



T.C. İSTANBUL RUMELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARIN İŞİTME KAYBINA ETKİSİ

GÜLPINAR KÖSEOSMANOĞLU

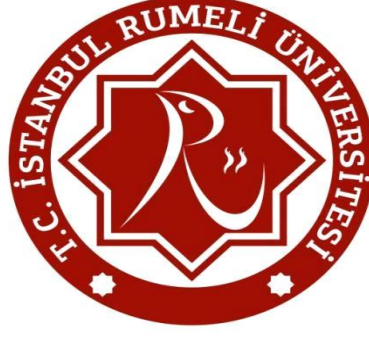
Tez Danışmanı: Prof. Dr.-Ing. Ahmet CAN

Ek Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aylin TÜRKSEVER TETİKER

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

SİLİVRİ- İSTANBUL

2019



**T.C. İSTANBUL RUMELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARIN İŞİTME KAYBINA ETKİSİ
GÜLPINAR KÖSEOSMANOĞLU**

Tez Danışmanı: Prof. Dr.-Ing. Ahmet CAN

Ek Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aylin TÜRKSEVER TETİKER

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

SİLİVRİ- İSTANBUL

2019

Her hakkı saklıdır



T.C

İSTANBUL RUMELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Gülpınar KÖSEOSMANOĞLU'nun "Gürültülü Ortamların İşitme Kaybına Etkisi" adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Bilim Dalı YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. – Ing. Ahmet CAN
Danışman
Istanbul Rumeli Üniversitesi
Danışman

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Aylin TÜRKSEVER TETİKER
(2. Danışman)
Istanbul Rumeli Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Faruk BULUT
Istanbul Rumeli Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Ahmet TOPUZ
Istanbul Arel Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Doğan ERYENER
Trakya Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

ONAY

29.12. / 2019

Prof. Dr. - Ing. Ahmet CAN

Enstitü Müdür V.

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

T.C. İstanbul Rumeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki tüm veri, bilgi ve dokümanların doğru ve tam olduğunu, akademik etik ve ahlâk kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini belirtirim. Yüksek Lisans Tez çalışmasında kullandığım verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı ve çalışmamın özgün olduğunu bildiririm. Aynı zamanda bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi ve bu yüksek lisans çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlâl edici bir davranışımın olmadığını belirtir; aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

29 / 08 / 2019



Gülpınar KÖSEOSMANOĞLU

ÖZET

(Yüksek Lisans Tezi)

GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARIN İŞİTME KAYBINA ETKİSİ

Gülpınar KÖSEOSMANOĞLU

T.C. İstanbul Rumeli Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tez Danışmanı: Prof. Dr.-Ing. Ahmet CAN

Ek Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aylin TÜRKSEVER TETİKER

Dünyada ve yurdumuzda son dönemlerde fazlalaşan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte insanlar; hem günlük hayatta hem mesleki hayatta sağlığı olumsuz yönde etkileyen birçok çevresel faktörün etkisi altında kalmaktadır. İnsanın sağlığını, özellikle kulak işitme yeteneğini olumsuz etkileyen gürültü de bir faktördür. Gürültü, kişinin biyolojik ve psikolojik olarak olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte, uzun süre gürültülü ortamlarda kaldığında da kulakta kalıcı hasarlar meydana gelebilmekte ve kalıcı veya geçici işitme kayıpları görülebilmektedir. Çok yüksek ses düzeyinden bir veya birkaç kez etkilenme durumunda da akustik travma durumu oluşabilmektedir. Akustik travma, iç kulağın fizyolojik yapısını bozalabilir veya kulak zarını perfore edebilir. Bunun sonucunda kalıcı işitme kaybı meydana gelebilir.

Bu çalışmanın amacı, akaryakıt şirketlerinde çalışan işçilerin gürültüye bağlı işitme kaybı olasılıklarını saptamak ve etki değişkenlerini değerlendirmektir. Bu amaca yönelik olarak akaryakıt şirketleri alanında çalışanların sosyo-demografik ve çalışma yaşamı ile ilgili özelliklerine dair bilgi ortaya koymak için anket uygulanmıştır. Ayrıca örneklem grubundaki işçilerin birtakım sağlık muayeneleri ve odyometrik değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkeni gürültü etkeni olup, gürültüye bağlı oluşan işitme kayıpları ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

Çalışma bulguları çalışanların %26,6' sını da gürültüye bağlı işitme kaybının mevcut olduğunu göstermiştir. Ayrıca anketlerden elde edilen veriler çalışanların %93,1' inin kulak koruyucusu kullanmadıklarını göstermiştir. Bu oranları işitme sağlığının korunmasına yönelik tedbirler alınmasını ve bu tedbirlerin uygulanmasını gerektirmektedir. Bununla ilgili olarak, işçilerin çok fazla bilinç sahibi olmadıkları ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, işitme kaybı, akaryakıt çalışanları.

ABSTRACT

Together with the increasing population and developing technology in the world and in our country in recent years, people are exposed to many environmental factors that adversely affect health in both daily and professional life. The noise, which is one of the most important factors that pollute the environment we live in, is an important factor that greatly affects our health. Noise causes a negative biological and psychological impact. Besides, long-term noise may also cause permanent damage to the ear and result in permanent or temporary hearing loss. One or more times of very high volume causes acoustic trauma. Acoustic trauma may also damage the physiological structure of the inner ear or perforated tympanic membrane. As a result, permanent hearing loss can happen.

The aim of this study is to determine the possibilities of noise-induced hearing loss of workers working in the fuel companies and to evaluate the factors affecting them. In the course of this purpose, the questionnaire was applied to put forward the information related to employees socio-demographic and their work lives characteristics in the field of fuel companies. In addition, some health examinations and audiometric evaluations of the workers in the sample group were held. The independent variable of the study was the noise factor and the hearing loss due to noise was determined as dependent variable.

The study findings showed that 26.6% of the workers had hearing loss due to noise. In addition, the data obtained from the surveys showed that 93.1% of the employees did not use ear protector. These ratios are required to take precautions related to protecting hearing health as well as being applied to these precautions. Therefore, it has been clearly shown up that employees are not aware of using ear protector.

Key Words: Noise, hearing loss, fuel oil workers.

TEŞEKKÜR

Tez alıőmamda emeği geen, alıőmamın her aőamasında desteğini eksik etmeyen, yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini paylaőan Sayın Prof. Dr.-Ing. Ahmet CAN ve Sayın Dr. ğr. Üyesi Aylin TÜRKEVER TETİKER' e teőekkürü bir bor biliyor ve őükranlarımı sunuyorum.

Hayatım boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmadan beni yetiőtiren ve bugünlere getiren, her zaman desteklerini omuzlarımda hissettiğim babam Mustafa YORULMAZEL ve annem Ayőe YORULMAZEL' e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanması sırasında bana büyük yardımları ve desteği olan sevgili eőtım Okan KÖSEOSMANOğLU' na ve çalıőmam boyunca motivasyon kaynağım olan biricik kızım Yüsra KÖSEOSMANOğLU' na sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. Çalışmanın Amacı	3
3. Teorik Esaslar	4
3.1. Gürültü ve Tanımı	4
3.1.1. Ses	6
3.2. Gürültü Türleri	11
3.2.1. Frekans İçeriğine Göre	11
3.2.2. Ses Düzeyinin Zamanla Değişimine Göre	11
3.2.3. Frekans Bandı (Spektrum)	13
3.3. Gürültünün Sağlık Üzerindeki Etkileri.....	15
3.4. Gürültünün İşitme Kayıplarındaki Etkileri.....	17
3.4.1. İşitme.....	17
3.4.2. Kulak Anatomisi.....	17
3.4.3. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları	54
3.4.4. İşitme Fizyolojisi	55
3.4.5. Duyma Yitimi Dereceleri ve Tipleri	78
3.4.6. İşitmenin Korunması Programı ve Gerek Duyulma Nedenleri.....	83
3.4.7. Gürültünün İşitme Kaybına Etkisine Yönelik Yapılan Çalışmalar	85
4. MATERYAL VE YÖNTEM	89

4.1. Örnek Grubu.....	89
4.2. Anket	90
4.3. Sağlık Tetkikleri ve Odyometrik Değerlendirme	93
4.4. İstatistik Değerlendirme	94
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	95
5.1. Anket İle Elde Edilen Sonuçlar	95
5.2. Odyometrik Ölçüm Testleri İle Elde Edilen Veriler.....	98
5.2.1 İşitme Ölçüm Sonuçları.....	101
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	123
KAYNAKLAR	127
ÖZGEÇMİŞ	141

SİMGELER VE KISALTMALAR

ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
dB	: desibel
GBİK	: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı
Hz	: Hertz
İTİK	: İletim Tipi İşitme Kaybı
SNİK	: Sensörinöral İşitme Kaybı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
İSGÜM	: İşçi Sağlığı ve Güvenliği Merkezi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 İşitilebilir frekans aralığı	6
Şekil 3.2 Bir basınç dalgası olan sesin grafiksel gösterimi.....	8
Şekil 3.3 Dalga boyu	9
Şekil 3.4 Periyot	10
Şekil 3.5 Kararlı gürültü.....	12
Şekil 3.6 Kararsız gürültü.....	12
Şekil 3.7 Gürültünün insan davranışlarına etkileri	16
Şekil 3.8 İnsan dış, orta ve iç kulağı ile içerdiği yapılar	18
Şekil 3.9 Dış kulak yolunun kesiti	20
Şekil 3.10 Timpanik membran.....	22
Şekil 3.11 Otoskopla muayene.....	22
Şekil 3.12 Otoskop	23
Şekil 3.13 Video otoskopla muayene.....	24
Şekil 3.14 Orta kulak.....	26
Şekil 3.15 İnsan kulağına ait üç kemiğin bir kuruş ile karşılaştırılması	29
Şekil 3.16 Timpanik membranın oval pencereye yaptığı basınç	30
Şekil 3.17 Kaldıraç sistemi	31
Şekil 3.18 İç kulak yapıları	34
Şekil 3.19 Kemik Labirenti ve membranöz Labirenti gösteren temporal kemiğin petröz kısmının kesiti	34
Şekil 3.20 Vestibüler rehabilitasyon	38
Şekil 3.21 Bilgisayarlı dinamik postürografi	40
Şekil 3.22 Baziller membran	41
Şekil 3.23 Kokleanın kesiti	42
Şekil 3.24 Baziller membran üzerinde ilerleyen dalga teorisinin sistematik görünümü	43
Şekil 3.25 Kokleada görüldüğü gibi bir bipolar duyuşal nöronun diyagramı.	45
Şekil 3.26 Kokleadan işitsel kortekse kadar santral işitme yolları	51
Şekil 3.27 Duyma mekanizması.....	55
Şekil 3.28 A. Klinik odyometre B. Bilgisayar tabanlı odyometre.....	56
Şekil 3.29 Bir kulaklık seti (ER-3A)	60
Şekil 3.30 Bir supra-aural kulaklık seti (TDH-39)	62

Şekil 3.31 Bir dizi genişletilmiş yüksek frekans kulaklıklar (Sennheiser HDA200).....	63
Şekil 3.32 Bir işitme testi odasının köşesine yerleştirilmiş bir ses alanı hoparlörü	64
Şekil 3.33 Kemik iletimli vibratör (B-71).....	65
Şekil 3.34 Sessiz kabin	68
Şekil 3.35 Odyogram grafiği	71
Şekil 3.36 Hava yolu ölçüm grafiği	73
Şekil 3.37 Sağ ve sol kulaklar için maskesiz hava iletimi (AC) ve kemik iletimi (BC) eşikleri bulunan bir odyogram.	74
Şekil 5.1 Örnek grubunun yaş dağılımı ve yüzdeler dilimi	96
Şekil 5.2 Örneklem grubunun öğrenim durumları ve yüzdeler dilimleri	97
Şekil 5.3 Örnek grubunun işitme kaybı durumları ve yüzdeler dilimi	99
Şekil 5.4 Bilateral işitme kaybı olan bireyin odyogramı	118
Şekil 5.5 Yüksek frekansta işitme kayıplı bireyin odyogramı.....	119
Şekil 5.6 Tek taraflı yüksek frekansta işitme kaybı olan bireyin odyogramı	120
Şekil 5.7 Bilateral akustik travması olan bireyin odyogramı.....	121
Şekil 5.8 İşitmesi normal olan bireyin odyogramı.....	122

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1 Ses şiddet seviyesi (Desibel)	7
Tablo 3.2 Gürültü düzeyleri ve olumsuz etkileri	14
Tablo 3.3 İşitme ve Vestibüler sistemlerinin beş önemli bölümleri.....	19
Tablo 3.4 İç kulaktaki sıvıların iyonik bileşimi ve serebral spinal sıvı	35
Tablo 3.5 Odyometrenin temel bileşenleri.....	58
Tablo 3.6 Odyometrede kullanılan farklı tipteki transducerler.....	60
Tablo 3.7 Duyma düzeyine göre duyma durumu değerlendirmesi.....	79
Tablo 5.1 Örnek grubunun yaş dağılımı ve yüzdeleri	95
Tablo 5.2 Örneklem grubunun öğrenim durumları ve dağılımları	96
Tablo 5.3 Örnek grubunun işitme kaybı durumları	98
Tablo 5.4 İşitme ölçüm tablosu.....	101

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda şehirlerde nüfus oranının arttığı, teknolojinin birçok alanda hızla gelişim gösterdiği ve hayatımızda daha çok yer almaya başladığı dikkati çekmektedir. Artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte insanlar hem günlük hayatta hem mesleki hayatta sağlığı olumsuz yönde etkileyen birçok çevresel faktörün etkisi altında kalmaktadırlar (Delikanlı, Yücedağ, Kapdı, 2014; Kürklü, Görhan ve Burgan, 2013). Bu çevresel faktörler içerisinde zehirli atıklar gibi kimyasal faktörler, mikroorganizmalar gibi biyolojik faktörler bulunmakla birlikte sıcaklık, soğuk, ışın, iklim şartları, hava ve su kirliliği, çevre kirliliği, düzensiz kentleşme, olumsuz çalışma koşulları, ulaşım problemleri, gürültü gibi fiziksel faktörler de yer almaktadır (Özvarış, 2006). İnsanların birçoğu farkında dahi olmadan bu faktörlerden etkilenmekte ve sağlıklarını riske atmaktadır. Yaşadığımız çevre ve mekânları kirleten en önemli unsurlardan biri olan gürültü de çoğunlukla insanların çok üzerinde durmadığı ancak sağlığımızı büyük oranda etkileyen önemli bir faktördür (Açık ve diğerleri, 2007). Gürültü; insanların bildirişimini zorlaştıran, gönül rahatlığını bozan, dinlenme imkânlarını azaltan, sinir sistemine olumsuz tesir eden ve onu zedeleyen, çalışma verimini düşüren ve işitme problemleri yaratan mühim bir unsurdur (Güler ve Çobanoğlu, 1994). Ilgar (2012), gelişen teknolojilerin üretim ve kullanım süreçleri sırasında gürültü oluştuğunu ve bu durumun günümüzde en yoğun gürültü kirliliklerine neden olduğunu vurgulamaktadır. Daha detaylı düşünülürse ulaşım(trafik) gürültüsü, endüstride ortaya çıkan gürültüler, yol ve bina yapım çalışmaları süresince ortaya çıkan gürültüler, yerleşim kaynaklı gürültüler, birçok insanın karşılaştığı ve olumsuzluklarını engelleyemediği gürültü faktörleridir.

Gürültülü ortam, burada bulunan kişinin biyolojik ve psikolojik olarak olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Gürültülü ortam, insanın hormonal dengesinin bozulmasına, sinir sisteminin yıpranmasına, konuşmayı engelleyerek iş güvenliğini ve çalışma etkinliğinin azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca; rahatsızlık, uyumsuzluk, uykuya dalmada güçlük, uykusuzluk, yorgunluk, stres, solunumda değişim, pupillada değişim, kanda ürik asit, glikoz ve lipid düzeylerinde değişim, libido azalması, dikkat azalması, öğrenmede güçlük, bellek sorunları, çocuklarda okuma ve anlamayı azaltma gibi etkilerde oluşabilmektedir (Ilgar, 2012).

Bununla birlikte, uzun süre gürültülü ortamlarda kalındığında da kulakta kalıcı hasarlar meydana gelebilmektedir ve kalıcı veya geçici işitme kayıpları görülebilmektedir.

Çok yüksek ses düzeyinden bir veya birkaç kez etkilenme durumunda da akustik travma durumu yaşanabilir. Akustik travma, iç kulağın fizyolojik yapısını bozalabilir veya kulak zarını perfore edebilir. Bunun sonucunda kalıcı işitme kaybı ortaya çıkmaktadır (Kemaloğlu, 2013).

İnsanların gürültüden etkilenme dereceleri arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Gürültünün fiziksel özelliklerinin yanı sıra kişinin gürültü etkileniminde kaldığı süre, sesin karakteri yani geçici ya da sürekli oluşu, ani olup olmaması etkilenim açısından önemlidir (Çakır, 2010). Bu nedenle bir sonraki bölümde gürültünün işitmeye etkilerinin incelenmesinden önce gürültü kavramının tanımı ve gürültü türleri açıklanmıştır. Gürültünün insan sağlığı ve işitme kayıplarındaki etkileri detaylı olarak irdelenmiştir.

2. Çalışmanın Amacı

Üzerinde durulması gereken gürültünün yalnızca işyerlerinin değil, aynı anda günümüz yaşamında da insanların büyük bir çoğunluğunun sorunu olduğudur. Bu sorunun kapsamı ve olumsuz etkenleri gittikçe artmaktadır. Gürültünün oluşturduğu bu ciddi sorunlara önlem alınabilmesi için İşçi Sağlığı ve Güvenliği Merkezi (İSGÜM) bildirgesi maddelerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Özellikle işyerlerinde bu konu üzerinde gerekli önlemler alınmıştır ve düzenlemeler uygulamaya konularak işçi sağlığı da koruma ve kontrol altına alınmıştır. Burada sunulan çalışma ile işitme sağlığının önemi, gürültünün işitme yeteneğine etkileri değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, akaryakıt şirketlerinde çalışan işçilerde gürültünün işitme kaybına etkisinin tespit edilmesi ve etki eden değişkenlerin değerlendirilmesini oluşturmaktır.

3. Teorik Esaslar

3.1. Gürültü ve Tanımı

Dünyanın var oluşundan beridir gürültü kavramı ve gürültüye karşı önlemler var olmaktadır. M.Ö. 600 yılında Sybaris şehrinde gürültüye karşı bir takım önlemler alınmış ve şehirde çalışan araba yapımcıları gibi gürültüye sebep olan küçük el sanatlarının kent dışlarına çıkartılmaları ile alakalı yasalar yapılmıştır (Tekbaş ve Vaizoğlu, 2000).

Gürültü kavramı, ilgili olduğu bilim dallarında farklı şekillerde tanımlanmaktadır.

Akustik alanında gürültü, dinlenmekte olan seslere karışan ve istenmeyen herhangi bir ses olarak tanımlanmış olup radyo ile yapılan iletişimdeki gürültü olan parazit örnek olarak verilmiştir. Müzikte birbiri ile armonik olmayan değişik frekanstaki çok sayıda titreşimin üst üste gelmesi şeklinde açıklanmış, göz önüne alınmaması gereken anlamsız simgeler olduğu belirtilmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Sesbilimde ise gürültü, periyodik olmayan frekanslardan oluşan ses birimlerinin oluşturduğu tayf olarak tanımlanmaktadır. Siberetik ve telekomünikasyonda uzayın ya da iletim hattının herhangi bir noktasında istenilen bir simgeye karışan, bozucu etkilerin tümünü tanımlamaktadır. Bunun yanında sesbilimde bir de beyaz gürültü ve pembe gürültü tanımları yapılmaktadır. Beyaz gürültü, döngü başına eşit enerjiye sahip olan frekans spektrumunun tamamen düz olduğu bir ses olarak, pembe gürültü ise tüm ses frekanslarının eşit düzeyde bir araya geldiği fakat frekans spektrumunun zamanla logaritmik olarak azaldığı bir ses olarak tanımlanmaktadır.

Fizik biliminde gürültünün tanımı; ölçünlü darbeler indiren bir teknik tesisatın alttaki bina boşluğunda neden olduğu gürültü şeklinde tanımlanmıştır. Enerji olarak ele alındığında ise gürültünün havanın titreşimine bağlı mekanik enerji formu olduğu ifade edilmiştir.

Meteorolojinin kapsam alanına gürültü de girmektedir. Meteorolojide devinim denklemlerinin sayısal çözümünden faydalanılarak basınç alanları tespit edilmektedir. Meteorolojide araştırma konusu az ya da çok parazit sonuçlar veren küçük ölçekli salınım sonuçlarını tanımlamaktadır.

Gürültünün ele alındığı diğere bir alan da ceza hukukudur. Ceza hukuku açısından gürültü, halkın dirliğini ve sükûnunu geçersiz bir duruma sokacak şekilde araçların klaksonlarının sesinin çıkarılması olarak tarif edilmiştir. Gürültülü bir uğraşı veya sanatı, yasalara muhalefet edecek şekilde yapmak da suç olarak açıklanmıştır. TCK'nın 546. maddesi bu bağlamda düzenlenmiştir. Bunun yanı sıra Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nca 28.07.2013 tarihinde çalışanların gürültü ile ilgili risklerden sakınmalarına dair bir yönetmelik yayımlanmıştır.

İlgili yönetmeliğin amacının, çalışanların gürültüyle karşı karşıya olmaları neticesinde işitme kaybı ihtimali bulunan sağlık ve güvenlik risklerinden, bilhassa işitme ile ilgili risklerden sakınmaları için minimal zorunlulukları tespit etmek olduğu belirtilmiştir.

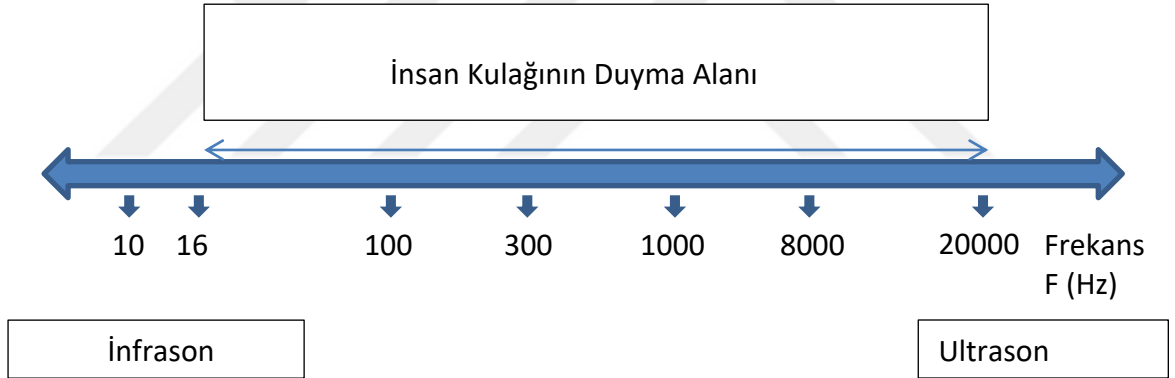
Sağlık alanında gürültünün tanımı, birey ve toplum üzerinde negatif tesir eden ve arzu edilmeyen sesler şeklinde yapılmaktadır. Belli başlı bir yapısı olmayan, ihtiva ettiği unsurlarla bireyleri bedenî veya psikolojik olarak negatif tesiri olan ses sistemi de gürültünün tanımlamalarına girmektedir. İlerlemiş toplumlarda gürültünün sebep olabileceği olumsuzlukların meslek rahatsızlıkları ve ödence ödenmesi gereken rahatsızlıklar içerisine alınmasıyla gürültü ve meydana getirdiği etkiler önem kazanmıştır. Özellikle yüksek gürültülü iş uygulamalarının insanın vücut esenliğinde bıraktığı tesirler, buna benzer işyerlerinde bireylerin odyometri açısından değerlendirilmesi ile izlenmesini gerekli hale getirmiştir. Gürültüden etkilenme düzeyinin belirlenmesinde, ayrıca etkisinde kalınan gürültü türünün de tespit edilmesinin gerekli olduğu belirlenmiştir (Çakır, 2010).

3.1.1. Ses

Titreşim yapan bir kaynağın sıvı, hava ve gaz ortamında çevreye doğru genişlemesi ile meydana çıkan enerji dalgası ve insanda işitme duygusunu uyaran fiziksel bir hadise olarak tanımlanmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

3.1.1.1. Sesin Frekansı

Birimi Hertz (Hz) cinsinden ifade edilen Ses dalgalarının bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Frekansı normal değerlerin üzerinde olan sesler 'tiz' altında olan seslerse 'pes' olarak vasıflandırılmaktadır (Yüksel ve Gümüş, 2017). İnsanlardaki kulak işitilebilir frekans aralığı 16 Hz ile 20000 Hz arasında olan Şekil 3. 1'de gösterildiği gibi sesleri duymaktadır. 16 Hz aşağısındaki sesler infrason ve 20000 Hz üzerindeki sesler ultrason olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 3.1 İşitilebilir frekans aralığı (Ağaç, 2016)

3.1.1.2. Sesin Şiddeti

Ses dalgasının kapsadığı enerjinin birim alandaki enerjiye oranına sesin şiddeti denir. Desibel(dB) şiddet birimi olarak adlandırılmaktadır. Değişik ses şiddetlerini karşılaştırmak için kullanılan, logaritmik esasa dayanan bir birimdir (Soydal, 2016). Gürültünün değerlendirme ölçüsü, işitmeye olan tesiridir. Bu tesir, insan kulağına ulaşan seslerin farklı şiddetlerini Tablo 3. 1'de gösterilmektedir. Ölçü birimine Desibel denir ve dB ile gösterilir. Sayısal olarak, akustik güç veya akustik enerji gibi iki benzer miktarın oranlarının 10 tabanına göre logaritmasının 10 katına desibel denir (İlgar, 2012).

dBa: İnsan kulağının en küçük değerleri incelikleri dahi algılayabildiği orta ve yüksek frekansların bilhassa vurguladığı bir ses değerlendirmesi birimidir. Gürültü azaltılması veya kontrolünde çok kullanılan dBA birimi, ses yüksekliğinin subjektif değerlendirmesi ile de ilişkilidir (ÇSGB, 2013). Frekans içeriğine ses ya da ses basınç düzeyinin zamanla değişimine tabi bulunduğu gürültünün iki şekilde karşılaştırma esasına bağlı olarak tasnifi yapılır (Belgin ve Çalışkan, 2004).

Tablo 3.1 Ses şiddet seviyesi (Desibel)

SES SEVİYESİ (DESİBEL)	BİLİNER SESLER
0 dB	İnsan kulağının duyabileceği en düşük ses
30 dB	Fısıltı, sessiz konuşma
50 dB	Yağmur düşüşü, sessiz ofis, buzdolabı, havalandırma
60 dB	Bulaşık makinası, dikiş makinası, normal bir konuşma.
70 dB	Yoğun trafik, vakum temizleyici, saç kurutma makinası
80 dB	Çalar saat, metro, fabrika gürültüsü
90 dB	Traş makinası, kamyon trafiği, çim biçme makinası
100 dB	Kar aracı, çöp kamyonu, müzik seti
110 dB	Rock konseri, elektrikli testere
120 dB	Uçağın havalanışı, gece kulübü
130 dB	Delici çekiç
140 dB	Av tüfeği, hava hücum uyarı sistemi
180 dB	Roket fırlatıcısı

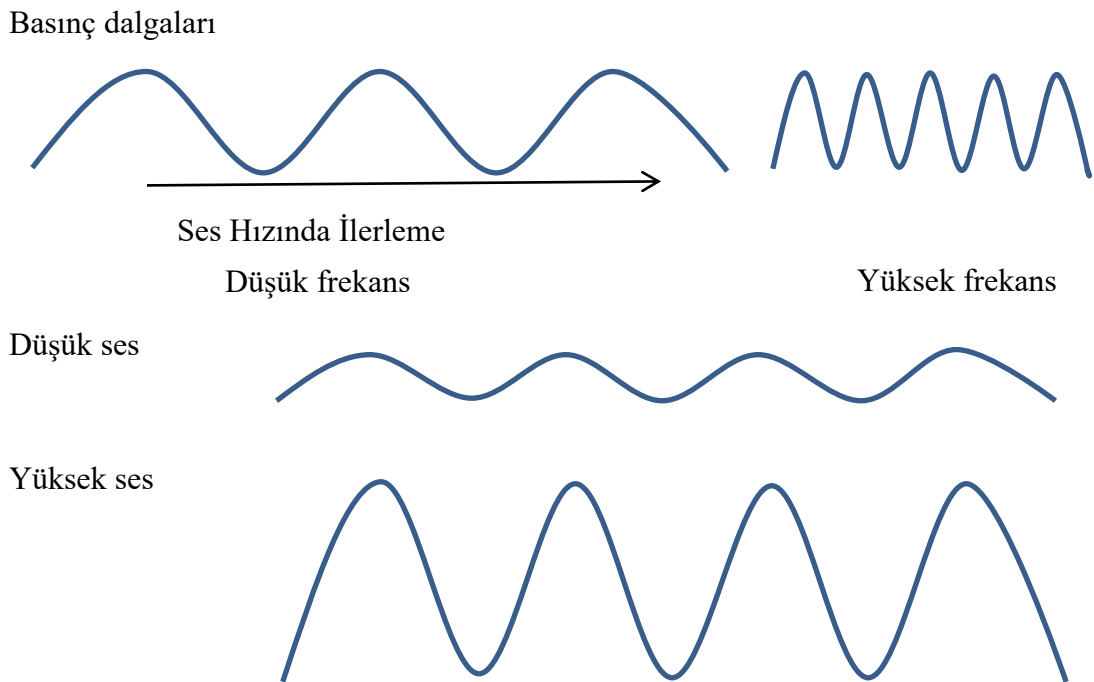
3.1.1.3. Sesin Amplitüdü

Amplitüd, ses dalgasının dikey büyüklüğünün ölçüsüne denir. Ses dalgalarının arasında oluşan sıkışma hareketi ve genişleme hareketi arasındaki fark sonucu dalgaların genliği belirlenmektedir.

Ses dalgası havada, suda veya başka bir ortamda titreşim oluşmasıyla üretilir. Örnek verecek olursak titreşen bir gitar telinin, yaptığı periyodik titreşim salınımı hareketiyle, hava molekülleri belli bir frekansta genişmesi ve sıkışmasına sebep olmaktadır. Bu şekilde telde oluşan enerji ardından da havaya iletilmiş olur.

Enerji miktarı, telde oluşan titreşimin genliği ile orantılı olarak büyümektedir. Tele ne kadar fazla enerji yüklenirse, telin de o kadar fazla büyüklükte bir genlikle titreştiği görülmektedir. Telde oluşan titreşimin genliği de ne kadar çok olursa ortamdaki tanecikler tarafından taşınan enerji miktarı da o derece fazla olmaktadır. Enerji fazlalığı sesin şiddetinin de artmasına neden olacağı bilinmekle birlikte bunlar titreşen tüm maddeler için geçerli olduğu düşünülmektedir.

Şekil 3. 2'deki grafikte koyu olan bölgeler titreşimin arttığı, açık olan bölgelere titreşimin azaldığını simgelemektedir. Eğri olan bölgeler ise sıkışma hareketlerini ve genişlemelerini iki boyut olarak grafiksel temsil ettiği görülmektedir. Sıkışma miktarı ne kadar artarsa sesin şiddeti de aynı oranda artmaktadır (Martin ve Clark, 2012).



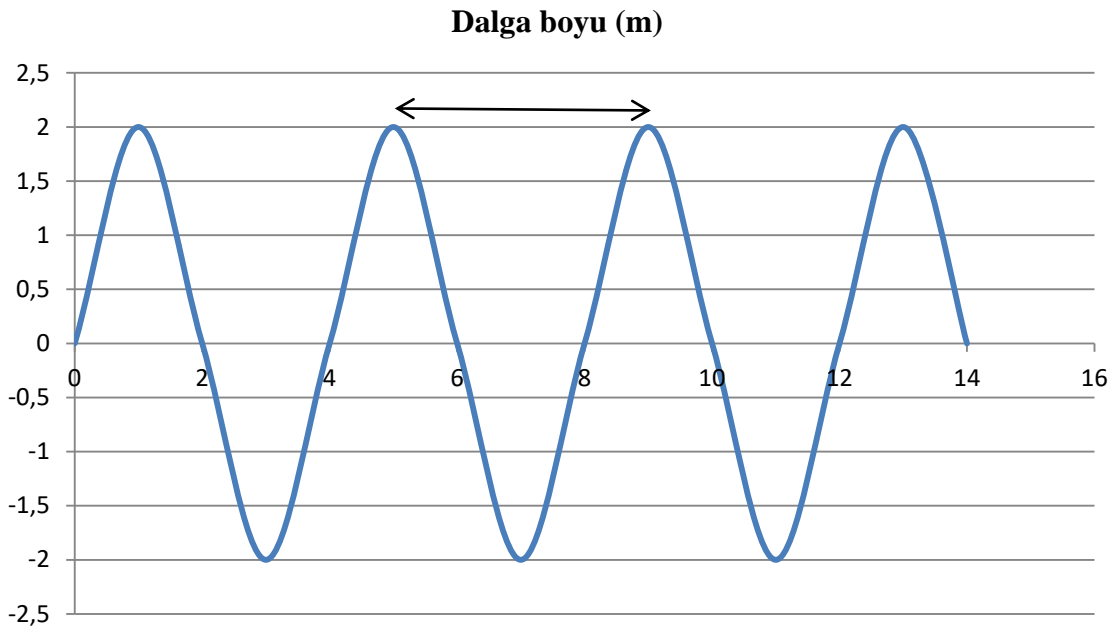
Şekil 3.2 Bir basınç dalgası olan sesin grafiksel gösterimi

3.1.1.4. Dalga Boyu

Bir dalganın bir saniyelik periyot içinde aldığı yolun uzunluğuna dalga boyu (λ) denir. Dalga boyu uzunluk birimiyle ifade edilmektedir. Dalga tepesi basıncın en yüksek olduğu tepeyi, dalga çukuru ise basıncın en düşük olduğu çukur noktasını göstermektedir (Özdemir, 2016).

Frekans ile orantılı olarak sesin karakteristik özelliği dalga boyudur. Bir dalgada oluşan ardışık iki tepenin ya da oluşan dalganın iki çukuru arasındaki mesafenin büyüklüğü Şekil 3. 3'te gösterildiği gibi dalga boyunu vermektedir. Dalga boyu (λ) lambda işareti ile gösterilir.

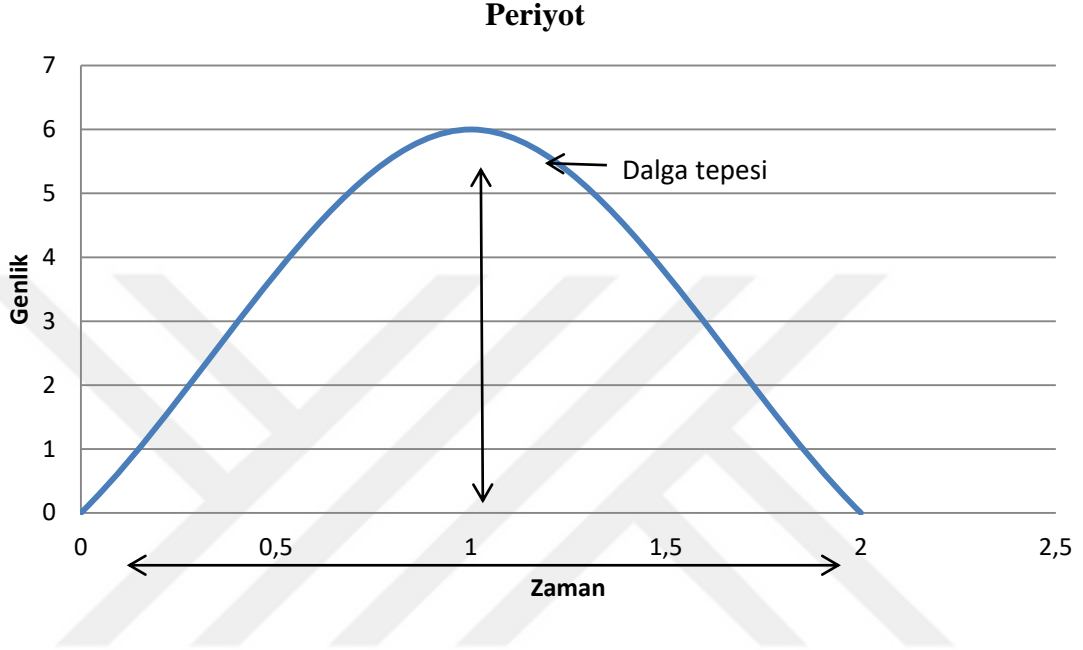
Bir dalganın uzunluğu bir sinüzoid üzerindeki herhangi bir noktadan (0 ile 360 derecelik bir dereceye kadar) bir sonraki aynı noktaya kadar ölçülür. Dalga boyunu belirleme formülü $w = v / f$ 'dir, burada w = dalga boyu, v = sesin hızı ve f = frekans. Hız için çözmek için, $v = fw$ formülü kullanılmış; frekansı çözmek için, $f = v / w$ kullanılır. Frekans arttıkça dalga boyu azalır (Martin ve Clark, 2012).



Şekil 3.3 Dalga boyu

3.1.1.5. Periyot

Bir ses dalgasının kendisini yenileyebilmesi için geçtiği süreye periyot (T) denir. Saniye (s) cinsinden ifade edilmektedir. Şekil 3. 4'te görüldüğü gibi bir dalganın oluşabilmesi için geçen süredir (Belgin, 2004).



Şekil 3.4 Periyot

3.1.1.5. Ses Basınç Seviyesi (SPL)

Ses basıncı seviyesi işitilebilir olma yönünden önem arz etmektedir. Normal bir insan kulağında algılanan en düşük ses basınç seviyesi 20 Pa'dır.

Ses şiddeti düzeylerinin belirlenmesi için en fazla kullanılan kılavuz ölçütlerden biri, 0.0002 dyn/cm^2 basıncındaki ses basınç seviyesidir. Başka frekanslardaki ses basınçları, buna bağlı hesaplanmasıyla 'SPL-Sound Pressure Level' göstergesi elde edilmektedir. Bu göstergede, 60 dB SPL, temel kılavuz değerlerden olan (0.0002 dyn/cm^2), 60 kat daha kuvvetli duyulan akustik bir enerjidir (Roeser, Valente ve Dunn, 2007).

3.2. Gürültü Türleri

3.2.1. Frekans İçeriğine Göre

3.2.1.1. Basit Ses

Arı ses olarak da isimlendirilen tek bir frekansı barındıran karışık olmayan harmonik basınç dalgalanmalarıdır. Örnek olarak, televizyon başlamadan evvel yaydıkları düdük sesi verilebilir.

3.2.1.2. Periyodik Ses

Frekansları birbiriyle ilgisi sınırlanmış miktarda bileşenin oluşturduğu sese denir. Örneğin telli çalgılardan çıkan sesler bu tür seslerdir.

3.2.1.3. Dar Bant Gürültü

Frekansları birbiriyle ilgisi sınırlanmış miktarda lakin birbiriyle çoğunlukla ilgisi sınırlanmış miktarda bileşenin hâkim olduğu sesler olarak adlandırılır. Örnek olarak radyo programlarındaki uzay efekti verilebilir.

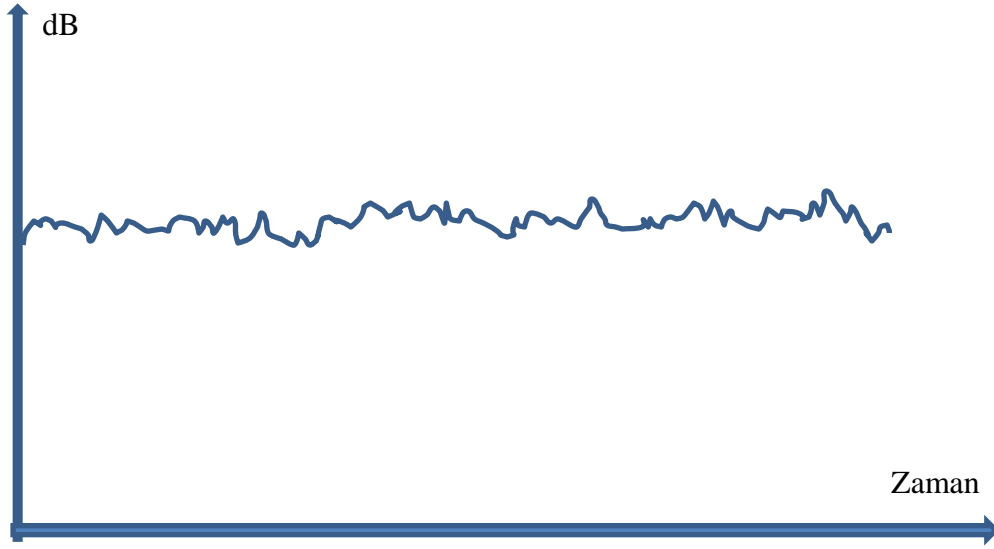
3.2.1.4. Geniş Bant Gürültü

Frekansları geniş bir aralığa yayılmış çok miktarda bileşenin oluşturduğu gürültüdür. Örnek olarak program yayınlanmayan boş televizyon kanalındaki hışırtı sesleri verilebilir.

