

# Havacılıkta İşitme ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları

## Hearing and Noise-Induced Hearing Loss in Aviation

**\*Dr. Özgül Akın ŞENKAL, \*\*Dr. Erdinç AYDIN**

\*Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği,  
Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Uzmanı, Adana  
\*\*Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz AD,  
Yetkili Uçuş Hekimi, Başkent Üniversitesi Havacılık Tıp Merkezi Başkanı, Ankara

### ÖZET

Dünyada ve ülkemizde, meslek hastalıkları arasında en yaygın olanı, gürültüye bağlı işitme kayıplarıdır. Havacılıkta da gürültüye bağlı işitme kaybı çok yaygın bir şekilde görülmektedir. Havacılık faaliyetlerini düzenleyen kanun ve kurallar havacılık mesleği için gerekli sertifikalandırmada rutin kulak burun boğaz kontrolleri ile birlikte işitme değerlendirmesini de şart koşturmaktadır. Ülkemizde de havacılık personelinin ulusal havacılık, çevre ve iş sağlığı güvenliği mevzuatına tam olarak uyularak değerlendirilmesi getirmektedir. Bu derlemede amaç, gürültüye bağlı işitme kaybını havacılık sektöründe incelemek, değerlendirme ve rehabilitatif yaklaşımları havacılık personeli için sunmaktır.

### Anahtar Sözcükler

*İşitme; gürültüye bağlı işitme kaybı; havacılık; otolarenoloji; işitme araçları*

### ABSTRACT

Noise-induced hearing loss (NIHL) is an increasingly prevalent disorder that results from exposure to high-intensity sound, especially over a long period of time. Noise induced hearing loss in aviation is a very common disorder. The law and the rules which are regulating the activities of Aviation for the profession require an assessment of otolaryngological examination which is carried out by a specialist in aviation otolaryngology acceptable to the Aeromedical Section and hearing is tested at all examinations. The improving aviation sector adds extra details to evaluation criteria of occupational ear nose throat examinations. The aim of this review is to evaluate noise induced hearing loss in the aviation sector and to provide assessment and rehabilitative approaches to the aviation professionals.

### Keywords

*Hearing; noise- induced hearing loss; aviation; otolaryngology; hearing aids*

Çalışmanın Dergiye Ulaştığı Tarih: **20.09.2012**

Çalışmanın Basıma Kabul Edildiği Tarih: **06.09.2013**



Correspondence

**Dr. Özgül AKIN ŞENKAL**

Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve Araştırma Hastanesi  
Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği,  
Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Uzmanı, Adana  
oakinsenk@yaho.com

## GİRİŞ

**H**ava trafiğindeki artış, gürültü kirliliğini ve gürültüye bağlı işitme kaybı gibi problemleri gündel duruma getirmektedir. Gürültü insanlarda işitme duyusu ve algılamayı olumsuz etkileyen, fizyolojik ve psikolojik bozukluklara yol açan, iş performansını azaltan, çevrenin huzur ve sakinliğini yok ederek niteliğini değiştiren önemli bir çevre kirliliği türüdür.<sup>1</sup> Gelişmiş ülkelerde, toplumsal yaşam kalitesinde genel bir düşüklüğün göstergesi sayılmaktadır.

Gürültüye bağlı işitme kaybı, işitme kaybının en sık görülen nedenidir. Dünyada ve ülkemizde, meslek hastalıkları arasında en yaygın olanı, gürültüye bağlı işitme kayıplarıdır. Sadece Amerika’da 20- 60 yaş arasında, yüksek ses ve mesleki gürültüye maruz kalma nedeniyle yüksek frekanslarda işitme kaybı olan 26 milyon insan bulunmaktadır.<sup>2</sup> Dünyada ve ülkemizde, meslek hastalıkları arasında en yaygın olanı, gürültü nedenli işitme kayıplarıdır.<sup>1,2</sup> Havacılıkta en yoğun gürültü problemi yüksek performanslı savaş uçakları ile pervaneli uçaklarda ve helikopterlerde görülmektedir. Çevrede yarattıkları gürültü, uçakların kalkış, iniş, alçak uçuş ve (askeri havacılıkta) atış görevleri sırasında ortaya çıkmakta; uçağın tipine ve mesafeye göre değişmekle birlikte ortalama 120- 160 dB, sivil havacılıkta ise 70 dB civarında bildirilmektedir. Gürültü kontrol yönetmeliğine göre, taşıt içi gürültü düzeylerinin aşmaması gereken seviyeleri belirlenmiştir (Tablo 1).<sup>3</sup>

**Tablo 1.** Uçaklar için ses seviyelerinin diğer ses kaynakları ile karşılaştırılması.<sup>4</sup>

Ses ve Gürültü Kaynakları	
KAYNAKLAR	ŞİDDET (dB)
Fısıltı sesi	20-30
Ev ortamı, Ofis (ortalama)	40-60
Erkek sesi (ortalama)	60-65
Gürültülü ofis, Hafif trafik gürültüsü	60-80
Jet nakliye uçakları (Kabin)	60-88
Küçük tek kapılı uçak (Kokpit)	70-90
Kalabalık şehir içi	80-100
Tek Rotor Helikopter (Kokpit)	80-102
Testere dişlisi	100-110
Kar kürüme aleti, beton delme makinesi	110-120
Rock Konseri	115-120
Jet Motoru (Yaklaşma)	130-160

