

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HELİKOPTER UÇUCULARINDA
İŞİTME KAYIPLARININ İNCELENMESİ**

Koray ERGİN

DİSİPLİNLERARASI ADLİ TIP ANABİLİM DALI
FİZİK İNCELEMELER VE KRİMİNALİSTİK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof.Dr. İzzet DUYAR

2007 - ANKARA

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	iv
Simgeler ve Kısaltmalar	v
Şekiller	vi
Çizelgeler	vii
Grafikler	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. İşitme Anatomisi	5
1.1.1. Dış Kulak Anatomisi	6
1.1.2. Orta Kulak Anatomisi	6
1.1.3. İç Kulak Anatomisi	7
1.2. İşitme Fizyolojisi	8
1.2.1. Dış Kulak Fizyolojisi	9
1.2.2. Orta Kulak Fizyolojisi	9
1.2.3. İç Kulak Fizyolojisi	10
1.3. İşitmenin Ölçülmesi	11
1.4. Ses	12
1.4.1. Sesin Özellikleri	12
1.5. Gürültü ve Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı	14
1.5.1. Gürültü	14
1.5.2. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	15
1.5.3. İşitme Kaybının Şiddetine Göre Derecelendirilmesi ve Konuşmanın Anlaşılması Üzerindeki Etkileri	20
1.5.4. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarında Ayırıcı Tanı	21
1.5.5. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybının Psikososyal Etkileri	22
1.6. Havacılıkta Gürültü ve İşitme Problemleri	22
1.7. Amaç	28
2. GEREÇ VE YÖNTEM	29
2.1. Materyal	29
2.2. Metot	30
2.2.1. Odyolojik Testin Uygulanması	30
2.2.2. Odyometre Cihazı	30
2.2.3. İstatiksel Analizler	32
3. BULGULAR	33
4. TARTIŞMA	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
ÖZET	63
SUMMARY	64
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	68

ÖNSÖZ

Günümüzde helikopterler gerek sivil ve gerekse de askeri alanda ağırlığını giderek hissettiren ve kullanım alanı çok geniş olan önemli hava araçlarıdır. Helikopterin kendine özgü uçuş karakteristiklerinin bulunması, bu araçla yapılan uçuşları farklı kılmaktadır. Helikopter uçuş aerodinamiğinin farklılığı, helikopter uçucularına özgü rahatsızlıkları da beraberinde getirmektedir. En genel anlamda helikopter uçucuları, helikopterin aerodinamiğinden kaynaklanan, sürekli vibrasyon (titreşim) ve aşırı gürültüye maruz kalmaktadır. Helikopter kaynaklı rahatsızlıklar bu iki ana çerçevede yoğunlaşmaktadır.

İşitme kaybına, iş veriminin azalmasına ve iş kazalarına neden olan gürültünün, fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklara neden olabileceği gerçeği ülkemizde ne yazık ki tüm boyutlarıyla değerlendirilmemiştir. Yapılan çalışmalar genellikle konuyu dar çerçeveden ele alan araştırmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, pek çok endüstri kolunda çalışanlar yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmalarına rağmen buna karşı gerekli önlemler alınmamaktadır.

Akustik konusunda çalışmaların çok eski bir tarihi olmamakla birlikte, gelişmiş ülkelerin birçoğunda bu konuda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Hava araçlarındaki akustik gürültüyü yok etmenin veya azaltmanın yakın gelecekte tamamen mümkün olamayacağı görüldüğünden, uçuş mürettebatının gürültüden kabul edilebilir ölçüde korunabilmesinin sağlanması kişisel korunma sistemlerini kullanmak suretiyle elde edilebilir. Ülkemizde ise bu konudaki çalışmalar daha başlangıç evresindedir.

Bu çalışma, işitme kayıplarının uçucu personelde ne boyutlara ulaştığını belirlemek üzere gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince değerli fikirleriyle katkıda bulunan danışman hocam Prof.Dr. İzzet DUYAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Sürekli desteğini hiç esirgemeyen doktora öğrencisi sevgili eşime ve sevinç kaynağı kızım İrem'e de ayrıca teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

dB	: Desibel
dBA	: Desibel (A) değeri
DİK	: Daimi İşitme Kaybı
dyn/cm ²	: Dyne/santimetrekare (Birim yüzeye yapılan basınç kuvveti)
GBİK	: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı
GEK	: Geçici Eşik Kayması
HL	: Hearing Level (Duyma Seviyesi)
Hz	: Hertz
N/m ²	: Newton/metrekare (Birim yüzeye yapılan basınç kuvveti)
P	: Ölçülen Ses Basıncı
P ₀	: 0,00002 N/m ² (Standart Referans Sayısı)
SPL	: Sound Pressure Level (Ses Basınç Seviyesi)

ŞEKİLLER

- Şekil 1.1. Kulağın kısımları
- Şekil 4.1. Yaş Fonksiyonu olarak işitme seviyesi
- Şekil 4.2. Normal işitme değerleri
- Şekil 4.3. İletim tipi işitme kaybı
- Şekil 4.4. Sensörinöral işitme kaybı
- Şekil 4.5. Mikst tip işitme kaybı

ÇİZELGELER

- Çizelge 1.1. Çeşitli gürültü kaynaklarının yaklaşık dBA değerleri
- Çizelge 1.2. Çeşitli ses yoğunluklarının dinleyici üzerine etkileri
- Çizelge 1.3. Tavsiye edilen maksimum gürültüye maruz kalma süreleri
- Çizelge 1.4. Farklı hava araçlarının oluşturduğu gürültü seviyesi
- Çizelge 1.5. Değişik helikopter tiplerinde frekanslara göre gürültü miktarları
- Çizelge 1.6. S-70A Black Hawk helikopteri oturma pozisyonuna göre gürültü seviyeleri
- Çizelge 2.1 Yaş, birey sayıları, uçuş yılı ve uçuş saatlerine ilişkin istatistiksel bilgiler
- Çizelge 2.2. Uçucu muayene raporundaki frekanslara göre işitme durumu tablosu
- Çizelge 3.1. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.2. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.3. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.4. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.5. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.6. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.7. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.8. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.9. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.10. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 3.11. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi

- Çizelge 3.12. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Çizelge 5.1. Çeşitli hava aracı ve kask tiplerine göre koruma seviyeleri
- Çizelge 5.2. Uçuş kaskı ile kulak tıkacı kombine olarak kullanıldığında sağlanan gürültü koruma seviyeleri

GRAFİKLER

- Grafik 3.1. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.2. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.3. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.4. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.5. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.6. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.7. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.8. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.9. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.10. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.11. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi
- Grafik 3.12. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinde yüzyıllar boyunca gürültünün insan sağlığını tehdit ettiği bir gerçektir. Üzerinde gerektiği gibi durulmayan bu tehlikenin önemine, Robert Koch şu sözleriyle dikkat çekmek istemiştir: “Kolera ve veba gibi gürültü ile mücadelenin geleceği yıllar yakındır” (Gökçen, 2000, s.:1). Bu araştırmacının ne kadar haklı olduğunu günümüzde görmekteyiz. Günümüzde bu tehlike onu görmezlikten gelmemizi imkansız hale getirecek derecede ağırlaşmıştır.

Gürültü, belirli bir amaca yönelik olmaksızın istem dışı oluşan psikolojik ve biyolojik etkiye sahip çeşitli frekanslardaki seslere verilen genel addır. Sanıldığı gibi sadece yüksek frekanstaki sesler değil, düşük frekanstaki fakat süreklilik arz eden ve stres yapıcı sesler de gürültü sınıfına girer. Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK) erişkin popülasyonun yaygın meslek hastalıklarından birisidir. Yaşla ilişkili işitme kaybından (presbiakuzi) sonra en sık izlenen ikinci sensörinöral işitme kaybı şeklidir (Türkkahraman, 2002).

İşitme duyusu üzerine gürültünün olumsuz etkileri yüzyıllardan beri bilinmektedir. Metallerin silah olarak kullanılmaya başlandığı Bronz Çağı'ndan beri bu etkinin oluşması gerektiği öne sürülmüştür. Plinty ve Elder biyografilerinde, Nil Çağlayanı etrafında yaşayanlarda gürültüye bağlı sağırlığın oluştuğunu bildirdiler (Akan, 2002, s.:7). Amiral Rodney tarafından 1782' de top atışlarına bağlı sağırlık vakaları rapor edilmiştir (Akan, 2002). 1783'de Fransa'da Jean François Pilatre de Roiser ilk insanlı balon uçuşunu gerçekleştirmiştir ve uçuşta duyduğu kulak ağrısı, resmi kayıtlara geçen ilk hava tıbbi sorunu olarak kabul edilmiştir (Koç, 2004, s.:1368). Fosbroke 1831'de spesifik olarak "demirci sağırlığı" deyimini kullanmıştır (Akan, 2002, s.:7).

İlk olarak 1890'da Habermann, gürültü ile oluşturulan işitme kaybının Korti organındaki histolojik etkilerini anlatmıştır (Türkkahraman, 2002). Odyometrik olarak gürültü ile oluşan 4000 Hertz (Hz)'deki işitme kaybını ilk gözlemleyen Fowler olmuştur ve Bunch 1939'da gürültü ile oluşturulan işitme kaybının odyometrik özelliklerini açıklamıştır (Türkkahraman, 2002).

Teknolojinin gelişmesi ile gürültünün şiddeti ve etkilediği insan sayısı da arttı. 19. yüzyılda özellikle gürültünün işitmeye olan etkileri üzerine pek çok çalışma yapıldı.

İlk otologlardan olan Weber ve Rinne diyapazon ve konuşma testleri ile gürültüye bağlı işitme kayıplarının yüksek frekansları etkilediğini bildirdiler (Akan, 2002). Odyometrenin ve elektron mikroskobunun gelişmesi ile gürültünün kulakta yaptığı patolojik değişmelerle işitmeyi etkilemesi daha iyi anlaşılmaya başlandı. 1929'da Fowler 4000 Hz'de oluşan çentiğe dikkat çekti. 1939'da Dickson, Eving ve Littier jet pilotlarında 4000 Hz'de oluşan "pilot çentiği"ni rapor ettiler (Akan, 2002, s.:7).

Hava aracı imalatındaki en önemli konulardan biri de hava araçlarından kaynaklanan gürültünün azaltılmasına yönelik çalışmalardır. Son zamanlarda hava aracı gürültüsü oldukça önem kazanmış ve çevreye rahatsızlık vermeye başlamıştır. Diğer taraftan bu gürültü ile mücadele oldukça zor bir çalışma içerir. Çok büyük bir kuvvet üretimi sonucunda meydana gelen bu gürültü, pasif gürültü mücadele metotlarıyla yeterince giderilememiştir. Pervaneli veya tepkili motorlu uçaklarda gürültünün engellenmesi çalışması mümkün olmadığından geriye sadece itici mekanizmaların uygun aerodinamik yapıda az gürültü çıkaracak şekilde dizayn edilmeleri seçeneği kalmaktadır. Bu yolda alınan önlemler de sınırlı olup, gaz formundaki kuvvet taşıyıcı elemanlar zorunlu girdaplar meydana getirdiğinden gürültü oluşumuna sebebiyet vermektedir.

Helikopterlerde ise rotor uçlarından meydana gelen gürültü dalgaları çok kuvvetli rahatsızlığa sebebiyet verirler. Bu durum kalkışla sınırlı olmayıp, uçuş süresince de devam eder. Son yıllarda hava araçlarının performanslarının artırılmasıyla birlikte birçok akustik problem de ortaya çıkmıştır. Helikopterlerin değişik amaçlara yönelik hizmet vermeleri nedeniyle manevra kabiliyetleri yüksek olacak tarzda imal edilmişlerdir. Bu ilave özellik ek akustik problemleri de beraberinde getirmiştir.

Toplumda akustik travma riski taşıyan meslekler içinde pilotlar önemli yer tutmaktadır. Pilot popülasyonu içinde ise helikopter pilotlarının kabin koruması eksikliği nedeniyle riskleri artmaktadır. Almanya, İsrail, Çin ve ABD ordularındaki helikopter pilotlarının akustik travma riskini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır (Onat ve ark., 2004).

Helikopterlerin diğer uçaklara kıyasla düşük hızda uçmaları nedeniyle pilot ve uçuş personeli daha uzun süreyle gürültüden etkilenirler. Ayrıca ister jet ister nakliye uçakları olsun kabin korunmasına sahipken, helikopterlerde uçaklara kıyasla

daha zayıf bir izolasyon mevcuttur. Bu durum helikopter pilotlarına has gürültü riski oluşturmaktadır.

Gürültü insanları psikolojik, fizyolojik ve sosyal yönden etkilediği gibi verimliliği de azaltmaktadır. Kişilerde dikkatin azalması, yorgunluk, stres, baş ağrısı, metabolik ve hormonal bozukluklar, konuşurken bağırma, sinirli olma, terleme, kan basıncı yükselmesi, solunum hızı değişmesi, kişiler arasındaki ilişkilerde olumsuzluk ve en önemlisi işitme duyusunda azalma görülmektedir. Aşırı gürültü tam bir tehlike kaynağı olmakla birlikte birçok insan tarafından önemi yeterince algılanamamaktadır. Gürültünün aşırı bir düzeye ulaştığı yerlerde kişilerin daha çok yanlışlık yapma eğiliminde oldukları saptanmıştır (Erkan, 1988). Üretimde ise bu yanlışlıklar kalitenin düşmesine, kazaların oluşmasına sebebiyet vermektedir (Erkan, 1988). Gürültünün azaltılması çalışanın daha etkili, verimli, doğru, güvenli olarak ve en az yorgunlukla çalışabilmesi için gereklidir.

Uçucular için gürültü daha da önem kazanmaktadır. İşitmeyi zedeleyerek muhaberenin tam anlaşılmasını zorlaştırabilir. Gürültüde konuşulanların işitilip anlaşılabilmesi için mürettebat, yüz yüze bakarak, dudak ve mimik hareketlerini gözlemleyerek anlamaya çalışır ve bazen de konuşmaları yanlış anlayıp yanlış değerlendirebilir. Bu durumda kalan mürettebat aşırı yorgunluğa maruz kalır ve bu durum uçuş emniyetini olumsuz yönde etkiler. Düşük şiddetteki sesler zihin karışıklığına, 130 desibel (dB) civarındaki sesler kulak ağrısına, 140 dB ve daha yukarı şiddetteki sesler oryantasyon bozukluğuna, bulantı ve kusmaya sebep verebilir (Kılınçer, 2001).

Bütün hava araçları her şeyi ile insanlar tarafından dizayn edilip hizmete sunulduğundan, prensip olarak kazalarda akla gelebilecek ilk faktör 'insan faktörü' dür. Teknolojik gelişmeler hızla havacılıkta yerini alsada yapılan istatistikler uçak kazalarının yaklaşık %72'sinin insan hatasından kaynaklandığını göstermektedir (Mürettebat Kaynak Yönetimi, 2006). Bir hava aracı enkazında insan hatalarını gösteren delillerin bulunması zordur. Buna rağmen teknik araştırmacılarla beraber sıkı bir işbirliği yapılırsa 'pilot hatası' veya 'malzeme hatası' ile ilgili bazı ipuçları ortaya çıkarılabilir. Pilotun insan faktörüne bağlı olarak kaza yapmasına sebep olabilecek başlıca üç büyük faktör vardır ve bu üç büyük faktörün bazı alt maddeleri, işitme kaybı sonucu oluşan durumları içerir (Kılınçer, 2001).

1. Pilotun Fizyolojik Kapasitesi: İnsanın fizyolojik bünyesine tamamen yabancı olan yüksek sürat, yüksek irtifa ve uzay şartlarında hayatını idame ettirebilmesi için, sıcaklık, konfor, basınçlı kabin, ilave oksijen ve oryantasyon sağlayacak aletlerle yaratılan suni bir ortam gereklidir. Çevre şartlarının bozukluğu, hipoksiya, akseleratif kuvvetler (yerçekimi kuvveti, merkezkaç kuvvetler, vb), zararlı gazlar, uykusuzluk, eğitim noksanlığı, çeşitli ilaçlar, işitme kaybının da sebep olabileceği yorgunluk, oryantasyon bozukluğu, anksiyete gibi faktörler, bu ortamı etkileyen ve bozan faktörler olarak düşünülmektedir.

2. Pilotun Fiziksel Durumu: Her pilotta, uçuş görevini yerine getirebilmek için standart bazı fiziksel şartların bulunması gerekir. Yorgunluk, uykusuzluk, hastalık veya diğer bazı fiziksel faktörler pilotun görevi yerine getirmesine engel teşkil edebilir. Bundan dolayı meydana gelen kazalarda belli bir kaza paterni, belli bir mekanik delil bulunamadığından pilotta meydana gelen değişikliği tahmin etmek oldukça güçtür. Bu tür kazalarda diğer olasılıklar göz önüne alındıktan sonra bir sonuca varılamazsa; uykusuzluk, beslenme yetersizliği, kalp krizi, epileptik rahatsızlıklar, geçici işitme kaybına sebep olabilecek baş ağrısı, kulak ağrısı, kullanılan ilacın yan etkisi, sinüzit ve işitme kaybının da sebep olabileceği yorgunluk vb. gibi faktörler ele alınıp üzerinde durulabilir.

3. Pilotun Davranış Değişiklikleri: Pilotaj muayeneleri ve psikomotor testleri sonucunda, psikolojik davranış bozukluğu olan ve hava aracı kullanacak zihni kapasiteye sahip olmayan şahıslar pilotaja alınmazlar. Bununla birlikte, birçok pilot hatalarına bağlı kazalar, normal bir insanın gösterdiği tecrübesizlik, korku, işitme kaybı sonucu oluşabilecek mürettebat koordinasyonu eksikliği, dikkatsizlik ve dikkatini başka yere teksif ederek yapılacakları unutma vb. gibi davranış değişikliklerine bağlı olarak meydana gelir.

Uçuculardaki işitme kaybının önemi yeterince ele alındığı takdirde, işitme kaybı başlangıçta tespit edilebilir ve mürettebat uçuş hekimleriyle birlikte gerekli tedbirleri alabilir. Böyle çalışmalarla, yeterince araştırılmayan uçuculardaki işitme kaybının önemi, uçuş mürettebatındaki işitme kayıplarının etkileri anlatılarak, daha sonra yapılacak kaza çalışmalarına veri olacağı gibi adli bilimlerde ve adli tıpta kazaların aydınlatılmasında yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Konumuzla ilgili iki örnek olayı incelersek; 25 Ocak 1990'da New York yakınlarındaki bir uçuşta kaptan

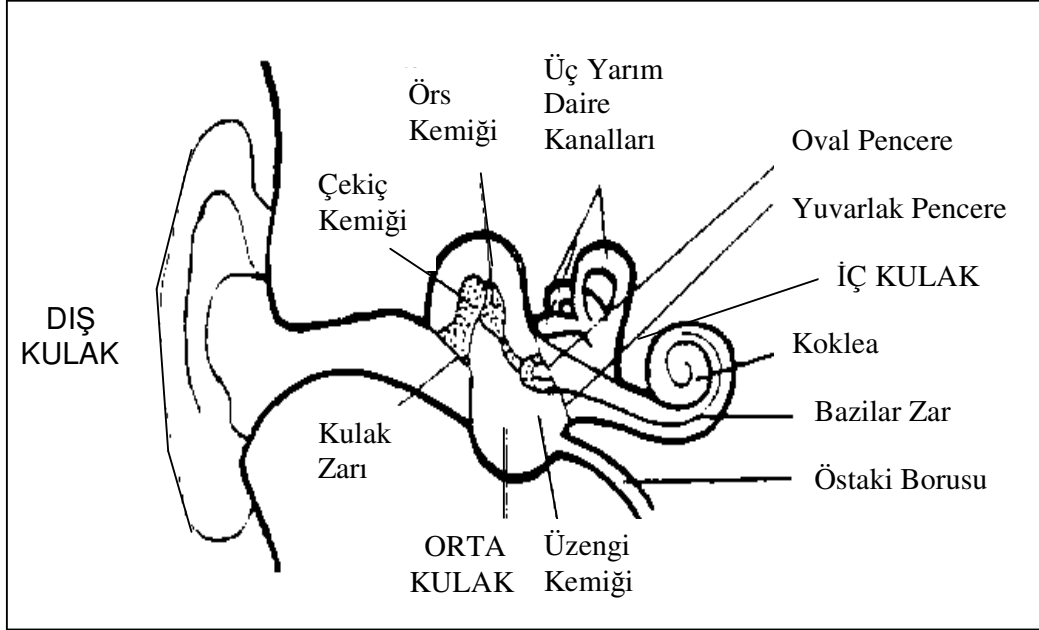
pilot ikinci pilotuna, yakıt nedeniyle “emergensi deklere et” demesine rağmen, ikinci pilot kaptan pilotun söylediklerini tam anlamayarak kuleye sadece “yakıtımız azalıyor” demiş ve bu yüzden kule emergensi prosedür uygulamadığı için B-707 tipi uçak Kennedy Havaalanına indirilebilecekken, 159 yolcudan 79’unun hayatının kaybettiği kazayla sonuçlanmıştır. Diğer bir olayda, 1990 yılında DC-9 uçağı Zürih’e yaklaşırken ikinci pilot süzülüş hattına oturamamış ve aynı açıyla süzülüşe devam etmiştir. Kaptan pilot ikinci pilota süzülüş hattı göstergesini sormuş ama ikinci pilot bunu duymayarak hatasına devam etmiştir. Kaptan pilotun söylediğini teyit ettirmemesinden ve takip etmemesinden dolayı ikinci pilot uçağı süzülüş hattının altına indirmiş ve uçak pistten 5 mil uzaklıktaki sırtlara çarpmıştır (Mürettebat Kaynak Yönetimi, 2006). Buradaki hataları ele alırsak; kokpit içi iletişimin uygun olmadığı görülmektedir. Eğer standart termonoloji kullanılmaz ve söylenenlerin anlaşıldığı doğrulanmazsa hatalı iletişim gerçekleşebilir. İletişimde kopukluk özellikle önemli görevlerde dikkatin dağılmasına ve tehlikeli durumların oluşmasına sebebiyet verebilir. Özellikle kule ile yapılan muhabere arttıkça hata ihtimali de artar. Kulenin söylediklerinin anlaşıldığının ispatı için tekrar edilmesi hususu özellikle görmeyerek yapılan uçuşlar için hayati öneme sahiptir. Eğer kontrolörün muhabereyi anladığından şüphe ediliyorsa pilot olarak tekrar onay alınmalıdır.

Adli tıp ve adli bilimlerin görevlerinden birisi de, insan vücudunu ve insanla ilgili davranışların yarattığı sonuçları hukukun yargı aşamasında doğru ve bilgilendirilmiş olarak değerlendirebilmesi için bilirkişilik yapmaktır. Bu nedenle adli bilimlerin araştırma alanı insanın biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutunda her düzeyde çalışma yapmaya olanak sağlayacak kadar geniştir. Bu bilim dalı, olayların veya kazaların aydınlatılmasıyla ilgilidir. Kazalar bir veya birçok nedene dayanabilir. Bu nedenlerden bir tanesinin de işitme kaybı olabileceği düşünülerek, bu çalışmada işitme kayıplarının kazalardaki etkisinin ele alınması planlanmıştır.