3.2.2. Ses Düzeyinin Zamanla Değişimine Göre

3.2.2.1. Kararlı Gürültü

Ses düzeyinin aradan süre geçtikçe hiç değişmediği veya neredeyse aynı kaldığı gürültü türü olan kararlı gürültü Şekil 3. 5'te gösterilmektedir. Örnek olarak sabit devir sayısı ile çalışan vantilatörden çıkan ses verilebilir.



Şekil 3.5 Kararlı gürültü

3.2.2.2. Kararsız Gürültü

Ses düzeyinin aradan süre geçmesine bağlı olarak değişimler gösterdiği gürültüler ise kararsız gürültüdür ve Şekil 3. 6'da gösterilmektedir. Örneğin, yolcu uçağı veya otomobilin geçerken çıkardığı ses bu tür gürültüdür.



Şekil 3.6 Kararsız gürültü

3.2.2.3. Darbeli Gürültü

Çekiçle çivi çakarken çıkan ses darbeli gürültü olarak tanımlanır.

3.2.2.4. Patlama Gürültüsü

Tüfekte ateş etme sırasında oluşan ses, patlama gürültüsüdür.

3.2.2.5. Kesikli Gürültü

Kararlı gürültü çıkaran makinenin aralıklı çalıştırılmasıyla oluşan ses kesikli gürültüdür.

3.2.2.6. Dalgalı Gürültü

Ses düzeylerinin periyodik olarak değiştiği gürültü, dalgalı gürültü olarak adlandırılır.

3.2.3. Frekans Bandı (Spektrum)

3.2.3.1. Sürekli Bant Gürültüsü (Beyaz gürültü)

Beyaz gürültüye makine gürültüsü örnek verilebilir.

Tüm frekans aralığını kapsayan sese sahip **sürekli spektrumlu sesler** ile oluşmaktadır.

3.2.3.2. Sürekli Dar Bant Gürültüsü

Bu tarz sesler ise birkaç frekansın yoğun olarak görüldüğü bant gürültüsüdür. Dönen dairelerden oluşan testler örnek verilebilir. Bu sınıflandırmanın yanında Kumbur ve Doğan (1995) gürültünün yarattığı olumlu olmayan etkilere dayanarak gürültü düzeylerini Tablo 3. 2' de verildiği şekilde derecelendirmiştir. Tablo 3. 2 incelendiğinde farklı dB düzeylerinde görülebilecek farklı türde ve derecede rahatsızlıklar olduğu anlaşılmaktadır.

Maruz etkisinde kalınan gürültü düzeyi arttıkça insanın işitme yeteneğini ciddi şekilde etkileyecek işitme ve denge sorunları ile birlikte işitme organı kulakta tahribata yol açabileceği belirtilmektedir. Gürültünün kulağın işitme yeteneği ve insan sağlığı üzerindeki etkileri bundan sonraki bölümlerde daha detaylı incelenmiştir.

Tablo 3.2 Gürültü düzeyleri ve olumsuz etkileri

Gürültü Düzeyleri	Olumsuz Etkileri
1. Derece: L= 30 dB- 65 dB	Konforlu olmama durumu, hoşnutsuzluk, öfke, kızgınlık, odaklanamama ve uyku bozukluğu
2. Derece: L= 65–90 dB	Fizyolojik tepkiler; kan basıncının fazlalaşması, kalp atışı ve solunumun hızlanması, beyin sıvısındaki basıncın eksilmesi, ani refleksler
3. Derece: L= 90–120 dB	Fizyolojik tepkilerin fazlalaşması, baş ağrıları
4. Derece: L>120 dB	İç kulakta devamlı hasar ve dengenin bozulması
5. Derece: L>140 dB	Ağır beyin tahribatı, gelişen teknolojinin bir ürünü olarak meydana gelen gürültünün, düzeyiyle birlikte tesir müddetine bağlı olarak da değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.3. Gürültünün Sağlık Üzerindeki Etkileri

Günümüzde gürültünün sağlık üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunduğu tespit edilmiştir. Gerçek (2008).

Dünya Sağlık Örgütünde gürültü; “Kişinin fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik durumu” şeklinde tanımlanan insan sağlığı açısından bir risk faktörü olması nedeniyle, çalışmasındaki performansı engellemesi, stres ve huzursuzluk oluşturması sebebiyle, kısaca “istenmeyen ve sakıncalı ses” olarak tanımlanmaktadır (Mavruk, 2005).

Gürültünün istenmeyen yönü; gürültünün akustik faktörleri yanında bireylerin sağlık durumu sosyo-ekonomik özelliği, yaşam tarzları, kültürü ve eğitim düzeyleri, çalışmakta olduğu işi, gürültülü ortamlara alışkanlığı, gürültü kaynaklarına bağımlılığı gibi türlü yan etkilere göre değişmektedir. Gürültünün bireyler üzerindeki olumsuz yönlerini dört temel başlık altında incelemek mümkündür (Mavruk, 2005; Demir, Yerli ve Müderrisoğlu, 2011).

Gürültünün hem insanların işitme işlevlerini hem de vücudun diğer işlevlerini negatif olarak etkilediğini ve çeşitli ruh ve sinir sistemi hastalıklarına sebebiyet vereceği anlaşılmıştır. Gürültü etkisi altında kalma durumunda, hormonal denge bozulmakta, sinir sistemi yıpranmakta, konuşma engellenerek iş güvenliği ve çalışma etkinliği azalmaktadır. Ayrıca; rahatsızlık, uyumsuzluk, uykuya dalmada güçlük, uykusuzluk, yorgunluk, stres, solunumda değişim, pupillada değişim, kanda ürik asit, glikoz ve lipid düzeylerinde değişim, libido azalması, dikkat azalması, öğrenmede güçlük, bellek sorunları, çocuklarda okuma ve anlamayı azaltma gibi etkiler oluşabilmektedir (Eggermont, 2017; Ilgar, 2012; Gerçek, 2008; Güler ve Çobanoğlu, 1994).

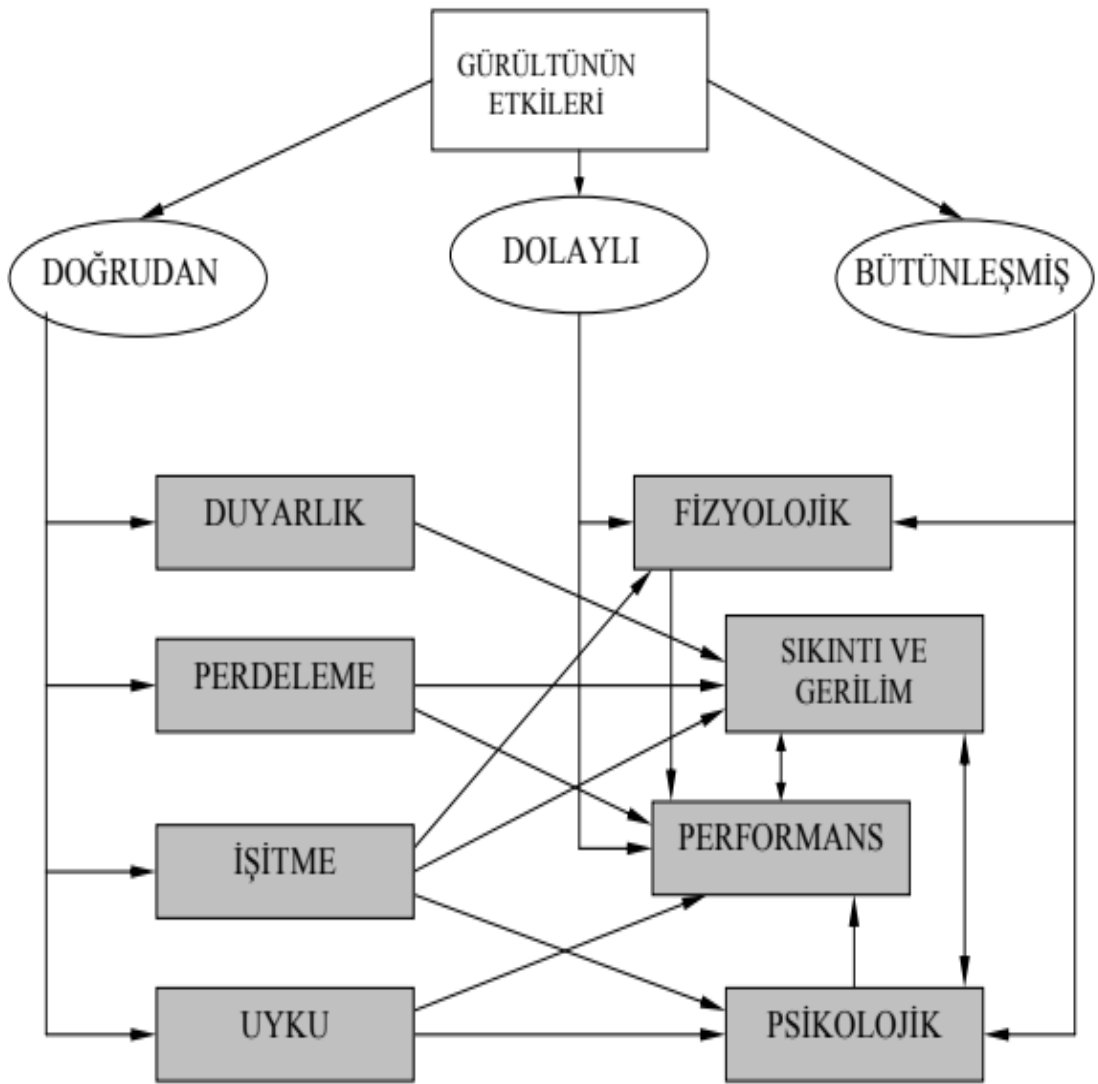
Aşırı gürültü; huzurlu olmayı, güvenliği ve bundan etkilenecek verimli olma durumunu olumsuz etkilemektedir. Gürültünün zamanla çoğalması, kişiler üzerinde önce huzursuzluk ve hoşnutsuzluk hissi yaratmakta, sonra konuşmayı zorlaştırmakta ve sonucunda işitme gücünü azaltmaktadır (Çınar, 2005). Gürültünün insan davranışlarına etkilerini, Pathak (1996) Şekil 3. 7 ile açıklanmıştır.

Buna göre, gürültü insanı doğrudan, dolaylı veya bütünleşmiş şekilde etkilemektedir.

Doğrudan olan gürültü etkisi; duyarlık, perdeleme, zorunlu işitme ve uyku getirme şeklinde ortaya çıkmaktadır. Dolaylı gürültü etkisi; fizyolojik ve performans düşüklüğü olarak görülmektedir.

Bütünleşmiş etki ise, fizyolojik ve psikolojik ana başlıkları altında ifade edilebilir. Ancak, kendi içinde karmaşık ve her iki taraflı ters yönlü olarak duyarlık, perdeleme ve zorunlu işitme sonucu insanda doğal olarak sıkıntı ve gerilim oluşmaktadır.

Dolaylı gürültü etkisi ile bütünleşik olarak uyku getirme insanın performansını düşürmektedir. Sonuçta olumsuz psikolojik etki olarak ortaya çıkmaktadır ve insanın iç huzurunu yok etmektedir.



Şekil 3.7 Gürültünün insan davranışlarına etkileri

Tüm bu etkilerin dışında fazla gürültülü mekânlarda bulunmanın iç kulaktan başlayıp mühim duyma yitimlerine sebep olduğu tespit edilmiştir (Kulak-Kayıkçı, Genç, 2004; Güler ve Çobanoğlu, 1994).

3.4. Gürültünün İşitme Kayıplarındaki Etkileri

Gürültünün işitme kaybına etkisine geçmeden önce işitmeyi, kulak yapısını ve işitmenin fizyolojisini tanımlamak gerekir.

3.4.1. İşitme

İşitme, ses kaynağında meydana gelen ve titreşim olarak nitelendirdiğimiz mekanik seslerin dış kulaktan kulak kepçesi aracılığıyla dış kulak yolundan geçerek, orta ve iç kulakta uyarma ile oluşan elektriksel potansiyelin akustik sinirler vasıtasıyla beyne iletilmesi ve işitme korteksine ulaşması ile ortaya çıkmaktadır. İşitme, seslerin algılama eylemi şeklinde tanımlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2008).

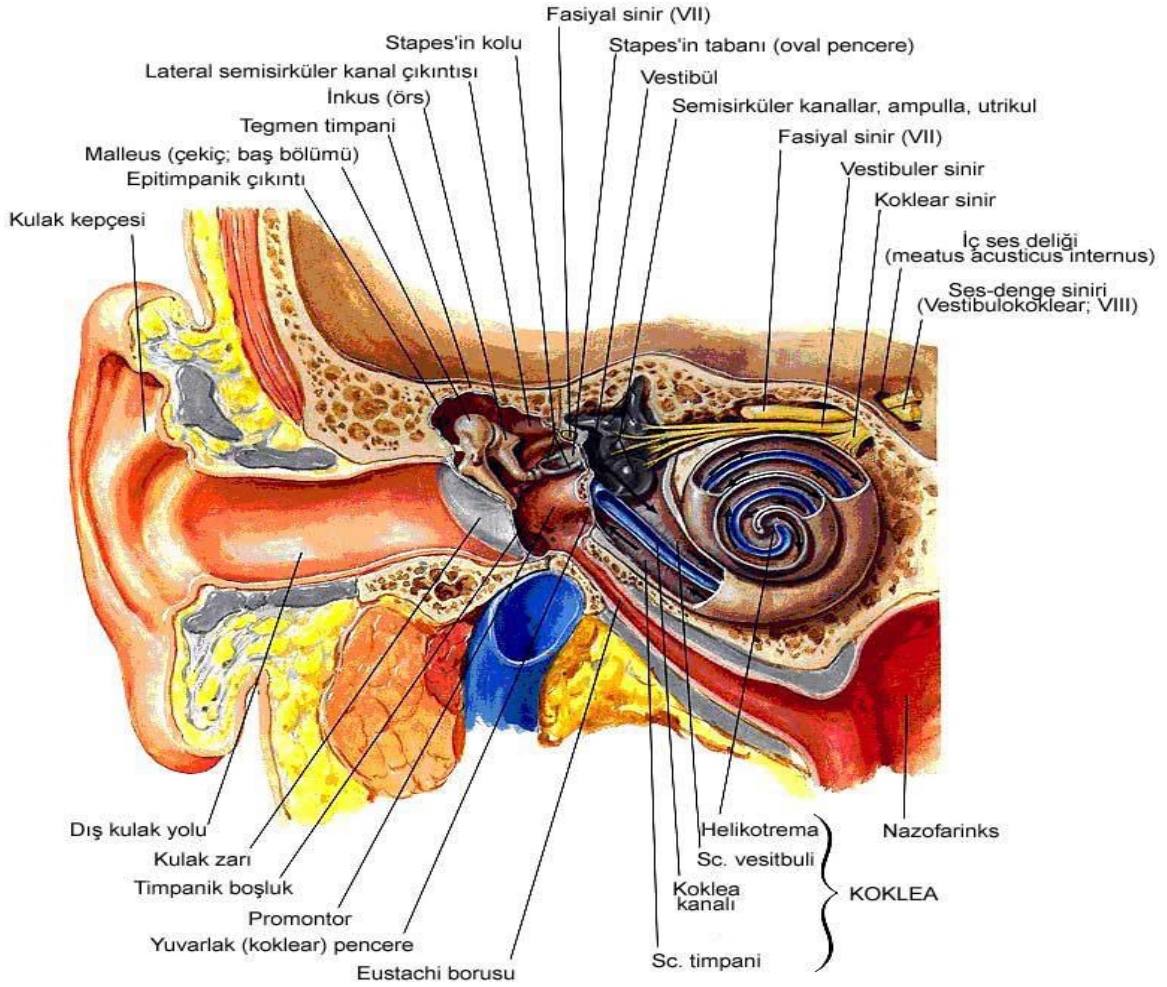
3.4.2. Kulak Anatomisi

Kulak konumlarına göre beş genel bölüme ayrılmaktadır.

Beş genel bölüm şu kısımlardan oluşmaktadır:

1. Dış kulak
2. Orta kulak
3. İç kulak
4. 8. Kranial sinir
5. Merkezi işitsel sinir sistemi

Tablo 3. 3 listeleri kulağın beş genel bölümü ile birlikte tanımlanan ana yapıların bazıları da Şekil 3. 8'de gösterilmektedir. Her ne kadar bu bölümler ayrı olsa da, sesleri almak ve işlemek için birbiri ile birlikte çalışmaktadır. Açıkçası, bizim iki kulağımız var ve her kulak aynı anatomik ve sinir bileşenlerini bulundurmaktadır.



Şekil 3.8 İnsan dış, orta ve iç kulağı ile içerdiği yapılar (Kalkavan, 2009)

Tablo 3.3 İşitme ve Vestibüler sistemlerinin beş önemli bölümleri

Dış Kulak	Orta kulak	İç kulak	Kranial sinir	Merkezi sinir sistemi
Kulak kepçesi	Timpanik membran	Koklea (Oval pencere ve Yuvarlak pencere)	8. Kranial sinir	Beyin sapı
Dış kulak kanalı	Kemikçikler (Çekiç, Örs, Üzengi) Östaki tüpü	Yarı dairesel kanallar Sakkul ve Utrikul	8. Vestibüler sinir 7. Facial sinir	Korteks

Merkezi işitsel (veya vestibüler) sinir sistemi terimi, beyin sapı ve kortikal bölgelerdeki ilgili sinir yollarını ifade etmek için kullanılır; periferik işitsel (veya vestibüler) sistem terimi, merkezi sinir sistemi dışındaki işitsel veya vestibüler yapılara atıfta bulunmak için kullanılmaktadır.

İşitme için çevresel duyuşal yapıya koklea denir. Vestibüler sistemin periferik duyuşal yapıları, üç yarım daire biçimli kanal, bir kese ve bir otolit içermektedir. Utrikul ve sakkul toplu olarak otolit organlar olarak adlandırılır ve antre içinde bulunmaktadır.

3.4.2.1. Dış Kulak

3.4.2.1.A. Dış Kulağın Anatomisi ve Fizyolojisi

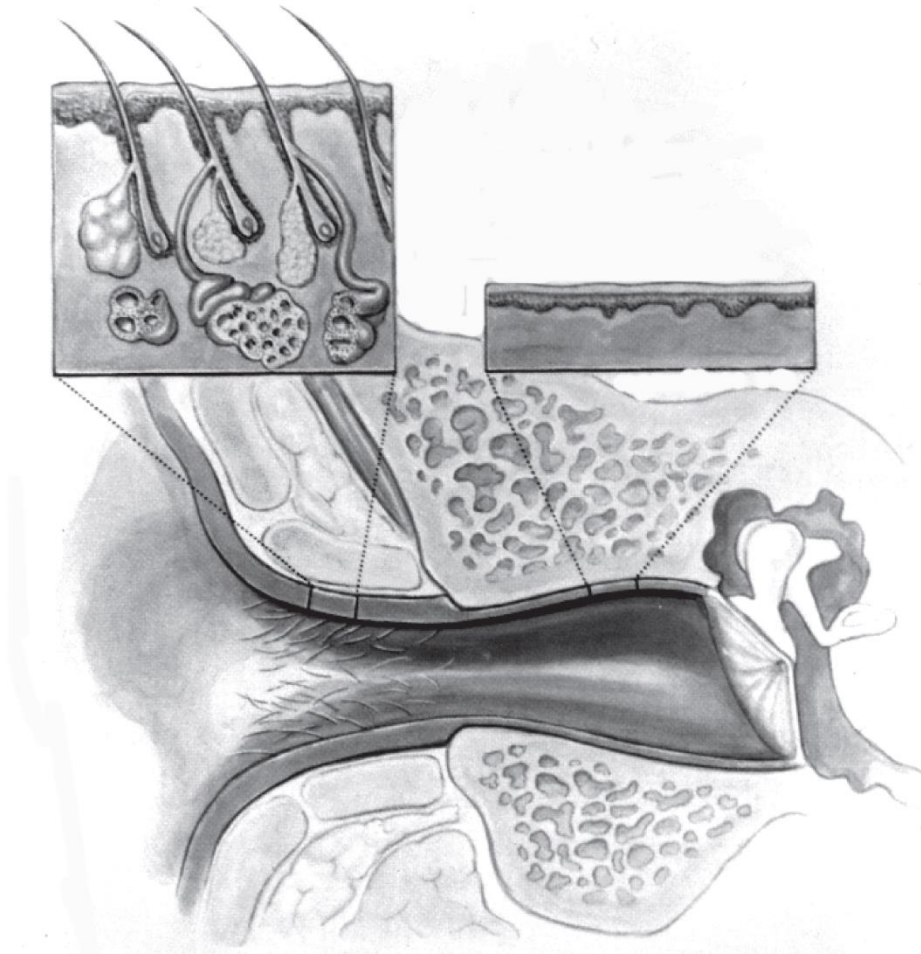
Kulak Kepçesi: Dış kulak mekanizmasının en belirgin kısmı kulak kepçesi veya pinnadır.

Kulak kepçesi kişiden kişiye büyüklük ve şekil olarak değişir ve huni benzeri yapılandırması ses dalgalarının çevreden toplanmasında önemli bir rol oynamaktadır. En alt kısmına kulak kepçesi lobül veya kulak memesi denir. Lobülün üstünde antitragus bulunur. Başka bir yükseklik kulak kepçesinin merkezine daha yakın olan antihelix vardır.

İşaret eden küçük üçgen çıkıntı ise hafifçe geriye doğru ve kulağın ön kısmını oluşturur, bu kısma tragus, Latince “Keçinin sakalı.” şeklinde isimlendirilir; çünkü yaşlı erkeklerde bazı kıllı tüyler ortaya çıkmaktadır.

Dış kulağın en orta kısmı, dış kulak yoluna açılmadan hemen önce olan çanak benzeri şeklindeki yapıya konka denir. Konka iki bölüme ayrılmıştır, alt kavum konka ve üst kavum konka. Dış kulağın bu kısmı insanın önünden, arkasından, altından ve başının üstünden gelen ses kaynaklarını lokalize etme yeteneğine yardımcı olmaktadır.

Dış Kulak Yolu: Kulağın bu kısmını açıklarken iç işitsel kanalla karışıklık olmaması için “dış” kelimesini atlamamak önemlidir. Dış işitsel kanal kafa tarafından oluşturulan, konkadan başlayıp hafifçe içe doğru uzanan bir tüptür. Yetişkinlerde yaklaşık 1 inç (2,5 cm) yukarı doğru açı yapmaktadır. Yuvarlak gibi görünse de, dış kulak yolu aslında elips şeklindedir ve ortalama 9 mm yükseklikte ve 6,5 mm genişliğindedir. Tamamen deri ile kaplıdır (Şekil 3. 9).

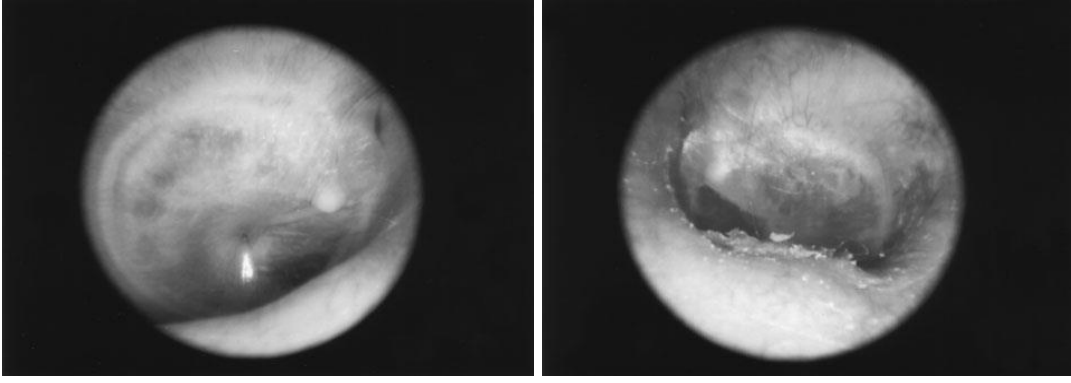


Şekil 3.9 Dış kulak yolunun kesiti (Martin ve Clark, 2012)

EAC'nin dış kısmı kıkırdaktan geçer. Bu salgıların ana ürünü, genellikle yumuşak olan kulak kiri veya serümandır. Nemli ve kahverengidir, ancak renkli, lapa lapa ve kuru renkte olabilir veya kulak kanalında birikirse uzun bir süre boyunca durdukça daha koyu olabilir. EAC duvarları çiğneme sırasında çene kemiğinin hareketiyle tahrip olduğunda veya konuşurken serümen kulaktan doğal olarak çıkmaktadır. EAC'nin dışında üçte biri oranında çok sayıda saç tüyü bulunmaktadır. Bu tüyler ve serümenler böcek gibi yabancı cisimlerin içine girmesini önlemeye yardımcı olmaktadır. EAC birkaç önemli fonksiyona hizmet eder. Timpanik membran kanalın sonunda yer almaktadır, travmadan korunmasını ve sabit bir sıcaklıkta tutulabildiği yere ve neme sahip olmasını sağlar. Kanal ayrıca düşük frekansları azaltmak için bir filtre ve bir tüp gibi işlev görür. 2000 ile 7000 Hz arasındaki frekanslar için rezonatör işlevi yapar, böylece timpanik zara etkin bir transfer enerji gönderir.

Timpanik Membran: Timpanik membran denilen yapı harici işitsel kanal, içbükey, disk benzeri bir şekilde sonlandırılıyor. Kulak zarı terimi yaygın olarak kullanılmaktadır. Timpanik membran dış kulakla birlikte açıklanmıştır. Çünkü dış kulak yapıları ile birlikte görülmektedir. Timpanik membran dış kulak ve orta kulak arasında sınır çizmektedir. Ancak, bu gerçekten ortak iki alan arasındaki sınırı göstermektedir.

Timpanik membranın toplam alanı yaklaşık 90 mm²'dir (Harris, 1986). Membran, derinin altında bir tabakadır. Yeteneklerine en fazla katkıda bulunan sert, lifli, bağ dokusu çarpıcı ses dalgaları ile titretmektedir. Timpanik zarın arkasında orta kulak üçüncü tabakasını da içeren, tamamen mukoza zarı ile kaplanan boşluk mevcuttur. Timpanik membran, ortalama olarak yaklaşık 0.07 mm olan son derece ince bir tabakadır. Harris "biraz konik bir hoparlör" olarak; son derece verimli, titreşimli bir yüzey olduğunu anlatmaktadır. Normal işiten bireylerde eşik cevabı oluşturmak için 800 ile 6000 Hz aralığında bir frekans yeterlidir. Timpanik zarın tüm alanı çok zengindir. Kan temini, bu nedenle enfeksiyon varken ve kan dolaşımına alındığında bu kadar kırmızı görünür. Timpanik membranın fibröz kısmına gömülü olan malleus orta kulak kemiğinin en büyüğüdür. Timpanik membrandan hayali bir çizgi 180 derecelik bir açıyla çekiliyorsa malleusun sapı ve bu çizgi timpanik membranın merkezinden ikiye ayrılırsa dik açılarda, kesişen hayali çizgiler böylece uygun şekilde çekilir. Timpanik dört kadran içine membran: anterior-superior, posterior-superior, anterior-inferior ve posterior-inferior diye ayrılmaktadır. Normal sağ ve sol timpanik membranların fotoğrafları şekilde görülmekte Şekil 3. 10'da.



A

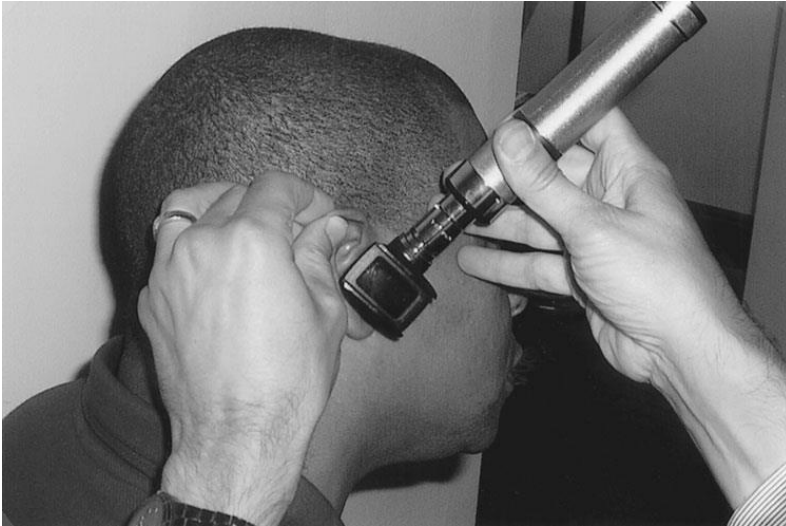
B

Şekil 3.10 Timpanik membran

Normal sağ (A) ve sol (B) timpanik membranlar (TM). Işık konisinin sağda açıkça görünmektedir. Malleusun kubbesi, her iki kulağın da TM içinden görülebilir. Serum birikimi sol kulağın kanal duvarının alt kenarında görülebilir (Martin ve Clark, 2012).

Malleusun sapının ucu, timpanik merkeze neden olacak şekilde membran içeriye çekilerek içbükey konfigürasyona neden olmaktadır. Noktası en büyük retraksiyona umbo denir.

Timpanik membranı gözlemek için bir otoskoptan harici bir ışığı (Şekil 3. 11 ve Şekil 3. 12) işitsel kanala yönlendirmek gerekmektedir.



Şekil 3.11 Otoskopta muayene

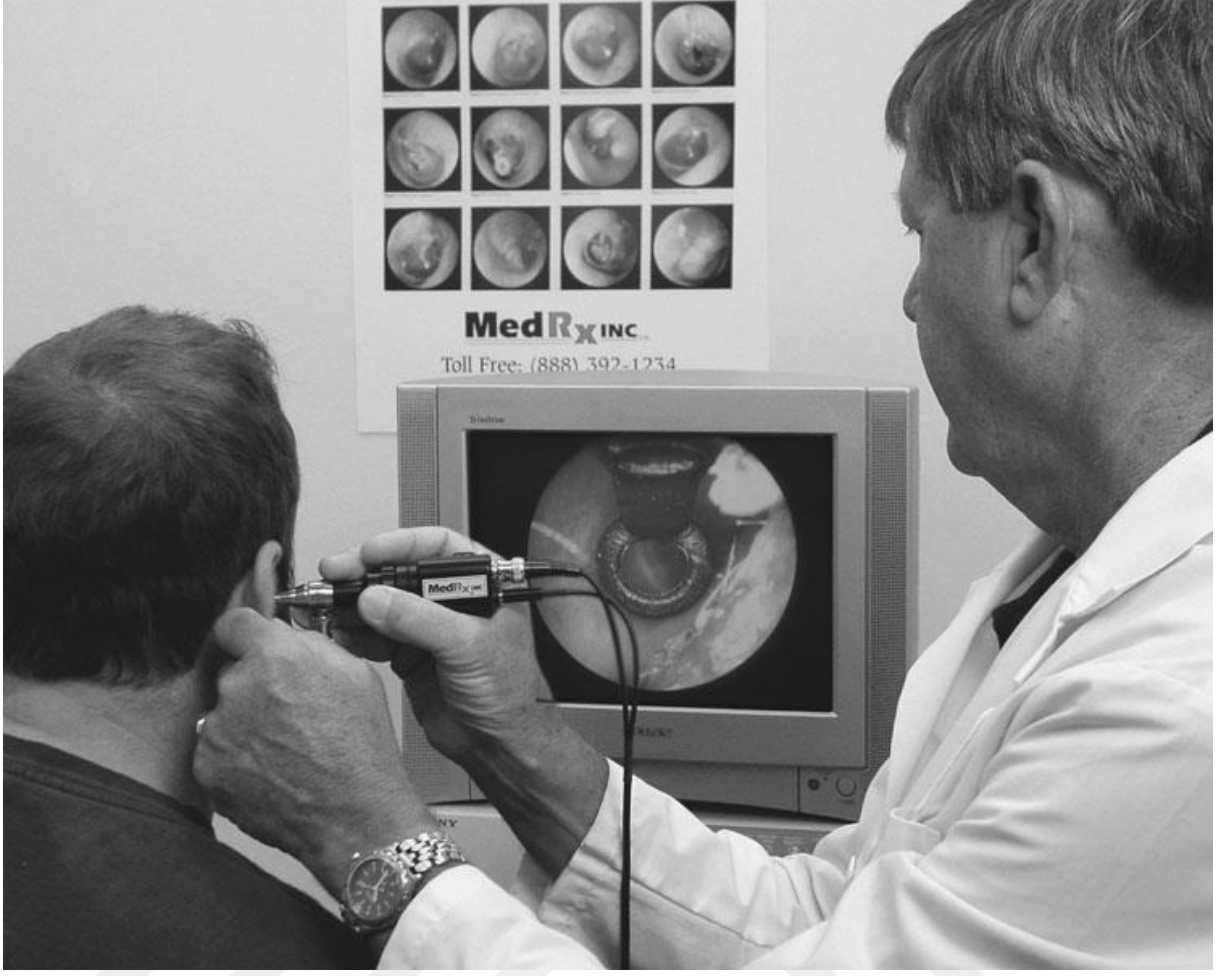
Dış kulak ve kulak kanalının dış muayenesi işitme değerlendirmesi için önemli bir önkoşuldur. Otoskoplar sıklıkla ters çevrilir, böylece otoskop kolu hastanın kulağını kolayca temizlenmesini ve görülmesini sağlar. Otoskop ile kanal içine daha iyi bakabilmek için pinna yukarı ve geri (bebekler için aşağı ve geri) çekilir (Martın ve Clark, 2012).



Şekil 3.12 Otoskop (Martın ve Clark, 2012)

Timpanik membran yarı saydam olduğundan, orta kulağın görünür hale gelmesi için ışık kullanmak gerekmektedir. Ancak, ışık ışınlarının bir kısmını membran yansıtır veya kırılmasına neden olur. Timpanik membranda genellikle ışık refleksi aşağı ve öne doğru koni şeklinde görünmektedir.

Tıbbi cihazlardaki modern atılımlardan biri video otoskoptur (Şekil 3. 13). Bir otoskop ayrı bir ışık kaynağı, fiberoptik kablo, video kamera ve renkli monitör ile birleştirilmektedir. Timpanik membranın görüntülenmesi otoskop içinden geçmez. Geleneksel yollardan değil de, video monitörü izleyerek, yapıların görülemediği yerlerde bile sadece bakan kişi tarafından değil aynı zamanda hasta ve diğer ilgili taraflar arasında da kabul edilmektedir. Cihazın hafızası daha sonra görüntülemek üzere fotoğraf çekmeye veya video kaydetmeye izin vermektedir.



Şekil 3.13 Video otoskopta muayene

Bir video otoskop, doktor ve hastanın her iki tarafında görebildiği bir video monitörde kulağın yapılarını görüntülemektedir. Burada serum tahliyesi için standart spekulum yerine bir küret kullanılır (Martın ve Clark, 2012).

Kulak kepçesi ve dış işitsel kanal, ses dalgalarının içinden geçtiği bir rezonans tüpü sağlar ve timpanik membran işitsel olaylar zincirindeki ilk mobil bağlantıdır. Basınç ile timpanik zara çarpan dalgalar, aynı şekilde titreşmesine neden olur. Harici işitsel kanala giren seslerin spektrumu timpanik membranın hareketine bağlı olduğu malleusun özdeş titreşimine neden olmaktadır.

Dış Kulağın Gelişimi: İnsan embriyosunun oluşumundan yaklaşık 28 gün sonra, başın ve boyunun içinde gelişecek olan dokunun her iki tarafında kabarmalar ortaya çıkmaya başlar. Bunlar, faringeal kemerlerdir. Oluklar veya yarıklarla ayrılmış altı kemer gibi sert olabilir, sadece önemli bilgiler elde edilebilir.

İlk üçü: mandibular kemer, hyoid kemer ve glossofarengeal kemerdir. Bu kemerler üç katmana, ektoderm veya dış katmana sahip olduğu bilinmektedir; endoderm veya iç yüzey ve mezoderm veya iç çekirdektir. Her bir kemer dört bileşen içerir: mezodermden gelen bir arter, kas ve kıkırdak ve ektodermden oluşan bir sinir.

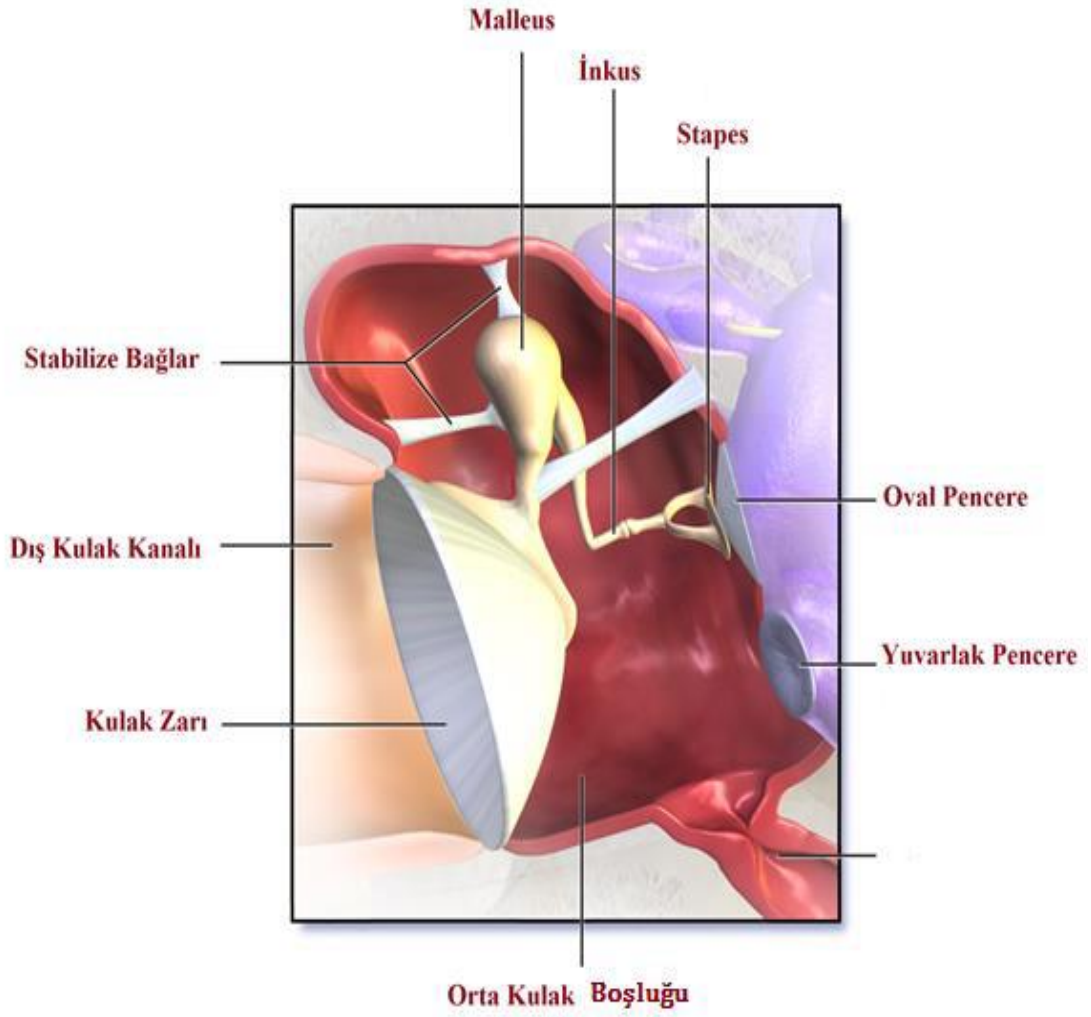
Kulak kepçesi gelişimi ikinci fetal aydan önce başlar. İlk kemerden oluşan tragus ve ikinci kemerden sarmal ve antitragus oluşmaktadır.

Dış işitsel kanal, ilk farengeal oluktan oluşur ve doğumdan sonrasına kadar çok sığdır. İlkel bir meatus yaklaşık 4. haftada oluşur ve 8. haftada timpanik membranın yakınında katı bir çekirdek oluşmaktadır. Katı çekirdek 28. haftadan itibaren kanalize olur (tüp veya kanal oluşturur), ancak bütün kemikli meatus yaklaşık ergenlik dönemine kadar tamamlanmaz. Dış işitsel kanalı çevreleyen temporal kemiğin pnömatisasyonu 35. haftada başlar, doğum anında hızlanır ve ergenliğe kadar tamamlanmaz. Timpanik membran halkası üçüncü fetal ayda oluşur. Dış tabakası zarın kendisi ektodermden oluşur; iç tabaka, endodermden ve orta katman, daha sonra vücudun bağ dokularını oluşturan bir embriyonik doku ağı olan mezodermden, ayrıca kan damarları ve lenfatik damarlar oluşturur. Timpanik membran ikinci embriyonik ayın başında oluşumuna başlamaktadır.

