



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HAVA VE UZAY HEKİMLİĞİ
ANABİLİM DALI

TİCARİ HAVAYOLU PİLOTLARINDA BAROTRAVMA
SIKLIĞI VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Salih AĞAÇKESEN
TIPTA UZMANLIK TEZİ

SAMSUN - 2019



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HAVA VE UZAY HEKİMLİĞİ
ANABİLİM DALI

TİCARİ HAVAYOLU PİLOTLARINDA BAROTRAVMA
SIKLIĞI VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Salih AĞAÇKESEN
TIPTA UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Feriŕat KOLBAKIR

SAMSUN - 2019

Teşekkürler

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hava ve Uzay Hekimliği Anabilim Dalı'nda bulunduğum süre içinde uzmanlık eğitimime ve hayata hazırlanmama katkısı olan asistanlık eğitimime başladığım günden itibaren anlayışı, hoşgörüsü ve sabrıyla desteğini hiçbir zaman esirgemeyen anabilim dalı başkanımız ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ferişt KOLBAKIR'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca iyi bir hekim olarak yetişmem için çaba sarf eden, bilimsel konularda her türlü yardımı esirgemeyen, engin bilgileriyle yol gösteren, Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hava ve Uzay Hekimliği Anabilim Dalı başkanı değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Erdiñ ERCAN'a,

Anket verileri toplama aşamasında içtenlikle yardımcı olan TALPA genel sekreteri Sayın Kpt. Plt. Okan ÜREKSOY'a ve anketimize katılım sağlayan değerli TALPA üyelerine,

Asistanlığım süresince destek ve yardımlarını esirgemeyen tüm uzman abilerim ve asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca hep yanımda olan, desteğini ve sevgilerini her zaman hissettiren ve kendilerinden çok beni düşünen anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kasım – 2019

Dr. Salih AĞAÇKESEN

BEYAN

‘Ticari Havayolu Pilotlarında Barotravma Sıklığı Ve İlişkili Faktörlerin Değerlendirilmesi’ başlıklı tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, başka bir çalışmadan kopya edilmediğini, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Dr. Salih AĞAÇKESEN

ÖZET

Uçuş esnasında pilotlar görevlerini yerine getirirken birçok çevresel etkenin etkisi altında kalırlar. Bu çevresel etkilerden biri olan ve uçuş sırasında meydana gelen basınç değişiklikleri, orta kulak ve sinüs barotravması ile sonuçlanabilir. Bu çalışmada ülkemizde faaliyet gösteren ticari havayolu pilotlarında orta kulak ve sinüs barotravmaları görülme sıklığının ve uçuş ortamında neden olabilecek faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma aktif uçuş hayatına devam eden 329 ticari pilot ile yürütülmüştür. Katılımcılara demografik özelliklerini, uçuş saatlerini, barotravmaya katkıda bulunabilecek hastalık öykülerini, üst solunum yolu enfeksiyon (ÜSYE) sıklıklarını, grip aşısı yaptırma durumlarını, sinüs ve kulak barotravma sıklıklarını sorguladığımız bir anket uygulanmıştır.

Çalışmaya yaş ortalamaları $41,26 \pm 9,68$ olan 314 erkek ve 15 kadın pilot dahil edilmiştir. Pilotların meslek hayatı boyunca kulak barotravması yaşama oranları %55,6 ve sinüs barotravması yaşama oranları %57,8 olarak belirlenmiştir. Ayrıca pilotların son bir yılda kulak barotravması yaşama sıklığı %34,4 ve sinüs barotravması yaşama sıklığı %32,9 olarak bulunmuştur. Nazal septum deviasyonu olan pilotların ($n=48$) kulak barotravması yaşaması ve sinüs barotravması yaşaması istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Pilotlarda alerjik rinit hastalığının olması ($n=48$) ile kulak barotravması yaşanması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş olup ($p<0,001$), alerjik rinit ile sinüs barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Pilotların son bir yıl içerisinde geçirdikleri ÜSYE sayıları ortalama $1,8 \pm 1,48$ olarak tespit edilmiştir. ÜSYE geçirdikleri sırada uçuş görevlerine devam eden pilotlarda kulak ve sinüs barotravması yaşanması anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,001$).

ÜSYE'nin kulak ve sinüs barotravması için predispozan bir faktör olduğu halde çalışmamızda pilotların ÜSYE yaşadıkları sırada büyük çoğunluğunun uçuş görevlerine devam ettikleri ve barotravma yaşama oranlarının daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Barotravma hakkında uçucu personele daha fazla bilgi verilmesinin, havacılık emniyeti açısından özellikle dikkat edilmesi gereken önemli bir konu olduğu göze çarpmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kulak barotravması, sinüs barotravması, pilot, risk faktörleri



ABSTRACT

Pilots are under the influence of many environmental factors during flight when fulfilling their duties. Pressure change which is one of these environmental factors and which occurs during the flight can result in with otic and sinus barotraumas. This study aims to evaluate the prevalence of otic and sinus barotraumas among commercial airline pilots in our country and the factors that can cause barotraumas in flight environment.

The study was conducted with 329 commercial airline pilots who are actively flying. Participants were asked to complete the survey form that questions participants' demographic characteristics, flight hours, medical history that could contribute barotrauma, upper respiratory infection (URI) frequency, flu vaccination and sinus and otic barotrauma frequency.

314 male and 15 female pilots whose average age was $41,26 \pm 9,68$ were included in the study. Otic barotrauma and sinus barotrauma incidence of pilots during their career are determined %55,6 and %57,8. Also otic barotrauma and sinus barotrauma prevalence of pilots in the recent year are determined %34,4 and %32,9. Pilots with nasal septum deviation ($n=48$) have statistically high otic and sinus barotrauma rates ($p<0,05$). Statistically there is a significant difference between allergic rhinitis ($n=48$) and otic barotrauma ($p<0,001$) however there is not a statistically significant difference between allergic rhinitis and sinus barotrauma. Average URI count of pilots in the recent year found $1,8 \pm 1,48$. Otic and sinus barotrauma are found statistically high within pilots who continued their duties in spite of URI ($p<0,001$).