1.1. İşitme Anatomisi

İşitme ve denge organı olan kulak, kafatasının yan ve alt duvarlarını oluşturan *temporal* kemik içinde bulunmaktadır. Kulak, anatomik ve fonksiyonel açıdan üç ayrı bölümden oluşur (Şekil 1.1.; Erkan, 1988).

- a. Dış kulak
- b. Orta kulak
- c. İç kulak



Şekil 1.1. Kulağın kısımları.

1.1.1. Dış Kulak Anatomisi

Dış kulak olarak tanımlanan bölüm kafatasının iki yanında bulunan kulak kepçeleri ile kafatası içine doğru giden bir dış kulak kanalından oluşmuştur. Başın yan taraflarında yaprak biçiminde bir çıkıntıdan oluşan kulak kepçesinin dış ve iç olmak üzere iki yüzü vardır. Arkaya bakan iç yüzü konvektir, öne bakan dış yüzü konkavdır ve düzensiz çukurlar, çıkıntılar gösterir. Dış kulak kanalı, kulak kepçesi ile kulak zarı arasında uzanan "S" şeklinde bir kanaldır ve dış kulak kanalının sonunda kulak zarı olarak bilinen timpanik zar vardır. Kulak kepçesinin ve dış kulak kanalının temel görevi, ses dalgalarını toplayarak kulak zarına ulaştırmaktır.

1.1.2. Orta Kulak Anatomisi

Temporal kemikte kulak zarı ile iç kulak arasında yerleşmiş havalı bir boşluk ve kanallardan oluşan kısım, orta kulaktır. Kulak zarı, dış kulak ile orta kulağı birbirinden ayırır. Kulak zarının ortasına çekiç kemiğinin ucu bağlanmıştır. Çekiç,

örs ve üzengi kemikleri olarak bilinen orta kulak kemikleri dizisi, kulak zarında oluşan titreşimleri, kendilerine özgü özel yapıları ve bağlantıları aracılığıyla mekanik bir değişime uğratarak iç kulağa açılan oval pencereye iletirler. Buradaki kemikçiklerin, görevlerini uygun ve yeterli bir şekilde yapabilmeleri için, orta kulaktaki boşluğun basıncının dış atmosferik basınca göre ayarlanmış olması gerekir. Böylece kulak zarının iki tarafındaki basınçlar dengelenmiş olur. Bunu da, orta kulaktan ağız boşluğuna açılan östaki borusu gerçekleştirir. Yutkunma sırasında açılan östaki borusundan orta kulağa giren hava ya da boşalan hava, dış atmosferik basınca göre bir dengeleme ve basınç eşitlemesi yaparak, işitme netliğinin korunmasına yardımcı olur. Ayrıca orta kulağın koruma, drenaj ve temizleme fonksiyonları da vardır (Türkkahraman, 2002). Uçakla seyahat esnasında veya yüksek dağlara tırmanırken, östaki borusu yeterli ölçülerde açılıp basınç dengelenmesi sağlanamazsa, işitme kayıpları ve rahatsızlık hissedilir. Bunun için yutkunma zorunluluğu yaratacak bir şekilde (sakız çiğnemek, esneme hareketleri yapmak veya yutkunmak gibi) önlemler almak veya burun deliklerini kapatıp ağız boşluğunda basınç yaratarak, östaki borusunu açmaya çalışmak gerekir.

1.1.3. İç Kulak Anatomisi

İç kulağın, işitme açısından en önemli bölümü, salyangoz olarak bilinen koklea (*cochlea*)'dır. İnsanlarda koklea, ikibuçuk kıvrım yapan ve dış yapısı ile yukarı doğru incelenerek yükselen bir salyangoz kabuğuna benzer. Bu yapının geniş olan ağız, orta kulak ile irtibatlı iki adet zar pencerenin bulunduğu bir ana boşluğa açılır. Oval ve yuvarlak pencereler olarak bilinen bu zar yapıları orta kulaktan gelen titreşimlerin salyangoz içine iletilmesi ve sonunda da söndürülmesi fonksiyonlarını gerçekleştirirler. Oval pencere, üzengi kemiğinden gelen titreşimleri, salyangoz içinde oluşmuş kanallardan vestibüler adını alan üst kanal ağzına iletir. Salyangoz içinde iki zar doku, iç boşluğu üç kanala ayırır. Üst kanal vestibüler ve alt kanal timpanik, salyangozun üst ucunda birleşirler. Vestibüler kanal içinde oluşan sıvı hareketleri timpanik içinde devam ederek yuvarlak pencereye kadar gelir ve burada sönerler. Bu iki kanalın arasında baziler membran olarak tanımlanan esnek bir zar vardır. Baziler membran, salyangozun

tepe noktasına doğru genişler. Bu zarın yapısı gerçekte bir piyanonun telleri gibi görev yapar. Salyangoz içine ulaşan farklı frekanslardaki titreşimler, baziler membranın rezonans özelliği gösteren tilciklerini harekete geçirirler. Baziler membranın her tilciğinin belli titreşim frekanslarında rezonans haline dönüşmesi, bu tilciklerin boyları ve yapısal özelliklerinden kaynaklanır. Baziler membranın üstünde koklear kanal olarak bilinen üçüncü bir kanal bulunur. Bu kanal içinde iç kulağın algı organları yer almıştır. Birer duyarlı işitme hücresi olan algı organları baziler membran üstünde ve koklear kanalda yer alırlar. Bu algı uçlarının ve hücrelerinin oluşturduğu algı ağı ise korti (*corti*) organı olarak bilinir. Korti organının ses algı hücrelerinin saç teline benzeyen çıkıntıları koklea'nın ikinci zar dokusuna yani tektorial membrana bağlanmışlardır. Korti organı, iç kulaktaki titreşimlere bağlı sıvı hareketlerini ve rezonans algılarını, sinirsel uyarımlara dönüştüren transdüser görevi yaparlar. Korti organının her hücresinden bir algı siniri çıkar ve bu sinir liflerinin birleşmesinden de işitme siniri oluşur (Devren, 1999).

1.2. İşitme Fizyolojisi

Kulak kepçesinin topladığı ses enerjisinin, kulağın çeşitli bölümlerinde değişikliklere uğradıktan sonra, aksiyon potansiyelleri halinde beyine gönderilip burada ses olarak algılanması olayına işitme denir. İşitme, işitme sistemi adı verilen geniş bir bölgeyi ilgilendirir.

İşitme organı fonksiyonel bakımdan iki kısımda incelenir (Karasalihoğlu, 1992).

1. İletim aygıtı
2. Persepsion (algı) aygıtı

Bunlardan iletim aygıtı dış kulak ve orta kulak, algı aygıtı ise iç kulak işitme siniri ve onun santral bağlantıları ile işitme merkezinden oluşur.

İşitmenin olabilmesi için, ilk olarak ses dalgalarının atmosferden korti organına iletilmesi gereklidir. Bu mekanik bir olaydır ve sesin bizzat kendi enerjisi ile sağlanır. Bu olaya “iletim” (kondüksiyon) adı verilir. İkinci olarak korti organında, ses enerjisi biyokimyasal olaylarla sinir iletimi haline dönüştürülür. Bu olaya “dönüş” (transdüksiyon) denir. Üçüncü olarak ise iç ve dış titreşim tüylerinde meydana gelen elektrik akımı kendisi ile ilişkili sinir liflerini uyarır. Bu şekilde sinir enerjisi, frekans

ve şiddetine göre değişik sinir liflerine iletilir. Yani ses şiddetine ve frekansına göre kodlanmış olur. Bu olaya "neuro coding" adı verilir. Son olarak da tek tek gelen bu sinir iletimleri işitme merkezinde birleştirilir ve çözülür. Yani sesin karakteri ve anlamı anlaşılır (Akyıldız, 1998).

İşitme fonksiyonu, ses dalgalarının dış kulak yoluna girmesi ile başlar. Dış kulak yolu kanalı ses dalgalarını sıkıştırır ve gergin olan kulak zarına iletilir. Havayoluyla iletim denilen bu sisteme karşılık kafa kemikleri de titreşimleri iç kulağa kadar ulaştırabilmektedir. Buna kemik yoluyla iletim denilmektedir. Normal bir kulakta havayolu ile işitme, kemik yolu ile işitmeden ortalama olarak iki kat fazladır (Karasalihoğlu, 1992).

Kendimiz konuşurken kendi sesimizi işitmede hem havayoluyla iletim hem de kemik yoluyla iletim meydana gelir. Dinlerken işitmede ise sadece havayoluyla iletim meydana gelir, yani kemik yoluyla iletim olmaz. Buna en güzel örnek kendi sesimizi teypten dinlerken tanımakta güçlük çekmemizdir.

1.2.1. Dış Kulak Fizyolojisi

Kulak kepçesi, konumu ve biçimi ile çevredeki sesleri toplamaya, yönlendirmeye yarar. Konka ise bir megafon görevi yapar ve ses dalgalarını dış kulak yolunda yoğunlaştırır. Bu şekilde ses dalgalarının şiddetini 6 dB arttırdığı sanılmaktadır (Akyıldız, 1998). Dış kulak yolu, ses dalgalarını yönlendirmekle kalmaz, aynı zamanda şiddetlendirir. Ses dalgalarının atmosferde yayılması ile dış kulak yolunda yayılması birbirleri ile karşılaştırıldığında normal yetişkin bir insanda sesin şiddetinin arttığı ve bu artışın 1000–8000 Hz arasında olduğu saptanmıştır. Normal yetişkin bir insanda bu şiddet artması 3500–4000 Hz çevresinde en yüksek değerine erişmektedir. 3500 Hz civarındaki bir ses dalgası, dış kulak yolunda yaklaşık 15–20 dB kuvvetlenmektedir (Devren, 1999). Dış kulak yolunun işitmedeki görevlerinden birisi de havayı vücut sıcaklığına getirmesidir.

1.2.2. Orta Kulak Fizyolojisi

Orta kulak, ses enerjisini dış kulak yolundaki hava ortamından kokleadaki sıvıya iletim rolünü üstlenir. Kulak zarı, ses alıcısı ve transformatörüdür. Kulak zarının

hareketleri üzerine değişik görüşler ileri sürülmüştür. Bekesy'e göre kulak zarı tıpkı bir hoparlörün membranı gibi çalışır, yani aynı amplitüdeki noktalar bir daire oluşturur. Kulak zarının en fazla titreşen kısmı kulak zarının alt kısmıdır (Akyıldız, 1998).

Ses iletimi bakımından orta kulağın görevi, ses titreşimlerini atmosferden perilenfe, yani havadan sıvı bir ortama geçirmektir. Bu iki ortamın akustik rezistanslarının farklı olması aşağı yukarı 30 dB'lik bir kayba neden olur. Orta kulağın görevi ortam değiştirmekten meydana gelen bu kaybı karşılamak, yani sesin şiddetini 30 dB kadar arttırmaktır (Devren, 1999).

Orta kulağın diğer bir görevi de i kulağı şiddetli ses titreşimlerinden korumaktır. Bu iki şekilde sağlanır:

1. Orta kulak havalı bir boşluktur. İç kulak için hava bir tampon görevi yaparak travmaların etkisini azaltır.

2. Ayrıca, orta kulaktaki iki kas (*m.tensor tympani*, *m.stapedius*) yardımı ile şiddetli ses titreşimlerinin iç kulağa geçmesi engellenmektedir. Bu kaslar şiddetli seslerle refleks olarak kasılır, kemikçikleri tespit ederek amplitüdlerini sınırlar ve iç kulağa ses şiddetinin azalarak geçmesini sağlarlar.

Orta kulağın bir başka görevi de transfer fonksiyonudur. Orta kulak, genel olarak bakıldığında sesleri iç kulağa geçiren pasif bir mekanik sistemdir. Orta kulak mekanik bakımdan lineer özelliklere sahiptir. Yani, sesin şiddeti yükselince iç kulağa iletilen enerji miktarı da yükselir. Orta kulağın bu görevine orta kulağın transfer fonksiyonu adı verilir. Alçak frekanslar için lineer özellikler değişmese bile yüksek frekanslarda kulak zarı titreşimleri düzensiz bir hal alır ve şiddet yükselmesi ve paralel olmayan bir enerji kulağa iletilir (Devren, 1999).

1.2.3. İç Kulak Fizyolojisi

İç kulakta sesin persepsiyonu ile ilgili çeşitli teoriler geliştirilmiştir. Bunlar, Helmutz, Rutherford, Voley ve Von Bekesy tarafından öne sürülmüştür. Ancak günümüzde en fazla kabul göreni Von Bekesy'nin "travelling wave" teorisidir (Devren, 1999). Bu teoriye göre ses dalgalarının perilenfe geçmesi ile perilenf hareketlenir ve baziler membranda titreşimler meydana gelir. Bu titreşimler bazal turdan başlayarak apikal tura kadar uzanır. Baziler membran bazal turda dar ve gergin, apikal turda daha geniş

ve gevşektir. Bu fark nedeni ile ses dalgası bazal turdan apikal tura kadar gezinen dalga ile götürülmüş olur. Baziler membran amplitüdü sesin frekansına göre değişiklik gösterir. Genellikle yüksek frekanslı seslerde baziler membran amplitüdüleri bazal turda en yüksek seviyededir. Buna karşılık alçak frekanslarda baziler membran amplitüdü apikal turda en yüksek seviyeye erişir. Bu yüzden yüksek frekanslı seslerde gezinen dalga bazal turda kalır, fakat alçak frekanslı seslerde ise bazal turdan başlayarak apikal tura kadar devam eder (Abbas, 1993).

Kokleaya giren titreşimler, skala vestibülde ilerlerken perilenfin karşı koyuculuğu ile her frekanstaki titreşim için özel bir yerde olmak üzere membrana bazilaris üzerine yöneltirler. Böylece koklea kanalı skala timpaniye doğru itilir. Bu sırada skala timpaninin sonunda bulunan yuvarlak pencere zarından giren orta kulak havasındaki titreşimler, bu harekete kısmen karşı koyarlar, ayrıca yuvarlak pencere zarının esneklik özelliğinin farklı olmasının da etkisi buna eklenerek iki skala arasında bir dalgalanma hareketi, korti organını da uyaran bir dalgalanmaya neden olur (Karasalihoğlu, 1992).

Transdüksiyon olayının meydana gelişinde titreşim tüy ve *stereosilia* kompleksinin rolü olduğu herkes tarafından kabul edilmektedir (Akyıldız, 1998). İç titreşim tüylerin stereosiliaları tektorial membran ile doğrudan ilişki kurmazlar, aralarında zayıf bir bağ dokusu vardır. Buna karşılık, dış titreşim tüylü hücrelerin stereosiliaları tektorial membran ile sıkı bir ilişki içindedir. Sonuçta baziler membran hareketleri, elektrik akımına dönüşür ve bu enerjide sinir impulsları doğurarak sesin 8. sinir lifleriyle merkeze iletilmesine sebep olur (John ve ark.; 1993). Ses uyaranları taşıdıkları frekanslara göre beyinde değişik yerlerde sonlanır. Yüksek tonlar işitme merkezinin derinliklerinde düşük tonlar ise yüzeylerinde sonlanır. Sesler kortekse eriştiği zaman orada önceki ses deneyimlerine göre tanınır, diğer deyişle bellek merkezi bunu anımsar (Karasalihoğlu, 1992).

1.3. İşitmenin Ölçülmesi

Gürültülü ortamlarda çalışanların işitme durumunu anlamak için konuşmayı ya da fısıltıyı duyup duymadığını test etmek yerine odyometrik muayenenin yapılması gereklidir. Odyometri, işitme duyusu fonksiyonunun ölçülmesi işlemidir. Bu işlemi gerçekleştiren aletlere “odyometre” adı verilir. Odyometre kalibre edilmiş saf ton

cihazı ile buna bağılı bir çift kulakçıkta oluşur. Kulakçıklar dıştan gelen seslerin etkisini azaltacak şekilde dizayn edilmiştir.

Odyometre, saf tonlardan oluşan sesleri 0 dB'den başlayarak 100 dB'e kadar 5'er dB'lik aralıklarla kulağa, hava ve kemik yolu ile verip alınacak cevaplara göre duyma eşiğinin saptanması işlemini yapar. En ideal koşullarda bile 5-10 dB'lik sapma olabilir (Gökçen, 2000).

Kulak manşonları ile ortam gürültüsü belirli bir seviyeye kadar düşürülebileceğinden, odyometre ölçümleri gürültüsüz bir ortamda yapılmalıdır. Yani, fon gürültüsü denilen seslerin mümkün olduğu kadar az olması gerekir. Bunun için fon gürültüsünü geçirmeyen özel odyometri odaları yapılmıştır.

1.4. Ses

Ses, kulak tarafından algılanabilen, elastik bir ortamdaki mekanik titreşimler ve basınç değişimidir. Sesin doğuşu ve yayılması, ortamdaki parçacıkların titreşimleri ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle olur. Ortamdaki parçacıkların titreşmesiyle oluşan dalgalar, havada basınç değişiklikleri oluşturur. Bu basınç değişiklikleri, kulak tarafından elektrik sinyallerine çevrilir ve beyin tarafından ses olarak algılanır. Diğer bir deyişle ses, dalgalar halinde yayılan bir enerji şeklidir.

1.4.1. Sesin Özellikleri

1. Sesin Şiddeti: Sesi oluşturan titreşimlerin atmosferde yarattığı basınç sesin şiddetini belirler. Ses şiddetinin değerlendirme birimi "desibel" (dB)'dir. Desibel, değişik ses şiddetlerini karşılaştırmak için kullanılan, logaritmik esasa dayanan bir birimdir. İnsan kulağının uyum yaptığı ses şiddeti 0 dB'dir (duyma eşiği). 100–120 dB ileri derecede rahatsız edicidir. 130–140 dB kulakta ağrı yapar ve bu değerler ağrı duyma eşiği olarak kabul edilirken, 150 dB'de kulak zarı yırtılır.

2. Ses Basıncı: Birim yüzeye yapılan basınç kuvvetidir ve dyn/cm^2 veya N/m^2 şeklinde ifade edilir.

3. Sesin Frekansı: Ses dalgalarının bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Frekans sesin pesliğini ya da tizliğini belirler. Yüksek frekanslı sesler tiz sesleri, alçak frekanslı sesler pes sesleri oluştururlar. Frekans, Hertz (Hz) simgesiyle gösterilir. Genç ve sağlıklı bir insan 16–20.000 Hz arasındaki sesleri duyar. 16 Hz'nin altındaki

sesler “duyaltı,” 20.000 Hz’nin üstündeki sesler “duyüstü” olarak adlandırılırlar (Dalgıç, 1991).

4. Frekans Spektrumu: Gürültü içinde mevcut farklı frekanslara sahip ses dalgalarına ilişkin ses basınç düzeylerinin analiz edilmesi sonucu ortaya konulan grafiklerdir.

5. Eşdeğer Gürültü Seviyesi: Verilmiş bir süre içinde süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren dBA biriminde bir gürültü ölçüğüdür.

6. dBA: İnsan kulağı, aynı şiddette fakat frekansları değişik sesleri eş şiddetle algılamaz. Genellikle yüksek frekanslı sesler daha şiddetli, düşük frekanslı sesler ise daha az şiddetli ses olarak algılanır. Kulak duyarlılığının frekansa göre değişebilmesi nedeniyle desibel değeri gürültünün insan kulağına etkisini değerlendirmede yeterli olmamakta ve yanlışlıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle gürültünün insan kulağına olan etkisi değerlendirilirken, ses şiddeti ölçü birimi olarak frekansa göre değerlendirilmiş olan dBA değeri kullanılır. Çeşitli gürültü kaynaklarının yaklaşık dBA değerleri Çizelge 1.1’de (Gökçen, 2000).

Çizelge 1.1. Çeşitli gürültü kaynaklarının yaklaşık dBA değerleri.

Gürültü Kaynakları	dBA
Yaprak hışırtısı	10
Sayfa hışırtısı	20
Alçak sesle konuşma	40
Normal sesle konuşma	50
Hızla kapı kapanması	80
Torna sesi	100
25 m uzaklıktan jet motoru gürültüsü (ağrı eşiği)	130
Gürültü bombası	200

1.5. Gürültü Ve Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı

1.5.1. Gürültü

Gürültüyü kısaca, hoş gitmeyen, subjektif olarak istenmeyen, rahatsız edici sesler olarak tanımlayabiliriz (Dirican, 1993). Başka bir tanıma göre gürültü, fiziki nitelikleri ile insanın diğer insanlarla ve çevre ile olan ilişkilerinin bozulmasına sebep olan veya o ses ile ortaya çıkan akustik enerjinin kişide gereksiz stres yaratıp fizyolojik rahatsızlığa neden olan seslerdir (İldız ve ark., 1990). Gürültünün ve sesin oluşumu, yayılması, transferi, emilmesi, ölçülmesi ve işlevi öğretisine de akustik adı verilir (Ulutürk, 1997).

Bir şahıs, yüz yüze konuşmanın zor olduğu veya imkansız olduğu durumlarda, tehlikeli gürültü sahasında bulunduğunu düşünmelidir. Genel olarak 13 cm'lik bir mesafede yüksek sesle konuşmayı gerektiren veya 99 cm'lik bir mesafede bağırmanı gerektiren gürültü tehlikeli kabul edilir (Kılınçer, 2001).

Hızla gelişen endüstrileşme, teknoloji ve kentsel yaşam bugünkü yaşantımızda, gürültünün kaçınılması çok zor bir problem olarak karşımıza çıkmasına neden olmuştur. Gürültünün fiziğini incelememiz gerekirse; şiddetini, spektrum'unu (boyutu) ve süresini ele almamız gerekir.

Şiddeti: İlk defa Graham Bell tarafından kullanılan desibel (dB), ölçülen ses basıncının standart bir referansa oranıdır. Bütün ses basınç seviyeleri için pratik olarak belirlenen standart referans, $0,0002 \text{ dyn/cm}^2$ 'ye eşit değerde olan $0,00002 \text{ Newton/m}^2$ 'dir. Bu değer 1000 Hertz'de bütün normal kulakların en zayıf bir sesi algılayabildiği ses basıncını referans olarak kabul eder ve "ses basınç seviyesi" (sound pressure level, SPL) olarak gösterilir. İnsan kulağının rahatsızlık eşiği 120 dB SPL'dir. Çeşitli ses basınç seviyelerinin (SPL) tespiti de şu formüle göre hesaplanır.

$$\text{SPL (dB)} = 20 \log (P / P_0)$$

Burada P ölçülen ses basıncını, P_0 ise $0,00002 \text{ Newton/m}^2$ standart sayısını göstermektedir (Kılınçer, 2001).

Sesin Spektrumu (Boyutu): Sesin spektrum'u, frekans terimi içerisinde birleştirilmiştir. En basit ses, hava basıncının sinüzoidal bir osilasyonu olan saf bir

ton'dur (Rölantide çalışan bir jet motorundan meydana gelen vınlama saf ton'a çok yakındır). Saf bir ses tonunun frekansı; akustik neticesinde osilasyona uğrayan hava basıncının saniyedeki sayısı olarak tarif edilir (Kılınçer, 2001).

