

T.C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ
ANABİLİM DALI

Prof.Dr.EMRE CİNGİ

ENDÜSTRİYEL İŞİTME KAYIPLARINDA
İMPEDANSMETRİK VE ODYOLOJİK ARAŞTIRMA

T. C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr.K.CÜNEYT AKSAY /

ESKİŞEHİR-1983

Anadolu Ünversite
Merkez Kütüphane

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa no.</u>
GİRİŞ	1-2
GENEL BİLGİLER	3-22
GEREÇ ve YÖNTEM	23-24
BULGULAR	25-38
TARTIŞMA	39-43
SONUÇ	44-45
ÖZET	46
KAYNAKLAR	47-51

G İ R İ Ő

Gürültünün insan sağlığı ve işitme üzerindeki olumsuz etkileri son derece güncel konulardan birisidir. Bu konu üzerinde dünya lsnde birçok araŐtırmalar devam etmektedir.

20. yüzyıl bağlarında ileri teknolojik gelişme, toplu iş yerlerinin, fabrikaların artması, Şehirlerin nüfusunun hızla çoğalması, trafik akımının yoğunlaşması, gürültülü müzik dinleme aliŐkanlıęının yerleŐmesi gürültü sorununu üzerinde durulması gereken önemli bir konu haline getirmiştir. Kısaca teknolojik gelişmenin doğal sonucu olarak, gürültüye maruz insan sayısında hızla artmıştır.

Bilindiği gibi uzun süre gürültüye maruz kalan insanlarda birçok önemli psikosomatik rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Gürültünün işitme üzerine olan olumsuz etkilerini azaltmak, bu etkiyi önlemek kulak burun boğaz hekimlerinin üzerine düŐen önemli bir görevdir.

Eskişehir, son yıllarda artan sanayii kuruluŐlarıyla bir sanayi Őehri haline gelmiştir. Buna paralel olarak gürültülü iş yerlerinde çalışan işçi sayısı da artmıştır. Son yıllarda polikliniğimize müracaat eden gürültüye bağlı kulak rahatsızlığı bulunan hasta sayısında da artma gözlenmiştir. Bölgemizde gürültülü iş yerlerinde çalışan işçilerin gürültüden mümkün olduğu kadar az rahatsız olması için gerekli önlemlerin alınmasının sağlanması, işçilerin periodik muayenelerinin yapılması, işçilerin ve iş verenlerin bu konuda aydınlatılması hususlarının fakültemiz

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nın üzerinde durması gereken en önemli görevler arasındadır. Bu bakımdan güncel bilgiler ışığında Eskişehir'de gürültüye maruz kalan işçilerde gürültünün fena etkilerini objektif ve subjektif olarak tesbit etmek, mevcut etkilerin özelliğini belirlemek amacıyla bu çalışmayı planlayarak yaptık.

Tezimin hazırlanmasında ve ihtisas çalışmalarımı yaptığım sürece değerli ilgi ve yardımları ile bana yetişme imkanı veren Sayın Hocam, Prof.Dr.Emre CİNGİ'ye, Doç.Dr.M.Cem KEÇİK, Yrd.Doç. Dr.Sedat ERKUŞ'a ve araştırma görevlisi arkadaşlarım Dr. Derya NURÖZLER, Dr.Erhan DEMİRALP ve Dr.Kenan AKÇORA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

GENEL BİLGİLER

Gürültü ve Ses:

Ses; içinden enerjinin kaynaktan itibaren progressif dalgalarla uzağa taşındığı bir gaz, sıvı veya katı elastik ortamın mekanik titreşimidir. Bir cisim hareket ettiği veya titreştiği zaman enerjisinin küçük bir miktarını çevre ortama ses olarak verir.

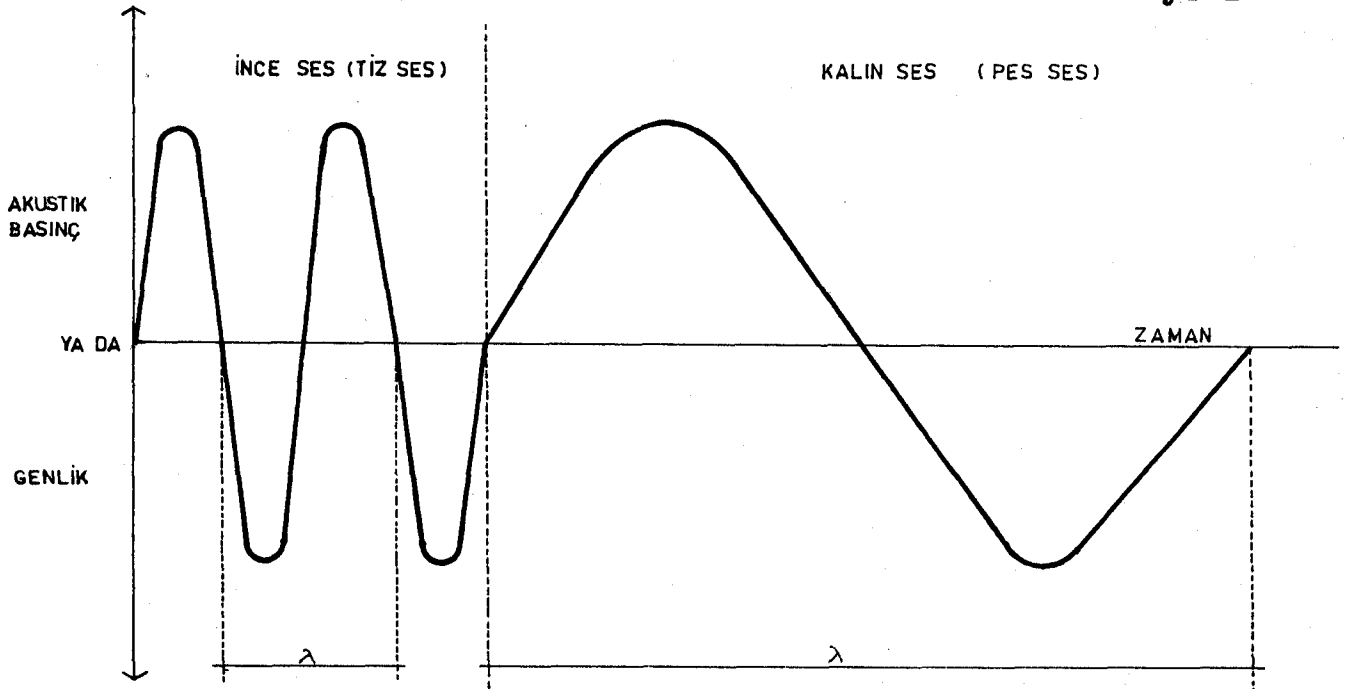
Hareket eden peşpeşe partiküler arasında nakli için gerekli zaman, yani hareketin yayılma hızı aşağıdaki formüle göre ortamın elastisitesine bağlıdır (Tablo I).

$$c = k \frac{E}{p}$$

k= Sabite p= Ortamın özgül ağırlığı

c= Hareketin yayılma hızı

E= Ortamın elastisite katsayısı



Tablo I- Ses dalgalarının karakteristiği.

Normal şartlarda hava için sesin yayılım hızı, 20°C de 344 m/sn. dir.

Sesin dalga boyu, sesin havadaki hızı ve hareketin frekansı ile ilişkili olarak aşağıdaki formülden faydalanılarak bulunur.^{7, 27}

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

λ = Sesin dalga boyu
 C = Sesin yayılım hızı
 f = Hareketin frekansı

Ses Gücü: Her ses kaynağının akustik çıkışını gösteren karakteristik bir ses gücü vardır. Ancak meydana gelen ses basınç seviyelerini (SPL) uzaklık, alıcının yönü, ısı, ortamın hız özellikleri, çevre gibi eksojen faktörler etkiler.

Ses Enerjisi Yoğunluğu: Ortamın birim hacminde bulunan akustik enerji yoğunluğuna denir.

Siddet: Ses alanında birim sahadan, birim zaman içinde geçen akustik enerji miktarına denir.

Gürültü Kaynaklarının Sınıflandırılması:

1. Düz gürültü kaynağı (Plane Source)
2. Noktasal gürültü kaynağı (Point source)
3. Çizgisel gürültü kaynağı (Line source)^{7,27,45}

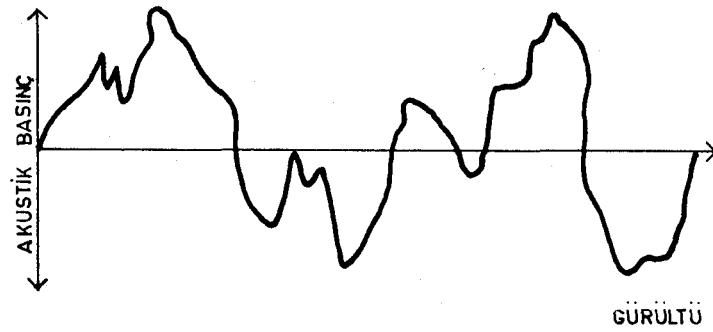
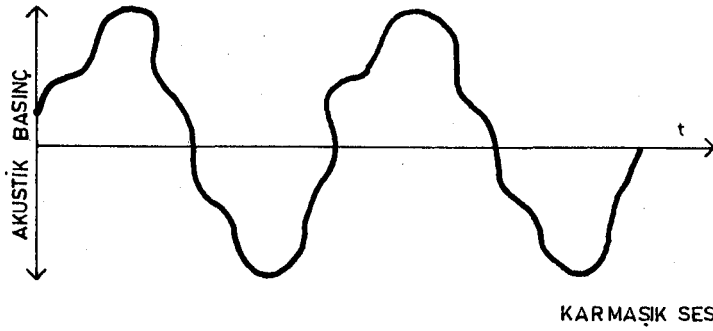
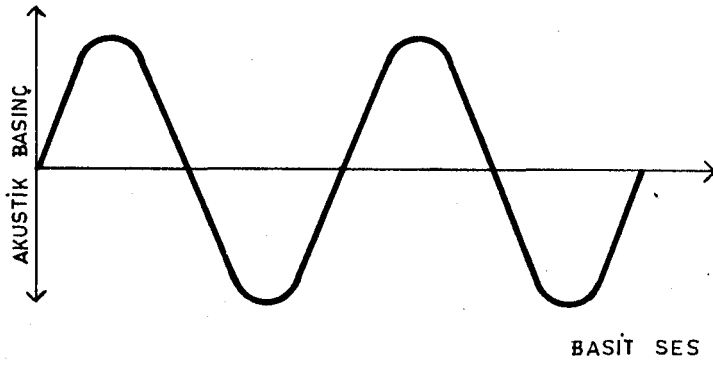
Sesin havadaki yayılımı, bağlı olduğu faktörlerle değişmektedir. Vizkozite, rüzgar, ısı, nemlilik, doğada bulunan zeminler sesin yayılımını, frekansını etkiler.⁴⁵

Gürültü: En basit anlamda insanlar tarafından istenmeyen rahatsız edici seslerdir. Fiziksel olarak, periodisite göstermeyen veya çok az gösteren dalga şekilleri olup, düzenli zaman aralıklarının tekrarı şeklinde olmayan seslerdir (Tablo 2).^{7,45}

İnsan kulağı izole bir sese nadiren maruz kalır. Normalde ilgilendiğimiz ses çevre sesi adı verilen diğer seslerle beraberdir.^{7,27}

Çevre sesi duymak istediğimiz sestten daha kuvvetli ise sesin algılanması maskelenebilir. Kritik band genişliği kavramı, sadece maskelenecek sesin frekansı civarındaki enerjinin maske-

lemeye belirgin katkıda bulunacağını bildirir. Bir kritik band membrana basilaris üzerinde takribi 1.3 mm.lik bir mesafeye tekabül eder ve "I Bark" olarak tanımlanır.²⁷ Geniş frekans sahaları içinde kritik band genişlikleri, özellikle yüksek frekanslarda % 23 e tekabül eder. Bu da 1/3 oktav karşıtıdır.^{3,7,27}



Tablo 2- Gürültü ile diğer ses dalgalarının farkı.

Ses Şiddeti ve Belirlenmesi: Saf ses ve diğer gürültü tiplerinin insan kulağı tarafından algılanması araştırılmış ve farklı "Eşdeğer Ses Seviyesi" (Equal loudness level) eğrileri bulunmuştur. Bu eğriler, normal işitmesi olan 18-25 yaşlarındaki geniş popülasyonun istatistiksel ortalamasına dayanmaktadır.^{7, 12,38}

Gürültünün Zararlılığı:

Zararlılık yönünden sesin birçok karakteristiğinin önemli olduğu bilinmektedir. Örneğin; sesin şiddeti yükseldikçe daha zararlı olmaktadır. Ayrıca, gürültünün intermittan, düzensiz, ritmik olması veya impulslar ve tanınabilir saf sesler ihtiva etmesi aynı şiddetteki sabit bir sestten daha rahatsız edici ve zararlı olmasına yol açar. Bunların sonucunda, tek bir gürültü biriminin kabulü, çok geniş şahsi farklar ve çok değişik gürültü tipleri arasında yetersiz kalır.^{7,42,43,52}

Değerlendirme skalalarının bazıları tek ve basit bir ölçüme dayanırken, bir kısmı spektrumun bilinmesine, diğerleri istatistiksel metodlara ve bazıları da bütün bunların kullanılmasına ihtiyaç gösterir. Dolayısıyla, belirli bir uyum için en uygun gürültü değerlendirme birimi seçilmelidir.^{7,22}

Yaygın Ses Basıncı Seviyesi (Overall Sound Pressure):

İşitilebilen frekans alanındaki (20 Hz ile 20 kHz) seslerin ağırlıksız basit ölçümüdür.