While upper respiratory infection is a predisposing factor for otic and sinus barotrauma, it is observed that a great majority of the pilots continued their flight duties during URIs and it is revealed that their barotrauma rates are higher. It is clearly indicated that giving further information to the aircrew about barotrauma is a remarkably important issue in terms of flight safety.

Key words: Otic barotrauma, sinus barotrauma, pilot, risk factors

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER.....	i
BEYAN.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
TABLO DİZİNİ.....	ix
ŞEKİL DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Barometrik Basınç Değişikliklerine Genel Bakış.....	2
2.2. Kabin Basınçlandırma Sistemleri.....	4
2.2.1. Kabin Basınçlandırma Sistemi.....	4
2.2.2. Kabin Basıncının Fizyolojik Gereksinimleri.....	7
2.2.3. Yüksek Kabin Basınç Farkı Olan Uçaklar: Yolcu Uçakları.....	10
2.3. Barometrik Basınç Değişikliğinin Kulak Üzerine Fizyolojik Etkileri.....	11
2.3.1. Kulak Anatomisi.....	11
2.3.2. İşitme Mekanizması.....	12
2.3.3. Basınç Eşitleme.....	13
2.3.4. Orta Kulak Barotravması.....	15
2.3.5. İç Kulak Barotravması.....	19
2.3.6. Alternobarik Vertigo.....	20
2.3.7. Gecikmiş Kulak Barotravması.....	20

2.4.Barometrik Basınç Değişikliğinin Paranasal Sinüsler Üzerine Fizyolojik Etkileri.....	21
2.4.1. Paranasal Sinüs Anatomisi.....	21
2.4.2. Sinüs Barotravması.....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
4. BULGULAR.....	26
5. TARTIŞMA.....	45
5.1. Çalışmadaki Kısıtlılıklar.....	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
7. KAYNAKLAR.....	51
8. EKLER.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATPL	: Airline Transport Pilot Licence (Havayolu Nakliye Pilotu Lisansı)
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CPL	: Commercial Pilot Licence (Ticari Pilot Lisansı)
FAA	: Federal Aviation Administration (Federal Havacılık Kurulu)
ft	: Feet
Hz	: Hertz
ICAO	: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
KBB	: Kulak Burun Boğaz
kPa	: Kilopascal
mL	: Mililitre
mmHg	: Milimetre civa
MR	: Manyetik Rezonans
TALPA	: Türkiye Havayolu Pilotları Derneği
ÜSYE	: Üst solunum yolu enfeksiyonu

TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1. ICAO (1964) uluslararası standart atmosfer

Tablo 2.2. Orta Kulak Barotravmalarında Modifiye Teed Sınıflaması

Tablo 4.1. Katılımcıların uçuş saatlerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.2. Pilotların KBB ilgili hastalık durumlarına göre tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.3. Pilotların alerjik hastalık durumlarına göre tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.4. Pilotların grip aşısı yaptırma değerleri

Tablo 4.5. Pilotların son bir yıl içerisindeki ÜSYE sayılarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.6. Pilotların son bir yıl içerisinde istirahat raporu alma değerleri

Tablo 4.7. Pilotların ÜSYE geçirdikleri zaman uçuş görevinde bulunma durumlarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.8. Pilotların sinüs barotravması sayılarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.9. Pilotların kulak barotravması sayılarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Tablo 4.10. Cinsiyet ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.11. Cinsiyet ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.12. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri ile sinüs barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.13. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş sayıları ile sinüs barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.14. Pilotların havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sayısı ile toplam uçuş saatleri arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.15. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri ile kulak barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.16. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş sayıları ile kulak barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.17. Pilotların havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravma sayısı ile toplam uçuş saatleri arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.18. Pilotların son bir yıl içerisindeki ÜSYE sayıları ile uçuş saatleri arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.19. Pilotların son bir yıl içerisindeki ÜSYE sayıları ile uçuş sayıları arasındaki korelasyon analizi

Tablo 4.20. Pilotların son bir yıl içerisinde ÜSYE sayıları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.21. Pilotların son bir yıl içerisinde ÜSYE sayıları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.22. Pilotların ÜSYE durumunda uçuş durumları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.23. Pilotların ÜSYE durumunda uçuş durumları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.24. Pilotların grip aşısı yaptırma durumları ile ÜSYE sayısı arasındaki ilişki

Tablo 4.25. Pilotların grip aşısı yaptırma durumları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.26. Pilotların grip aşısı yaptırma durumları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.27. Pilotların KBB ile ilgili hastalık durumları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.28. Pilotların KBB ile ilgili hastalık durumları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.29. Nazal septum deviasyonu ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.30. Nazal septum deviasyonu ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.31. Alerjik hastalık ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.32. Alerjik hastalık ile kulak barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.33. Alerjik rinit ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

Tablo 4.34. Alerjik rinit ile kulak barotravması arasındaki ilişki

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Atmosferde irtifa ve basınç ilişkisi grafiği

Şekil 2.2. Bir uçuş sırasında yüksek kabin basınç farkı olan bir yolcu uçağının kabin irtifasının (alt eğri) 40.000 feet'e kadar ve zemin seviyesine geri dönmesi sırasındaki süreç (uçak irtifa, üst eğri)

Şekil 2.3. Kulak Anatomisi

Şekil 2.4. Orta kulak barotravması Modifiye Teed sınıflaması Otoskopik Görüntüleri



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Uçmak insanoğlunun var olduğu ilk zamanlardan günümüze kadar sürekli arzu ettiği bir eylem olmuştur. İnsan anatomisi ve fizyolojisi desteksiz olarak uçmaya uygun olmadığı halde insanoğlu tarih boyunca kanat, fişek, roket, balon gibi gereçlerle ve son yüzyılda pervane ve jet sistemli uçaklarla uçuş arzusunun gerçekleştirilmiştir. Kullandıkları ilk günden bu yana hava araçlarının teknolojik donanımları ve kapasiteleri büyük gelişmeler göstermiş, artmış manevra kabiliyetleri günümüzde insan fizyolojisinin sınırlarını zorlar hale getirmiştir.