Osilasyonların sayısı veya saniyedeki devri Hertz olarak gösterilir. Bir insanın ses olarak duyabileceği en düşük saf ton frekansı 0 Hz civarında ve en yükseği de 20000 Hz civarındadır. 20 ile 20000 Hz arasındaki frekans mesafesine "işitme mesafesi" denir.

İnsan kulağı 20 Hz'den 20000 Hz'e kadar olan frekanslardaki sesleri işitebilmesine rağmen en hassas saha 600 Hz'den 6000 Hz'e olan sahadır. Hassasiyet bu mesafenin hem altında hem üstünde gittikçe düşer. Konuşmayı işitmek için en önemli mesafe 500 Hz ile 2000 Hz arasındadır.

1.5.2. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Gürültünün insan sağlığı üzerinde yaptığı etkileri, işitme duyusunda ve işitme duyusu dışında meydana gelen etkiler olmak üzere iki alt başlığa ayırarak inceleyebiliriz.

İşitme Duyusunda Meydana Gelen Etkiler: Aşırı gürültünün işitme üzerindeki olumsuz etkisi yüzyıllardır bilinmektedir. Gürültünün, işitme duyusundaki en önemli olumsuz etkisi, kokleadaki saçlı hücrelerin dejenerasyonudur. Yüksek düzeydeki ses enerjisinin yeterli derecede korumasız bir iç kulak üzerinde etki yapmasıyla iç kulaktaki saçlı hücrelerde ve bunların elektrokimyasal yapısında olumsuz değişikliklere neden olur. Yapılan mikroskobik değerlendirmelerde, kokleanın ilk bazal kıvrımı sonundan ikinci kıvrım ortasına kadar olan kısımdaki dış saçlı hücre ve sıklıkla Deiter's destek hücrelerinde atrofi tarif edilmiştir (Alberti, 1996). Bu etkiler kulakta uğultu ve işitme kaybı ile kendini gösterir. Kokleada işitme kaybına yol açan yapısal değişiklikler, saçlı hücreleri ve 8. sinir liflerinin (işitme siniri olarak adlandırılır) uyarılma ve enerji dönüşüm fonksiyonlarını etkiler.

Gürültünün sürekli etkisiyle başlangıçta değişiklikler, geri dönebilir iç kulak değişiklikleri iken daha uzun süreli maruz kalmalarla iç kulakta, geriye dönülemez nitelikte değişiklikler meydana gelerek kalıcı işitme kaybına yol açmaktadır.

Sanayileşme ve makineleşmenin artmasıyla önemli bir sorun haline gelen Gürültüye Bağlı İşitme Kaybının altında yatan mekanizma tam olarak

aydınlatılamamıştır. Ancak oluşan koklear hasarda aşağıdaki faktörlerin etkisi olduğu bilinmektedir (Alberti, 1997).

1. Gürültünün enerji miktarı
2. Günlük ve toplam gürültüye maruz kalma süresi
3. Kişinin daha önce benzer gürültünün düşük şiddetlerine maruz kalıp kalmadığı
4. Kişinin yaşı
5. Kişinin cinsiyeti
6. Kişinin aldığı ilaçlar
7. Önceden işitme kaybına sahip olup olmaması
8. Kişisel duyarlılık (Kişisel duyarlılığı etkilediği düşünülen pek çok faktör sayılmaktadır.)
 - a. İşitme organının hücresel yapısındaki farklılıklar
 - b. Kokleanın kanlanması
 - c. İç kulak sıvılarının özellikleri
 - d. Psikolojik nedenler
 - e. Sigara ve alkol gibi alışkanlıklar
 - f. Göz rengi
 - g. Biokimyasal faktörler
9. Gürültünün temporal özellikleri (Gürültünün devamlı, aralıklı veya anlık oluşu).

Gürültüden oluşan işitme kayıplarının üç şekli vardır (Devren, 1999).

1. Gürültü nedeniyle duyma eşiğinde geçici değişme.
2. Gürültü nedeniyle duyma eşiğinde sürekli değişme.
3. Akustik travma.

1. Gürültü Nedeniyle Duyma Eşiğinde Geçici Değişme: Normal bir kulak yeterince uzun bir süre zararlı bir yoğunluktaki gürültüye maruz kalırsa geçici bir işitme kaybı olur, fakat bir süre sonra işitme tekrar eski konumuna döner. Bu geçici işitme kaybı, geçici eşik kayması (GEK) denilen fizyolojik bir fenomendir ve çoğu kez gürültüye maruz kalma süresinin ilk iki saatinde gelişir.

Gürültünün neden olduğu GEK ve bu kaymanın özelliği, gürültünün işitme duyusu üzerindeki etkilerini anlamada önemlidir. GEK'ın ilerlemesi veya düzelmesi bazı etmenlerin ilişkisine bağlıdır. Bunlar sesin spektrumu, ses basıncı düzeyi, maruz kalınan gürültü süresi ve gürültünün tipidir.

Genel olarak aralıklı gürültü sonucu oluşan GEK aynı düzeyde fakat sürekli olan gürültüye göre daha azdır. Yapılan çalışmalarda gürültüye maruz kalma sırasındaki dinlenme periyodunun gelişecek işitme kaybının daha az olmasına imkan sağladığı, ancak bu koruyucu etkinin sınırlı olduğu gözlenmiştir.

Anlık gürültülerde (impulsive) vuruların tepe değerinin büyüklüğüne bağlı olarak, geçici işitme kaybı artar ve bu artış gürültüye maruz kalma süresi ile doğru orantılıdır. Aynı zamanda, ses basınç düzeyine ve maruz kalma süresine bağlı olarak, sesin yüksek frekanslarında, alçak frekanslara oranla daha fazla eşik kaymaları gözlenir.

Belirli bir süre gürültünün etkisinde kalma sonucu oluşan eşik değişikliğinin ortadan kalkması için gereken dinlenme süresi, gürültüye maruz kalınan süreden çok daha uzundur. GEK'in azalması için gürültüye maruz kalınan sürenin 10 katı kadar bir süre dinlenme periyoduna ihtiyacı vardır, örneğin 8 saatlik sürekli bir etkilenmeyle meydana gelen eşik değişmesinin yaklaşık 80 saatte normale dönmesi beklenir (Devren, 1999). Eğer iyileşme tamamlanmadan önce ikinci bir maruz kalma meydana gelirse uzun dönemde kalıcı zedelenme riski daha fazla olur ve işitme kaybı süreklilik kazanır. GEK'le ilgili bilgiler iki amaçla kullanılır; Birincisi sürekli işitme kaybı yapabilecek gürültü düzeyinin önceden belirlenmesi ve ikincisi de gürültüye maruz kalınması halinde kişinin duyarlılığının ne olacağına belirlenmesidir.

2. Gürültü Nedeniyle Duyma Eşiğinde Sürekli Değişme: Duyma eşiğinde sürekli değişme, kulaklarında koruma olmaksızın yüksek düzeyde sese uzun süre maruz kalan kişilerde meydana gelir ve kalıcı işitme kaybı ile sonuçlanır. Uzun süre şiddetli gürültüye maruz kalan kişilerde görülen bu işitme kayıpları iletim tipi işitme kaybı, sensörinöral işitme kaybı ve mikst tip işitme kaybı olarak üç grupta incelenir. İletim tipi işitme kaybı, dış ve orta kulakta oluşan işitme kaybıdır. Ses şiddeti, dış ve orta kulaktan geçerken bir kayba uğrar ve iç kulağa aynen iletilemez. Bu işitme kaybı, ani yüksek bir patlamanın dış kulak zarını ve orta kulaktaki kemikçikleri zedelemesi sonucu görülür. Sensörinöral işitme kaybı, iç kulakta görülen bir işitme kaybıdır. İç kulaktaki kokleada bulunan sıvının veya liflerin bozulması ile duyma sinirlerinin çalışmaması sonucu oluşur. Bu işitme kaybı, yüksek şiddette ve yüksek frekanslı seslerin oluşturduğu işitme kaybıdır. Mikst tip işitme kaybı, hem iletim hem de sensörinöral işitme kaybına neden olan patolojilerin aynı kulakta bir arada bulunması sonucu oluşan işitme kaybıdır. İç kulaktaki

sinir lifleri tahrip olduğu zaman meydana gelen işitme kaybı, daimi işitme kaybı (DİK) olarak da tarif edilir. Bu sinir hücreleri kendi kendilerini yenileyemezler. Geçici işitme kaybındaki gibi bunda da gürültüden etkilenmede büyük şahsi değişiklikler vardır. Bazı şahıslar çok düşük bir kayıp ile aşırı gürültülere çok yüksek tolerans gösterebildikleri halde bazı şahıslar orta derecedeki gürültülere tolerans gösteremeyerek büyük işitme kayıplarına uğrayabilirler. Gürültüye maruz kalmada şahsın toleransını belirleyebilen uygun bir metot mevcut değildir.

Aşırı gürültüye maruz kalmaya bağlı olarak meydana gelen işitme kaybı, yaklaşık 4000 Hz'de işitme keskinliğinde bir azalmanın meydana gelmesiyle karakterize edilir. Normal olarak konuşmayı anlamak için mesafe esas olduğundan, bu frekansta orta derecedeki işitme kaybının meydana geldiğini şahıs fark edemez. Devamlı gürültüye maruz kalmayla kayıp ilerledikçe, işitme azalması artar ve tedrici olarak düşük ve yüksek frekans mesafelerine yayılır. İnceden inceye ve gizlice meydana geldiğinden günden güne işitmedeki değişiklik nadiren fark edilebilir. Genellikle işitme 2000 Hz'in altında yapıldığı zaman, bu kayıp şahıs tarafından fark edilebilir.

Bu safhada işitme kaybı esasen konuşulanların anlaşılması güçlüğüyle başlar. Gürültünün sebep olduğu işitme kaybının anlaşılmasının çok güç olması nedeniyle örnek olarak uçucuları ele alırsak; periyodik işitme testlerinde uçucu personelin tolere edilebilir bir gürültüye maruz bırakılarak teste tabi tutulması, gürültünün sebep olduğu işitme kayıplarının bir an önce belirlenebilmesini sağlar. Böylece de düzeltici tedbirler alınabilmesinde geç kalınmamış olunur.

3. Akustik Travma: Çok yüksek gürültülerin veya kısa süreli patlamaların neden olduğu işitme kaybıdır. Tek kulakta olabilir; bununla birlikte, bu işitme kaybı (sensörinöral işitme kaybı) tek başına veya iletim tipi işitme kaybı ile birlikte görülebilir. Çınlama süreklidir. Bazı kalıcı işitme kayıpları akustik travma sonucu meydana gelir. Gürültüye bağlı işitme kayıplarının özellikleri şöyledir:

1. Şiddeti 85 dB üzerindeki seslerle oluşur.
2. Daima iç kulaktaki saçlı hücreleri etkileyen bir sensörinöral kayıp vardır; kesinlikle iyileşmez. Bu nedenle gürültüden korunma son derece önemlidir.

3. Çoğunlukla çift taraflıdır. Bazı istisnai örnekler (tek taraflı kulaklık kullanan resepsiyon ve santral çalışanları, keman çalanlar, avcılarda) tek taraflıdır.
4. Hemen hemen asla derin bir işitme kaybına sebep olmaz. Genellikle alçak frekanslarda limitler 40 dB, yüksek frekanslarda aşağı yukarı 75 dB'dir.
5. Gürültü kesildiğinde, işitme kaybında ilerlemeye ilişkin belirti yoktur.
6. İç kulağa en erken zarar 3000, 4000 ve 6000 Hz'dedir. Daima 3000, 4000, 6000 Hz'de 500, 1000 ve 2000 Hz'e göre daha fazla zarar vardır. En büyük kayıp genellikle 4000 Hz'de olur.
7. Devamlı maruz kalma durumlarında kayıp 3000, 4000, 6000 Hz'de genellikle 10 ile 15 yıl civarında maksimum seviyeye ulaşır.

İşitme Duyusu Dışında Meydana Gelen Etkiler

Sesli Haberleşmeyi Engelleme: Gürültünün işitme muhaberesi üzerindeki tesiri; gürültünün şiddeti, muhaberenin şiddeti, gürültünün fasılası, konuşmanın konusu ve dinleyicinin alışkanlığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Gürültüde konuşulanların işitilip anlaşılabilmesi yüz yüze konuşmada dudak ve mimik hareketlerinin gözlenebilmesi yardımıyla kolaylaşır.

Gürültünün işitme üzerindeki ilk etkisi, işitmenin güçleşmesidir. Aynı yerde iki ses olduğu zaman maskeleye meydana gelir ve iki düşük şiddetteki sestten daha yüksek olanı, düşük şiddettekini maskeler. 250 Hz'den 4000 Hz'e kadar olan gürültü frekansı (ki bu da yaklaşık 65 dB SPL'yi geçer) konuşma muhaberesini güçleştirir. Maskelenen gürültü 95 dB'in üzerine çıktığı zaman bağırarak konuşmayı bile işitmek ve anlamak çok güçleşir.

Gürültünün diğer bir kötü etkisi de, gürültü mevcutken konuşmaların yanlış anlaşılması veya değerlendirilmesi ihtimalidir. Görünürdeki bu değişiklik, sesi duyurabilmek için bağırılması nedeniyle diğer bazı kelimelere benzeyebilmesi ve dinleyici tarafından yanlış algılanmasıdır.

Gürültü seviyesi 95 dB'i aştığı zaman kulak koruyucusu kullanmak, konuşulanların anlaşılmasında belli bir ölçüde yardımcı olur. Muhabere tipi kulaklıklar, alçak frekanslı seslere nazaran yüksek frekanslı sesleri daha çok azaltır ve çoğu kez de muhabere tipi kulaklık içine kulağa sokulan tip kulaklık takıldığı ve birlikte kullanıldığı takdirde konuşulanların anlaşılması daha da kolaylaşır.

Psikolojik Etkiler: Rahatsızlık hissi, uyumsuzluk, uykuya geç başlama, uyuyamama ve yorgunluk gibi etkilerinin yanında, gürültünün moral ve çalışma etkinliğini düşürdüğü ve yorgunluğa neden olduğu düşünülmektedir. Düşük şiddetteki sesler, zihin karışıklığına ve rahatsızlık hissine sebep olur ve bu tesirleri değiştiren faktörler ise psikolojik hazırlık, adaptasyon, görevin karışıklığı ve alışkanlıktır.

140 dB'den yukarı yüksek şiddetteki seslere maruz kalındığında korunma yetersizliğinden dolayı disoryantasyon, bulantı ve kusma meydana gelebilir. 130 dB civarındaki ses şiddeti, korunmamış kulaklarda aşırı kulak ağrısına sebep olabilir.

Yapılan çalışmalarda, gürültünün anksiyete yaratan çevresel bir faktör olduğu belirlenmiş ve anksiyete yapıcı etki yönünden gürültü devamlılığının, gürültü şiddetinden daha önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Devren, 1999).

Fizyolojik Etkiler: Yüksek basınç düzeyli gürültüye maruz kalma sonrasında asıl zarar görecektir sistemler işitme duyusundan sonra sinir ve dolaşım sistemidir ve gürültü hormonal dengenin bozulmasına da neden olur (Erkan, 1984).

1.5.3. İşitme Kaybının Şiddetine Göre Derecelendirilmesi ve Konuşmanın Anlaşılması Üzerindeki Etkileri

Derecelendirme her kulak için havayolu saf ses odyometresi testine göre yapılır. Aşağıda, işitme kaybı derecelendirilmekte ve işitme kaybı bilateral ise derecesine uygun olarak konuşmanın anlaşılması üzerindeki olumsuz etkileri sıralanmaktadır (Çelik, 2002).

1. *25 dB HL (hearing level, duyma seviyesi) Altında Normal İşitme:* Eşik ortalaması 16-25 dB HL ise, anadilini öğrenmekte olan çocuklarda sıklıkla, erişkinlerdeyse özellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı anlamada sorun çıkabilir.

2. *26-40 dB HL'de Hafif İşitme Kaybı:* Konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde önemli katkısı olan bazı sessizleri anlama gücünü bulabilir. Bebeklerde sözel iletişime olumsuz etkileri bulunabilir.

3. *41-55 dB HL'de Orta Derecede İşitme Kaybı:* Normal mesafeden konuşma sesini anlamada sorun beklenir.

4. *56-70 dB HL'de Orta Derecede İleri İşitme Kaybı:* Yüksek sesle konuşulanları anlamada sıklıkla sorun olabilir. Cihaz kullanmayan çocuklarda konuşmanın

anlaşılması beklenmemelidir. Yetişkin olan işitme kayıplı hastalar içinde işitme cihazından en fazla bu grup yarar görebilir.

5. 71-90 dB HL'de İleri Derecede İşitme Kaybı: Konuşulanları anlamak için yüksek sesle bağırarak veya sesin işitme cihazıyla amplifikasyonu zorunludur. İleri derecede bilateral işitme kaybı olan çocuklarda dil gelişimi önemli oranda sorunludur. Konuşma seslerinin bir kısmı duyulsa bile anlamakta güçlük çekilir.

6. 90 dB HL'yi Aşan Eşiklerde Çok İleri Derecede İşitme Kaybı: Konuşulanları anlamak için sesin işitme cihazları aracılığıyla yükseltilmesi de iletişimi sağlamak için yeterli olmaz. Her iki kulakta uygun işitme cihazını kullansalar bile bilateral çok ileri derecede işitme kaybı olan çocukların konuşmayı anlamaları zordur. Bu gruptaki hastalar iletişim kurabilmek için dudaktan okuma ve koklear implantasyona gereksinim duyarlar. Geçmişte halk arasında bu hastaların "sağır ve dilsiz" olarak nitelendirilmesine karşın, günümüzde gelişen özel eğitim yöntemleri, işitme cihazları ve koklear implant teknolojisiyle birlikte artık bu terim büyük oranda anlamını yitirmiştir.

1.5.4. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarında Ayırıcı Tanı

Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları, 3000-6000 Hz arası sensörinöral olarak en büyük kaybı oluşturur. Birçok vakada 4000 Hz'de odyogramda derin bir çentik görülür. 4000 Hz'deki bu derin çentik bazı vakalarda, hekimleri yanlış tanıya götürebilir. Başka bir deyişle, bir odyogramda 4000 Hz'deki çentik, gürültüye bağlı işitme kaybının tanısı için kendi başına yeterli değildir. Bu durum, çentiği yaratan diğer sebeplerin (örneğin kafa travması, herediter işitme kaybı, ototoksisite, akustik nörinom, ani işitme kaybı vb.) mevcut olmayışı ile desteklenmeli, ayrıca gürültüye bağlı işitme kaybıyla birlikte diğer nedenlerin de maskelenmiş bir şekilde bulunabileceği göz önünde tutulmalıdır (Devren, 1999).

Odyogramın dışında akustik uzun süreli uyarı ile elde edilen stapes refleks cevapları gürültüye bağlı işitme kayıplarının ayırıcı tanısında kullanılabilir. Weider ve Lenarz tarafından ilk defa 1982'de 500 Hz'de stapes refleks eşiğinin 10 dB üzerinde bir şiddetle 5dk süre ile kontralateral devamlı uyarı verilerek stapes refleks kaybını incelemişler ve özel bir test geliştirmişlerdir. Gürültüye bağlı işitme kaybı olanlarda hiç refleks kaybı görülmediği, normallerde ise 2 dk'nın sonunda refleks kaybı görüldüğü

ve sonraki 135 sn içinde ise sabit bir refleks amplitüdünün düşük de olsa devam ettiğini saptamışlardır.

Bu test, sürekli çalışma sonucu vücuttaki diğer kaslar nasıl verimliliğini arttırıyorsa *m. stapedius*'un da kronik gürültü sonucu sürekli kasılarak antrenman yaptığı ve verimini arttırdığı ileri sürülerek açıklanabilir. Bu durum kronik gürültüye maruz kalanlarda akustik uzun süreli uyarı sonucu refleks kaybının meydana gelmemesini açıklar. Gürültüye bağlı olmadan meydana gelen koklear boşluklarda ve işitmesi normal olanlarda böyle bir durum söz konusu değildir. Böylelikle bu test kronik gürültüye bağlı işitme kayıplarının diğer koklear tip işitme kayıplarından ayırt edilmesinde ayırıcı tanı testi olarak kullanılmaktadır (Devren, 1999).

1.5.5. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybının Psikososyal Etkileri

İşitme kaybıyla ilgili yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda, işitme kayıplı kişilerde depresyon ve anksiyete tespit edilmiştir (Devren, 1999). İşitme kaybının psikolojik etkilerinin, bilateral işitme kayıplı kişilerde ünilateral işitme kayıplı kişilerden daha fazla olduğu görülmüş ve bilateral işitme kayıplı kişilerde korku, hipokondria ve güçsüzlüğün en üst düzeyde yaşandığı belirtilmiştir (Devren, 1999). Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK) kişide, daha yoğun yaşanan bir stres ve anksiyeteye, değersizlik duygularına ve agresif davranışlara, yorgunluğa (işten sonra yaşanan işitsel yorgunluk, daha fazla sessizlik ihtiyacı, normal aktivitelerde kendini yorgun hissetme) sebep olur. Sosyal aktivitelerde değişiklikler oluşur, kişi kendisini gruplardan izole eder (daha az iletişime girer, grup tartışmalarına daha az katılır). Kişi negatif kişilik imajı geliştirir. İşte yaşanan problemler, resmi ve sosyal iş ilişkilerinde yaşanan dezavantajlar, iş ehliyetinin ve ona bağlı olarak statünün kaybı olarak belirlenmiştir. Tüm bu olumsuz dezavantajların aynı zamanda eş ve çocuklar tarafından da yaşandığı tespit edilmiştir (Hetu ve ark., 1988).

1.6. Havacılıkta Gürültü ve İşitme Problemleri

Havacılıkta işitme kaybı, sık karşılaşılan bir sorundur. Helikopter gürültüsünden yaşlanmaya kadar birçok faktör işitme kaybına sebep olabilmektedir. Özellikle son yıllarda hava araçlarının performanslarının arttırılmasıyla birlikte birçok akustik problem de ortaya çıkmıştır. Helikopterler, değişik amaçlara hizmet etmeleri nedeniyle

yüksek manevra kabiliyetine sahiptirler. Bu yüksek manevra kabiliyeti, ek akustik problemleri de beraberinde getirmiştir.

Akustik travma, yüksek şiddette bir sese maruz kalmayla gelişen, ani ve kalıcı işitme kaybına sebep veren bir travma şeklidir (Türkkahraman, 2002). Uzun süre gürültüye maruz kalma, işitme kaybına ek olarak uçucu personel üzerinde kas gerilmeleri, stres, kan basıncında artış, kalp atışlarının değişmesi, göz bebeğinin büyümesi gibi fizyolojik etkiler oluşturur. Buna ek olarak konsantrasyon, dikkat ve reaksiyon kapasitesinin zayıflaması, yorgunluk, uyku bozuklukları, baş ağrısı, metabolik ve hormonal bozukluklar gibi psikolojik etkiler meydana getirir. İşitme kaybı, konuşurken bağırma, sinirli olmaya, karşılıklı anlaşma zorluğuna, kişiler arasındaki ilişkilerde olumsuzluklara, iş veriminin azalmasına ve iş kazalarının artmasına sebep olmaktadır (Ergüner, 1999).