Uçak gürültüsünün diğer ses kaynaklarına göre daha yüksek şiddetlerde olması, pilotlarda ve uçuş ekibinde gürültüye bağlı işitme kaybının oluşmasına yol açmaktadır. Gürültünün işitme duyusunda oluşturduğu olumsuz etkiler, ya ani etkiler şeklindedir ya da zamanla görülmektedir. Ani ve yüksek bir sesin kulak zarını parçalaması ya da hassas Korti organının fizyolojik yapısını düzelmeyecek şekilde bozması ani oluşan etkilerdir. Bununla birlikte ani zarar oluşturmayacek düzeydeki gürültüde uzun süre kalan kişilerde sürekli işitme kayıpları görülebilir. Yüksek şiddetteki ses; tüy hücrelerini zedeleyerek, Korti organında “çökme” oluşturarak ya da işitme sinir hücrelerini etkileyerek işitme duyusuna zarar verir. Eşik kaymasının sürekli ya da geçici olması ve eşik kaymasının derecesi; etkisi altında kalınan gürültünün düzeyine, gürültünün frekans dağılımına, kişinin bu gürültünün etkisinde kaldığı süreye ve kişisel duyarlılığa bağlıdır.<sup>4</sup>

Harris (1972)<sup>5</sup> endüstriyel gürültüye bağlı işitme kaybını 3 kategoriye ayırmaktadır.

**1. Akustik travma:** Kulağa ani organik hasarı çok yüksek şiddetteki sese maruz kalma vermektedir. Bu şekilde yoğun ses, Korti organının tamamında bir hasar oluşturacaktır. Akustik travmada gürültü mekanik etki ile işitme kaybına neden olmaktadır. Akustik travmanın etkisi ile Korti organı bazal membrandan ayrılır, bozulmaya uğrar ve yerini tek katlı bir skuamoz epitelyum dokusu alır. Burada önemli olan sesin şiddetidir, bireylerin sese ne kadar süre ile maruz kaldığı önem taşımaktadır.<sup>2-4</sup>

**2. Gürültüye bağlı geçici işitme kaybı:** Bu durumda gürültüye bağlı geçici işitme eşiklerinde yükselme gözlenmektedir. Bu işitme kaybının sıklıkla geri dönüşü olmaktadır.

**3. Gürültüye bağlı kalıcı işitme kaybı:** Bu durum kalıcıdır. Akustik travma veya tekrar eden devamlı gürültüye maruz kalma neden olmaktadır.

Gürültüye bağlı işitme kaybı, major sağlık problemlerinden biridir.<sup>4</sup> Gürültüye işitme kaybında birey, herhangi bir ağrı ya da acı hissetmeyeceği için fark edilmesi de zordur.

Gürültünün etkileri 4 dönemde incelenebilir:

**1. Dönem:** İlk günden yaklaşık olarak birinci ayın sonuna kadar süren bu dönemde, ilk günler kişi için en sıkıntılı günlerdir. İş sonrası kulak çınlaması, kulakta dolgunluk hissi, baş ağrısı, yorgunluk ve baş dönmesi yakınmaları görülür. Gürültünün etkisinde kalan kulak-

lar, ilk iş günü akşamı birkaç saat süren yorgunluktan sonra yine duymaya başlar. Birinci ayın sonuna doğru yorgunluk devreleri gittikçe uzamaktadır.

**2. Dönem:** Bu dönem 1-2 ay içinde ortaya çıkmaktadır. Tinnitus aralıklarla kendini gösterir. Kişi henüz iletişimde bir problem yaşamaz. Bu aşama 1-2 ay sürebileceği gibi gürültünün şiddetine, maruz kalınan süreye ve bireysel yatkınlığa bağlı olarak yıllarca sürebilmektedir. Bu aşamada odyometrik ölçümler ile 4000 Hz’te minimal (çentik) işitme kaybı saptanabilmektedir.

**3. Dönem:** Bir önceki dönemin aylarca uzamasıyla oluşur. Bu dönemde kişi normal işitemediğini fark eder. 4000 Hz’deki işitme kaybı 80–85 dB’e ulaşmaktadır. Kişinin radyo ve televizyonun sesini fazla açması, telefon konuşmasında güçlük çekmesi, saat tik taklarını ve gürültülü ortamlardaki konuşmaları duyamaması beklenen durumlardır.

**4. Dönem:** 2-15 yıl içinde ortaya çıkar. Ortalama 60 dB-80 dB işitme eşikleri ile birlikte uğultu ve tinnitus şikâyetleri de vardır. 4000 Hz frekansında başlayan ileri derecedeki kayıp yan frekansları da etkilemiş ve konuşma sesi frekanslarında da kendini göstermektedir.

Bu dört dönemde de tinnitus kalıcı olabilir. Gürültüye bağlı işitme kaybında ilk olarak 4000 daha sonra 6000 ve 3000 Hz frekanslarında etkilenme odyolojik olarak saptanabilmektedir. İlerleyen zaman içinde işitme kaybı 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarının da etkilemektedir.