Uçuş esnasında pilotlar görevlerini yerine getirirken birçok çevresel etkenin etkisi altında kalırlar. Bu çevresel etkilere biri olan ve uçuş sırasında meydana gelen basınç değişiklikleri, akut travmatik inflamasyona yol açan mekanik bir süreç olan orta kulak ve/veya sinüs barotravması ile sonuçlanabilir (1).

Orta kulak barotravması, orta kulak boşluğu ve çevredeki ortam arasındaki basınç farkından kaynaklanan patolojik değişiklikler olarak tanımlanabilir (2). Sinüslerin içerisindeki hava uçuş sırasında dış ortam basınç değişikliklerine maruz kalır. Sinüslerin havalandırılması ile ilgili bir problem olduğu zaman, dış ortam hava basıncındaki değişikliklerin dengelenememesi sonucu oluşan patolojik duruma sinüs barotravması denilmektedir (3). Barotravmalar uçuşta sık karşılaşılabilecek bir problemdir ve uçuşu tehlikeye sokabilecek, kazaya sebep olabilecek derecede ciddi problemlere yol açabilmektedir (4).

Çalışmamız ülkemizde faaliyet gösteren ticari pilotlarda uçuş sırasında meydana gelebilecek olan orta kulak ve sinüs barotravmalarının bir yıllık sıklığını belirlemeyi amaçlamaktadır.

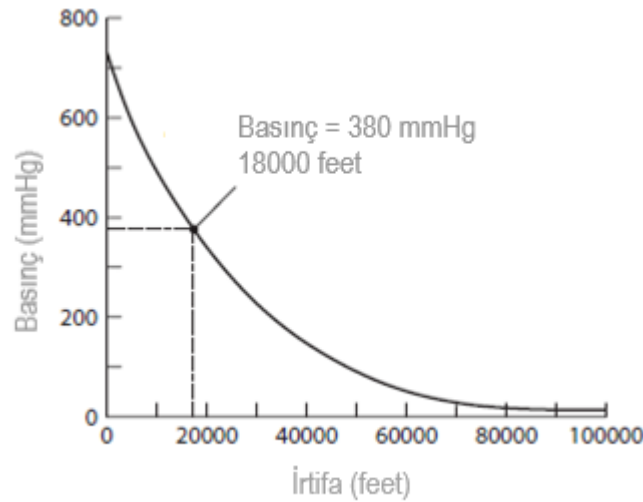
Ayrıca pilotların; uçuş süreleri ile ÜSYE sıklığı arasındaki ilişki, ÜSYE geçirdikleri zamanlardaki uçuşla ilgili tutumlarını değerlendirilmesi, grip aşısı oranlarının karşılaştırılması ve barotravmaların altında yatan diğer nedenlerle ilgili sayısal verilere ulaşılması amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Barometrik Basınç Değişikliklerine Genel Bakış

Barometrik (Atmosferik) Basınç

Barometrik basınç, dünya yüzeyi üzerinde basınç oluşturan atmosferik gazların ağırlığının toplamıdır. Bu kuvvet, yer çekimi tarafından moleküllerin dünyaya doğru çekilmesiyle meydana gelir ve irtifaya çıkıldıkça atmosferik basınç azalır. Şekil 2.1'de görüldüğü gibi, barometrik basınç 18.000 feet yükseklikte 50.7 kPa'ya (380 mmHg) ve 33.700 feet yükseklikte dörtte birine (190 mmHg) düşer. 100.000 feet'te, atmosferik basınç deniz seviyesinin yüzde biridir (5).



Şekil 2.1. Atmosferde irtifa ve basınç ilişkisi grafiği (5)

Basınç, bir civalı veya aneroid barometre tarafından Pascal, PSF (pounds per square foot), PSI (pounds per square inch) veya mmHg (milimetre civa) olarak ölçülebilir. Uçağın altimetresi feet olarak gösterdiği irtifaları esasen dış basınç değerine göre belirler (6). Bu basınç Toricelli'nin buluşuna göre, civanın milimetre yüksekliği olarak da (Torr) ifade edilebilir.

Bir uçak veya balonun irtifa ve barometrik basınç bakımından yüksekliğini gösterebilecek uçuş araçlarının tanıtılması, bir referans standardının getirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu tip standart, çeşitli uçuş araçlarının kalibrasyonu için temel olarak kullanılabilir ve ticari havayollarında irtifa ayırımının belirlenmesinde çok önemlidir. Bir dizi farklı standart hazırlanmış ve kabul edilmiştir. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) standardı (1964) ve ABD Standart Atmosferi (1976) en yaygın olarak bilinenleridir. ICAO (1964) standardı, hem askeri hem de sivil havacılık faaliyetleri için kabul edilmiştir (7).

