewart BJ, Press LS. (1995). Measuring the negative impact of tinnitus: A brief severity index. Paper presented at the Abstr Assoc Res Otolaryngol.

Metz O. Threshold of reflex contractions of muscles of middle ear and recruitment of loudness. *AMA Archives of Otolaryngology*. 1952;55(5):536-543.

Moller AR. (2000). *Hearing: its physiology and pathophysiology*: Academic Press.

Moore BCJ. (1995). *Perceptual consequences of cochlear damage*: Oxford University Press.

Moore BCJ. (2012). *An introduction to the psychology of hearing* (6th ed.): Emerald.

Moore BCJ, Glasberg BR, Hess RF, Birchall JP. Effects of flanking noise bands on the rate of growth of loudness of tones in normal and recruiting ears. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1985;77(4):1505-1513.

Moore BCJ, Vinay SN. Enhanced discrimination of low-frequency sounds for subjects with high-frequency dead regions. *Brain*. 2008;132(2):524-536.

Mulders WHAM, Robertson D. Hyperactivity in the auditory midbrain after acoustic trauma: dependence on cochlear activity. *Neuroscience*. 2009;164(2):733-746.

Musiek FE, Baran JA. (2018). *The auditory system: Anatomy, physiology, and clinical correlates*: Plural Publishing.

Musiek FE, Geurkink NA, Weider DJ, Donnelly K. Past, present, and future applications of the auditory middle latency response. *The Laryngoscope*. 1984;94(12):1545-1553.

Mühlnickel W, Elbert T, Taub E, Flor H. Reorganization of auditory cortex in tinnitus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1998;95(17):10340-10343.

Näätänen R, Picton T. The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology*. 1987;24(4):375-425.

Nagashino H, Fujimoto Ki, Kinouchi Y, Danesh AA, Pandya AS, He J. (2008). Oscillation and its inhibition in a neuronal network model for tinnitus sound therapy. Paper presented at the 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.

Nelson JJ, Chen K. The relationship of tinnitus, hyperacusis, and hearing loss. *Ear Nose Throat J*. 2004;83(7):472-476.

Nelting M, Rienhoff NK, Hesse G, Lamparter U. The assessment of subjective distress related to hyperacusis with a self-rating questionnaire on hypersensitivity to sound. *Laryngo-rhino-otologie*. 2002;81(5):327-334.

Neuhoff JG. Perceptual bias for rising tones. *Nature*. 1998;395(6698):123-124.

Newman CW, Jacobson GP, Spitzer JB. Development of the Tinnitus Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1996;122(2):143-148.

Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein R, Klein BEK, Tweed TS. Prevalence and 5-year incidence of tinnitus among older adults: the epidemiology of hearing loss study. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2002;13(06):323-331.

Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein R, Klein BEK, Tweed TS. Comment on tinnitus in older adults from the Blue Mountains Study by Sindhusake et al and comparison with tinnitus data from the Epidemiology of Hearing Loss Study. *International Journal of Audiology*. 2004;43(1):60-60.

Noreña AJ. An integrative model of tinnitus based on a central gain controlling neural sensitivity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2011;35(5):1089-1109.

Noreña AJ, Chery-Croze S. Enriched acoustic environment rescales auditory sensitivity. *Neuroreport*. 2007;18(12):1251-1255.

Noreña AJ, Cransac H, Chéry-Croze S. Towards an objectification by classification of tinnitus. *Clinical Neurophysiology*. 1999;110(4):666-675.

Noreña AJ, Eggermont JJ. Changes in spontaneous neural activity immediately after an acoustic trauma: implications for neural correlates of tinnitus. *Hearing Research*. 2003;183(1-2):137-153.

Noreña AJ, Eggermont JJ. Enriched Acoustic Environment after Noise Trauma Reduces Hearing Loss and Prevents Cortical Map Reorganization. *Journal of Neuroscience*. 2005;25(3):699-705.

Noreña AJ, Moffat G, Blanc JL, Pezard L, Cazals Y. Neural changes in the auditory cortex of awake guinea pigs after two tinnitus inducers: salicylate and acoustic trauma. *Neuroscience*. 2010;166(4):1194-1209.

Pastor-Bernier A, Tremblay E, Cisek P. Dorsal premotor cortex is involved in switching motor plans. *Frontiers in neuroengineering*. 2012;5:5.

Paulin J, Andersson L, Nordin S. Characteristics of hyperacusis in the general population. *Noise & health*. 2016;18(83):178.

Perlman HB. Hyperacusis. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 1938;47(4):947-953.