A Ağırlıklı Ses Seviyesi: Bu ölçüm, frekans cevabını 40 phon'un eşdeğer ses eğrisini takip edecek şekilde değiştiren elektrikli filtre ağına sahip bir sound levelmeter ve kalibre mikrofonla yapılır. dB A olarak ifade edilir.

B Ağırlıklı Ses Seviyesi: 70 phon eğrisini takip eder.

C Ağırlıklı Ses Seviyesi: 100 phon eğrisini takip eder.

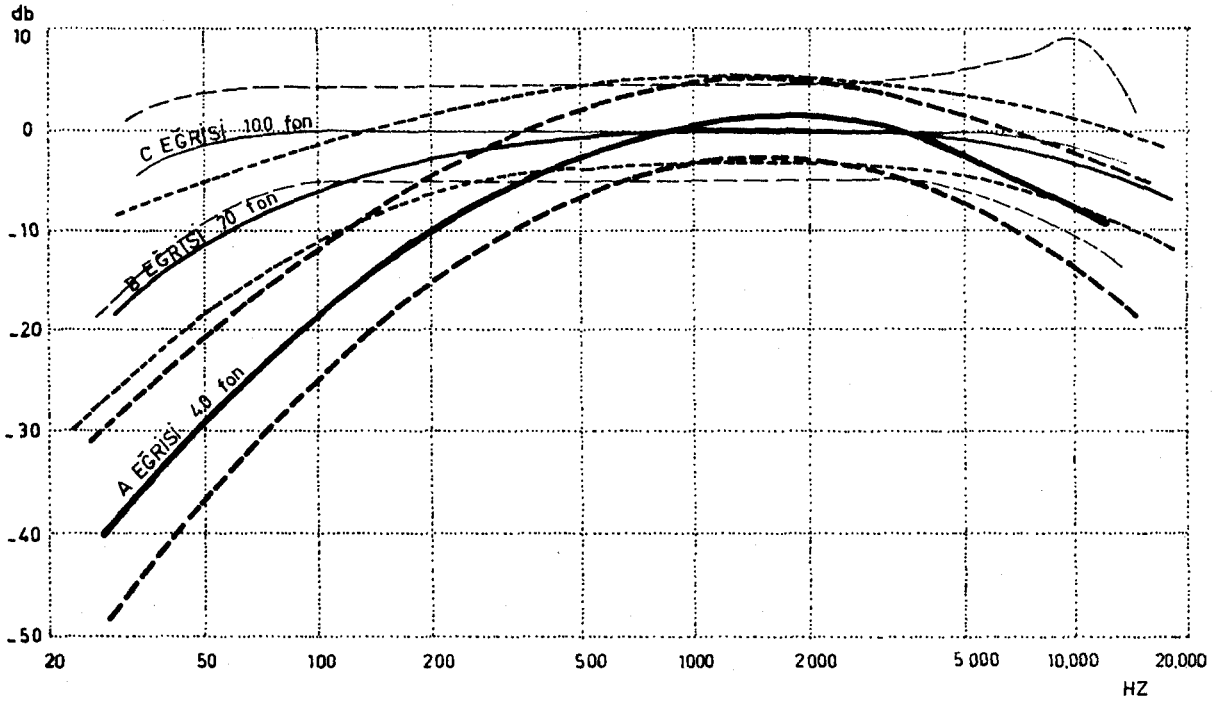
D Ağırlıklı Ses Seviyesi: Algılanan gürültü eğrisini takip eder ve uçak gürültü ölçümlerinde kullanılır (Tablo 3).

Eşdeğer Devamlı Ses Seviyesi (Equivalent continuous sound

level): L_{eq} gürültü seviyesinin ölçüm zamanı içinde ortalamasınının A ağırlıklı enerji anlatımıdır. ^{7,9,45}

İşitme Organı Anatomofizyolojisi:

İşitme organı, temporal kemik içine yerleşmiş, görevleri ve yapıları birbirinden farklı üç parçadan oluşur; Dış kulak, orta kulak ve iç kulak.



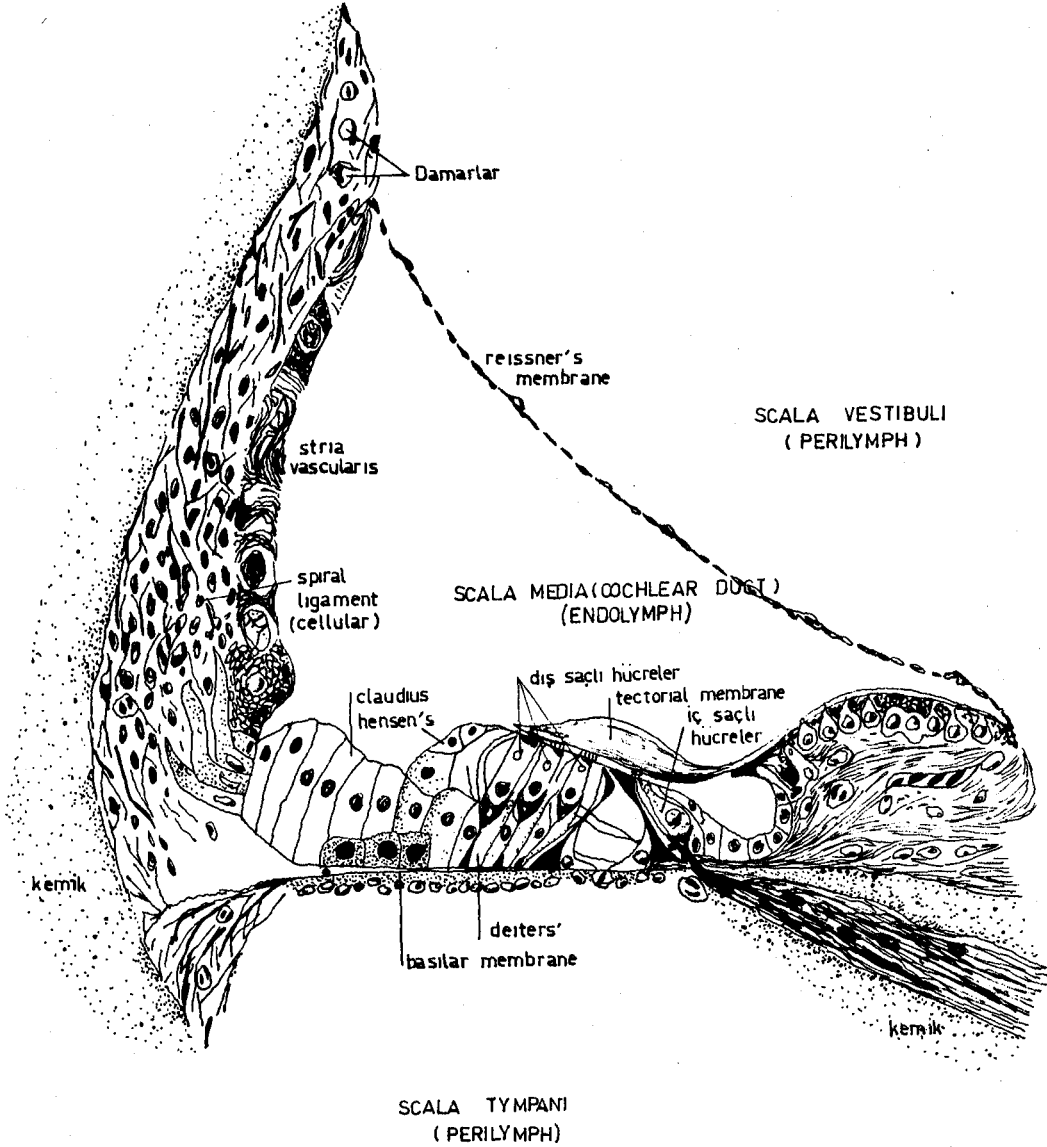
Tablo 3- A, B, C ağırlıklı ses seviye eğrileri.

Dış Kulak; sesleri toplayıp aurikula ile orta kulağa aktarıldığı organdır.

Orta Kulak; kulak zarı ile iç kulak arasına yerleşmiş bir boşluktur. Orta kulak ses dalgalarının iç kulağa iletilmesinde rol alır. Orta kulakta timpanik zara yapışık ve birbirleriyle eklem yapan üç kemikcik, sesin oval pencereye iletimini sağlarlar.

İç Kulak; Petröz kemiğin derinlerinde oturur, yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulakla, koklear ve vestibüler kanallar yolu ile kafa içiyle bağlantılıdır. İşitme ve denge organlarını içerir.

Korti Organı; duktus koklearisin bazal kısmında, baziler membranın üstüne yerleşmiştir. Akustik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Spiral olarak uzunluğu ortalama 32 mm. dir. Genişliği tabandan tepeye doğru değişir. 80 mikrondan 500 mikrona varır. Transvers kesitte koklear duktus üçgen biçimindedir. Tabanda en çıkıntılı kısmı korti tüneli yapar. Korti tünelinin iç tarafında yer alan, iç titreşimli tüylü hücreler tek sıradan ibarettir. Sayıları 5000 civarındadır (Tablo 4).



Tablo 4- Koklear kanal transvers kesiti.

Dış titrek tüylü hücreler ise üç sıralıdır. Hücreler üzerinde kutikular görünümde titrek tüyler vardır. Dış titrek tüylerin dışında sırayla Deiters, Hansen ve en dışta spiral ligama na yakın kısımda Claudius destek hücreleri vardır. Bunların içinde en önemlileri Deiters hücreleri olup, uzantıları titrek tüylü hücrelerin üzerine doğru gider. Üstten bakışta titrek tüylerin üzeri retiküler doku ile örtülüdür. İç titrek tüylerin iç yanında inner sulkus denen bir iç oluk bulunur. Tektorial membran, iç sulkusu ve titrek tüyleri üstten örter.

Koklear duktusun dış duvarında damarlar boldur. Bu bölgeye stria vaskularis denir. Koklear duktusu skala vestibuliden ayrılan Reissner membranı 0.3 mm. kalınlığında olup, dış yüzü endotel, iç yüzü epitelden yapılmıştır.^{1,37}

Afferent İşitme Siniri:

Sekizinci kranial sinire daha önce "akustik sinir" denirdi. Fonksiyonel olarak değişik iki komponentden, vestibüler sinir ve koklear sinirden oluştuğu için, şimdi denge ve işitme siniri olarak "stato akustik" ismi ile bilinmektedir. Her iki komponent de özel somatik afferent lifler olup, iç kulaktaki denge apparatusu ve akustik organdan santrale doğru uyarı iletirler. Sinir hücrelerinin periferik uzantıları korti organının tüylü hücreleri etrafında sonlanır.⁶

İşitme Fizyolojisi:

Timpanik Membran Fizyolojisi: Akustik açıdan kulak zarının önemli kısmını fibröz tabaka oluşturmaktadır. Parabolik ve semilüner liflerden oluşan fibröz tabaka zara sürekli gerginlik sağlar.

Timpanik Membranın Özellikleri: Titreşimleri ancak dış yüzü ile alır, belli frekanslarda titreşir, sesin geliş açısının titreşimle ilgisi yoktur, amortisman kuvveti çok yüksektir.

Kulak zarının titreşme amplitüdüleri çok küçüktür, gözle veya ameliyat mikroskobu ile görülmez. 2000 frekanslık bir sesle kulak zarının yaptığı titreşimlerin amplitüdünün 0,0045 mikron olduğu saptanmıştır. Bu büyüklük hidrojen molekülünün yarısına

eşittir.

Orta Kulak Fizyolojisi: Orta kulakta üç küçük kemikcik transformatör görevi yapar. Malleus ve inkus eklem yaparlar, ancak bu eklem bir disartroz olduğu Barany (1938) tarafından ifade edilmiştir. Bekesy (1936-1939) stapesin iki yönlü hareketi olduğunu ileri sürmüştür. Ses şiddetine göre stapes hareketleri değişmektedir.

Akustik prensiplere göre; kulakta havadan sıvı ortama geçen ses 0/001 oranındadır. Geri kalan yansımaya uğrar. Orta kulağın sesi kuvvetlendirici etkisi ile bu kaybı önlemektedir.

$$T = 4r: (r-1)^2 = 4 \times 3800: (3800-1)^2 = 0.001$$

T: Geçen enerji miktarı

r: Her iki ortamın akustik resistansları arasındaki oran.

Wever ve Lawrence göre; Timpanik membran ve oval pencere arasındaki oran 20 olduğuna göre, ses enerjisi 20 kere büyüyerek oval pencereye aktarılır. Kemikciklerin 1.3 oranındaki kuvvetlendirici etkisi ile birlikte Wullstein'a göre bu oran toplam olarak 22.1 etmektedir. Bu da logaritmik olarak 26 dB e eşdeğerdir. Sonuç olarak, orta kulak sesin ortam değiştirmesinden doğan 30 dB lik farkı telafi eder.

Kemikcik sisteminin önemli bir özelliği, ses titreşimlerinin stapes tabanına ve yuvarlak pencereye aynı anda gitmesini önlemesidir. Ses titreşimleri kemikcikler yolu ile oval pencereye ve orta kulak boşluğundaki hava ile yuvarlak pencereye iletilir. Ancak bu iki titreşim arasında faz farkı bulunur. Bu olaya "defasaj" denir.

Orta kulağın ikinci bir görevi de iç kulağı ses titreşimlerinden korumaktır. Bu görev iki yolla gerçekleşir:

- Orta kulak havalı bir boşluktur. İç kulak için havalı bir tampon görevi yaparak travmaların etkisini azaltır.
- Ayrıca orta kulaktaki iki kas yardımı ile, şiddetli ses titreşimlerinin iç kulağa geçmesini engeller.