Tablo 2.1. ICAO (1964) uluslararası standart atmosfer (7)

İrtifa		Basınç		Sıcaklık
ft	m	mmHg	lb/in ²	(°C)
0	0	760	14.70	+15.0
1000	305	733	14.17	+13.0
2000	610	706	13.67	+11.0
3000	914	681	13.17	+9.1
4000	1219	656	12.69	+7.1
5000	1525	632	12.23	+5.1
6000	1829	609	11.78	+3.1
7000	2134	586	11.34	+1.1
8000	2438	565	10.92	-0.9
9000	2743	543	10.50	-2.8
10000	3048	523	10.11	-4.8
11000	3353	503	9.72	-6.8
12000	3658	483	9.35	-8.8
13000	3962	465	8.98	-10.8
14000	4267	447	8.63	-12.7
15000	4572	429	8.29	-14.7
16000	4879	412	7.97	-16.7
17000	5182	395	7.64	-18.7
18000	5486	380	7.34	-20.7
19000	5791	364	7.04	-22.6
20000	6096	349	6.75	-24.6
21000	6401	335	6.48	-26.6
22000	6706	321	6.21	-28.6
23000	7010	307	5.95	-30.6
24000	7315	294	5.70	-32.6
25000	7620	282	5.45	-34.5
26000	7925	270	5.22	-36.5
27000	8230	258	4.99	-38.5
28000	8534	247	4.78	-40.5
29000	8839	236	4.57	-42.5
30000	9144	226	4.36	-44.4
31000	9449	215	4.17	-46.4
32000	9754	206	3.98	-48.4
33000	10 058	196	3.80	-50.6
34000	10 363	187	3.63	-52.4
35000	10 668	179	3.46	-54.2
36000	10 973	170	3.30	-56.3
37000	11 278	162	3.14	-56.5
38000	11 582	155	3.00	-56.5
39000	11 887	147	2.95	-56.5
40000	12 192	141	2.72	-56.5
41000	12 497	134	2.59	-56.5
42000	12 802	128	2.47	-56.5
43000	13 107	122	2.36	-56.5

Boyle Kanunu

Gaz karışımlarının davranışını belirleyen fiziksel yasalar, irtifa değişikliklerinin insan fizyolojisi üzerine etkilerinin anlaşılmasında önemli bir yere sahiptir.

Boyle kanunu, sabit bir sıcaklıkta ölçülen ideal gaz hacminin maruz kaldığı basınç ile ters orantılı olduğunu belirtir.

Matematiksel olarak:

$$P1 \cdot V1 = P2 \cdot V2$$

P1: gazın başlangıçtaki basıncı

V1: gazın başlangıçtaki hacmi

P2: gazın son basıncı

V2: gazın son hacmi

Boyle kanunu su buharı varlığı ile değiştirilir; vücut boşluklarındaki gazlar sabit sıcaklıkta su buharına doymun olarak kabul edilebildiğinden, vücut gazlarının genişlemesiyle ilgili hesaplama yapılırken toplam gaz basıncına su buharı basıncının 47 mmHg olduğu düzeltilmesi yapılır (8). Su buharından dolayı düzeltme yapıldığında 47 mmHg'lık basınç toplam basınçtan çıkarılmalıdır:

$$(P1 - 47 \text{ mmHg}) \cdot V1 = (P2 - 47 \text{ mmHg}) \cdot V2$$

Boyle kanunu kulak, sinüs, mide ve barsaklar gibi vücut boşluklarındaki hapsedilmiş gazlara bağlı basınç değişikliğinin etkilerini de izah eder.

2.2. Kabin Basınçlandırma Sistemleri

2.2.1. Kabin Basınçlandırma Sistemi

Yüksek irtifa uçuşlarında karşılaşılan ciddi fizyolojik problemler, genellikle barometrik basınç azalmasıyla ilgilidir. Yüksek irtifa uçaklarının hareket

kabiliyetlerinin gelişmesi, insanın tolerans limitlerini aşmıştır. Uçuş sırasında yüksek irtifada karşılaşılan düşük çevresel basınçlara maruz kalmanın neden olduğu fizyolojik rahatsızlıklar en aza indirilmelidir. Barometrik basınçtaki düşüğe rağmen yeterli alveoler parsiyel oksijen basıncını korumak için oksijen sistemlerinin kullanılması, mürettebat ve yolcu bölmelerindeki basınç ortamının yapay olarak dış ortam basıncının üzerine yükseltilmesi bir uçakta kabin basınçlandırma sistemi ile sağlanabilir (9).

İlk bakışta, kabinde mutlak basıncı uçuş boyunca tek bir atmosferik basınçta (760 mmHg) tutmak büyük avantajlar ortaya çıkaracaktır. Bununla birlikte, böyle bir gereklilik, basınçlı kabinin ve basınçlandırma ekipmanının ağırlığında ve havayı basınçlandırmak için gereken kuvvette artışa neden olur, dolayısıyla uçağın performansına ilişkin önemli sıkıntılar oluşturur. Ayrıca, dış ortam ile kabin içi arasındaki basınç farkı arttıkça, yapının arızalanması durumunda hava aracına ve yolculara zarar verme riski de artar. Bu nedenle, bir uçağın deniz seviyesine eşdeğer bir basınç ile basınçlandırılması çalışması çok nadirdir. Çoğu ticari uçak maksimum 8000 feet kabin irtifasına eşdeğer bir kabin basıncı sahiptir (9).

Sabit kanatlı hava taşıtlarındaki havadaki oksijen sistemlerinin gelişimi, Birinci Dünya Savaşı'ndan kalmadır ve izleyen on yıllar boyunca, sistemler ham ve güvenilir cihazlardan, gelişmiş ileri teknoloji ürünlere doğru gelişmiştir. Askeri savaş ve ticari yolcu uçağının farklı ihtiyaçlarının ve farklı kabin basınçlandırma derecelerinin, uygun oksijen sistemlerinin tasarımında etkileri vardır. Büyük gelişmeler genel olarak askeri savaş uçaklarının mürettebatına sunulan tesisleri ve korumayı geliştirme zorunluluğundan kaynaklandı ve daha sonra bu gelişmeler sivil uçaklarda kullanılmak üzere uyarlandı. Her durumda, birincil amaç, kullanıcının hipoksiden yeterince korunmasını sağlamaktır (10).