Picard N, Strick PL. Activation of the supplementary motor area (SMA) during performance of visually guided movements. *Cerebral cortex*. 2003;13(9):977-986.

Pienkowski M, Eggermont JJ. Long-term, partially-reversible reorganization of frequency tuning in mature cat primary auditory cortex can be induced by passive exposure to moderate-level sounds. *Hearing Research*. 2009;257(1-2):24-40.

Pienkowski M, Eggermont JJ. Sound frequency representation in primary auditory cortex is level tolerant for moderately loud, complex sounds. *Journal of neurophysiology*. 2011;106(2):1016-1027.

Pienkowski M, Tyler RS, Roncancio ER, Jun HJ, Brozoski T, Dauman N, . . . Moore BC. A review of hyperacusis and future directions: part II. Measurement, mechanisms, and treatment. *Am J Audiol*. 2014;23(4):420-436.

Pineda JA, Moore FR, Viirre E. Tinnitus treatment with customized sounds. *International tinnitus journal*. 2008;14(1):17.

Rauschecker JP. Auditory cortical plasticity: a comparison with other sensory systems. *Trends in neurosciences*. 1999;22(2):74-80.

Reed GF. An audiometric study of two hundred cases of subjective tinnitus. *AMA Archives of Otolaryngology*. 1960;71(1):84-94.

Rizzardo R, Savastano M, Maron MB, Mangialaio M, Salvadori L. Psychological distress in patients with tinnitus. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*. 1998;27(1):21.

Roberts LE. Residual inhibition. *Progress in brain research*. 2007;166:487-495.

Roberts LE, Eggermont JJ, Caspary DM, Shore SE, Melcher JR, Kaltenbach JA. Ringing ears: the neuroscience of tinnitus. *Journal of Neuroscience*. 2010;30(45):14972-14979.

Rosing SN, Schmidt JH, Wedderkopp N, Baguley DM. Prevalence of tinnitus and hyperacusis in children and adolescents: a systematic review. *BMJ Open*. 2016;6(6):e010596.

Salviati M, Bersani FS, Terlizzi S, Melcore C, Panico R, Romano GF, . . . Mazzei F. Tinnitus: clinical experience of the psychosomatic connection. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2014;10:267.

Schaette R, McAlpine D. Tinnitus with a normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. *Journal of Neuroscience*. 2011;31(38):13452-13457.

Scharf B. Loudness adaptation. *Hearing Research and Theory*, edited by J. V. Tobias, and E. D. Schubert (Academic, New York). 1983:1-56.

Schecklmann M, Landgrebe M, Langguth B. Phenotypic Characteristics of Hyperacusis in Tinnitus. *PLoS One*. 2014;9(1):e86944.

Scholl B, Wehr M. Disruption of balanced cortical excitation and inhibition by acoustic trauma. *Journal of neurophysiology*. 2008;100(2):646-656.

Shargorodsky J, Curhan GC, Farwell WR. Prevalence and characteristics of tinnitus among US adults. *The American journal of medicine*. 2010;123(8):711-718.

Sheldrake J, Diehl PU, Schaette R. Audiometric characteristics of hyperacusis patients. *Frontiers in neurology*. 2015;6:105.

Sheppard A, Stocking C, Ralli M, Salvi R. A review of auditory gain, low-level noise and sound therapy for tinnitus and hyperacusis. *International Journal of Audiology*. 2020;59(1):5-15.

Sherlock LP, Formby C. Estimates of loudness, loudness discomfort, and the auditory dynamic range: normative estimates, comparison of procedures, and test-retest reliability. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2005;16(02):085-100.

Shim HJ, An Y-H, Kim DH, Yoon JE, Yoon JH. Comparisons of auditory brainstem response and sound level tolerance in tinnitus ears and non-tinnitus ears in unilateral tinnitus patients with normal audiograms. *PLoS One*. 2017;12(12):e0189157.

Silverstein H, Ojo R, Daugherty J, Nazarian R, Wazen J. Minimally invasive surgery for the treatment of hyperacusis. *Otology & Neurotology*. 2016;37(10):1482.

Simões J, Schlee W, Schecklmann M, Langguth B, Farahmand D, Neff P. Big Five Personality Traits are Associated with Tinnitus Improvement Over Time. *Scientific Reports*. 2019;9(1).

Sindhusake D, Mitchell P, Newall P, Golding M, Rochtchina E, Rubin G. Prevalence and characteristics of tinnitus in older adults: the Blue Mountains Hearing Study: Prevalencia y características del acúfeno en adultos mayores: el Estudio de Audición Blue Mountains. *International Journal of Audiology*. 2003;42(5):289-294.