3.4.2.2. Orta Kulak

3.4.2.2.A. Orta Kulağın Anatomisi ve Fizyolojisi

Ortalama bir yetişkin orta kulak yapısı, yaklaşık 2 cm² oval, hava dolu bir alandır. Orta kulağın çatısı ince orta kulak boşluğunu beyinden ayıran kemik tabakadır. Orta kulak tabanının altında juguler ampul ve ön duvarın arkasında karotis arteri bulunur. İç labirent kulak medial duvarın arkasında uzanır ve mastoid işlem arka duvarın ötesindedir. Yanal orta kulağın bir kısmı timpanik membran içerdiğinden membranöz duvar olarak adlandırılır. Orta kulakta timpanik membranın üstündeki girinti boşluğa epitimpanik denir. Şekil 3. 14'de gösterildiği gibi, orta kulak timpanik membran ile dış işitsel kanaldan ayrılmaktadır.



Şekil 3.14 Orta kulak (https://en.wikipedia.org/wiki/Middle_ear)

Orta kulak nazofarinks bölgesi boğazın arkası ve burun, östaki borusu aracılığıyla iletişim kurar. Orta kulak; kulak, burun ve boğaz iletişiminde yer alan, östaki borusu ile bağlantılıdır.

Yüzeyi de dâhil olmak üzere tüm orta kulak yapısı orta kulağın içindeki timpanik membran, aynı mukoza ile kaplanır. Bu mukoza zarının çoğu kirpik benzeri yapıdadır; yani, en üstteki hücreler rüzgârdaki buğday tarlasına benzer bir hareket sağlayan küçük tüy benzeri çıkıntılar olan kirpikleri içerir. Kirpiklerin hareketi, östaki borusundan aşağı ve dış parçacıkları hareket ettirerek orta kulağı temizlemeye yardımcı olan bir silme hareketi oluşturmaktadır.

Östaki Borusu: Östaki borusu orta kulağa 30 derece açıyla anterior olarak girer ve yaklaşık 36 milimetre boyunca nazofarinks içine geçmektedir. Tüp, siliyer epiteli ile kaplıdır ve altta olan doku, üçte biri kemik ve üçte ikisi de kıkırdaktır. Yetişkinlerde, tüp normal olarak kıkırdak yay mekanizması tarafından kapalı tutulur ve nazofarinks içindeki tüpün ağzındaki üç kasın hareketiyle açılmaktadır.

Uyanıkken östaki tüplerimiz dakikada bir kez açılır; uyku sırasında ise ortalama her beş dakikada bir kez açılmaktadır. Bebeklerde östaki borusu uzunluğuna göre daha kısa ve geniştir ve yetişkinlerde olduğundan daha yatay bir düzlemedir. Nazofarinks içindeki östaki borusunun deliği, bebeklerde yaklaşık 6 aylık olana kadar açık kalma eğilimindedir.

Orta kulağın hava basıncı, hareketliliğini en üst düzeye çıkarmak için timpanik membranın her iki tarafında basıncının eşit olması gerekmektedir. Havanın orta kulak dokuları tarafından emilmesi, basınç eşitleme sistemine duyulan ihtiyacın ana nedenidir. Bu basınç dengelemesinin korunmasının tek yolu östaki borusudur. Birçok insan daha yüksek veya daha alçak bir seviyeye uçarken veya araba sürerken, kulakta dolgunluk deneyimini yaşamaktadır. Yükselme sırasında, bu dolgunluk dış kulak kanalındaki hava yüksek hale geldiğinde ortaya çıkar, orta kulak yer seviyesinde basınçta kalmaktadır. Dolgunluk hissi, timpanik membran orta kulak içinden daha büyük bir basınçla dışarı doğru itildiğinde oluşmaktadır. İnişin ardından, orta kulaktaki basınç dış kulak kanalından daha az olabilir, böylece timpanik membran içeri itilmektedir. Timpanik zarın içeri veya dışarı itilmiş olup olmadığı algıları aynıdır. Basit bir çözüm olarak dolgunluk esnasında, östaki borusunu; yutma işlevi, esnemek veya sakız çiğnemek ile açılmaktadır, böylece basınç eşitlenebilir.

Tüpün normal işlevi, hava basıncını eşitlemek olduğundan, daha düşük hava basıncından daha yüksek hava basıncına hareket etmek daha travmatiktir. Aşırı basınçlarda östaki borusu kapanmaya kilitlenir, basınç dengelemesini imkânsız hale getirir büyük ağrı ve timpanik zar yırtılması olasılığı yüksektir. Uçuş sırasında östaki borusunda güçlük çeken insanlar için yeni bir kulak tıkacı geliştirilmiştir.

Mastoid: Kulağı saran kafatasının bazı kemiklerinin katı olmadığını, aksine yüzlerce hava hücresiyle peteklendiğini göstermektedir. Bu hücreler temporal kemiğin pnömatik mastoidini oluşturmaktadır. Orta kulak, mastoid ile iletişim kurmak için aditus ad antrum denilen bir alana açılmaktadır. Kulak arkasındaki kemik çıkıntılarına mastoid çıkıntı denir.

Orta Kulağın Pencereleeri: İç kulağın kemikli kısmının bir kısmı orta kulak boşluğuna uzanmaktadır. Bu tarif edilen kokleanın bazal dönüşünden kaynaklanmaktadır. Bu çıkıntı, promontoryumdur ve orta ile iç kulak arasındaki iki bağlantıyı ayırmaktadır. Promontoryumun üstünde oval pencere ve altında ise her ikisi de adlarından türetilen yuvarlak pencere yer almaktadır. Yuvarlak pencere çok ince, ancak sert ve elastik bir zarla kaplıdır. Oval pencere, insan vücudunun en küçük kemiği olan, stapes tabanını destekleyen bir membranla doldurulur.

Orta Kulaktaki Kemikçikler: Hava ile doldurulmuş dış işitsel kanaldan sıvı dolu iç kulağa ses dalgaları taşıma işlevini yerine getirmek için, orta kulak kemikçikleri adı verilen çok küçük üç kemik bulunmaktadır. Bu kemiklerin her biri, şeklini açıklayan bir Latince isim taşır: malleus, incus ve stapes (çekiç, örs ve üzengi). Malleusun manubrium (sapı) timpanik membranın orta (lifli) tabakasına gömülüdür; timpanik membranın üst kısmından merkezine (umbo) kadar uzanmaktadır. Malleusun başı incusun gövdesine bağlıdır ve bu bağlantı bölgesi aditus ad antrumuna (veya epitimpanik girintiye) kadar uzanmaktadır

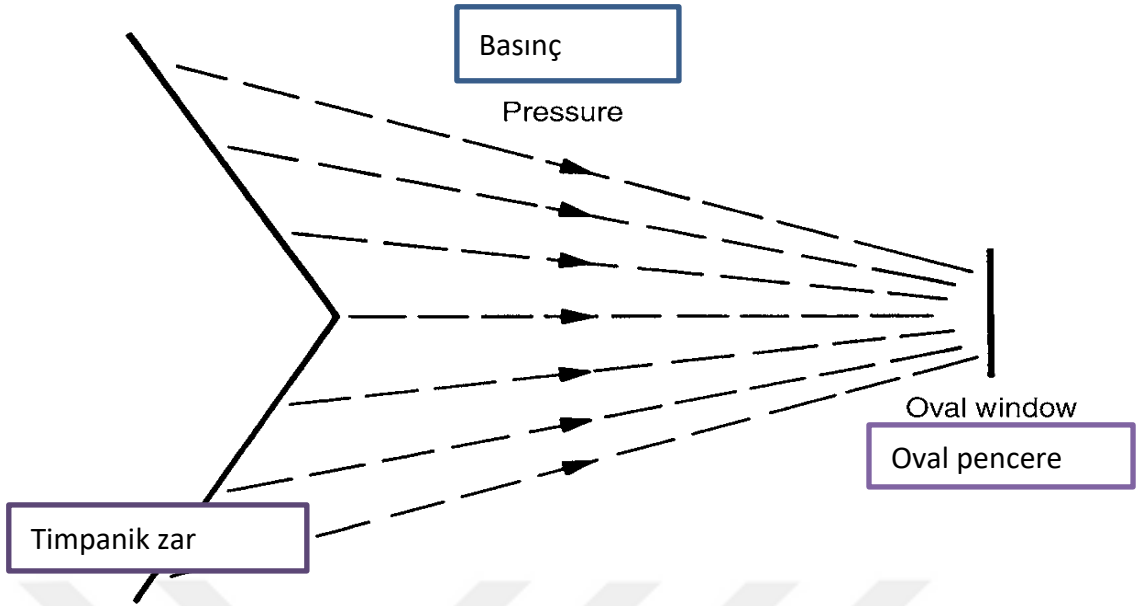
Malleus ve incus oldukça katı bir şekilde bağlandığından, timpanik membranın umbosunun içe ve dışa doğru hareketi bu iki kemiğin dönmesine neden olmakta, böylece bu kuvveti stapeşe aktarmakta ve bu da oval pencerenin içe ve dışa doğru hareketiyle sonuçlanmaktadır. Şekil 3. 15'deki fotoğraf, kemikçiklerin ne kadar küçük boyutlu olduğunu göstermektedir.

Timpanik membranın titreşimleri, ossiküler zincir boyunca oval pencereye iletilmektedir. Zincir (2 ile 6 mm uzunluğunda), yaklaşık 800 Hz üzerindeki sesleri iletirken tek bir ünite gibi davranmaktadır. Orta kulağın tasarlandığı enerji dönüşümünü sağlayan bu kemikçiklerin hareketidir.



Şekil 3.15 İnsan kulağına ait üç kemiğin bir kuruş ile karşılaştırılması (Martın ve Clark, 2012).

Ortalama yetişkin timpanik membranı 85 ile 90 mm²'dir, ancak etkili titreşimli alan sadece yaklaşık 55 mm²'dir. Bu titreşimli alan oval pencerenin 17 katıdır. Bu nedenle, timpanik membranın daha geniş bir alanı üzerinde toplanan ses basıncı oval pencerede yoğunlaşır, bu da ses basıncını, bir başlığın veya parmağın açıklığının üzerine yerleştirilmesiyle bir hortumun su basıncını arttırmasıyla aynı şekilde artar. Bu suyun hacmi değil daha fazla basınç olduğunu göstermektedir. Şekil 3. 16'daki çizim bu hareketi göstermektedir. Orta kulağın mükemmel mühendisliğine rağmen, kulak zarı için verilen tüm ses basıncı iç kulağa iletilmez çünkü orta kulak mekanizması bir empedans eşleştirme cihazı olarak % 100 verimli değildir.



Tympanic membrane

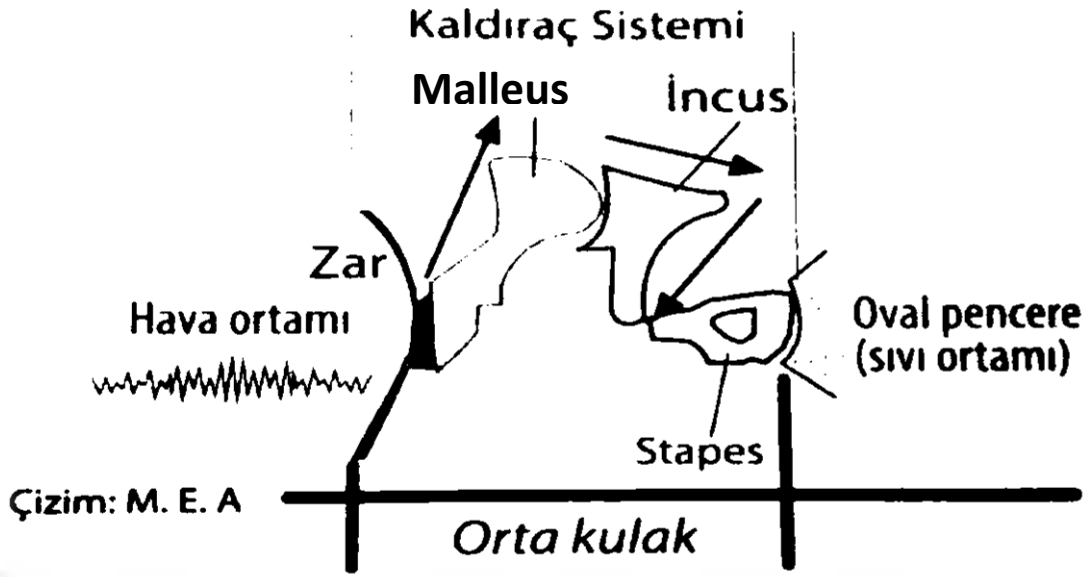
Şekil 3.16 Timpanik membranın oval pencereye yaptığı basınç

Timpanik membranın yüzey alanı üzerinde toplanan ses basıncı konsantredir. Oval pencerenin(daha küçük)yüzey alanı üzerinde, böylece basıncı artırır (Martin ve Clark, 2012).

Kemikçik zincirinin kütlesi (malleus 25 mg, incus 25 mg, 2.5 mg stapes), kaldıraçların fiziksel yasalarından yararlanarak Şekil 3. 17 bu basit prensibi göstermektedir. Kaldıraç sayesinde, stapes taban plakasında alınan kuvvet, malleusta uygulanandan daha büyüktür.

Bu şekilde, timpanik membran yer değiştirmesinin oval pencere yer değiştirmesine oranı yaklaşık 1.3: 1 artmaktadır. Osiküler zincir gerçekte bir eksen üzerinde ileri geri sallanır ve oval penceredeki bantların hareketi bir pistondan ibaret değildir.

Artan basıncın ve malleusun kol hareketinin kombine etkileri, oval pencerede havadaki sesin doğrudan üzerine çarpması durumunda 23 kat daha fazla bir basınç artışı ile sonuçlanır. Bu değer, ossiküler zincir olmadan havadan sıvıya empedans uyumsuzluğunun neden olacağı 28 dB kaybına oldukça yakın olan yaklaşık 30 dB'e eşdeğerdir. Timpanik membranın düz değil, konik olması, empedans eşleştirme işleminde kuvveti artırarak ve hızı azaltarak hafifçe yardımcı olur, çünkü malleusun sapı timpanik zar ile aynı genlikte hareket etmez.



Şekil 3.17 Kaldıraç sistemi (Ağaç, 2016)

Orta Kulaktaki İşitsel Olmayan Yapılar: Orta kulak, işitme ile ilgili olmayan birkaç yapı içermektedir. Fasiyal (VII. Kranial) sinirin bir kısmını içeren fallop kanalı, orta kulaktan, medial duvarında bir çıkıntı olarak geçmektedir. Fallop kanalı, mukoza zarı ile kaplanmış kemikli bir kanaldır. Fasiyal sinir, işitsel (VIII. Kranial) sinirin yanında, beyin sapına giderken uzanmaktadır. Korda timpan sinir, orta kulak boşluğundan geçen yüz sinirinin bir dalıdır.

Bu sinir, dilin bir tarafının anterior üçte ikisinden gelen tat hissi hakkında bilgi taşımaktadır. Ne yazık ki, korda timpani orta kulak ameliyatı sırasında sıklıkla tıkanıklık yapmaktadır. Bazen sinir, ameliyat alanının görünürlüğünü artırmak için yanlışlıkla veya kasıtlı olarak feda edilmektedir. Korda timpaninin sinirlerinin cerrahi olarak ayrılmasından kaynaklanan değişiklikler, birkaç ay sonra sıklıkla kaybolur.

Orta Kulak Kasları: Her biri orta kulakta ana işlevleri tartışılmaya devam eden iki kas etkindir. Bu kasların kasılmalarının, ossiküler zinciri sertleştirerek ve içine giren sesleri yüksek sesle ve dolayısıyla potansiyel olarak zarar veren sesleri azaltarak iç kulak için koruyucu bir fonksiyona hizmet edebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, refleksin gecikmesinin, iç kulağı, silah sesleri gibi dürtüsel seslerden korumak için çok uzun olduğu bilinmektedir.

Stapedius kası (uzunluk 7 mm, kesit 5 mm²) orta kulağın arka (mastoid) duvarından kaynaklanır. Stapedius tendonu mastoid duvardaki küçük bir delikten çıkar, ancak kasın kendisi yüz kanalının yanında bir kanaldadır. Tendon, stapes boynunun arka kısmına bağlanır.

Stapedius kası kasıldığında, stapes yana doğru hareket eder ve oval penceredeki zarı gererek titreşimin genliğini azaltır. Stapedius kası kasılmasının, gürültünün düşük frekanslı bileşenlerini hafifleterek gürültünün kelime tanınmasını iyileştirmeye yardımcı olması mümkündür. Stapedius kası fasiyal sinirin bir dalı tarafından inerve edilir. Stapedius kasını stapes'e bağlama işlevine ek olarak, stapedius tendonu da incusun lentiküler sürecine kan sağlar.

Tensör timpan kasları (uzunluk 25 mm, kesit 5 mm²) de küçük bir kemik boşluğuna sarılmıştır. Bu kastan tendon, malleusun manubriumuna girer ve kasılma üzerine malleusu timpanik şekilde hareket ettirir membran gerginleşir. Tensör timpaninin innervasyonu trigeminal (Kraniyal) sinirdendir. Hem stapedius hem de tensör timpan kasları refleks ve bilateral olarak yanıt verir, ancak insanlarda sadece stapediusun sese yanıt verdiği düşünülür. Örneğin, sağ kulağa yüksek ses çıkarması, hem stapedius hemde tensör timpani kaslarının büzülmesine neden olur.

Orta Kulağın Gelişimi: Embriyonik veya fetal gelişim sırasında, spesifik anatomik alanlar oluşur veya farklılaşır. Dış kulak gibi, orta kulak ve östaki borusu da ilk iki kemerle sınırlı olarak, farengeal ark sisteminden oluşur. Dış kulakta ve vücudun tüm alanlarında olduğu gibi, gelişimsel kilometre taşları biraz değişkendir ve zaman zaman yaklaşık olarak görülmelidir.

Hem orta kulak boşluğu hem de östaki borusu, endoderm ile kaplı ilk farengeal keseyi oluşturur. Gebelik sırasında, orta kulak boşluğu, kemikler gelişirken embriyonik mezodermi oluşturan yaygın hücre ağı ile doldurulur. Bu boşluklara sınır veren kırıpkıli epitel de endodermden kaynaklanır. Oval pencere, yaklaşık 47. gebelik haftasında meydana gelmektedir.

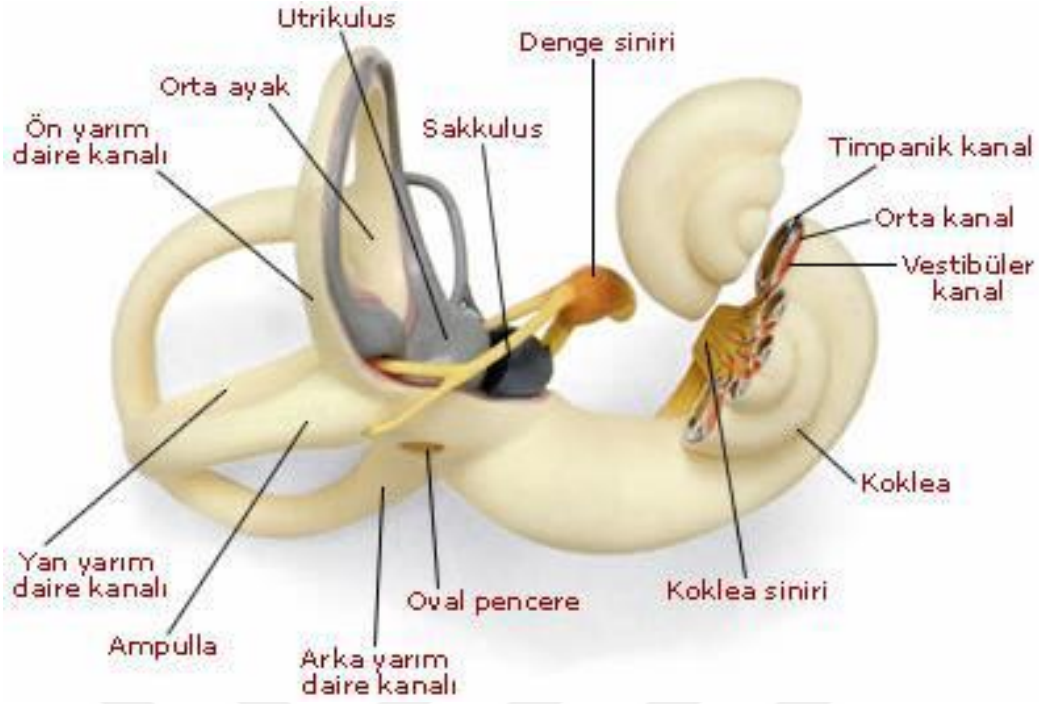
Kemikler ilk ve ikinci faringeal kemerlerdeki kıkırdak şeklinde oluşmaktadır. Incuomalleal eklemi oluşturan incus ve malleusun üst kısımları ilk kemerden gelir. Incus ve malleusun alt kısımları ve stapes üst yapısı ikinci kemerden gelir. Stapesin tabanı otik kapsülden oluşur.

Yaklaşık 29 ile 32 gün sonra, malleus ve incus olacak doku formları 12. cenin haftasında, kemikler farklılaşır ve kırıkdağı yapılar kemikleşmeye başladığında 16. haftada tamamen oluşur. Malleus ve incusun neredeyse tamamen ossifikasyonu 21. haftada gerçekleşmektedir. 24. haftada incusun ve stapesin hızlı bir şekilde kemikleşme gösterir. Orta kulak kasları mezenkimden, ilk kemerden tensör timpaniden ve ikinci kemerden stapediustan kaynaklanır.

3.4.2.3. İç Kulak

3.4.2.3.A. İç Kulağın Anatomisi ve Fizyolojisi

İç kulak, kemik labirenti olarak adlandırılan temporal kemiğin petröz kısmı içindeki bir dizi kanal ve oyuktan oluşmaktadır. Tüm iç kulak küçük parmağımızın ucundan daha küçük yapıya sahiptir. Koklea spiraller yaklaşık $2\frac{3}{4}$ döner kafatası içinde yer kazanmak için, çünkü sarmal halde yaklaşık 35 mm uzunluğundadır (Yost, 2013). Kokleanın daha geniş kısmına taban denir ve kokleanın ucu apeks olarak adlandırılır. Kokleanın tabandan tepeye yüksekliği sadece yaklaşık 5 mm'dir. Şekil 3. 18'in sol tarafında, vestibüler sistemin üç yarı dairesel kanalını görebilirsiniz. Bu üç yarı dairesel kanal üç koordinat düzlemde yönlendirilir ve öncelikle başın açısal ivmelerine cevap verir. Vestibül, koklea ve yarı dairesel kanallar arasında yer alan kemikli labirentin alanıdır. Vestibülün içinde, diğer iki vestibüler organ olan sakkül ve utrikül bulunur. Sakkül ve utrikül genellikle otolit organları olarak adlandırılır ve öncelikle başın doğrusal ivmelerine cevap verir. Vestibül aynı zamanda oval pencerenin konumunda olup, ossiküler zincirin stapes ayak tabanı kokleaya bağlanır. Yuvarlak pencere orta kulak iltihabı ve işitme arasındaki kemik labirentin koklear kısmında küçük bir açıklık kaplı bir zardır. İç kulak sıvı ile doldurulur ve koklea içinde titreşimler oluşacaksa, oval pencerede stapeslerin karşılıklı hareketleri (dışarı ve içeri) yuvarlak pencere membranının hareketleri (içeri ve dışarı) olmalıdır.



Şekil 3.18 İç kulak yapıları (Lee, 1999)

Zar labirent iç kulağın kemikli labirentinde asılı kalan membranöz bir labirenttir. Membran labirenti, kemik labirentinin aynı genel şekline sahiptir. Membran labirenti, işitsel ve vestibüler duyu hücrelerinin bulunduğu yerdir. Şekil 3. 19, kemikli ve membranlı labirentlerin koronal kesitinin bir çizimini göstermektedir. Tüm iç kulak sıvılarıyla doludur; ancak, membranöz labirent içindeki akışkan, Tablo 3. 4'te tarif edildiği gibi kemikli labirent içindeki (zardaki labirenti çevreleyen) akışkandan farklıdır. Kemikli labirent, serebral omurilik sıvısına benzeyen perilenfa adı verilen sıvı ile doldurulur.



Şekil 3.19 Kemik Labirenti ve membranöz Labirenti gösteren temporal kemiğin petröz kısmının kesiti (Martın ve Clark, 2012).

Tablo 3.4 İç kulaktaki sıvıların iyonik bileşimi ve serebral spinal sıvı

Sıvı türü	Potasyum (mEq/litre)	(K) Sodyum (mEq/litre)	(Na) Protein (mg %)
Beyin Omurilik Sıvısı	4 (K)	152 (Na)	20–50
Endolenf	144 (K+)	5 (Na+)	126
Perilenf	10 (K+)	140 (Na)	200–400

Miliekivalent bir ekivalent ağırlığının binde biri olarak tanımlanmaktadır. Her bir solüsyonun bir ml'si bir miliekivalent (mEq/litre) madde içermektedir.

Stapes ayak tabanı, şekli nedeniyle denilen oval pencereye tam olarak oturur. Oval pencere, orta kulak ile iç kulak arasındaki boşlukta yer almaktadır. Giriş yoluna antre denir; bir evin içindeki giriş holü birkaç farklı odayla iletişim kurabilecek bir alan olduğu gibi iç kulağın çeşitli odalarına erişilebilecek bir alanda mevcuttur. Giriş deliği perilenfa adı verilen bir sıvı ile doldurulur. İç kulağın vestibüler kısmında denge organlarının bulunduğu yer bulunmaktadır. İç kulağın denge (vestibüler) ve işitsel (koklear) kısımları arasındaki bağlantılar anatomik ve fizyolojik olarak burada öğrenme kolaylığı için ayrı ayrı ele alınır, fakat her ikisi de karmaşık bir şekilde bağlanır.

Vestibüler Mekanizma: Birçok hayvanda olduğu gibi, dengeyi korumak için insan yeteneği, beyincikte kontrol edilen etkileşimler olan çeşitli vücut sistemlerinden gelen bilgilere bağlıdır. Bu sistemler görsel, propriyoseptif ve vestibüler girdileri içermektedir. Görsel sistem, vücudun yönlendirmesi üzerine çevredeki nesnelere doğrudan bilgi sağlar ve gözlerin görme kabiliyetine ve çevreyi görünür hale getirmek için yeterli ışığın varlığına bağlıdır. Propriosepsiyon, dokularda vücudun kasları ve tendonları gibi destekleyici yapılardan alınan somatosensörük uyarıcılarla ilgilidir. Bu uyarılar vücut parçası konumlandırma algısını sağlar. Vestibüler sistem yerçekimi ve atalet kuvvetlerine dayanmaktadır. Girişin içinde utrikul ve sakkul denilen membranöz keseler vardır.

Her iki kese perilenfa ile çevrilidir ve başka bir sıvı içerir, endolenfa denilen sıvıya çok benzerdir. Kese, kapsülden biraz daha küçüktür. Utrikul içindeki denge için uç organ (macula acoustica utriculi) altta bulunur ve kese içindeki uç organ (macula acoustica sacculi) yan tarafta bulunur.

Utrikuldan kaynaklanan, aynı zamanda membranöz, endolenf içeren ve perilenf ile daha büyük bir kemikli mağarada çevrili olan üst, yan ve arka yarım daire biçimli kanallardır. Üç kanalın her biri, ampulla adı verilen genişletilmiş bölgelerden tekrar utrikula dönmektedir. Her ampulla bir denge hissi sağlayan bir uç organ (crista) içermektedir. Yarı dairesel kanallar, uzaydaki tüm boyutları kapsayacak şekilde birbirlerine dik olarak düzenlenmiştir. Herhangi bir açısal ivmelenme ile, en az bir yarım daire şeklindeki kanal uyarılmaktadır.

Kafa hareket ettiğinde, antre içindeki sıvılar ataletleri nedeniyle geride kalma eğilimindedir. Bu şekilde sıvılar, vestibüler mekanizmayı uyaran harekete geçirilir. Utriculosaccular mekanizma, doğrusal ivmelenmeyi yorumlamaktan sorumludur ve bu mekanizma sayesinde, bir asansör veya otomobilin ne zaman hızlandığı veya yavaşladığı algılanmaktadır. Utrikül ve sakkül, saniyede santimetre cinsinden ölçülebilen doğrusal hız değişim oranı ile uyarılmaktadır. Yarı dairesel kanallar açısal hızlanma reseptörleri veya açısal hızın değişim oranını vermektedir. Bu reseptörler, örneğin, vücudun dönmekte olduğu dakikadaki devir sayısındaki artışı veya azalışı rapor eder. Böylece açısal ivme, saniye kare başına derece cinsinden ölçülebilir.

Vestibüler mekanizmalar hasar gördüğünde veya hastalandığında vertigo denilen ortak bir semptom ortaya çıkar. Beyindeki işitsel sinirin vestibüler kısmı ile okülomotor sinir arasındaki bağlantılar nedeniyle, nistagmus denilen gözlerin hızlı bir sallanma hareketi meydana gelir. Nistagmus, birinin görüp görmediğine bakılmaksızın, her zaman vertigo ile ortaya çıkar ve vestibüler rahatsızlık durumunda kendiliğinden oluşabilir. Gerçek vertigoyu baş dönmesi, sersemlik veya düşme eğilimlerinden ayırt etmek önemlidir; bu da gerçek dönme hissine neden olmaz.

Vestibüler Anormallik Testleri: Bir süredir, vestibüler sistemin normalliğini belirleme girişimleri yapay stimülasyon üzerine odaklanmıştır. Bir testte hasta mekanik olarak kontrol edilen rotasyona sahip bir sandalyeye yerleştirilir. Bir dönme periyodunu takiben gözler nistagmus için incelenir. Nistagmus'un varlığı, derecesi ve türü, denetçinin "normal" kavramıyla karşılaştırılır.

Otologlar veya odyolog ofisinde yönetmek için oldukça kolay bir testtir kalorik testi. Labirentin uyarılması; soğuk, ılık su veya havanın timpanik membrana karşı “yıkılması” ile gerçekleştirilir ve sıcaklıklar aslında normal vücut sıcaklıklarının biraz altında veya üstünde değişmektedir.

Normal vestibüler sistemleri olan hastalarda, soğuk su veya hava kullanıldığında sonuç, sulanan kulaktan hızlı hareket eden ve yavaş hareket eden nistagmustur. Sıcak su veya hava kullanıldığında, nistagmus yönü tersine çevrilir. Yanıtların normal, yok, hiperaktif veya hipoaktif olarak yorumlanması son derece özeldir ve bu testin yöneticileri arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir.

Elektrik potansiyelinde kornea (pozitif yük) ve gözün retinası (negatif yük) arasında bir fark vardır. Bu gerçeğin bilgisi, nistagmus tarafından üretilen potansiyeldeki değişiklikleri ölçmek ve vestibüler testlerin nesnellliğini arttırmak için elektronistagmografi (ENG) adı verilen bir cihazın geliştirilmesine yol açtı. Bu cihaz, bir kağıt çizelgede kalıcı bir kayıt olarak gösterilebilen veya bir bilgisayar terminalinde sergilenen ve kaydedip / veya yazdırılabilen nistagmusun hızını ve yönünü ölçmeye izin verir. Çoğu ticari ENG, sulama için suyu kesin sıcaklıklara (30 ° ve 44 ° C) ısıtır ve soğutur ve öngörülen süre boyunca (40 saniye) uygun miktarda (250 mililitre) püskürtür. Hava kalorileri için biraz daha uzun sulama gerekir. Tüm bu otomatiklik manuel test yöntemlerine göre önemli bir avantaja sahiptir, ancak en önemlisi kalıcı ve doğru bir sonucun mevcut olmasıdır Vestibülografide mikrobilgisayarların kullanımı, uyarıların daha iyi kontrolü ve yanıtların çözünürlüğü ile kalori testinden kaynaklanan gözbebeklerinin daha iyi ölçülmesini sağlar.

Şu anda çeşitli testler mevcuttur ve yazılım sürekli güncellenmektedir. Bilgisayarlar, çocuk sandalyeleri de dahil olmak üzere vestibüler sistemin fonksiyonlarını değerlendirmenin bir yolu olarak döner sandalyelerin yerleştirilmesine izin vermiştir.

Göz hareketindeki elektriksel potansiyel değişikliklerin ölçümü için gözlerin etrafına stratejik olarak yerleştirilmiş elektrotların kullanımı, büyük ölçüde, vestibüler testlere cevap olarak göz hareketlerini izlemek için küçük kameralar kullanan kızılötesi bir video sistemi ile değiştirilmiştir (Şekil 3. 20). Gözlüğün içindeki alan karanlık olup, kızılötesi ışık onlara görünmez olduğundan, test sırasında hastaların gözlerini açık tutmasını sağlar. Elektrotların yokluğu testi kolaylaştırır ve göz hareketleri bir video monitörde görüntülenebilir veya daha sonra incelenmek üzere videoya alınabilir.



Şekil 3.20 Vestibüler rehabilitasyon

Özel gözlükler, göz hareketinin gözlenmesi ve video kaydı baş dönmesi hastasını test ederken veya vestibüler rehabilitasyon gerçekleştirme (Martin ve Clark, 2012).

Bilgisayarlı vestibülografinin ortaya çıkmasından önce, bebeklerde ve küçük çocuklarda ENG testi yapmak neredeyse imkânsızdı. Cyr ve Møller (1988), gecikmeli veya anormal motor işlev göstermeleri durumunda ototoksik ilaçlar kullanıyorlarsa, kendiliğinden nistagmus olduklarından veya olduğundan şüpheleniliyorsa, nörolojik hastalık şüphesi varsa, çocukların vestibüler disfonksiyon için test edilmesini önermektedir. Muhtemelen duysal / sinirsel işitme kaybı olan çocuklar üzerinde mümkün olduğu sürece vestibüler testler yapılması tavsiye edilmektedir, çünkü çoğu görünüşe göre belirgin vestibüler anormalliklerden mustarıptir (Brookhouser, Cyr ve Beauchaine, 1982).

Yakın zamana kadar, vestibülografi, beyindeki görsel sistemler ve denge arasındaki bağlantılar olan vestibülo oküler reflekslerle sınırlıydı. Vestibulospinal refleksleri ölçerek hareketi koordine etme yeteneğini değerlendiren bilgisayarlı dinamik postürografi (CDP) de dâhil olmak üzere diğer merkezi sinir sistemi etkileşimlerinin yeni arayışları vardı.

Şu anda mevcut olan testlerin çoğu, bilgisayarların vestibüler fonksiyonun ölçülmesine doğrudan girişiyle ilgilidir. Hastaların durdukları platform olarak postural duruşlar ölçülürken çeşitli açılardan döndürülerek, CDP günlük hayatta karşılaşılan koşulların simülasyonu yoluyla dik dengenin kantitatif bir değerlendirmesini sağlar (Şekil 3. 21). CDP, dengeye katkıda bulunan duyuşal, motor ve biyokimyasal bileşenleri izole ederek, hastanın bu bileşenleri tek tek kullanma ve dengeyi korumak için birlikte kullanma yeteneğini analiz eder.

CDP'deki test protokollerinin bazıları, hastanın çeşitli günlük yaşam görevleri için fonksiyonel kapasitelerine dair görüş sağlarken, diğerleri bir denge bozukluğunun nedenini belirlemeye yardımcı olur (Nashner, 1993). CDP testi sonuçları spesifik altta yatan hastalık süreçlerinin tanısında yardımcı olabilir.

Bilgisayarlı dinamik postürografi, vestibülografi ve vestibülerle uyarılmış miyojenik potansiyeller, iç kulak hastalıkları ve merkezi sinir sistemi hastalıklarının teşhisine yenilikçi ve heyecan verici özellikler katmaktadır. Bununla birlikte, denge fonksiyon testleri tıbbi öykü, tıbbi muayene ve odyometrik bulgularla birlikte düşünülmeli ve odyologların klinik olarak bu tür prosedürlere daha fazla dâhil edilmesi gerektiği bilinmelidir.

Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (VEMP): Hastanın vestibüler sisteminin durumuna ışık tutabilir. VEMP, doğrusal ivmeyi algılayan vestibüler uç organlardan biri olan sakkülün akustik stimülasyonundan üretildiğine inanılan ses uyarımlı bir kas refleksidir. Bu refleksin amacı, öngörülemeyen hareketlere cevap olarak kafayı sabitlemek olabilir. Uyarılmış potansiyel tekniklerle ölçülen yanıt, trapezius veya sternocleidomastoid kaslar da dâhil olmak üzere çeşitli kaslardan kaydedilebilir; bir akustik uyarıcı bir kulağa sunulduğunda, hasta keskin bir şekilde başını uyarılmış kulağın karşısındaki yöne çevirir. Kalorik veya döner sandalye testleri gibi periferik vestibüler fonksiyon ölçümlerinde normal sonuçlar verir, ancak anormal doğrusal hızlanma hissi bildirmektedir.



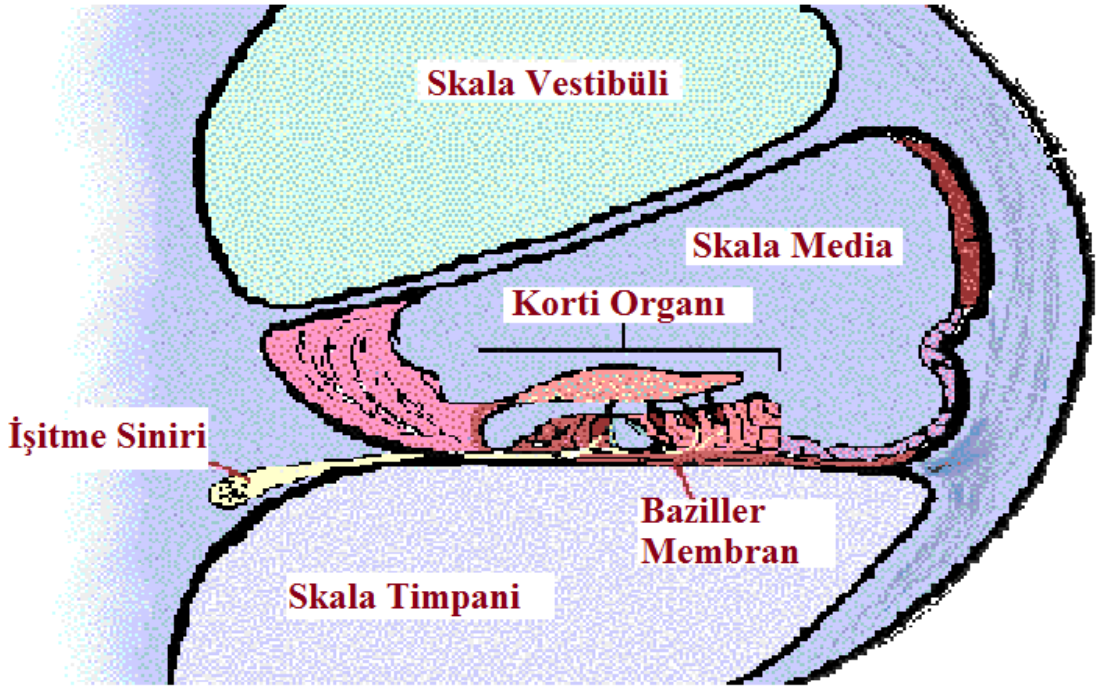
Şekil 3.21 Bilgisayarlı dinamik postürografi

Bilgisayarlı dinamik posturografi, hastanın durduğu platform çeşitli açılarda döndürüldüğü için postural duruşları ölçerek dik dengenin nicel bir değerlendirmesini sağlar (Martın ve Clark, 2012).

İşitsel Mekanizma: İç kulağın vestibüler kısımları, işitsel kısımlarla birlikte Şekil 3. 22'de gösterilmiştir. Koklea içindeki oval pencerenin ötesinde, vestibülün yakınlığı ve uzun bir salona benzerliği nedeniyle scala vestibuli diye adlandırılan yapı bulunmaktadır. Koklea'nın dibinde scala timpani yuvarlak pencereden başlayarak görülebilmektedir.

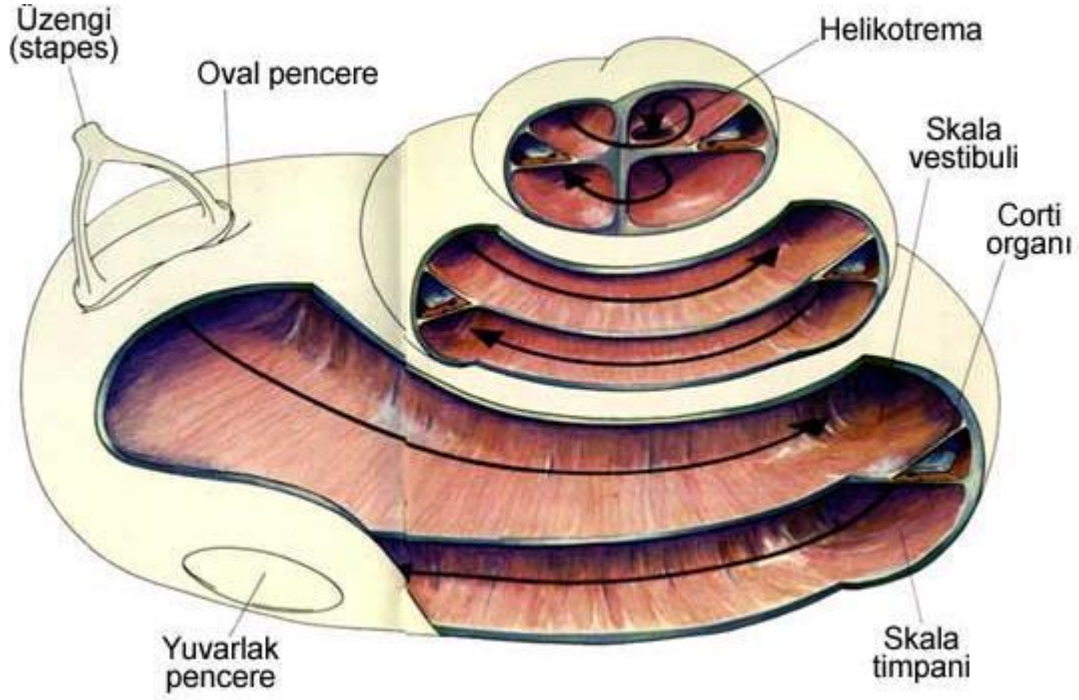
Bu kanalların her ikisi de, koklea zirvesinde helicotrema adı verilen küçük bir geçit boyunca sürekli olan perilyenfa sıvısını içermektedir.