Helikopter gürültüsü çok şiddetlidir, buna bağlı olarak fazla miktarda orta ve yüksek enerji frekansına sahiptir. Bütün helikopterler için ses basınç seviyesi, ortalama 106 dB olmak üzere, 96 dB'den 115 dB'e kadar değişir. Akustik travma risk eşiği 85 dB kabul edildiğine göre, helikopter pilotlarının maruz kaldığı riskin boyutları açıkça görülmektedir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Çeşitli ses yoğunluklarının dinleyici üzerine etkileri (İldız ve ark., 1990).

Frekans (dB)	Etki
0	Duyma eşiği
65	Ortalama insan konuşması
85	Travma risk eşiği
120	Rahatsız olma eşiği
140	Acı çekme eşiği
160	Kalıcı hasar

Helikopter pilotları işitme sistemine zarar verebilecek iki tip gürültüye maruz kalırlar. Bunlar, devamlı gürültüler ve anlık gürültülerdir. Devamlı gürültüler, sürekli uçan helikopter pilotlarının işitme kaybına yol açabilecek nitelikte maruz kaldıkları en önemli gürültü çeşididir. Bu gürültü tipine çoğunlukla çalışan hava aracının yakınlarında görev yapan personel maruz kalır. Geniş frekans aralıklarında ve yüksek yoğunluktadır. Devamlı gürültüye tüm frekans aralıklarında maruz kalma seviyesi

maksimum 85 dB'dir (tehlike risk kriteri). Maruz kalmanın süresi ile yoğunluğu arasında direkt bir ilişki vardır. Gürültünün yoğunluğu arttıkça işitme kaybına neden olması için gereken süre azalır. Tavsiye edilen maksimum gürültüye maruz kalma süreleri Çizelge 1.3'te görülmektedir (İldız ve ark., 1990).

Çizelge 1.3. Tavsiye edilen maksimum gürültüye maruz kalma süreleri.

Günlük Maruz Kalma Süresi (Saat)	Maksimum Maruz Kalılabilecek Seviye (dB)
8	85
4	90
2	95
1	100
½	105

Not: Gürültü yoğunluğundaki her 5 dB'lik artış, maruz kalma süresini yarıya indirir.

Anlık gürültüler ise patlama şeklinde bir sesle ortaya çıkar. Aniden yüksek yoğunluğa ulaşır ve birden düşüğe geçer. Genellikle silah patlamaları bu tip gürültüye neden olur ve 140 dB'i aştığında duyma bozukluğuna yol açar. Ülkemizde özellikle Türk Silahlı Kuvvetlerinde görev yapan taarruz helikopter pilotları bu tip gürültüye maruz kalırlar.

Ülkemizde kullanılan farklı hava aracı tipleri değerlendirildiğinde tehlike risk kriteri olan 85 dB'i aşan hatta 100 dB ve üzerindeki seviyelerde gürültüye neden olan hava aracı tipleri Çizelge 1.4'te verilmiştir.

Çizelge 1.4. Farklı hava araçlarının oluşturduğu gürültü seviyesi.

Hava Aracı Tipi	Gürültü Seviyesi (dB)
UH-1H	102
AH-1S	105
OH-58C	103
OH-58D	100
UH-60A	108
AB-206	102

Farklı tiplerdeki hava araçlarında gürültünün şiddeti farklıdır. Değişik helikopter türlerine göre motorun hareket sırasında 120 dB'i aşan gürültü çıkardığı belirlenmiştir. Bu yoğun gürültüye yol açan kaynaklar; motor, ana rotor, kuyruk rotoru, motordan pallere (helikopterin hava içinde her yöne doğru hareket etmesini sağlayan, ana rotor düzlemini oluşturan, dönen sistem) güç aktaran dişli grubu ve gövde sarsıntısı olarak belirtilmiştir. Pal sayısının artması, hem pale bağlı gürültünün artması hem de gövde titreşiminin artmasından dolayı fazla gürültüye sebep olmaktadır. Özellikle helikopterlerdeki gerileyen palin stol* olduğu bölgedeki akustik patlama, sol kulakta işitme kayıplarıyla sıklıkla karşılaşılmaya sebep vermektedir (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Değişik helikopter tiplerinde frekanslara göre gürültü miktarları (Army Handbook, 1993).

Helikopter Tipleri	Değişik Frekanslardaki Gürültü Miktarı (dB)						
	30 Hz	250 Hz	500 Hz	1 Khz	2 Khz	4 Khz	8 Khz
UH-60A	120	110	104	97	93	90	90
AH-1S	112	103	92	91	85	85	84
CH-47D	120	103	104	104	107	105	94
OH-58A	113	101	97	92	87	83	78
UH-1H	117	100	98	101	87	87	83

S-70A Black Hawk helikopterleri için yapılan özel bir çalışmada helikopter içindeki oturma pozisyonuna göre bile maruz kalınan gürültü şiddetinin değiştiği görülmüştür (Çizelge 1.6).

* gerileyen pal stolu: ileri doğru uçuşta, helikopterin uçuş istikametine göre geriye doğru hareket eden pali, stol olma eğilimindedir. Bir uçak kanadındaki stol, uçağın düşük sürati ile meydana gelir. Helikopter pal stolu ise, helikopterin yüksek sürati ile ortaya çıkan bir durumdur. İleri hızla birlikte, gerileyen palin sürati azalırken, rotor düzleminde kaldırma kuvvetini eşitlemek için, pal kendi hücum açısını arttırmak zorundadır. Bu açı devamlı olarak artmaya devam ederse, belirli bir ileri süratte pal, stol olur. İleri hava hızı arttıkça, kaldırma kuvveti oluşmayan bölgeler, merkezin soluna hareket ederek, gerileyen pal bölgesine yayılırlar. Pal ucundaki stol, kritik hava hızlarında akustik patlamayla birlikte titreşim ve sarsıntıya sebep olur (Helikopter Aerodinamiği, 2003).

Çizelge 1.6. S-70A Black Hawk helikopteri oturma pozisyonuna göre gürültü seviyeleri (Robert ve ark., 1999).

Kabin Kapıları Kapalı			
Hover	Silahçı Penceresi Açık (dB)	Silahçı Penceresi Kapalı (dB)	
Pilot	103	102	
Silahçı	107	105	
Orta	107	107	
Sol Arka	106	107	
Uçuş			
Pilot	104	106	
Silahçı	107	104	
Orta	107	105	
Sol Arka	107	105	
Kabin Kapıları Açık			
Hover			
Pilot	102	101	
Silahçı	107	105	
Orta	110	110	
Sol Arka	107	108	

Ülkemizdeki helikopter pilotlarının devamlı tek tip hava aracıyla uçmamaları nedeniyle helikopter türlerine bağlı bir işitme probleminden çok genel akustik travmadan söz edilebilir. Uçuculardaki işitme kaybıyla ilgili yabancı ülkelerde yapılan araştırmaları incelediğimizde örneğin, 1988 yılında Amerika’da yapılan bir araştırmada ABD ordusunda uçan helikopter pilotlarının % 29.7’sinde işitme kaybı olduğu görülmüştür (Fitzpatrick, 1988). Benzer şekilde işitme kaybıyla ilgili Çin’de de birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaları tarih sırasına göre incelersek, 1994 yılında yapılan bir araştırmada 1186 uçuş mürettebatının 145 (%12,2)’inde yüksek frekanslarda işitme kaybı olduğu görülmüştür. Bu 145 mürettebatın 91 (%62,8)’i jet pilotlarıdır (Wang ve ark., 1994). 1998 yılında yapılan başka bir araştırmada, 166 pilotun % 56’sında yüksek frekanslarda işitme kaybı olduğu tespit edilmiştir (Wu ve ark., 1998). 2000 yılında yapılan diğer bir araştırmada 57 pilot ele alınmış ve bunların 15’inde tek

tarafli işitme kaybı, 21'inde ise çift tarafli işitme kaybı olduğu görölmüştür. Bu 57 pilottan 9'u az derecede işitme kaybına, 37'si orta derecede işitme kaybına, 11'i ise şiddetli derecede işitme kaybına uğramıştır (Xu ve ark., 2000). Yine 2004 yılında Çin'de yapılan bir başka araştırmada ise 105 pilot (25-44 yaş arası ve 500-3500 toplam uçuş saati olan pilotlar) incelenmiş ve bunların % 11'nde 5623 Hz ve 7966 Hz'lerde işitme kaybı olduğu görölmüştür (Zhang ve ark., 2004). Almanya'da yapılan uçuculardaki işitme kaybıyla ilgili diğer bir araştırmada, çift motorlu hava araçlarında şahsi kulak koruma yöntemleri uygulanmazsa, 20 saniye kokpit gürültüsüne maruz kalmanın pilotlarda kalıcı işitme kaybına sebep olduğu ortaya konmuştur (Stueben, 2002).

Türkiye'de ise helikopter uçucularının işitme problemlerine yönelik birkaç küçük çaplı çalışma hariç konunun ayrıntılı olarak ele alınmadığını görmekteyiz. Ülkemizde yapılan az sayıdaki çalışmayı şöyle özetleyebiliriz. 1987-1988 yılları arasında muayeneleri yapılan değişik kuvvetlerden toplam 300 helikopter pilotunun periyodik muayeneler çerçevesinde sağ ve sol kulağa ait saf ton odyometre değerleri yaş, toplam uçuş saati dahil olmak üzere toplam 22 farklı değişken araştırılarak, Anadolu Üniversitesi Biyoistatistik Bilgi İşlem Birimi'nde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Sonuçta; helikopter pilotlarında yaş ve uçuş sürelerindeki artışlara bağlı olarak tüm frekanslarda ortalama işitme eşiği değerlerinin artış gösterdiği izlenmiştir. Özellikle 4000-8000 Hz'de işitme kayıplarının arttığı ve ortalama eşiğ değerlerinin diğer frekanslardakine göre önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada helikopter pilotlarında işitme kayıplarının belirginleştiği yaş grubu olarak 35-39 yaş arasının kabul edilebileceği, toplam uçuş saati grubu için ise 2000-2999 uçuş saati arasının kabul edilebileceği belirtilmiştir (Onat ve ark., 2004). 2004 yılında yapılan başka bir çalışmada o anda muayeneye gelen 100 helikopter pilotu denek olarak alınmış ve bunların % 34'ünde işitme kaybı olduğu görölmüştür (Onat ve ark., 2004).

Türkiye'de işitme kayıpları çalışmaları daha çok sanayide çalışan işçiler üzerinde yapılmıştır (Dalgıç, 1991; Devren, 1999; Ergüner, 1999; Gökçen, 2000; Akan, 2002; Türkahraman, 2002). Bu çalışmalarda, çevresel faktörlerin yoğun olduğu iş kollarında yeterli önlemlerin alınması doğrultusunda, işçi sağlığı ve iş güvenliği konuları incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda işçilerin özellikle 2000 Hz ile 6000 Hz

arasındaki (daha çok 4000 Hz frekans bandı ve civarında) değerlerinde işitme kayıplarının olduğu gözlenmiştir.

Helikopter uçucularında işitme kaybını araştıran çalışmalarda sadece aktif olarak uçan helikopter pilotları denek olarak kullanılmış ve bu pilotların işitme kayıpları değerlendirilmiştir. Helikopterin bir mürettebatı olarak görev yapan, aktif olarak sürekli uçan uçuş teknisyenleri ile geri hizmet uçucusu olarak nitelendirilen, diğerlerine göre daha az uçan pilot ve teknisyenler denek olarak ele alınmamış ve işitme kayıpları karşılaştırmalı olarak incelenmemiştir.

1.7. Amaç

Bu çalışmada esas olarak helikopter pilot ve uçuş teknisyenlerinde işitme kayıplarının ne düzeyde olduğunu belirlenmesi amaçlanmaktadır. Daha sonra ise, ortaya çıkacak sonuçlara göre, işitmeyle ilgili sağlık sorunları ile karşılaşmış olsun veya olmasın uçucu personelin işitme sağlığının korunmasına yönelik alınması gereken tedbirler tartışılacaktır.

Bu çalışmanın diğer yabancı ülkelerde ve ülkemizde yapılan çalışmalardan bazı farklı yönleri bulunmaktadır. Sözü edilen çalışmalarda işitme kayıpları şimdiye değin kesitsel (cross-sectional) nitelik taşıyan veriler üzerinden yapılmıştır. Bu çalışma ise uzunlamasına (longitudinal) inceleme tekniğinin kullanıldığı bir çalışmadır. Çalışma, helikopter uçucu personelinin (pilot ve teknisyen) uçuculuğa başladığı ilk yıldan günümüze kadar geçen süredeki odyometrik ölçüm sonuçlarını değerlendirmektedir.

Bireylerin işitme değerleri, toplam ve her yıl uçtuğu uçuş saatleri, yaş faktörü, kaç yıllık uçucu olduğu yönünden ele alınmaktadır. Bu değişkenlere bağlı olarak işitme kaybına kaç yaşında, kaçınıcı uçuş yılında ve kaçınıcı uçuş saatinde meydana geldiği incelenecek ve işitme kaybından kaynaklanan kazaların önlenmesine ilişkin öneriler getirecektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma iki grup uçuş personeli üzerinde yürütülmüştür. Birinci grubu helikopter pilotları, ikinci grubu ise helikopter teknisyenleri oluşturmaktadır. Bu iki gruba ilişkin genel istatistiksel özellikler Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Birinci grupta yaşları 27–53 arasında değişen (ortalama 35,1 yıl) 55 helikopter pilotu, ikinci grupta ise yaşları 23–50 arasında değişen (ortalama 33,1 yıl) 75 helikopter teknisyeni yer almaktadır.

Birinci grupta (helikopter pilotları) toplam uçuş saati 500 ile 4750 arasında değişmekte olup ortalama değer 2138 saattir. Helikopter pilotları içerisinde en az uçuş yılı 4, en fazla uçuş yılı 28'dir. Bir yılda en az uçan pilot 125 saat, en fazla ise 550 saat uçmuştur.

İkinci grupta (helikopter teknisyenleri) toplam uçuş saati 350 ile 4250 arasında değişmekte olup ortalama değer 2281 saattir. Helikopter teknisyenleri içerisinde en az uçuş yılı 3, en fazla uçuş yılı 30'dur. Bir yılda en az uçan teknisyen 120 saat, en fazla ise 500 saat uçmuştur.

Çalışma retrospektif nitelikte bir araştırma olup, helikopter uçucu personelinin uçuş dosyalarındaki heyet raporlarının Eskişehir ve Etimesgut Hava Hastanesinde bulunan Kulak-Burun-Boğaz birimindeki odyometri sonuçlarından ve yapılan mülakatlardan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Pilotlara ilişkin veriler 1981-2004 yılları arasındaki ölçümlere dayanmakta olup, teknisyenlerin ölçümleri 1978-2004 yıllarında yapılmıştır.

Çizelge 2.1. Yaş, birey sayıları, uçuş yılı ve uçuş saatlerine ilişkin istatistiksel bilgiler.

	Pilot (n = 55)				Teknisyen (n = 75)			
	ort	ss	min	max	ort	ss	min	max
Yaş (yıl)	35,1	5,6	27	53	33,1	7,4	23	50
Uçuş yılı	11,1	5,5	4	28	13,4	6,6	3	30
Uçuş saati	2138,1	1234,9	500	4750	2281,3	926,1	350	4250

2.2. Metot

2.2.1. Odyolojik Testin Uygulanması

Odyometrik ölçümler uzman kişiler tarafından (odyometrist) bu işlem için özel olarak geliştirilmiş ortamlarda gerçekleştirilmiştir. Odyometri odaları ses geçirmeyen özel kabinlerden oluşmaktadır. Havayolu ölçümü yapılırken kulaklıkların tam yerleştirilmiş olmasına dikkat edilir. Kemik yolu ölçümü yaparken de kemik yolu kondüktörünün mastoid kemik üstünde tam yerleşmiş olmasına dikkat edilir.

Teste başlamadan önce personele değişik tonlarda sinyal sesleri duyacağı ve duyduğunda elindeki sinyal düğmesine basması söylenir. Sinyallerden örnek vererek duyacağı ses ve elindeki sinyal düğmesine basma zamanı gösterilir. Testi yapan kişi ile testi yapılan kişi karşı karşıya oturmaktadır. Ölçümü yapılacak kişiye, sesleri dinleyeceği ve bunların çok azını duyulabileceği ve birçoğunun işitilmesinin güç olacağı söylenir. Ölçülecek kişiye çok dikkatli olması ve sesi duyduğu anda elini butona basması, ses kesildiğinde ise elini butondan kaldırması söylenir.

Bu testler, değişik frekanslardaki işitme eşiklerini saptamaya yarar. Normal işitme, iletim tipi işitme kaybı, sensörinöral tip işitme kaybı ve mikst tip işitme kaybı gibi farklı durumlar tespit edilebilir. Hava-kemik yolu aralığının olması iletim tipi işitme kaybını gösterir. Kemik yolu ile birlikte havayolu işitme eşiği üstüste durumdayken eşiklerdeki yükselme görülmesi sensörinöral işitme kaybına işaret eder. Kemik yolu ve havayolu eşikleri yükseldiği halde aralarında bir mesafe olması halinde mikst tip işitme kaybından bahsedilir.

2.2.2. Odyometre Cihazı

Odyometre cihazıyla “hava” ve “kemik yollu saf ton işitme” testleri yapılmaktadır. Bunlara ek olarak dar bant (narrow band) maskeleme de yapılabilir. Bu cihaz, otomatik olarak diğer kulağı maskeleyebilir. Maskeleme, eşiklerin belirlenmesi sırasında önce iyi işiten kulağın ardından daha az işiten kulağın havayolu eşik değerlerinin belirlenmesi işlemidir. Bu aşamada aşağıda sıralanan kriterlere göre, işitmesi iyi olan karşı kulağa havayolundan dar-bant gürültü verilerek, yani maskeleme yapılarak, test edilen kulağın eşikleri belirlenir. Havayolu eşiklerinin belirlenmesinden sonra kemik vibratör kullanılarak, kemik yolu eşikleri belirlenir. Aynı şekilde, kemik yolu eşikleri

için de maskeleme kriterleri mevcutsa, kemik yolundan maskeleme yapılarak eşik değerleri saptanır.

Havayolu eşik ölçümünde maskeleme kriterleri: Test uygulanan kulağın herhangi bir frekansta havayolu eşığı, karşı taraftaki kulağın hava veya kemik yolu eşik değerinden 40 dB HL veya daha yüksekse, maskelemeye başvurulur.

Kemik yolu eşik ölçümünde maskeleme kriterleri: Mastoid vibratörün her iki kokleayı eşit şiddette uyardığı kabul edilir. Bu nedenle, test edilen kulaktaki kemik yolu eşığı ile aynı frekansta havayolu eşığı arasındaki farkın 15 dB HL ve üzerinde olması durumunda kemik yolu eşikleri, havayolundan maske sesi verilerek belirlenir.

Gerçekte havayolu, kemik yolundan 35 dB daha iyi iletim yapmasına karşın, odyometre cihazlarında kemik yoluna 35 dB eklendiğinden, 0 hattı, hem kemik hem de havayolu için aynıdır. İnsan kulağı 1 metre mesafeden en iyi 256 ile 8000 Hz arasındaki frekanslardan oluşan konuşmaları duyabilir. Odyometre cihazıyla özellikle bu aralıklardaki işitme eşikleri ölçülür. Bu aralıklar Çizelge 2.2.'de verilmiştir. İşitme seviyesi alanları havayolunda -10 ila +100 dB HL olup kemik yolunda -10 ila + 65 dB HL civarındadır. Sinyal sesleri 5 dB'lik farkla verilebilmektedir. Aksesuarlar standarttır. Ölçülen veriler frekanslara göre Çizelge 2.2.'de örneği verilen bir forma kaydedilir. Söz konusu çizelgede verilen değerler, araştırmamızda yer alan ve rasgele seçilmiş olan bir uçucunun değerleridir. Bu değerler personelin uçucu muayene raporuna işlenmekte ve hastane arşivinde saklanmaktadır.

Çizelge 2.2. Uçucu muayene raporundaki frekanslara göre işitme durumu tablosu.

Frekans		256	512	1024	2048	4096	8192
Sağ	Hy	20	15	15	10	35	20
	Ky	20	10	10	5	30	20
Sol	Hy	20	15	10	10	15	20
	Ky	20	10	5	5	10	20

2.2.3. İstatistiksel Analizler

Pilotlar ile teknisyenler arasındaki işitme değeri farklılıkları Student_t testi ile analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıklarda anlamlılık seviyesi için $\alpha=0,05$ değeri sınır değeri olarak kabul edilmiştir. Tüm hesaplamalar ve istatistiki testler SPSS 11.0 for Windows paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

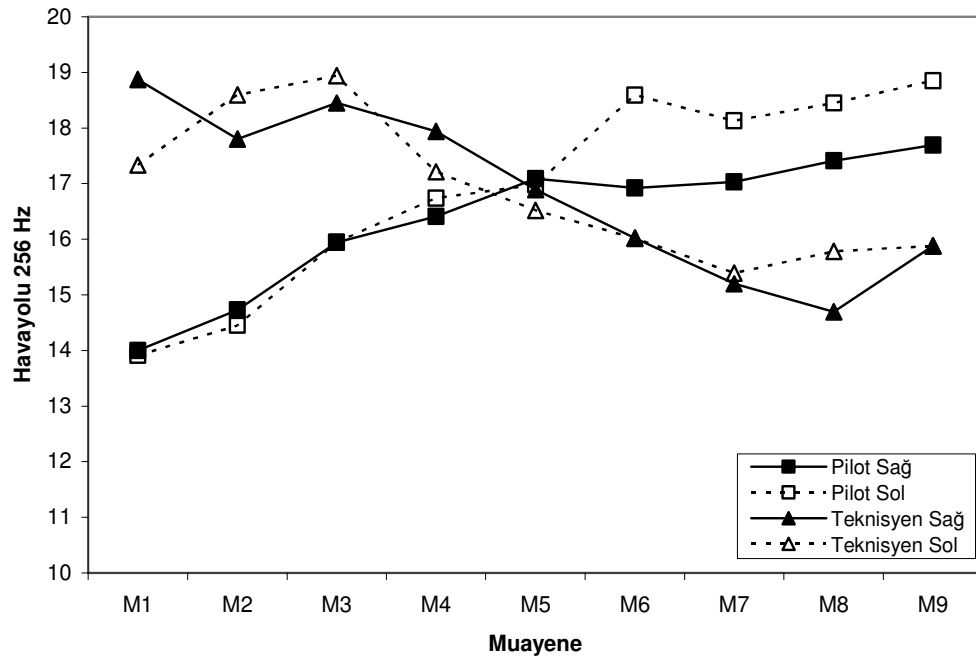
Bu çalışmada, uçuş mürettebatının bireyleri olan pilot ve teknisyen grubunun işitme değerleri ele alınıp incelenmiştir. Bu işitme değerleri odyometrik ölçümlerle bulunmuş olup 256 Hz, 512 Hz, 1024 Hz, 2048 Hz, 4096 Hz ve 8192 Hz frekanslardaki sonuçları içermektedir. Pilot ve teknisyenlerden oluşan iki grubun değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Konuyu anlatma sırası, önce çizelgeyle sayısal verilerin gösterilmesi daha sonra grafik ve o grafikte ilgili kısa bir yorum şeklinde belirlenmiştir.