Yuvarlak Pencerenin Rolü: Ses titreşimlerinin bazal membrana

geçebilmesi, bu membranın çevresindeki perilenfin titreşmesi ile olacaktır. Titreşimin bazal membranda olabilmesi için bu membranın her iki tarafında birer pencere gereklidir. Stapes tabanı, perilenfe doğru ses titreşimi ile hareket ettiği zaman sıvılar sıkıştırılmadığı için perilenfe hareket olanağı sağlayan ikinci bir pencereye gerek vardır. O zaman yuvarlak pencere zarı orta kulağa doğru kabarır. Titreşimler bu mekanizma ile orta kulağa geçebilir. Pencerelelerin her biri ses titreşimlerinin perilenfe geçmesi için elverişlidir. Pencerenin bir görevi de yuvarlak ve oval pencereye gelen ses dalgaları arasında faz farkı yaratmasıdır. Kulak zarının titreşimleri hem kemikcikleri ve hem de orta kulak boşluğundaki havayı titreştirir. Yuvarlak pencereye ses titreşimleri orta kulaktaki hava ile, oval pencereye ise kemikcikler zinciri ile gelir. Her iki ses dalgası arasında iletim hızı yüzünden faz farkı ortaya çıkar. Bu olaya "defasaj" denir.^{1,37}

Tuba üstakinin işitme üzerine etkisi kulak zarının normal titreşim yapabilmesi ve zarın iki tarafındaki hava basıncının dengeli olmasını sağlaması ile olur. Üstaki tüpünün üç önemli fizyolojik görevi vardır. Ventilasyon, temizlenme, korunma. Bu fonksiyonların bozulması orta kulaktaki basıncın değişmesine neden olacağı için ses iletişiminin de azalmasına yol açar.²³

İç Kulak Fizyolojisi:

İç kulak sıvılarının dört ana görevi vardır:

1. Kan ile iç kulaktaki çeşitli hücreler arasında bağlantı kurar. Hücrelerin beslenmesi için gerekli maddeleri ve oksijeni sağladığı gibi artıkların atılmasında görev alır.
2. Akustik enerjinin, yani mekanik enerjinin elektrik akımına dönüşmesinde rol oynar. Bu dönüşüm için gerekli olan iyondan zengin bir ortamın oluşmasını sağlar.
3. Stapes tabanından gelen ses titreşimlerini baziler membrana ulaştırır.
4. İç kulak içinde basınç dağılımını kontrol eder. Ani basınç değişikliklerinde, basıncın bütün sisteme eşit olarak dağılmasını sağlar.

Çalışmalar endolenfin K bakımından zengin Na bakımından ve protein bakımından ultrafiltrat olduğunu göstermektedir. Perilenf ise, endolenfle ince bir zarla ayrılmasına karşılık Na bakımından zengin, aksine K bakımından fakir bir sıvıdır.

İç kulak sıvılarının likör ile direk ilişkileri, basınçları arasında bir denge bulunmasını gerektirir. Likör basıncındaki artma, koklear kanal ve endolenfatik kese yolu ile perilenf ve endolenfe geçer. Likör basınç artması koklear elektrik amplitüdünde küçük düşmelere neden olur. Ancak bu düşmeler geçicidir, geri dönebilir. Buna karşılık perilenf basıncındaki artmalar koklea üzerine etkili olmaz.

İç kulak sıvılarının dolaşımı şöyledir; perilenfin sıvı kısımları skala vestibuli'de, Reissner membranı yapışma yeri üstünde, ligamentum spirale'deki ağdan salgılanır. Fakat iç kulak sıvılarındaki kristaloidler, stria vaskularisden salgılanır. Reissner membranı, salgılanan K'u tutar, Na'u perilenfe verir. Bu yolla her iki sıvının özelliği oluşur. Salgılama bütün koklea boyunca meydana gelir, yani radialdir, beslenme olayı lokaldir, çevre ile ilişkili değildir. Ancak yavaş da olsa endolenfatik keseye doğru bir akım vardır.

Vibrasyonların basiller membrana sıvılar aracılığı ile iletildiği bilinmektedir. Hemholtz bu konuda ilk defa çalışma yaparak basiller membranın rezonatör olarak çalıştığını ifade etmiştir. Bekesy 1960 da bu konudaki görüşleri toplayarak üç teori grubu oluşturmuştur: U tüp teorisi, titreşen levha teorisi ve hidrodinamik teori. Bekesy, Ranke(1942), Reboul(1938), Naftalin(1967) yaptıkları deneylerde hidrodinamik teorinin gerçeğe yakın olduğunu savundular. Çeşitli frekanslardaki ses titreşimleri, basiller membranın çeşitli bölgelerini titreştirir. Titreşimlerin iç kulaktaki yayılması, sıvıların hidrodinamik özellikleri ile basiller membranın elastikiyetine ve kalınlığına bağlı olarak değişir.^{1,26,41}

Enerji Dönüşümü: Araştırmacılar korti organının yapısını tanımladıktan sonra özellikle tektorial membranın negatif ve pozitif iyonlar sayesinde akustik bir amplifikatör olduğu sonucuna varmışlardır. İç kulak sıvılarındaki istirahat sırasında bile var olan elektriki potansiyel "Resting Activity" enerji dönüşümü için gereklidir. Bugün için enerji dönüşümünde önemli rolü tektorial membran oynamaktadır.^{1,26,37}

Endüstriyel Gürültü: 20. yüzyıl başlarında ileri teknolojik gelişme, toplu işyerlerinin, fabrikaların artması, şehirlerin nüfusunun hızla çoğalması, trafik akımının yoğunlaşması, önemsiz gibi görülen ve ihmal edilen gürültü sorununu üzerinde durulması gerekli olan bir konu haline getirmiştir. Kısaca endüstriyel gelişmenin doğal bir sonucu olarak akustik çevre, işyerlerinde kullanılan güçlü makineler, artan yol trafiği, büyük ve gürültülü uçaklar gibi nedenlerle giderek önem kazanmaktadır.^{2,7,43,48}

Gürültünün kontrolü işitme kayıplarının önlenmesi kadar, kabul edilebilir bir akustik çevre yaratılması için de önemlidir.

Birçok ülkede gürültünün kaynakta önlenmesi ve işyerlerinde gürültünün işitme kaybına neden olmayacak seviyelerde tutulması için kanunların çıkarılmasına başlanmıştır.^{7,9,36,43,48,50}

Gürültünün Tarihi Gelişim İçinde Değerlendirilmesi:

Yoğun sese maruz kalınması ile işitme kaybının oluşacağı, tarihin başlangıcından beri kabul edilmiştir. Eski Romalı yazarlar Blacksmith ve zırhçı sağırlığından bahsederler. Orta çağda topçu sağırlığından bahseden yazılar görülmüştür. Notre Dame çanlarının Quosimodo'yu sağır ettiği kaydedilmiştir. 1850 lerden beri kazancı sağırlığı standart bir tanı olmuştur.

İnsanlar üzerinde yoğun ve sürekli gürültünün majör etkileri tahminen ilk defa 350 yıl önce İngiliz Lord Bacon tarafından tariflenmiştir.⁹

1880 de ilk referans olarak gösterilen yazı ve 1952 ye kadar yüzden fazla yazarın derlenmiş gürültü ile ilgili referansları "Bibliography of Hearing" isimli kitapta toplanmıştır.⁴²

Etyoloji- Patogenezis:

Genel kaniya göre, aşırı gürültünün etkilediği primer bölge koklea içinde saçlı hücrelerdir. Deiter hücreleri, dış piller, işitme sinir lifleri ve kapiller kan damarları, stria vaskularis kokleanın harabiyet oluşumunun gözlendiği diğer elemanlardır. Bazı çalışmalar hücresel atrofi, bazıları ödemden bahsetmektedir. Yine yazarların bir kısmı hücrelerin harabiyet sonucu kayb olduğunu belirtmektedir. Bir çoğu belirtilen harabiyet tiplerinin bir kombinasyonundan bahsederler. Farklılıklar en iyi şekilde hayvan deneylerinde gözlenmektedir.³⁶

Gürültü tipini dikkate almaksızın, akustik travmanın neden olduğu temel mekanizma, işitme duyu organının fizik, fiziko-kimyasal veya metabolik stresidir. Genelde kabul edilen gürültüye bağlı işitme kaybında en önemli bulgu, ilgili frekansın bölgesinde duyu hücre kaybının, dış saçlı hücrelerde olmasıdır. Dış saçlı hücrelerin stereosilialarında sertlik kaybı, silinme ve total destrüksiyon görülebilmektedir. Kutikuler tabakada yumuşama veya erime akustik travmada sıklıkla görülmüştür. Endoplazmik retikulumda artma özellikle (TTS) geçici eşik kayması ile direkt olarak ilişkilidir.^{3,29} Endoplazmik retikulum çizgili kasta kalsiyumu bağlayıp, serbest bırakarak, ATP'yi aktive etmesiyle miyosinde kasılma veya gevşeme oluşturur. Son zamanlarda aksonların endoplazmik retikulumunda yüksek konsantrasyonda kalsiyum ihtiva eden sekestr görülmesi, endoplazmik retikulumun burada da aynı işlevi görmesini düşündürmüştür.

Daha ileri dönemlerde, nukleusta piknotik görünüm meydana gelir ve hücre şişerek, vakuoller rüptüre olur. Daha sonra hücre membranı da rüptüre olur. Duyu hücre kaybı nadir olursa Deiter hücreleri boşluğu kapatıp skar oluşturur. Aksi halde yaygın hücre kaybında korti organı kollaps olabilir veya Claudius hücrelerine benzer kuboidal hücrelerle yer değiştirir.²⁸

İleri çalışmalar, mitokondria, endoplazmik retikulum ve duyu hücrelerinin membranlarında bulunan iyon transportu, protein

biyosentezi ve enerji üretimini sağlayan enzim sisteminin akustik travma sonucu bozulduğunu göstermektedir.^{11,49}

Stereosillilerdeki sertliğin kaybolması (TTS) geçici eşik kayması ile ilişkili olduğu ve işitme normale dönünce sertliğin tekrar oluştuğu ileri sürülmektedir (Hunter-Duval 1977).¹¹

Sinir uçları ve sinir liflerinin gürültüye bağlı degenerasyon göstermesi tartışmalıdır. Spondilin koklear afferent sinir uçlarında degenerasyon olduğunu, Lim ve Melnick ise; degenere duyu hücrelerinde sonlanan efferent sinir uçlarında mitokondrial şişme olduğunu göstermiştir.^{30,47}

Yüksek yoğunluktaki akustik stimülasyon Stria vaskülerindeki harabiyete yol açar.³⁹ Yüksek yoğunlukta ses verildikten sonra strial ve spiral ligamanlarda kan akımının azaldığı gözlenmiştir.³⁹ Böylece Intermediate hücrelerde harabiyet olması, striadaki kapiller endotelinde şişme ile gelişen vazokonstrüksiyona bağlanmaktadır. Ancak David ve Derek'e göre (1979) strial değişiklikler duyu hücreleri harabiyetinden sonra gelişmektedir.⁴⁹

4 kHz Çentigi: Gürültü kaynağının frekans özelliği göz önünde bulundurulmaksızın 4 kHz deki çentik tipik akustik travmaya bağlı odyometrik bulgudur. Gerçekte 4 kHz deki çentik genişlik itibarıyla 3-6 kHz arasındadır.⁴³ Çeşitli otoriteler tarafından bu durumun izahı yapılmaya çalışılmıştır.

1. 4 kHz bölgesindeki özel vasküler yapının vazokonstrüksiyonuna bağlı (Crow, 1934).¹⁹
2. Kulağa ulaşan dalganın hızlı olması halinde koklear kanalın yer değiştirme amplitüdü 4 kHz bölgesinden başlamaktadır (Schuknecht, 1960).
3. Kokleanın anatomik yapısı nedeniyle, kokleadaki sıvı, kokleanın ilk kıvrımının ortasında bulunan 4 kHz bölgesine çarpmaktadır (Hilding, 1953).
4. Kulak kanalındaki rezonans karakteristiği 4 kHz de çentik oluşturmaktadır (Caiazza, Tonndorf, 1977).

Clark ve Bohne (1978) chinchillalarda yaptıkları çalışmada 0.5 kHz de oktav band gürültü verdiler. Ancak yüksek frekans böl-
gelerinde anatomik lezyonlar tesbit ettiler.²⁵

Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları: Temelde gürültüye bağlı işitme kayıplarını ikiye ayırarak incelemek gerekmektedir:

- a. TTS (Geçici eşik kayması)
- b. PTS (Kalıcı eşik kayması)

TTS: Gürültüye maruz kalma sonrası, işitme hassasiyetinde azalma, gürültü kesildikten sonra belli zaman içerisinde işitme eşiklerinin gürültüye maruz kalmadan önceki seviyeye geri dönmesi olarak tarif edilir. Çalışmamızla ilgili olduğu için konuyu geniş olarak ele aldık. TTS yapılan araştırmalara göre (fatigue) yorgunluk ve adaptasyon olarak ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

İşitsel Yorgunluk (Fatigue):

İşitsel yorgunluk olayının en yaygın indeksi geçici eşik kayması (TTS)dir. Önce normal eşik tanımlanmış, daha sonra yorgunluk yapan stimulusuna maruz kaldıktan sonra eşik tekrar bulunmuş, aradaki fark yorgunluk olayının şiddeti olarak belirlenmiştir. Böyle çalışmalarda 5 primer faktör TTS büyüklüğünü etkiler:

- a. İyileşme intervali (Recovery Interval: RI)
- b. Yorgunluk (fatigue) stimulusunun şiddeti (I)
- c. Yorgunluk stimulusunun durasyonu (D)
- d. Yorgunluk stimulusunun frekansı (Fe)
- e. Eşik test sinyalinin frekansı (Ft)

Genellikle yorgunluk stimulusun yoğunluk ve süresi artarken TTS daha geniş olur. Bununla birlikte yoğunluk artarken, üç değişiklik meydana gelir. TTS artar, frekans ranjı artar, maksimum TTS frekansı, uyarı frekansı üzerinde 1.5 veya daha fazla oktav değişir. Maksimum TTS de bu yukarı değişime ilaveten, daha yüksek frekanslarda yorgunluk oluşturmaya eğilimlidir.