Ulusal askeri ve sivil havacılık otoriteleri genellikle çeşitli düzenlemeler altında, o eyalette veya ülkede kayıtlı uçaklarda taşınacak minimum kabul edilebilir oksijen miktarını belirtmiştir. ABD'de kayıtlı ticari uçaklar için, Federal Havacılık İdaresi (FAA), FAA Yönetmeliği (FAR bölüm 25, 121 ve 135) kapsamındaki çeşitli uçak sınıflarında oksijen gereksinimini ortaya koymaktadır. Birleşik Krallıkta, CAP 393 Hava Seyrüsefer Emri'nin (2014) 4. Çizelgesi, mürettebata oksijen bakımından

zengin hava ya da yüzde 100 oksijen verecek ekipmanın, 10.000 feet irtifa üzerinde uçan tüm ticari uçaklara monte edilmesini gerektirmektedir. Ayrıca, eğer uçak kabin irtifası 10.000 feet'in altında tutulabiliyorsa, belirli bir süre boyunca 15.000 feet'in üzerinde bir basınç arızası durumunda tüm mürettebat üyelerine ve yolculara tedarik etmek için yeterli miktarda oksijen bulundurulmalıdır. Yüksek kabin basınç farkı bulunan; yolcu uçağı, büyük askeri nakliye ya da bombardıman uçağı gibi rutin uçuş sırasında her zaman yaklaşık 8000 feet'in altındaki bir kabin irtifası ile uçan uçaklarda, bu tür donanımlar yalnızca kabin irtifası güvenli sınırları aştığında kullanılır (10).

Yukarıda belirtildiği gibi, bir uçağın kokpitine veya kabine basınç verilmesi, yükselişin olumsuz etkilerine karşı iyi bir koruma sağlayabilir. Kabin basınçlandırma sistemi, yüksek basınç farkının uçağın ağırlığına ve performansına etkisi ve kabin bütünlüğü bozulma riski göz önünde bulundurularak 2 ana gruba ayrılır. Konforun ana öneme sahip olması durumunda ve uçağa yapısal hasar gelme olasılığı çok uzaksa; kabin içindeki basınç, yolcuların uçuş sırasında kabin içerisindeki havayı soluyabilecekleri düzeyde tutulur. Uçak performansının daha ön planda olduğu ve düşman etkisiyle kabin bütünlüğünün bozulma riski bulunan savaş uçaklarında, kabinin çok daha düşük bir basınçlandırma seviyesi benimsenir ve mürettebat, oksijen ya da oksijen/ hava karışımı solur (11).

Kabin basıncını dış ortam basıncının üstünde tutmak için iki ayrı yöntem vardır. Hemen hemen tüm mevcut uçaklarda da kullanılan geleneksel yöntem, uçağın dışından hava çekmek, sıkıştırmak ve kabine teslim etmektir. Arzu edilen basınç, kabin içinden basınçlı havanın atmosfere akışını kontrol ederek kabin içinde tutulur. Sürekli hava akışı bölmeyi havalandırır; çoğu uçakta bu hava akımı ayrıca kabin içindeki termal çevreyi de kontrol eder, böylece basınç ve sıcaklık kontrolü yakından ilişkilidir. Kabin hava kalitesinden ödün vermeden yakıt tasarrufu sağlayan, yüksek verimli partikül hava (HEPA) filtreleri içeren verimli devirdaim sistemleri geliştirilmiştir. Sonuç olarak, 1980'lerin ortalarından bu yana çoğu yolcu taşıyan uçak kabinleri, kabin havasının yüzde 50'sini dolaştıran çevresel kontrol sistemleri ile donatılmıştır (11).

İkinci yöntem; yaklaşık 80.000 feet'in üzerindeki irtifalarda sürekli uçuşlar sırasında kabine dış hava ile basınç uygulamak mümkün değildir. Çok yüksek irtifalarda, düşük yoğunluklu havayı kabin içinde gerekli basınca sıkıştırmak için gereken enerji ve sıkıştırma işleminde üretilen ısı aşırı hale gelir. Bu şartlardan dolayı basınçlı gazlar araç içinde taşınmalıdır. Kullanılmış gazlar geri dönüştürülür ve gaz kaybı en aza indirilir (11).

2.2.2. Kabin Basıncının Fizyolojik Gereksinimleri

Bir kabin basıncı için gereksinimler tanımlanırken dört ana fizyolojik faktör grubu göz önünde bulundurulmalıdır. İlk grup, kabin içi kabul edilebilir maksimum irtifasını belirleyen faktörlerden oluşur: hipoksi, dekompresyon hastalığı ve gastrointestinal gazın genişlemesi. İkinci grup, uçağın iniş ve çıkışlarında kabin irtifasının maksimum kabul edilebilir değişim hızını belirler: gaz içeren vücut boşlukları (örn. orta kulak boşlukları ve paranasal sinüsler). Üçüncü grup, ani bir kabin arızasının etkilerinin büyüklüğü ile ilgilidir. Son grup, kabin havasının kalitesi ve bunun konfor ve refah üzerindeki etkisi ile ilgilidir (11).

Hipoksi

Yolcuların hava soluduğu bir uçakta kabul edilebilir kabin irtifası, hafif hipoksinin uçak mürettebatının performansı ve yolcuların refahı üzerindeki etkileri dikkate alınarak belirlenir. 10.000 – 12.000 feet'ten daha yüksek irtifalarda, pilotların uçuş görevlerini yerine getirme yeteneğinde önemli bir bozulma potansiyeli vardır. Nitekim, bireylerin 8000 feet irtifadaki hava solurken yeni bir duruma tepki vermelerinin saptanabilir bir şekilde yavaş olduğu bildirilmiştir, ancak 5.000 feet'te bu tip performansta çok az tespit edilebilir bozulma vardır. Bu nedenle, yüksek irtifada uçan ticari uçaklarda rutin uçuşlarda izin verilen maksimum kabin irtifası 8.000 feet olsa da, 5.000 - 7.000 feet'e eşit bir çevresel basıncın fizyolojik avantajlara sahip olacağı görüşüne varılmıştır (11).