Çizelgelerde her iki grup için elde edilen frekans değerleri ve bunlara ilişkin tanımsal istatistiksel hesaplamalar verilmiştir. Ölçülen her bir frekansta önce pilot ve teknisyenlerin sağ ve sol havayolu işitme değerleri verilmiş, daha sonra değerler grafik halinde sunulmuştur. Havayolu için yapılan bu işlemler kemik yolu için de tekrarlanmıştır. Her bir çizelge ve grafik alt alta verildikten sonra bunların yorumlarından bahsedilmiştir.

256 Hz’de yapılan pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu işitme değer ölçümlerinin sonuçları, Çizelge 3.1. ve Grafik 3.1.’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Havayolu								
1	55	14,00	4,45	75	18,87	7,28	4,39	0,000
2	55	14,73	4,45	75	17,80	5,94	3,23	0,002
3	48	15,94	6,07	71	18,45	5,38	2,37	0,019
4	46	16,41	5,64	68	17,94	4,75	1,56	0,121
5	43	17,09	4,90	66	16,89	5,17	0,20	0,842
6	39	16,92	4,07	59	16,02	4,43	1,02	0,309
7	32	17,03	4,18	51	15,20	4,57	1,84	0,070
8	29	17,41	3,92	32	14,69	3,79	2,76	0,008
9	26	17,69	3,23	17	15,88	4,41	1,56	0,128
Sol Havayolu								
1	55	13,91	5,33	75	17,33	5,34	3,61	0,000
2	55	14,45	4,37	75	18,60	5,66	4,52	0,000
3	48	15,94	4,45	71	18,94	5,13	3,30	0,001
4	46	16,74	5,07	68	17,21	4,26	0,53	0,597
5	43	16,98	4,38	66	16,52	4,80	0,507	0,613
6	39	18,59	3,96	59	16,02	4,62	2,85	0,005
7	32	18,13	4,35	51	15,39	3,98	2,94	0,004
8	29	18,45	4,45	32	15,78	4,03	2,45	0,017
9	26	18,85	4,75	17	15,88	4,04	2,12	0,041

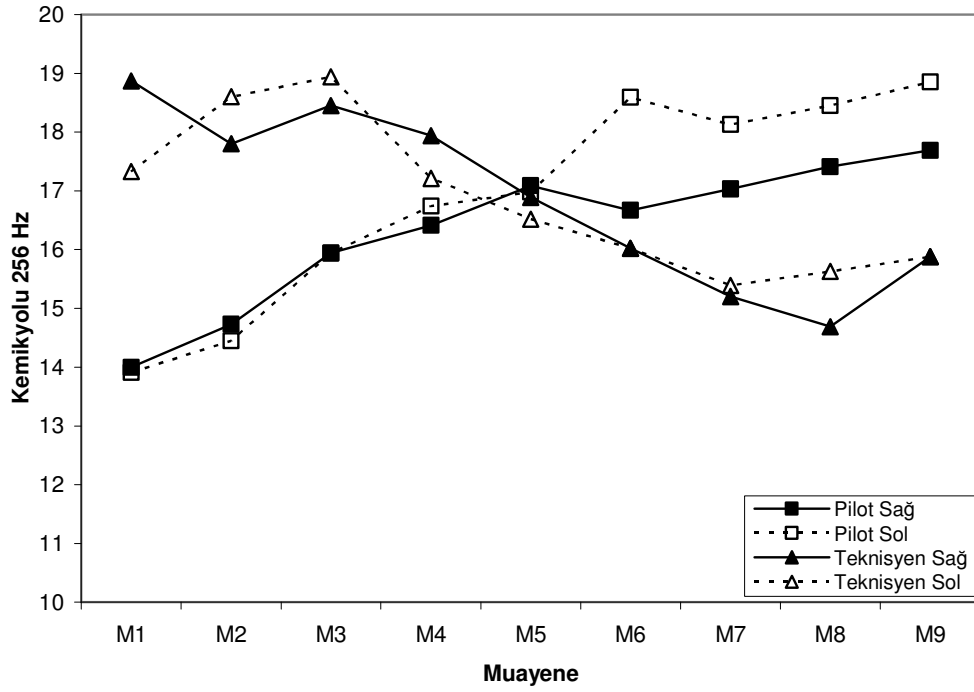


Grafik 3.1. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Grafik 3.1.'den de görüldüğü üzere pilotlarda işitme eşik değerleri özellikle 5'inci muayeneye kadar düzenli bir şekilde artmaktadır. Daha sonraki yıllarda ise yaklaşık aynı seviyede kalmaktadır. Teknisyenlerde ise karşımıza daha farklı bir tablo çıkmaktadır. Bu grupta işitme eşik aralığı giderek azalma eğilimi göstermektedir. İki grubun değerleri 4-6'ncı muayenelerde birbirlerine yakın çıkmakta, buna karşılık ilk ve son muayenelerde belirgin farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum istatistik analizlerde de destek bulmaktadır.

Çizelge 3.2. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 256 Hz'de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Kemik yolu								
1	55	14,00	4,45	75	18,87	7,28	4,39	0,000
2	55	14,73	4,45	75	17,80	5,94	3,23	0,002
3	48	15,94	6,07	71	18,45	5,38	2,37	0,019
4	46	16,41	5,64	68	17,94	4,75	1,56	0,121
5	43	17,09	4,90	66	16,89	5,17	0,20	0,842
6	39	16,67	4,18	59	16,02	4,43	0,73	0,470
7	32	17,03	4,18	51	15,20	4,57	1,84	0,070
8	29	17,41	3,92	32	14,69	3,79	2,76	0,008
9	26	17,69	3,23	17	15,88	4,41	1,56	0,128
Sol Kemik yolu								
1	55	13,91	5,33	75	17,33	5,34	3,61	0,000
2	55	14,45	4,37	75	18,60	5,66	4,52	0,000
3	48	15,94	4,45	71	18,94	5,13	3,30	0,001
4	46	16,74	5,07	68	17,21	4,26	0,53	0,597
5	43	16,98	4,38	66	16,52	4,80	0,51	0,613
6	39	18,59	3,96	59	16,02	4,62	2,85	0,005
7	32	18,13	4,35	51	15,39	3,98	2,94	0,004
8	29	18,45	4,45	32	15,63	4,16	2,56	0,013
9	26	18,85	4,75	17	15,88	4,04	2,12	0,041



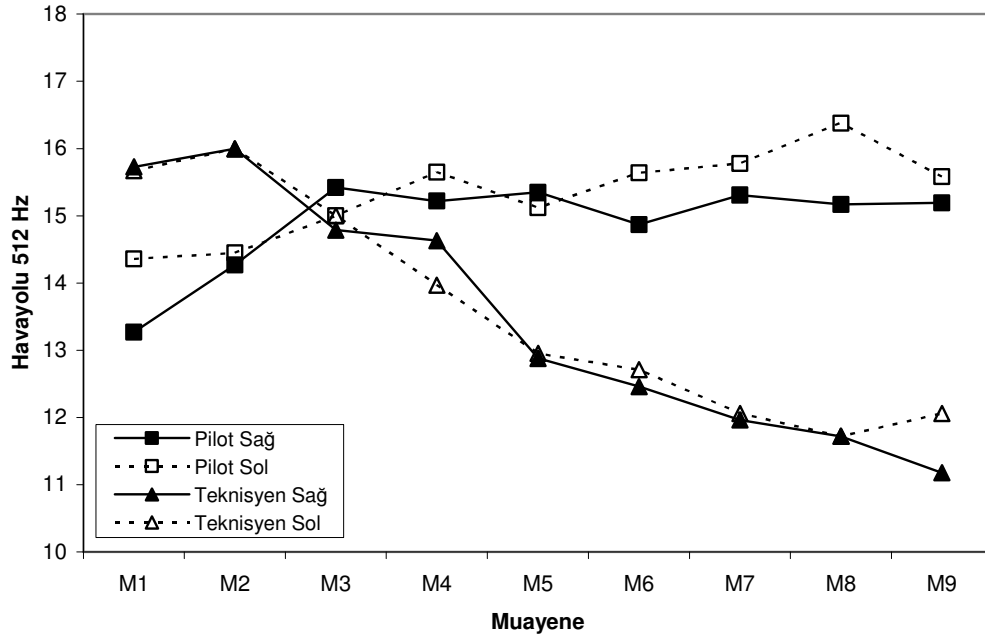
Grafik 3.2. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemikyolu 256 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Çizelge 3.2 ve Grafik 3.2 ’de 256 Hz frekanstaki sağ ve sol kemikyolu değerleri görülmektedir. Buradan da izlenebileceği gibi, kemikyolunda yapılan ölçüm sonuçları havayolunda yapılan ölçümlerle büyük benzerlik göstermektedir.

İşitme testleri bilindiği gibi sağ ve sol kulakta ayrı ayrı yapılmaktadır. Örneğimizdeki deneklerin sağ ve sol havayolu işitme eşik değerleri Çizelge 3.3 ve Grafik 3.3’ten izlenebilir.

Çizelge 3.3. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Havayolu								
1	55	13,27	3,75	75	15,73	7,00	2,37	0,020
2	55	14,27	4,34	75	16,00	5,63	1,90	0,060
3	48	15,42	2,88	71	14,79	4,73	0,82	0,414
4	46	15,22	3,64	68	14,63	5,06	0,67	0,502
5	43	15,35	3,84	66	12,88	4,64	2,90	0,005
6	39	14,87	3,71	59	12,46	4,48	2,79	0,006
7	32	15,31	3,57	51	11,96	5,00	3,29	0,001
8	29	15,17	3,89	32	11,72	4,13	3,35	0,001
9	26	15,19	4,11	17	11,18	4,15	3,12	0,003
Sol Havayolu								
1	55	14,36	5,36	75	15,67	5,88	1,29	0,198
2	55	14,45	4,48	75	16,00	5,63	1,68	0,095
3	48	15,00	4,12	71	15,00	4,55	0,00	1,000
4	46	15,65	4,54	68	13,97	4,53	1,94	0,055
5	43	15,12	4,29	66	12,95	4,63	2,45	0,016
6	39	15,64	4,46	59	12,71	4,94	2,98	0,004
7	32	15,78	5,40	51	12,06	4,49	3,40	0,001
8	29	16,38	4,60	32	11,72	4,32	4,07	0,000
9	26	15,58	4,31	17	12,06	4,69	2,52	0,016

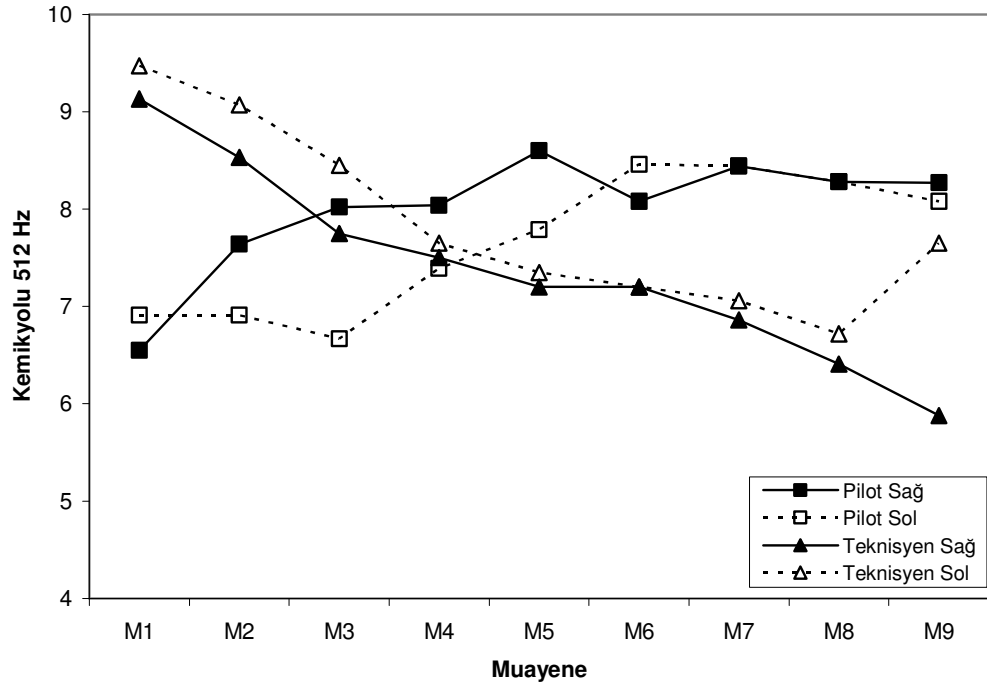


Grafik 3.3. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Grafik 3.3 incelendiğinde, pilotların işitme eşik değerlerinin ilk yıllarda hafif bir artış gösterdiği, ancak 4'üncü muayeneden sonra seviyesini koruduğu gözlenmektedir. Teknisyenlerde ise, işitme eşik değerlerinin bir önceki frekanstaki (256 Hz) gibi, yıllar içerisinde giderek azaldığı izlenmektedir. 512 Hz'de yapılan ölçümlerin sonuçları pilotlar ve teknisyenler için benzer bir örüntü göstermektedir. İlk yıllarda pilot ve teknisyenlerin işitme eşik değerleri birbirlerine yakın iken ilerleyen muayenelerde bu iki grubun birbirlerinden farklılaştıkları gözlenmektedir. Söz konusu farklılaşmayı t-testi sonuçlarında da görmek mümkündür.

Çizelge 3.4. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 512 Hz'de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Kemik yolu								
1	55	6,55	2,52	75	9,13	5,53	3,23	0,002
2	55	7,64	4,06	75	8,53	4,98	1,09	0,276
3	48	8,02	2,47	71	7,75	4,03	0,42	0,675
4	46	8,04	2,68	68	7,50	3,61	0,87	0,386
5	43	8,60	2,74	66	7,20	3,41	2,27	0,025
6	39	8,08	2,71	59	7,20	2,82	1,52	0,132
7	32	8,44	2,96	51	6,86	3,15	2,27	0,026
8	29	8,28	2,76	32	6,41	2,61	2,72	0,009
9	26	8,27	3,72	17	5,88	1,96	2,42	0,020
Sol Kemik yolu								
1	55	6,91	3,90	75	9,47	5,17	3,08	0,003
2	55	6,91	3,53	75	9,07	4,77	2,83	0,005
3	48	6,67	2,38	71	8,45	3,64	2,99	0,003
4	46	7,39	2,73	68	7,65	3,61	0,41	0,684
5	43	7,79	2,73	66	7,35	3,30	0,73	0,468
6	39	8,46	3,06	59	7,20	3,25	1,92	0,058
7	32	8,44	2,67	51	7,06	3,02	2,11	0,038
8	29	8,28	2,41	32	6,72	2,72	2,35	0,022
9	26	8,08	3,76	17	7,65	3,58	0,37	0,711



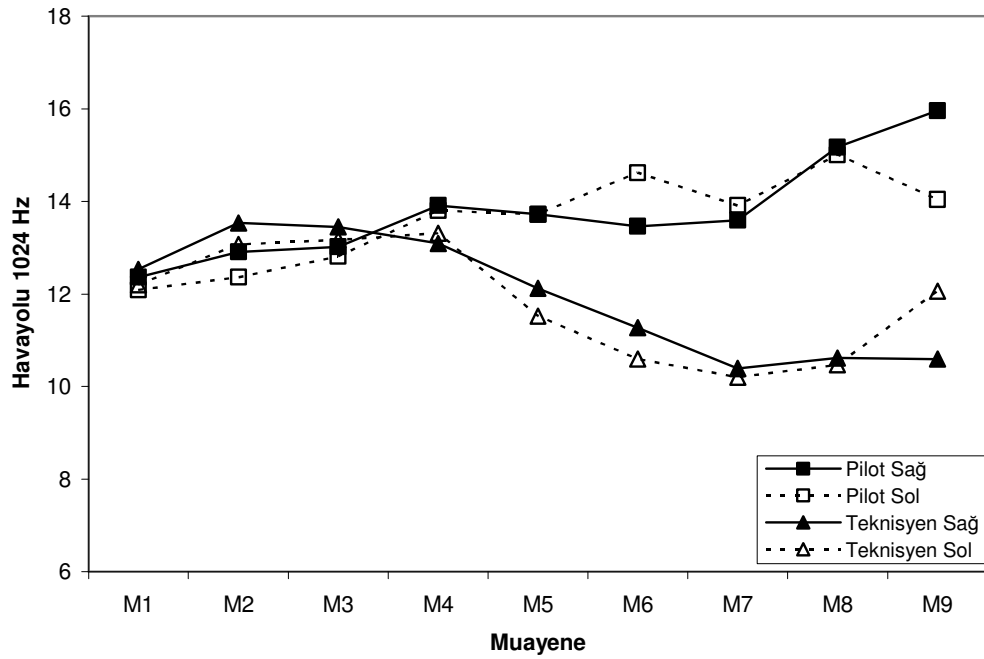
Grafik 3.4. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 512 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Düşük seviye frekanslardan olan 512 Hz’de sağ ve sol kemik yolu ölçümlerine göre pilotlarda işitme eşik aralığı, sağ kulakta 5’inci muayeneye kadar, sol kulakta ise 6’ncı muayeneye kadar artış göstermekte, sonraki muayenelerde yaklaşık aynı seviyede devam etmektedir. Teknisyenlerde, pilotların tam tersine, işitme eşik aralığı sürekli azalma eğilimi içerisindedir.

Düşük seviye frekanslar (yani 256 Hz ve 512 Hz) için genel bir değerlendirme yapılacak olursa, pilotların ve teknisyenlerin işitme eşik değerlerinin farklı eğilimler içerisinde oldukları söylenebilir. Genel eğilim pilotlarda önce artış, ardından aynı seviyede kalma şeklinde iken, teknisyenlerde sürekli azalma eğilimi gözlenmektedir.

Çizelge 3.5. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Havayolu								
1	55	12,36	4,17	75	12,53	5,22	0,20	0,843
2	55	12,91	3,68	75	13,53	5,43	0,74	0,463
3	48	13,02	3,21	71	13,45	4,89	0,54	0,594
4	46	13,91	3,63	68	13,09	4,73	1,00	0,320
5	43	13,72	3,29	66	12,12	4,64	1,96	0,053
6	39	13,46	3,65	59	11,27	4,60	2,50	0,014
7	32	13,59	3,85	51	10,39	4,98	3,10	0,003
8	29	15,17	3,12	32	10,62	4,53	4,51	0,000
9	26	15,96	3,47	17	10,59	4,63	4,34	0,000
Sol Havayolu								
1	55	12,09	3,93	75	12,20	4,36	0,15	0,884
2	55	12,36	3,13	75	13,07	5,12	0,89	0,375
3	48	12,81	3,40	71	13,17	4,57	0,46	0,646
4	46	13,80	3,52	68	13,31	4,19	0,66	0,512
5	43	13,72	2,90	66	11,52	3,71	3,29	0,001
6	39	14,62	3,11	59	10,59	4,74	4,67	0,000
7	32	13,91	3,53	51	10,20	4,99	3,66	0,000
8	29	15,00	3,78	32	10,47	4,08	4,48	0,000
9	26	14,04	4,00	17	12,06	3,97	1,59	0,120

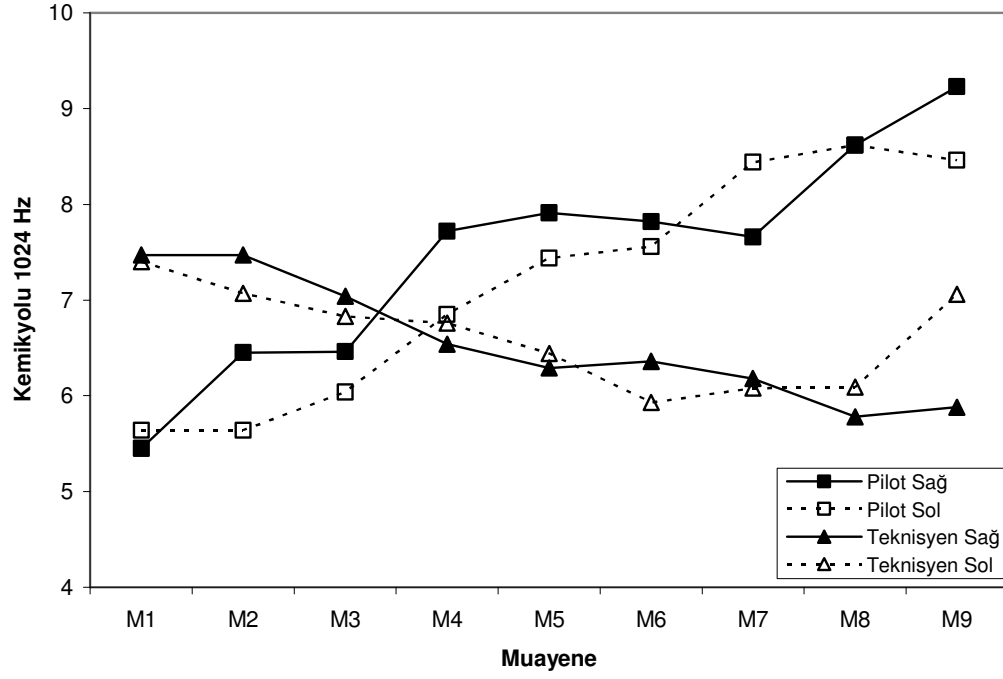


Grafik 3.5. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Odyometrik ölçümlerde 1024 Hz ve 2048 Hz frekanslar orta seviye frekansları olarak değerlendirilir. 1024 Hz’de sağ ve sol havayolu ölçümlerine ait işitme eşik değerleri Çizelge 3.6 ve Grafik 3.5’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, pilotlarda ve teknisyenlerde 4’üncü muayeneye kadar belirgin bir farklılaşma söz konusu değildir. Ancak dördüncü muayeneden sonra iki grup farklılaşmaktadır. Dördüncü muayeneden sonra pilotlarda işitme eşiği artarken teknisyenlerde azalmaktadır.