Tekrarlanmış gürültülerle TTS de meydana gelen azalmanın

yorgunluk olayına kulağın rezistansındaki artmadan ziyade akustik refleksin neden olduğu bir gerçektir.^{46,48,51}

a. Geriye Dönüş Zamanı (Recovery time): Yorgunluk olayını tayin etmede, iyileşme eğrileri boyunca birçok farklı noktaların kullanılmış olması başarısızlıkla sonuçlanır. TTS_2 ve TTS_5 tam tatminkar olabilir. Böyle iyileşme süresinde nöral adaptasyon kaybolmuştur ve iyileşme hızı güvenilir eşikler tanımlamak için yeterli kadar tedricidir.⁴⁸

İyileşme hızı, iyileşme süresinin logaritmasına, aynı zamanda TTS_2 ye uygundur. Üst limit 40-50 dB lik TTS_2 dir. Bu seviye üzerinde iyileşme çok yavaştır. Bununla birlikte 40 dB yi geçmeyen TTS_2 de 16 saat veya daha fazla süren iyileşme zamanı vardır. Bu durum dokunun elastik limitlerini geçen stimülasyon- dan sonuçlanan doku değişikliklerini belirler. Böyle değişiklikler TTS_2 40-50 dB e ulaştığında şiddetlenir, fakat iyileşme kompleks bir fonksiyondur. Fakat 2 dakikadan daha büyük iyileşme süreleri için TTS lineer olarak iyileşme süresinin logaritması ile ilişkilidir. İyileşme için bir kaç dakikadan daha fazla zaman isteyecek kadar şiddetli yorgunluk olduğunda, 2 dakikadan daha büyük iyileşme sürelerinde TTS yi tanımlamak bir usuldür. Böyle çoğalmış tanımlardan, bütün $n > 2$ değerleri için TTS_n in toplamı mümkün olabilir ve yorgunluk olayının şiddetini rapor etmede farklı iyileşme süreleri kullanan çalışmalarını karşılaştırmak daha mantıksal işlem olur.

b. Yorgunluk Oluşturan Uyarının Şiddeti: Yorgunluk oluşturan uyarının şiddetinde artma TTS yi artırır. TTS altında yatan ve farklı yoğunluklarda gelişen TTS değişikliklerininde olduğu üç şiddet farkı kısmen incelenmiştir:

1. Düşük yoğunluk ranjı: Böyle seviyelerde yorgunluktan ziyade adaptasyon TTS lerin kaynağı olabilir.
2. Uyarı stimulusunun frekansı üzerinde maksimum TTS kayması bulunan yoğunluk ranjı: Yoğunluk artarken, maksimum TTS, uyarı frekansı üzerinde 1.5 ve daha fazla oktavda bulunur.

3. TTS deki hızlanmış artmanın daha belirlenmiş olduğu yoğunluk ranjı: Bu kritik şiddet, patolojik durumlarla sonuçlanırsa, rekrutment fenomeni ortaya çıkar.

İyileşme Hızı İndeksi (Recovery-rate index): Uyarı oluşturan stimulus kesildikten sonraki ilk dakikada tesbit edildiğinden, total iyileşme zamanı önceden hesaplanabilir. Gerçekte bu stimulus yeteri kadar uzun süre devam ederse kalıcı eşik kayması (PTS) yapar.

Düşük şiddetlerde, TTS yorgunluk oluşturan stimulusun frekansına bağlıdır ve nisbeten küçüktür. Ancak yorgunluk oluşturan stimulusun şiddet ve süresiyle çok fazla etkilenmemiştir. Bu şiddet ranjının üzerinde bulunan TTS ler nöral değişiklikleri yansıtır ve muhtemelen kokleanın metabolik durumlarını değiştirir. Bu değişiklikler normal olarak kabul edilir. Bununla beraber, şiddet artarken TTS etkisi yorgunluk frekansının üzerine yayılır ve yoğunluk süresi ile daha fazla ilişkili olur. İyileşme zamanı ise TTS₂ ye uygun olur. Bazı şiddet seviyelerinde, işitsel fonksiyondaki değişiklikler yavaş iyileşen doku ve kimyasal değişiklikleri belirtir. Bu durum patolojik veya prepatolojik durumu yansıtır.

c. Süre: Yüksek şiddetlerde oluşan gürültü veya sesler hariç, yorgunluk hadisesi tedrici gelişir.

Hood (1950), 100 dB işitme seviyelik tonlar kullanarak yorgunluk ve test tonu için aynı frekansta, 100-320 sn. ranjındaki süreler için 400-500 Hz deki frekanslarda TTS geliştirmiştir.⁵¹

Yorgunluk oluşturan stimulus kesildikten 10 sn. sonra ölçülen TTS, sürenin logaritmik lineer fonksiyonu olarak artmıştır.

Ward ve arkadaşları (1958); 88-106 dB ses basınç seviyelik (SPL) ranj içindeki gürültüyle, 12-108 dakikalık sürelerde TTS gelişimini tanımlamış ve sürenin logaritması ile uygun olduğunu bulmuşlardır.⁵¹

d. Frekans: Kulak yüksek frekanslarda yorgunluk hadisesine daha yatkındır (4000-6000 Hz). Yorgunluk oluşturan stimulus geniş

band gürültü olarak verildiğinde geçici eşik kaymasının maksimuma ulaştığı tesbit edilmiştir. Saf ses olduğunda ise yorgunluk, uyarı frekansı artarken maksimum TTS, yorgunluk oluşturan stimulus frekansı üzerindeki yüksek frekanslarda görülür. Kalıcı yüksek frekans hasarı göz önüne alınırsa bu durum şaşırtıcı değildir. Baziler membranın yüksek frekans kısmının daha fazla katılaşması ve bu kısımlarda sınırlanmış cevap sahaları oluşması buna neden olarak gösterilmektedir.

TTS ve PTS, baziler membran boyunca oluşan doku değişikliklerine bağlıdır ve her ikisi de 4000-6000 Hz de daha büyük olmaya eğilimlidir. Kokleayı etkileyecek seviyedeki şiddetler kulağın iletim karakteristiklerinin bir fonksiyonudur. PTS, tek bir stimulan ziyade, kronik kompleks bir stimulus sonucu gelişir. Miller ve ark.(1963), gürültü bandı kullanarak, PTS ve TTS odyogramları bulmuşlar, maksimum PTS'nin maksimum TTS'den daha düşük frekanslarda meydana geldiğini gözlemişlerdir. Hasar baziler membranın apikal ucundadır. Öyleyse PTS uzun süre sonunda meydana gelirse, TTS ile uyuşabilir. Kısa süreli stimulan sonra oluşursa farklı işitme kayıpları ortaya çıkar.

e. İşitmedeki Diğer Değişiklikler: Eşik değişimine ilaveten, yorgunluk oluşturan stimulus etkisinde kalmış kulakta bir kaç başka değişiklikte görülür. Bazı araştırmacılar yorgunluk oluşturan stimulusu takiben sesin tınında kaymalar göstermiştir. Rüedi ve Furrer(1946), 4000 Hz üzerindeki yorgunluk oluşturan stimulus frekansı için tın kaymalarından bahsetmiştir. Değişimin yönü aşağı doğrudur. Elliot ve ark.(1946) bu aşağı tın değişimini bulamamıştır. $F_t > F_s$ olduğunda, yukarı doğru tın değişimi şaşırtıcı değildir. ^{46,48}

Adaptasyon: Orta ve yüksek şiddetteki stimulusun kulağın duyarlılığında meydana getirdiği değişiklik, çoğunlukla "Perstimulatory Fatigue" veya "Adaptasyon" olarak tariflenmiştir. İşitsel adaptasyon, bir akustik stimulus sonucu işitme sisteminin fonksiyonel durumunda meydana gelen herhangi bir değişikliği gösterir.

İşitsel Adaptasyon Ölçüm Teknikleri:

1. Eşzamanlı Dikotik dengeli ses metodu: Simultaneously dichotic loudness balance (SDLB)
2. Asimptotik lokalizasyon ve moving phantom tekniği: Bu metodlar maksimum adaptasyon noktasını tayin etmede kullanılan metodlardır.
3. Şiddet ve faz lokalizasyon metodları: Bu metodlar adaptasyondan sonra iyileşmenin ölçümü için daha uygundur.

İlk bir veya 2 dakika içinde meydana gelen en büyük adaptasyon hızı, adaptasyon stimulusunun başlangıcından 3-7 dakika sonra negatif akselerasyon olarak görülür. Adaptasyondan sonra iyileşmenin çoğu bir dakika içinde meydana gelir ve 2 dakika içinde tamamlanır. Bundan başka adaptasyon şiddetle lineer ilişkili frekansla ise ilişkili değildir veya çok az ilişkisi vardır.^{46,48,51}

İyileşme: SDLB tekniğini kullanan araştırmacılar, iyileşmenin çok hızlı olduğu konusunda karar birliğine varmışlardır. Egan; ilk bir dakikadaki iyileşmenin aşağı yukarı % 70 olduğunu rapor etmiştir. Thwing; % 80 ve Wright % 75 olduğunu belirtmiştir.

Bekesy(1960) 0.2sn. süreli stimilusla bu metodu kullanarak ilk 5 sn.de % 80 iyileşme meydana geldiğini bulmuştur. Tam iyileşme 10 sn.de meydana gelmiştir. Adaptasyonun başlangıç seviyesi düşük(10 dB) olduğundan, bu bulguları genelleştirmek mümkün değildir.

Adaptasyonun en yaygın olarak kullanılan indeksi, adaptasyon zamanının, stimulusun şiddeti artarken artmasıdır. Orta şiddetli stimulus için adaptasyon zamanı 0.3 - 0.5 dakika arasında değişir. Bu indeks Tone Decay testinin temelini oluşturur.

PTS (Kalıcı eşik değişikliği): Gürültünün uzun süre devam etmesi kişilerin koklealarında kalıcı olan histopatolojik değişikliklerle birlikte kalıcı eşik değişimi yaratır. Başlangıçta 4kHz veya 6 kHz de olan kalıcı eşik değişikliği vardır. Gürültünün etkisi uzadıkça eşiklerdeki kalıcı değişiklik aşağı ve yukarı frekanslara doğru yayılır. Eşik değişikliği 2 kHz i içine aldıktan sonra, işitme kaybı kişide belirgin bir şikayet olarak ortaya çıkar. İşit

me kaybı **sensorinöral** tiptedir. Kişide konuşmayı alma eşiği, saf ses işitme eşiği avarajı ile uyuşma gösterir. Konuşmayı ayırd etme yeteneği ise kaybın konuşma frekanslarını tuttuğu oranda etkilenir.^{11,26}

Presbiakuzi: Yaş arttıkça işitmenin normal kaybı olarak değerlendirilir. Bireyler yaşlandıkça, gürültüye maruz kalmaksızın yüksek frekanslarda işitme kaybı gelişir. Ortalama işitme kaybı, frekansın artması ile presbiakuzinin artması şeklindedir ve çentik görülmez. Birçok kişi günlük yaşamını gürültülü yerlerde geçirir, sonunda doğal olarak işitme kaybının geliştiği yaşa gelir (Tablo 5).⁴²

Presbiakuzinin Afrika'da görülmediği göz önüne alınırsa, presbiakuzinin de gürültü ile ilişkili olduğu düşünülür.³⁶ Corsol (1963) de yaptığı çalışmada her yaştan grupta 4 kHz de çentik olduğunu, ancak yaşla giderek artma olduğunu buldu.⁴⁴ Konuya yaklaşıırken yaşa ve gürültüye bağlı işitme kaybının tam olarak birbirinden soyutlayamayacağımız bilinmelidir. Ancak birbirlerinin üzerine ilave olmaktadır.