Dekompresyon Hastalığı

Bireyler 18.000 feet yüksekliğe maruz kaldıklarında dekompresyon hastalığı ortaya çıkabilir ancak 22.000 feet'e kadar emniyetli şekilde uygun koşullar altında

ortaya çıkması nadir görülür. 22.000 - 25.000 feet arasındaki irtifalara maruz kalma sırasında küçük ama önemli sayıda vaka meydana gelmiştir. Rutin uçuşlar sırasında dekompresyon hastalığı kabul edilemez olduğu için, hava mürettebatının maruz kalabileceği maksimum kabin yüksekliği 22.000 feet'i aşmamalıdır (11).

Gastrointestinal Gazın Genişlemesi

Normal sağlıklı bireylerde, mide ve bağırsaklar, hacmi 0 ila 400 mL arasında değişen, ortalama 100 mL'lik bir miktar gaz içerir. Bu gaz yutulan havadan, bağırsaktaki bakterilerin etkisinden, doku ve kandaki gazların değiş tokuşundan elde edilir.

İrtifa arttığı sırada, midede bulunan gaz genişler ve genellikle yemek borusundan ve ağızdan dışarı kaçar. Bağırsaktaki gaz kabarcıkları anüs boyunca havalandırılan büyük kabarcıklar oluşturmak üzere birleşir. Çok yüksek çıkış hızlarında ve hızlı dekompresyon sırasında bu zorluk artar, hatta deneyimli uçak mürettebatı üyeleri gazı yayıldığı kadar çabuk yoldan dışarı atmakta zorlanırlar. Böylece birey, hafif üst veya alt karın rahatsızlığından istisnai durumlarda çok şiddetli ağrıya kadar değişen semptomlar geliştirebilir. Bazı hassas bireylerde, genişleyen gazın neden olduğu karın ağrısı, vazovagal senkopa neden olabilir. Gastrointestinal kanaldaki gazın genişlemesinin viseral hasar verdiği bilinmemektedir (11).

Sıklıkla yüksek irtifaya maruz kalan sağlıklı hava mürettebatında karın rahatsızlığı veya ağrısı, maksimum irtifa 25.000 feet'i aşmadığında ihmal edilebilir. Gastrointestinal rahatsızlıklardan muzdarip olan yolcular için zemin seviyesinden 8000 feet'e kadar yükselme sırasında karın bölgelerinde oluşan gaz hacmindeki nispeten küçük bir artış bile sıkıntılı olabilir. Bu nedenle, ticari uçakların maksimum kabin irtifası mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır (11).

Diş

İrtifaya çıkış sırasında gaz genişlemesi dişlerde, aerodentalji olarak bilinen şiddetli diş ağrısına neden olabilir. Modern dental dolgu malzemeleri, dental dolgularda sıkışmış gaz hacmini azaltmıştır ve bu kaynaktan gelen aerodentalji artık

nadirdir. Bununla birlikte, aerodentalji, sağlıksız dişlere sahip hava mürettebatı tarafından yaşanabilir (11).

Kabin İrtifasının Değişim Oranı

İrtifaya çıkış oranları, örneğin 5.000 - 20.000 feet/dak., genellikle çok iyi tolere edilir. Aynı şey iniş için geçerli değildir. Vücudun gaz ile dolu boşluklarındaki basınçların dengelenmesindeki zorluk, iniş sırasında kabin basıncının maksimum kabul edilebilir hızını sınırlar.

Bir uçakta yükseliş ve iniş sırasında veya ani bir kabin basıncı kaybında, vücut boşlukları içindeki gazların basıncı, çevre ortam basıncı ile bir denge sağlamalıdır. Aksi halde birey olumsuz etkilere maruz kalır. Gazların sıkışabileceği ve basınçların eşitlenemediği kritik bölgeler orta kulakları ve paranasal sinüsleri içerir.

İniş sırasında orta kulak havalandırma teknikleri konusunda eğitilmemiş tecrübesiz yolcular, kabin basıncının 6000 - 8000 feet maksimum irtifa seviyesinden zemin seviyesine yaklaşık 1,7 kPa/dak.'yı (yaklaşık 500 feet/dak.) aşması durumunda kulak rahatsızlığından şikayet eder. Çoğu sivil yolcu uçağı için kabul edilen kabin basıncının maksimum artış hızı 1 kPa/dak., yani yaklaşık 300 feet/dak.'dır (11).

Kabin Hava Kalitesi

Resirkülasyon yapan çevresel kontrol sistemlerinin yolcu uçaklarına getirilmesinin ardından, kabin hava kalitesi birçok çalışma ve incelemeyi teşvik ederek büyük ilgi çekmiştir. Kabin hava kalitesinin yolcuların konfor ve refah algısına katkıda bulunan unsurları; havalandırma, kirletici maddelerin uzaklaştırılması, sıcaklık, nem ve enfeksiyonların yayılmasına ilişkin durumlardır.

Uçak resirkülasyon sistemleri, havayı binalardaki havalandırma sistemlerine göre yaklaşık 5-10 kez daha fazla exchange eder ve bu nedenle havanın uçağın oturma bölgelerine dağıtımının hassas bir şekilde kontrol edilmesi gerekir.

HEPA filtreleri, duman parçacıkları ve mikroorganizmalar gibi kirletici maddelerin uzaklaştırılmasını sağlar. Rydock tarafından yapılan araştırmalar,

bulaşıcı hastalıkların sadece birbirine yakın oturan insanlar arasında bulaşabileceğini ve hava resirkülasyonunun, yolcuların mikroorganizmalara maruz kalma riskini göz ardı edilebilecek düzeyde bir etkisi olduğunu göstermektedir (12). Sıcaklığın kontrol edilmesi nispeten kolaydır ancak konfor algısı kabin ekibi ve yolcular arasında değişebilir ve tüm yolcular için termal konfor sağlamak kolay değildir.