Çizelge 3.6. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			<i>t</i>	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Kemik yolu								
1	55	5,45	1,45	75	7,47	3,80	3,73	0,000
2	55	6,45	2,48	75	7,47	3,61	1,79	0,076
3	48	6,46	2,29	71	7,04	2,99	1,14	0,256
4	46	7,72	3,11	68	6,54	2,62	2,17	0,032
5	43	7,91	2,72	66	6,29	2,67	3,07	0,003
6	39	7,82	2,76	59	6,36	2,75	2,57	0,012
7	32	7,66	2,53	51	6,18	2,36	2,70	0,008
8	29	8,62	2,63	32	5,78	2,23	4,55	0,000
9	26	9,23	2,71	17	5,88	1,96	4,38	0,000
Sol Kemik yolu								
1	55	5,64	2,16	75	7,40	3,42	3,36	0,001
2	55	5,64	1,93	75	7,07	3,29	2,87	0,005
3	48	6,04	2,05	71	6,83	2,56	1,78	0,078
4	46	6,85	2,65	68	6,76	2,55	0,17	0,867
5	43	7,44	2,52	66	6,44	2,44	2,07	0,041
6	39	7,56	2,53	59	5,93	1,96	3,58	0,001
7	32	8,44	2,35	51	6,08	2,30	4,50	0,000
8	29	8,62	2,27	32	6,09	2,45	4,16	0,000
9	26	8,46	3,08	17	7,06	2,53	1,56	0,127

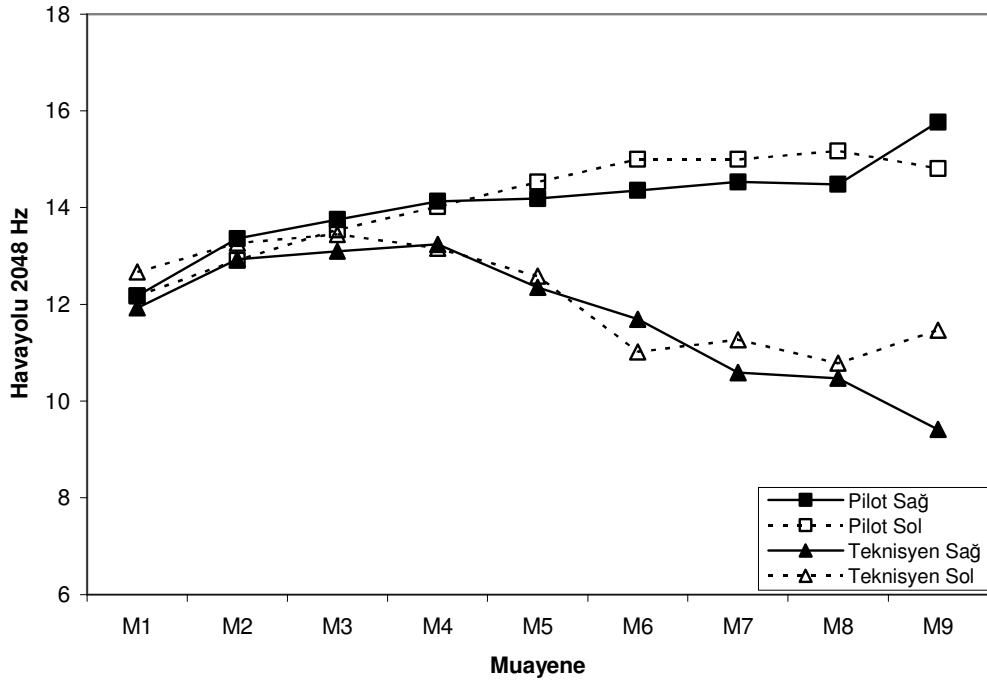


Grafik 3.6. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 1024 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Grafik 3.6 incelendiğinde, 1024 Hz frekansında sağ ve sol kemik yolu işitme değerlerinin pilotlarda sürekli olarak artma eğiliminde oldukları görülmektedir. Teknisyenlere gelince, pilotlardan farklı olarak bu grubun değerlerinin azalma eğiliminde oldukları izlenmektedir. İki grup arasındaki fark ileriki muayenelerde belirgin biçimde artmaktadır. Student-t testi sonuçları da bu artışın istatistiksel açıdan geçerli olduğunu göstermektedir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.7. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Havayolu								
1	55	12,18	3,57	75	11,93	4,49	0,34	0,735
2	55	13,36	3,60	75	12,93	5,00	0,54	0,589
3	48	13,75	3,49	71	13,10	4,58	0,83	0,406
4	46	14,13	3,84	68	13,24	4,55	1,10	0,276
5	43	14,19	3,60	66	12,35	4,82	2,14	0,035
6	39	14,36	3,07	59	11,69	4,87	3,03	0,003
7	32	14,53	3,44	51	10,59	5,35	3,71	0,000
8	29	14,48	3,36	32	10,47	5,13	3,57	0,001
9	26	15,77	4,16	17	9,41	4,28	4,84	0,000
Sol Havayolu								
1	55	12,18	4,78	75	12,67	4,67	0,58	0,564
2	55	12,91	3,29	75	13,27	4,96	0,46	0,643
3	48	13,54	3,71	71	13,45	4,59	0,11	0,909
4	46	14,02	4,16	68	13,16	5,17	0,94	0,350
5	43	14,53	3,05	66	12,58	5,35	2,18	0,032
6	39	15,00	3,44	59	11,02	5,39	4,09	0,000
7	32	15,00	3,59	51	11,27	5,64	3,33	0,001
8	29	15,17	4,32	32	10,78	4,93	3,68	0,001
9	26	14,81	4,57	17	11,47	4,59	2,33	0,025

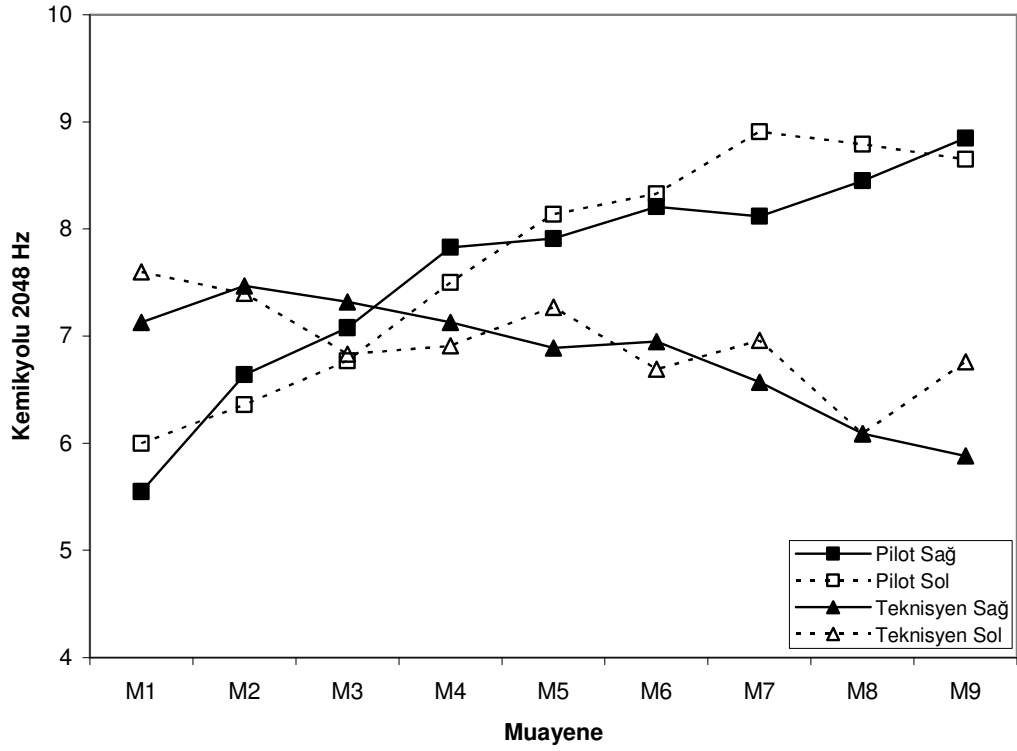


Grafik 3.7. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

2048 Hz orta seviyede değerlendirilen bir frekanstır. Bu frekansta yapılan ölçümlere ilişkin değerler Grafik 3.7’de gösterilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, pilotlardaki işitme değerlerinin hafif ama düzenli bir artış eğiliminde olduğu izlenir. Teknisyenlerde ise ortalama işitme eşiği değerleri ilk 4 muayeneye kadar hafifçe artmakta, daha sonra azalma eğilimine girmektedir. Pilotlarda işitme eşik değerinin artması, teknisyenlerde azalması sonucunda iki grup ilerleyen yıllarda birbirlerinden bariz bir şekilde ayrılmaktadırlar.

Çizelge 3.8. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	N	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Kemik yolu								
1	55	5,55	1,57	75	7,13	3,40	3,21	0,002
2	55	6,64	2,55	75	7,47	3,32	1,55	0,125
3	48	7,08	2,49	71	7,32	2,90	0,47	0,640
4	46	7,83	2,71	68	7,13	2,77	1,32	0,189
5	43	7,91	2,49	66	6,89	2,87	1,89	0,061
6	39	8,21	2,43	59	6,95	2,93	2,21	0,029
7	32	8,12	3,53	51	6,57	2,54	2,33	0,022
8	29	8,45	2,70	32	6,09	2,45	3,56	0,001
9	26	8,85	3,55	17	5,88	1,96	3,13	0,003
Sol Kemik yolu								
1	55	6,00	2,43	75	7,60	3,79	2,74	0,007
2	55	6,36	2,44	75	7,40	3,11	2,05	0,043
3	48	6,77	2,62	71	6,83	2,83	0,12	0,907
4	46	7,50	3,11	68	6,91	2,73	1,06	0,290
5	43	8,14	3,27	66	7,27	3,52	1,29	0,200
6	39	8,33	3,31	59	6,69	2,72	2,67	0,009
7	32	8,91	3,04	51	6,96	3,01	2,85	0,005
8	29	8,79	3,44	32	6,09	2,76	3,39	0,001
9	26	8,65	3,62	17	6,76	3,03	1,78	0,083



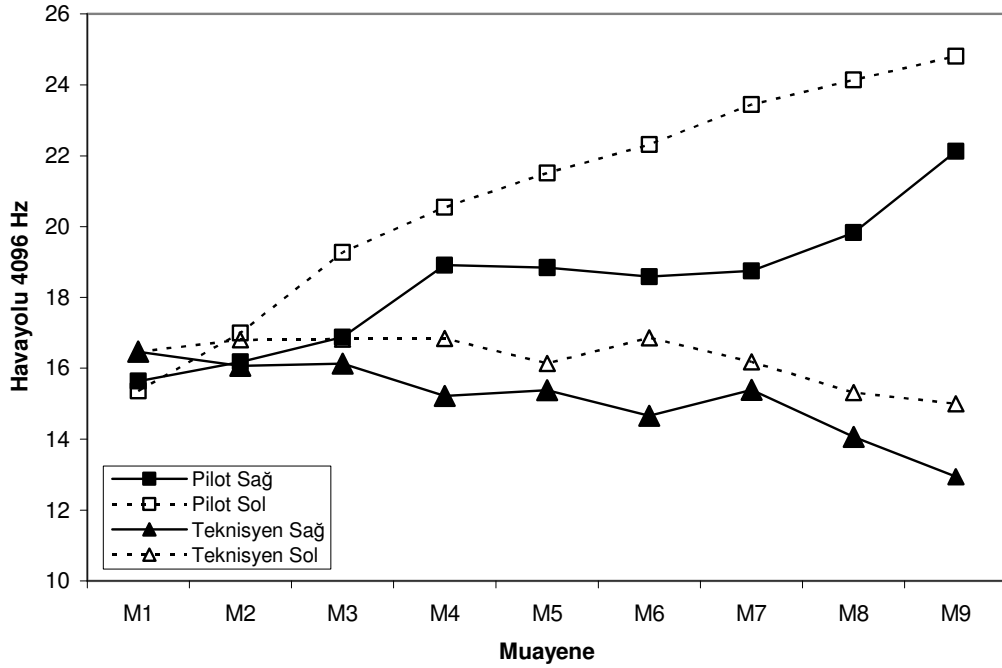
Grafik 3.8. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemikolu 2048 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

2048 Hz’de yapılan ölçümleri yansıtan verilere bakıldığında (Grafik 3.8), daha önce karşılaşılanlara benzer bir tabloyla karşılaşılır. Pilotlara ilişkin değerler muayene yılı artıkça artış gösterirken, teknisyenlerin ortalama değerleri azalma trendi göstermektedirler. Bu trendi t değerlerinde de görmek mümkündür. İlk muayenelerde küçük olan t değerleri ilerleyen yıllarda artmaktadır.

Orta seviye frekansları için genel bir değerlendirme yapıldığında, düşük frekanslardakine benzer şekilde, pilotlar ve teknisyenlerin işitme değerlerinin farklı eğilimler gösterdikleri ifade edilebilir. İki grup arasındaki ayrışma ilk muayenelerde belirgin değilken, ileri yıllarda bariz farklılaşmalar ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3.9. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Havayolu								
1	55	15,64	10,32	75	16,47	8,95	0,49	0,625
2	55	16,18	9,52	75	16,07	6,89	0,08	0,936
3	48	16,88	9,81	71	16,13	7,84	0,46	0,646
4	46	18,91	8,87	68	15,22	7,25	2,44	0,016
5	43	18,84	10,22	66	15,38	7,95	1,98	0,050
6	39	18,59	9,17	59	14,66	9,64	2,01	0,047
7	32	18,75	9,67	51	15,39	11,78	1,35	0,181
8	29	19,83	10,56	32	14,06	9,70	2,22	0,030
9	26	22,12	12,01	17	12,94	6,86	2,85	0,007
Sol Havayolu								
1	55	15,36	10,79	75	16,47	8,80	0,64	0,523
2	55	17,00	12,27	75	16,80	8,64	0,11	0,913
3	48	19,27	13,28	71	16,83	7,93	1,25	0,213
4	46	20,54	13,42	68	16,84	9,22	1,75	0,083
5	43	21,51	13,43	66	16,14	9,99	2,39	0,018
6	39	22,31	13,51	59	16,86	10,82	2,21	0,030
7	32	23,44	14,83	51	16,18	11,07	2,55	0,013
8	29	24,14	15,75	32	15,31	8,88	2,72	0,008
9	26	24,81	14,31	17	15,00	8,66	2,53	0,015

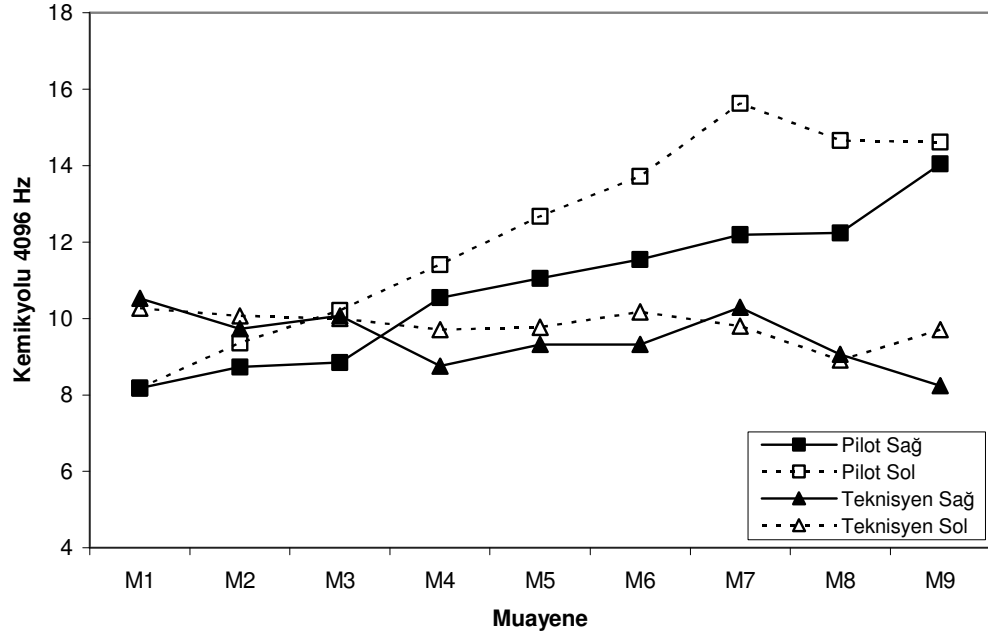


Grafik 3.9. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Uçuş mürettebatının ilk olarak ve en fazla etkilendiği frekans grubu, yüksek seviye frekanslarıdır. Yüksek seviye frekanslarından 4096 Hz frekansındaki sağ ve sol havayolu ölçümlerine göre pilotlarda, özellikle sol kulakta fazla miktarda olmak üzere her iki kulakta da işitme eşik değerlerinde artış izlenmektedir. Teknisyenlerde ise, işitme eşik değerleri yaklaşık olarak yatay seviyede devam etmektedir.

Çizelge 3.10. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Kemik yolu								
1	55	8,18	9,04	75	10,53	6,65	1,71	0,090
2	55	8,73	9,03	75	9,73	5,32	0,80	0,428
3	48	8,85	7,01	71	10,07	6,29	0,99	0,326
4	46	10,54	8,04	68	8,75	6,37	1,33	0,188
5	43	11,05	8,90	66	9,32	7,38	1,10	0,274
6	39	11,54	8,20	59	9,32	7,27	1,40	0,164
7	32	12,19	9,15	51	10,29	10,64	0,83	0,408
8	29	12,24	8,08	32	9,06	7,87	1,56	0,125
9	26	14,04	10,20	17	8,24	5,28	2,16	0,037
Sol Kemik yolu								
1	55	8,18	8,12	75	10,27	6,41	1,63	0,105
2	55	9,36	10,63	75	10,07	7,32	0,45	0,656
3	48	10,21	9,10	71	10,00	7,02	0,14	0,888
4	46	11,41	9,34	68	9,71	8,00	1,04	0,299
5	43	12,67	10,82	66	9,77	8,83	1,53	0,128
6	39	13,72	11,45	59	10,17	8,65	1,74	0,084
7	32	15,63	11,96	51	9,80	9,74	2,42	0,018
8	29	14,66	11,25	32	8,91	4,87	2,63	0,011
9	26	14,62	10,94	17	9,71	6,48	1,66	0,104

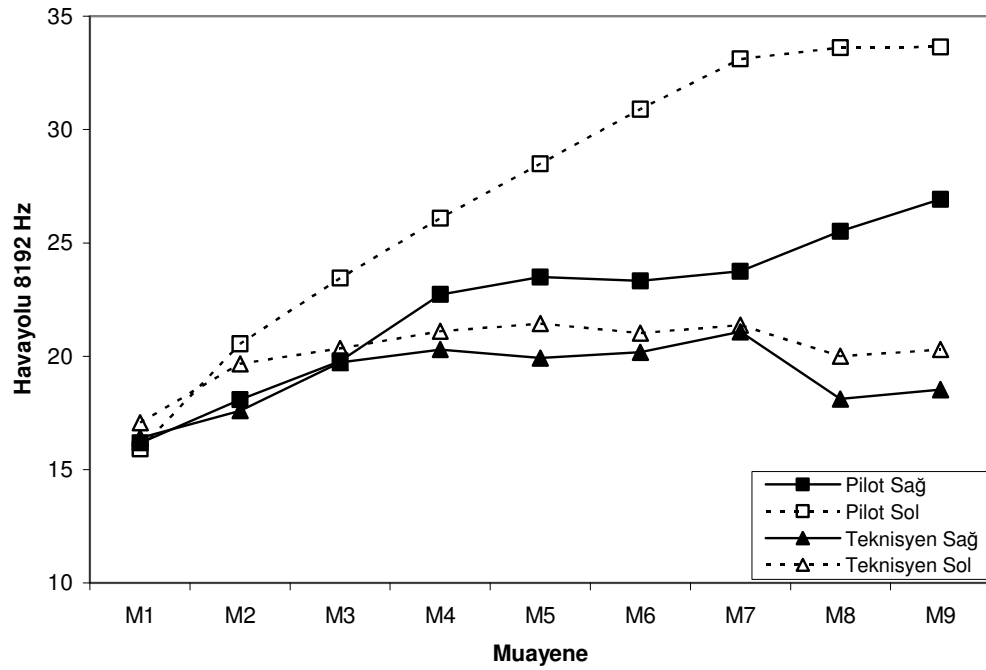


Grafik 3.10. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 4096 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Grafik 3.10 incelendiğinde, pilotlarda sağ ve sol kemik yolu 4096 Hz frekansındaki verilere göre, işitme eşik değerleri özellikle sol kulakta 7’nci muayeneye kadar artarak devam etmekte sonra yatay seviyede kalarak sabitlenmektedir. Sağ kulakta ise, artma eğilimi sürekli devam etmektedir. Sol kulak işitme değer aralığının sağ kulak işitme değer aralığından fazla olduğu izlenmektedir. Teknisyenlerdeki işitme eşik değerleri Grafik 3.9’deki sağ ve sol havayolu 4096 Hz frekansındaki grafikte uyumlu olarak yaklaşık olarak yatay seviyede devam etmektedir.

Çizelge 3.11. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Havayolu								
1	55	16,18	10,31	75	16,40	9,67	0,12	0,902
2	55	18,09	11,24	75	17,60	9,01	0,28	0,783
3	48	19,79	11,10	71	19,72	12,09	0,03	0,973
4	46	22,72	12,85	68	20,29	11,52	1,05	0,295
5	43	23,49	13,47	66	19,92	12,84	1,39	0,168
6	39	23,33	11,88	59	20,17	13,64	1,18	0,240
7	32	23,75	11,57	51	21,08	14,18	0,89	0,374
8	29	25,52	12,56	32	18,12	10,90	2,46	0,017
9	26	26,92	13,49	17	18,53	10,71	2,16	0,037
Sol Havayolu								
1	55	15,91	9,77	75	17,07	9,93	0,66	0,510
2	55	20,55	16,93	75	19,67	12,87	0,34	0,737
3	48	23,44	15,40	71	20,35	13,07	1,17	0,243
4	46	26,09	15,41	68	21,10	13,35	1,84	0,069
5	43	28,49	16,05	66	21,44	13,32	2,49	0,014
6	39	30,90	17,72	59	21,02	14,19	3,05	0,003
7	32	33,12	18,21	51	21,37	14,35	3,27	0,002
8	29	33,62	18,51	32	20,00	10,08	3,62	0,001
9	26	33,65	17,75	17	20,29	11,10	2,76	0,009

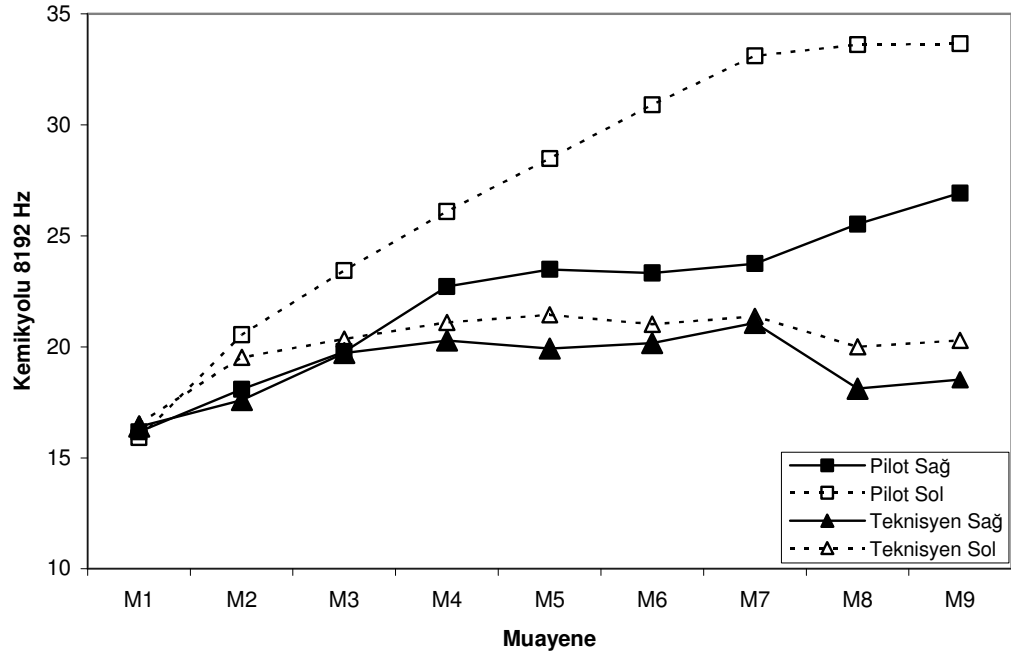


Grafik 3.11. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol havayolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Grafik 3.11'den de görüldüğü üzere yüksek seviye frekanslarından olan 8192 Hz'de teknisyenlerin işitme eşik değerleri çok fazla değişim göstermezken pilotların ilerleyen muayenelerde belirgin bir artış gözlenmektedir. Pilotlardaki bu artış sol kulakta çok daha barizdir. Pilotların sol kulaklarında görülen bu farklılaşmanın nedenleri üzerinde durulmalıdır. Bu konu tartışma bölümünde ele alınacaktır.