Otosklerozda bilindiği gibi presbiakuzi gürültü tarafından kulakta oluşacak harabiyeti önleyemez.^{25,36,42}

Schuknecht(1955) göre presbiakuzi; organizmanın diğer organlarında görülen yaşlanmanın benzeridir.⁴⁴

Glorig ve Davis(1961) iletim tipi presbiakuziden bahsetmekle birlikte, fazla destek görmemişlerdir.³⁶

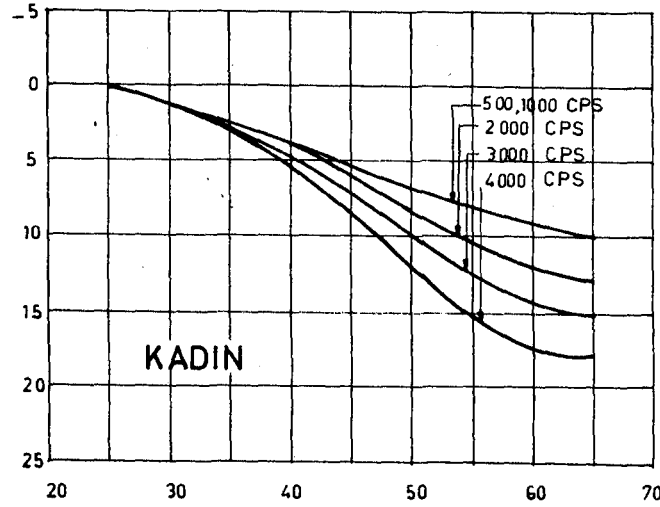
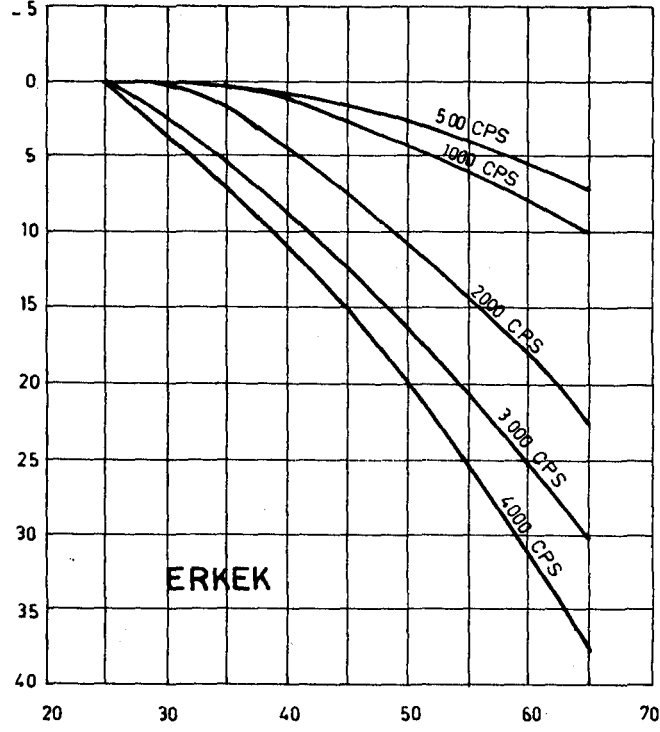
Hansen(1965), Schuknecht(1955)e göre presbiakuziyi iki **fizyopatolojik** olay halinde incelemek gerekir.⁴⁴

a. Epiteliyal atrofi

b. Nöral atrofi

Epiteliyal atrofi tonal odyometrede yüksek frekanslarda artan işitme kaybı ile, nöral atrofi ise başlangıçta fazla etki yapmamakla birlikte, kelimeleri ayırd etme yeteneğindeki azalma ile karakterizedir. Eğer hadise duyu organına lokalize olmuşsa, **rekruitment** fenomeni(+) olabilir. Eğer nöral atrofi ön planda ise

rekrutment (-) olabilir. 17,42,50,53



Tablo 6- Erkek ve kadın için presbiakuzi eğrileri.

G E R E Ç v e Y Ö N T E M

Çalışma grubu 1983 yılında Eskişehir Lokomotif Motor Sana-yii (ELMS) Fabrikasında, lokomotif deneme merkezinde ve sofabj-e-lektrik ünitelerinde çalışan 39 teknik personelden oluşmaktadır. Aynı fabrikada gürültüye maruz kalmadan çalışan 10 işçi ise kont rol grubunu oluşturmaktadır.

Yöntem:

1. Araştırmaya katılan olgular: Sofabj-elektrik ve loko-deneme ünitelerinde çalışan motor ve elektrik teknisyenleri içinde gönüllü olanlar çalışmaya dahil edildi.
2. Gürültüye maruz kalan gruptaki olgular, gürültü öncesi Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi K.B.B. Polikliniğinde şu sıra ile değerlendirildiler:

a. Anamnez:

- Kaç yıldan beri gürültülü iş yerinde çalıştığı
- Kendisi tarafından tesbit edilen işitme kaybı
- Çınlama, uğultu, baş dönmesi, boşluk hissi olup olmadığı
- Kulaklarında tıkanıklık, dolgunluk hissi, burundan nefes alma-da güçlük olup olmadığı
- KBB yönünden mevcut şikayeti
- Kafa travması
- Operasyon geçirip geçirmediği
- Ototoksik ilaçlar kullanıp, kullanmadığı
- Virutik ve bakteriyel hastalıklara maruz kalması
- Sistemik hastalıklar geçirip, geçirmediği

3. ELMS fabrikasının gürültü yönünden en yüksek seviyelere ulaştığı tespit edilen sofabj-elektrik ve loko-deneme ünitelerinde, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi K.B.B. Anabilim Dalı'na ait Bruel and Kjaer sound level meter tip 2203, octave filter set tip 1613 ve Level Recorder tip 2306-1/3 oktav ile gürültü ölçümü ve kayıtları yapıldı.

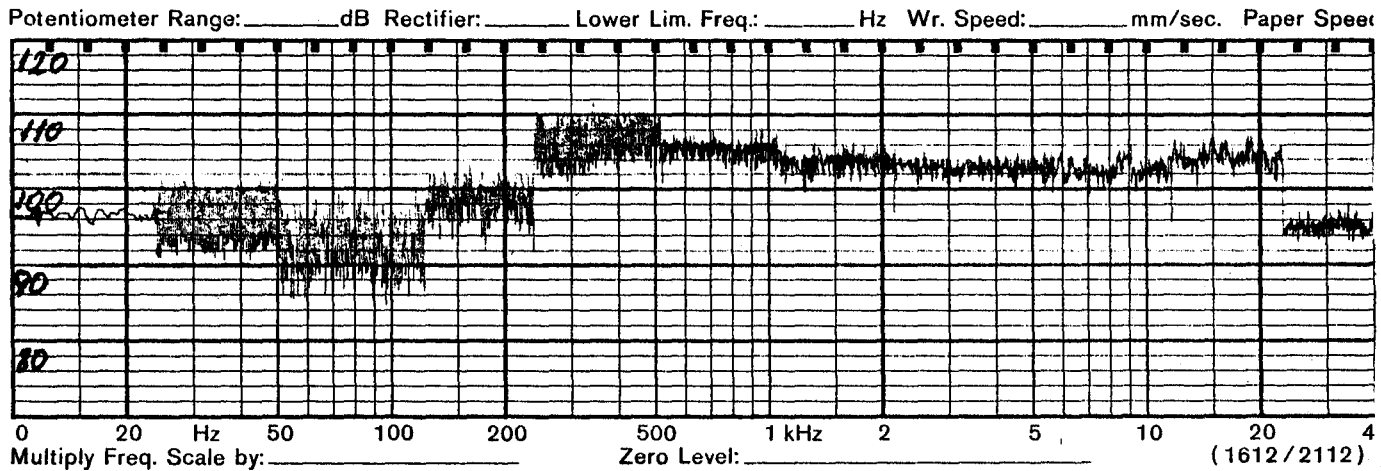
- a. Gürültü ölçümü ve kaydı ISO standartlarına göre yapıldı.
- b. Yaptığımız çalışmada dB A olarak gürültü yoğunluğunu belirlediğimiz gibi, oktav band analizi yaparak gürültünün tepe noktasını oluşturan frekansları da belirledik.
- c. Çalışmamızda gürültünün eşdeğer ses seviyesini hesaplar-ken, 3 dB kuralını uygulamayı tercih ettik.¹⁸

B U L G U L A R

Araştırma yaptığımız Eskişehir Lokomotif Makina Sanayii fabrikasının loko-deneme ve elektrik-sofaj ünitelerinde mevcut gürültüyü sound level meter ile 40 phon eşdeğer ses seviyesini takip eden A ağırlıklı ses seviyesine göre yaptığımız ölçümlerde sırasıyla 110 dB- 108 dB A olarak tespit ettik.

Çalışmamızda ünitelerde ölçülen gürültünün sabit (Steady state) karakterde olduğunu ve zaman içinde kısa sayılmayacak bir süreyi içerdiğini saptadık.

Gürültünün ölçümü sırasında, gürültünün frekans analizlerini yaparak kaydedici ile tespit ettik (Tablo 6).



Gürültü seviyesi dB	Frekans (kHz)										
	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	40
	98	100	98	102	110	108	106	105	100	108	98

Tablo 6- Gürültü seviyesinin frekans analizleri.

ELMS uabrikasının gürültü seviyelerini tespit ettiğimiz sofaj-elektrik ünitesinde 1983 yılı 6 aylık gürültülü ortamda çalışma yapılma süresi 194.5 saat olduğu ünitenin resmi kayıtlarından öğrenildi. Buna göre;

$$6 \text{ ay} = 26 \text{ hafta}$$

$$194.5 : 26 = 7.48 \text{ saat/hafta}$$

Sofaj-elektrik ünitesinde ortalama olarak haftada 7.48 saat gürültülü ortamda çalışma yapılmaktadır. Loko-deneme merkez ünitesinde gürültülü ortamda çalışma süresi ise bir yılda 250 saat olarak bildirildi. Buna göre; Bir yıl 52 hafta olduğuna göre:

$$250 : 52 = 4.80 \text{ saat/hafta}$$

Bir haftada gürültüye maruz kalınan süre loko-deneme merkez ünitesi için ortalama 4.80 saattir.

ISO standartlarına göre belirlenmiş olan 3 dB kuralını ön gören parsiyel gürültüye maruz kalma indeksine elimizdeki verileri uyguladığımız zaman aşağıdaki sonuçlar çıkmaktadır:¹⁸

Sofaj- Elektrik Ünitesi İçin:

Haftalık gürültüye maruz kalınan süre 7.48 saat olmasına rağmen, 7-8 saat arasında indeks değeri olmadığı için 7 saat karşılığı 1750 olarak tespit edildi. Haftalık 110 dB A gürültüye maruz kalma süresini 7,48 saat olarak kabul ettiğimize göre, ortalama haftalık çalışma süresi 40 saat olan teknik personelin geriye kalan 32.52 saat süresince maruz kaldıkları gürültü seviyesi 80 dB A dan düşük olduğu için 0 kabul edilerek hesaplandı.¹⁸

ISO standartlarına göre belirlenmiş bileşik gürültüye maruz kalma indeksi ile eşdeğer sürekli ses seviyesi arasındaki ilişkiyi gösteren standartlarda, sofaj-elektrik ünitesi için elimizdeki indeks değeri yerine koyduğumuzda 1600-2000 değerleri arasında kalmaktadır. Sonuç olarak eşdeğer sürekli ses seviyesi 102-103 dB A arasındadır. Bu sonucun ifade ettiği değer sofaj-elektrik ünitesinde zaman zaman maruz kalınan 110 dB A lık gürültü, günlük

çalışma saati olan 8 saat boyunca 102 dB A dan fazla maruz kalınan gürültüye eşdeğerdir.¹⁸

Lokomotif Deneme Merkez Ünitesi İçin:

Ünitenin gürültüsü tespit edilen saatler dışında 80 dB A nın altında olduğu için yine 0 kabul edilerek bileşik gürültü indeksine dahil edilmemiştir.

Loko-deneme merkezi ünitesinde gürültüye maruz kalma süresi 4.80 saat 3 dB kuralına göre hesaplanmış indeks değeri için 1000-1250 arasında bulunur. İndeks değer, eşdeğer sürekli ses seviyesini 100-101 dB A olarak göstermektedir. Dolayısıyla loko-deneme merkezinde çalışanlar günlük 8 saat boyunca 100 dB A dan fazla gürültüye maruz kalacak eşdeğer bir ortamda çalışmaktadırlar.

Araştırma ve Kontrol Gruplarının Değerlendirilmesi:

ELMS fabrikasının loko-deneme ve elektrik-sofaj ünitelerinde gürültülü ortamda çalışan 39 teknik personel araştırma grubunu ve aynı fabrikada boyahane ünitesinde çalışan, gürültüye maruz kalmayan 10 işçi kontrol grubunu oluşturmaktadır.

Araştırma grubunu oluşturan olguların yaş, çalışma sürelerine göre sınıflandırılması Tablo 7 de gösterilmiştir.

Y A Ş	ÇALIŞMA SÜRESİ						T.
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25den fazla	
25-29	1	3					4
30-34	3	10	2				15
35-39		2	4	2			8
40-44	1		2	1			4
45 den yukarı	1		4	2	1		8
Toplam:	6	15	12	5	1		39

Tablo 7- 39 olgunun yaş ve çalışma süresinin ilişkisi.
 $r = 0,4673$ $t = 3,45$ $SD = 37$ $p < 0.01$ ** 15,35

Olguların KBB yönünden dikkatle araştırması yapılarak mevcut hastalıkları, öz geçmiş ve soy geçmiş sorgularındaki özellikler değerlendirildiğinde;

- 3 olguda kulak akıntısı
- 2 olguda baş dönmesi
- 3 olguda tedavi edilmiş kulak ve kafa kemikleri dışında fraktür
- 8 olguda gastro-duodonal ülser
- 9 olguda geçirilmiş kulak ve kafa dışı organlarda operasyon
- 1 olguda baş ağrısı
- 4 olguda böbrek taşı
- 2 olguda sarılık
- 3 olguda bronşitis
- 1 olguda konuşma güçlüğü (kekemelik)
- 7 olguda burun tıkanıklığı
- 1 olguda burun kanaması
- 2 olguda ruh hastalığı
- 1 olguda allerji
- 2 olguda geçirilmiş travma
- 1 olguda hipotansiyon

Araştırma grubumuzun % 64,10 u sigara kullanmakta, ayrıca % 25.64 ü alkol kullanmaktadır.

39 olgumuzun yapılan KBB muayenesi sonucunda tanı konulan K.B.B. ile ilgili hastalıklar Tablo 8 de gösterilmiştir.

Hastalık	Olgu sayısı	
	No.	%
Septum n. deviasyonu	16	41,02
Kronik larenjit	14	35,89
Kronik farenjit	26	66,66
Tuba disfonksiyonu	8	20,51
Sinüzit	11	28,20
Vokal polip	2	5,12
Kronik supp.otitis media	4	10,25
Septum perforasyonu	1	2,56
Kronik tonsillit	8	20,51

Tablo 8- 39 kişide mevcut hastalıkların dağılımı.

Otolojik şikayet	Araştırma grubu		Kontrol grubu	
	No.	%	No.	%
Çınlama-uğultu	26	66.66	—	—
Tariflenen işitme kaybı	12	30.76	2	20

Tablo 9 - Araştırma ve kontrol grubunu oluşturan olguların otolojik şikayetlerinin dağılımı.