Yaklaşık 60 Hz'in üzerindeki frekanslar için, helicotrema yoluyla çok az sıvı hareketi vardır, çünkü enerji, kokleanın sıvıları yoluyla zarların hareketi ile iletilmektedir. Açıklanan iki kanal arasında scala medya veya koklear kanal bulunmaktadır. Scala media, Reissner'in membran ile scala vestibuliden ve baziler membranı ile scala tympani'den ayrılır.



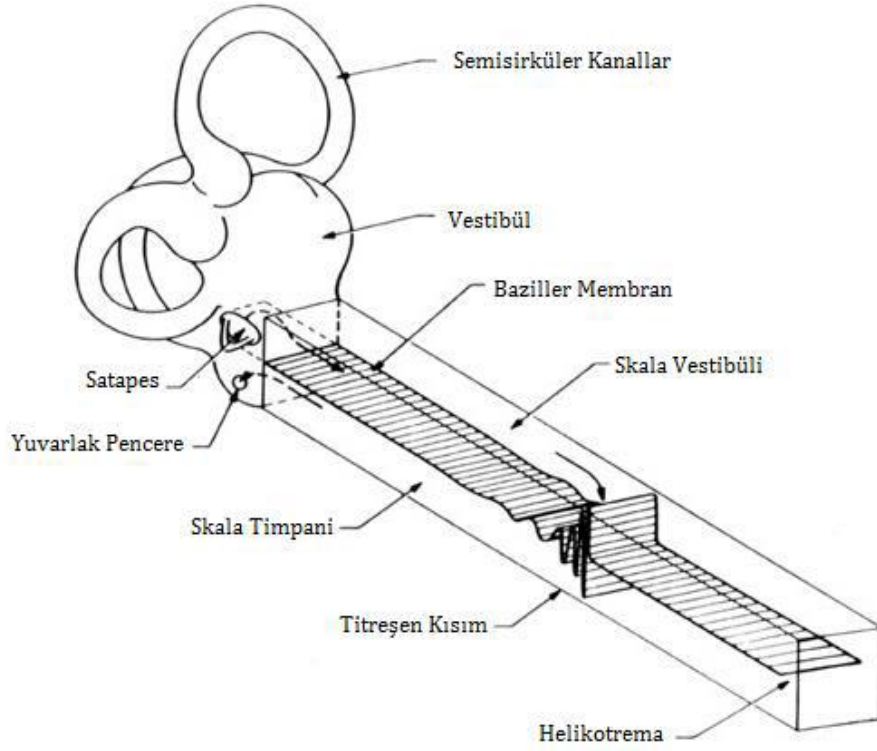
Şekil 3.22 Baziller membran (<https://faculty.washington.edu/chudler/hearing.html>)

Scala medyanın tam uzunluğu boyunca, scala medyanın üç duvarından biri olan baziler membran üzerinde bulunan corti organı yani işitme organı bulunmaktadır. Diğer iki duvar, Reissner'in membranından ve kemik labirentin bir kısmı tarafından oluşturulan kemikli bir raftan yapılmıştır. Bu raftan spiral ligamen, scala media ve ayrıca endolenfayı üreten ve kokleaya oksijen ve diğer besinleri sağlayan stria vascularis bulunmaktadır. Kan akımı ve sinir kaynağı, sarıldığı kokleanın merkezi çekirdeği olan modiulus yoluyla corti organına girer. Koklea'nın bir kesiti, Şekil 3. 23'te gösterilmiştir. Elektron mikroskobu tanıtımı ile son yıllarda iç kulağın anatomisi ve fizyolojisi hakkında bilinenlerin çoğu geliştirilmiştir.



Şekil 3.23 Kokleanın kesiti (Lee, 1999)

Baziler Membran: Baziler membran yaklaşık 35 mm uzunluğundadır ve bazal dönüşte 0.1 mm'den daha düşük genişlikte apikal dönüşte yaklaşık 0.5 mm'ye, bazal uçta geniş olan ve apekte dar olan koklear kanalın tersine değişmektedir. Fibröz baziler zar üzerinde yer alan üç ile beş paralel sıra 12.000 ile 15.000 arasında değişen miktarda dış saç hücresi ve bir sıra halinde yaklaşık 3.000 adet olan iç saç hücresinden oluşmaktadır. Dış ve iç saç hücreleri, Corti'nin kemeriyle birbirinden ayrılmaktadır. İşitsel sinir uçları baziler membran üzerinde bulunmaktadır. Bu sinir liflerinin bazıları saç hücrelerine bire bir ilişki içinde bağlanırken, diğerleri birçok saç hücresiyle temas etmektedir. Saç hücrelerinin kendileri yaklaşık 0.01 mm uzunluğunda ve 0.001 mm çapındadır. Her saç hücresinin üstünde bulunan stereocilia denilen saç benzeri projeksiyonlar bulunmaktadır. Stimülasyon sırasında bükülme yönü çok önemlidir. Kirpikler bir yönde kıvrılırsa, sinir hücreleri uyarılır; diğer şekilde bükülürlerse sinir impulsları inhibe edilir ve eğer yana eğilirse, hiçbir şekilde uyarılma olmaz. Bir koklear fonksiyon modelini gösteren bir akış şeması, Şekil 3. 24'te gösterilmiştir.



Şekil 3.24 Baziller membran üzerinde ilerleyen dalga teorisinin sistematik görünümü (Moller, 2000)

Koklea Fizyolojisi: Oval pencere, stapes tarafından hareket ettirildiğinde, taban plakasının etrafındaki halka şeklindeki ligament, koklea'nın bazal ucundaki perilenfayı gerer ve yer değiştirerek koklea'nın tepesine bir dalga iletir. İç kulağın sıvıları sıkıştırılmadığından, oval pencerede içe doğru yer değiştirdiklerinde, yuvarlak pencere zarının orta kulağa doğru hareket ederek iletmektedir. Bu nedenle, iki pencerenin faz dışı olduğu söylenebilir.

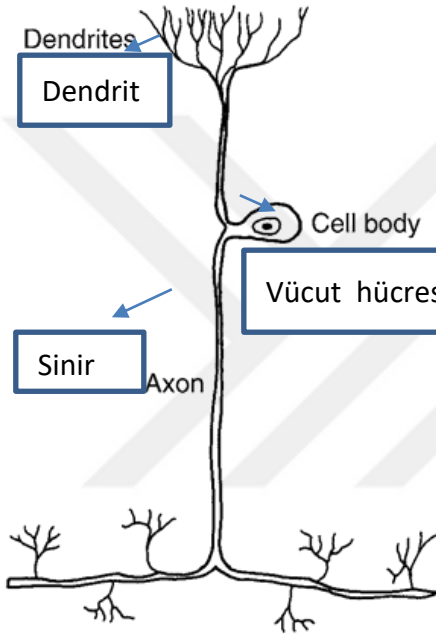
Scala vestibulilere verilen ses titreşimleri, Reissner membranı kullanılarak koklear kanala iletilmektedir. Böylece endolenf bozulur, bu nedenle titreşimler devam eder ve baziler membran benzer şekilde yer değiştirir, bu da yuvarlak pencere zarının salınmasına neden olur. Bu nedenle, iç kulağa verilen sesler, daima koklea tabanından tepeye doğru hareket eden dalga benzeri bir harekete neden olur. Bu hem hava hem de kemikten iletilen sesler için geçerlidir. Baziler membran boyunca verilen alanlar, bazı frekanslar için diğerlerinden daha fazla yer değiştirme göstermektedir. Daha uzun dalga boylarına sahip düşük frekanslı tonlar, apikal uca yakın maksimum yer değiştirmeyi gösterirken, daha kısa dalga boylarına sahip yüksek frekanslı tonlar bazal uca yakın maksimum yer değiştirmeyi göstermektedir.

Baziler membran iç kulaktaki titreşimlere diğer yapıların çoğundan daha fazla tepki verir. Corti organı bu membran üzerinde bulunduğundan, titreşimler kolayca iletilir. Dış saç hücrelerinin uçlarındaki stereocilia, iç kenarında ve bazı araştırmacılara göre dış kenarında da sabitlenmiş jelatinimsi bir kapak olan tectorial membrana gömülür. Baziler membran stapes giriş ve çıkış hareketi nedeniyle sıvı yer değiştirmesine tepki olarak yukarı ve aşağı hareket ettiğinde, saç hücreleri karmaşık bir şekilde kesilir(bükülür). Bu bükülmenin bir kısmı, baziler membranın ve tektorial membranın, yukarı ve aşağı hareket ettirildikçe zıt yönlerde biraz farklı dönüş ve kayma eksenlerine sahip olması ile kolaylaştırılmaktadır.

Dış saç hücrelerinin üç sırası, koklea içindeki sıvı kaynaklı dalganın “keskinleştirilmesinden” ve böylece frekans ayırmacılığını arttırmaktan sorumludur. Birçok koklear işitme kaybında meydana gelen dış saç hücresi hasarı, konuşma keskinliği, özellikle de arka plan gürültüsünde meydana gelen azalma ile birlikte bu keskinleşmeyi azaltır. Dış tüy hücreleri ayrıca iç tüy hücreleri tarafından sesin alımını arttırmakta ve böylece kendi tüy hücrelerini teknik zar ile temas ettirmektedir. Dış saç hücrelerinden gelen bu yardım olmadan, iç saç hücreleri, sadece 40 ile 60 dB SPL'in üzerindeki seslere yanıt veren Scala medyası içindeki endolenfatik sıvının hareketinden uyarılma ile sınırlıdır. Bu seviyelerin altındaki işitme kaybı, öncelikle dış saç hücresi hasarına atfedilmektedir. Daha ileri derecede işitme kaybı, hem dış hem de iç saç hücrelerine zarar verebilir.

Corti organının mekaniği, baziler zarın yukarı ve aşağı yönlerde, yan yana ve uzunlamasına hareket etmesinin yanı sıra dış saç hücrelerinin aktif bir hareketliliğinden kaynaklanan çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Kokleaya verilen elektrik tepkisinin boyutu, saç hücrelerinin veya üstlerindeki kirpik çıkıntılarının kesilme derecesi ile doğrudan ilgilidir. Elektrik yükünün kaynağı, saç hücresinin içinden türetilmektedir. Kirpikler kesildiğinde, saç hücresinin tabanında bir kimyasal salınır. Kokleadaki her bir iç tüy hücresi, her bir sinir tüyü sadece bir tüy hücresi ile temas eden yaklaşık 20 sinir lifi tarafından beslenir. Bu, nöron-saç hücre oranının 1:10 olduğu dış saç hücreleri için doğru değildir. Her bir dış tüy hücresi, birçok farklı sinir lifi tarafından zarar görebilir ve verilen bir sinir lifi, birkaç dış tüy hücresine gider. Sinir lifleri kokleadan çıkar ve merkezi olarak hücre gövdelerinin spiral gangliyonu oluşturmak için bir araya geldiği modioluma doğru uzanır. Sinir lifleri, işitsel (VIII. Kranial) sinirin koklear dalını oluşturmak için modiolustan geçer.

İşitsel Nöron: İnsan kokleası yaklaşık 30.000 afferent (duyusal) nöron ve yaklaşık 1800 efferent nöron içermektedir. Bir nöron, sinir uyarılarının iletkeni olarak tasarlanmış özel bir hücredir. Bir hücre gövdesi, akson ve dendritlerden oluşmaktadır (Şekil 3. 25). Akson ve dendritler dallanma sistemleridir. Birçok küçük daldan oluşan dendritler, diğer sinir hücrelerinden sinir uyarıları alır. Akson, uzunluğu önemli ölçüde değişen nöronlar boyunca darbeleri iletir. Afferent nöronlar, kokleadan merkezi işitsel sinir sistemine kadar uyarılar taşır ve hücre gövdelerini modiolustaki spiral ganglionlarda bulundurlar.



Şekil 3.25 Kokleada görüldüğü gibi bir bipolar duyusal nöronun diyagramı. (Martın ve Clark, 2012)

Şekil 3. 25’de görüldüğü gibi, işitsel nöronlar iki kutupludur, bu durumda saç hücreleri bir dendrit çıkıntıya ve beyin sapındaki duyu hücrelerine çıkıntı yapan başka bir aksona sahiptir. Efferent aksonlar, beyin sapındaki superior olivary kompleksinden çıkıntı yapar ve saç hücrelerine doğrudan ve dolaylı olarak temas eder.

Elektrik darbeleri aksonun tüm uzunluğu boyunca hareket eder Uyarı, hücre gövdesine ve daha sonra aksonuna götüren dendritler tarafından alınır. Nöronun elektrik gücü, voltajını kimyasal olarak çevresinden üreten aksondan elde edilir. Nöronlar arasındaki bağlantılara sinaps denir. Elektrokimyasal eşişe ulaşıldığında, bir nöron uyarı yoğunluğundan bağımsız olarak her zaman maksimum yüküyle yanıt verir. Buna ya hep ya hiç prensibi denilmektedir.

Nöronlar arasında bilgi iletme eylemine nörotransmisyon denir. Her bir sinir hücresi bağlantısının bir ucunda, diğer sinir hücreleri ile dendritleri vasıtasıyla veya doğrudan hücre gövdeleri ile yapılır. Nötransmitterler olarak adlandırılan ve bitişik nöronların aktivasyonuna veya inhibisyonuna neden olan kimyasal maddeler bu kavşaklarda serbest bırakılır.

Koklea'nın Sıvıları: Benzer olmasına rağmen, perilenf ve endolenf bileşenleri, işitme fiziolojisi için gerekli olan yollardan farklıdır. Endolenf, potasyum iyonlarının konsantrasyonunda yüksektir ve sodyum konsantrasyonu ise düşüktür, bunun tersi perilenf için geçerlidir. İki sıvının birbirine benzememesinin bir başka yolu da DC (doğru akım) potansiyellerindedir (gerilimler). Endolenf, scala timpaninin perilenfine kıyasla, yüksek potasyum konsantrasyonundan kaynaklanan yaklaşık 80 milivolt (mV) ortalama güçlü bir pozitif potansiyel sergiler.

Scala vestibuli'deki perilenf, scala tympani'nin perilenfiyle karşılaştırıldığında yaklaşık 3 mV'lik pozitif fakat daha küçük bir potansiyel göstermektedir. Koklear yapıların geri kalanı negatif bir DC potansiyeli sergilemektedir.

Koklear Mikrofonik: Koklea, ses dalgalarını işitsel sinire yararlı bir enerji formuna dönüştüren mekanizmadır. Hoparlörün ağzından çıkan basınç dalgalarını alternatif bir elektrik akımına dönüştüren bir mikrofonun hareketine benzemesi nedeniyle, bu hareket koklear mikrofonik (CM) olarak adlandırılmıştır. Koklear mikrofonik, saç hücresi kirpiklerinin ileri geri bükülmesinin neden olduğu polarizasyondaki değişikliklerin sonucudur. Baziler zarın her yukarı ve aşağı döngüsü için, dış saç hücrelerinin stereocilyasının bir içeri ve dışarı döngüsü vardır, bu da dönüşümlü olarak depolarize ve hiperpolarize olmaktadır.

Aksiyon Potansiyeli: İşitsel nöronların, üzerlerinde kalan saç hücreleri tarafından uyarıldığı anda, her bir nöronun yüzeyinde elektrik potansiyelinde bir değişiklik meydana gelmektedir. Buna aksiyon potansiyeli (AP) denir. İşitsel giriş sinyalinin kokleaya yoğunluğundaki artışlar, saç hücrelerinden elektrik çıkışının artmasına neden olur. Bu stimülasyon nöronunda elektriksel aktivitenin artmasına neden olmakta, ancak her bir nöron ya hep ya hiç kuralını izlemeye devam etmektedir.

Koklea'nın Efferent Sistemi: Duyusal sistemlerimizin tamamen açık kaldığını, yalnızca kulak gibi duyu organlarından beyne mesaj gönderdiğini düşünme eğilimindeyiz. Bununla birlikte, koklea'nın beyinden dürtüleri alan verimli bir efferent sistemi içerdiği açıktır. Afferent ve efferent lifler arasındaki ilişki, koklea için bir geri bildirim veya izleme sistemi sağlamak üzere hassas bir şekilde dengelenir.

İşitme Teorileri: Bu güne kadar, duyduğumuz kesin yöntemler bilinmemekle birlikte altta yatan gizemler çözülmeye devam etmektedir. Kulağa orta kulaktan gelen kokleaya verilen mekanik enerjiyi nasıl kullandığını açıklamaya çalışan ilk teoriler, büyük ölçüde ses mekanizmasını nasıl algıladığımızla ilgili teorilerdi.

Helmholtz'un rezonans işitme teorisi, kokleadaki yapıların her biri belirli bir frekansa ayarlanmış birçok küçük rezonatörden oluştuğunu belirtti. İşitme kavramları o zamandan beri çürütülürken, kokleanın bazal ucundaki yüksek frekanslı liflerin ve apeksin yakınındaki alçak frekansların yerleştirilmesini tanımlayan ilk kişi oldu.

Mantıklı bir hipotez olarak, duyulabilecek her tonun, bir piyano tuşlarının belirli perde gösterimi ile ortaya konduğu gibi, koklea içindeki kendi özel yerine atandığıydı. Bu yer duyma teorisi, sahadaki ayrımcılığın işitsel eşişe çok yakın olmasının neden bu kadar zayıf olduğunu açıklamaya çalışıldığında bozulmaya başlıyor, ancak eksik bir perde algısı teorisi olarak kabul edilebilir.

Yer teorileri perdenin kokleaya analizini atfetmiş olsa da, işitme voleybolu teorisi ve rezonans voleybolu teorisi gibi bazı frekans temelli teoriler bu analizi bir retrocochlear alanına yerleştirmeye çalışmıştır. Békésy'nin (1960) 20. yüzyılın ortalarına kadar, günümüzde koklear perdesi algısının temeli olarak kabul ettiği açıklamayı ortaya koyan gezici dalga teorisi olarak adlandırdığı şeyi yapmıyordu.

Gezici dalga teorisi, stapes ayağının taban plakasının her bir içe ve dışa hareketi için, endolenf bozulması ile üretilen baziler zarın aşağı ve yukarı doğru bir hareketi olduğunu açıklamaktadır. Dalga, koklear kanalı tabandan aşağı doğru hareket ettirir bazal uçta meydana gelen yüksek frekanslı tonlar için maksimum genlik ve apikal uçta düşük frekanslar için olan tepe noktasına, dış saç hücreleri daha büyük frekans ayrımcılığı için dalgayı keskinleştirmek üzere işlev görür. Her ne kadar yüksek frekanslar sadece koklea'nın bazal dönüşündeki tüy hücrelerini uyarsa da, düşük frekanslar tüm baziler membran boyunca uyarılmaktadır. Giriş frekansı, daha sonra, yalnızca hareketli dalganın tepe noktasından önce hareket ettiği mesafeyi değil, aynı zamanda baziler membran titreşiminin hızını da belirlemektedir.

Hareket dalgası teorisi de dâhil olmak üzere yer teorileri, baziler membranın hareket genliği açısından ses yüksekliğini açıklar; yani, daha yüksek bir ses, baziler membran hareketinin daha yumuşak bir sestən daha büyük genliğini oluşturmaktadır. Bu daha büyük genlik, sinir lifleri tarafından iletilen dürtülerin sayısını artırır. Frekans teorileri, baziler membran boyunca yayılma miktarı açısından ses yüksekliğini açıklar.

Baziler membran giriş sinyali büyük genlikli, daha büyük yüzey alanı artar ve hem hareket dalgasının zirvesinde hem de her iki tarafında ateş eden sinir liflerinin sayısı da artmaktadır. Yoğunluk kodlaması son derece karmaşık ve az anlaşılmış olmasına rağmen genel olarak, bir sinyalin yoğunluğunun artmasıyla, beyin sapındaki nöronların daha yüksek oranlar, sinyalin daha yüksek ses yüksekliği ile sonuçlanır.

Saç Hücre İletimi İçin Hipotezler: Saç hücrelerinin mekanik hareketinin bir ses kaynağını işitsel sinir tarafından iletilebilecek bir enerji formuna nasıl dönüştürdüğü hala tam olarak anlaşılmamıştır. Mekanik hipotez, saç hücrelerini hareket ettiren basıncın doğrudan sinir uçlarını uyardığını varsayar. Kimyasal hipotez, saç hücreleri deforme olduğunda sinir uçlarını uyaran bir nörotransmitter madde salındığını varsayar. Elektrik hipotezi koklear potansiyelinin sinir uçlarını uyardığını varsaymaktadır. Akustik enerjinin bir nöral dürtü haline dönüşümü, saç hücrelerinin iç kulaktaki mekanik hareketine bir elektrokimyasal tepkinin bir kombinasyonudur.

Otoakustik Emisyonlar: Kemp (1978) ' in dikkat çekici keşfinden dolayı, iç kulağın çalışma şekli, daha önce sadece orta kulaktan iç kulağa giren seslere cevap veren bir organ olduğuna inanılan kokleanın aslında kendi seslerini üretmesi ile değişti. Daha önceki araştırmalarda akustik emisyonlar gözlemlenmiş, ancak ihmal edilmiş ve deneysel eserler olarak kabul edilmiştir. Kemp'in keşfettiği şey, insan deneklerin dış kulak kanallarında bulunan minyatür mikrofonlar aracılığıyla dış saç hücrelerinin hareketliliği tarafından üretilen gerçek, zayıf bir akustik sinyaldir. Şimdi keşif, hem insanlarda hem hayvanlarda koklear fonksiyondaki bu otoakustik emisyonların (OAE'ler) incelenmesine izin veriyor (Allen ve Lonsbury-Martin, 1993) ve koklear amplifikatör teorisine güvenirlilik katmaktadır. Harici stimülasyon olmadan tespit edilebilen spontan otoakustik emisyonlar (SOAE'ler) normal kulakların% 40 ila 60'ında meydana gelir (DeVries & Decker, 1992; Probst, Lonsbury-Martin ve Martin, 1991). Bazı durumlarda, denekler için çok düşük duyum seviyelerinde duyulabilirler.

SOAE'lerin, koklea hakkında genel olarak kabul edilen birkaç gerçeklere dayanarak anlaşılabilir, özellikle normal koklea'nın çok keskin bir şekilde ayarlandığı ve sesin doğrusal olmayan şekilde işlendiği anlaşılmaktadır.

Dış tüy hücrelerinde hasar olması genellikle emisyonun kaybolmasına neden olur. Dış saç hücresi hareketi, baziler membran boyunca, intrakoklear sıvılar yoluyla, kokleanın bazal ucuna doğru, daha sonra ossiküler zincirden timpanik membrana doğru, dış kulak yoluna zayıf bir ses iletmede bir hoparlör görevi gören dalgalar üretir. Emisyonların bazı insanların bir veya her iki kulağında (daha sık sağ kulaklarda, sol kulaklardan daha sık ve kadınlarda erkeklerden daha sık) mevcut olduğu, ancak başkalarının olmadığı ve koklear işitme kaybı olan insanlarda sıklıkla bulunmadığı bilinmektedir. Herhangi bir işitme kaybı, kokleadan dışa doğru giden sesin yoğunluğunu azaltacaktır ve genel olarak emisyonları düzeltilemez hale getirecektir. OAE fenomeninin koklear olaydan başka bir şeyden kaynaklandığı hipotezleri (kas kasılması veya orta kulakta üretilen ses gibi) sistematik olarak ortadan kaldırılmıştır.

Kokleada Frekans Analizi: Kokleadaki sinir hücrelerinin frekans tepkisi, kulağın apikal uçta yanıt verdiği (yaklaşık 20 Hz) en düşük frekanslarla düzenli bir şekilde ortaya konmuştur. Sinir lifleri arasındaki boşluk, baziler membran boyunca eşit değildir. 2000 ile 20.000 Hz (kulağın havayla taşınan seslere yanıt verdiği en yüksek frekans) arasındaki frekanslar için lifler, baziler zarının orta noktasından oval pencerenin yanındaki koklea'nın bazal ucuna uzanır. Baziler membranın diğer yarısında 2000 Hz altındaki frekanslar için lifler bulunur.

İnsanlar, kısmen işitsel sinir liflerinin keskin bir şekilde belirli frekanslara ayarlandığı için mükemmel frekans ayırmacılığı yapabilir. Bir nöronun atış hızını kendiliğinden atış hızının üstünde artırabilen frekansa karakteristik frekansı veya en iyi frekansı denir. Kokleanın ayar mekanizmasını inceleyen ilk kişiler arasında yer alan Békésy (1960), frekans arttıkça (kokleanın bazal ucuna daha yakın olan dalga zirvesi) ayarlamının daha keskin (daha dar bant genişliği) olduğunu gözlemledi, ancak işitsel sinire göre daha az keskin bir şekilde ayarlandı. Ayarlama eğrisinin eğimi, uyarıcı frekansın üzerinde, altında olduğundan daha diktir. Psikofiziksel ayarlama eğrisi (PTC) (Pick, 1980) kavramı, koklea'nın frekans çözme yeteneklerinin ölçümlerini denemek için kullanılmıştır. Koklea zarar gördüğünde, frekans çözme gücünün daha zayıf olabileceği açıktır, ancak bu her durumda belirgin değildir.

Normal psikofiziksel ayarlama eğrisinin korunması, kulağın konuşma gibi karmaşık işitsel sinyalleri çözme yeteneğine katkıda bulunur. Tersine, PTC'nin hasarlı kulaklarda genişletilmesi koklear bozukluğu olan hastaların karakteristik konuşma tanıma zorluklarının açıklanmasına yardımcı olabilir.

İç Kulağın Gelişimi: İç kulağın farklılaşması gebeliğin 3. haftasında başlar ve altıncı aya kadar yetişkin boyutuna ve konfigürasyonuna ulaşır. Plazmalar, kalınlaşmış epidermal plakalar olarak embriyonik yaşamın erken dönemlerinde oluşur. İşitsel kod, bir kapsül oluşturmak üzere kapanan bir çukur oluşturur. Bu kapsül, kokleanın ortaya çıktığı sakküler bir bölünme ve semisirküler kanalları ve muhtemelen endolenfatik kanalı ve keseyi oluşturan utriküler bir bölünme oluşturmak üzere bölünür. İç kulağın vestibüler kısımları, işitsel kısımlardan daha erken gelişir.

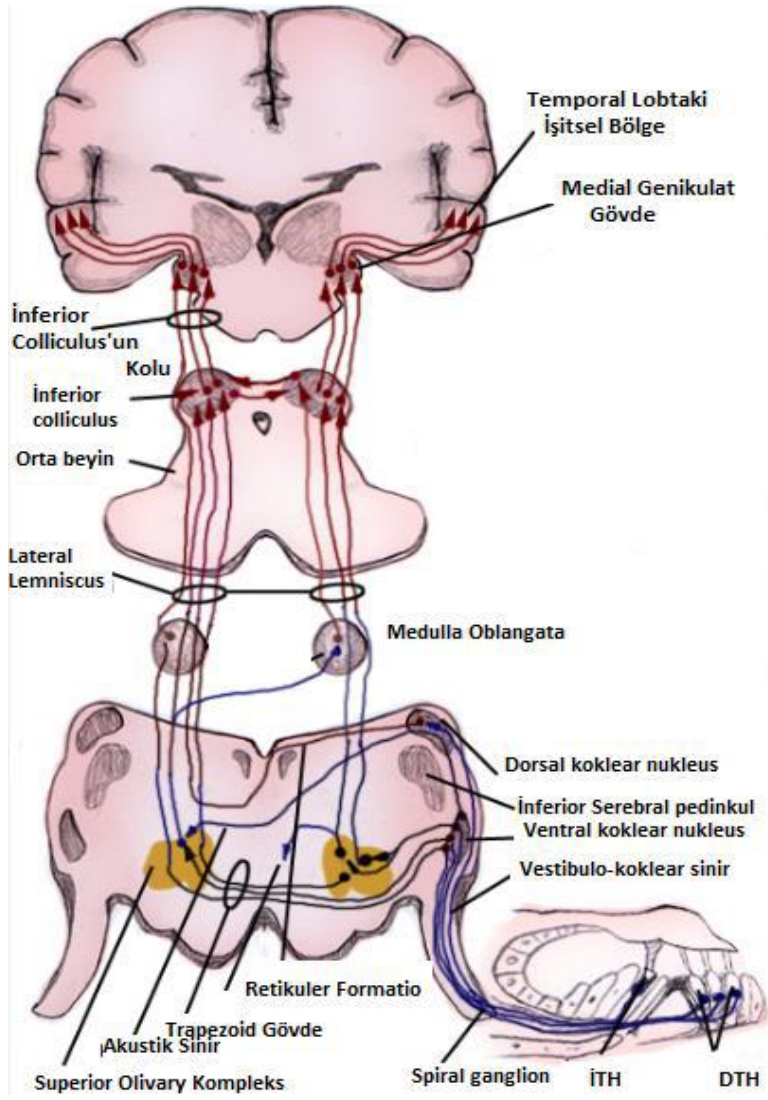
Membranöz labirent ektodermal kökenli olmasına rağmen iç kulak öncelikle endoderm kaynaklıdır. Yapı başlangıçta kıkırdak olarak oluşur ve daha sonra genellikle 23. gebelik haftasında kemiğe dönüşür. Koklea ve vestibül, ilkel formlarında 20. haftaya kadar tam boyuta ulaşır.

Koklear dönüşleri yaklaşık 6. haftada gelişmeye başlar ve 9. veya 10. haftada tamamlanır. Bu, iç kulağın embriyogenezinin özellikle aktif bir zamanıdır, çünkü endolenfatik kese, kanal ve yarı dairesel kanallar da oluşur ve utrikül ile sakkül açıkça ayrılır. Utrikül, sakkül ve endolenfatik kanal, otolit, işitsel vezikül veya keseden oluşur; bu, ilk gebelik haftasının sonunda oluşumuna başlar.

Sekizinci haftanın ortasında skalalar oluşuyor ve yarı dairesel şeklindeki kanallar, içinde kristaller bulunan ampullalar da dahil olmak üzere erişkin konfigürasyona ulaşıyor. Makulalar ayrıca, sakkülü utrikül ve koklear kanalla birleştiren kanallar gibi, utrikül ve kese içinde de oluşurlar.

10 ve 12 hafta arasında Corti organı formu başlar. Membranöz labirentin 18. haftasında yetişkin konfigürasyonuna ulaşılır ve 25 hafta boyunca iç kulak tamamen oluşmaktadır.

İşitme Siniri ve Merkez İşitme Yolları: Beynin bir tarafındaki her anatomik yapı, beynin karşı tarafında aynı bir yapıya sahiptir. Netlik açısından, işitsel yolları göstermek için gerçekçi bir çizim yerine, bir blok şema (Şekil 3. 26) gösterilmiştir. Bu şema, sistemdeki anatomik düzeni temsil eder ve nöral dürtülerin yönelimlerini ve kokleadan işitsel kortekse giden ana yolları gösterir. İşitsel sinirin anatomisi ve fizyolojisi ve yollarının kapsamlı bir derlemesi Muziek ve Baran (2007) tarafından sağlanmıştır.



Şekil 3.26 Kokleadan işitsel kortekse kadar santral işitme yolları (<http://emedicine.medscape.com/article-1948643-overview>)

Bazı santral yolları terimleri anlam bozulmasına uğramaması için Latince terimleriyle yazılmıştır.

Sinir lifleri, kokleadan koklear modioldan başlayan ve beyin tabanında sonlanan iç işitsel kanaldan geçer. İç işitsel kanal ayrıca, lifleri utrikül, sakkül ve yarı dairesel kanallar tarafından kesilen VIII. Sinirin vestibüler kısmını da taşır. Koklear kısımda yaklaşık 30.000, vestibüler kısımda ise 20.000 sinir lifi vardır. VIII. Sinirin işitsel kısmı aslında iç işitsel kanaldan geçer. Sinir lifleri, kokleanın bazal (yüksek frekanslar) dönüşünden kaynaklanan lifler, dış kısmı oluşturan silindirik olarak düzenlenmiş bir demet veya “kablo” oluşturur ve apikal (düşük frekanslar) bölgelerden gelen lifler, birlikte sinir gövdesinin merkezini oluştururlar.

VIII. Sinire ek olarak, yetişkinlerde yaklaşık 10 mm'lik bir mesafeye sahip olan iç işitsel kanal da, iç işitsel arteri ve VII. (Yüz) sinirin liflerini taşır.

İşitsel sinir, iç ses kanalının 17-19 mm ötesine uzanır; burada beyincik, medulla oblongata ve ponsların serebellopontin açısını (CPA) oluşturmak için birleştiği beyin sapına bağlanır. Bu seviyede, VIII. Sinirin işitsel ve vestibüler bölümleri ayrıdır. Koklear demetinin bir kısmı dorsal koklear çekirdeğe, diğeri ise ventral koklear çekirdeğe yükselir.

Daha önce belirtildiği gibi, kokleadan çıkan nöronlar frekansa göre düzenlenmiştir. Kokleadaki liflerin düzenlenmesi, işitsel sinir ve merkezi işitsel yapılarda tekrarlanır ve tonotopik organizasyonu temsil ettiği söylenir. Tonotopiklik, koklea'nın frekans düzeninin retrokoklear yapılardaki uzamsal temsilidir. İşitsel sinir lifleri koklear çekirdekte son bulur bir alandaki bazal dönüş lifleri, diğer alanlardaki apikal dönüş lifleri Koklear çekirdeğin farklı hücre tipleri, gelen işitsel sinir dürtülerine farklı tepki verir, böylece beyne girişi değiştirir.

Beyin, iki yarısının simetrik bölümlerini birleştiren birçok giriş veya çapraz nokta ile karakterizedir. Kompleks olarak adlandırılan uzmanlaşmış sinir lifi demetleri beynin her iki tarafındaki benzer yapıları birleştirir. İşitsel yolaklardaki ilk erime, koklear çekirdeğin ponsun yamuk gövdesi seviyesinden sonra meydana gelir, bu sadece bir kulağa sunulan bir sinyalin iki taraflı gösteriminin başlangıcını temsil etmektedir.

Superior olivary kompleks hem ipsilateral hem de kontralateral koklear çekirdeklerden girdi alır. Çok sayıda sinirsel girdi, superior olivary kompleksinin, iki kulağa gelen bir sesin zamanındaki veya yoğunluğundaki küçük farklılıkları analiz ederek bir ses kaynağının yönünü algılamasına izin verir. Serebral kortekse giderken nöral aktivite için bir geçiş istasyonu olan ana işlevine ek olarak, superior olivary kompleks ayrıca orta kulağın tensör timpani ve stapedius kaslarının refleks aktivitesine de aracılık eder. Superior olivary kompleksin hücrelerinin bir kısmı fasiyal sinirin bazı nöronları ile etkileşime girer. Yoğun sesler, bu sinirin stapedial dalına zarar veren fasiyal (VII. Kranial) sinirin motor liflerinin aktivasyonunu sağlar. Bu anatomik noktadaki düşmeler, ses tek bir kulağa sunulduğunda, her iki orta kulakta da stapedius kasının kasılmasını açıklamaktadır.

Lateral lemniscus, impulsların ipsilateral alt beyin sapından iletimi için önemli bir yol sağlar. Bazı lifler lateral lemniscus'un çekirdeğinde sonlanır, diğerleri kontralateral lemniscus'a yönelir ve diğerleri de inferior kolikulusla devam eder. İnférieur kolikulus, her iki superior olivary kompleksinden afferent stimülasyon alır.

İnferior kollikülü bir sonraki geçiş istasyonu olan medial genikülat gövdesi ile birleştiren nöronlar, artan işitme sistemindeki üçüncü veya dördüncü bağlantıyı temsil eder. Birkaç lif medial genikülat gövdeye doğrudan lateral lemniscustan ulaşmak için alt kollikülü atlar.

Talamusta bulunan medial genikülat gövdesi, işitsel dürtüler için en son subkortikal geçiş istasyonudur. Üç ana alanından, ventral bölüm öncelikle işitsel bilgilerden sorumludur.

Bu noktadan sonra, sinir lifleri işitsel radyasyonlar olarak havalanır ve işitsel kortekse yükselir. İşitsel alan bölgeleri, serebral korteksin her iki tarafındaki temporal loblarda, superior temporal gyrus veya Heschl'in gyrus adı verilen bir alanda bulunur. Kokleadaki belirli yerlerde gözlenen frekansın seçici olarak temsil edilmesinin işitsel kortekste daha az derecede olmasına rağmen tekrarlandığına dair kanıtlar vardır. Görünüşe göre, zamansal alan öncelikle sesin frekans karakteristikleri, sesin zamansal yönleri olan insular alan, sesin geçmiş deneyimlerle ilişkilendirildiği parietal alan (ve bu alan tüm duyuşsal modalitelerin girdilerine sahip olduğundan, işitsel uyarıcı) diğer duyulardan gelen girdilerle karşılaştırılır veya eşleştirilir) ve seslerin hafızası ile olan frontal alan ile ilgilidir.

Bir zamanlar işitsel korteksin işitsel ayırmacılığın tek merkezi olduğuna inanılıyordu. Artık birçok ayırmacılığın subkortikal olarak aracılık edebileceği bilinmektedir. Korteksleri cerrahi olarak çıkarılmış hayvanlarda yüksek ses algısı korunabilir. Bazı basit seslerin ayırmacılığı korunabilse de, konuşmanın anlaşılması işitsel korteksin en az asgari düzeyde bütünlüğünü gerektirir.

İşitme sistemi genellikle duyuşsal bir sistem olarak kabul edilir (cilt veya gözler gibi). Beyine, kokleaya basınç dalgaları şeklinde iletilen ve koklea tarafından beyne gönderilen sinirsel aktiviteye dönüştürülen bilgiler sağlar. Afferent yollara ek olarak, işitme sistemi, inen liflerden oluşan karmaşık bir efferent sistem içerir. Bu inen lifler yükselen liflerle yakından ilgilidir ve işitsel korteksi alt beyin merkezlerine ve kokleaya bağlar. Bu inen sistemin varsayılan bir amacı, işitsel sistemdeki alt istasyonlarda nöronların eşiklerini yükselterek inhibitör geri bildirim sağlamaktır. Bununla birlikte, bazı inen bağlantıların uyarıcı bir işlevi olduğu doğrudur, ancak amaçları açıkça anlaşılmamıştır.

İşitsel Sinir ve Merkezi İşitsel Sinir Sisteminin Gelişimi: İnsanlarda VIII. Sinir yaklaşık 25. gebelik haftasında oluşmaya başlar ve yaklaşık 45. günde neredeyse tamamlanmış gibi görünür. Efferent fiberlerin, afferent fiberlerden daha sonra gelişmesi muhtemeldir. Koklear ve vestibüler ganglionlar 5. haftada ortaya çıkar. Embriyogenez ve merkezi işitsel yolların fetogenezinin daha iyi anlaşılması kuşkusuz işitsel sinir sisteminin bazı lezyonlarının nedenlerine dair içgörü sağlayacaktır. Genel olarak, tüm sinir sisteminin ektodermden oluştuğu kabul edilir.

3.4.3. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları

Gürültü etkisinde kalınma sonucu oluşan ilk işitme kaybı yaklaşık 300 yıl öncesinde İtalyan doktor olan Bernardino Ramazzini tarafından, faklı türlerden sağlık problemlerinin anlatıldığı " De Morbis Artificum Diatriba " adlı kitabında bakır dövücü çalışanlarında rastlandığı tespit edilmiştir. Bernardino Ramazzini "De Morbis Artificum Diatriba " adlı kitabında yüksek ses seviyelerinde yalnızca iletişimin sözel olarak kalitesini etkilemekle kalmadığını aynı anda, okumasını, yazmasını, konuşmasını, anlamasını vb. öğrenme yetilerini de olumsuz etkilediğini bilişsel bazı problemlerin oluşmasında etkin bir sorun olduğundan bahsetmiştir (Franco, 1999).