Uçaklarda tipik olarak, yüzde 12-21 nispi nem seviyeleri vardır; bu düşük seviyeler nazal kuruluğun hafif semptomlarına neden olsa da, başka hiçbir etki görünmemektedir. Bu hafif etkiler muhtemelen hava yolculuğu sırasında artan sıvı alımı ile hafifletilebilir. Yayınlanan veriler modern uçakların çok yüksek kalitede havalandırma havası sağladığını göstermektedir. Avrupa Komisyonu için yapılan bir çalışmada, izlenen kirletici maddelerin değerlerinin hiçbirisi, yolcu veya mürettebatın sağlığı için endişe verici düzeyde değildi. Bununla birlikte, bazı uçuşlarda kabinde ölçülen sıcaklıklar, bağıl nem ve CO₂ seviyeleri kabul edilebilir iç hava kalitesi ve termal konfor ile ilgili aralığın dışındaydı (11).

2.2.3. Yüksek Kabin Basınç Farkı Olan Uçaklar: Yolcu Uçakları

Uçağın dışındaki atmosfer basıncı ile mutlak basınç arasındaki farka, kabin basınç farkı (cabin differential pressure) denir. Basınç farkı sık sık kontrol edilir, bu yüzden uçak irtifasına göre değişir.

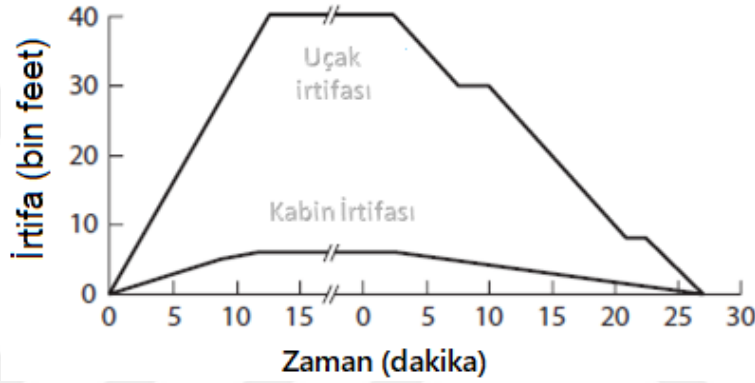
5.000 - 8.000 feet'in üzerindeki irtifalarda çalışan, yolcu taşıyan uçakların kabinleri basınç altındadır. Böylece yolcuların uçuş boyunca havayı soluması ve kabin etrafında serbestçe dolaşması sağlanır, rahatsızlık ve yorgunluk en aza indirilir.

Bu tür uçakların yapısı o kadar sağlamdır ve kabin basınçlandırma sistemlerinin güvenilirliği o kadar yüksektir ki, kabinde ciddi bir dekompresyon riski diğer büyük yapısal bozulklardan daha yüksek değildir.

Yolcu uçaklarının çalışması sırasında kullanılan maksimum kabin basınç farkı, fizyolojik gereklilik ve uçağın operasyonel azami irtifası tarafından belirlenir. Uçak, operasyonel azami irtifası altındaki bir irtifada seyrederken, uçuş mürettebatı maksimum kabin basınç farkı seçilmesine, böylece çok düşük bir kabin irtifasının korunmasına ve artan konforun seçilmesine karar verebilir veya kabin irtifasının

6000 - 8000 feet bandına yükselmesine izin verebilir ve kabin yapısının yorulma ömrünü uzatabilir.

Uçak ve kabin irtifalarının tipik bir uçuş boyunca 40.000 feet'lik bir irtifaya kadar olan değişimleri Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Bu tür bir uçakta uçuş mürettebatı, kabin basınçlandırılmasının başlayacağı veya duracağı uçak irtifasını, kabin irtifasının değişim hızını ve maksimum kabin irtifasını seçebilir. Bu değişkenler seçildiğinde basınçlandırma sistemi, istenen kabin irtifa profilini vermek üzere kabin basınç farkını otomatik olarak kontrol eder (13).



Şekil 2.2. Bir uçuş sırasında yüksek kabin basınç farkı olan bir yolcu uçağının kabin irtifasının (alt eğri) 40.000 feet'e kadar ve zemin seviyesine geri dönmesi sırasındaki süreç (uçak irtifası, üst eğri) (13).

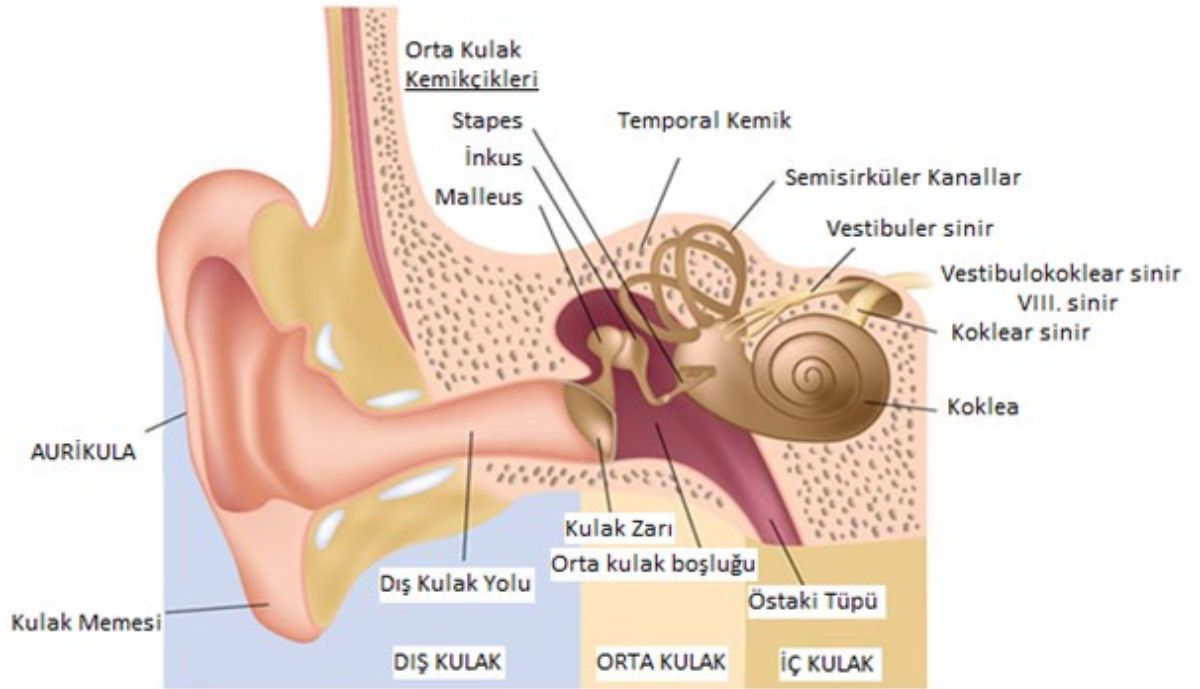
2.3. Barometrik Basınç Değişikliğinin Kulak Üzerine Fizyolojik Etkileri