Song J-J, De Ridder D, Weisz N, Schlee W, Van de Heyning P, Vanneste S. Hyperacusis-associated pathological resting-state brain oscillations in the tinnitus

brain: a hyperresponsiveness network with paradoxically inactive auditory cortex. *Brain Structure and Function*. 2014;219(3):1113-1128.

Stach BA, Ramachandran V. (2021). *Clinical audiology: An introduction* (2nd. ed.): Plural Publishing.

Stevens SS. A scale for the measurement of a psychological magnitude: loudness. *Psychological Review*. 1936;43(5):405.

Stouffer JL, Tyler RS. Characterization of tinnitus by tinnitus patients. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1990;55(3):439-453.

Suchova L. Tinnitus retraining therapy--the experiences in Slovakia. *Bratisl Lek Listy*. 2005;106(2):79-82.

Thai-Van H, Micheyl C, Noreña AJ, Veuillet E, Gabriel D, Collet L. Enhanced frequency discrimination in hearing-impaired individuals: A review of perceptual correlates of central neural plasticity induced by cochlear damage. *Hearing Research*. 2007;233(1):14-22.

Thomsen KA. The Metz Recruitment Test And a Comparison with the Fowler Method. *Acta Oto-Laryngologica*. 1955;45(6):544-552.

Tucker DA, Phillips SL, Ruth RA, Clayton WA, Royster E, Todd AD. The effect of silence on tinnitus perception. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2005;132(1):20-24.

Tyler RS, Conrad-Arnes D. The determination of tinnitus loudness considering the effects of recruitment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1983;26(1):59-72.

Tyler RS, Pienkowski M, Roncancio ER, Jun HJ, Brozoski T, Dauman N, . . . Cacace AT. A review of hyperacusis and future directions: part I. Definitions and manifestations. *American Journal of Audiology*. 2014;23(4):402-419.

Urnau D, Tochetto TM. Characteristics of the tinnitus and hyperacusis in normal hearing individuals. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*. 2011;15(04):468-474.

Vernon J, Fenwick J. Identification of tinnitus: a plea for standardization. *The Journal of Laryngology & Otology*. 1984;98(S9):45-53.

Vernon JA. Pathophysiology of tinnitus: a special case--hyperacusis and a proposed treatment. *The American journal of otology*. 1987;8(3):201-202.

Vernon JA, Meikle MB. Tinnitus: clinical measurement. *Otolaryngol Clin North Am*. 2003;36(2):293-305.

Vestergaard MD. Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory: Regiones cocleares muertas: implicaciones en el reconocimiento del lenguaje y su aplicabilidad en la teoría del índice de articulación. *International Journal of Audiology*. 2003;42(5):249-261.

Wang Y, Zhang J-N, Hu W, Li J-J, Zhou J-X, Zhang J-P, . . . Li M. The characteristics of cognitive impairment in subjective chronic tinnitus. *Brain and Behavior*. 2018;8(3):e00918.

Weisz N, Hartmann T, Dohrmann K, Schlee W, Noreña AJ. High-frequency tinnitus without hearing loss does not mean absence of deafferentation. *Hearing Research*. 2006;222(1-2):108-114.

Weisz N, Müller S, Schlee W, Dohrmann K, Hartmann T, Elbert T. The neural code of auditory phantom perception. *Journal of Neuroscience*. 2007;27(6):1479-1484.

Weisz N, Wienbruch C, Dohrmann K, Elbert T. Neuromagnetic indicators of auditory cortical reorganization of tinnitus. *Brain*. 2005;128(11):2722-2731.

Welch D, Dawes PJD. Personality and Perception of Tinnitus. *Ear and Hearing*. 2008;29(5):684-692.

Widen SO, Erlandsson SI. Self-reported tinnitus and noise sensitivity among adolescents in Sweden. *Noise and Health*. 2004;7(25):29.

Wilson PH, Henry J, Bowen M, Haralambous G. Tinnitus reaction questionnaire: psychometric properties of a measure of distress associated with tinnitus. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1991;34(1):197-201.

Zeng F-G. An active loudness model suggesting tinnitus as increased central noise and hyperacusis as increased nonlinear gain. *Hearing Research*. 2013;295:172-179.

Zeng F-G. Tinnitus and hyperacusis: central noise, gain and variance. *Current Opinion in Physiology*. 2020;18:123-129.

Zhang M, Zwislocki JJ. OHC response recruitment and its correlation with loudness recruitment. *Hearing Research*. 1995;85(1):1-10.

Zhou X, Merzenich MM. Environmental noise exposure degrades normal listening processes. *Nature communications*. 2012;3(1):1-9.