39 kişilik araştırma grubunun 26'sında (% 66.66) uğultu ve çınlama, 12'sinde (% 30.76) işitme kaybı tariflenmektedir. Kontrol grubunda ise sadece 2 olgu (% 20) işitme kaybı tariflenmektedir.

Gürültülü iş yerinde çalışan 39 kişilik araştırma grubumuz ve gürültüye maruz kalmayan 10 kişilik kontrol grubumuzun saf ses işitme eşik seviyeleri değerlendirilirken, yaş ögesi de göz önüne alınarak 0-26 dB arası normal kabul edildi.

İŞİTME	39 kişilik araştırma grubu		10 kişilik araştırma grubu		Toplam	
	No.	%	No.	%	No.	%
Normal	17	43.58	7	70	24	48.97
26 dB den fazla	22	56.41	3	30	25	51.02
Toplam	39	100.00	10	100	49	100.-

Tablo 10- Araştırma ve kontrol grubunda saf ses işitme eşiklerine göre dağılımı.

Araştırma ve kontrol grubunda işitme kayıplarının tiplerine göre dağılımını Tablo 11 de gösterdik.

İşitme kaybı	39 kişilik olgu grubu		10 kişilik kontrol grubu		Toplam	
	No.	%	No.	%	No.	%
İletim tipi	2	5.12	1	10	3	6.12
Mikst tip	2	5.12	—	—	2	4.08
Sensorinöral tip	18	46.15	2	20	20	40.00

Tablo 11- Araştırma ve kontrol gruplarında işitme kaybının tiplere göre dağılımı.

Gürültülü ortamda çalışan işitme eşik seviyesi 26 dB altında olup, normal olarak kabul edilen olguların çalışma süresi ve yaş arasındaki ilişki Tablo 12'de gösterilmiştir.

Y A Ş	ÇALIŞMA SÜRESİ						T.
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25 den fazla	
25-29	1	3	-	-	-	-	4
30-34	2	3	1	-	-	-	6
35-39	-	1	2	1	-	-	4
40-44	1	-	1	-	-	-	2
45 den yukarı	-	-	1	-	-	-	1
TOPLAM :	4	7	5	1	-	-	17

Tablo 12- İşitme kaybı saptanmayan 17 kişide çalışma süresi ve yaş ilişkisi.
 $r = 0.677$ $t = 3,56$ $SD = 15$ $p < 0.01$ ** 15,35

39 kişilik gürültülü ortamda çalışan araştırma grubumuzdan 18 kişide (% 46.15) sensorinöral, 2 olguda (% 5.12) iletim tipi, 2 olguda ise mikst tip (% 5,12) işitme kaybı tespit edildi. Kontrol grubunda 2 olguda sensorinöral işitme kaybı belirlendi.

Endüstriyel gürültüye maruz kalanlarda sensorinöral tip işitme kaybı oluşması nedeniyle, 39 kişilik gürültüye maruz personelin % 46,15 inde görülen sensorinöral işitme kaybının yaş ve çalışma süresine göre ilişkisini Tablo 13 ve 14 de değerlendirdik.

YAŞ GRUBU	Sensorinöral işitme kaybı ortalaması (Hz)					
	500	1000	2000	4000	8000	Toplam
30-34			1	7		8
35-39				3		3
40-44				2		2
45-49				3	1	4
50 den yukarı					1	1
T o p l a m			1	15	2	18

Tablo 13- Sensorinöral işitme kayıplarının yaşla olan ilişkisi.

Çalışma Süresi (yıl)	Sensorinöral işitme kaybı ortalaması (Hz)					
	500	1000	2000	4000	8000	Toplam
1-5			1	2		3
6-10				5		5
11-15				6	1	7
16-20				2		2
21 den yukarı					1	1
T o p l a m :			1	15	2	18

Tablo 14- Sensorinöral işitme kayıplarının çalışma süresi ile olan ilişkileri.

x= Çalışma süresi y= Yaş Z= Sensorinöral işitme kaybı olan frekanslar

$$\sqrt{xy} = 0.6255 \quad \sqrt{xZ} = 0,18279 \quad \sqrt{yz} = 0.333 \quad 15,35$$

Tabloda görüldüğü gibi sensorinöral işitme kaybı olan 18 kişide çalışma süresi yaş ile birlikte artma göstermektedir. İşitme kaybının birden fazla frekans bandlarına yayılımı, yaş ilerledikçe artmaktadır. Yaş standardize edildiğinde, gürültülü ortamda çalışma süresi arttıkça 4000 Hz frekansta sensorinöral işitme kaybı daha fazla olguda görülmektedir. Sensorinöral işitme kaybı görülen 18 olgudan gürültülü iş yerinde çalışan 13 olgu (% 77,22) 4000 Hz frekansında çentik göstermektedir. Kalan 5 olguda (% 27,78) ise özellikle yüksek frekansları tutan sensorinöral işitme kaybı gözlenmektedir. Yüksek frekansları yaygın olarak tutan sensorinöral işitme kayıplı 5 olgudan 2 sinde (% 5,12) işitme kaybı 500-8000 Hz frekanslarını tutmaktadır. Bu iki olguda konuşmayı ayırd etme özelliği % 60-65 arasındadır. Araştırma grubumuzun diğer olgularında ise konuşmayı ayırd etme skorunda kayda değer bir düşüş tespit edilemedi.

Gürültüye maruz kalan araştırma grubumuzun, 4000 Hz frekansında çentik görülen 13 olguda konuşmayı ayırd etme skoru ile birlikte, konuşmayı alma seviyeleri de normal seviyelerdeydi.

39 kişilik araştırma grubumuzdan örnekleme metodu ile geçici eşik kaymasını tespit etmek üzere seçilen 12 kişide yaş ve çalışma süresi arasındaki ilişki Tablo 15 de gösterildi.

YAŞ GRUBU	ÇALIŞMA SÜRESİ (yıl)						Toplam
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-29	25 den fazla	
25-29		1					1
30-34		3	1				4
35-39		1	2	1			4
40-44	1						1
45 den yukarı			2				2
T o p l a m :	1	5	5	1			12

Tablo 15- (TTS) Geçici eşik kayması değerlendirilen 12 kişide yaş ve çalışma süresi arasındaki ilişki.
 $r= 0.44$ $t= 1.55$ $SD= 10$ $p>0.05^{n.s.}$

Araştırma grubumuzu oluşturan olguların 12 sinde çalışma süresi ve yaş arasında önemli bir ilişki olmadığı belirlendi.

Kontrol grubunu oluşturan 10 olguda da yaş ve çalışma süresi arasında önemli bir ilişki olmadığı Tablo 16 da gösterilmiştir.

YAŞ GRUBU	ÇALIŞMA SÜRESİ (YIL)						T.
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-29	25den faz.	
25-29							
30-34		2					2
35-39				1	1		2
40-44			1	2	1	1	5
45 den yukarı				1			1
T o p l a m :		2	1	4	2	1	10

Tablo 16- Kontrol grubunun yaş ve çalışma süreleri arasındaki ilişki.
 $r= 0.47$ $t= 1.5$ $SD= 8$ $p>0.05^{n.s.}$

12 kişilik TTS araştırdığımız grupta gürültüye maruz kalmadan önce tespit edilen saf ses işitme eşik seviyeleri, aynı araştırma grubunu 1.5 saat, 110 dB A da sabit karakterdeki gürültüye

maruz bıraktıktan 15 dakika sonrasında yeniden belirlendi. 500-8000Hz arasında gürültü öncesi ve sonrası belirlenin işitme eşik seviyeleri ve meydana gelen geçici eşik kayması Tablo 17 de gösterildi.

10 kişilik kontrol grubumuzda tespit edilen saf ses işitme eşikleri, araştırma grubu ile eşit şartlarda 1.5 saatlik gürültüye maruz bırakıldıktan 15 dakika sonrasında tekrar tespit edilerek, olguların işitme eşikleri aralarındaki farkları (TTS) geçici eşik kayması olarak Tablo 18 de gösterildi.

Araştırma grubu saf ses eşğinde sağ kulakta oluşan geçici eşik kaymasının çeşitli frekanslardaki farklarının analizi aşağıda gösterilmiştir:

<u>DK</u>	<u>SD</u>	<u>KT</u>	<u>KO</u>	<u>F</u>	<u>P</u>
I. Genel	59	15523.3	--	--	--
II. Olgular arası	11	12563.3	1142.12	18.91	p < 0.001 ^{***}
III. Frekanslar arası	4	302.47	75.62	1.25	p > 0.05 ^{n.s.}
IV. Hata	44	2657.53	60.40	--	--

- Olgular arasında gürültü öncesi ve sonrasında işitme eşikleri arasında önemli fark vardır.
- Frekanslar arasında önemli fark yoktur.

Araştırma grubu saf ses eşğinde sol kulakta oluşan geçici eşik kaymasının çeşitli frekanslardaki farklarının analizi aşağıda gösterilmiştir:

<u>DK</u>	<u>SD</u>	<u>KT</u>	<u>KO</u>	<u>F</u>	<u>P</u>
I. Genel	59	16408.3	--	--	--
II. Olgular arası	11	13583.3	1234.84	21.63	p < 0.001 ^{***}
III. Frekanslar arası	4	312.5	78.12	1.4	p > 0.05 ^{n.s.}
IV. Hata	44	2512.5	57.1	--	--

- Hastalar arasında önemli bir fark vardır.
- Frekanslar arasında önemli bir fark bulunmamaktadır.

Olgu Sayısı	Gürültüye maruz kalmadan önceki işitme eşiği										1.5 saat gürültüye maruz kaldıktan sonraki işitme eşiği										Geçici eşik kayması										
	500		1000		2000		4000		8000		500		1000		2000		4000		8000		500		1000		2000		4000		8000		
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	
1	15	10	5	10	5	15	20	25	15	10	60	50	70	75	70	70	85	80	90	75	45	40	65	65	65	65	65	65	55	75	65
2	10	0	10	0	15	5	25	25	10	5	50	15	75	15	70	15	80	35	75	30	15	10	15	15	10	5	10	10	25	10	
3	0	5	0	5	5	10	25	25	5	20	30	30	35	30	25	20	50	50	45	40	25	20	25	30	25	25	25	20	35	10	
4	30	20	25	5	0	5	20	35	30	5	40	30	45	40	40	30	50	45	40	30	10	10	20	35	40	25	30	10	10	25	
5	15	15	15	20	10	10	25	25	20	20	30	40	35	50	35	40	45	50	50	50	15	35	20	30	25	30	20	25	30	30	
6	10	15	5	10	5	10	5	10	15	45	40	40	45	30	30	30	55	50	45	40	30	25	40	20	25	20	30	25	30	25	
7	10	65	15	65	15	60	35	70	15	90	35	70	30	65	40	70	60	75	55	90	25	5	25	5	15	5	25	5	40	0	
8	15	15	10	10	10	10	30	30	25	25	40	35	10	40	10	30	30	45	30	35	25	20	35	30	25	20	10	15	5	10	
9	15	15	5	5	15	5	20	20	15	10	65	55	65	55	65	50	75	70	70	55	50	40	60	50	50	55	55	50	45	45	
10	15	25	15	25	15	30	30	35	15	25	25	25	30	35	40	45	35	35	30	40	10	0	20	10	15	5	10	10	15	15	
11	15	30	25	40	15	30	20	40	20	40	20	30	30	35	10	30	35	45	25	65	15	10	15	5	15	20	20	10	20	40	
12	5	5	5	5	5	5	10	10	20	20	20	10	25	20	20	20	40	50	35	40	15	15	20	15	15	15	30	40	15	20	

Tablo 17- 12 kişilik araştırma grubunda gürültü öncesi ve sonrası işitme eşikleri arasındaki farklar (TTS) geçici eşik kayması olarak gösterildi.

Olgu Sayısı	Gürültüye maruz kalmadan önceki işitme eşiği										1.5 saat gürültüye maruz kaldıktan sonraki işitme eşiği										Geçici eşik kayması									
	500		1000		2000		4000		8000		500		1000		2000		4000		8000		500		1000		2000		4000		8000	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	5	10	10	10	0	10	10	10	5	10	20	20	35	20	20	20	55	65	40	40	15	10	35	10	20	10	45	55	35	30
2	15	0	15	5	5	0	10	20	15	5	30	30	35	35	30	30	65	55	45	45	15	30	20	30	25	30	55	35	30	40
3	10	10	15	15	15	20	15	35	15	25	40	30	45	30	30	30	45	35	50	60	30	20	30	15	15	10	30	0	35	35
4	20	25	25	30	35	35	30	50	35	25	50	45	50	45	45	40	60	60	60	50	30	20	25	15	10	15	30	10	25	25
5	20	20	20	25	35	30	45	30	50	50	40	25	40	30	35	35	60	50	55	50	20	5	20	5	0	5	15	20	5	0
6	20	20	20	25	20	20	15	30	10	20	40	45	45	50	30	35	50	40	35	45	20	25	25	25	10	15	35	10	25	25
7	20	10	15	10	10	5	10	45	15	30	35	35	35	40	15	30	45	65	25	60	15	25	20	30	5	25	35	20	10	30
8	10	10	10	10	10	5	5	5	15	5	40	30	45	25	35	20	55	65	60	30	30	20	35	15	25	15	50	60	45	25
9	20	20	20	20	20	15	25	25	10	10	50	25	50	40	35	40	65	65	50	40	30	5	30	20	15	25	40	40	40	30
10	10	10	15	10	15	20	10	20	45	25	40	40	40	45	45	25	70	25	70	45	30	30	25	30	30	5	60	5	25	20

Tablo 18- 10 kişilik kontrol grubunda gürültü öncesi ve sonrası işitme eşikleri ve aralarındaki farklar (TTS) geçici eşik kayması olarak gösterildi.