Çizelge 3.12. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 8192 Hz'de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Muayene	Pilot			Teknisyen			t	P
	n	ort.	ss	n	ort.	ss		
Sağ Kemik yolu								
1	55	16,18	10,31	75	16,40	9,67	0,12	0,902
2	55	18,09	11,24	75	17,60	9,01	0,28	0,783
3	48	19,79	11,10	71	19,72	12,09	0,03	0,973
4	46	22,72	12,85	68	20,29	11,52	1,05	0,295
5	43	23,49	13,47	66	19,92	12,84	1,39	0,168
6	39	23,33	11,88	59	20,17	13,64	1,18	0,240
7	32	23,75	11,57	51	21,08	14,18	0,89	0,374
8	29	25,52	12,56	32	18,12	10,90	2,46	0,017
9	26	26,92	13,49	17	18,53	10,71	2,16	0,037
Sol Kemik yolu								
1	55	15,91	9,77	75	16,53	9,76	0,36	0,719
2	55	20,55	16,93	75	19,53	13,02	0,39	0,701
3	48	23,44	15,40	71	20,35	13,07	1,17	0,243
4	46	26,09	15,41	68	21,10	13,35	1,84	0,069
5	43	28,49	16,05	66	21,44	13,32	2,49	0,014
6	39	30,90	17,72	59	21,02	14,19	3,05	0,003
7	32	33,12	18,21	51	21,37	14,35	3,27	0,002
8	29	33,62	18,51	32	20,00	10,08	3,62	0,001
9	26	33,65	17,75	17	20,29	11,10	2,76	0,009



Grafik 3.12. Pilotlarda ve teknisyenlerde sağ ve sol kemik yolu 8192 Hz’de yapılan ölçümlerle elde edilen işitme eşik değerlerinin (dB) muayene yıllarına göre değişimi.

Çizelge 3.12 ve Grafik 3.12’de 8192 Hz frekansındaki sağ ve sol kemik yolu işitme eşik değerleri görülmektedir. Bu çizelge ve grafik incelendiğinde, hem pilotlar hem de teknisyenler için kemik yolunda yapılan ölçüm sonuçları ile havayolunda yapılan ölçüm sonuçları büyük benzerlik göstermektedir. Yüksek seviye frekansları incelendiğinde işitme eşik aralığının pilotlarda ve teknisyenlerde farklı bir değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yine bu frekansta pilotların sol kulaklarında işitme eşik değerlerinin farklı bir eğilim gösterdiği dikkat çekmektedir.

Farklı frekanslarda yapılan işitme eşik değerlerinden elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde ilk olarak pilotların ve uçuş teknisyenlerinin işitme eşik değerlerinin farklı eğilim gösterdikleri görülmektedir. Örneğin 256 Hz gibi düşük seviye frekanslarda, pilotların yıllara göre işitme eşik değerleri artarken, teknisyenlerin işitme eşik değerleri düşmektedir.

Araştırma sonucunda ulaşılan diğer bir bulgu da sağ sol farklılaşmasıdır. Ölçüm sonuçları düşük ve orta frekanslarda hem pilotlarda hem de uçuş teknisyenlerinde sol kulak veya sağ kulağın, havayolu veya kemik yolunun ölçümlerinin farklı olmadığı, her iki kulakta da aynı oranda değiştiğini göstermektedir.

256 Hz’de gerek pilotların gerekse teknisyenlerin işitme eşik değerleri incelenen muayene dönemleri arasında genellikle çok büyük bir değişim göstermeksizin yatay bir seyir izlemektedir. Bu durum hem havayolu hem de kemik yolu ölçümlerinde karşımıza çıkmaktadır.

512 Hz’de ise daha farklı bir tabloyla karşılaşılır. Bu frekansta pilotların işitme eşik değerleri genellikle yatay bir seyir izlerken, teknisyenlerin değerleri düşme eğilimi göstermektedir. Bu frekansta teknisyenlerin işitme eşik değerlerinin niçin düşüş eğilimine geçtiği üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu konuya tartışma bölümünde tekrar dönülecektir.

1024 Hz frekansta dikkati çeken en önemli bulgu, pilot ve teknisyen grubunun ilk muayenelerde yaklaşık aynı değerleri gösterirken ilerleyen yıllarda bu iki grubun giderek farklılaşmasıdır. Bu farklılaşma daha çok pilotların işitme eşik değerlerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Bu frekansta teknisyenlerin değerleri genelde yatay bir seyir izlemekte, çok önemli bir değişim göstermemektedir.

2048 Hz frekansta dikkati çeken en önemli özellik pilotlarla teknisyenlerin işitme eşik değerlerinin birbirlerinden ayrışmalarıdır. Söz konusu ayrışma ilk muayenelerde belirgin olmamakla birlikte 5-6’ncı muayenelerden sonra ortaya çıkmaya başlamakta ve sonrasında da giderek artmaktadır.

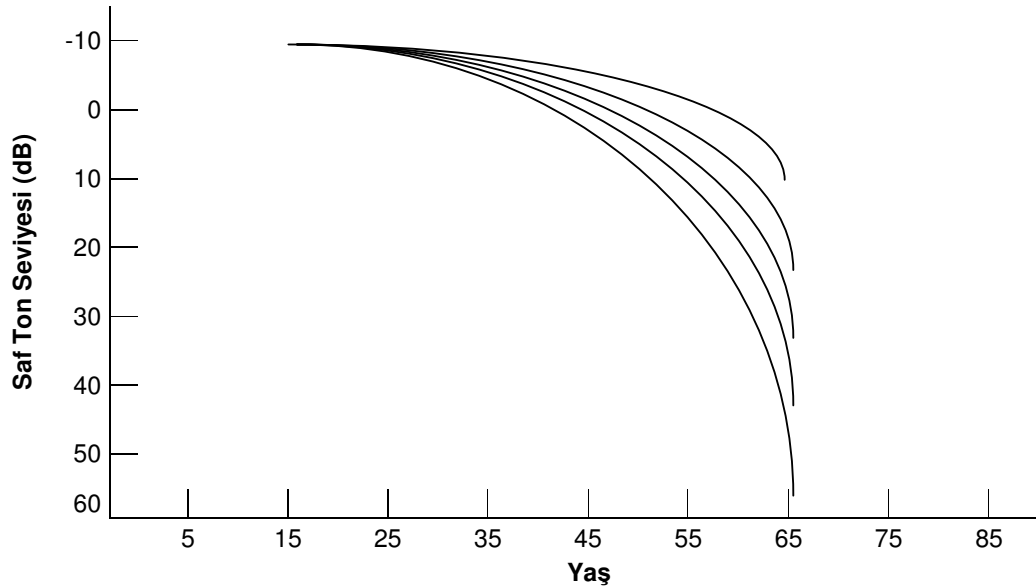
Yüksek seviye frekansı olarak kabul edilen 4096 Hz’de pilotlar ile teknisyenler arasındaki ayrışma devam etmektedir. Bu frekanslarda, söz konusu ayrışmaya ek olarak ikinci bir farklılaşma daha meydana gelmektedir. Bu farklılaşma, pilotlarda sağ ve sol taraf arasında görülen farklılaşmadır. Gerek havayolunda gerekse kemik yolunda bu frekansta pilotların sol kulaktan ölçülen değerleri sağ kulağa göre belirgin biçimde daha yüksek çıkmaktadır. Teknisyenlerde ise bu tür bir taraf farklılığı gözlenmemektedir.

8192 Hz’de genel olarak 4096 Hz frekansta görülene benzer bir tabloyla karşılaşılmaktadır. Bu frekansta hem pilot-teknisyen farklılaşması hem de sağ-sol farklılaşması söz konusudur. Ancak burada vurgulanması gereken nokta, 8192 Hz’de her iki farklılaşmanın da 4096 Hz’e göre daha belirgin olmasıdır.

Genel olarak pilotlarda, ilk yıllardan itibaren her iki kulağın işitme eşiklerinde artış başladığı izlenmektedir. Özellikle 4’üncü veya 5’inci muayenede bu durum belirginleşmektedir. İşitme eşikindeki artış oranı en fazla yüksek frekanslarda (4096 ve 8192 Hz) meydana gelmekte ve en fazla sol kulağın havayolu bundan etkilenmektedir.

4. TARTIŞMA

İşitme kaybının çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bunlardan biri de yaştır. İlerleyen yaşla birlikte işitme duyusunda kayıplar olduğu pek çok çalışmayla ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda, yaş seviyesi arttıkça işitme eşiklerinin yüksek frekanslardan daha çok etkilendiği gözlenmiştir. Şekil 4.1’de, yaşa bağlı olarak işitme duyusunda gözlenen kayıplar şematik olarak gösterilmektedir (Cingi, 2005).



Şekil 4.1. İşitme seviyesinin yaşla birlikte değişimi.

İşin bir başka ilginç yönü, gürültünün gençlerde dış tüylü hücreleri, yaşlılarda ise, iç tüylü hücreleri etkilediğinin bildirilmiş olmasıdır (Dalgıç, 1991). Bu konuda yapılan bir çalışmada, İsrail Hava Kuvvetlerinde çalışan 777 işçi denek olarak incelenmiş ve sonuçta 500-6000 Hz değerlerinde 25 dB civarında işitme kaybı olduğu saptanmıştır (Dalgıç, 1991). Sözü edilen çalışmada, yaş ile işitme kaybı arasında ilişki bulunmuştur.

İşitme kayıplarının yapılan işle mi yoksa yaşla mı daha çok bağlantılı olduğu çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır. Mesleki gürültüye bağlı işitme kaybının çalışma süresi ve uçak tipi ile ilgili olduğu gösterilmiş olmasına karşın işitme kaybındaki artış, esas olarak yaşa bağlanmıştır (Dalgıç, 1991). Yine, Amerikan Havacılık Derneği'nin 178 uçuş pilotu üzerinde yaptığı bir çalışmada ise, işitme kaybının yaş,

toplam uçuş süresi ve uçak tipi ile olan ilişkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak, işitme kaybının toplam uçuş süresi ile gürültüye maruz kalınan sürenin bir fonksiyonu olduğu ve yaşın etkisinin az olduğu, uçak tipinin ise hiçbir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Dalgıç, 1991).

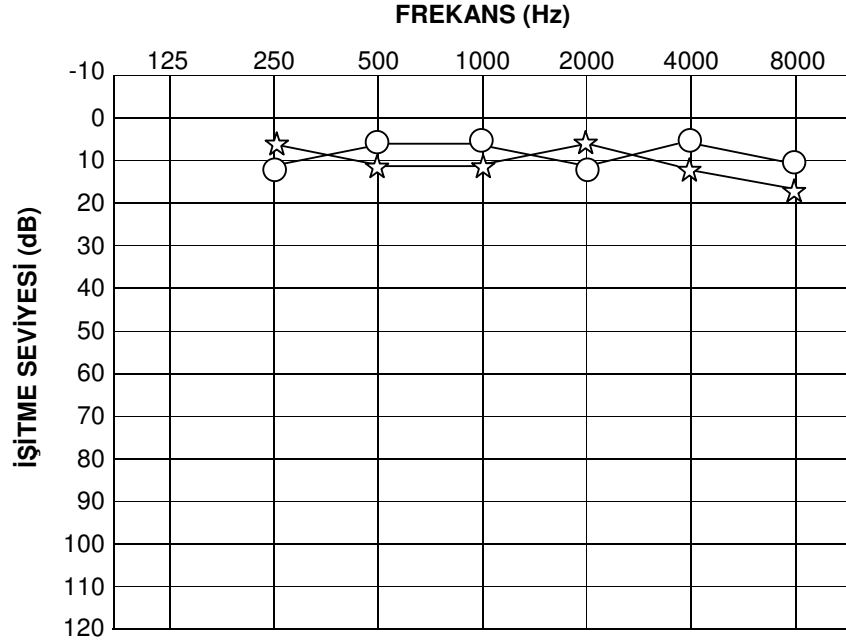
Bizim incelediğimiz iki grupta da işitme duyusunda meydana gelen kayıpların bir bölümünün yaşla bağlantılı olduğu ileri sürülebilir. Ancak her iki grupta da meydana gelen tüm işitme kayıpları yaşla açıklanamaz. Özellikle pilotlarda yüksek frekanslarda görülen işitme kayıplarındaki artışlar büyük bir olasılıkla yapılan meslekle ve karşılaşılan gürültüyle ilişkilidir. Bu görüşümüzü açıklayabilmek için uçucuların yaptıkları işin ayrıntılarına daha yakından bakmakta fayda vardır.

Üzerinde çalışma yaptığımız her iki grup da uçuculuğa başlarken pilotaj muayenesinden geçerler. Bu muayenede sağ ve sol kulak işitme değerleri belirli bir limit içinde çıkanlar mesleğe alınır. Odyolojik incelemede her iki kulağın konuşma frekansları dahil tüm frekans ortalaması 0-25 dB arası olan işitme seviyesi sağlam kabul edilir (TSK Sağlık Yeteneği Yönetmeliği, 2002). Dolayısıyla örneklemimizde özellikle pilotlarda meydana gelen işitme kayıplarının en önemli nedeni olarak uçuş sırasında karşılaştıkları şiddetli gürültü olduğunu kabul edebiliriz.

Şekil 4.2’de, işitme değerleri sağlam olarak değerlendirilen bir bireyin örnek değerleri gösterilmektedir (Cingi, 2005). Ancak pilotlar mesleğe teknisyenlere göre daha geç yaşta başlarlar. Bu yaş farkı en az 5-6 yıl olmaktadır. Pilotlar, mezun olduktan sonra pilotluğu bırakıncaya kadar geçen sürede sürekli uçarlar. Mesleğe ikinci pilot olarak başlarlar ve yaklaşık 6 ile 8 sene arasında yoğun olarak hem eğitim hem de görev uçuşları icra ederek birinci pilot olurlar. Birinci pilot olarak yeni tecrübe kazandığı için uçuşlarına, hem görev uçuşu hem de tecrübelerini diğer ikinci pilotlara aktarmak için eğitici uçuşu icra ederek devam ederler. Pilotlar, uçuşa başladığı yıldan itibaren 15-20 sene boyunca faal ve aktif olarak hem görev uçuşlarına hem de eğitim uçuşlarına katılırlar. Pilotların yaklaşık olarak 24-25 yaşlarında mesleğe girdiklerini düşünecek olursak, 40-45 yaşlarına kadar faal uçuş hayatı içerisinde olduklarını kabul edebiliriz. Örneklemimizdeki pilotları yaş dağılımını da bu durumu açıkça ortaya koymaktadır (bkz. Çizelge 2.1).

Teknisyenler ise mesleğe başladıkları yıllarda bakım konularında eğitim aldıktan sonra uçuş mürettebatına dahil olurlar. Eğitimleri pilotlar kadar uzun ve farklı

dallarda olmadığı için pilotlar kadar sık ve uzun periyotta uçmazlar. Bir helikopterde 2 pilot 1 teknisyen olduğundan pilotlar teknisyenlere göre daha sık periyotta uçarlar. Yaklaşık 8-12 sene sonrasında görevlerine, tecrübeli oldukları bakım kademesinin diğer bölümlerinde mesleklerini icra etmeye devam ederler. Teknisyenlerin en erken 18-19 yaşlarında mesleğe başladıklarını düşünürsek, takriben 26-31 yaşlarında bakım kademesinin diğer bölümlerine geçerler.



Şekil 4.2. Örnek olarak verilen normal işitme değerleri (* kemik iletimi; o hava iletimi).

Pilotların uçuş süresi boyunca helikopterdeki telsizleri sürekli olarak açık tutup, dinlemesi gerekir. Pilotlar aynı anda birden fazla telsiz frekansını dinleyebilmektedir. Özellikle eğitim haricindeki uçuşlarda, aynı anda birden fazla telsizi dinleme ihtiyacı olabilir. Bu sesler eğer kulak tıkacı yoksa kulağa zarar verebilir. Teknisyenler ise öncelikle pilotları iyi duyabilmeleri gerektiği için, diğer telsiz frekanslarının duyma bölümünü kapatıp iç konuşma bölümünü açabilmekte ve diğer telsiz gürültülerinden kendilerini yalıtılabilmektedirler.

Pilotların işitme kaybının fazla olmasının diğer bir sebebi de yaklaşık 4'üncü veya 5'inci muayene tarihlerinin 1990'lı yıllara rast gelmesidir. Şu anda aktif olan ve yaş bakımından fazla olan uçucular, belirtilen yıllardan itibaren özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde yoğun ve limiti aşan uçuşlar icra etmişlerdir. Bunlara ek olarak, kendilerini ihmal ederek kulak koruyucu tıkaçlarını fazla kullanmamaları da

eeklendiğinde, işitme kayıp oranlarının niçin bu dönemde artış gösterdiği daha iyi anlaşılmaktadır.

Helikopterdeki gerileyen palin stol olduğu bölgedeki akustik patlamanın işitme kaybını arttırdığını düşündüğümüzde, oturma pozisyonuna göre pilot koltukları önde ve pallerin ucuna daha yakın olduğundan, teknisyenlere göre bu akustik patlama pilotlara daha fazla zarar vermektedir. Denek grubumuzun uçtuğu helikopterlerdeki paller saat istikametinin tersine döndüğü için, sol tarafta kalan pal stol olur ve meydana gelen akustik patlama özellikle sol kulağı etkiler. Birinci pilotlar sol koltukta, ikinci pilotlar ise sağ koltukta oturmaktadır. Bu yüzden uçuş saati 3000'i geçen helikopter pilotlarında 4000 Hz ve üzerindeki frekanslarda, sol kulakta işitme kayıplarıyla sıkça karşılaşmaktadır. Teknisyenler orta veya arka koltukta oturduklarından, pal uçlarına olan mesafeleri uzak olmakta ve dolayısıyla akustik patlamadan daha az etkilenmektedirler.

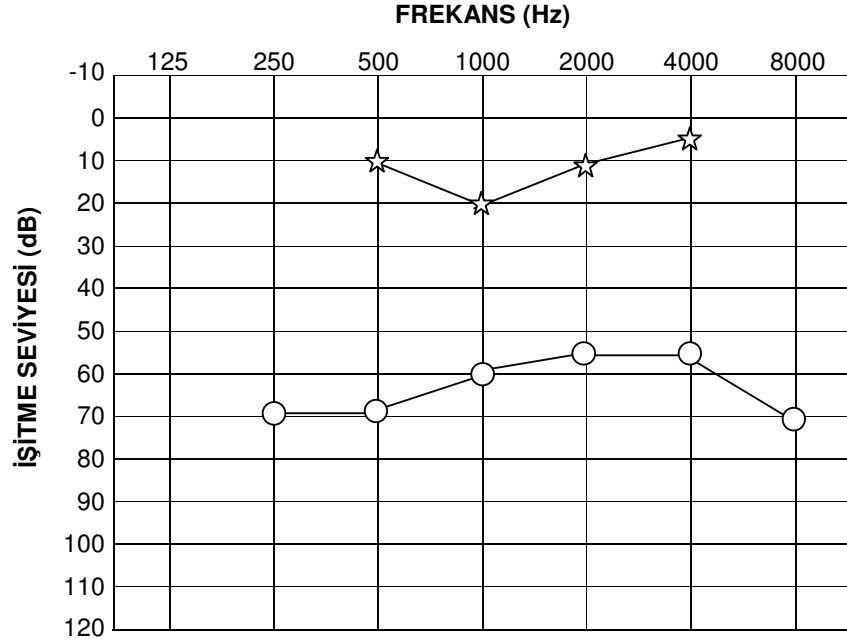
Bu nedenle uçucularda hem toplam uçuş süresine hem de yaş faktörüne bağlı olarak işitme eşiklerinde bir değişme görülmektedir. Bunlara bir de uçucunun kendi kulaklarını korumaması, gerileyen pal stolünün sebep olduğu akustik patlama, helikopter iç gürültüsü, telsiz frekanslarının gürültüsü ve diğer etkenler de eklendiğinde işitme kayıplarının gerçekleşme zamanı erkene kaymaktadır. Bu etkenler uçucuda, aşağıda örnek şekillerle gösterilen iletim tipi işitme kaybına (Şekil 4.3.), sensörinöral işitme kaybına (Şekil 4.4.) ve mikst tip işitme kaybına (Şekil 4.5.) sebep olmaktadır (Cingi, 2005). Bu örnek şekiller, normal popülasyonun bu tipte maruz kalabileceği işitme kaybının genel karakteristiklerini göstermektedir.

Odyometre yapılırken sağ kulak kırmızı, sol kulak mavi ile gösterilir. odyogramda “*” kemik iletimini, “o” ise hava iletimini gösterir.