Zwicker E. Über psychologische und methodische Grundlagen der Lautheit. *Acta Acustica united with Acustica*. 1958;8(4):237-258.

Zwicker E, Fastl H. (2013). *Psychoacoustics: Facts and models* (Vol. 22): Springer Science & Business Media.

Zwicker E, Scharf B. A model of loudness summation. *Psychological Review*. 1965;72(1):3.

9. EKLER

Ek 3. Tinnitus Değerlendirme Formu

Normal Tinnitus Tinnitus + Hiperakuzi

TİNNİTUS DEĞERLENDİRME FORMU

Adı-Soyadı: Tarih:
Doğum Tarihi: Cinsiyet: K / E
Telefon No: Meslek:
E-posta: Eğitim Düzeyi: İlkokul-Ortaokul-Lise-Üni-YL-Dr

Tinnitus yönü: Sağ kulak / Sol kulak / Kafanın içinden / Diğer

Sürekli / Zaman zaman / Sadece sessizlikte

Ne zamandır tinnitus devam ediyor:

Varsa tinnitusun başlamasına sebep olan nedenler:

Tinnitus Karakteri:

Zil sesi ☐ Hınlı ☐ Diğer ☐
Rüzgar ☐ Işık Sesi ☐
Cırcır Böceği ☐ Uğultu: ☐

Berberinde işitme kaybı / kulakta dolgunluk / baş dönmesi

Gürültüye maruz kalma

Akut maruziyet: Gürültülü iş: Yüksek sesli müzik:

Sistemik hastalık: (Hipertansiyon, Diyabet, Tiroid hst, hiperkolesterolemi, diğer)

Kafa travması: Radyoterapi:

Çene sıkma alışkanlığı: Fasiyal paralizi:

Diş hastalıkları: Aşırı kilo kaybı:

Ani işitme kaybı: Aşırı egzersiz:

Psikolojik durum: (Depresyon, Anksiyete, Stres, diğer)

Servikal(boyun) problemler:

Nörolojik hastalıklar: (Motor-Nöron Hastalıkları, MS, diğer)

Sürekli kullandığı ilaçlar: (Ototoksik ilaç kullanım öyküsü, Aspirin, SSRI-depresyon)

Hiperakuzi şikayeti: Var ☐ Yok ☐

Rahatsızlık veren sesler:

Çevresel seslerden duyduğunuz rahatsızlığa 0-10 arası puan veriniz:

Kulak çınlamanızın şiddetine 0-10 arası puan veriniz:

Kulak çınlamanızdan duyduğunuz rahatsızlığa 0-10 arası puan veriniz:

Kulak çınlamanızın hayatınız üzerindeki etkisine 0-10 arası puan veriniz:

Kulak çınlamanızın uykunuz üzerindeki etkisine 0-10 arası puan veriniz:

Ek 4. Khalfa Hiperakuzi Ölçeği

Hiperakuzi Ölçeği

Adınız:

Soyadınız:

Cinsiyet: Erkek / Kadın

Yaş:

Meslek veya okuduğunuz bölüm:

Yaşadığınız yer:

Telefon:

Gürültüye maruz kalıyor musunuz ya da kaldınız mı?

Birkaç sene öncesine göre gürültüye tahammülünüz daha mı az?

Hiç işitme sorunuz oldu mu? Eğer olduysa, ne tür bir sorundu?

Aşağıdaki ankette size en uygun olan yanıtı çarpı ile işaretleyiniz:	Hayır	Evet, biraz	Evet, oldukça	Evet, çok fazla
1. Gürültü algısını azaltmak için kulak tıkacı ya da kulaklık kullandığınız oldu mu (Anormal yüksek sese maruz kaldığınız durumlardaki kulak koruyucusu kullanımınızı dikkate almayınız)?				
2. Günlük yaşamda, etrafınızdaki seslere kayıtsız kalmakta zorlanır mısınız?				
3. Sesli veya gürültülü ortamlarda okumakta zorlanır mısınız?				
4. Gürültülü ortamlarda dikkatinizi toplamakta zorlanır mısınız?				
5. Gürültülü ortamlarda konuşmaları takip etmekte zorlanır mısınız?				
6. Tanıdığınız birinin size, gürültüye ya da belli seslere tahammül edemediğinizi söylediği hiç oldu mu?				
7. Sokak gürültüsüne karşı özellikle hassas mısınız ya da sizi rahatsız eder mi?				
8. Bazı sosyal durumlarda sesleri rahatsız edici bulur musunuz (ör. düğünler, barlar, konserler, havai fişek gösterileri)?				
9. Birisi size bir şeyler yapmayı teklif ettiğinde (dışarı çıkmak, sinemaya ya da konsere gitmek vb.) ilk aklınıza gelen katlanmak zorunda kalacağınız gürültü mü olur?				
10. Karşılaşacağınız gürültüden çekinerek, bir daveti geri çevirdiğiniz ya da dışarı çıkmaktan vazgeçtiğiniz olur mu?				
11. Sessiz olan bir ortamda karşılaştığınız gürültü ya da belli sesler, sizi nispeten sesli olan bir ortamdakinden daha mı çok rahatsız eder?				
12. Stres ve yorgunluk, gürültüde dikkatinizi toplama yeteneğinizi azaltır mı?				
13. Günün sonuna doğru gürültüde dikkatinizi toplamakta zorlanır mısınız?				
14. Gürültü ve bazı sesler sizde stres ve rahatsızlığa neden olur mu?				