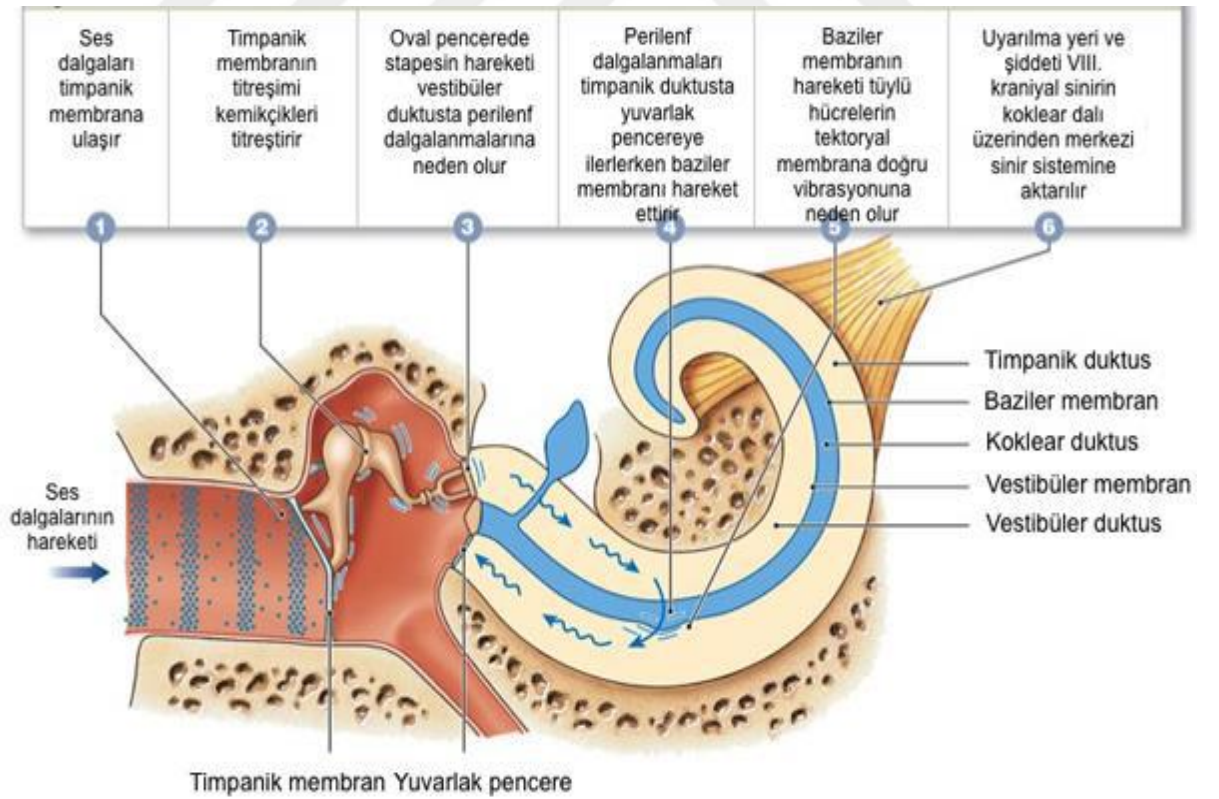
Gürültüye bağlı işitme kayıpları (GBİK), günümüzdeki karşılaştığımız en sık işitme kaybı sebeplerinden biri olmanın yanında, meslek hastalıkları içinde de en sık görülenlerden biridir. Son yıllardaki çalışmalarda Türkiye’imizde mesleki gürültü sebebiyle işitme kaybı görülenlerin sayısı 200.000’i aştığı belirtilmektedir. Tüm dünya nüfusunda hemen hemen %10’unda işitme kaybı anamnezi olup, bu hastaların yaklaşık %50’sinde işitme kaybının sebebi çoğunlukla gürültü maruziyeti olduğu görülmektedir (Müderris S, 2014).

Gürültünün oluşturabileceği işitme kayıplarına etkilerinin iyi anlaşılabilmesi için öncelikle işitme fiziolojisi ve işitme kaybı derece ve türleri açıklanabilir.

3.4.4. İşitme Fizyolojisi

İşitme, sesleri algılama süreci olarak tanımlanmaktadır. Belgin (2004)' ne göre, işitme fizyolojisi süreci en kısa olarak aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Şekil 3. 27' de işitme mekanizması görsel olarak sunulmuştur, (Belgin, 2004).

1. İşitme süreci, sesin kulak kepçesince toplanmasıyla başlar.
2. Kulak kanalı yolu vasıtasıyla kulak zarına ses iletilir.
3. Gelen ses kulak zarını titreştirir.
4. Kulak zarında meydana gelen bu titreşim orta kulakta bulunan kemikçikleri (art arda malleus-incus-stapes) hareket ettirir.
5. Kemikçiklerin son basamağı olan stapes ile oval pencereye iletilen titreşimler buradan kokleaya ulaşır.
6. Kokleanın içinde bulunan sıvının titreşimiyle tüysü hücreler hareketlenir ve işitme siniriyle beyne ses; elektriksel sinyal olarak ulaşır.
7. İşitme serüveni; beynin ilgili bölümlerinde anlamlandırma gerçekleşerek sonlanır.



Şekil 3.27 Duyma mekanizması

3.4.4.1. Saf Ses Odyometre Testi

Odyolog, işitme testi yapmak için odyometre adı verilen bir araç kullanmaktadır. Yeteneklerine ve kullanımına göre sınıflandırılmış farklı türde odyometreler vardır. Odyometrenin görünümü ve çalışması üreticiye veya modele bağlı olarak değişebilmesine rağmen, hepsinde benzer fonksiyonlar ve bileşenler bulunmaktadır.

Odyometre Tipleri: Bir odyometre sınıfına tanısal veya klinik odyometre denir. Bazı tanısal odyometre örnekleri Şekil 3. 28'de gösterilmektedir.



Şekil 3.28 A. Klinik odyometre B. Bilgisayar tabanlı odyometre

A ve B İki kanallı bazı örnekler kapsamlı klinik için kullanılan tanısal odyometreler değerlendirmeler. (Kramer ve Brown, 2019)

Tanısal odyometre, saf ton odyometresi dahil olmak üzere çeşitli işitme testleri yapabilen bir araçtır ve tanı odyometreleri için Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI) tarafından belirtildiği gibi belli işlemler için belirli standartlara uymalıdır. Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI) tanı odyometreler için ANSI standartları 6. Odyometrik test 111 periyodik olarak güncellenir, en güncel ANSI (2010).Teşhis odyometreleri çeşitli üreticilerden temin edilebilir ve bazıları sınırlı alan ve / veya taşınabilirlik için tasarlanmış olanlar dahil olmak üzere çeşitli şekil ve boyutlarda bulunmaktadır. Pek çok tanısal odyometre, hasta yanıt bilgilerini depolama ve yazdırma için bir bilgisayar arayüz kablosuyla kaydetme seçeneğine sahiptir. Bilgisayar tabanlı odyometre şimdi klinik testler için daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha gelişmiş bilgisayar tabanlı odyometrelerle odyolog, bilgisayarı klavyeyle ve / veya fareyle test edebilmektedir.

Odyometre yazılımı, seslerin (saf tonlar ve konuşma materyalleri) iletimini üretir ve kontrol eder ve hastanın yanıtının doğrudan depolanmasına, sonuçları görüntüleyip yazdırmasına ve hasta verilerinin izlenmesine olanak tanımaktadır. Odyometrik verilerin İnternette güvenli bir programda saklanmasını sağlayan ve diğer testlerden, rapor yazım şablonlarından ve hasta faturalandırmasını ve hizmetlerini takip eden verilerin entegrasyonunu sağlayan başka bir yazılım da mevcuttur. Bilgisayar tabanlı odyometre sistemlerinden bazıları, daha geleneksel bir odyometre gösterge paneliyle de etkileşime girebilir, böylece odyologa gösterge paneli, klavye ve / veya fare ile test etme esnekliği sunmaktadır.

Başka bir odyometre tipine otomatik odyometre denir. Otomatik bir odyometre hastanın yanıtına bağlı olarak sinyal seviyesini değiştirme özelliğine sahiptir. Günümüzde otomatik odyometre genellikle bir veya daha fazla kişiyi aynı anda test etmek için kurulabilen / programlanabilen bilgisayar tabanlı sistemlerin kullanımı anlamına gelir ve genellikle endüstriyel ortamlarda bir grup işçinin değerlendirilmesinde etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Békésy odyometresi adı verilen orijinal otomatik odyometre, hastanın el tipi bir yanıt düğmesini kullanarak sinyal seviyesini kontrol etmesine izin verirken, tonlar otomatik olarak düşük frekanstan yüksek frekanslara değiştirilmektedir. Békésy odyometresinde, hasta tonun yoğunluğunu sadece duyulabilir hale gelinceye kadar artırmak için bir düğmeyi basılı tutar, sonra duyulamayacak olana kadar yoğunluğu azaltmak için düğmeyi serbest bırakır. Çıktı, düğme basılı tutulduğunda bir yönde bir iz oluşturur ve serbest bırakıldığında yönü tersine çevirir. Hastanın eşik gezilerin orta noktası olarak alınır.

Békésy odyometrisi, darbeli ve sürekli tonlar için izlemeler yapıldığında bazı yararlı teşhis modellerine sahip olmaktadır. Békésy odyometrisi 1970'lerde popülerdi, ancak bugün klinik testler için pek kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, Békésy odyometrisi hala bazı odyometrelerde kullanılabilen bir seçenektir ve bazı laboratuvar ortamlarında kullanılmaktadır. Békésy odyometrisi hakkında daha fazla bilgi için, bkz. Jerger (1960) ve Johnson (1977).

Başka bir odyometre tipine tarama odyometresi denir. Tarama odyometresi genellikle daha küçük, taşınabilir ve çok sınırlı bir kapasiteye sahiptir. Tarama odyometre tipik olarak sınırlı bir frekans ve yoğunluk aralığını test etmektedir. Bir işitme taraması genellikle sadece tek bir yoğunluk seviyesinde yapılmaktadır ve hasta ya geçer ya da başarısız olur. Bir tarama odyometresi genellikle okullarda, hastane odalarında veya bir hastanın odyoloji kliniğinde test edilemeyeceği diğer durumlardaki işitme taramaları için kullanılmaktadır.

Saf Tonlu Odyometrelerin Temel Bileşenleri: Tablo 3. 5 bir odyometrenin temel bileşenlerini listeler.

Tablo 3.5 Odyometrenin temel bileşenleri

Fonksiyon	Bileşen
Saf tonun frekansını seçer.	Frekans seçici
Sinyalin ses basıncı seviyesini değiştirir.	Zayıflatıcı arama
Sinyalin nasıl iletileceğini seçer	Dönüştürücü seçici
Sinyali istenen yere yönlendirir	Yönlendirici anahtarı
Sinyali hastaya verir	Kesici anahtarı
Hastanın cevap verip vermediğini gösterir	Hasta yanıt göstergesi
Giriş seviyesini izler / kalibre eder	Vu meter

Bir odyometrenin temel işlevleri şunlardır:

- (a) seçilen frekanslarda (osilatör) saf tonlar üretmek,
- (b) sinyalin yoğunluğunu değiştirmek (zayıflatıcı),
- (c) sinyalin kulağa nasıl iletileceğini seçmek (dönüştürücü)
- (d) sinyali istenen bir yere yönlendirin.

Örneğin, bir test cihazı osilatör frekansını 1000 Hz'e ayarlayacak, zayıflatıcı seviyesini 40 dB'e ayarlayacak, transducer olarak kulaklıkları seçecek ve sinyali sağ kulağa yönlendirecektir. Hazır olduğunda, test cihazı sinyali hastaya iletmek için kesici şalterine basar ve ardından yanıt verip vermediğini görmek için hastayı gözlemler.

Hasta, bir el kaldırarak veya odyometredeki bir hasta yanıt göstergesini etkinleştiren bir cevap düğmesine basarak sinyali duyduğunu belirtebilmektedir.

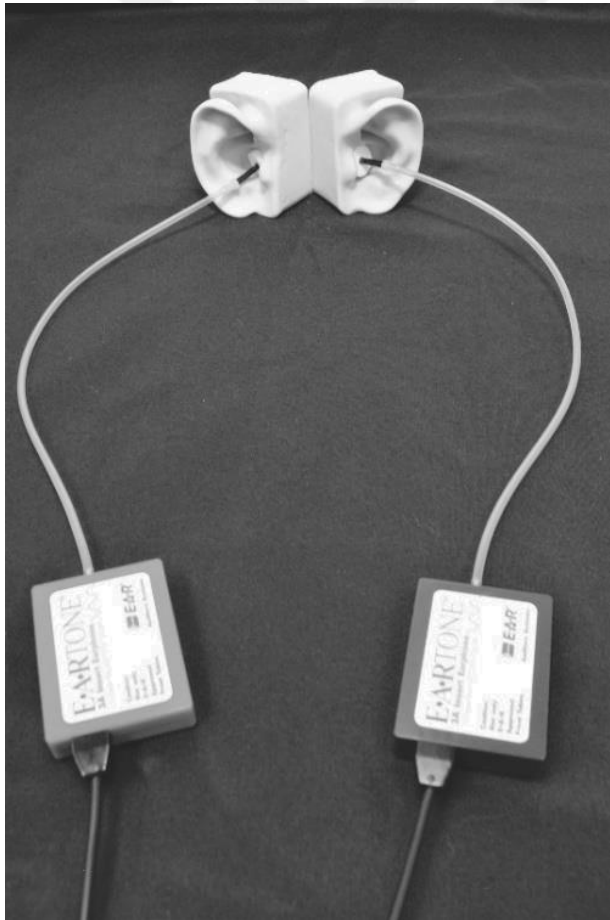
Diagnostik odyometreler her zaman tüm fonksiyonların kopyalandığı iki ayrı kanala sahip olmalıdır, çünkü işitme testlerinin birçoğu aynı anda bir kulağa veya her kulağa aynı anda iki farklı sinyal verilmesini gerektirir.

Transducer: Saf tonlar (veya diğer test sinyalleri) hastaya kulaklık gibi dönüştürücüler aracılığıyla iletilmektedir. Bir odyometrik dönüştürücü, osilatörden gelen bir elektrik sinyaliyle aktive edildiğinde titreşebilen, böylece elektrik sinyallerini duyulabilen titreşimlere dönüştüren bir cihazdır. Transducerler odyometreye bağlanır ve test cihazı, sinyalin yönlendirilmesi istenen transduceri seçmektedir. Tablo 3. 6, odyometride yaygın olarak kullanılan farklı tipteki transducerleri listelemektedir. Hangi kulağın test edildiğini göstermek için kulaklıklar renk kodludur; sağ kulak için kırmızı kulaklık (Kırmızı = Sağ) kullanılmalı ve sol kulak için mavi kulaklık kullanılmalıdır. Odyometrenin yönlendirme anahtarının gerçekte sinyali gönderdiğiniz kulağa karşılık gelmesi için doğru kulaklığın uygun kulakta olduğundan emin olunması çok önemlidir.

İnsert Kulaklık: İnsert kulaklıklar ER-3A veya EARTone-3A gibi insert kulaklıklar bugün çoğu klinik test için önerilen transducerlerdir. Klinik uygulamadan çok daha uzun süredir devam eden supraaural kulaklıklar hakkında kulak üstü kulaklık açıklaması aşağıda Şekil 3. 29'da gösterilmektedir, şekilde insert kulaklıklarla test edilen bir hastanın fotoğraflarını da göstermektedir.

Tablo 3.6 Odyometrede kullanılan farklı tipteki transducerler

Transducer(Dönüştürücü)	Model	Karşılık gelen şekil
Insert kulaklıklar	Er-3A, Er-5A, EArTone-3A	6-3
Supra-aural kulaklıklar	TDH-39, 49, 50P	6-4
Yüksek frekans kulaklığı	Sennheiser HDA200	6-5
Hoparlör	Various models	6-6
Kemik vibratör	B-71, B-81	6-7



Şekil 3.29 Bir kulaklık seti (ER-3A) (Kramer ve Brown, 2019).

İnserit kulaklıkların her biri, bir klips ile hastanın giysisine tutturulmuş küçük bir kutuda muhafaza edilen elektroakustik diyaframa sahiptir. Sinyal, kulak kanalına yerleştirilen ve tek kullanımlık bir köpük prop ile yerinde tutulan küçük bir tüp vasıtasıyla kasadan kulağa gönderilir. Köpük manşet kulak kanalına yerleştirilmeden önce elle sıkıştırılır ve yerleştirildikten sonra hastanın kulak kanalının şekline uyacak şekilde genişler. Sağlık amacıyla tek kullanımlık köpük kelepçeleri her hasta için değiştirilmelidir. İnserit kulaklığın kulak kanalına uygun şekilde yerleştirilmesi önemlidir ve köpük manşetin dış kenarı kulak kanalının ilk bükülmesinin içinde olacak şekilde yerleştirilmelidir. Bu tip kulaklık, kulak üstü kulaklığıyla oluşabilecek geçici kulak kanalı çökmesi olasılığını önler, arka plan gürültüsünü azaltır ve maskeleyme ihtiyacını azaltır. Böylece saf ses odyometre görevini çok daha kolay ve hızlı hale getirir.

Supra-Aural Kulaklık: Telephonics TDH serisi (TDH-39, 49, 50P) gibi supra-aural kulaklıklar, kulak içi kulaklıklar geliştirilinceye kadar odyometrede kullanılan standart kulaklıklardandır, ancak yine de birçok durumda kullanılmaktadır. Şekil 3. 30, kulak üstü kulaklıkların fotoğraflarını gösterir.

Supra-aural kulaklıkların her birinde, kulak kepeği üzerine oturan bir lastik minderle çevrili elektroakustik diyafram vardır. Supra aural kulaklıklar, belirli bir gerginlik üretmek üzere tasarlanmış bir kafa bandı ile yerinde tutulmaktadır. Sağlık için, supra-aural kulaklık yastıkları, her hasta arasında tek kullanımlık kağıt örtüleri (veya uygun bir hijyenik bezle temizlenmiş) ile kaplanmalıdır. Supra aural kulaklığın uygun pozisyonu, kulaklık diyaframlarının merkezini kulak kanallarının açıklıkları ile hizalamaktır. Ortalanmamış bir kulaklık, kulak kanalına göre küçük dalga boylarına sahip olan daha yüksek frekansların iletimini etkileyebilir. Bazı hastalarda supra-aural bir kulaklık, kulak kanalının kıkırdak kısmını geçici olarak çökertebilir (kulağa yakın kulağını kapatabilir) ve kulaklığın üzerinde oturan kulaklığın baskısı nedeniyle test edicinin bu tür bir dönüştürücü kullanırken bu olasılığı bilmesi gerekmektedir.

Supra aural kulaklıklar, insert kulaklıkların bulunmadığı durumlarda veya bir hasta isteksiz olduğunda veya insert kulaklıklarla testi tamamlayamadığında kullanılmaktadır. Supra aural kulaklıklar kulak kanalı bulunmayan (atrezi adı verilen), derin işitme kaybı olan veya kulaklardan aktif drenajı olan hastalarda kullanılmalıdır.



Şekil 3.30 Bir supra-aural kulaklık seti (TDH-39) (Kramer ve Brown, 2019).

Yüksek Frekans Kulaklığı: Başka bir kulaklık tipi, genişletilmiş bir yüksek frekans (EHF) veya Sennheiser HDA200 gibi dairesel bir kulaklıktır. Circumaural kulaklıklar, 8000 Hz'in üzerindeki frekansların değerlendirilmesi gereken özel durumlarda kullanılır (örneğin, bazı ilaçların etkilerinin izlenmesi). Circumaural kulaklığın diyaframı, kulak kepçesinin etrafına yerleştirilmek üzere tasarlanmış, böylece hareket etmesinin daha az muhtemel olduğu daha geniş yastıklı bir oyuk içine yerleştirilmiştir. Genişletilmiş yüksek frekanslar daha kısa dalga boylarına sahip olduğundan, kulak kanalının boyutuyla ilgili herhangi bir etkiden kaçınmak için dairesel kulaklığın düzgün pozisyonu çok önemlidir. Şekil 3. 31, circumaural kulaklıkların fotoğrafını gösterir.



Şekil 3.31 Bir dizi genişletilmiş yüksek frekans kulaklıklar (Sennheiser HDA200) (Kramer ve Brown, 2019).

Hoparlörler: Hoparlörler (speakers), bazen odyometrede kullanılan başka bir dönüştürücü türüdür. Konuşmacı genellikle test odasının köşesine hastadan birkaç metre uzağa yerleştirilmektedir. Hoparlörler test için kullanıldığında, ses alanı veya serbest alan testi olarak adlandırılmaktadır. Hoparlör modelleri odyometre üreticisine göre değişir; standart bir model numarası yoktur. Kulaklığı, bazı küçük çocuklar gibi kafasında tutmaya tahammül etmeyen hastayı ara sıra test etmek için hoparlörlere ihtiyaç duyulabilir.

Hoparlörler ayrıca, bir ses alanında işitme cihazı veya koklear implant bulunan bir hastanın test edilmesi durumunda kullanılabilir, çünkü kulaklık en fazla amplifikasyona sahipken kulakların üzerine yerleştirilemez.

Bir ses alanında testin sınırlandırılması, her iki kulağın da sesleri alacağı yönündedir; bu nedenle yanıt, daha iyi işitme kulağına dayanır ve bu nedenle, kulak lateralizasyonu bilgisinin elde edilmesi mümkün değildir. Mümkün olduğunda, her bir kulağın ayrı ayrı test edilebilmesi için işitme testinin kulaklıklarla yapılması önerilmektedir. Zor hastalar ve küçük çocuklar bile, bir miktar teşvik ve tanıtımla kulaklık takmaya ikna edilebilirler. Şekil 3. 32, bir işitme test odasına yerleştirilmiş bir ses alanı hoparlörünün fotoğrafını göstermektedir.



Şekil 3.32 Bir işitme testi odasının köşesine yerleştirilmiş bir ses alanı hoparlörü (Kramer ve Brown, 2019).

Kemik Vibratör: Odyometrede kullanılan diğer bir önemli transducer tipine, Radioear B-71 veya B-81 gibi bir kulaklığa kemik vibratör (veya kemik osilatör) denir. Şekil 3. 33, bir kemik iletme vibratörünü göstermektedir.



Şekil 3.33 Kemik iletimli vibratör (B-71).

Kemik iletim vibratörünün bir seferde bir tarafa yerleştirildiğini ve bir yandan diğer tarafa geçtiğini unutmayın (Kramer ve Brown, 2019).

Kemik vibratör, saf ses uyarıcısı ile titreşime ayarlanmış plastik bir gövdeye sahiptir. Kemik vibratör, kafatasına mekanik olarak saf sesli titreşimleri iletir ve bu kemikle taşınan titreşimler kafatasının zamansal kemikleri içine yerleştirilmiş olan iç kulakları uyarmaktadır. Kemik vibratör kafatasına genellikle kulağın arkasına (mastoid kemiğinde) yerleştirilir ve kafatasında belirli bir kuvvet oluşturmak için belirli bir gerilim ile tasarlanmış bir kafa bandı ile yerinde tutulur. Kemik vibratör kulak keşesine dokunmamalı ve saçın altına yerleştirilmelidir. Kemik iletim vibratörünün kafa bandı başın üst kısmına yerleştirilir. Kemik vibratör özel olarak tasarlanmış bir kafa bandı ile alınaya da yerleştirilebilir, ancak çoğu odyolog kemik iletimi testi için mastoid bir yer kullanmaktadır.

Şekil 3. 33'deki kemik iletim vibratörünün her kulak için bir dönüştürücü yerine kafatasının bir yerine yerleştirilmiş tek bir dönüştürücü olduğuna dikkat edilmelidir. Kemik vibratör renk kodlu değildir ve bir taraftan diğerine geçmektedir. Kemikte taşınan titreşimler kafatasının herhangi bir yerine ileildiğinde, kafatasının kemikleri sağlam bir nesne gibi hareket ettiğinden, her iki kulağın da bu titreşimleri aynı anda alacağını fark edilmesi önemlidir. Bir seferde bir kulaktan kemik iletim eşikleri elde etmek için, maskeleyen denilen bir sesin bir kulaklık tarafından diğer kulağa, kulak tarafından sunulan test sesini duymaması için meşgul olması için iletilmesi gerekir. Kemik vibratör çıkışı kulaklıklardan daha sınırlıdır; Eşik testi genellikle 250 ile 4000 Hz arasında ve kemik vibratörde daha yüksek frekanslarda ve daha yüksek yoğunluklarda meydana gelebilecek bozulma nedeniyle 70 ile 80 dB kadar yüksek seviyelere kadar sınırlandırılmıştır. Ayrıca, düşük frekanslarda hastalar bazen kemik iletimi testi yaparken dikkat edilmesi gereken bir şey olan titreşimleri hissedebilirler.

Hava Yolu İletimi ve Kemik İletimi Testi: Hastaya ses vermek için supraaural veya insert kulaklık kullanıldığında, buna hava iletimi (AC) testi denir. Kemik vibratörle hastaya ses iletmek için kullanıldığında, buna kemik iletimi (BC) testi denir.

AC ile test yapmak tüm işitsel sistemi uyarırken, BC tarafından yapılan testler kafatasından titreşimleri iletir ve iç kulaklar tarafından toplanır; BC testi temel olarak işitsel yolun iletken (dış ve orta kulak) kısımlarını atlar. AC ve BC arasındaki eşikteki fark, hava-kemik boşluğu olarak adlandırılır. Bir hastanın işitme sisteminin duyusal bölümündeki bir sorun nedeniyle işitme kaybı varsa (iç kulak, 8. sinir ve / veya merkezi) AC ve BC tarafından test edildiğinde aynı miktarda işitme kaybına sahip olacaktır, çünkü bu iki test türü de kulağın sensorinöral kısmını içerir. Örneğin, iç kulaktaki bir işitme kaybı, AC tarafından test edildiğinde yüksek (normalden daha kötü) bir eşik ve BC tarafından test edildiğinde aynı miktarda eşik yükseklik gösterecektir: Bu işitme kaybına bir sensörinöral işitme kaybı denir.

Bir sensörinöral işitme kaybının iç kulaktaki (duyusal kayıp), 8. kranial sinirin (sinir kaybı) veya merkezi yollardaki (merkezi kayıp) sorunlardan mı kaynaklandığını tespit etmemizi sağlayan ek tanı testleri vardır. Bir hastanın işitme sisteminin iletken kısmındaki (dış ve / veya orta kulak) bir sorun nedeniyle işitme kaybı varsa, BC testi dış kulak ve orta kulağı ve yüksek AC eşiklerini atladığından normal BC eşiklerine sahip olacaktır. Çünkü AC testi dış ve orta kulağı içerir.

Bu işitme kaybı tipine iletim tipi işitme kaybı denir. AC testinin işitme sisteminin tüm bölümlerini içerdiğini ve bu nedenle, AC eşik değerlerinin kendi başına iletim tipi işitme kaybının bir ölçüsü olmadığını akılda tutmak önemlidir. Kulağın iletim bölümlerinden işitme kaybı miktarını belirlemek için hava-kemik boşluğuna bakmalısınız. İletim tipi bir işitme kaybı, normal BC eşik değerlerine ve hava - kemik boşluklarına sahip olacaktır. Tabii ki, bir hastanın aynı anda birden fazla işitme problemi olabilir; İşitsel sistemin hem duyuşal hem de iletim bölümlerinin birlikte katılımı olabilir. Bu durumda, hasta BC ile yüksek bir eşik değerine (sensörinöral kısımdaki bir sorunu yansıtan) ve AC ile eşik olarak daha büyük bir yükselmeye, dolayısıyla iletken kısmın ilave katılımını yansıtan bir hava-kemik boşluğuna sahip olacaktır. Bu işitme kaybı tipine mikst tip işitme kaybı denir. Zaten tahmin etmiş olabileceğiniz gibi, teorik olarak BC eşikleri AC eşik değerlerinden daha kötü olmamalıdır, çünkü BC eşiklerinde yansıtıldığı gibi kulağın sensorinöral kısımlarından dolayı eşikteki herhangi bir değişiklik aynı zamanda AC eşiklerinde yansıtılacaktır. Bununla birlikte, klinik uygulamada, BC eşikleri, AC eşiklerinden biraz daha zayıf (örneğin, 5 ile 10 dB) olabilir, ancak bunun herhangi bir klinik önemi yoktur ve hava-kemik aralığı denmez. Bunun yerine, basit bir kalıtsal test değişkenliği ve ayrıca kalibre edilmiş ekipman seviyelerinin ortalama BC eşik değerlerine dayanması nedeniyledir (Studebaker, 1967).

Test Ortamı: Tanısal işitme testi, odyometrik testler için uygun izin verilen arka plan gürültü seviyeleri için standartları karşılayan (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü [ANSI], özel olarak tasarlanmış ses azaltıcı test odasında (“ses kabini” veya “test paketi” olarak da bilinir) yapılmalıdır. 1999). Şekil 3. 34, bir odyometrik test odasının bir resmini gösterir.

Test odası duvarları, sesleri absorbe etmek ve yansımaları azaltmak için ses emme malzemesi ve iç duvardaki küçük deliklerle yaklaşık 4 inç kalınlıktadır. Test odası, tek duvarlı veya çift duvarlı (daha fazla sesi önlemek için bir oda içindeki bir oda) olabilir. Ek olarak, test odaları, ekipman / test cihazı hasta test kabininin dışında olacak şekilde veya hasta için bir oda ve ekipman / test cihazı için ayrı bir odaya sahip iki odalı bir test takımı olarak düzenlenebilir. Şekil 3. 34'deki fotoğrafa tek duvarlı, tek odalı bir test kabini denir. Bu tür bir düzenlemede, test yaparken test ortamının ortamı nispeten sessiz tutulmalıdır. Her iki test kabini düzenlemesinde, test cihazının hasta ile görsel olarak temas etmesini sağlayan bir pencere ve ekipmanın hastanın test kabinine bağlanmasını sağlayan bir kontrol paneli vardır.



Şekil 3.34 Sessiz kabin (Kramer ve Brown, 2019)

Hastanın test kabinindeki pozisyonu duruma bağlı olarak değişebilir. Düzenleme, hastanın test cihazı tarafından el, kafa veya göz hareketleri, yüz ifadeleri veya görünür yansımalar gibi istenmeyen herhangi bir ipucu ayırt edemeyeceği şekilde olmalıdır. İstenmeyen işaret olasılığını azaltmak için, tipik oryantasyon hastayı gözlem penceresinden 45 ile 90 derece uzakta görecektir. Bazı hastalar için, işitme uzmanı, hastanın kafa karışıklığı belirtilerini daha iyi okumak veya görsel güçlendirme sağlamak için daha doğrudan göz teması kurmayı tercih edebilir. Bu durumda, test cihazı görsel ipucu olarak alınabilecek her şeyi örtmeye / gizlemeye dikkat etmelidir. Testin ses alanında yapılması durumunda hastanın yönlendirilmesi, neyin gerekli olduğuna bağlı olacaktır.

Örneğin, saf ton testi hastanın sese doğru dönerek yanıt vermesini gerektiriyorsa (örneğin, bazı küçük çocuklar test edilirken), belirgin bir baş dönüşünün gözlenebilmesi için hasta hoparlörden 45° ile 90° uzağa yönlendirilmelidir. Bu, odanın bir tarafındaki bir hoparlörle (hasta bir ses duyduğunda konuşmacıya doğru döner) veya odanın her iki tarafındaki bir hoparlörle yapılabilir (hasta açarak ses kaynağını yerleştirir doğru tarafı). Hastanın kafasını çevirmeden bir ses duyup duymadığını bilmekle ilgileniyorsanız, test cihazının doğrudan görüntülenmesini engellemek için hasta konuşmacıya yönlendirilebilir. Aynı şekilde, işitme cihazı olan bir hastanın test edilmesi halinde, sesin işitme cihazının mikrofonuna yönlendirilmesi için hasta hoparlöre dönük olmalıdır.

Saf Ses Odyometre İşitme Eşiği Testi: Saf tonlu odyometrede eşiklerin nasıl belirleneceği ile ilgili kurallar vardır. En çok saf ton eşikleri oluşturma konusundaki güncel kurallar, her ikisi de birbirleriyle genel olarak anlaşmalı olan Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü [ANSI] (2004) ve Amerikan Konuşma-Dil-İşitme Derneği [ASHA] (2005) 'in belgelerinde bulunur. Odyologların aynı prosedürleri kullanması önemlidir; böylece hastanın eşikleri, farklı odyologlar tarafından veya farklı zamanlarda aynı odyologdan alındığında tutarlı olur. Saf ses eşiklerini oluşturmak için genel olarak kabul edilen prosedürler, ilk olarak Carhart ve Jerger (1959) tarafından tarif edilen modifiye Hughson-Westlake tekniği olarak adlandırılan tekniğe dayanmaktadır. Günümüzde, klinik saf ton eşiklerinin belirlenmesi için değiştirilmiş Hughson-Westlake prosedürüne genel olarak “yukarı-aşağı-10” (veya “aşağı-yukarı-5”) prosedürü denir. Odyologlar arasında prosedürleri nasıl uyguladıkları konusunda bazı değişiklikler olsa da, aşağıdaki adımlar genel olarak takip edilir:

1. Hastaya bazı açık talimatlar verilir: “Farklı ses tonlarında sesler duyabileceğiniz en düşük eşiği bulmakla ilgileniyoruz. Dikkatlice dinleyin ve bir ses duyduğunuzda yanıt düğmesine bastığınızdan (veya elinizi kaldırdığınızdan) emin olun ve sesin gideceği anda düğmeyi bırakın (veya elinizi indirin). Her kulağı ayrı ayrı test edeceğiz. Sormak istediğiniz bir şey var mı?”

2. Uygun dönüştürücüyü hastaya uygun pozisyonda yerleştirin (Kırmızı = Sağ). Hastanın kulaklığı takmasına veya oynatmasına izin vermeyin. Yanlış yerleştirme, yanlış eşiklere neden olacaktır. BC'den önce AC'yi test edin ve eğer biliniyorsa veya hasta tarafından rapor edildiği takdirde daha iyi kulakta AC testine başlayın.

3. Bir tanıma aşaması ile teste başlayın. Bu, hastanın göreve aşına olması ve test ediciye test cihazının göstermesini sağlamak için, duyulması kolay (örneğin, hastanın tahmini eşiğinin üzerinde 30 ile 40 dB üzerinde) duyulması kolay, nispeten kolay bir seviyede 1000 Hz saf ton verilmesini içerir. Hasta görevi anlar. Eğer hasta saf tonu ilk seviyede duymazsa, bir cevap elde edilinceye kadar seviye 20 dB'lik adımlarla arttırılır. Genellikle, hasta yanıt verene kadar 10 dB'lik adımlarla saf ton seviyesini düşürerek alışma evresine devam edilir; bu daha sonra eşik arama aşamasının başlangıcını işaretler. Alternatif bir tanıma yöntemi, en düşük yoğunluk seviyesinde sürekli bir ton sunmak ve hasta yanıt verene kadar ton seviyesini kademeli olarak arttırmak ve ardından eşik arama aşamasının başlangıcını işaretlemek için seviyeyi 10 dB azaltmaktır.

4. İstedığınız frekansı seçin: Testler genellikle 1000 Hz ile başlar, çünkü algılanması genellikle daha kolay olan orta menzilli bir tondur ve alışma aşaması için kullanılan frekanstır. Test edilen frekansların sırası kritik değildir; ancak, ASHA (2005) tarafından önerilen emir, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 500, 250 Hz'dir. Diğer frekanslardaki uygulama etkilerinden dolayı iyileşme için ilk kulakta 1000 Hz tekrar test edilmesi önerilir. . Düşük frekanslı işitme kaybının olduğu veya artık düşük frekanslı işitmenin daha iyi karakterize edilmesi ile ilgilenen durumlarda AC testi için 125 Hz kullanılması önerilir. Ek olarak, bitişik oktav frekansları arasında eşiklerde 20 dB'den fazla bir fark varsa, 750 ve 1500 Hz test edilmelidir. BC testi için önerilen test dizisi 1000, 2000, 3000 ve 4000 Hz'dir, tekrar 1000 Hz, 500, 250 Hz.

5. Kesme düğmesine basıp bırakarak saf tonu sunun. Çoğu tanı odyometresinde, kesici anahtarı etkinleştirildiğinde bir dizi kısa ton sunan bir darbe tonu seçeneği bulunur. Bir dizi darbeleri tonlar sıklıkla kullanılır, çünkü algılanmaları daha kolaydır ve hastanın kulaklarında olabilecek herhangi bir saf sestən daha ayırt edilebilirdir. Tonların veya ses serilerinin sunumları sürenin 1 ile 2 sn arasında olmalıdır. Sunumlar arasında değişken duraklamalar (1 - 4 sn) olmalı, böylece hasta sunumların ritmini tahmin etmemelidir.

6. Yukarı-5-aşağı-10 prosedürünü kullanarak eşik arama aşamasına başlayın. Bu, hasta cevap vermediğinde, saf ton seviyesinin 5 dB'lik adımlarla yanıt verene kadar arttırıldığı ve hasta yanıt verinceye kadar 10 dB (muhtemelen eşğin altında) azaldığı anlamına gelir. Bu parantezleme adımları, bu frekans için bir eşik tesis edilinceye kadar tekrar edilir.

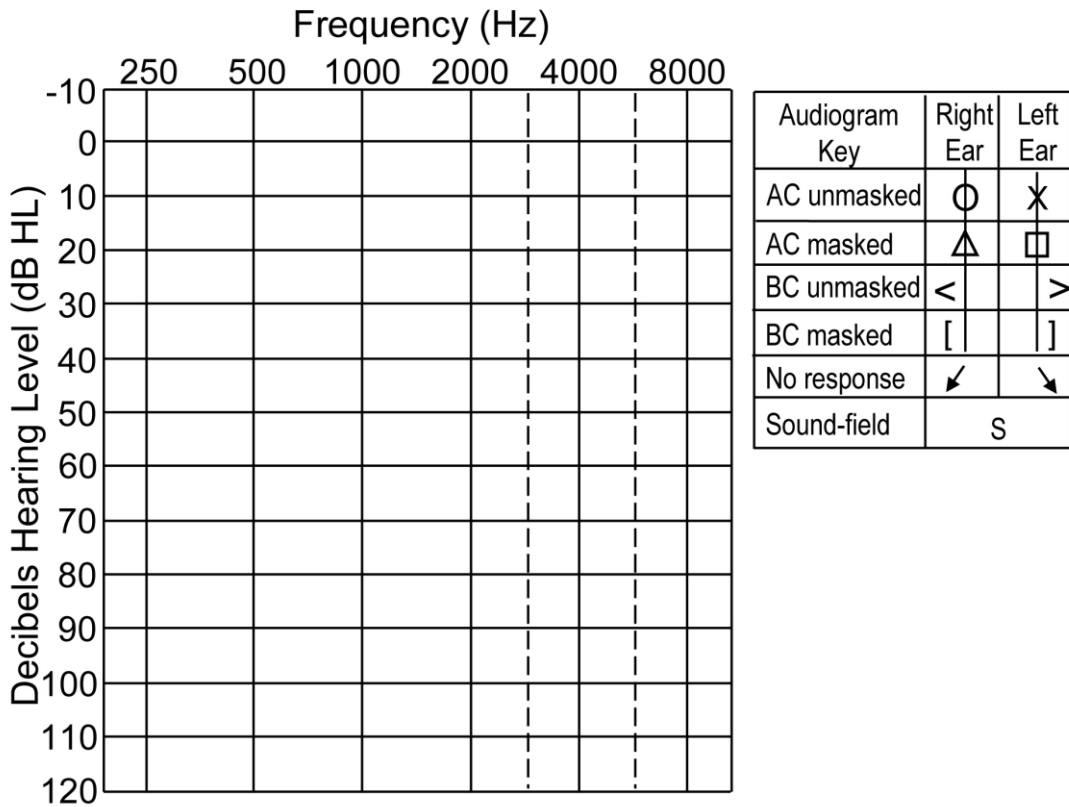
Önerilen eşik arama prosedürü (alışma evresinden sonra) artan eşik prosedürü olup, uyaran seviyesini hastanın sesini duymadığı bir seviyeden (eşğin altında), hastanın zar zor duyduğu seviyeye kadar sesi artırılır. Test cihazı genellikle yükselen denemelerle ilişkili olarak “yanıt” veya “yanıt yok” zihinsel tepkiyi tutar. Hastanın tepkilerini zihinsel olarak takip etmek karmaşık görünebilir; ancak, bu yetenek pratikte rutin hale gelir.

7. Eşik, aşağıdaki tanıma dayalı olarak belirlenene kadar yukarı-5-aşağı-10 prosedürünü kullanarak ton sunumlarına devam edin: Saf ton eşği, hastanın en az % 50 yanıt verdiği en düşük yoğunluk seviyesi olarak tanımlanır. Tek bir seviye için en az üç denemeden en az iki yanıtı olan bizi eşği vermektedir (ANSI, 2004; ASHA, 2005).

Genel olarak, prosedürün uygulanması dört sunuma kadar gerekli olabileceği ve en az % 50 sinin duyulabileceğidir. Kılavuz ilkeler düzeyinde en az üç deneme olduğunu belirttiğinden, üçte ikiden ikisi yaklaşık % 67'dir ve bu da en az % 50 tanımını karşılamaktadır. Bazı odyologlar, bazı durumlarda prosedürleri değiştirebilir: Örneğin, eşik yalnızca iki sunumdan iki doğru cevabın bulunduğu seviye olarak alınabilir (2/2); bu, 5 dB daha düşük olan (0/2) iki sunum için herhangi bir yanıt olmamasını gerektirecektir. Küçük çocuklar veya engelliler gibi standart prosedürler değiştirilirse, bu değişiklikler test sonuçlarıyla birlikte belgelendirilmelidir.