Kalıcı işitme kaybında koklear sinir hücrelerindeki hasar, mekano- sensör tüy hücrelerinde oluşmaktadır.<sup>6</sup> Tüy hücreleri normal şartlarda sese karşı uyarılmış mekaniksel hareketin reseptör potansiyellere dönüştürülmesi, koklear afferent fibrillerin glutamaterjik sinapslarının salınmasına sebep olmaktadır. Tüy hücrelerindeki hasar, dakikalar içinde gürültüye maruz kalma nedeni ile başlamakta ve günlerce devam eden bir süreç olmaktadır.<sup>7</sup> Spiral ganglion hücrelerindeki gürültüye bağlı kayba karşılık, koklear afferent nöronların hücre gövdeleri, tüy hücreleri ile aylar ya da yıllarca bağlantılı kalmaya devam etmektedir.<sup>8</sup>

Gürültüye bağlı geçici işitme kaybında, tüy hücreleri ile sinaps yapan koklear sinirin uç kısımları “glutamate excitotoxicity” nedeni ile zedelenmektedir. Bu durum gürültüye maruz kaldıktan 24 saat sonra gözlenmektedir.<sup>9-11</sup> Gürültüye bağlı olarak gelişen “excitotoxicity”, *glutamate* antagonistleri tarafından bloke

edilmekte ve ancak gürültünün yokluğunda da *glutamate* agonistleri tarafından taklit edilmektedir.<sup>12-15</sup> Gürültüye maruziyeti takiben koklear sinaptik yapılarda ve işitme eşiklerinde gelişen hızlı geri dönüşüm, sinaptik yapıların uç kısımlarında rejenerasyon veya geri kazanılmayı akla getirmektedir.<sup>16,17</sup>

Mesleki işitme kayıplarının bir diğer özelliği de, santral memurluğu gibi kimi özel meslekler dışında her iki kulakta aynı düzeyde olmasıdır. Gürültüye maruziyet kesildiği zaman ilerleme durmaktadır. Bu nedenle işitme kaybının erken tanısı çok önemlidir.

Kalıcı işitme kaybının işitme eşik düzeyi, maruz kalınan süreye göre farklılık göstermektedir. Kalıcı işitme kaybının gelişmesi 1000, 2000, 3000 ve 4000 Hz frekanslarında ilk 10 yıl boyunca hızla artışı sürdürmektedir. Bunun yanı sıra maruziyet süresince, işitme kaybı yavaş yavaş artış göstermektedir.<sup>6,18</sup>

Geçici işitme kayıplarında olduğu gibi, kalıcı işitme kayıplarına etki eden önemli etmen kişisel duyarlılıktır. Benzer gürültüye aynı süre ile maruz kalan kişilerde oluşan etkilenme çok farklı olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda yaş, cinsiyet, ırk, göz rengi, sigara kullanımı, koklear pigmentasyonun kişisel duyarlılıkla ilişkili olduğu bulunmuştur.<sup>18,19</sup>

Gürültünün zarar verebileceği ve en çabuk etkilenen yapı, duyuşal reseptör hücreler olan kokleada yer alan tüy hücreleridir. Devamlı sese maruz kalma sonucunda, iç kulakta uyarılan işitme sinir hücreleri metabolik baskı görmektedir. Bunun sonucunda sellüler zararın miktarına bağlı olarak, geçici veya kalıcı zarar oluşmaktadır. Koklear hasar, mesleki işitme kaybının bir numaralı özelliğidir. Sataloff and Sataloff (1987)<sup>20</sup> odyolojik olarak ortaya konulan işitme kaybı için yoğun gürültüye, uzun zaman süresinde maruz kalma öyküsünün olması gerektiğini bildirmektedir. Odyolojik değerlendirmelerde aşağıdaki özellikler göz önüne alınmalıdır.<sup>21</sup>

1. İşitme kaybı yıllar içinde artış göstermektedir.
2. İşitme kaybı, gürültüye maruziyetin ilk 8- 10 yıllık süresinde açığa çıkmaktadır.
3. İşitme kaybının öncelikle yüksek frekans (3000-6000 Hz) aralığına ve her iki kulakta simetrik olarak gözlenmesi gerekmektedir.
4. Konuşmayı ayırt etme skorları işitme kaybı yüksek frekansları tutuyor ise genellikle iyi elde edilmektedir.
5. Gürültüye maruziyetin ortadan kaldırılması ile işitme kaybı değişmemekte, sabitlenmektedir.

Havacılıkta gürültü tipi, devamlı gürültü olarak belirtilmektedir. Devamlı gürültü ani veya derecesel artış gösteren ve uzun süreli gürültü (1 saniyeden daha fazla) olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, uçağın “tam gaz” durumundaki gürültüsü, “propeller” gürültüsü ve basınçlama sistem gürültüsü uzun süreli gürültüye örnek olarak verilmektedir. İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (Occupational Safety and Health Administration - OSHA) ‘ne göre çalışma ortamında devamlı gürültüye uzun süre maruziyete 90 dB için 8 saat izin verilmektedir (Tablo 2). Ülkemizde ise gürültülü alanlar “Gürültü Yönetmeliği”(23/12/2003 tarih ve 25325 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır)’ inde tanımlanmış, en yüksek ses basıncı yönünden maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri, aşağıda verilmiştir;

1) Maruziyet sınır değerleri:

LEX, 8h = 87 dB (A) ve Ppeak = 200  $\mu$  Pai

2) En yüksek maruziyet etkin değerleri:

LEX, 8h = 85 dB (A) ve Ppeak = 140  $\mu$  Paii

3) En düşük maruziyet etkin değerleri:

LEX, 8h = 80 dB (A) ve Ppeak = 112  $\mu$  Paiii

Gürültülü işyerleri maruziyet üst düzeylerinin (LEX8st=85 dB(A) veya LCpeak=137 dB(C)) olduğu veya aşıldığı işyerleridir.