Ek 5. Tinnitus Engellilik Anketi

TİNNİTUS ENGELLİLİK ANKETİ

İsim, Soy isim:
Telefon:

Tarih:

Açıklama: Bu ölçeğin amacı tinnitus'un sizde meydana getirdiği problemleri açıklığa kavuşturmaktır. Her soru için evet, bazen veya hayır'ı daire içine alınız.

Soru:

Yanıt

- | | |
|--|------------------|
| 1. Çınlamanız nedeniyle dikkatinizi toplamada güçlük çekiyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 2. Çınlama sesinin yüksekliği nedeniyle insanları duymada güçlük çekiyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 3. Çınlamanız sizi sinirlendiriyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 4. Çınlamanız kafanızın kanşması hissi uyandırıyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 5. Çınlamanız nedeniyle umutsuzluk hissediyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 6. Çınlamanızdan büyük oranda şikayetçi misiniz? | Evet Bazen Hayır |
| 7. Çınlamanız nedeniyle gece uykuya dalmakta güçlük çekiyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 8. Çınlamanızdan kurtulamayacağınız hissine kapıyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 9. Çınlamanız sosyal aktivitelerden keyif almanızı engelliyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 10. Çınlamanız nedeniyle kendiniz engellenmiş hissediyor musunuz?
(dışarıda akşam yemeği yemek veya sinemaya gitme gibi) | Evet Bazen Hayır |
| 11. Çınlamanız nedeniyle felaket bir hastalığa yakalanmış hissine kapılıyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 12. Çınlamanız hayattan zevk almanızı güçleştiriyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 13. Çınlamanız işinize veya evinizle ilgili sorumluluklarınızı yerine getirmenizi engelliyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 14. Çınlamanız nedeniyle kendinizi sıklıkla alıngan bulduğunuz oluyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 15. Çınlamanız nedeniyle sizin için okumak güç oluyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 16. Çınlamanız sizi üzüyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 17. Çınlama probleminiz ailenizdeki bireylerle ve arkadaşlarınızla olan ilişkilerinizde baskıya yol açtığını hissediyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 18. Dikkatinizi çınlamadan uzaklaştırmayı ve diğer şeylere odaklamayı güç buluyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 19. Çınlamanız üzerinde hiçbir kontrolünüzün olmadığını hissediyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 20. Çınlamanız nedeniyle sık sık kendinizi yorgun hissediyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 21. Çınlamanız nedeniyle kendinizi çökkün hissediyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 22. Çınlamanız sizi sinirli hissettiriyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 23. Çınlamanızla artık başa çıkamadığınızı düşünüyor musunuz? | Evet Bazen Hayır |
| 24. Çınlamanız sıkıntılıken daha kötü oluyor mu? | Evet Bazen Hayır |
| 25. Çınlamanız sizde güvensizlik hissi uyandırıyor mu? | Evet Bazen Hayır |

SES ŞİDDETİ



Rahatsız edecek kadar yüksek



Çok yüksek ama rahatsız etmiyor



Yüksek



Normal



Biraz az



Çok az



Duyamadım

Uluslararası Kongre Bildirisi:

Erinç M, Derinsu U. Behavioral and electrophysiological evaluation of loudness growth in clinically normal hearing tinnitus patients with and without hyperacusis. Virtual Conference on Computational Audiology (VCCA 2021); Cambridge Hearing Group 2021.

Uluslararası Makale:

Erinc M, Derinsu U. Behavioural and Electrophysiological Evaluation of Loudness Growth in Clinically Normal Hearing Tinnitus Patients with and without Hyperacusis. Audiology and Neurotology. 2022:1-9.