Kontrol grubu saf ses eşliğinde sağ kulakta oluşan geçici eşik kaymasının çeşitli frekanslardaki farklarının analizi aşağıda gösterilmiştir:

<u>DK</u>	<u>SD</u>	<u>KT</u>	<u>KO</u>	<u>F</u>	<u>p</u>
I. Genel	49	7540.5	-----	-----	-----
2. Olgular arası	9	2580.5	286.72	5.3	$p < 0.001$ ***
3. Frekanslar arası	4	3008.0	752.00	13.9	$p < 0.001$ ***
4. Hata	36	1952.0	54.22	-----	-----

- Olgular arasında geçici eşik kayması **önemli** düzeyde farklıdır.
- Frekanslar arasında **önemli** düzeyde farklılık vardır.

Kontrol grubu saf ses eşliğinde sol kulakta oluşan geçici eşik kaymasının çeşitli frekanslardaki farklarının analizi aşağıda gösterilmiştir:

<u>DK</u>	<u>SD</u>	<u>KT</u>	<u>KO</u>	<u>F</u>	<u>p</u>
1. Genel	49	8234.5	---	---	---
2. Olgular arası	9	2424.5	269.4	1.99	$p > 0.05$ ^{n.s.}
3. Frekanslar arası	4	937.0	234.25	1.73	$p > 0.05$ ^{n.s.}
4. Hata	36	4873.0	135.6	---	---

- Olgular arasında saf ses geçici eşik kayması **önemli** düzeyde farklı değildir.
- Frekanslar arasında **önemli** bir fark bulunmamaktadır.

12 kişilik araştırma grubunda ve 10 kişilik kontrol grubunda kontrilateral 500, 1000, 2000, 4000 ve ipsilateral 500, 1000, 2000 Hz frekanslarında stapes refleksi eşikleri gürültü öncesi ve gürültüden 15 dakika sonra tespit edilerek stapes refleksinde yorgunluk belirlendi. Araştırma grubumuzu oluşturan olgulardan birinde bilateral ileri derecede negatif orta kulak basıncı tespit edildiği ve refleks alınamadığı için bu çalışma dışında bırakılarak araştırma grubu 11 kişi olarak değerlendirildi. Kontrol grubumuzda da bir olguda tek taraflı mekanik akustik etki görüldü.

Olgu Sayısı	STAPES REFLEKSİNDE YORGUNLUK			
	Araştırma Grubu		Kontrol Grubu	
	Sağ kulak	Sol kulak	Sağ kulak	Sol kulak
1	5	0	←	0
2	0	5	15	15
3	5	0	20	5
4	0	0	0	5
5	0	10	10	10
6	5	10	10	0
7	0	0	5	5
8	0	0	10	0
9	0	15	15	0
10	15	10	10	10
11	10	5	--	--
12	--	--	--	--

Tablo 19- 500 Hz frekansta kontrol ve araştırma gruplarında stapes refleks yorgunluğunun karşılaştırılması.

Stapes reflekslerinde yorgunluk tespit ettiğimiz kontrol ve araştırma gruplarında, gürültü seviyesinin en yüksek değerlere ulaştığı 500 Hz ve gürültü etkisinin olgular üzerinde en fazla görüldüğü 4000 Hz frekanslarında, stapes refleksinin gruplar arasındaki yorgunluk farkları karşılaştırıldı (Tablo 19-20).

Kontrol ve araştırma gruplarında statik komplians değerlerinin ve orta kulak basınçlarının (1 olgu daha önce belirttiğimiz gibi hariç olmak üzere) normal sınırlar içinde olduğu belirlendi.

OLGU SAYISI	STAPES REFLEKSİNDE YORGUNLUK			
	Araştırma grubu		Kontrol grubu	
	Sağ kulak	Sol kulak	Sağ kulak	Sol kulak
1	10	15	—	5
2	0	10	5	10
3	20	10	35	10
4	5	5	5	0
5	10	15	30	30
6	10	10	10	0
7	10	10	15	10
8	10	5	10	5
9	10	0	5	10
10	15	0	20	15
11	5	10	—	—
12	—	—	—	—

Tablo 20- 4000 Hz frekansta kontrol ve araştırma gruplarında stapes refleks yorgunluğunun karşılaştırılması.

T A R T I Ő M A

Araştırma yaptığımız Eskişehir Lokomotif Motor Sanayii fabrikasında ortalama gürültüyü loko-deneme ünitesinde 110 dB A ve sofabj-elektrik ünitesinde 108 dB A olarak bulduk. Her iki ünite de gürültünün iş saati boyunca devam etmediği ve sofabj-elektrik ünitesinde haftada ortalama 7.48 saatlik gürültülü ortamda çalışma yapıldığını, loko-deneme ünitesinde ise haftada ortalama 4.80 saat gürültülü ortamda çalışma yapıldığını saptadık.

Bu gürültüde çalışan işçilerin kulağı total enerji teorisine göre, 8 saatlik iş günü süresince sabit karakterde ve devamlı 102-103 dB A lık gürültüye maruz kalan işçinin kulağı ile eşdeğer gürültüye maruz kalmış demektir.^{11,12,27}

80 dB den fazla sürekli gürültülü ortamda 8 saat boyunca çalışan şahısların kulağında koklea saçlı hücrelerinde zarar meydana geldiği, kutiküler tabakada yumuşama ve erime olduğu, endoplazmik retikulumda artma olduğu ve bazı fizikokimyasal, metabolik değişikliklerin olduğu, saçlı hücrelerin membranında rüptür olduğu bilinmektedir.^{30,38,39} Bu dejeneratif değişiklikler reversibl olmakla birlikte, gürültüye maruz kalma süresi ile orantılıdır. Dolayısıyla gürültüye maruz kalma süresi uzadıkça irreversibl patolojik olayların ortaya çıktığını bilmekteyiz.^{3,9,11,16,19,25,28,29}

Gürültüye maruz kalma süresinin yanı sıra, yaşında işitme kaybının oluşmasında önemli faktör olduğu bildiğimiz bir konudur.^{1,8,10,12,13,35,38}

Yaş ilerledikçe iç kulakta meydana gelen, presbiakuziye bağlı senil dejeneratif değişikliklere gürültünün zararlı etkisi de eklendiği zaman meydana gelecek işitme kaybının daha fazla olacağı şüphesizdir.^{36,42,43,53}

Bazı yazarlar presbiakuzinin gürültüye bağlı işitme kaybından ayrılamayacağını, nisbeten sessiz ortamda Örneğin; Afrika'nın köylerinde yaşayan köylülerde presbiakuzinin görülmediğini ileri sürmektedirler.^{36,42,43}

Biz bu görüşe tamamen katılmamakla birlikte, kronik gürültünün presbiakuziyi erkenleştirdiği ve arttırdığı kanısındayız. Yalnız presbiakuzinin oluşmasında uzun süre gürültülü ortamda çalışmanın yanı sıra, senil dejeneratif nöral ve epiteliyal atrofi ile birlikte vasküler değişikliklerinde presbiakuzinin oluşmasında önemli faktörler olduğu görüşündeyiz. Bu görüşü paylaşan birçok yazar mevcuttur.^{9,13,17,43}

39 olguda yaptığımız odyometrik araştırmada; 18 olguda belirgin sensorinöral işitme kaybının mevcut olduğunu saptadık. 26 dB den az işitme kayıplarını yaş ve diğer faktörleri göz önüne alarak pratik yönden normal kabul ettik. Bununla birlikte normal kabul ettiğimiz olguların arasında da başlangıç devresinde olup, daha uzun süre gürültülü ortamda çalışma ile sensorinöral işitme kaybı meydana geleceği kanısındayız.

Yaş ve çalışma süresi ile işitme kaybının düzeyini karşılaştırdığımızda yaş ve çalışma süresi arttıkça işitme kaybının da sırasıyla en fazla 4000-8000-2000-1000 Hz frekanslarında olmak üzere arttığını tespit ettik (Tablo 13-14). Bu elde ettiğimiz bulgular daha önce açıkladığımız fikirlerimizi desteklemektedir.

Tablo 7'de de görüldüğü gibi erken yaşta gürültülü iş yerine giren işçilerde yaş arttıkça, çalışma süresi de artmakta böylece iki önemli faktör birden etkili olmaktadır.

Olguların anamnezi alındığında sensorinöral işitme kaybına sebep olabilecek herhangi bir patolojik bulgu tespit edileme-

di. Böylece meydana gelen sensorinöral işitme kaybının gürültü ve yaş faktörü ile oluştuğunu söyleyebiliriz.

Hastaların otolojik şikayetleri araştırıldığında, tinnitus % 66,6 oranında, işitme kaybı % 30,76 oranında saptanmıştır. Akustik travmaya bağlı sensorinöral işitme kayıplarının en önemli komponentinin çınlama ve işitme kaybı olduğu klasik bilgiler arasında yer almaktadır. 10,13,14,17,20,38

Araştırma grubumuzu oluşturan olguların 17 sinde önemli bir işitme kaybının olmadığı ve bu olguların normal kabul edildiği, 22 olguda ise 26 dB den fazla işitme kaybı olduğu Tablo 10 da görülmektedir. İşitme kaybı olan 22 olgudan 18 inde sensorinöral işitme kaybı tespit edilmiştir. Sensorinöral işitme kaybı saptanan 18 olgu ile, işitme kaybı olmayan 17 olgunun yaş ve çalışma süresini karşılaştırdığımızda önemli bir farkın olmadığını gözledik ($T= 1.482$ $SD= 33$ $p > 0.05^{n.s.}$). 15,35 Kontrol grubunun % 20 sinde de sensorinöral işitme kaybı mevcuttur. Bu sonuçlar yaş ve gürültüye maruz kalma süresi yanı sıra diğer bazı faktörlerinde işitme kaybının oluşmasında önemli rol oynadığını göstermektedir. 44,50,52,53,54

Araştırma grubunda % 46.15 olguda sensorinöral, % 5,12 olguda iletim tipi, % 5,12 olguda ise mikst tip işitme kaybını saptamamız beklenen bir sonuçtur. 9,12,14

Yaş ilerledikçe işitme kaybının birden fazla frekans bandlarına yayılımı artmaktadır. Yaş standardize edildiğinde, gürültülü ortamda çalışma süresi arttıkça en fazla 4000 Hz frekansta işitme kaybında artış görülmekte, daha sonra özellikle yüksek frekansları tutan işitme kaybı belirlemektedir.

Konuşma frekanslarını (500-2000 Hz) tutmayan ve yüksek frekansları tutan sensorinöral işitme kayıplarında konuşmayı ayırd etme skoru normal veya normale yakın, konuşma frekanslarını tutan sensorinöral işitme kayıplarında ise konuşmayı ayırd etme skorlarında düşme saptadık.

Bu bulgular bildiğimiz klasik bulguları destekler nitelik-

tedir, üzerinde ayrıntılı durmayacağız.^{1,24,33,38,44}

39 kişilik araştırma grubumuzdan örnekleme metodu ile geçici eşik kayması tespit edilmek üzere seçilen 12 kişilik olguda yaş ve çalışma süresi arasında önemli ilişki olmadığını saptadık. Bu bulgu TTS gelişmesinde yaş ve çalışma süresiyle önemli bir ilişkinin olmadığını göstermektedir.

TTS gelişmesinde; en fazla maruz kalınan gürültünün yoğunluk, tın, süre ve frekans faktörleri ile etkili olduğunu biliyoruz.^{2,31,32,34,40,45}

Kontrol grubunda da TTS gelişmesinde yaş ve çalışma süresi ile bir ilişki saptanmamıştır.

Araştırma grubumuzda gürültü sonrası geçici işitme eşiği kayması araştırdığımız 12 olguda frekanslar arasında önemli fark olmadığını saptadık. Nitekim iş yerinde ölçtüğümüz gürültünün frekans analizinde de önemli bir fark yoktur. Bu bakımdan tüm frekanslarda TTS gelişmesi beklenen bir sonuçtur. Olgular arasında ise istatistiksel açıdan önemli fark vardır. Son derece önemli olan bu bulgu, aynı gürültülü iş yerinde çalışanlar arasında mevcut individualizasyonu ortaya koymaktadır.²⁴

Kontrol grubunda TTS saptadığımız 10 olgunun sağ kulaklarında olgular arasında ve frekanslar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık olduğu, sol kulaklarında ise önemli farklılık olmadığını saptadık. Olguların önce sağ kulağını, daha sonra sol kulağını ölçmemizden dolayı bu farkın ortaya çıktığı, kontrol grubunu oluşturan olgularda TTS nin süratle geri döndüğü, araştırma grubunda yani daha önce sürekli olarak gürültüye maruz kalan olgularda ise TTS nin uzun süre gürültüye maruz kalmayan şahıslara oranla daha geç geri döndüğü kanısındayız. Bu özellikten dolayı araştırma grubu ile kontrol grubu arasında ve kontrol grubunda sağ kulak ile sol kulak arasında istatistiksel yönden farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu özellik diğer bazı araştırmacılar tarafından saptanmıştır.^{3,32,34,40,51}

Araştırma ve kontrol grubunu oluşturan olgularda, gürültü sonrası ölçtüğümüz ipsilateral ve kontrilateral stapes refleksi

eşiklerinde yorgunluk 20-25 dB e kadar varan fark göstermekle birlikte, her iki grup arasında istatistiksel yönden önemli fark bulunmamıştır. Bu bulgu gürültüye maruz kalan şahıslarda istatistiksel yönden farklı olmayan yorgunluk oluştuğunu göstermektedir. Daha önce yapılan araştırma sonuçları da elde ettiğimiz sonuçlara benzemektedir.^{4,5,21,24,54}

S O N U Ç

Araştırma yaptığımız Eskişehir Lokomotif Motor Sanayii Fabrikasında loko-deneme ve sofaj-elektrik ünitelerinde zaman zaman 4 saate kadar varan 108-110 dB A lık gürültünün olduğunu saptadık.