Odyogram: Bir hastanın işitme hassasiyeti hakkındaki bilgilerin doğru şekilde belgelenmesi, işitme uzmanının değerlendirmesinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bir işitme değerlendirmesinden elde edilen sonuçları anlamak diğer profesyoneller için de önemlidir, böylece bir hastanın uygun hizmetleri planlama / sağlama yeteneğini anlayabilir.

Hastanın saf ton eşikleri tipik olarak odyogram adı verilen bir grafiğe kaydedilir. Şekil 3. 35, bir boş odyogram örneğini göstermektedir.

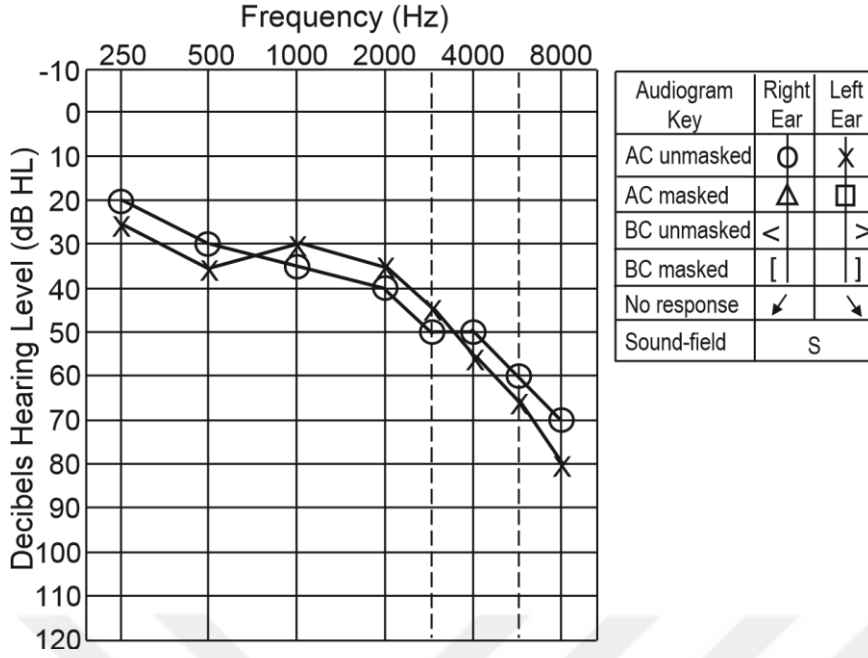


Şekil 3.35 Odyogram grafiği (Kramer ve Brown, 2019)

Bir odyogramın gerçek boyutu değişebilse de, en-boy oranı (y eksenini ve x eksenini arasındaki boyut ilişkisi), y eksenini boyunca 20 dB'lik bir değişimin frekansın iki katına karşılık gelmesi için sağlanmalıdır (oktav) x eksenini boyunca. Örneğin, y eksenini boyunca 20 ile 40 dB arasındaki mesafe, x eksenini boyunca 2000 ile 4000 Hz arasındaki mesafeye eşit olmalıdır (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü [ANSI], 2004; Amerikan Konuşma Dili-İşitme Derneği [ASHA], 2005). Frekans, odyogramın x eksenini boyunca (en üstte veya en altta), tipik olarak 250 Hz'den başlayarak ve 8000 Hz'ye kadar eşit aralıklı ardışık oktav aralıklarında (frekansların iki katına çıkması) gösterilir. Genellikle, 3000 Hz ve 6000 Hz arasındaki frekansları da odyogramda temsil edilir. Düşük frekanslı artık işitme durumlarında, örneğin, orta ile yüksek frekanslarda şiddetli bir işitme kaybı olduğunda, 125 Hz'de test yapılması önerilir. 8000 Hz'nin üzerinde test etmeniz gerekirse, eşik değerlerini 10.000, 12.000, 14.000 ve 16.000 Hz gibi belirli artışlardaki frekanslar için belgelemek üzere genişletilmiş bir yüksek frekanslı odyogram veya sayısal odyogram kullanılır; bunun için sirkumaural kulaklık gerekmektedir. Test seslerinin şiddet seviyeleri, odyogramın y eksenini boyunca temsil edilir. Şiddet ölçeğinin, grafiğin üstündeki en düşük desibel ve grafiğin altındaki en yüksek desibele sahiptir.

Eşiklerin Belgelenmesi: Hastanın eşiklerini odyogramdaki şekilde nasıl belgeleneyeceği önemlidir. Şekil 3. 36, ASHA (2005) tarafından önerilen semboller kullanılarak sağ ve sol kulaklar için çizilen hava iletimli (AC) eşikli bir odyogramı göstermektedir.

Odyogramlara genellikle her sembolün neyi temsil ettiğini belirten bir anahtar (açıklama) eşlik eder. Şekil 3.36'da, AC eşikleri (maskesiz) sağ kulak için bir daire ve sol kulak için bir X ile belirtilir. Bu semboller uygun kulağa uyacak şekilde renk kodludur; sağ kulak için kırmızı, sol kulak için mavi semboller kullanılmaktadır. AC eşikleri, uygun frekansların dikey çizgileri üzerinde ortalanır ve semboller genellikle düz çizgilerle birleştirilmektedir. Şekil 3. 36'da gösterilen tuşa dahil edilen ve içinde ilerledikçe açıklanacak başka semboller de vardır. AC eşiklerini elde ettikten sonra, kemik iletimi (BC) eşikleri elde edilir.



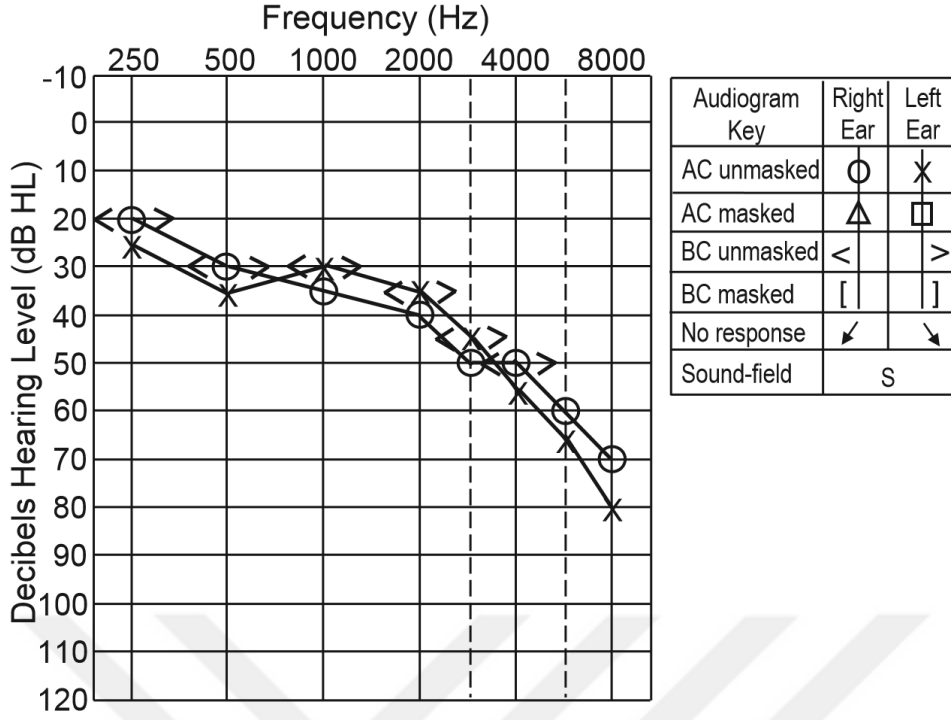
Şekil 3.36 Hava yolu ölçüm grafiği (Kramer ve Brown, 2019)

Şekil 3. 37, Şekil 3. 36'dakiyle aynı AC eşiklerini gösterir, ancak şimdi her eşik için BC eşikleri çizilmiştir. BC sembolleri genellikle çizgilerle birleştirilmez. BC sembolleri her frekans için dikey çizginin kenarına yerleştirilir.

Odyogram anahtarından sağ kulak BC sembolünün (<) hattın sol tarafına, sol kulak BC sembolünün (>) hattın sağ tarafına yerleştirildiğine dikkat edin. Bu BC sembol yerleştirme şemasının nedeni, hastaya bakarken odyograma bakarken, sağ kulak BC sembollerinin hastanın sağ kulağına, sol kulak BC sembollerinin hastanın sol kulağına hizalanması fikrinden gelir. Bu strateji biraz pratik gerektirebilir; Bununla birlikte, bir odyogramı yorumlarken konsepti doğru tutmak çok önemlidir, böylece uygun kulak için işitme kaybını tanımladığınızdan emin olursunuz.

Şekil 3. 37'de gösterilen odyogram, tek bir odyograma çizilen her iki kulak için AC ve BC eşiklerine sahiptir. Ancak, odyometrik eşikleri kaydetmenin başka yolları da vardır. Saf ton eşiklerini belgelemek için üç farklı format şu şekildedir:

- (1) Tek bir odyogramdaki her iki kulak;
- (2) Genellikle iki panelli odyogram veya yan yana odyogram olarak adlandırılan her kulak kendi odyogramında (sol kulağın solda ve sağ kulağın sağda görüntülendiğine dikkat edin); (3) Bazen sayısal odyogram olarak adlandırılan, tablo biçimindeki sayılar. Bilgisayar tabanlı programlar genellikle eşiklerin bu üç formattan herhangi birinde görüntülenmesini ve yazdırılmasını sağlar.



Şekil 3.37 Sağ ve sol kulaklar için maskesiz hava iletimi (AC) ve kemik iletimi (BC) eşikleri bulunan bir odyogram (Kramer ve Brown, 2019).

Konuşma Odyometresi: Odyologlar tarafından hastanın belirli tipte konuşma uyarılarını ne kadar iyi duyabildiğini ve anlayabildiğini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Saf sesleri duyabileceğimiz en düşük seviyeleri (eşikleri) bilmek, gerçek dünyadaki ortamlarda dinlediklerimizi temsil etmemektedir. Hastaların çoğu konuşmayı anlamada zorluk çekinceye kadar veya bir aile üyesi, kişinin iletişim kurmakta zorlandığını fark edene kadar işitme kaybına dikkat etmemektedir. Konuşma testleri, hastanın kontrollü bir ortamda da olsa konuşmayı tanıma yeteneğini belirlemek için resmi bir yol sağlamaktadır. Konuşma odyometrisi farklı işitme bozukluklarının tanısına da katkıda bulunmaktadır. Örneğin, kokleadaki bir problem, odyogramın şekli ile konuşma anlayışı arasında oldukça öngörülebilir bir ilişkiye sahiptir. 8. kranial sinirdeki bir problem genellikle odyogram tarafından önerilenden önemli ölçüde daha zayıf konuşma tanıma ile sonuçlanmaktadır. Aynı odyograma sahip iki kişinin konuşmayı tanıma ya da işleme koymada farklı zorluk derecelerine sahip olması alışılmadık bir durum değildir. Konuşma testlerinin sonuçları, saf ton eşiklerini karşılaştırmak ve doğrulamak, iki kulak arasındaki konuşma tanıma özelliğini karşılaştırmak ve / veya zaman içindeki değişiklikleri izlemek için kullanılmaktadır.

Konuşma odyometresi, bir hastanın işitme cihazı veya koklear implant için uygun bir aday olup olmadığını veya bir hastanın performansını farklı amplifikasyon cihazları ve ayarları ile karşılaştırmak için de yardımcı olmaktadır. Konuşma odyometresi iki temel konuşma testi türünü içerir:

- (a) bir konuşma eşliğinin kurulması
- (b) eşiklerinin üstünde bir seviyede gerçekleştirilen konuşma tanıma kabiliyetinin bir ölçüsü (üst eşik).

Konuşma Tanıma Eşiği (SRT): Konuşma eşliğini belirlemek için en sık kullanılan konuşma prosedürüne konuşma tanıma (alım) eşiği (SRT) denir. SRT prosedürü tipik olarak “beyzbol” ve “demiryolları” gibi her bir hecede neredeyse eşit yoğunlukta ve / veya stres ile sunulabilen spondee kelimeleri adı verilen iki heceli bileşik kelimeyi kullanır. İzlenen canlı sesle kelimelerin seviyesi VU ölçüm aletinin her hece için 0 dB'de “tepe noktası” olacak şekilde ayarlanmıştır ve test cihazı, herhangi bir hece üzerine aşırı ses yansımaları uygulamamalıdır. SRT ölçümü için bugün en yaygın kullanılan spondee kelime listeleri (Amerikan Konuşma-Dil İşitme Derneği [ASHA], 1988), Sağırlar Merkez Enstitüsünde (CID W-1 ve W-2 Kelime Testleri) geliştirilen materyal modifikasyonlarıdır (CID) (Hirsh ve diğerleri, 1952).

Hasta sunulan spondee kelimeleri doğru bir şekilde tanımak için spondee SRT testi gerektirir.

SRT, genellikle kelime listesinin rahat bir dinleme seviyesinden anlaşılmasıyla başlar, böylece doğru tanımlanmayan sözcükler test listesinden çıkarılır (Tillman ve Jerger, 1959). Test cihazı, hastanın kelimelerin en az % 50'sini tanıyabileceği en düşük seviyeyi bulmak için spondelerin sunum seviyesini değiştirir. Kaydedilen materyaller veya izlenen canlı ses SRT testi için kabul edilebilir ve ikisi arasında eşik değerinde önemli bir fark yoktur (ASHA, 1988). Hastaya, “Şimdi bazı ortak kelimeleri tanıyabileceğiniz en yumuşak seviyeyi bulacağım. Lütfen tahmin etmeniz gerekse bile duyduğunuz sözcükleri tekrarlayın. ”SRT'nin kurulması için çeşitli prosedürler uygulanmıştır. Saf ton eşik testi için kullanılan benzer “yukarı-5-aşağı-10” parantez yöntemi birçok odyolog tarafından kullanılır ve Martin ve Dowdy (1986) tarafından tanımlanmıştır; ancak, bu prosedür, bir SRT elde etmek için bir yöntem olarak herhangi bir profesyonel standarda veya kılavuza dahil edilmemiştir.

Diğer SRT prosedürleri, sunum seviyesini ne zaman artıracığınızı veya azaltacağınızla ilgili özel kurallarla her seviyede kelime blokları (blok başına 4 ile 5 kelime) kullanır. SRT prosedürlerinin çoğu, hastanın gerçek eşliğinin çok altında veya çok üstünde seviyelerde çok fazla kelime sunmak için zaman kazanmak için hızlı bir şekilde hastanın eşliğine yaklaşmayı arayan bir başlangıç aşamasına sahiptir. Bazı SRT prosedürleri, kelime bloklarının önce hastanın tahmini eşliğinin üzerinde ve sonra azalan seviyelerde sunulduğu bir iniş eğiği araştırması kullanır (Amerikan Konuşma-Dil-İşitme Derneği [ASHA], 1988; Chaiklin & Ventry, 1964); diğer prosedürler, artan bir eşik değeri araştırması kullanır; burada sözcük blokları önce tahmini eşik altında ve ardından artan seviyelerde sunulur (Chaiklin, Font ve Dixon, 1967; Downs & Minard, 1996).

Konuşma Algılama Eşiği: Bazen bir konuşma farkındalık eşiği (SAT) olarak da adlandırılan bir konuşma algılama eşiği (SDT), bir hastanın konuşmayı doğru tanımak yerine basitçe konuşmayı algılayabileceği en düşük seviyeyi belirleyen bir konuşma eşiği ölçüsüdür. SDT genellikle SRT'den 5 ile 10 dB HL daha düşüktür, çünkü SDT yalnızca kelimenin en duyulabilir frekansına tepki gösteren hastaya bağlıdır (Cambron, Wilson ve Shanks, 1991). SDT, yalnızca ciddi veya derin işitme kaybı olan yetişkinler, küçük çocuklar, konuşma veya dil bozukluğu olan hastalar veya fiziksel / zihinsel engelli hastalar gibi bir SRT alınmadığında kullanılır. Genel olarak, konuşmanın yoğunluğu hasta talimat verilen şekilde yanıt verinceye kadar (el yükseltir) ya da başa dönüş görsel bir güçlendirme odyometresi (VRA) prosedürü kullanarak, eşikten aşağıya doğru yükselen bir yönde ayarlanır.

SDT, saf ton eşikleri için kullanılan yukarı-5-aşağı-10 yöntemi gibi bazı basamaklama prosedürleriyle de kurulabilir (Amerikan Konuşma-Dil İşitme Derneği [ASHA], 1988). Eğer SDT en iyi iki frekans ortalamasının ortalamasından 20 dB daha düşükse, her iki önlem de şüpheli olmalı ve tutarsızlık giderilmelidir (Brandy, 2002). SRT yerine SDT elde edildiğinde, odyogram raporunda açıkça belirtilmeli ve kullanılan konuşma uyarılarının türü de belirtilmelidir. SDT, bir kişinin işitme kaybının şeklinin zayıf bir göstergesidir, çünkü yalnızca en iyi işitme frekansını yansıtır.

En Rahat Seviye ve En rahatsız Olduğu Seviyeyi Bulma: Odyometrik olarak, bir hastanın konuşmayı dinlemeyi tercih ettiği seviyeye (dB HL) en rahat ses seviyesi (MCL), bir hastanın konuşmayı çok yüksek bulduğu seviyeye (dB HL cinsinden) en rahatsız olduğu ses seviyesi denir. Bir hastanın MCL ve UCL'si hakkında bilgi, konuşma testi yapılacak uygun seviyenin seçilmesinde yardımcı olmaktadır. Konuşma için bir hastanın MCL ve UCL'sini belirlemenin en yaygın yolu, hastanın aşağıdaki kategorilere göre artan kelime veya cümle seviyelerinin yüksekliğini yargılamasının istendiği kategorik puanları kullanmaktır (bu kategorilerin bir listesi hastaya verilmiştir) (Punch, Rakerd, & Joseph, 2004):

7. Rahatsız yüksek sesle
6. Yüksek, ama Tamam
5. Rahat, ama biraz yüksek sesle
4. Rahat
3. Rahat, ama biraz yumuşak
2. Yumuşak
1. Çok yumuşak

Hastanın MCL ve UCL'si hakkındaki bilgiler, konuşmayı anlama yeteneğini değerlendirmede ve konuşmadan rahatsızlık duymadan önce ne kadar aralıklı olduğunu değerlendirmede faydalıdır. UCL, bir hastanın işitmesi için aralığın üst ucunu temsil eder. UCL önlemleri, işitme cihazı donanımları için önemlidir; böylece işitme cihazı çıkışı, hastanın UCL'sini geçmez. Her ne kadar MCL ve UCL, çeşitli işitme seviyeleri için bildirilebilse de (Dirks ve Kamm, 1976), normal işitme uzmanının konuşma için MCL'si genellikle 40 ile 55 dB HL arasındadır, konuşma için UCL ise yaklaşık 110 dB HL'dir. Dinamik aralık olarak adlandırılan bir hasta için kullanılabilir işitme miktarı, SRT ve UCL arasındaki farktır. Koklear işitme kayıplarında, hastanın konuşma için bir UCL'ye sahip olması normal işiten bir kişiden aynı veya biraz daha düşük olacak şekilde tipiktir; Bununla birlikte, hasta artmış bir SRT'ye sahip olduğundan, elde edilen dinamik aralık büyük ölçüde azalır (Kamm, Dirks ve Mickey, 1978).

3.4.5. Duyma Yitimi Dereceleri ve Tipleri

Duyma sistemi, periferik ve santral olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Periferik kısım, dış kulak yolu, orta kulak, iç kulak ve koklear sinir; santral kısım, işitme sinirinden sonraki yapıları içerir, (Çakır, 2010). Bu yapılarda meydana gelen patolojilere göre işitme kaybı ortaya çıkabilir, (Güler ve Çobanoğlu, 1994). İşitme kaybı, kulağın bölümlerinden herhangi birinde oluşan hasarlar sonucu ses algılama niteliğinin eksilmesi veya kaybolması olarak tarif edilir (Belgin, 2004). Duyma kayıpları farklı derece ve tipte olabilmektedir, (Özdemir, 2019). İşitme kayıplarının derecelerinin belirlenmesi amacıyla saf ses odyometre testi yapılır, (Çakır, 2010). Saf ses odyometresi yapılırken belirli frekanslarda (hava yolu ölçümü için 125-250-500-1000-2000-4000-8000 Hz; kemik yolu ölçümü için 250-500-1000-2000-4000 Hz) bireyin duyabildiği en düşük ses şiddeti dB cinsinden bulunur. Bu frekanslardan 500 Hz-1000 Hz-2000 Hz-4000 Hz frekanslardaki eşiklerin ortalaması saf ses ortalaması olarak belirlenir (Belgin, 2017). İşitme kaybının derecesi, saf ses ortalamasına göre tespit edilir, (Belgin, 2017). İşitme düzeyine bağlı olarak işitme kaybı dereceleri, Çakır (2010, s. 49)' dan alınan Tablo 3. 7 ' de verilmiştir.

İletim Tipi İşitme Kaybı (İTİK): Dış kulak ve orta kulaktaki hasarların sebep olduğu duyma yitimi tipidir (Belgin, 2017). Buşon, timpanik membran (kulak zarı) perforasyonu, otitler, otoskleroz gibi dış kulak yolu, timpanik membran, orta kulak kavitesi ya da kemik zinciri ilgilendiren patolojiler sesin kokleaya ulaşmasına engel olarak iletim tipi duyma yitimine sebep olabilirler (Çakır, 2010).

Sensörinöral Tip İşitme Kaybı (SNİK): İç kulakta bulunan hasarlardan kaynaklanan işitme kaybıdır (Belgin, 2017). Meniere hastalığı, presbiakuzi, 8.sinir tümörü gibi durumlar koklea ya da duyma siniri etkileyerek seslerin işitme merkezine ulaşmasına engel olarak sensörinöral duyma yitimine sebep olabilirler (Çakır, 2010).

Mikst Tip İşitme Kaybı: İç, dış ve orta kulaktaki hasarların yol açtığı işitme yitimi tipidir (Belgin, 2017).

Santral Tip İşitme Kaybı: Beynin işitme merkezinde bulunan hasarın yol açtığı işitme yitimidir (Belgin, 2017). Beyin sapından, beyinde temporal lobdaki işitme merkezine kadar olan bölgelerde sinir liflerinin etkilenmesi ile oluşan duyma yitimidir, (Çakır, 2010).

Tablo 3.7 Duyma düzeyine göre duyma durumu değerlendirmesi

İşitme Düzeyi (Saf Ses Ortalaması)	İşitme Durumu
0-25 dB	Normal duyma
26-40 dB	Çok hafif derecede duyma yitimi
41-55 dB	Hafif derecede duyma yitimi
56-70 dB	Orta derecede duyma yitimi
71-90 dB	İleri derecede duyma yitimi
91 dB ve üzeri	Çok İleri derecede duyma yitimi
Hiç yoksa	Total işitme yitimi vardır

İşitme kaybının derecelerinin yanı sıra işitme kaybı tipleri de önemlidir. Burada, ayrıca işitme kaybı tiplerinden iletim, sensörinöral, mikst tip ve santral işitme kayıpları açıklanmıştır.

Gürültünün İşitmeye Etkisi: Gürültüden kaynaklı duyma yitimi, günümüzde de erişkinlerde karşılaşılan en önemli işitme kaybı nedeni olarak kaynaklarda yer almaktadır (Nelsin, Concha-Barrientos, Fingerhut, 2005). Kemaloğlu ve Tutar (2013) gürültüye bağlı işitme kaybını (GBİK) ve akustik travmayı iki alt kısımda incelemiştir. GBİK, devamlı ya da aralıklı olarak gürültüye maruz kalma neticesinde aheste aheste gelişen duyma yitimidir. Akustik travma ise ani çok şiddetli bir gürültüye bir kez maruz kalma neticesinde duymada oluşan ani değişikliktir. Ancak hem uygulamada hem de prensipte GBİK ve akustik travmanın kapsamı yukarıdaki tanımdan daha geniş bir kapsamı içermektedir. Gürültüye bağlı olarak işitme sisteminde meydana gelen bozulma ya da yetersizlik hissini tamamı bu kapsama girer. Gürültüye bağlı olarak gelişen fark edilen geçici ya da kalıcı hasar kadar, fark edilemeyen seviyedeki işitsel hasar da bu konu içindedir. İşitme seviyesinde düşme kadar, işitsel nöropatide tespit edilmesi amaçlanan, konuşulanı anlama bozuklukları ve ayrıca sese karşı hassasiyet, gürültü ile anlama yeteneğinin azalması (sinyal-gürültü oranında düşme), baş dönmesi, kulak zarı perforasyonu vb. pek çok bulgu ve belirti de bu kapsamda değerlendirilmelidir (Kemaloğlu ve Tutar, 2013).

Özdemir (2019), gürültünün kulağa verdiği zararı iki ayrı bölümde ele almıştır. Birincisini “kalıcı olmayan duyma yitimleri” şeklinde isimlendirmiş ve birkaç saat süresince şiddeti fazla olan gürültü faktörünün etkisinde kalan bireylerde kalıcı olmayan işitme kayıpları oluşabildiğini belirtmiştir. İşitme kaybının ise ne kadarlık bir süre neticesinde normal duruma döneceği ise bireyin; yaşına, fizyolojik yapısına, gürültü ortamının etkisinde kalma müddetine, ne tür bir gürültü ortamında kaldığıyla dakika, saat ve hatta gün boyu sürebildiğini ve ardından normale döndüğünü de eklemiştir. Özdemir’e (2019) göre, 90 dB şiddetinde bir gürültülü ortamda 100 dakika süre ile etkisinde kalma neticesinde meydana gelen yaklaşık 18-20 dB şiddetinde bir işitme kaybı derecesinin kaybolması için ihtiyacı olan iyileşmesi süresinin, aşağı yukarı 1000 dakika olması gerekir. Demek oluyor ki meydana gelen işitme kaybının eski sağlıklı haline gelmesi için, gürültü ortamında maruziyet süresi boyunca minimum 10 katına kadar bir iyileşme süresinin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Gürültünün seviyesi arttıkça, işitme kaybı oranının giderek arttığı, iyileşme süresinin ise buna oranla artacağı anlaşılmaktadır. Gürültü faktörü olan bir ortamda özellikle endüstride çalışan işçilerin yukarıda söz edildiği üzere iyileşme süresine sahip olması söz konusu değildir.

8 saat boyunca gürültülü ortamın etkisinde kalma neticesinde maksimum 16 saat boyunca dinlenme süresi gereklidir. Sürekli çalışan işçilerde oluşan işitme kayıpları, toplanan bir şekilde meydana gelerek kesintisiz oluşan işitme kayıplarına dönüşür. Fazla uzun süre işitme almaçları üstünde oluşan fiziksel enerji, almaçların dağılmasına, bu da sinirsel olarak iyileşemeyecek cinste işitme kayıplarının meydana gelmesine sebep olmaktadır (Özdemir, 2019). İkincisini ise “uzun süreli gürültü etkisinde kalma sonucu oluşan kayıplar” olarak incelenmiştir. Özdemir (2019), gürültü faktörü olan bir ortamda fazla süre boyunca çalışan işçilerde, iç kulakta yer alan kıl hücrelerinin bozulması sebebiyle kalıcı olan işitme kayıplarının oluştuğunu tespit etmiştir. Kesintisiz işitme kaybı (işitme kaybı deyiminden bazı frekanslarda işitme eşiğinin yükselmesi anlamına geldiği, tümünden sağırılık anlamına gelmediğini anlaşılmalıdır); bireysel hassasiyete, gürültünün seviyesine, gürültünün frekans paylaşımına günlük hepsinin toplamının etkisinde kalma süresine bağlıdır. Ve kulağa takılan kulak koruyucusunun yapısı, gürültü faktörünün kesiksiz, kesikli ya da vuruşlu meydana gelmesi gibi birçok faktörün de etkisinde kalmaktadır. Yalnızca genel anlamda ortalama olarak 10 yıl süreli gürültü etkisinde kaldıktan sonra gürültüye bağlı işitme kaybının ortaya çıkmaya başladığı tespit edilmiştir (Özdemir, 2019).

Bunun yanında işitme kaybı yalnız gürültü etkisinde kalma ile oluşmaz. Kişinin, yaşı ilerledikçe işitme tüy hücreleri yüksek frekanslardan başlamak üzere bozulmaya uğrar. Araştırmalar neticesinde insan kulağı en hassas olan frekans aralığının 1000 Hz -6000 Hz arasında olduğu tespit edilmiştir. Bilhassa 4000 Hz frekansı kulağın en hassas olan bölgesidir. Bu sebeple kulağın en fazla zarara uğradığı gürültü 4000 Hz civarındaki gürültüdür. En başta işitme kaybı da bu frekans değerindeki seslerde meydana gelmektedir.

Gürültü etkisinde kalmanın devam etmesi bu frekans bölgesini gittikçe genişlemesine sebep olur. Bu tür rahatsızlığın başlangıç döneminde olan birey, meydana gelen işitme kaybını anlamaya başlar. İşitme kayıplarının sebeplerinden bir diğeri de yaş ile alakalı ise de bireyler çalışma ortamında çok fazla derecede gürültü etkisinde kalırsa işitme kaybı çok daha öncesinde meydana gelmesi mümkün olduğu görülmektedir. İşitme kaybı, yaşın giderek artmasıyla ve bazı ilaçların tesirlerinin ve de bazı hastalıkların bilhassa, çocuklukta geçirilen ateşli hastalıkların etkisiyle de olabilmektedir (Özdemir, 2019). Bu tarz işitme kaybının sağlıklı hale dönüşü olmadığı, başka bir deyiş ile tedavisinin mümkün olmadığı tespit edilmiştir.

Gürültüye bağılı işitme kaybının özelliklerinin klinik açıdan ortak bulguları incelendiğinde aşağıdaki sonuçların ortaya çıktığı tespit edilmiştir:

- İşitme kaybı, sensörinöral tipte olmak ile birlikte iç kulakta bulunan tüy hücrelerini de etkilemektedir.
- Gürültü etkisinde kalma sıklıkla simetrik olarak meydana geldiği için işitme kaybı genelde bilateral olmaktadır.
- Gürültü etkisinde maruz kalındıktan sonra meydana gelen işitme kaybı belirtisi ilk olarak 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz frekansında çentik ve 8000 Hz frekansında iyileşme olarak görülmektedir. Bütün olarak çentiğın yeri, gürültüye maruz kalınan frekans ve kulak kanalı uzunluğu ile birlikte birçok faktörün etkisi altındadır.
- Gürültü etkisinde kalınan ilk dönemlerde 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarındaki işitme eşikleri aritmetik ortalaması; 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz frekanslarındaki işitme eşiklerinin ortalamasından daha iyi olduğu tespit edilmiştir.
- Gürültü etkisinde kalma, tek başına yüksek frekanslarda 75 dB değerinden daha fazla ve alçak frekanslara doğru gittikçe 40 dB şiddetinden daha çok işitme kaybı meydana getirmediği tespit edilmiştir. Yaşa bağılı olarak bireylerde daha çok işitme kaybının oluştuğu anlaşılmıştır (Çevirme, 2000).

Dünyada ve Türkiye’ mizde, meslek hastalıkları arasında en yaygın olanı, gürültüye bağılı işitme kayıplarıdır (Şenkal ve Aydın, 2013; Alleyne ve diğeri, 1989). Bu nedenle, gelişmekte olan ülkelerde gürültünün insan sağığına zararlarının engellenmesi adına hukuksal olarak da çalışmalar yapılmaktadır. Yasa, tüzük ve yönetmeliklere gürültüye bağılı işitme kaybı konusu ile ilgili maddeler eklenmektedir (ÇSGB, 2013). ÇSGB bünyesinde, çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmaları ile ilgili yönetmelik hazırlandığı, Türkiye’ mizde de bu yönde çalışmalar yapıldığı anlaşılmaktadır. ÇSGB’nin yayımlamış olduğu yönetmelik incelendiğinde hangi ses şiddetinde hangi önlemlerin alınması gerektiği, çalışanların belirlenen ses şiddetlerinde ki gürültülü ortamda maksimum kaç saat çalıştırılabilecekleri ve alınması gereken önlemler detaylı olarak belirtilmiştir.

Diğer yandan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü incelendiğinde de 1475 sayılı iş kanunu kapsamına giren işyerlerinde, işçilere ait yatıp kalkma yerlerinde ve diğer müstemilatında bulunması gereken sağlık şartlarının neler olduğunun açıklandığı anlaşılmaktadır. İşyerlerinde kullanılan alet, edevat, makinalar ve hammaddeler yüzünden çıkabilecek hastalıklara engel olmak için hangi önlemlerin alınacağı, işyerlerinde iş kazalarını önlemek üzere bulundurulması gerekli araçların neler olduğu bu tüzükte belirtilmiştir. Bu bağlamda, ilgili tüzüğün 22. maddesinde gürültü ile ilgili alınması gereken tedbirlere yer verilmiştir. İşçi Güvenliği ve İş Sağlığı Tüzüğü, madde 22 aşağıda açık şekilde verilmiştir:

“Ağır ve tehlikeli işlerin yapıldığı yerlerde, gürültü derecesi 80 dB’ i geçmeyecektir. Daha çok gürültülü çalışmayı gerektiren işlerin yapıldığı yerlerde, gürültü derecesi en çok 95 dB olabilir.”

22. madde de belirtildiği üzere, 80 dB – 95 dB ses düzeyleri sınır olarak belirlenmiştir. Bununla ilgili olarak işyerleri, çalışma ortamlarını ve saatlerini iş sağlığı ve iş güvenliği tüzüğüne uygun şekilde düzenlemek ve gerekli tedbirleri almak zorundadırlar. Bu tedbirlerin alınması ile işitme sağlığının korunması yakından ilişkilidir.

3.4.6. İşitmenin Korunması Programı ve Gerek Duyulma Nedenleri

Birçok gürültünün, kalıcı işitme kaybına yol açabileceği açıklanmıştır. Bu durumun sözel iletişimi etkileyebileceği tespit edilmiştir. Gürültü sonrası işitme kaybı, geçici işitme kaybı, kalıcı işitme kaybı veya her ikisinin de oluşması şeklinde de olabilir. Kalıcı işitme kaybı, iç kulakta geriye dönüşü olmayan değişikliklere sebep olmaktadır.

Gürültüye bağlı işitme kaybı, konuşma frekanslarından önce yüksek frekansları etkiler. Bu yüzden bu tip işitme kayıpları, ciddi bir işitme testi yapılınca kadar ortaya çıkmayabilir. Bunun yanı sıra gürültüye bağlı işitme kaybında kişisel değişikliklerde görülmektedir.

Eğer işçi çalıştığı ortamda;

- Gürültü olan bir alanda sözel iletişimde güçlük çekiyorsa,
- Gürültü olan bir alanda birkaç saat boyunca çalışmanın sonunda kulaklarda tinnitus oluyorsa,
- Belli bir müddet gürültü olan bir alanda kalıcı olmayan işitme kaybı meydana geliyorsa işitmeyi korumak için programa bir an önce başlamak gerekir.

Gürültü ağrı eşiğine veya rahatsız edici bir seviyeye gelmesini bekledikten sonra işitmenin korunması programının uygulaması doğru değildir. Çünkü gürültü faktörüne bağlı işitme kaybı daha düşük seviye şiddetindeki gürültülerde bile oluşabilir. Gürültü analizi, işitme korunması programının gereksiniminde yegâne olan en güvenilir yöntemdir. İşitme korunma programının üç ana temel faktörden meydana gelir.

Bu temel faktörler, aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Gürültünün analizi
- Gürültünün kontrolü
- İşitmenin ölçümü

İşitme ölçümleri, işitme korunması programının çok önemli bir bölümünü oluşturur. Bu şekilde işçi gürültüye maruz kalmadan önce işitme yeteneği ve gürültü faktörüne maruz kaldıktan sonra geçen zaman içerisindeki işitme yeteneği gelişimi test edilebilir. Böylece bireyin, gürültü faktörünün işitme kaybına ne kadar hassas olabileceği yönünde tespitinin yapmak mümkün olur. Ölçüm ve ölçüm tekrarı neticesi, işitmenin korunması programının etkisinin ne derece oluştuğunu gösterir.

İşitmeyi korunmadaki sorumluluğun temelinde iki temel prensip vardır. Bunlar:

- Tıbbi sorumluluk
- Genel işbirliği ilkeleri

olarak adlandırılabilir (Genç ve Kayıkçı, 2004).

Tıbbi Sorumluluk: İnsan fonksiyonlarından herhangi birinin korunması, doğrudan tıbbi sorumluluktur. Bu yüzden tıbbi gözlem altında yapılmamış herhangi bir işitme koruma programı eksik olarak ifade edilir. Bu nedenle işitme korunması programının tıbbi gözetim altında yapılması en ideal olan uygulamadır.

Genel İşbirliği: İşitme korunmasının programı olumlu sonuçlar verebilmesi için büsbütün bir işbirliğinin gerçekleştirilmesi gerekir. Yani işçi, işveren ve çalışan personelin sıhhati ve itimadı için tüm elemanlar büsbütün bir mutabakat içinde olmalıdır. Tıbben sorumlu olan birey gürültü ölçümü başlatmalı, yakın çevre durumunu gürültüyü denetleyecek şekilde lüzumlu değişikliklere yönlendirmeli, ihtiyaç hissedilen durumlarda kulak koruyucularını temin etmeli ve tüm çalışanlar için kullanılabilmeye hazır bir şekilde bulundurmalıdır. İşveren kulak koruyucularının kullanılmasını koşul olarak zorunlu kılmalı, toplumsal kurallara riayet etme mecburiyetini kendisi de hissetmelidir.

3.4.7. Gürültünün İşitme Kaybına Etkisine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Farklı meslek gruplarında farklı şekillerde ve değişik sürelerde gürültülü ortamda kalınabilmektedir. Bunlardan bazıları olarak pilotları, maden işçilerini, endüstriyel ortamda çalışanları adlandırmaktadır.

Atalay, Türkoğlu-Babakurban, Aydın (2015) çalışmalarında pilotlarda yaş faktörü, toplam uçuşların saati ve uçakların çeşidine göre oluşan işitme kayıplarını ve işitme seviyesini etki edecek kişisel durumların etkenlerini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında 2014-2015 yılları arasındaki bir yıllık süreç içinde Sivil Havacılık kanunu icabı senelik periyodik denetlemeleri için Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Ankara Hastanesi'ne müracaat eden 25-54 yaş arasında, 234 Türk pilotu verilerinde inceleme yapılmıştır. Pilotların odyometre sonuçlarında 8000 Hz, 6000 Hz, 4000 Hz, 3000 Hz, 2000 Hz ve 1000 Hz frekanslarında saf ses hava yolunun işitme eşikleri; 4000 Hz, 2000 Hz, 1000 Hz saf ses kemik yolunun işitme eşiklerine bakılmıştır. Çalışmanın bulguları yüksek frekanslara doğru işitme kaybı ile toplam uçuş saatleri ve pilotların yaşları arasında ciddi bir bağ olduğunu göstermiştir. Yaklaşık olarak işitme kaybının, helikopteri kullanan pilotların bilhassa sol kulaklarının başka uçak türlerini yöneten pilotlardan daha çok olduğu tespit edilmiştir.

Bunun yanında; obezite, diabet, sigara kullanımı, hipertansiyon ve anemi ile ilişkili olarak işitme kaybı ile bağlantısında istatistiksel bir anlam saptanamamıştır.

Şenkal ve Aydın (2013) pilotlarla yapmış oldukları çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmalarının sonuçlarında, pilotlarda türlü sebeplerden ötürü işitme kaybı oluşsa da en mühim sebebi gürültülü ortamın etkisinde kalınması olduğunu belirtmişlerdir. Ferdî anlamda korunmak için gerçek yöntemin, icap olarak uçuş ve gerekirse yerdeki ekiplerin gürültü arttığı ortamlarda muhakkak kulak tıkayıcıları ve kulak koruyucu donanımını kullanmaları, telefon kulaklıklarında sesin şiddetlerini azaltmalarını önermektedir. Rutin kontroller yanında odyometre ölçümleri muhakkak yapılmalıdır. İşitme kaybı saptanan pilotların işitme cihazı kullanma gereksiniminin belirtisi var ise uçuş itimadını çoğaltmak için uygun olan işitme cihazını kullanmaları sağlanmalıdır.

Gültekin ve diğerleri (2013) ise çalışmalarında değişik devlet hastanelerindeki gürültü düzeyleri etkisinde çalışanların işitme kaybını araştırmışlardır. Bu amaçla biyokimya laboratuvarlarındaki çeşitli analiz aygıtlarından oluşan ses düzeyleri, ses seviye ölçer ile farklı farklı çalıştırarak oluşan gürültü seviyeleri 15 dakika süresince ölçülmüştür.