İşitme hasarı günlük 85 dB(A) veya daha fazla gürültü düzeylerine maruz kalma nedeniyle oluşabilmektedir. 85 ile 89 dB(A) günlük gürültü düzeyleri yalnızca uzun süreli maruziyetlerden sonra oluşabilirken, 90 dB(A) ve üzerindeki düzeylerde hasar riski belirgin olarak daha yüksektir. Sağlıklı kulakları olan kişilerde, 90 dB(A)’de günlük gürültü maruziyet düzeyi süresi 6 yılı, 87 dB(A)’de 10 yılı ve 85 dB(A)’de 15 yılı aşmazsa ge-

nellikle gürültü-ilişkili işitme hasarının oluşmayacağı varsayılmaktadır.<sup>22</sup>

Ani başlangıcı olan ve kısa süreli gürültü patlamaları (1 saniyeden daha az) genellikle 140 dB’i aşmaktadır. Örneğin, piston motorlarının ateşlenmesi, yüksek volümlü radyo ekipmanı. Yüksek seviyede ani başlangıçlı ve kısa süreli gürültülerde, kulak zarında bozukluklar (ruptür gibi) gözlenebilmektedir.<sup>23</sup>

Mesleki işitme kayıplarında gürültü kaynağına yakın temas en yüksek derecede işitme kaybına neden olabilmektedir. Örneğin kaya matkabı ile çalışan işçilerin önemli derecede yüksek frekanslarda ancak çok hafif derecede alçak frekanslarda işitme kaybı olabilmektedir. Aynı şekilde kokpitte uçak gürültüsü altında çalışan uçuş ekibinin de önemli derecede yüksek frekans işitme kaybı gözlenmektedir.<sup>4</sup> Bu durum sadece işitme bozukluğu ile sonuçlanmamaktadır. İletişim için gerekli olan konuşmanın anlaşılması için en önemli ipuçlarını içeren yüksek frekans bilgisinin işitilmemesi, konuşmayı ayırt etme problemini de beraberinde getirecektir.

Havacılıkta, gürültüye maruziyetin yarattığı fizyolojik etkiler incelendiğinde;<sup>4</sup>

■ Kulakta rahatsızlık hissi: 120 dB gürültüye maruz kalma sonucudur.

■ Kulakta ağrı: 130 dB gürültüye maruz kalma sonucudur.

■ Kulak zarında bozukluklar: 140 dB gürültüye maruz kalma sonucudur.

Ayrıca uçuş personeli kulak korumasız devamlı gürültüye 90 dB’in üzerinde kısa bir süre maruz kalır ise, işitme kaybı oluşmaktadır. Bu etki sıklıkla geçicidir ve gürültünün ortadan kalkması ile işitme, birkaç saat içinde normale dönmektedir. Ancak uçuş personeli, 90 dB’den daha fazla miktarda gürültüye günlük olarak sekiz saat veya daha fazla süre yıllarca maruz kalır ise, kalıcı işitme kaybı öncelikle 4000 Hz frekansından sonra (konuşma frekans aralığının dışında) başlamaktadır. Bunun yanı sıra işitme hassasiyeti yaşanmanın bir sonucu olarak 30 yaşın üzerinde 1000 Hz - 6000 Hz frekans aralığında azalmaya başlamaktadır. Bu iki faktörün etkisi ile uçuş personeline işitme kaybı dramatik sonuçlara yol açabilmektedir.<sup>24,25</sup>

Havacılıkta gürültünün subjektif etkileri de söz konusudur. Yüksek şiddetteki ses, erken yorgunluğa, uyku kalitesinde bozulmaya, iştah kaybı, baş ağrısı, mide bulantısı, konsantrasyon ve hafıza kaybı gibi

**Tablo 2.** Gürültüye maruziyet seviye sınırları.

Gürültüye maruziyet seviye sınırları	
Gürültü Şiddeti (dB)	Maruziyet Sınırı(günlük/ saat)
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1.5
105	1
110	.5
115	.25

semptomları da ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca, yüksek şiddetteki gürültü normal karşılıklı konuşmayı maskeleyeceğinden anlaşılabilirliği bozmaktadır. Kişinin performans göstermesi gereken mesleki anlamda hesaplama, hızlı karar verme, konsantrasyon yeteneklerini de düşürmektedir.<sup>4</sup>

Askeri ve sivil havacılıkta işitme kaybına bağlı giderlerin artması sonucu, literatürde yapılan araştırmaların sayısında da artış gözlenmektedir. Örneğin Kore’de 542 havacılık personeline yapılan çalışmada, işitme kaybının prevalansı %54,9 olarak tespit edilmiştir.<sup>24</sup> Kanada askeri birliklerinde yapılan araştırmada ise, gürültüye bağlı işitme kaybı ve risk faktörleri araştırılmıştır.<sup>25</sup> Uçuş mühendisleri, sinyal operatörleri ve aşçıların %15’inde her iki kulakta 4000 Hz ve 6000 Hz frekanslarında orta ileri derecede işitme kaybı bulunmuştur. Değerlendirme yapılan personelin yarısından fazlası çalışma ortamlarının devamlı veya sıklıkla gürültülü olduğunu belirtmektedir. Pilot ve uçuş ekibinin ise %25’i gürültüden korunmak için kulak koruyucularının rahatsızlık verdiğinden şikâyetçi olmuştur.<sup>25</sup> Ülkemizde ise Türk Hava Kurumu Türkuşu Genel Müdürlüğü Etimesgut Eğitim tesislerinde 50 kişi üzerinde yapılan çalışmada stres ölçeği stres alt belirtileri testi uygulamış ve sonuçlarında uçuş ekibinde dikkati toplama ve uykuya dalma ile ilgili problemlerin daha fazla olduğu vurgulanmıştır.<sup>26</sup> Türk pilotlarında işitme kaybını araştırıldığı bir başka çalışmada jet uçaklarının gürültüsünün işitme kaybına yol açtığını belirtmektedir.<sup>27</sup> Total uçuş zamanının artması ile işitme kaybının da kısmen artış göstereceğini belirtmek ile birlikte işitme kaybının, uçak tipine göre de değişkenlik göstermesinin mümkün olacağı bildirilmektedir.