Bu gürültünün 8 saatlik iş günü süresince sabit karakterli 102-103 dB A lık gürültüye eşdeğer olduğunu hesapladık.

Ölçtüğümüz gürültünün frekans analizini yaptığımızda, gürültünün sabit karakterli olduğunu ve geniş frekans bandlarını tuttuğunu tespit ettik.

Ölçüm yaptığımız ELMS fabrikası sofaj-elektrik ünitesinde çalışan işçilerin haftada ortalama 7.48 saat, loko-deneme merkez ünitesinde çalışan işçilerin ise haftada ortalama 4.80 saat gürültüye maruz kaldığını saptadık.

Sensorinöral işitme kaybı oluşturacak kayda değer herhangi bir patolojik başka etkenin olmadığını dikkatlice aldığımız anamnez, yaptığımız sistemik ve K.B.B. muayenesi ile saptadık.

Olgularda en fazla tinnitus, daha sonrada işitme kaybı şikayetinin olduğunu gözledik. Araştırma grubumuzu oluşturan 39 olgudan 22 sinde 26 dB den fazla işitme kaybı olduğunu, 17 olgunun normal olduğunu ve işitme kaybı olan 22 olgudan 18 inde sensorinöral, 2 sinde mikst, 2 sinde iletim tipi işitme kaybı olduğunu saptadık.

Kontrol grubunu oluşturan olguların 3 ünden 2 sinde sensorinöral, birinde iletim tipi işitme kaybı olduğunu, 7 olgunun ise normal olduğunu tespit ettik.

Sensorinöral işitme kaybı bulunan olgularda işitme kayıplarının yaş ve çalışma süresi ile ilişkili olmadığını saptadık.

Ortaya çıkan işitme kaybının en fazla 4000 Hz de geliştiğini, sonra yüksek frekansları tuttuğunu ve tüm frekans bandlarına yayıldığını gözledik.

TTS tespit ettiğimiz 12 olguda ve 10 olguluk kontrol grubunda çalışma süresi ve yaşla TTS'nin ilişkili olmadığını saptadık.

TTS saptadığımız olgularda frekanslar arasında önemli bir fark olmadığını, fakat olgular arasında individualizasyon olduğunu tespit ettik.

Araştırma grubunda TTS saptadığımız 12 olguda sağ ve sol kulak arasında bir farkın olmadığını, kontrol grubunda ise sağ ve sol kulak arasında **önemli** bir fark olduğunu saptadık.

Araştırma ve kontrol gruplarını oluşturan olgularda gürültü sonrası elde ettiğimiz ipsilateral ve kontrilateral stapes refleksi eşikleri arasında istatistiksel yönden önemli **bir** fark bulunmadığını gözledik.

Sonuç olarak; gürültünün yaş ve çalışma süresi ile yakından ilişkili olarak sensorinöral işitme kaybı ve tinnitus oluşturduğunu, bu şikayetler oluşuktan sonra, şikayetlerin irreversible olduğunu, medikal ve cerrahi tedavisinin bulunmadığını, bundan dolayı da sürekli gürültüye maruz kalan şahısların kulaklık gibi gerekli önlemleri almalarının sağlıkları açısından zorunlu olduğunu, gürültülü işyerlerinde çalışanları koruyucu tedbirlerin alınmasının gerekli olduğunu, işçilerin işe girişlerinde ve çalıştıkları sürece periyodik odyolojik kontrollerinin yapılması gerektiğini, bu konuda işçi ve işverenin aydınlatılmasının kanuni zorunluluklar getirilmek suretiyle çalışanların sağlığının korunmasının son derece önemli bir konu olduğunu belirtmek isteriz.

Ö Z E T

İnsan kulağı için zararlı olduğu kabul edilen standartlar üzerindeki gürültüye maruz kalan işçilerde, gürültünün olumsuz etkilerini belirlemek amacıyla Eskişehir Lokomotif Makina Sanayii fabrikasında yaptığımız araştırmada; gürültü seviyesi 110 dB A olan loko-deneme ünitesinde haftada 4.80 saat, gürültü seviyesi 108 dB A olan sofaj-elektrik ünitesinde haftada 7.48 saat gürültülü ortamda çalışan 39 işçide bu araştırmayı yaptık. Aynı fabrikanın gürültüsüz işyeri olan boyahanede 10 kişiyi örnekleme yöntemi ile seçerek kontrol grubumuzu oluşturduk.

Fabrikanın gürültülü üniteleri olan loko-deneme, sofaj-elektrik ünitelerinde çalışan işçilerin 8 saatlik iş günü süresince 102-103 dB A lık gürültüye maruz kalan işçilerle eşdeğer gürültüye maruz kaldıklarını saptadık.

Endüstriyel gürültüye bağlı işitme kaybında yaş ve çalışma süresinin birlikte etkin 2 faktör olduğunu tespit ederek, özellikle 4000 Hz frekansta gürültüye maruz kalan olguların işitme eşliğinde belirgin düşme saptadık. Aynı gürültüye maruz kalan olgularda oluşan sensorinöral işitme kaybında bireysel farklılıkların önemli düzeyde olduğunu tespit ettik.

Araştırma ve kontrol gruplarında tespit ettiğimiz işitme eşliği kayması ve stapes refleksindeki yorgunluk miktarı, kronik gürültüye maruz kalan olgularla gürültülü ortamda çalışmayan olgular arasında fark göstermemekle birlikte, gürültülü işyerinde çalışmayan olgularda geriye dönüşün (recovery) daha hızlı olduğunu tespit ettik.

K A Y N A K L A R

1. Akyıldız, A.N.: Kulak hastalıkları ve mikroşirürjisi, Ogun kardeşler Matbaacılık Sanayii, Ankara, 1977.
2. Axelsson, A.: Diagnosis and treatment of occupational noise-induced hearing loss, Acta Otolaryngol. Supp., 360:86-87, 1979.
3. Bohne, B.A.: Anatomical correlates of a temporary shift in the threshold of hearing, J.Acoust. Soc. Amer., 53:292 1973.
4. Borg, E., Ödman, B.: Decay and recovery of the acoustic stapedius reflex in humans, Acta Otolaryngol., 87:421-428, 1979.
5. Borg, E., Nilsson, R. and Liden, G.: Fatigability of the stapedius reflex in industrial noise, Acta Otolaryngol., 44:385-393, 1982.
6. Brodal, A. (Zileli, T., Altınörs, N. tarafından çeviri): Kranial sinirler, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1979.
7. Bruel and Kyaer publication: Measuring sound, K. Larsen and son. A.S., Denmark, 1979.
8. Burns, W.: Noise and man, J.B.Lippincott Company, Philadelphia, 1973.
9. Cantrell, R.W. : Noise-its effects and control, The Otolaryngologic Clinics of North America, 1978.
10. Cingi, E.: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları, Uğur Matbaası, Eskişehir, 1982.

11. David, J., Lim, D., Dunn, E.: Anatomic correlates of noise induced hearing loss, *The Otolaryngologic clinics of North America*, 443, 1979.
12. Davis, H., Silverman, S.R.: *Hearing and deafness*, Holt Rinehart and Winston inc., U.S.A., 1970.
13. Elliot, D.N., Fraser, W.: *Foundations of modern auditory theory*, Academic Press New York and London, 117-155, 1970.
14. Erlandsson, B., Hakanson, H., Ivarsson, A. and Nilsson, P.: *Hearing impairment caused by noise or age*, *Acta Otolaryngol.*, 386:40-42, 1982.
15. Etiz, S., Özdamar, K.: *Biyoistatistik ders kitabı*, Diyarbakır Üniversitesi Tıp Fakültesi , Diyarbakır, 1981.
16. Glorig, A., Ward, W.B. and Nixon, J.: *Damage risk criteria and noise induced hearing loss*, *Arch. Otolaryngol.*, 74: 413-423, 1961.
17. Glorig, A., Davis, H.: *Age, noise and hearing loss*, *Annals of otol-rhinol-laryngol.*, 70:556-571, 1981.
18. Handrock, M., Zeisberg, J.: *The influence of the efferent system on adaptation, Temporary and permanent threshold shift*, *Arch. Otorhinolaryngol.*, 234:191-195, 1983.
19. Harold, F., Schuknecht, N.D.: *Pathology of the ear*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 302-310, 1974.
20. Harris, J.D., Glorig, A.: *Audiometric testing in industry*, McGraw-Hill book Company, 1957.
21. Humes, L.E., Bess, H.F.: *A test battery approach to the investigation of susceptibility to temporary threshold shift*, *Acta Otolaryngol.*, 86:385-393, 1978.
22. **International Standards Organisation Publication: Recommendation; Acoustic; Assessment of noise with respect to community response**, 1971.
23. Jerger, J., Northern, J.L.: *Clinical impedance audiometry*, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1980.

24. Johansson, B., Kylin, B., Langfy, M.: Acoustic reflex as a test of individual susceptibility to noise, *Acta Otolaryngologica*, 64:256-262, 1967.
25. Johnson, L.G., Hawkins, J.E.: Degeneration human ears exposed to noise, *Ann. Otol.*, 85:725, 1976.
26. Katz, J.: Handbook of clinical audiology, The Williams and Wilkins Company, Baltimore U.S.A., 1978.
27. Kinsler, E.L., Frev, A.R.: Fundamentals of acoustics, Wiley New York, 1967.
28. Konishi, T., Salt, A.N. and Hamrick, P.E. (North Caroline, U.S.A.): Effects of exposure to noise on permeability of the endolymph-perilymph barrier in Guinea Pigs, *Arch. Otolaryngol.*, 98:103-110, 1981.
29. Liberman, M.C., Beil, D.G.: Hair cell condition and auditory nerve response in normal and noise damaged cochleas, *Acta Otolaryngol.*, 88:161-176, 1979.
30. Lim, D.J. and Melnick, W.: Acoustic damage of the cochlea: Scanning and transmission electron microscopic observation, *Arch. Otolaryngol.*, 94:294-305, 1971.
31. Melnick, W.: Human temporary threshold shift from 16-Hour noise exposures, *Arch. Otolaryngol.*, 100:180-189, 1974.
32. Melnick, W.: Temporary threshold shift following 24-Hour noise exposure, *Ann. Otol.*, 86:821-826, 1977.
33. Man, A., Naggan, Z., Bergman, M.: Classification of the severity of acoustic trauma based on pure tone threshold audiometry, *Acta Otolaryngol.*, 92:25-31, 1981.
34. Mills, J.H.: Temporary and permanent threshold shifts produced by nine-day exposure to noise, *J. of speech and hearing Res.*, 16:426-438, 1973.
35. Özdamar, K.: Biyoistatistik ders notları, Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eskişehir, 1983.

36. Page, J.M.: Audiology, The Otolaryngologic clinics of North America, Volume:II, Number:3, October, 1978.
37. Paparella, M.M., Shumrick, D.A.: Otolaryngology, W.B.Saunders Company, Philadelphia-London-Toronto, I: 261-299, 1973.
38. Paparella, M.M., Shumrick, D.A.: Otolaryngology, W.B. Saunders Company, Philadelphia, V:II, 1973.
39. Perlman, H.B., Kimura, R.: Cochlear blood flow in acoustic trauma, Acta Otolaryngol., 54:99-110, 1962.
40. Rolando, M., Olina, M., Pira, A., Cortesina, M.F.: The temporary threshold shift (TTS) and its relationships to the temporal characteristics of the acoustic stimulus, Acta Otolaryngol., Suppl., 387:10-12, 1982.
41. Rossi, G.: Relationships between Ambient acoustic energy and inner ear, Acta Otolaryng., Suppl, 387:5-9, 1982.
42. Rudmose, W.: Handbook of noise kontrol, McGraw-Hill Book Company, Chapter 7, 1957.
43. Sataloff, J., Michael, P. and Thomas, C.C.: Hearing conservation, Publisher Springfield, Illinois, U.S.A., 1973.
44. Schuknecht, H.F.: Presbycusis, Laryngoscope, 65:402, 1955.
45. Sirel, Ş.: Yapı akustiği, İnkilap ve Aka basımevi, İstanbul, 1974.
46. Small, A.M.: Auditory adaptation in Jerger, J., Modern Developments in audiology, Academic Press, New York and London, pp.:287-336, 1963.
47. Spondelin, H.: Primary structural changes in the organ of corti after acoustic overstimulation, Acta Otolaryngol., 71:166-176, 1975.
48. Tobias, J.V.: Foundations of modern auditory theory, Academic Press, New York and London, p.:115-195, 1970.
49. Vertes, D., Nilsson, P., Wersall, D., Axelsson, A. and

- Bjorkroth, B.: Cochlear hair cell and vascular changes in the quinea pig following high level pure-tone exposures, *Acta Otolaryngol.* (Stockh), 94:403-411, 1981.
50. Vural, M.: Presbiakuzili hastalarda gürültünün işitmeye etkileri (tez), Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, 1981.
51. Ward, W.D.: Auditory fatigue and masking, in Jerger, J., *Modern Developments in Audiology*, Academic Press: New York and London, p.:240-286, 1963.
52. Welch, L.B., Welch, A.S.: *Physiological effects of noise*, Plenum Press, New York, London, 1970.
53. Yamamura, K., Maekara, N., Sadamoto, T. and Harabuchi, I.: Effect of intermittent (traffic) noise on man-temporary threshold shift and change in urinary, 17-OHCS and Saliva Cortisol Levels, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 48:303-304, 1982.
54. Yokoyama, T., Osako, S. and Yamamoto, K.: Temporary threshold shifts produced by exposure to vibration, noise and vibration-plus-noise, *Acta Otolaryngol.*, 78:207-212, 1974.