En az ve en üst seviyeler şeklinde tespitler yapılmıştır. Bulunan sonuçlara göre, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kılavuzunda belirlenen seviyelerle karşılaştırmışlar ve mevcut gürültü düzeyinin DSÖ'nün önerdiği seviyelerin üzerinde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özbıçakçı ve diğerleri (2012) ise tanımlayıcı alan çalışmalarında, İzmir ilinde bulunan bir ilkokulda koridorlarda ve sınıflarda gürültü seviyesini tanılamak ve ihtiyaç duyulan hassaslığı kazandırmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla on farklı şubede (250) öğrenciye gürültü meydana getiren kaynakların etkisi altında ve etkisi azaltılarak öğrencilere ders vermişlerdir. Ders öncesinde ve sonrasında okulda sınıfta ve teneffüs aralarında sonometre cihazı ile işitme yeteneği ölçümleri yapmışlardır. Ders öncesinde koridor aralarında en aşağı 80.75 dB, en yukarı seviye 87.25 dB gürültü şiddeti ölçülmüştür. Dersten sonra bu şiddet düzeyleri sırayla 80.25 dB, 84.50 dB olarak ölçülmüştür. Ses şiddet seviyesi olağan limitlerin üstündedir. Gerçekleştirilen eğitimler ile birlikte, öğrencilerin ve okul idaresindekilerin beraber olarak benimsemesinin duyarlılıkta etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çınar (2005) doktora tezinde çevresel gürültü ve buna paralel olarak madencilikte gürültü şartlarını ayrıntılı olarak incelemiştir. Çalışma kapsamında kurulan deney düzeneği ile gürültü dağılımına etki edebilecek çevresel faktörleri tespit etmiştir. Gürültünün arazide yayılımının bulunmasına yönelik deneysel çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar, önce nem, sıcaklık, rüzgâr hızı, basınç ve rüzgâr yönünün şeklindeki atmosferik faktörler dikkate alınarak, çok sayıda gürültü oluşmasında etken faktörün olması durumunda 10000 m²' lik bir yerde oluşturulan 121 ölçüm istasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Sonraki çalışmalar gürültü faktöründen rahatlatılmış bir yerde 7 ayrı bant merkez frekansı değerleri ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel bilgilere göre ve açık işletmelerde gürültü kaynakları belirlendikten sonra her bir gürültü kaynağının oluşturduğu eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) hesap edilmiştir. Bunun yanı sıra ocak içerisinde gürültünün nasıl yayılacağına yönelik bir tahmin modeli geliştirilmiştir.

Bu model ile ocak içerisinde gürültü haritaları çizilerek, gerçek ölçüm sonuçlarının çizilen haritalarla birlikte elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen verilerin eşdeğer gürültü değerine çevrilmesiyle kullanılan Netcad 4. 0 programı ile bölgenin gürültü haritası çıkarılmıştır.

Erdoğan (2016) ise uzmanlık tezi kapsamında yaptığı çalışmada Denizli'de yer alan üç tekstil fabrikasındaki gürültü düzeyinin çalışanlar üzerine etkisini araştırmıştır.

Gürültü etkisinde meydana gelen işitme kaybı fazlalığı ve oluşturan faktörleri, ikincil yöntem olarak birkaç kan parametreleriyle ortamın gürültü seviyesi arasında var ise ilişkiyi belirlemeyi hedeflemiştir. Sonuç olarak işverenlerce fabrikada gürültü seviyesi takiplerinin sistemli olarak yapılması ve bilhassa risk gruplarında rutin olarak GBİK ve kan tahlil sonuçları yönünden yakından izlenmesi hastalığın erken teşhisi ve GBİK'nın önüne geçilmesine etkisi olacağını belirtmiştir.

Ege, Sümer ve Sabancı (2003) de Çukurova Bölgesi'nde yer alan üç dokuma fabrikasının tekstil ve iplik kısımlarının gürültü düzeyini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında tekstil ve iplik makinalarının çevreye yaydıkları gürültüde 1/1 oktav bantı merkez frekanslarındaki ses basınç seviyeleri ve eşdeğer ses seviyesi değeri ölçülmüştür. Bunun sonunda; Tekstil makinalarının çevrede oluşturduğu ses basınç seviyeleri 78,3 ile 100,8 dB aralığında değiştiği tespit edilmiştir. İplik makinasında değerlerin 74,7 ile 90,3 dB aralığında olduğu anlaşılmıştır.

İnsan kulağında en hassas olunan frekans değeri 4.000 Hz'dir. Tekstil makinalarında oluşan ses basınç seviyesi 87,7 ile 98,1 dB aralığında, iplik makinalarında ise 81,2 ile 88,8 dB aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, gürültü faktörünün bu yerlerde azaltmaya yönelik teklifler önerilmiştir.

Dokur ve diğerleri de (2005) çalışmalarında endüstriyel gürültü sorununu ele almışlardır. Çalışma sonuçları ülkemizdeki yasaların, bazı eksikliklerine karşın, endüstriyel gürültüden korunma konusunda, genel olarak batı standartlarına uygun olduğunu ancak, uygulamada büyük sorunlar olduğunu ortaya koymuştur. Gürültünün sağlık üzerine etkileri, koruyucu önlemler, gürültüye bağlı işitme kaybının tanısı ve konunun hukuki boyutu işçiler ve işverenler tarafından yeterince bilinmediği tespit edilmiştir. İş güvenliği ve sağlığı mühendislerinin ülke çapında geniş denetimler yapmalarının yararlı olacağı önerilmiştir.

Öztürk ve diğerleri (2007) ise, çalışmalarında döküm işkoluna ait gürültü etkisine bağlı olarak ortaya çıkan işitme kayıplarının sıklığı ve buna tesir eden etmenleri değerlendirmişlerdir. İzmir'de döküm işkoluna ait yedi işyerinin üretim süreçlerinde, bireylerin etkilendikleri muadil gürültü düzeyleri ölçülmüştür. Çalışan 392 bireye anket uygulaması, otoskopik ölçüm ve odyometre testleri yapılmıştır. Döküm işkolunda işyeri sahalarının % 62,5 'inde 85 dB ve üzeri şiddette gürültü tespit edilmiştir. Çalışma verileri, çalışan işçilerin kendi çalıştıkları bölümlerindeki gürültü ile GBİK arasında orantısal olarak bağlantılı bir farkın bulunmadığını ortaya koymuştur.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın amacına yönelik olarak akaryakıt şirketlerinde çalışan belirlenmiş örnek grubuna alınmış çalışanların sosyo-demografik ve çalışma yaşamı ile ilgili özelliklerine ait bilgi tespit etmek için anket uygulanmıştır. Bunun için örnek grubundaki işçiler belirli aralıklarla sağlık muayenesinden ve odyometrik testlerden geçirilmiştir. Sonrasında elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın bağımsız değişkeni gürültü etkeni olup, gürültüye bağlı oluşan işitme kayıpları ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

4.1. Örnek Grubu

Çalışmanın örnek grubu Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İstanbul bölge müdürlüğünde kayıtlı olan, akaryakıt çalışanlarının sayısı 10-30 olan işyerlerinden meydana gelmektedir. Çalışmanın yapıldığı zamanda kayıtlı 16 işyeri seçilmiştir. Çalışmaya başladıktan sonra iki iş yerinde odyometre ölçümleri yapacak uygunlukta ortam bulunmadığından dolayı çalışma dışı bırakılmak zorunda kalınmıştır. Kalan 14 işyerinde toplam 260 işçi çalıştığı tespit edilmiştir. Şirket dışı üst düzeyde çalışanlar (20), sayısı yeterli olmaması nedeniyle kadın çalışanlardan (10), iletişim kaynaklı olumsuzluklar sebebiyle zihinsel engeli olan bir işçi de bu çalışmanın kapsamına alınmamıştır. Sonuç olarak, akaryakıt işi yapılan 14 işyerinde 5 farklı alanda çalışan 225 işçiye anket doldurtulmuştur.

İşyeri ziyaretleri sırasında raporlu olmaları, işe gelmemeleri veya işten çıkma sebepleri ile 4 işçinin odyometrik ölçümleri gerçekleştirilememiştir. Veriler, 2019 yılında elde edilmiştir.

4.2. Anket

Örnek grubunda yer alan akaryakıt çalışanlarına karşı karşıya müzakere tekniğiyle anket yapılmıştır. Ankette çalışanların sosyo-demografik ve çalışma yaşamları ile alakalı hususları verdikleri sözlü beyana göre tespit edilmiştir. Ankette, işçilere yöneltilen soruların konuları aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

❖ Çalışma yaşamı özellikleri;

- Çalışma süresi
- İşyeri ortam gürültüsü
- Kimyasallarla çalışma
- Sigara içme durumu
- Kulak koruyucusu kullanma
- Geçmişte geçirdiği işitme ile rahatsızlık durumu

sorulmuştur.

❖ Sosyo-demografik yaşam özellikleri

- Yaşı
- Gürültü algısı
- Askerlikte gürültüyle karşı karşıya gelme durumu
- Eğitim durumu

ile ilgili sorular yöneltilmiştir.

ÖRNEK ANKET FORMU

i. Çalışma Yaşamı Özellikleri

Soru 1. İşyerinde çalıştığınız süreyi belirtiniz.

- A. 0-2
- B. 2-4
- C. 4-6
- D. 6-8

Soru 2. İşyerinde meydana gelen gürültü seviyesini belirtiniz.

- A. 0 dB - 80 dB
- B. 80 dB - 100 dB
- C. 100 dB ve üzeri

Soru 3. İşyerinde kimyasallarla çalışma durumunu belirtiniz.

- A. Evet
- B. Hayır

Soru 4. Sigara içme durumunu belirtiniz.

- A. Evet
- B. Hayır

Soru 5. İşyerinde kulak koruyucusu kullanma durumunu belirtiniz.

- A. Kullanıyorum
- B. Kullanmıyorum. Nedeni?

Soru 6. Geçmişte işitme ile ilgili herhangi bir rahatsızlık yaşadınız mı belirtiniz.

- A. Hayır
- B. Evet

ii. Sosyo-demografik Yaşam Özellikleri

Soru 7. İçinde bulunduğunuz yaş aralığını seçiniz.

- A. 29 yaş altı
- B. 29-39 yaş aralığı
- C. 40 yaş ve üzeri

Soru 8. İş yerinde ortam gürültüsünden rahatsızlık olma seviyenizi belirtiniz.

- A. Rahatsız olmuyorum
- B. Çok az rahatsız oluyorum
- C. Rahatsız oluyorum
- D. Çok rahatsız oluyorum

Soru 9. Askerlikte gürültüye maruz kalma durumunuzu belirtiniz.

- A. Evet
- B. Hayır

Soru 10. Eğitim durumunuzu belirtiniz.

- A. Okur-yazar
- B. İlkokul
- C. Ortaokul
- D. Lise ve dengi
- E. Üniversite

4.3. Sağlık Tetkikleri ve Odyometrik Değerlendirme

Çalışmanın bağımlı değişkeni olan gürültüye bağlı işitme kayıplarının belirlenebilmesi amacıyla örnek grubundaki çalışanların ilk olarak sağlık muayeneleri yapılmış ve ardından çalışanlara odyometrik ölçüm uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan sağlık tetkik ve muayeneler aşağıdaki bölümlerden oluşmuştur:

- Otoskopla fiziki kulak muayenesi,
- Göz muayenesi,
- Röntgen çekimi
- Kan alma
- Odyometrik ölçüm uygulaması

Çalışanların odyometrik ölçüm uygulamaları, diagnostik audiometer DA-64 test cihazıyla ölçümü gerçekleştirilmiştir. Saf sesin ortalaması ve 4000 Hz frekansındaki işitme eşiklerinin onaylanmasında Uluslararası Standart ISO 1999 ve Amerikan Ulusal Standartlı ANSI S3-1 göz önünde bulundurulmuştur. Akaryakıt çalışanlarına hava yolu işitme eşik testleri uygulanmıştır. Odyometre ölçüm safhasında olan işitme kayıplarında tespitin yapılması için test sonucunun değerlendirilmesinde 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarındaki işitme eşik değerlerinin aritmetik ortalamasıyla beraber 4000 Hz frekansındaki işitme eşik değeri göz önünde bulundurulmuştur.

4.4. İstatistik Değerlendirme

İşitme kaybı ile çalışma koşulları arasındaki bağlantının değerlendirmesi yönteminde kare analizi kullanılmıştır. İşitme kaybına sebep olan değişkenlerin bağımsız etkenlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Veriler değerlendirilmesi yapılırken SPSS 11,0 programından yararlanılmıştır.



5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada seçilmiş 14 işyerinde, çalışan sayıları 10 ile 30 kişi arasında değişmektedir. Çalışma kapsamında yapılan muayeneler ve odyometre ölçümleri ile anket toplam 225 erkek işçi ile gerçekleştirilmiştir.

5.1. Anket İle Elde Edilen Sonuçlar

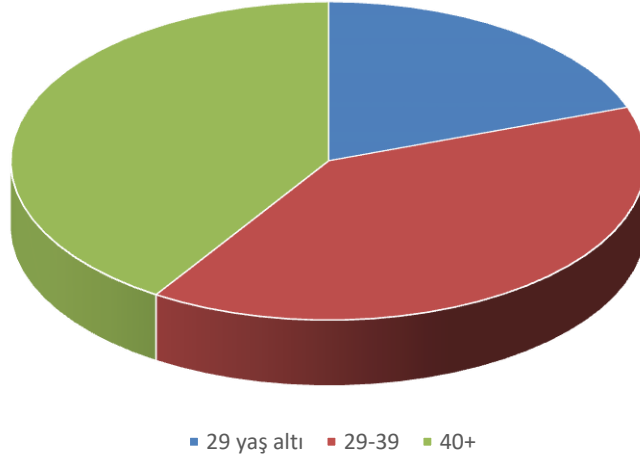
Ankette elde edilen verilere göre örnek grubundaki işçilerin yaş aralığı 18-60 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örnek grubunun büyük çoğunluğu yaklaşık % 40,8'i 40 yaş üzeri çalışanlardan oluşmaktadır ve Tablo 5. 1 ile bunların dağılımı verilmiştir.

Tablo 5.1 Örnek grubunun yaş dağılımı ve yüzdeleri

Yaş Aralığı	İnsan Sayısı	Yüzde oranı
29 yaş altı	44	% 19,5
29-39 yaş arasında	89	% 39,5
40 yaş ve üzeri	92	% 40,8
Toplam	225	% 100

Çalışanların öğrenim durumları ile ilgili olarak %59,5'inin ilkökul, %23,5'inin ortaokul, %14,2'sinin lise ve dengi okul, %1,7'sinin ise üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir. Çalışanların büyük çoğunluğunun ilkökul mezunu olduğu tespit edilmiştir ve öğrenim durumları ile ilgili dağılım Tablo 5.2 ile verilmiştir.

2019



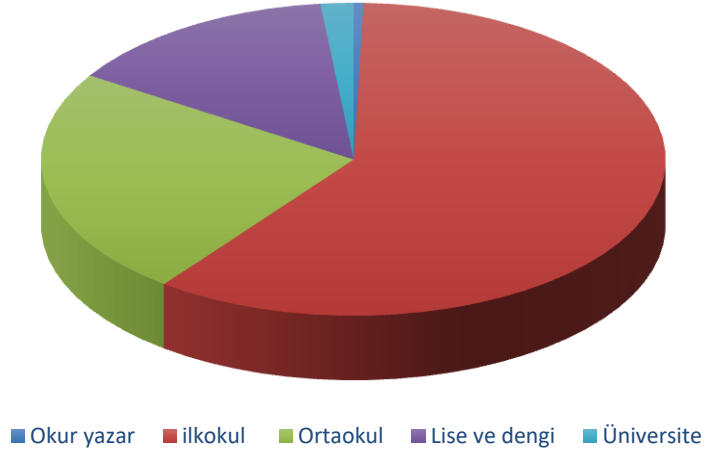
Şekil 5.1 Örnek grubunun yaş dağılımı ve yüzdeler dilimi

Tablo 5.2 Örneklem grubunun öğrenim durumları ve dağılımları

Öğrenim Durumu	Sayı	Yüzde oranı
Okur-yazar	2	% 0,5
İlkokul	134	% 59,5
Ortaokul	53	% 23,5
Lise ve dengi	32	% 14,2
Üniversite	4	% 1,7
Toplam	225	% 100

İncelenmiş işyerleri çalışma süreleri ile ilgili değerlendirildiğinde, çalışanların ortalama olarak 4-5 yıldır şuan çalışmakta oldukları iş yerlerinde çalıştıkları tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmaya katılanlar arasında %54,1'inin haftada 5 gün, %45,9'unun 6 ve daha fazla gün çalışmakta oldukları tespit edilmiştir Bunun yanında işçilerin %70,7'sinin fazla mesai yapmakta olduğunu tespit edilmiştir.

2019



Şekil 5.2 Örneklem grubunun öğrenim durumları ve yüzdeleri

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili olarak işçilerde %93,1 oranında kulak koruyucusu kullanmadıkları anlaşılmıştır. Kullanmama nedenleri ile ilgili soruyu %67,9 oranında işyeri tarafından kulak koruyucusu verilmediği, %16,1 oranında koruyucu kullanmanın gereksiz olduğu ve çalıştıkları alanda gürültünün olmadığı şeklinde yanıtlamışlardır.

Diğer yandan örnek grubundaki akaryakıt istasyonları çalışan işçileri %87,9'unun sigara içtiği belirlenmiştir. Ayrıca anket esnasında, sağlık tetkikleri ve odyometrik ölçüm testleri süreçleri ile ilgili bekleme aralıklarında da çalışanların yoğun şekilde sigara içtikleri tespit edilmiştir.

5.2. Odyometrik Ölçüm Testleri İle Elde Edilen Veriler

İşyerlerinde yapılan odyometre ölçüm testlerinin sonucu ANSI S3-1 standartları ile değerlendirilmiştir. Buna göre, akaryakıt çalışanlarının işitme kaybı oranları tespit edilmiştir. Bu işitme kaybı oranları ve işitme kayıpları durumları üç ana kategoride aşağıdaki şekilde verilebilir:

A grubu: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı (GBİK)

B grubu: Gürültü dışında herhangi bir nedene bağlı olan işitme kaybı

C grubu: Normal işitme

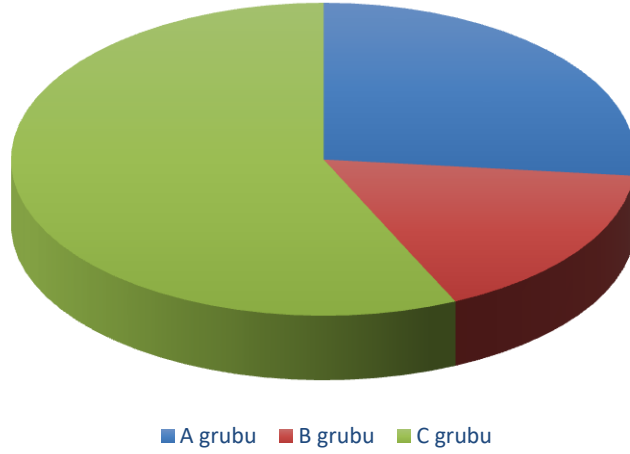
Örnek grubunun işitme kaybı durumları %26,6'sının A grubu, %16,4'ünün B grubu ve %56,8'inin C grubu olduğu tespit edilmiştir ve Tablo 5. 3 ile verilmiştir.

Tablo 5.3 Örnek grubunun işitme kaybı durumları

İşitme Kaybı Grubu	Sayı	Yüzde Oranı
A Grubu	60	% 26,6
B Grubu	37	% 16,4
C Grubu	128	% 56,8
Toplam	225*	% 100

*4 işçinin odyometre ölçüm testleri yapılamamıştır.

2019



Şekil 5.3 Örnek grubunun işitme kaybı durumları ve yüzdeleri dilimi

Çalışanların yarısından fazlasının, % 56,8 işitme durumları normal sınırlardadır. Bu oran göz önünde bulundurulduğunda, akaryakıt şirketlerinde gürültü etkisinde kalmanın çok yoğun olmadığı ortaya çıkmıştır. Ancak bu bilgi, göz önüne alınan işyerlerinde çalışma süreleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Anket verileri, çalışanların ortalama olarak 4 ile 5 yıldan beri şuan çalışmakta oldukları iş yerleri ve buradaki gürültünün kulaklarındaki işitme kaybına etkisini ortaya koymuştur. Ancak gürültüye bağlı işitme kaybının oluşmasında 4 ile 5 yıl gibi bir sürenin akaryakıt şirketlerinde çalışanlarda çok etkili olmadığı tespit edilmiştir. Sınıflandırma B grubu, gürültü ile ve gürültü dışı nedenler etkisiyle oluşan işitme kayıplarının tespit edildiği gruptur. Daha da ileri tetkik ölçütleri ile değerlendirilmesi uygun görülen grubu oluşturmaktadır.

A grubunda, 60 işçi ile ilgili muayeneler ve ölçüm tespitleri bulunmaktadır. Bu da örnek grubunun yaklaşık olarak % 26,6'sında gürültüye bağlı işitme kaybı olduğu tespit edilmiştir. Bu oran oldukça yüksek bir orandır. Her dört çalışandan bir tanesinde GBİK oluştuğunu göstermektedir. Çalışmamızdan çıkan sonuç, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) gürültüye bağlı işitme kaybının meslek hastalıkları arasında en yaygın olanlarından birisi olduğu bilgisi ile örtüşmektedir. Diğer yandan, işyerlerinin gürültü düzeyleri ve işçilerin çalışma süreleri arttıkça GBİK riskinin de artacağı söylenebilir. Çalışmanın örnek grubundaki çalışanların ortalama olarak 4-5 yıl süre ile son işyerlerinde çalıştıkları düşünüldüğünde, çalışanların çalışma süreleri arttığında da örneğin 10 yıl üzerinde GBİK oranı da artacaktır.

İşçilerin %93,1'inin kulak koruyucusu kullanmadıkları sonucu ile ilgili olarak işitme yeteneğinin sağlığının korunmasına yönelik tedbirler alınması ve bu tedbirlerin uygulanması sonucu ortaya çıkmıştır. Bununla ilgili olarak da işçilerin daha fazla bilinç sahibi olmalarının sağlanması gerektiği anlaşılmıştır.

Kulak koruyucusu kullanmama nedenleri sorusuna verilen %67,9'luk yanıt işyeri tarafından kulak koruyucusu verilmediği ile ilgili olarak işletme sahiplerinin yetkililere uyarılmasını gerektirmektedir. %16,1 oranında kulak koruyucusu kullanmanın gereksiz olduğu ve işçilerin çalıştıkları alanda gürültünün olmadığı yanıtı ile ilgili olarak da, işçilerin bu konuda bilinçlendirilmesini ve bilgilendirilmesini ortaya koymaktadır. Bu durum, örnek grubunun öğrenim bilgisi ile birlikte değerlendirildiğinde daha anlamlı olmaktadır. Tablo 5. 2'de verildiği gibi çalışanların %60'ının öğrenim seviyesinin ilkokul ve altı düzeyde olması, gürültünün işitme kaybına sebep oluşturduğu konusunda çalışanların bilinç düzeyinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, gürültünün insanın işitmesine fiziksel, fizyolojik ve psikolojik olumsuz etkilerini önleyecek şekilde koruyucu uygulamalar gerekmektedir.

Koruyucu olarak kullanılan ekipmanlardan; kulak tıkaçları, işçinin maruz kaldığı gürültü düzeyini yaklaşık 20 dB(A) değerinde azaltacağı tespit edilmiştir. Kulaklıklarda ise bu iyileştirmenin 40 dB(A) düzeylerinde olacağı anlaşılmıştır.

Tablo 5. 4'te 225 hastanın 4 tanesine işitme testleri uygulanamamıştır 221 hastaya ait test sonucu görülmektedir. Tabloda hastanın sağ hava yolu, sağ kemik yolu ve sol hava yolu, sol kemik yolu ölçümleri yapılmış ve tabloda gösterilmektedir.

5.2.1 İşitme Ölçüm Sonuçları: Akaryakıt şirketinde 2019 yılında yapılan gürültü ölçüm testi sonuçları tablo 5. 4'te verilmiştir.

Tablo 5.4 İşitme ölçüm tablosu

Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	

1	20	15	20	15	Her iki kulakta yüksek frekansta akustik travma mevcut.
2	10	5	15	10	İşitme normal.
3	15	10	10	5	İşitme normal.
4	10	5	20	15	İşitme normal.
5	20	15	15	10	İşitme normal.
6	10	5	20	15	Her iki kulakta yüksek frekansta akustik travma mevcut.
7	10	5	15	10	İşitme normal.
8	10	15	20	15	İşitme normal.
9	10	5	15	10	İşitme normal.
10	10	5	20	15	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
11	20	15	10	5	İşitme normal.
12	20	25	15	10	İşitme normal.
13	20	15	45	45	Sağ kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut. Sol kulakta işitme normal.
14	20	15	20	20	İşitme normal.
15	10	5	15	10	İşitme normal.
16	15	10	20	25	Her iki kulakta akustik travma mevcut.
17	15	10	10	5	İşitme normal.
18	20	15	15	10	İşitme normal.
19	15	10	20	15	İşitme normal.
20	10	5	15	10	İşitme normal.
21	15	10	10	5	İşitme normal.
22	10	5	20	15	İşitme normal.
23	20	15	35	30	Sol kulak işitme normal. Sağ kulak yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
24	10	5	20	15	Her iki kulakta akustik travma mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
25	10	5	15	10	İşitme normal.
26	75	75	80	75	Her iki kulakta akustik travma mevcut.
27	10	5	15	10	İşitme normal.
28	10	15	20	15	İşitme normal.
29	5	10	15	10	İşitme normal.
30	10	5	15	20	İşitme normal.
31	65	60	70	65	Her iki kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.
32	20	15	25	20	Her iki kulakta akustik travma mevcut.
33	10	5	15	10	İşitme normal.
34	20	15	10	10	İşitme normal.
35	10	5	15	10	İşitme normal.
36	25	20	15	10	İşitme normal.
37	20	15	20	15	İşitme normal.
38	50	45	20	15	Sağ kulak işitme normal. Sol kulakta hafif derecede yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
39	20	15	10	5	İşitme normal.
40	15	10	20	15	İşitme normal.
41	20	15	25	20	İşitme normal.
42	10	5	20	15	Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
43	10	5	15	10	İşitme normal.
44	35	30	30	30	Her iki kulakta çok hafif derecede işitme kaybı mevcut.
45	10	5	15	10	İşitme normal.
46	15	10	20	15	İşitme normal.
47	15	10	25	20	Her iki kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
48	10	15	20	25	İşitme normal.
49	20	15	25	25	Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut
50	10	15	5	10	Her iki kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
51	15	10	15	10	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
52	20	15	5	10	İşitme normal.
53	10	5	15	10	İşitme normal.
54	15	10	15	5	İşitme normal.
55	30	35	15	10	Sağ kulak işitme normal, sol kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
56	20	15	25	20	Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
57	55	50	20	15	Sağ kulak işitme normal. Sol kulakta hafif derecede yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
58	20	15	10	5	İşitme normal.
59	15	10	20	15	İşitme normal.
60	20	15	25	20	İşitme normal.
61	10	5	20	15	Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
62	10	5	15	10	İşitme normal.
63	85	85	65	70	Sağ kulakta ileri derecede, sol kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
64	10	5	15	10	İşitme normal.
65	10	5	20	15	İşitme normal.
66	70	65	45	50	Sol kulakta orta derecede, sağ kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.
67	30	35	35	30	İki kulakta çok hafif derecede işitme kaybı mevcut.
68	20	15	10	10	İşitme normal.
69	20	15	25	20	İşitme normal.
70	10	5	15	10	İşitme normal.
71	20	15	10	15	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
73	35	30	60	55	Sol kulakta çok hafif derecede, sağ kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.
74	20	15	15	10	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
75	20	15	15	10	İşitme normal. Sol kulakta 4000 Hz'de 35dB işitme kaybı mevcut.
76	45	50	55	55	Her iki kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
77	10	5	10	5	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
78	50	45	60	55	Sol kulakta hafif derecede, sağ kulakta orta derece işitme kaybı mevcut.
79	15	10	10	5	İşitme normal.
80	15	10	15	15	İşitme normal.
81	15	10	10	5	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
82	50	55	25	20	Sağ kulakta işitme normal, yüksek frekansta işitme kaybı mevcut. Sol kulakta hafif derece işitme kaybı mevcut.
83	10	5	10	5	İşitme normal.
84	20	15	20	20	İşitme normal.
85	15	10	15	10	İşitme normal.
86	10	5	15	10	İşitme normal.
87	20	15	20	15	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
88	15	10	15	10	İşitme normal.
89	10	5	10	10	İşitme normal.
90	15	10	10	5	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
91	10	5	10	5	İşitme normal.
92	10	5	10	5	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
93	10	5	5	5	İşitme normal.
94	20	15	25	20	İşitme normal.
95	20	15	15	10	İşitme normal. Sağ kulakta akustik travma mevcut.
96	15	10	20	15	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
97	85	80	85	85	Her iki kulakta ileri derecede işitme kaybı mevcut.
98	10	5	10	5	İşitme normal.
99	20	25	10	15	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
100	25	20	50	55	Sol kulakta işitme normal, yüksek frekansta işitme kaybı mevcut. Sağ kulakta hafif işitme kaybı mevcut.
101	15	10	10	5	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut
102	20	15	10	5	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
103	10	10	10	5	İşitme normal.
104	25	25	15	10	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
105	15	10	10	5	İşitme normal.
106	10	5	15	10	İşitme normal.
107	25	20	10	5	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut
108	10	5	20	15	İşitme normal.
109	10	15	10	5	İşitme normal.
110	45	50	50	55	Her iki kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.
111	90	85	10	15	Sağ kulakta işitme normal. Sol kulakta ileri derecede işitme kaybı mevcut.
112	15	20	25	20	İşitme normal.
113	20	25	20	15	İşitme normal.
114	10	5	15	10	İşitme normal.
115	15	15	25	20	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
116	15	10	60	65	İşitme normal. Yüksek frekansta sol kulakta işitme kaybı mevcut, sağ kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	

117	15	10	15	10	İşitme normal.
118	25	20	5	5	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
119	10	5	10	5	İşitme normal. Sol kulakta akustik travma mevcut.
120	45	50	20	15	Sağ kulakta işitme normal. Sol kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.
121	15	10	15	10	İşitme normal.
122	25	20	15	10	Sağ kulakta işitme normal. Sol kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
123	15	10	15	10	İşitme normal.
124	20	15	25	20	Sol kulakta işitme normal. Sağ kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
125	10	5	15	10	İşitme normal.
126	20	15	25	20	İşitme normal.
127	10	5	10	5	İşitme normal.
128	45	50	65	60	Sol kulakta hafif derecede, sağ kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.
129	10	5	15	10	İşitme normal.
130	15	10	20	15	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
131	15	10	20	15	İşitme normal.
132	15	10	45	45	Sol kulakta işitme normal. Sağ kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.
133	10	10	15	10	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
134	25	20	25	20	İşitme normal.
135	15	10	10	5	İşitme normal.
136	55	60	15	10	Sağ kulakta işitme normal. Sol kulakta orta derece işitme kaybı mevcut.
137	10	5	20	15	İşitme normal.
138	55	50	45	50	Her iki kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.
139	10	5	15	10	İşitme normal.
140	25	20	25	20	Her iki kulakta konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
141	10	5	15	10	İşitme normal.
142	20	15	25	20	Sol kulakta işitme normal. Yüksek frekansta işitme kaybı mevcut. Sağ kulakta da işitme normal yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
143	20	15	25	20	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
144	15	10	15	10	İşitme normal.
145	10	5	10	10	İşitme normal.
146	25	20	20	15	İşitme normal.
147	20	15	15	10	İşitme normal.
148	15	15	10	10	İşitme normal.
149	15	20	20	25	İşitme normal.
150	25	20	15	10	İşitme normal.
151	20	25	15	10	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
152	15	10	55	50	Sol kulakta işitme normal, sağ kulakta hafif derece işitme kaybı mevcut.
153	25	25	15	10	İşitme normal.
154	50	55	45	45	Her iki kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.
155	25	20	30	35	Sol kulakta işitme normal. Sağ kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
156	65	60	20	15	Sağ kulak işitme normal. Sol kulakta yüksek frekansta orta derece işitme kaybı mevcut.
157	20	15	25	20	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta ileri derecede işitme kaybı mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
158	15	10	25	20	İşitme normal.
159	20	15	20	15	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
160	15	10	15	15	İşitme normal.
161	55	50	25	20	Sol kulakta hafif derece işitme kaybı mevcut. Sağ kulakta işitme normal.
162	30	30	10	5	Sağ kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut. Sol kulakta hafif derece işitme kaybı mevcut.
163	25	20	10	15	İşitme normal.
164	20	15	65	60	Sol kulakta akustik travma mevcut. Sağ kulakta yüksek frekansta orta derecede işitme kaybı mevcut.
165	5	5	10	10	İşitme normal.
166	15	10	15	15	İşitme normal.
167	10	5	10	5	İşitme normal.
168	15	10	20	15	İşitme normal.
169	10	15	20	15	İşitme normal.
170	15	10	25	20	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	

171	15	10	10	5	İşitme normal.
172	10	5	15	10	İşitme normal.
173	10	5	10	5	İşitme normal.
174	20	15	20	25	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
175	15	10	25	20	Sol kulakta işitme normal. Sağ kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
176	15	10	20	15	İşitme normal.
177	20	15	15	10	İşitme normal.
178	20	25	20	15	İşitme normal.
179	25	20	25	25	İşitme normal.
180	20	15	25	20	İşitme normal.
181	10	5	10	5	İşitme normal.
182	25	20	5	10	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
183	50	45	10	10	Sağ kulak işitme normal. Sol kulakta hafif derecede işitme kaybı mevcut.

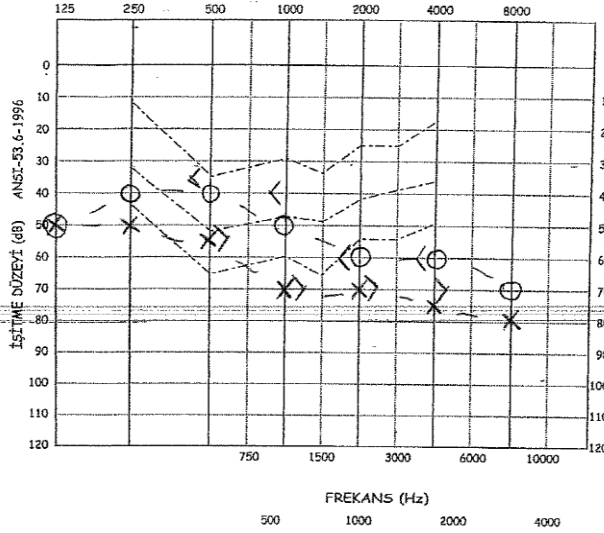
Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
184	25	20	15	10	İşitme normal. Yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
185	15	10	15	10	İşitme normal.
186	55	60	75	80	Sağ kulakta ileri derece, sol kulakta orta derece işitme kaybı mevcut.
187	10	5	15	10	İşitme normal.
188	15	10	10	5	İşitme normal. Yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
189	10	5	10	5	İşitme normal.
190	20	15	25	25	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta ileri derecede işitme kaybı mevcut.
191	15	15	10	10	İşitme normal. Sağ kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
192	15	10	20	15	İşitme normal.
193	15	10	15	10	İşitme normal.
194	65	65	50	45	Sağ kulakta hafif derecede, sol kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.
195	10	5	15	10	İşitme normal.
196	25	20	25	20	İşitme normal.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
197	10	5	15	10	İşitme normal.
198	20	15	25	20	İşitme normal. Her iki kulakta akustik travma mevcut.
199	45	45	65	60	Sağ kulakta orta derecede, sol kulakta hafif derece işitme kaybı mevcut.
200	20	15	35	30	Sol kulak işitme normal, sağ kulakta çok hafif derece işitme kaybı mevcut.
201	20	15	15	10	İşitme normal.
202	25	20	25	20	İşitme normal.
203	20	15	10	5	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
204	25	20	15	10	İşitme normal. Yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
205	15	10	15	10	İşitme normal.
206	55	60	75	75	Sağ kulakta ileri derece, sol kulakta orta derece işitme kaybı mevcut.
207	10	5	15	10	İşitme normal.
208	15	10	20	15	İşitme normal. Yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.

Tablo 5. 4 İşitme Ölçüm Tablosu devamı					
Kişi No	Saf Ses Ortalaması				Açıklama
	SOL(dB)		SAĞ(dB)		
	Hava	Kemik	Hava	Kemik	
209	10	5	10	5	İşitme normal.
210	20	15	35	30	Sol kulak işitme normal. Sağ kulakta çok hafif derecede işitme kaybı mevcut.
211	15	15	15	10	İşitme normal. Sağ kulakta yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.
212	15	10	20	15	İşitme normal.
213	15	10	15	15	İşitme normal.
214	55	60	30	35	Sağ kulakta çok hafif derece, sol kulakta orta derecede işitme kaybı mevcut.
215	10	5	10	10	İşitme normal.
216	10	15	25	20	İşitme normal.
217	10	5	15	10	İşitme normal.
218	20	15	25	20	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
219	55	60	45	50	Sağ kulakta hafif derecede, sol kulakta orta derece işitme kaybı mevcut.
220	20	15	5	10	Konuşma frekansında işitme normal. Yüksek frekansta her iki kulakta işitme kaybı mevcut.
221	15	10	15	15	İşitme normal.

Adı Soyadı: XXXX, XXXXXXXX
Cinsiyet: Erkek
Testi Yapan: Ody. Gülpinar KÖSEOSMANOĞLU

Odyometre:



Weber lot olma				
----------------	--	--	--	--

İRKİLME	LOKALİZASYON
---------	--------------

OAE	DPOAE	TEOAE
	Sağ	
	Sol	

TİMPANOGRAM TİPİ		500	1000	2000
SAĞ	I			
	K			
SOL	I			
	K			

SEMOLLER	Hava	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)	Kemik	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)	
		Maskeli	X	O		Maskesiz	>	<	
KISALTMALAR	DY	: Davranış Yok		TY	: Test Yapılmadı		SL	: Esik Üstü Düzey	
	TP	: Test Yapılmadı		NA	: Netice Alınmadı		HL	: İşitme Düzeyi	

ODYOLOJİK BULGULAR

Tarih: 26.05.2015
Doğum Yılı: 1978
Dosya No:
Son Test Tarihi:

SAF SES ORTALAMASI (dB ile)
(500-2000 Hz)

	Sol	Sağ
HAVA	65 dB	50 dB
KEMİK	65 dB	45 dB

KONUŞMAYI ANLAMA EŞİĞİ (dB ile)
(SRT) (KAE)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	70 dB	50 dB	

KONUŞMAYI FARK ETME EŞİĞİ (dB ile)
(SDT) (KFE)

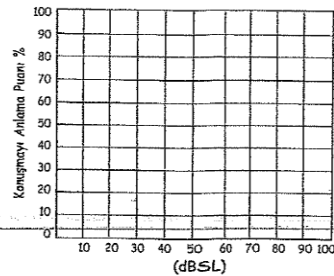
Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	100 dB	80 dB	

KONUŞMAYI ANLAMA TESTİ (% ile)
(WDS) (KAT)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	% 40	% 60	
	100 dB	90 dB	dB
Verilen Sesin İşitme Düzeyi (HL)			

Rahatsızlık seviyesi UCL:	Sol	Sağ
	dB	dB

PERFORMANS ŞİDDET FONKSİYONU

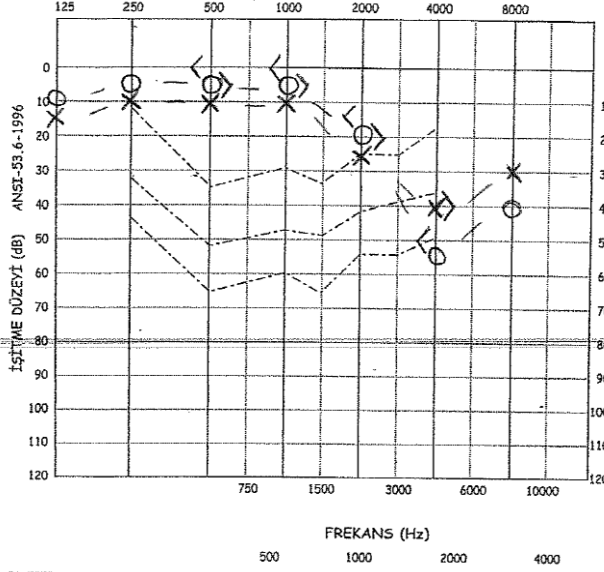


EK Bilgiler : Sağ kulaakta hafif derecede, sol kulaakta orta derecede işitme kaybı mevcut.