Ancak yapılan çalışmalar, uçuş personelinin işitme kaybının gürültüye bağlı ya da yaşlanmaya bağlı olup olmadığı konusunda kesinlik kazandırmamaktadır. Konu ile ilgili literatüre göre, pilotlarda kalıcı işitme kayıplarına neden olan en önemli faktör gürültüye maruziyettir.<sup>28-30</sup> Kokpitlerdeki ses seviyesi 95 ile 105 dB arasındadır. Standart kulak tıkaçları 10- 30 dB koruyuculuk sağlarken, koruyucu başlıklar 10- 22 dB ve 27- 30 dB arasında fayda etmektedir.<sup>30</sup> Dolayısıyla işitme kaybının hem mesleki hem de yaşlılığa bağlı olarak artması, uçuş ekibinde işitme cihazı kullanımını önemli kılmaktadır.

Pilotlarda işitme kayıpları çeşitli derecede olabilir:<sup>31</sup>

1. Normal İşitme: - 10- +15 dB işitme seviyesi

2. Minimal işitme kaybı: 16- 25 dB işitme seviyesi
3. Hafif derecede işitme kaybı: 26- 40 dB işitme seviyesi
4. Orta derecede işitme kaybı: 41- 55 dB işitme seviyesi
5. Orta-ileri derecede işitme kaybı: 56-70 dB işitme seviyesi
6. İleri derecede işitme kaybı: 71- 90 dB işitme seviyesi
7. Çok ileri derecede işitme kaybı: 91 dB ve üzeri işitme seviyesi

Joint Aviation Authorities (JAR-FCL 3.355) “Class 1” Medikal sertifikalandırma için kulak burun boğaz muayenesini, uçuş hekimliğinde sertifikalı bir otolaren-goloji uzmanının yapması gerekliliğini belirtmektedir. Muayenede kulak, burun, sinüs, boğaz, oral kavite ve dişlerinde herhangi bir problemi belirlenmektedir. Buna göre muayenede;

- a. Aktif patolojik durum
- b. Konjenital veya kazanılmış anomaliler
- c. Akut veya kronik durumlar
- d. Ameliyata veya travmaya bağlı sekeller belirlenmelidir.

Medikal sertifikalandırma için yapılacak incelemeler;

- a. Hikâye
- b. Klinik muayene (otoskopik, rinoskopi, ağız ve larenks muayenesi)
- c. Timpanometri
- d. Vestibüler sistem değerlendirmelerini kapsamaktadır.

İşitme havacılık lisanslama yönetmeliğine göre periyodik kulak burun boğaz muayenesinde, işitme değerlendirmesinin de yapılması şart koşulmaktadır (JAR-FCL 3.235). Temel olarak lisanslanacak pilotun karşılıklı konuşmayı 2 metre uzaklıktan doğru bir biçimde anlamasını gerekmektedir. Odyometrik değerlendirmede, her iki kulakta da ayrı ayrı 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında işitme eşliğinin 35 dB işitme seviyesini ve 3000 Hz frekansında 50 dB işitme seviyesini aşmaması gerekmektedir.<sup>32</sup>

Ticari ve havayolu taşımacılığında periyodik işitme muayenesi, 40 yaşına kadar her 5 yılda bir, 40 yaşından sonra her iki yılda bir yapılması gerekmektedir.



Pilotlarda işitme kaybı odyolojik olarak değerlendirildiğinde, gözlenen odyogramlar çeşitlilik göstermektedir (Şekil 1, Şekil 2).

Alçak frekanslarda işitmenin normal sınırlarda kalıp, yüksek frekanslara doğru düşüş gösterdiği durumlar, iletişimin etkilenmesine neden olmaktadır. Bu tip durumlarda işitme cihazı performansın artırılması üzerinde etkin rol oynamaktadır.