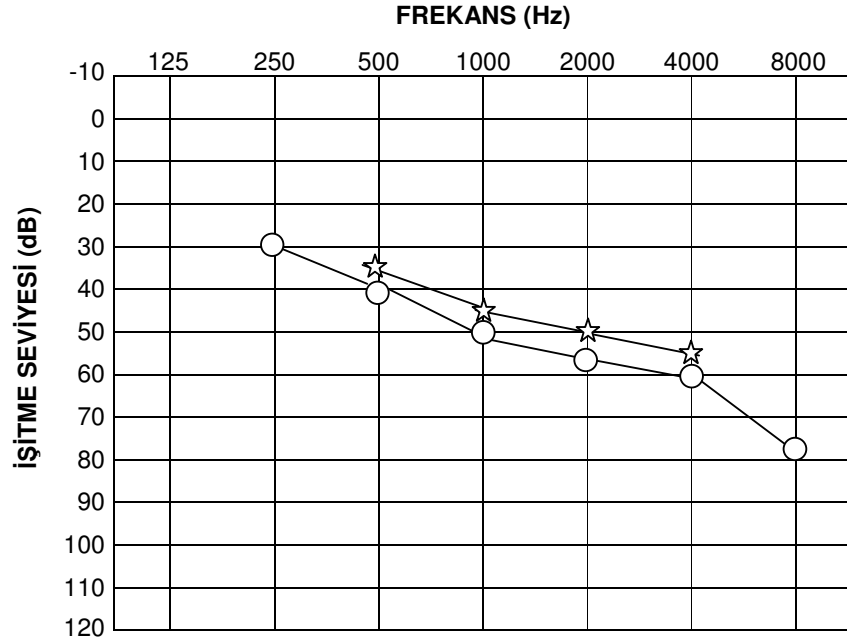
Kemik yolu işitmenin ölçülmesinde amaç işitme kaybının tipini belirlemektir. Kemik yolu işitme eşikleri 20 dB'den daha iyi ise ve havayolu işitme eşikleri ile kemik yolu işitme eşikleri arasında 5 dB'i aşan bir farklılık varsa söz konusu işitme kaybı “iletim tipi işitme kaybı” anlamına gelmektedir. Burada problem, dış kulak yolu, kulak zarı veya orta kulak yapıları ile ilgilidir. Çünkü, iç kulağın etkileşimi normal sınırlar içindedir, sadece sesin kokleaya iletilmesinde bir sorun yaşanmaktadır. Dikkat edilecek temel konu, kemik yolu iletiminin normal düzeyde olması nedeniyle, kişilerin kendi seslerini çok rahat bir şekilde duyabilmeleridir (Çelik, 2002).

Kemik yolu işitme eşikleri, normal olmayan havayolu işitme eşikleri ile aynı şiddet seviyesinde ise mevcut işitme kaybı “sensörinöral işitme kaybı”dır. Burada problem, iç kulak veya işitme sınırı ile ilgilidir. Ani gelişebilir, genellikle tam işitme kaybına yakındır ve bazen sadece yüksek frekanslarda görülmektedir (Koç, 2004). Sensörinöral işitme kaybına yol açan diğer nedenlerden biri de presbiakuzidir ve sık görülür. Yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan bu işitme kaybında, iç kulakta ve işitme sinirlerinde yaşlılıktan dolayı bozulmalar görülmektedir (Çelik, 2002). Bizim incelediğimiz grupta en büyük oranda meydana gelen işitme kaybı tipi de, hava aracı gürültüsüne maruz kalmakla ortaya çıkan, fiziksel kökenli meslek hastalıklarından biri olan, gürültüye bağlı sensörinöral işitme kaybıdır. Bu durumun sonucunda kalıcı işitme kaybı oluşabilir ve ilerlerse tedavisi yoktur. Fakat önlenbilir olması nedeniyle, en önemli uçucu sağlığı problemleri arasında bugün yerini almış durumdadır.

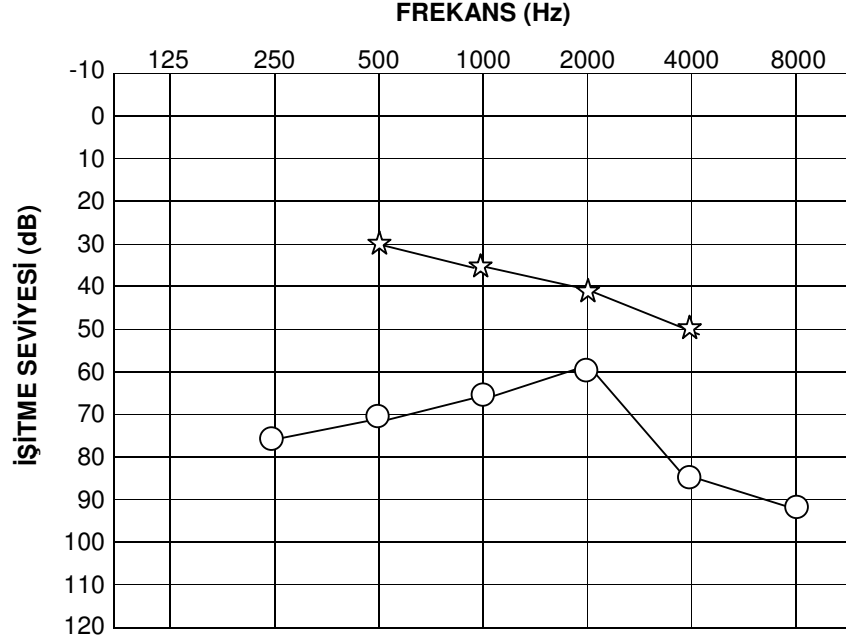
Hem havayolu işitme eşikleri hem de kemik yolu işitme eşikleri normal değerlerin üstünde ve hava-kemik aralığı mevcut ise, söz konusu işitme kaybı “mikst tip işitme kaybı”dır. Burada, iletim tipi işitme kaybına ve sensörinöral işitme kaybına yol açan etkenlerin ortak etkisi görülmektedir (Koç, 2004).



Şekil 4.3. İletim tipi işitme kaybı (“*” kemik iletimi, “O” hava iletimi).



Şekil 4.4. Sensörinöral işitme kaybı (“*” kemik iletimi, “O” hava iletimi).



Şekil 4.5. Mikst tip işitme kaybı (“*” kemik iletimi, “O” hava iletimi).

Bizim yaptığımız çalışma sonuçları, ülkemizde helikopter pilotlarının önemli bir işitme kaybı sorunu ile karşı karşıya kaldıklarını ortaya koymaktadır. Pilotların karşılaştıkları işitme kayıpları başka çalışmalarda da ele alınmıştır. Örneğin, ABD’de, Çin’de ve Almanya’da yapılan araştırmalarda, helikopter pilotlarının işitme kayıplarına uğradıkları gözlenmiştir. ABD ordusunda uçan helikopter pilotlarının %29.7’sinde işitme kaybı olduğu görülmüştür (Fitzpatrick, 1988). Çin’de yapılan araştırma sonuçlarına göre uçuş mürettebatının %12,2’sinde (Wang ve ark., 1994), pilotların %56’sında işitme kaybı olduğu tespit edilmiştir (Wu ve ark., 1998). Almanya’da yapılan uçuculardaki işitme kaybıyla ilgili araştırmada ise, çift motorlu hava araçlarında şahsi kulak koruma yöntemleri uygulanmazsa, 20 saniye kokpit gürültüsüne maruz kalmanın pilotlarda kalıcı işitme kaybına sebep olduğu ortaya konulmuştur (Stueben, 2002).

Görüldüğü gibi yalnızca bizim ülkemizde değil diğer ülkelerdeki uçucularda da işitme kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bazı ülkelerde düşük oranda bazı ülkelerde ise fazla oranda olmasının sebebi, bizim ülkemizdeki pilotlarda da olduğu gibi kendi şahsi korumalarına çok fazla önem vermemeleri ve ülkelere özgü çalışma koşullarıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar ve teknolojik gelişmeler sonucunda helikopterlerdeki gürültünün yakın gelecekte tamamen ortadan kaldırılamayacağı görülmektedir. Bu durumda pilotların gürültüden kabul edilebilir ölçüde korunabilmesinin sağlanması önemli bir konudur. Bu koruma pek çok farklı metotla sağlanabilir. Ancak bu metotların bazıları ekonomik ve mekanik olarak uygulanabilir değildir. Diğerleri de gereksinimleri karşılayamamaktadır. Bunlar;

- Mümkün olduğu kadar gürültüyü ve gürültü kaynağını azaltmak (ideal metot)
- Aradaki mesafeyi arttırarak gürültüyü izole etmek
- Gürültü kaynaklarını ses koruması sağlayan materyaller ile kaplamak
- Kişisel korunma sistemlerini kullanmak

Bunlardan kişisel korunma sistemlerinin kullanılması, halihazırda uygulanabilir olan en pratik ve en etkili yöntemdir. Gürültünün zararlı etkilerinden kulağı koruyabilecek nitelikte çok çeşitli cihazlar mevcuttur. Bunlar, kulak tıkaçları (ear plugs), koruyucu kulaklıklar (ear muffs), kulaklık (headsets), muhabere tipi kulaklıklar (communications ear plugs) ve uçuş kasklarıdır.

Kulak tıkaçları, kulak kanalına monte edilen cihazlardır. Ucuz, taşınması kolay, verimli ve kullanması kolay sistemlerdir. 20-40 dB'lik gürültü koruması sağlarlar.

Koruyucu kulaklık, kulağı kapatacak şekilde kullanılan ve telsiz görüşmesi yapmaya imkan vermeyen bir cihazdır. 19-40 dB'lik koruma sağlar.

Kulaklık, kulağı çevreleyen ve aynı zamanda da muhabere yapılmasına imkan sağlayan bir sistemdir. 13-33 dB'lik gürültü koruması sağlar.

Uçuş kaskları, yüksek frekanslı seslere karşı iyi koruma sağlarlar, fakat alçak frekanslı seslere karşı etkin değildirler. 250 Hz'de 17 dB, 8000 Hz'de 51 dB gürültü koruması sağlarlar (Onat ve ark., 2004).

Çizelge 5.1 incelendiğinde sadece uçuş kaskı kullanmanın akustik travmayı tek başına önleyemeyeceği açıkça görülmektedir. 85 dB olan tehlike risk kriteri, ülkemizdeki helikopter tiplerinden sayı olarak çok fazla olan UH-60A (S-70 A) tipi helikopterlerde hangi kask tipi olursa olsun aşılmaktadır.

Çizelge 5.1. Çeşitli hava aracı ve kask tiplerine göre koruma seviyeleri.

Hava Aracı	Kask Tipi	Etkin Koruma Seviyesi (dB)
AH-1S	HGU-56	77.0
	SPH-4B	77.4
	SPH-4	83.2
UH-1H	HGU-56	81.3
	SPH-4B	81.0
	SPH-4	85.9
OH-58D	HGU-56	81.6
	SPH-4B	81.5
	SPH-4	86.3
OH-58C	HGU-56	76.9
	SPH-4B	76.8
	SPH-4	81.4
UH-60A	HGU-56	90.6
	SPH-4B	90.6
	SPH-4	95.1
CH-47D	HGU-56	86.8
	SPH-4B	88.0
	SPH-4	93.4

115 dB'nin üzerindeki yüksek gürültü seviyelerinde kombine edilmiş kulak koruyucuları kullanmak en iyi çözüm yoludur. Örneğin, koruyucu kulaklık ile kulak tıkacı kombine edilerek kullanıldığında yaklaşık 300-4800 Hz arası frekanslarda 40-60 dB gürültü azalması sağlayan ve fiziki olarak rahatsızlık vermeyen bir koruma temin edilir (İldız ve ark., 1990). Çizelge 5.2'de uçuş kaskı ile kulak tıkacı kombine olarak kullanıldığında sağlanan gürültü koruma seviyesi görülmektedir.

Çizelge 5.2. Uçuş kaskı ile kulak tıkacı kombine olarak kullanıldığında sağlanan gürültü koruma seviyeleri (dB).

Koruma Sistemi	UH-60A (120 Kt.)	CH-47D (100 Kt.)	AH-1S (100 Kt.)	OH-58 (100 Kt.)	UH-1H (100 Kt.)
SPH-4 + 3 Halkalı Kulak Tıkacı	72.6	77.5	70.2	65.7	70.7
SPH-4 + 1 Halkalı Kulak Tıkacı	75.3	78.4	71.5	67.4	71.9
SPH-4 + Köpük Kulak Tıkacı	70.4	77.3	68.8	63.5	68.8

Not: Yukarıdaki değerler SPH-4B kaskı için 1-2 dB, HGU-56 kaskı için ise 2-3 dB azaltılmalıdır (Army Handbook, 1993, 3rd Ed.).

ÖZET

Helikopter Uçucularında İşitme Kayıplarının İncelenmesi

İşitme kayıplarının bazı mesleklerde daha yaygın olduğu bilinmektedir. Bu meslekler arasında uçuş mürettebatı da yer almaktadır. Bu çalışmada, helikopter uçuş mürettebatında (pilot ve teknisyen) işitme kayıplarının ne düzeyde olduğunun belirlenmesi araştırılmış ve işitme sağlığının korunmasına yönelik alınması gereken tedbirler tartışılmıştır.

Bugüne kadar yapılan işitme kayıpları çalışmalarında genellikle kesitsel (cross-sectional) nitelikteki veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada ise uzunlamasına (longitudinal) inceleme tekniği tercih edilmiştir. Çalışma iki grup uçuş personeli üzerinde yürütülmüştür. Birinci grubu, yaşları 27–53 arasında değişen 55 helikopter pilotu oluşturmuştur. Pilotların uçuş geçmişleri 500–4750 saat arasında değişmektedir. İkinci grubu ise, yaşları 23–50 arasında değişen ve uçuş geçmişleri 350–4250 saat olan 75 helikopter teknisyeni oluşturmuştur.

İşitme kayıplarına ilişkin veriler, helikopter uçuşu personelinin uçuş dosyalarındaki odyometrik ölçüm sonuçlarının retrospektif olarak toplanmasıyla elde edilmiştir. Odyometrik veriler sırasıyla 256 Hz, 512 Hz, 1024 Hz, 2048 Hz, 4096 Hz ve 8192 Hz frekanslardaki ölçüm sonuçlarını içermektedir. Pilotlara ilişkin veriler 1981–2004, teknisyenlere ilişkin veriler ise 1978–2004 yılları arasındaki ölçümlere dayanmaktadır.

Sonuçlarımız, uçuş mürettebatında hem toplam uçuş süresine hem de yaş faktörüne bağlı olarak işitme eşiklerinde bir değişme (yani işitme kaybı) olduğunu göstermiştir. Bu değişimin en fazla pilot işitme eşiklerindeki orta ve yüksek frekans aralıklarında olduğu, en fazla sol kulağın ve havayolunun zarar gördüğü sonucuna varılmıştır. Gürültüden kaynaklanan kayıplar yaşlanmadan oluşan kayıplardan daha belirgindir. Pilotlar ile teknisyenler arasında düşük frekanslarda belirgin bir ayırım yoktur. Ayırım, orta ve yüksek frekanslarda ortaya çıkmaya başlamaktadır. Diğer yandan yüksek frekanslarda pilotlarda, sağ ve sol kulak arasında farklılaşma görülmektedir. Sol kulakta işitme kaybı daha ileri boyutlardadır.

Yapılan çalışmalar helikopterdeki gürültünün yakın gelecekte tamamen ortadan kaldırılamayacağını ortaya koymaktadır. Bu nedenle uçuş personelinin gürültüden korunabilmesi için kişisel koruma sistemlerini kullanması gerekmektedir. Bu yöntem, uygulanabilir olan en pratik ve en etkili yöntemdir.

Anahtar Sözcükler: Duyma eşiği, gürültü, işitme kaybı, titreşim, uçuş personeli.

SUMMARY

Analysis of Hearing Loss Among Helicopter Flight Personnel

It is known that hearing loss is more common in some occupations. Flight crew is one of them. In this study, we search level of hearing loss of helicopter crew (pilot and mechanic) and discuss the protective measures for auditory health.

Cross-sectional data is used usually in hearing loss studies so far, but in this study we select longitudinal search technique. In this study there are two groups. First group consist of 55 helicopter pilots on the age of 27 to 53. Their flight hours were between 500 and 4750. And the second group consist of 75 helicopter mechanics, having 350-4250 flight hours, on the age of 23 to 50.

Data on hearing loss is obtained from the crew flight dossiers, which include audiometric test results. Audiometric data include the result of tests on the frequencies of 256 Hz, 512 Hz, 1024 Hz, 2048 Hz, 4096 Hz and 8192 Hz. Data of pilots is based on the test results of years between 1981 and 2004 and the mechanics for between 1978-2004.

The results we have reached showed that a change in hearing threshold occurred in relation with age and total flight hours. This change, mostly occurred in pilot's hearing threshold's medium and high frequency, the most damaged area is left ear and it's airway. The losses resulting from noise is more obvious than aging. In low frequencies the difference between pilot's and flight mechanic's is not clear enough to distinguish. The difference begins to be clear in medium and high frequencies. On the other side, in high frequencies at pilots, there occurs a difference with left and right ear. The hearing loss is much obvious in left ear.

The studies on noise in helicopters show that in near future, it doesn't seem to be possible to get rid of noise totally in helicopters. For this reason flight crew has to use their own self protection measures. This method seems to be more efficient and practical for the near future.

Key Words: Hearing threshold, noise, hearing loss, vibration, flight personnel.

KAYNAKLAR

- ABBAS, P.A. (1993). Physiology of the auditory system. In: Cummings CW, Ed.: Otolaryngology-Head and Neck Surgery. Vol. 4. St. Louis Missouri: Mosby Year Book Inc, p.: 2566-2603
- AKAN, Z. (2002). Van havaalanında oluşan gürültü kirliliğinin çalışanlar üzerindeki etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- AKYILDIZ, A.N. (1998). Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, c.:1, s.:29-61
- ALBERTI, P.W. (1996). Occupational Hearing Loss. In: Ballenger JJ. Snow Otorhinolaryngology. Head and Neck Surgery. 15th Ed.: Williams and Wilkins, p.: 1087-1101
- ALBERTI, P.W. (1997). Occupational Hearing Loss. In: Ballenger JJ. Ed. Scott-Brown's Otolaryngology. Vol.1. London: Butterworth-Heinemann Reed Educational and Professional Publishing Ltd., p.: 1089-1100
- CİNGİ, C. (2005). Baş ve Boyun Cerrahisi, İstanbul: Öncü Basımevi, s.: 633-737
- ÇELİK, O. (2002). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, İstanbul: Turgut Yayıncılık, s.:14-16
- DALGIÇ, N. (1991). Gürültünün Ankara Esenboğa hava limanındaki işçilerin sağlığı üzerindeki etkilerinin araştırılması. Uzmanlık Tezi, Ankara Üniv. Tıp Fakültesi.
- DEVREN, M. (1999). Gürültüye bağlı işitme kayıplı olguların odyolojik bulguları ve psikososyal yönden karşılaştırılması. Doktora Tezi, Trakya Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- DİRİCAN, R., BİLGEL, N. (1993). Halk Sağlığı, 2. Baskı. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, s.: 176-178
- ERGÜNER, F. (1999). Açık işletmelerde gürültü dağılımı, gürültünün çevreye ve kazalara etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ERKAN, C. (1984). İş Sağlığı ve Meslek Hastalıkları. Ankara: *Ankara Üniv. Tıp Fakültesi Yayınları*, No.441, s.: 411-414
- ERKAN, N. (1988). Ergonomi, Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği. Ankara. *Milli Produktivite Merkezi Yayınları.*, **373**: 78

- FITZPATRICK, D. (1988). An analysis of noise-induced hearing loss in army helicopter pilots. *Aviation Space and Environmental Medicine (Washington, DC)*, **59**: 937-941
- GÖKÇEN, İ. (2000). Ankara'da metal işkolunda bir fabrikada çalışan işçilerde gürültü etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- HELİKOPTER AERODİNAMİĞİ (2003). Ders Kitabı, Ankara: Kr.Hvcl.K.lığı Yayınları, 3. Baskı.
- HETU, R., RIVERIN, R., LALANDE, N., GETTY, L. (1988). Qualitative analysis of the handicap associated with occupational hearing loss. **22**: 251-264
- ILDIZ, F., ÖZDAMAR, K. (1990). Türk Silahlı Kuvvetlerinde görevli helikopter pilotlarında gürültü nedeniyle gelişen işitme kayıplarına yaş ve toplam uçuş süresinin etkileri. *Anadolu Tıp Dergisi*, **12**: 2,211-227
- JOHN, H.M., WARREN, Y.A. (1993). Anatomy and Physiology of Hearing. In: Bailey BJ, Ed.: Head and Neck Surgery. Vol. 2. Philadelphia: JB Lippincott Company, p.: 1441-1461
- KARASALİHOĞLU, A. R. (1992). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, 2. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi, s.:3-16
- KILINÇER, S. (2001). Fizyolojik Eğitim Ders Kitabı. Ankara: Hv. Basımevi
- KOÇ, C. (2004). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, Ankara: Güneş Kitabevi, s.:1367-1369
- MÜRETTİBAT KAYNAK YÖNETİMİ (2006). Ders Kitabı, Ankara: Kr.Hvcl.K.lığı Yayınları, 2. Baskı.
- ONAT, V., BARAN, B., TETİK, İ. (2004). Uçucu sağlık sorunları araştırması sonuç raporu. İzmir, s.: 16-23
- ROBERT, B.K., SALIBA, A.J., HONS, B., BROCK, J.R. (1999). *Aviation Space and Environmental Medicine (Washington,DC)*, Vol.70, No:2
- STUEBEN, U. (2001). Hearing loss from cockpit noise in motor gliders. *Aviation Space and Environmental Medicine (Washington,DC)*, **72**: 827-830
- TSK SAĞLIK YETENEĞİ YÖNETMELİĞİ (2002). Kulak, Burun Boğaz Hastalıkları, Madde:19
- TÜRKKAHRAMAN, S. (2002). Uzun süre gürültüye maruz kalanlarda standart ve yüksek frekans odyometri sonuçları. Uzmanlık Tezi, Fırat Üniv. Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı.

- ULUTÜRK, M. (1997). Taşıt motor gürültüsü ve kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- U.S. Army Aviation Medicine Handbook, (1993). Third Edition.
- XU, X.R., LIU, H.F., GUO, L.O. (2000). Sensorineural deafness and aerospace flight. *Aviation Space and Environmental Medicine*, **13(1)**: 58-60
- WANG, E.T., XUE, S.U. (1994). A review of otolaryngologic aircrew disqualification in the Chinese Air Force. *Aviation Space and Environmental Medicine (Washington, DC)*, **65(5)**: 424-427
- WU, Y., DING, C. (1998). Effect of fighter cockpit noise on pilot hearing. *Aviation Space and Environmental Medicine*, **11(1)**: 52-55
- ZHANG, Y., ZHANG, X., ZHU, W., ZHENG, X., DENG, X. (2004). Distortion product of otoacoustic emissions as a sensitive indicator of hearing loss in pilots. *Aviation Space and Environmental Medicine (Washington, DC)*, **75**: 46-48

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Koray
Soyadı : ERGİN
Doğum yeri ve tarihi : Zonguldak-18.02.1972
Uyruğu : T.C.
Medeni durumu : Evli
Askerlik durumu : --
İletişim adresi ve telefonu : Jandarma Lojmanları Ünsal Apt. No:3
Güvercinlik/Ankara Tel: 0 505 3706156

II- Eğitimi

Kara Havacılık Okulu 1996-1997, Ankara
Kara Harp Okulu 1990-1994, Ankara
Kuleli Askeri Lisesi 1986-1990, İstanbul
Atatürk Ortaokulu 1983-1986, Nazilli/Aydın
Recebey İlkokulu 1978-1983, Nazilli/Aydın

Yabancı dili : İngilizce

III- Mesleki deneyimi

: 1996 yılından itibaren helikopter pilotu olarak görev yapmaktadır.