Şekil 5.4 Bilateral işitme kaybı olan bireyin odyogramı

Adı Soyadı: XXXX, XXXX
Cinsiyet: Erkek
Testi Yapan: Cdy. Gülpinar KÖSEOSMANOĞULLA

Odyometre:



Weber lat olma				
----------------	--	--	--	--

İRKİLME	LOKALİZASYON

OAE	DPOAE	TEOAE
	Sağ	Sol

TİMPANOGRAM TİPİ		500	1000	2000
SAĞ	I			
	K			
SOL	I			
	K			

SEMBOOLLER	Hava	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)	Kemik	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)
		Maskeli	X	O		Maskeli	>	<
KISALTMALAR	DY	TP	DY : Davranış Yok	TP : Test Yapılmadı	TY	NA	SL	HL
			TY : Test Yapılmadı	NA : Netice Alınamadı	SL : Eşik Üstü Düzey	HL : İşitme Düzeyi		

ODYOLOJİK BULGULAR

Tarih: 26.04.2015
Doğum Yılı: 1969
Dosya No:
Son Test Tarihi:

SAF SES ORTALAMASI (dB ile)
(500-2000 Hz)

	Sol	Sağ
HAVA	15 dB	10 dB
KEMİK	10 dB	5 dB

KONUŞMAYI ANLAMA EŞİĞİ (dB ile)
(SRT) (KAE)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	10 dB	15 dB	

KONUŞMAYI FARK ETME EŞİĞİ (dB ile)
(SDT) (KFE)

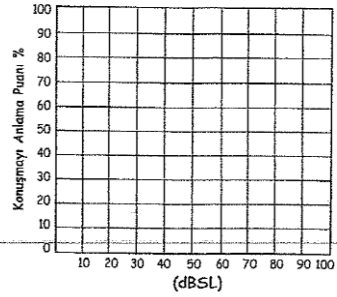
Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	50 dB	55 dB	

KONUŞMAYI ANLAMA TESTİ (% ile)
(WDS) (KAT)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	% 80	% 76	
dB	50 dB	55 dB	dB
Verilen Sesin İşitme Düzeyi (HL)			

Rahatsızlık seviyesi UCL:	Sol	Sağ
	dB	dB

PERFORMANS ŞİDDET FONKSİYONU

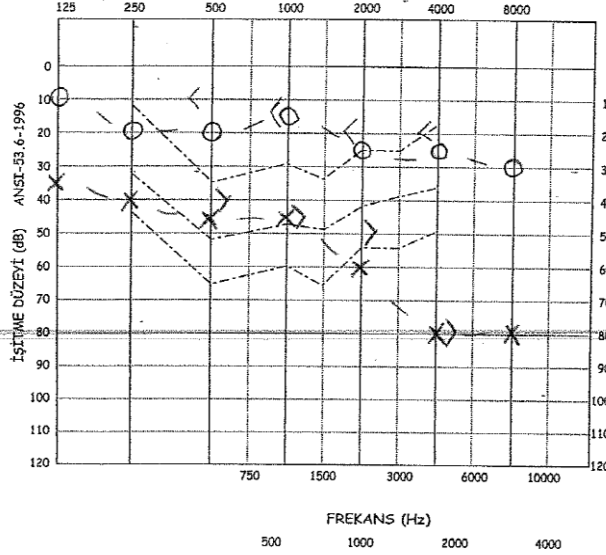


Ek Bilgiler: Konuşma frekansında işitme normal düzeyde frekanslar her iki kulakta işitme kaybı mevcut.

Şekil 5.5 Yüksek frekansta işitme kayıplı bireyin odyogramı

Adı Soyadı: XXXXXX, XXXXXXXX
Cinsiyet: Erkek
Testi Yapan: Ody. Gülpinar KÖSEÇİMANOZLU

Odyometre:



Weber lat olma				
----------------	--	--	--	--

İRKİLME	LOKALİZASYON

OAE	Sağ	DPOAE	TEOAE
	Sol		

TİMPANOGRAM TİPİ		500	1000	2000
SAĞ	I			
	K			
SOL	I			
	K			

SEMBOOLLER	Hava	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)	Kemik	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)
	Maskeli	X	O					
KISALTMALAR	DY	: Davranış Yok	TY	: Test Yapılmadı	SL	: Eşik Üstü Düzey		
	TP	: Test Yapılmadı	NA	: Netice Alınmadı	HL	: İşitme Düzeyi		

ODYOLOJİK BULGULAR

Tarih: 26.05.2015
Doğum Yılı: 1990
Dosya No:
Son Test Tarihi:

SAF SES ORTALAMASI (dB ile)
(500-2000 Hz)

	Sol	Sağ
HAVA	50 dB	20 dB
KEMİK	45 dB	15 dB

KONUŞMAYI ANLAMA EŞİĞİ (dB ile)
(SRT) (KAE)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	55 dB	15 dB	

KONUŞMAYI FARK ETME EŞİĞİ (dB ile)
(SDT) (KFE)

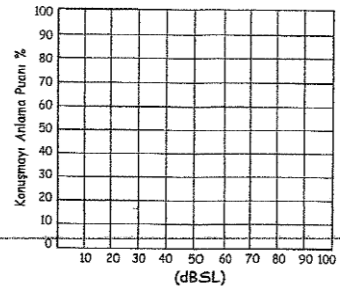
Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	95 dB	55 dB	

KONUŞMAYI ANLAMA TESTİ (% ile)
(WBS) (KAT)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	%20	%96	
	95 dB	55 dB	dB
Verilen Sesin İşitme Düzeyi (HL)			

Rahatsızlık seviyesi UCL:	Sol	Sağ
	dB	dB

PERFORMANS ŞİDDET FONKSİYONU

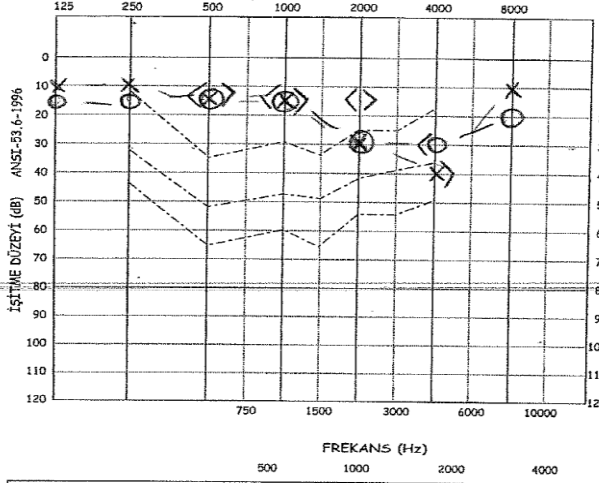


Ek Bilgiler: Sağ kulak işitme normal. Sol kulakta hafif derecede yüksek frekansta işitme kaybı mevcut.

Şekil 5.6 Tek taraflı yüksek frekansta işitme kaybı olan bireyin odyogramı

Adı Soyadı: XXX XXX, XXX
Cinsiyet: Erkek
Testi Yapan: Ody. Gülşener KÖSECSMANOĞLU

Odyometre:



Weber lat olma				
----------------	--	--	--	--

İRKİLME	LOKALİZASYON

OAE	Sağ	DPOAE	TEOAE
	Sol		

TİMPANOGRAM TİPİ		500	1000	2000
------------------	--	-----	------	------

SAĞ	I			
	K			
SOL	I			
	K			

SEMBOLLER	Hava	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)	Kemik	Maskesiz	Sol (Mavi)	Sağ (Kır)
		Maskeli	X	O		Maskeli	>	<
KISALTIMALAR	DY	: Davranış Yok		TY	: Test Yapılmadı		SL	: Eşik Üstü Düzey
	TP	: Test Yapılmadı		NA	: Netice Alınamadı		HL	: İşitme Düzeyi

ODYOLOJİK BULGULAR

Tarih: 26.04.2015
Doğum Yılı: 1988
Dosya No:
Son Test Tarihi:

SAF SES ORTALAMASI (dB ile)
(500-2000 Hz)

	Sol	Sağ
HAVA	20 dB	20 dB
KEMİK	15 dB	15 dB

KONUŞMAYI ANLAMA EŞİĞİ (dB ile)
(SRT) (KAE)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	20 dB	25 dB	

KONUŞMAYI FARK ETME EŞİĞİ (dB ile)
(SDT) (KFE)

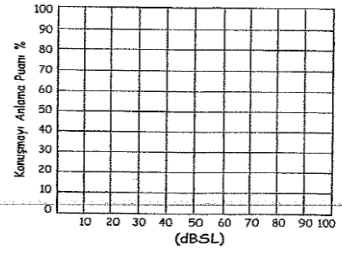
Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	60 dB	65 dB	

KONUŞMAYI ANLAMA TESTİ (% ile)
(WDS) (KAT)

Çift/Hplr	Sol	Sağ	Aletle
	96.96	96.96	
dB	60 dB	65 dB	dB
Verilen Sesin İşitme Düzeyi (HL)			

Rahatsızlık seviyesi UCL:	Sol	Sağ
	dB	dB

PERFORMANS ŞİDDET FONKSİYONU



Ek Bilgiler: Her iki kükükte
yüksek frekansta akustik
trauma mevcut.

Şekil 5.7 Bilateral akustik travması olan bireyin odyogramı

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve Türkiye’imizde son dönemlerde fazlalaşan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte insanlar; hem günlük hayatta hem mesleki hayatta sağlığı olumsuz yönde etkileyen birçok çevresel faktörün etkisi altında kalmaktadır. İnsanın sağlığını, özellikle işitme yeteneğini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerden biri gürültüdür. Gürültü, kişinin biyolojik ve psikolojik olarak olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte, uzun süre gürültülü ortamlarda kalındığında da kulakta kalıcı hasarlar meydana gelebilmekte ve kalıcı veya geçici işitme kayıpları görülebilmektedir. Çok yüksek ses düzeyinden bir veya birkaç kez etkilenme durumunda da akustik travma durumu oluşabilmektedir. Akustik travma, iç kulağın fizyolojik yapısını bozalabilir veya kulak zarını perfore edebilir. Bunun sonucunda kalıcı işitme kaybı meydana gelebilir.

Bu çalışmada akaryakıt şirketlerinde çalışan işçilerin gürültüye bağlı işitme kaybı olasılıklarının saptanması ve etki değişkenlerini değerlendirmesi yönüyle çalışılmıştır. Buna yönelik akaryakıt şirketleri alanında çalışanların sosyo-demografik ve çalışma yaşamı ile ilgili özelliklerine dair bilgi ortaya koymak için anket uygulanmıştır. Ayrıca örneklem grubundaki işçilerin birtakım sağlık muayeneleri ve odyometrik değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkeni gürültü etkeni olup, gürültüye bağlı oluşan işitme kayıpları ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, akaryakıt işi yapılan 14 işyerinde 5 farklı alanda çalışan 225 işçiye anket doldurtularak elde edilmiştir. Ve işyeri ziyaretleri sırasında raporlu olmaları, işe gelmemeleri veya işten çıkma sebepleri ile 4 işçinin odyometrik ölçümleri yapılamamıştır. Çalışmada seçilmiş 14 işyerinde, çalışan sayıları 10 ile 30 kişi arasında değişmekte olup, çalışma kapsamında yapılan muayeneler ve odyometre ölçümleri ile anket toplam 225 erkek işçi ile gerçekleştirilmiştir.

Anket ile elde edilen verilere göre örneklem grubundaki işçilerin yaş aralığı 18-60 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklem grubunun büyük çoğunluğu yaklaşık % 40,8’i 40 yaş üzeri çalışanlardan oluşmaktadır.

Çalışanların öğrenim durumları ile ilgili olarak %59,5’inin ilkokul, %23,5’inin ortaokul, %14,2’sinin lise ve dengi okul, %1,7’sinin ise üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşçilerin %93,1'inin kulak koruyucusu kullanmadıkları sonucu ile ilgili olarak işitme yeteneğinin sağlığının korunmasına yönelik tedbirler alınması ve bu tedbirlerin uygulanması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bununla ilgili olarak da işçilerin daha fazla bilinç sahibi olmalarının sağlanması gerektiği anlaşılmıştır.

Çalışma bulguları çalışanların %26,6' sında gürültüye bağlı işitme kaybının mevcut olduğu sonucunu göstermiştir. Bu oranları işitme sağlığının korunmasına yönelik tedbirler alınmasını ve bu tedbirlerin uygulanmasını gerektirmektedir. Bununla ilgili olarak, işçilerin çok fazla bilinç sahibi olmadıkları ortaya çıkmıştır.

Gürültü ile ilgili diğer çalışmalar incelendiğinde de buna benzer sonuçlar elde edilmiş yani uzun süreli gürültülü ortamlarda çalışanlarda işitme kaybı olduğu sonucuna varılmış ve bunu önlemeye yönelik öneriler sunulmuştur.

Uzun süreli gürültülü ortamlarda çalışmanın bireyde öncelikle işitme kaybı, baş ağrısı, yorgunluk, stres gibi faktörlere sebep olduğu bunun ise iş verimini düşürdüğü, bunun ise öncelikle kaynaktan engellenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Kaynaktan önlenemeyen önlemler uygun mühendislik yöntemleri ile daha net ve kolay bir şekilde engellenebilirken, kişide alınacak önlemlerde bu durum daha az etkisini göstermektedir. Bunun nedeni ise işçilerin kulak koruyucusu kullanma konusunda bilgilerinin yetersiz olmaları, kulak koruyucu kullanımı konusunda eğitim verilmemesi veya işveren tarafından maliyet düşünülerek kulak koruyucusu verilmemesidir.

Kaynaktan veya ortamda gürültü oluşturan etkenlerin önlenmesinde daha az maliyetin olması ve işçilerden veya işverenden kaynaklı kulak koruyucusu kullanmama durumu önlenilmekte, bunun sonucunda da daha az işitme kaybı görülmektedir.

GBİK önlenilebilir meslek hastalıkları içinde en yaygın olanlardan birisi olduğundan, bilhassa gelişen topluluklarda gürültü faktörünün sebep olduğu etmenlerin mesleki hastalıklar ve tazminat ödenmesinin gerektiği hastalıklar arasında olduğu anlaşılmaktadır. Bunlara karşı yetkililer ve iş yeri sahipleri koordineli önlem almalıdırlar.

GBİK, birçok endüstriyel iş kollarında sorun olduğu gibi akaryakıt şirketlerinde de önemli bir sağlık sorunu olduğundan bu tür işyerlerinde gerekli önlem ve tedbirler alınmalıdır. Bu önlemlerin başlıkları aşağıda şekilde sıralanabilir:

- Akaryakıt şirketlerinde; özellikle gürültünün yüksek olduğu bölümler olan yıkama, pompa bölümlerinin bu bölümlerden ayrı tutulmalı ve bu bölümlerde çalışan işçilerin uygun kulak koruyucuları ile ve konuyla alakalı eğitimleri verilmelidir.
- Akaryakıt işkolunda bazı bölümlerde saptanan yüksek gürültü düzeyleri uygun mühendislik yöntemleri ile azaltılmalıdır.
- İşyerlerinde İSG ünitelerinde gürültü faktörünün etkisinde olan işyerlerinde uygulanmaya konulmak üzere, konuyla alakalı işe girişlerinde ve düzenli olarak da rutin kontrolleri yapılmalıdır. GBİK' i önlemek için ve kişisel koruyucu donanımlarının kullanılması ile alakalı net bir prosedür oluşturulmalıdır.
- Üniversite, İSGÜM, meslek örgütlerince, diğer iş yerlerinde de gürültü ve GBİK ile alakalı projeler ve bilimsel çalışmalarla Türkiye'mizdeki durumu ortaya çıkaran çalışmalar yapılmalıdır.
- Gürültünün insanın psikolojik, fiziksel, fizyolojik olarak ve iş yapabilme yeteneğindeki olumsuz etkilerini engelleyecek koruyucu uygulamalar daha da genişletilmelidir.
- İşyerlerinde yüksek gürültülü ünitelerde yönetmelikçe izin verilen maksimum günlük çalışma süresinin dört saati aşmaması sağlanmalıdır.
- İşyerlerinde işçi sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için çok önemli bu konu ile ilişkili olarak kulaklıklar, kulak tıkaçları gibi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

Burada sıralanmış önlemler kaynağında gürültüyü azaltma veya gürültünün yayıldığı ortamda etkisiz hale getirilmesi ile karşılaştırıldığında daha pratik ve yaygın kullanımı olacak uygulamalardır.

Akaryakıt çalışanlarının işitme sağlığını koruyucu önlemler ile birlikte, kendilerinin bu önlemlere riayet etmesi bilincini taşıması sağlanmalıdır. Bu nedenle, işitme sağlığının önemine ve korunmasına yönelik olarak çalışanlara belirli periyotlarla eğitim, seminer vb. eğitimler verilerek bu konudaki bilinçlenmeleri artırılmalıdır.

Diğer yandan bütün dünyada olduğu üzere Türkiye’imizde de sıkça meydana gelen bir mesleksel hastalık olan GBİK ve bunu etkileyen değişkenleri meydana getiren daha kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır. Bu konuda yapılacak olan çalışmalar işçi, işveren ve devlet yetkililerinin birlikte koordineli çalışmasını olumlu yönde etkileyecek, sonucunda hem maddi kayıplar azalacak ve üretim artışı ile ülkemiz daha zenginleşecektir. Böylece, evrensel iş sağlığı ve güvenliği hukuku işlevsel hale gelmiş olacaktır ve ülkemizde refah düzeyi yükselecektir.



KAYNAKLAR

Açık, Y; Karlıdağ, T; Akgün, D ve diğerleri (2007). Elazığ ili organize sanayi bölgesindeki gürültülü iş yerlerinde çalışan işçilerin işitme düzeyleri ve işitme düzeylerinin lokal veya sistematik semptomlar ile ilişkisi. *Türk Tabipler Birliği, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Ocak-Şubat-Mart, 39-48.

Alleyne Bc, Dufresne RM, Kanji N, Reesal MR. Costs of workers' compensation claims for hearing loss. *Journal of Occupational Medicine* 1989;31, 134-8.

American Speech-Language-Hearing Association [ASHA]. (1988). Guidelines for determining the threshold level for speech. *ASHA*, 30, 85–89.

American National Standards Institute [ANSI]. (1997). Method for the calculation of the speech intelligibility index, *ANSI S3.5-1997*. New York, NY: Author.

American National Standards Institute [ANSI]. (1999). Maximum permissible ambient noise levels for audiometric test rooms *ANSI S3.1-1999*. New York, NY: Author.

American National Standards Institute [ANSI]. (2004). Methods for manual pure-tone threshold audiometry, *ANSI S3.21-2004*. New York, NY: Author.

American National Standards Institute [ANSI]. (2010). Specifications for audiometers, *ANSI S3.6-2010*. New York, NY: Author.

American Speech-Language-Hearing Association [ASHA]. (2005). Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry. Retrieved from <http://www.asha.org/policy>.

Anderson, E. E. , & Barr, B. (1971). Conductive high-tone hearing loss. *Archives of Otolaryngology*, 93, 599–605.

Anon. (1986) Leading work related disease and injuries. *MMWR (USA)*. 35: 12. Bess, F. H. , Josey, A. F. , & Humes, L. E. (1979). Performance intensity functions in cochlear and eighth nerve disorders. *The American Journal of Otology*, 1(1), 27–31.

Bailey, H.A.T. ,& Graham, S.S.(1984).Reducing risk in stapedectomy: The small fenestra stapedectomy technique. *Audiology: A Journal for Continuing Education*,9, 1–3.

- Brooks, A. C. (1994). Middle ear infections in children. *Science News*, 146, 332–333.
- Boothroyd, A. (1999). *Computer-Assisted Speech Perception Assessment (CASPA) (Version 3)*. Computer software available from Dr Boothroyd upon request.
- Boothroyd, A. (2008). Table of critical differences based on the binomial distribution. Personal communication.
- Brandy, W. T. (Ed.) (2002). *Speech Audiometry* (5th ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Belgin E, Çalışkan M. (2004). Çalışma yaşamında gürültü ve işitmenin korunması. *Ankara: Türk Tabipler Birliği Yayınları*, 17-21.
- Belgin E. Çalışkan M. (2004). Çalışma yaşamında gürültü ve işitmenin korunması, türk tabipleri birliği, işitmenin korunması modülü dökümanı. Nisan 2004.
- Belgin, E. (2004). İşitme Fizyolojisi. Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması, Türk Tabipler Birliği Yayınları, Ankara.
- Belgin, E. (2017). Saf Ses Odyometri. *Temel Odyoloji Kitabı*, Editörler: Erol Belgin, A. Sanem Şahlı, Ankara.
- Bilir N. (2003). Occupational Health and Safety Basic Principles. *Tulane University-Hacettepe Üniversitesi; Hacettepe Üniversitesi Basımevi*, Ankara.
- Boothroyd, A. , & Cawkwell, S. (1970). Vibrotactile thresholds in puretone audiometry. *Acta Otolaryngologica*, 69, 381–387.
- Cambren, N. K. , Wilson, R. H. , & Shanks, J. E. (1991). Spondaic word detection and recognition functions for female and male speakers. *Ear and Hearing*, 12, 64–70.
- Carhart, R. (1952). Bone conduction advances following fenestration surgery. *Transactions of the American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology*, 56, 621–629.
- Carhart, R. (1964). Audiometric manifestations of preclinical stapes fixation. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 3, 740–755.

Carney, E. , & Schlauch, R. S. (2007). Critical difference table for word recognition testing derived using computer simulation. *Journal Speech Language Hearing Research, 50*, 1203–1209.

Chaiklin, J. B. , Font, J. , & Dixon, R. F. (1967). Spondaic thresholds measured in ascending 5 dB steps. *Journal Speech and Hearing Research, 10*, 141–145.

Chaiklin, J. B. , & Ventry, I. M. (1964). Spondee threshold measurement: A comparison of 2 and 5-dB methods. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 29*, 47–59.

Carhart, R. , & Jerger, J. (1959). Preferred method for clinical determination of pure-tone thresholds. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 24*, 330–345. Diefendorf, A. O. , & Gravel, J.

Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA, 23(7)*, 493–500.

Clark, J. , & Martin F. (2012). Hearing Disorders. *Introduction to Audiology, 10*, 225–327.

Çakır, A. (2010). Ankara’da mobilya imalatı yapan 7 fabrikada gürültü düzeylerinin saptanması ve gürültüye bağlı işitme kayıplarının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.

Çınar, İ. (2005). Madencilikte gürültü analizi, modellenmesi ve haritalanması. *Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, Konya.

De Jonge, R. R. , & Valente, M. (1979). Interpreting ear differences in static compliance measurements. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 44*, 209–213.

Dirks, D. D. , & Kamm, C. (1976). Psychometric functions for loudness discomfort and most comfortable loudness levels. *Journal of Speech and Hearing Research, 19*, 613–627.

Downs, D. , & Minard, P. (1996). A fast valid method to measure speech-recognition threshold. *Hearing Journal, 49*, 39–44.

Dubno, J. R. , Lee, F. S. , Klein, A. J. , Matthews, L. J. , & Lam, C. F. (1995). Confidence limits for maximum word-recognition scores. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38(2), 490–502.

Dokur Ş. , Madanoğlu, Z. N. , Kesmezacar, Ö. Ve Bakırcı, N. (2005). Endüstriyel gürültü sorunu ve korunma. *Türk Tabipler Birliği, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*.

Ege E. (2003). Tekstil fabrikalarında gürültü düzeyi ve etkileri, *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Temmuz-Ağustos-Eylül 2003; 15: 30-39.

Ege, F. ; Sümer, S. K. ; Sabancı, A. (2003). Tekstil Fabrikalarında Gürültü Düzeyi ve etkileri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 30-39.

Eggermont, J. J. (2017). Effects of long-term non-traumatic noise exposure on the adult central auditory system. Hearing problems without hearing loss. *Hearing Research*, 352, 12-22.

Ekerbiçer HÇ. (2008). Saltık A. Endüstriyel gürültünün insan sağlığına etkileri ve koruma yöntemleri, *TAF Prev Med Bull* 7(3):261-264.

Erdoğan, A. (2016). Denizli’de üç tekstil fabrikasındaki gürültü düzeyinin çalışanlar üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi*. Denizli.

Fletcher, H. (1950). A method of calculating hearing loss for speech from an audiogram. *Acta Otolaryngologica Suppl*, 26–37.

French, N. R. , & Steinberg, J. C. (1947). Factors governing the intelligibility of speech sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 19, 90–119.

Franklin, C. A. ; White, L. J. ; Franklin, T. C. (2012). Relationship between loudness tolerance and the acceptance of background noise for young adults with normal hearing. *Perceptual and Motor Skills*, 114(3), 717-722.

Franco, G. "Ramazzini and workers' health." *Lancet* 4.354 (1999): 858-861.

Giebink, G. S. (1984). Epidemiology and natural history of otitis media. In D. Lim, C. Bluestone, J. Klein, & J. Nelson (Eds.), Recent advances in otitis media. Philadelphia: B. C. Decker.

Gladstone, V.S.(1984).Advanced acoustic immittance considerations. In H. Kaplan, V.S.Gladstone,& J.Katz (Eds.),Site of lesion testing: Audiometric interpretation (Vol.2,pp.59–79). Baltimore: University Park Press.

Gelfand, S. A. (2015). *Essentials of Audiology* (4th ed.). New York, NY: Thieme.

Guthrie, L. , & Mackersie, C. L. (2009). A comparison of presentation levels to maximize word recognition scores. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20, 381–390.

Genç, A. ; Kulak-Kayıkçı, M. E. (2004). İşitme sağlığının izlenimi. *Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması*, 51-74.

Gerçek, Ç. G. (2008). Bir sızdırmazlık fitili üretim tesisi çalışanlarında gürültü etkilenimi ile hipertansiyon ve işitme yakınmaları ilişkisi. *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Düzce*.

Goodman, A. (1965). Reference zero levels for puretone audiometer. *ASHA*, 7, 262–263.

Gökçen İ. (2000). Ankara’da Metal İş Kolunda Bir Fabrikada Çalışan İşçilerde Gürültü Etkilerinin Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara.

Güler Ç. Çobanoğlu Z. Gürültü Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:19, T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara 1994.

Güler Ç. Vaizoğlu S.A. (2006). Gürültü Kirliliği Bilir N. Yıldız AN. İş Sağlığı ve Güvenliği, Halk Sağlığı Temel Bilgiler Ankara 568,602-632.

Güler, Ç. (1991).Çevre ve Sağlık Üzerine Etkileri, Sağlık, Toplum ve Çevre Bülten, 1,-3,-8 Mart.

Güler, Ç; Çobanoğlu, Z. (1994). Gürültü. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:19*, T.C. Sağlık Bakanlığı. Ankara.

Gürültü (1991). Türkiye' nin Çevre Sorunları. Ankara: *Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını*; s.447-484.

Gürültü Kontrol Yönetmeliği(11.12.1986 gün ve 19308 sayılı R.6)

Gürültü Yönetmeliği –Resmi Gazete, Tarih:23.12.2003; Sayı:25325.

<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130728-11.htm> Erişim tarihi: 15 Şubat 2019.

Harris, J. D. (1986). Anatomy and physiology of the peripheral auditory mechanism. In *The Pro-Ed studies in communication disorders*.Austin,TX: Pro-Ed.

Haro, N. (2005). *Spanish Word Lists for Speech Audiometry* (AuD Doctoral Research Project). San Diego State University.

Henry, D. F. , & DiBartolomeo, J. R. (1993). *Patulous eustachian tube identification using tympanometry*. *Journal of the American Academy of Audiology*, 4, 53–57

Hirsh, I. J. , Davis, H. , Silverman, S. R. , Reynolds, E. G. , Eldert, E. , & Benson, R. W. (1952). Development of materials for speech audiometry. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 17, 321–337.

Humes, L. E. (1991). Understanding the speechunderstanding problems of the hearing impaired. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2(2), 59–69.

Haggard, R. S. , & Primus, M. A. (1999). Parental perceptions of hearing loss classification in children. *American Journal of Audiology*, 8(2), 83–92.

İş Kanunu, 10. 6. 2003 – 25134. Kanun No: 4857 Madde: 77.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, *Resmi Gazete Tarih*:9.12.2003;Sayı: 25311.

Jerger, J. , & Jerger, S. (1971). Diagnostic significance of PB word functions. *Archives of Otolaryngology*, 93, 573–580.

Jerger, J. (2013). Why the audiogram is upsidedown. *International Journal of Audiology, Early Online*, 1–5.

Jerger, J. (1960). Békésy audiometry in analysis of auditory disorders. *Journal of Speech and Hearing Disabilities*, 3, 275–287.

Jerger, J. (2009). *Audiology in the USA*. San Diego, CA: Plural.

Johnson, E. W. (1977). Auditory test results in 500 cases of acoustic neuroma. *Archives of Otolaryngology*, 103, 152–158.

Jahn, A. F. (1993). Middle ear ventilation with HydroxyVent tube: Review of the initial series. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 108, 701–705.

Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology*, 92, 311–324.

Kalkavan CŞ. Ototoxik ajanların iç kulak üzerine olan etkilerinin otoakustik emisyon ile fonksiyonel olarak değerlendirilmesi. İstanbul, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi. 2009;1-40.

Kamm, C. , Dirks, D. D. , & Mickey, M. R. (1978). Effect of sensorineural hearing loss on loudness discomfort level and most comfortable loudness judgments. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21(4), 668–681.

Kemp, R. J. ,Roeser, R.J. ,Pearson, D. ,& Ballachanda, B.B.(1995). Infection control for the professions of audiology and speech-language pathology. San Diego, CA: Singular Publishing Group

Killion, M. C. , & Mueller, H. G. (2010). Twenty years later: A new count-the-dots method. *The Hearing Journal*, 63, 10–17.

Killion, M. C. , Wilber, L. A. , & Gugmundsen, G. I. (1985). Insert earphones for more interaural attenuation. *Hearing Institute*, 36, 34–36.

Karakaş İ. (1997). FMC Nurol savunma sanayi anonim şirketinde gürültünün çalışanlar üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerinin boyutları. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.

Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarih 11.2.2004; Sayı:25370.

- Kulak-Kayıkcı, M. E. , Genç, A. (2004). Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri. *Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması, Türk Tabipler Birliği Yayınları*, Ankara.
- Kumbur, H. ve Doğan, N. (1995). "Mersin'de Gürültü Sorunu". *5. Ergonomi Kongresi Bildirileri*, İstanbul, s: 227 – 240.
- Kramer S. , Brawn D. (2019). *Audiology Science to Practice*. Plural Publishing yayınları, s: 60.
- Kraemer, M. J. , Richardson, M. A. , Weiss, N. S. , Furukawa, C. T. , Shapiro, G. G. , Pierson, W. E. , & Bierman, C. W. (1983). Risk factors for persistent middle-ear effusions. *Journal of the American Medical Association*, 249, 1022–1025.
- Kumazawa, T. (1985). Three acoustic impedance recording methods. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 94, 25–26.
- Koike, T. , Joseph D. , Romer A. ,Kulak Anatomisi. 26 Nisan 2019 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Middle_ear adresinden erişildi.
- Lantz, J. (n.d.). FRESH noise [White Paper]. Retrieved from <http://www.otometrics.com/Knowledge-Center/Hearing%20Assessment%20resources>.
- Lee, KJ. "Anatomy of the Ear". *Otolaryngology*, 1999, 24-25.
- Lempert, J. (1938). Improvement of hearing in cases of otosclerosis: A new one-stage surgical technique. *Archives of Otolaryngology*, 28, 42–97.
- Mackersie, C. L. , Boothroyd, A. , & Minniear, D. (2001). Evaluation of the Computer-assisted Speech Perception Assessment Test (CASPA). *Journal of the American Academy of Audiology*, 12(8), 390–396.
- Maroonroge, S. , & Diefendorf, A. O. (1984). Comparing normal hearing and hearing-impaired subjects' performance on the Northwestern Auditory Test Number 6, California Consonant Test, and Pascoe's High-Frequency Word Test. *Ear and Hearing*, 5(6), 356–360.

- Margolis, R. H. , & Goycoolea, H. G. (1993). Multifrequency tympanometry in normal adults. *Ear and Hearing*, 14, 408–413.
- Meyerhoff, W.L.(1986).Disorders of hearing. Austin, TX: Pro-Ed.
- Morrison, A. W. , & Bunday, S. E. (1970). The inheritance of otosclerosis. *Journal of Laryngology and Otology*, 84, 921–932.
- Martin, F. N. , & Dowdy, L. K. (1986). A modified spondee threshold procedure. *Journal of Auditory Research*, 26, 115–119.
- Meyer, D. H. , & Mishler, E. T. (1985). Rollover measurements with Auditec NU-6 word lists. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 50, 356–360.
- Mueller, H. G. , & Killion, M. C. (1990). An easy method for calculating the articulation index. *Hearing Journal*, 43 14–17.
- Madell, J. R. (2014). Using visual reinforcement audiometry to evaluate hearing in infants from 5 to 36 months. In J. R. Madell & C. Flexer (Eds.), *Pediatric Audiology: Diagnosis, Technology, and Management* (2nd ed. , pp. 79–88). New York, NY: Thieme.
- Martin C. , Clark J. (2012). Introduction to Audiology, 37 s.
- Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Dergisi (2001). *TTB yayınları*, 6, 16-21.
- Møller AR. Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System. Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, 2000.
- Moore, J. M., Wilson, W. R., & Thompson, G. (1977). Visual reinforcement of head-turn responses in infants under 12 months of age. *The Journal of Speech and Hearing Disorders*, 42(3), 328–334.
- Müderris S, Altuntaş EE. Travmatik İşitme Kayıpları. Gerçeker M, editör. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Baş ve Boyun Cerrahisi. 1. Baskı. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2014. p.315-32.
- Naseri, I. , Jerris, R. C. , & Sobol, S. E. (2009). Nationwide trends in pediatric Staphylococcus aureus head and neck infections. *Archives of Otolaryngology Head Neck Surgery*, 135, 14–16.

Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Indust Med*; 48 (6):446-58.

Nilsson, M. , Soli, S. D. , & Sullivan, J. A. (1994). Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95, 1085–1099.

Niquette, P. , Gudmundsen, G. , & Killion, M. C. (2001). *QuickSIN Documentation*. Elk Grove, IL: Etymotic Research.

Nober, E. H. (1970). Cuticle air and bone conduction thresholds of the deaf. *Exceptional Children*, 36(8), 571–579.

Norrix, L. W. , & Anderson, A. (2015). Audiometric thresholds: Stimulus considerations in sound field and under earphones. *American Journal of Audiology*, 24, 487–493.

Northern, J. , & Downs, M. P. (2014). *Hearing in Children* (6th ed.). San Diego, CA: Plural.

O’Conner, A.F. ,& Shea, J.J.(1981).Autophony and the patulous eustachian tube. *Laryngoscope*, 91, 1427–1435.

Orchik, D. J. , Schumaier, D. R. , Shea, J. J. , & Xianxi, G. (1995). Middle ear and inner ear effects on clinical bone-conduction threshold. *Journal of the American Academy of Audiology*, 6, 256–260.

Özdemir, M. (2016) *Küçük Ölçekli Kaporta İşletmelerinde Çalışanlarda Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının Araştırılması*. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özdemir, S. (2019). Gürültü ile oluşan işitme kayıpları ve alınacak önlemler. http://www.nurdogan.net/fiziksel_dosyalar/Isitme_Kayıplarına_Farklı_Bakış_Selcuk_Özdemir.pdf adresinden 04.03.2019 tarihinde edinilmiştir.

Özgüven, H.N. (2008). Gürültü Kontrolü-Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, *Türk Akustik Derneği Teknik Yayınları*, Mayıs.

Öztürk, A. ; Ergör, G. ; Demiral, Y. , Ergör, A. Ve Tapçı, N. (2007). Döküm işkolunda gürültüye bağlı işitme kayıpları sıklığı ve etkileyen etmenlerin değerlendirilmesi. Türk Tabipler Birliği, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi.

Özvarış Ş. B. Sağlık eğitimi ve sağlığı geliştirme. *Halk Sağlığı Temel Bilgiler. Hacettepe Üniversitesi Yayınları*: Ankara; 2006. ss. 1132-1188.

Plate, S. , Johnsen, M. N. J. , Pederson, N. , & Thompsen, K. A. (1979). The frequency of patulous eustachian tubes in pregnancy. *Clinical Otolaryngology*, 4, 393–400.

Pavlovic, C. V. (1988). Articulation index predictions of speech intelligibility in hearing aid selection. *ASHA Leader*, 30(6–7), 63–65.

Punch, J. , Rakerd, B. , & Joseph, A. (2004). Effects of test order on most comfortable and uncomfortable loudness levels for speech. *American Journal of Audiology*, 13, 158–163.

Pathak, K. 1996. Modelling and prediction of environmental noise levels near mechanised surface mines and quarries, *Doktora Tezi, Imperial College, Londra*, Ekim, 302.

Ranga, R. K. ; Yadav, S.P.S. ; Yadav, A. ve diğerleri. (2014). Prevalence of occupational noise induced hearing loss in industrial workers. *Indian Journal of Otology* (20). 115-118.

Report of Noise of a WHO-PDH 1. *Informal Consultation, Prevention of Noise-Induced Hearing Loss*, 28-30 Ekim 1997, Cenevre.

Rock, E. H. (1974). Practical otologic applications and considerations in impedance audiometry. *Impedance Newsletter*, 3(Suppl.). New York: American Electromedics Corporation.

Rosen, S. (1953). Mobilization of the stapes to restore hearing in otosclerosis. *New York Journal of Medicine*, 53, 2650–2653.

Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. Audiology-diagnosis. Second edition. New York, Thieme, 2007; 240.

- Seewald, R. , & Tharpe, A. M. (2016). *Comprehensive Handbook of Pediatric Audiology* (2nd ed.). San Diego, CA: Plural.
- Shea, J. J. (1958). Fenestration of the oval window. *Annals of Otolaryngology and Laryngology*, 67, 932–951.
- Shenk, H. , & Dancer, J. (2004). The dangers of ear candling. Retrieved 8 /10 /04 from [www.advanceforaud.com/common/ Editorial/Editorial.aspx](http://www.advanceforaud.com/common/Editorial/Editorial.aspx)
- Studebaker, G. A. (1967). Intertest variability and the air-bone gap. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 32, 82–86.
- Silman, S. , & Silverman, C. (1991). *Auditory Diagnosis: Principles and Applications*. San Diego, CA: Academic Press.
- S. (Eds.) (1996). *Visual Reinforcement and Behavioral Observation Audiometry*. Washington, DC: Gallaudet University Press.
- Sosyal Sigorta Sağlık İşletmeleri Tüzüğü, *Resmi Gazete Tarih: 22.6.1972*, No:14223.
- Soydal U. (2006). Ankara’da bir kamyon ve otobüs fabrikasında 08-16 saatleri arasında çalışan işçilerde işitme kayıpları ve gürültünün fizyolojik ve psikolojik etkilerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi*, Ankara.
- Şenkal Ö, A, Aydın, E. (2013). Havacılıkta işitme ve gürültüye bağlı işitme kayıpları. *KBB ve BBC Dergisi*, 21 (2), 47-54.
- Thelin, J.W. ,& Swanson, L. A. (2006). CHARGE Syndrome, *The ASHA Leader*, 6–7.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetlerinde Okul Sağlığı Kitabı, T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı, Türkiye, 2008.
- Thibodeau, L. (2007). Speech audiometry. In M. Roeser, M. Valente, & H. Hosford-Dunn (Eds.), *Audiology Diagnosis* (2nd ed.). New York, NY: Thieme.

Thornton, A. R. , & Raffin, M. J. (1978). Speechdiscrimination scores modeled as a binomial variable. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21(3), 507–518.

Tillman, T. W. , & Carhart, R. (1966). An expanded test for speech discrimination utilizing CNC monosyllabic words, Northwestern University Auditory Test No. 6. *Technical Report SAM-TR-66-55*. Brooks AFB, TX: USAF School of Aerospace Medicine.

Tillman, T. W. , & Jerger, J. F. (1959). Some factors affecting the spondee threshold in normal hearing subjects. *Journal of Speech and Hearing Research* 2, 141–146.

Tekbaş, Ö.F. , Vaizoğlu, SA: Gürültü ve Sağlık, Tıbbi Dökümantasyon Merkezi, Toplum Sağlığı Dizisi:35, Ankara, 2000.

Thompson, M. , & Thompson, G. (1972). Response of infants and young children as a function of auditory stimuli and test methods. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15(4), 699–707.

Toprak R. Aktürk N. (2004). Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri. *Türk Hij Den Biyol Dergisi*, 61, 49-58.

Topuzoğlu, I. Çevre Sağlığı ve İş Sağlığı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara,1979.

Türkoğlu N. , Konya sanayilerindeki işyerlerinde gürültü kirliliği ve buralarda çalışanlar üzerindeki etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Konya,1998.

URL: <http://emedicine.medscape.com/article-1948643-overview> (Erişim Tarihi: 30.08.2015).

Yılmaz Demirkale, S. (2007). Çevre ve yapı akustiği. *Birsen Yayınevi*, İstanbul.

Yılmaz Demirkale, S. ; Aşçıgil, M. Sağlıklı kentlerle ve yapılarla ilgili Türkiye' nin gürültü politikası. *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 267-285.

Yücel, D. ; Öztürk, A. ; Ergör, G. ve diğerleri (2007). Türk Tabipler Birliği, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, Temmuz-Ağustos-Eylül, 40-46.

Widen, J. E. (Ed.) (2011). *Behavioral Audiometry with Infants*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc.

Wilson, W. R. , & Thompson, G. (Eds.). (1984). *Behavioral Audiometry*. San Diego, CA: Plural.

Wilder, R. T. , Flick, R. P. , Sprung, J. , Katusic, S. K. , Barbaresi, W. J. , Mickelson, C. , Gleich, S. J. , Schroeder, D. R. , Weaver, A. L., & Warner, D. O. (2009). Early exposure to anesthesia and learning disabilities in a population-based birth cohort. *Anesthesiology*, 110(4),796–804.

Williams, P.S.(1975).A tympanometry pressure swallow test for assessment of eustachian tube function. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 84, 339–343.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gülpinar KÖSEOSMANOĞLU
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi : Sarıkaya, 20/ 09/ 1993
Yabancı Dili : İngilizce
Medeni hali : Evli
İletişim (Telefon / e-posta) : +90 533 021 5977 / gulpinar.yorulmazer@rumeli.edu.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Yunus Emre Anadolu Lisesi
Lisans : Hacettepe Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Fakültesi /
Odyoloji(2016)
Yüksek Lisans : İstanbul Rumeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü /
İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

İstanbul Rumeli Üniversitesi, Öğretim Görevlisi (2016- şu anda)