## HAVACILIKTA İŞİTME CİHAZI UYGULAMALARI

Pilotlarda işitme performansı işitme cihazı kullanımı ile anlamlı derecede artırılabilir. Ayrıca uçuş güvenliğinin artırılması açısından da bu uygulama gereklidir. Odyolojik değerlendirme sonuçlarına göre kullanılacak uygun, dış kulak yolunu tam tıkamayan

işitme cihazı ile uçuşa izin verilebilmektedir. Görev sırasında yedek işitme cihazı ve batarya da mutlaka bulundurulmalıdır.<sup>33</sup> Buradan yola çıkılarak özellikle pilotlar için işitme cihazı seçiminde dikkat edilmesi gereken ilk ölçütler:

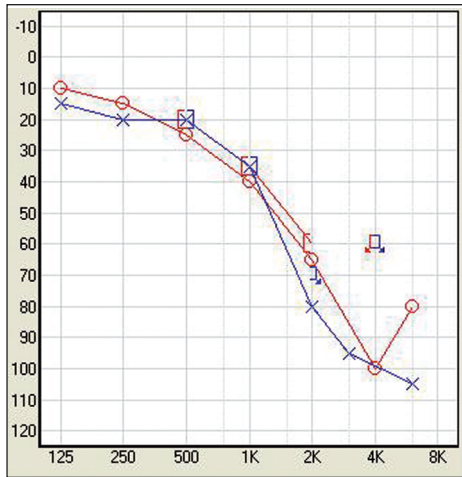
1. Hastanın işitme kaybının tanımlanması
2. Hastanın işitme cihazı kullanma isteği
3. İşitme cihazı kullanacak hastanın yaşam biçimi
4. İşitme cihazı kullanacak hastanın finans durumu
5. İşitme cihazı kullanacak hastanın manipülasyon yeteneği
6. İşitme cihazı kullanacak hastanın kozmetik kaygılarıdır.

Bütün bu ölçütler göz önüne alındıktan sonra;

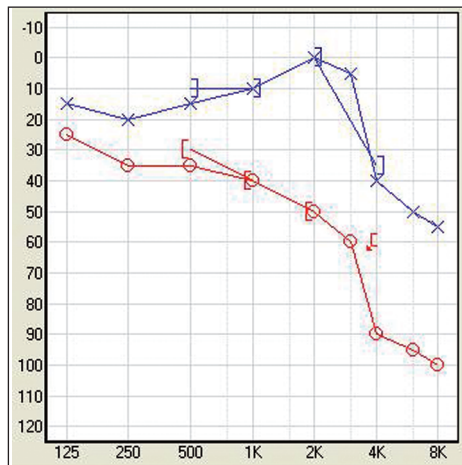
1. İşitme kaybının tipi
2. İşitme kaybının derecesi
3. İşitme kaybının konfigürasyonu (simetrik/asimetrik işitme kaybı)
4. Konuşmayı ayırt etme skoru
5. Tedirgin edici ses yüksekliği seviyesi
6. Dinamik aralığı
7. Lokalizasyon yeteneği
8. Gürültüde konuşmayı ayırt etme skoru (SNR)

odyolojik değerlendirmeler sonrasında belirlenerek işitme cihazı seçilmelidir.

Günümüz teknolojisinde işitme cihazı seçiminde, alçak frekans işitme eşiklerinin normal veya normale yakın işitme eşik değerlerinde olması “açık uygulama” (*open fitting*) işitme cihaz uygulamalarını gerektirmektedir. Ancak “açık uygulama” işitme cihazı uygulamasında yeni bir kavram değildir. Klasik işitme cihazı uygulamalarında da kulak kanalını girişini tıkamadan, tüp ile uygulama veya kulak kalıbına açılan geniş ventilasyon deliği altında açık uygulamanın başka bir çeşit uygulama tipidir. Bu tip uygulamalar, oklüzyon etkisinin ortadan kaldırılması için kullanılmaktadır. “Açık uygulama” işitme cihazlarının esas uygulanma nedeni alçak frekans çıkış gücünün azaltılmasıdır. Kulak kalıbında ventilasyon deliğinin çapı artırıldığında işitme cihazının alçak frekanslarda sesleri yükseltme etkinliği azalacaktır. Dillon,<sup>34</sup> bu yöntem ile 500 Hz’de işitme cihazı çıkışının 30-35 dB azaltıldığını ortaya koymuştur. Bunun anlamı, “açık uygulama” ile alçak frekanslarda normal veya normale yakın işitmeye sahip bireylerde,



Şekil 1. A.A. 57 yaş- pilot. 13 yıllık kaptan pilot.



Şekil 2. V.K.51 Yaş- pilot, 30 yıl uçuş tecrübesi.

alçak frekanslardaki olası amplifikasyonu önlemektir. Aksi halde, uçuş ekibinde yer alan personel işitme cihazı kullanımı ile istenen amplifikasyon ve ses kalitesine ulaşamamaktadır. Bu uygulamanın diğer bir kullanım yararı, açık uygulama ile *baro- otit* durumunun önüne geçilmesini sağlamasıdır.

İşitme cihazı kullanımı ile kulak zarındaki ses basınç seviyesinin ayarlanması günümüz teknolojisinin sağladığı kolaylıklar sayesinde primer olarak işitme cihazı tarafından belirlenmektedir. Kulak kalıbı ve kulak kanalı yüzeyi veya ventilasyon deliğinde ses, çok az güç yitimine uğramaktadır. Güç yitiminin derecesi, ventilasyon çapına ve kulak kalıbının kulağa ne kadar sıkı oturduğuna bağlıdır. Kulağa sıkı oturan bir kulak kalıbında, güç yitimi yüksek frekanslarda 20-30 dB seviyelerine ulaşmaktadır.<sup>34</sup>

Ayrıca kulağa tam oturan bir kulak kalıbı uygulamasında, kişi uygun olmayan ventilasyon veya gevşek kulak kalıbı nedeni ile amplifiye edilen alçak frekanslı sese bağlı olarak işitme cihazından *artefaktlar* duyabilmektedir. Bu durum işitme cihazının sinyal işleme etkinliğini ve ses kalitesini bozmaktadır. Bu nedenlerden dolayı özellikle gürültüye bağlı işitme kaybından kaynaklanan ve alçak frekans işitmesi normal veya normale yakın işitme kayıplı uçuş personeli için en rahat uygulama “açık uygulama” işitme cihazlarıdır. Ancak işitme kaybının ilerleme gösterip, alçak frekans işitme eşiklerinde de kayıp gözlemlendiği durumlarda, standart kulak kalıbı uygulamalarına geçilmelidir.

## HAVACILIKTA İMPLANTE EDİLEBİLİR İŞİTME CİHAZLARI

Kulak implantlarındaki ilerlemeler, işitme cihazı kullanımına alternatif kulak kanalını tamamen açıkta tutan uygulamaları beraberinde getirmiştir. Orta kulak dinamik implantları olarak da bilinen bu uygulamalar, akustik enerjiyi mekanik enerjiye çevirerek orta kulak yapılarına iletmektedir ve temel olarak reseptör ve efektör olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır.

İmplant edilebilir cihazlarda reseptör kısım; mikrofon, konuşma işlemcisi ve güç kaynağını bulunduran dışarıdan takılıp çıkarılabilen bir parçadan oluşmaktadır. Bu parça kafa derisi üzerinden internal parçaya miknatıs ile sabitlenmektedir. Dışarıdan gelen ses uyarıları, içteki efektör sisteme radyofrekans dalgalarıyla iletilmektedir. Ancak total implante edilebilen cihazlarda

efektör ve reseptör kısımlar başın içerisinde olduğundan dolayı dış parça yoktur. Bu cihazlarda dış parça olmadığı için enerji sağlamak amacıyla içerideki pillerin doldurulmasında transkütan teknolojiler kullanılmaktadır.

Orta kulak İmplantlarında elektromanyetik ve pizoelektrik sistemler kemikçik sistem hareketliliğini sağlayan iki ana transduser tipidir. Elektromanyetik alanlar miknatıslar yardımıyla kemikçiklerde osilasyon sağlanmaktadır. Pizoelektrik transduserlerde ise elektrik enerjisiyle birlikte hacimleri değişebilen özel materyaller kullanılmaktadır. Orta kulak implantlarının efektör kısmı kemikçik zincir üzerinde değişik noktalara yerleştirilebilir.<sup>35</sup> Ülkemizde orta kulak implantı olarak en yaygın kullanılan Medel Vibrant Soundbridge sitemidir. Vibrant Soundbridge (VSB) iki ana parçadan oluşmaktadır. Dış parçada mikrofon, pil ve elektronik sinyal işlemcisi bulunur. Kulak kepçesinin arka- üst kısmına yerleşerek iç parçaya miknatıs aracılığıyla tutunur. İç parça (Vibrating Ossicular Prosthesis=VORP) ise cerrahi olarak implante edilir ve alıcı bobin aracılığıyla floating mass transducer (FMT)’a ileterek ossiküler zincirin doğal hareketlerine uygun titreşimini sağlamaktadır.<sup>34,36</sup> Diğer orta kulak implantları;

- 1- Middle Ear Transducer (MET);
- 2- SOUNDTEC Direct Drive Hearing System (DDHS)
- 3- ENVOY System
- 4- Direct Acoustical Cochlear Stimulation (DACS)<sup>34</sup> olarak sıralanmaktadır.

Orta kulak implantlarının henüz havayolu personellerine uygulanabilirliği konusunda yayınlanmış çalışmalar bulunmamaktadır.

Sonuç olarak pilotlarda çeşitli nedenlerden dolayı işitme kaybı meydana gelse de en önemli neden gürültüye maruz kalınmasıdır. Bireysel planda korunma; doğru tutum, gerek uçuş ve gerekse yer ekiplerinin gürültünün arttığı dönemlerde kulak tıkaçları ve koruyucu teçhizat kullanmaları, radyo-telefon kulaklıklarının ses volümlerini azaltmalarıdır. Periyodik muayeneler ile birlikte odyolojik tetkikler kesinlikle uygulanmalıdır. İşitme kaybı tespit edilen pilotlarda işitme cihazı endikasyonu var ise uçuş güvenliğini artırmak amaçlı uygun işitme cihazı kullanılmalıdır.

Ülkemizde hava trafiğinin de artış göstermesi ile uçuş ekibinin sağlık problemleri ile ilgili çalışmalar ve

özellikle de kulak burun boğaz hastalıklarının değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Uçuş ekibinin lisanslarının alınması ve yenilenmesi işlemlerinde işitme

değerlendirmelerinin yıllık ve altı aylık dönemlerde rutin yapılması, bu konuda eğitilmiş odyoloji uzmanı ve kulak burun boğaz hekimi gerekliliğini arttırmaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Gürültü. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını; 1991. p.447-484
- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD), October 2008.
- Çetingüç M. Havacılıkta gürültü ve vibrasyon. Havacılık Tıbbi Bülteni 2008; 9:16-19
- Özgüven, H. N. Gürültü Kontrolü - Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, Türk Akustik Derneği Teknik Yayınları, Mayıs 2008.
- Haris JD. Audition. Ann Rev Psychol 1972;23:313-46.
- Liberman MC, Dodds LW. Single-neuron labeling and chronic cochlear pathology. III. Stereocilia damage and alterations of threshold tuning curves. Hear Res 1984;16(1):55-74.
- Wang Y, Hirose K, Liberman MC. Dynamics of noise-induced cellular injury and repair in the mouse cochlea. J Assoc Res Otolaryngol 2002;3(3):248-68.
- Kujawa SG, Liberman MC. Acceleration of age-related hearing loss by early noise exposure: evidence of a misspent youth. J Neurosci 2006;26(7):2115-23.
- Spoendlin H. Primary structural changes in the organ of Corti after acoustic overstimulation. Acta Otolaryngol 1971;71(2):166-76.
- Liberman MC, Mulroy MJ. Acute and chronic effects of acoustic trauma: cochlear pathology and auditory nerve pathophysiology. New perspectives on noise-induced hearing loss. In: Hamernik RP, Henderson D, Salvi R, eds. New York: Raven; 1982. p.105-36.
- Robertson D. Functional significance of dendritic swelling after loud sounds in the guinea pig cochlea. Hear Res 1938; 9(3):263-78.
- Pujol R, Puel JL, Gervais d'Aldin C, Eybalin M. Pathophysiology of the glutamatergic synapses in the cochlea. Acta Otolaryngol 1993;113(3):330-4.
- Sun H, Hashino E, Ding DL, Salvi RJ. Reversible and irreversible damage to cochlear afferent neurons by kainic acid excitotoxicity. J Comp Neurol 2001;430(2):172-81.
- Puel JL, Ruel J, Guitton M, Pujol R. The inner hair cell afferent/efferent synapses revisited: a basis for new therapeutic strategies. Adv Otorhinolaryngol 2002;59:124-30.
- Ruel J, Wang J, Rebillard G, Eybalin M, Lloyd R, Pujol R, et al. Physiology, pharmacology and plasticity at the inner hair cell synaptic complex. Hear Res 2007;227(1-2):19-27.
- Zheng XY, Henderson D, Hu BH, McFadden SL. Recovery of structure and function of inner ear afferent synapses following kainic acid excitotoxicity. Hear Res 1997;105(1-2):65-76.
- Puel JL, Ruel J, Gervais d'Aldin C, Pujol R. Excitotoxicity and repair of cochlear synapses after noise-trauma induced hearing loss. Neuroreport. 1998;9(9):2109-14.
- Bergstrom B, Nystrom B. Development of hearing loss during long-term exposure to occupational noise. A 20-year follow-up study. Scand Audiol 1986; 15(4): 227-34.
- Pouryaghoub G, Mehrdad R, Mohammadi S. Interaction of smoking and occupational noise exposure on hearing loss: a cross-sectional study. BMC Public Health 2007;7(1):137.
- Sataloff RT, Sataloff J. Occupational Hearing Loss. New York: Marcel Dekker INC.; 1987.
- Heggins J II. The Effects of Industrial Noise on Hearing. laurensharff.com/courseinfo/SL98/hearing.html - 17k Alın-tılma tarihi: 15.02.2009.
- Berk M, Önal B, Güven B. Meslek Hastalıkları Rehberi. Ankara: Matsa Basımevi; 2011. p.245-256.
- Harris CM. Handbook of Noise Control. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill; 1979.
- Kim J, Park H, Ha E, Jung T, Paik N, Yang S. Combined Effects of Noise and Mixed Solvents Exposure on the Hearing Function among Workers in the Aviation Industry Industrial Health 2005;43(3): 567-73.
- Abel S.M. Hearing Loss in Military Aviation and Other Trades: Investigation of Prevalence and Risk Factors. Aviation, Space and Environmental Medicine 2005;76(12):1128-34.
- Genç A, Tekin Ö, Şahin A, Belgin E. Havaalanı Gürültüsünün Yaratdığı Stres Faktörünün Değerlendirilmesi. Otoskop 2002;3:91-9.
- Büyükçakır C. Hearing Loss in Turkish Aviators. Military Medicine 2005;170(7):572-6.
- letcher J. Conventional and high frequency hearing of naval aircrewmen as a function of noise exposure. Final report. Washington, DC: Office of Naval Research; 1973.
- Jasinski C. Noise-induced hearing loss in aviators. Hawaii Med J 1980;39(12):307-9.
- Kronovater KJ, Somerville GW. Airline cockpit noise levels and pilot hearing sensitivity. Arch Environ Health 1970;20(4):495-9.
- Pääkkönen R, Kurenen P. Noise exposure of fighter pilots and ground technicians during flight rounds. Acustica Acta Acustica 1997;83:1-6.
- Standards of medical fitness. Army Reg. Washington, DC: U.S. Department of the Army; 1987. p.40-501.
- Joint Aviation Requirements. JAR-FCL3. Flight Crew Licensing (medical). Amendment 4, 01.08.05, Section 2, Chapter 14, 4.7.d.
- Dillon H. Earmolds and high frequency response modification. Hear Instrum 1985;36(12):8-12.
- Kuk F, Kenan D, Ludvigsen C. Efficacy of an Open-Fitting Hearing Aid Hearing Review - February 2005.http://www.hearingreview.com/issues/articles/2005-02\_03.asp
- Zenner HP, Limberger A, Baumann JW, Reischl G, Zalaman IM, Mauz PS, et al. Phase III results with a totally implantable piezoelectric middle ear implant: speech audiometry, spatial hearing and psychosocial adjustment. Acta Otolaryngol 2004;124(2):155-64.