2.3.1. Kulak Anatomisi

Kulak, dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere anatomik olarak üç bölümden oluşur (Şekil 2.3). Dış kulak, aurikula ve dış kulak yolundan oluşur. Kıkırdak olan aurikula ses dalgalarını toplar ve bu dalgaları timpanik membrana iletir. Dış kulak timpanik membran ile orta kulaktan ayrılır. Orta kulak boşluğu östaki tüpü aracılığıyla nazofarenks ile bağlantılıdır. Mastoid hava hücreleri de orta kulağa açılır (14, 15).

Orta kulak, yuvarlak ve oval pencelereler ile iç kulaktan ayrılır. Oval pencereyi kulak kemikçiklerinden biri olan stapes kemiğinin tabanı oluşturur. Kohleanın orta kulak ile komşuluğunu yuvarlak penceredeki membran sağlar. Timpanik membran kulak kemikçikleri ile bağlantılıdır. Bu sayede ses dalgaları dış kulaktan iç kulağa kadar aktarılabilir (16).

İç kulak denge ve işitme organlarını içerir. Kemik ile çevrilidir ve sıvıyla doludur. İşitme organı olan kohlea, ses titreşimlerine duyarlı sinir hücrelerini çevreler ve sıvı içeren spiral bir yapıya sahiptir. Üç semisirküler kanal sistemi de sıvı ile doludur. Pozisyon ve harekete duyarlı denge organı olarak görev yapar. Vestibüler sistem veya vestibüler aparat olarak da adlandırılır (16).



Şekil 2.3. Kulak Anatomisi (17)

2.3.2. İşitme Mekanizması

İşitme sistemi oldukça sistemli bir şekilde çalışır. Ses titreşimleri aurikula tarafından yakalanır ve dış kulak yolunun sonundaki timpanik membrana iletilir. Timpanik membrandan gelen ses titreşimleri kulak kemikçikleri ile güçlendirilerek

oval pencereye ulaşır. Yani dış ve orta kulak, ses dalgalarını iç kulağa iletmış olur (18).

Dış kulak veya orta kulakta meydana gelen bir hasar ses dalgalarının iç kulağa iletimini engellediği için iletim tipi işitme kaybına sebep olur. Genelde konuşmada kullanılan 250 - 4000 Hz'teki düşük frekanstaki sesler etkilenir (19).

Oval pencerede ses dalgaları kohleadaki hidrolik sıvı içinde basınç dalgalarına dönüştürülür. Sıvılar sıkıştırılamayacağı için oval pencerenin içeriye ve dışarıya doğru olan titreşimleri yuvarlak pencerenin içeriye ve dışarıya hareketi ile kompanse edilir (20).

Ses dalgaları kohlea içinde ilerler. Değişik frekanslardaki ses titreşimleri spesifik alanlarda rezonans yaparak ses frekanslarının farklı şekillerde algılanmasını sağlar. Kohleada stimüle olan sinir lifleri boyunca impulslar iletilir ve beyine bu uyarılar ses olarak ulaşır. Bu sistemdeki herhangi bir hasar sensorinöral işitme kaybı olarak adlandırılır (21).

2.3.3. Basınç Eşitleme

İnsan organizması, gerek irtifada hipoksik şartlarda ve gerekse su altında hiperbarik şartlarda, vücut boşluklarındaki hava basıncının dış ortam hava basıncıyla eşitlenmesi suretiyle total barometrik basınç değişikliklerine karşı büyük bir uyum ve dayanıklılık gösterebilir. Mide ve barsaklar, orta kulak, paranazal sinüsler ve solunum yolları normal olarak gaz içeren vücut bölgeleridir. Buradaki gazlar, yutulmuş hava veya mide ve barsaklarda oluşan diğer gazlar olabilir. Bu gazlar vücut dışında meydana gelen bütün barometrik basınç değişikliklerinden etkilenirler. Bunlar bir uçakta veya alçak basınç odasında irtifa alındığında basınç azalmasına bağlı olarak genişler, irtifa kaybedildiğinde ise tekrar basınç yükselmesi nedeniyle hacim olarak küçülürler. Artan ve azalan basınca verilen bu mekanik cevap Boyle Kanunu'na göre gerçekleşir (22).

Orta kulak boşluğu ve nazofarenksi birbirine bağlayan östaki tüpü normal şartlarda kapalıdır. Yutkunma, çiğneme veya esneme gibi çene hareketleri tensor veli palatini ve levator veli palatini kaslarını hareket ettirerek östaki tüpünün faringeal

orifisini açar. Böylece dış ortam ile orta kulak basıncı eşitlenir. Bilinçli olarak açma hareketi yapmadığımız zaman östaki tüpü her 1-4 dakikada bir açılır. Hızlı basınç değişikliklerinde tüp aktif olarak açılmalıdır (23).

Orta kulak ve iç kulak barotravmalarını önlemek için orta kulak boşluğu basıncının uygun şekilde eşitlenmesi gerekmektedir. Basınç eşitleme, zarar vermeyi engellemek için yavaşça yapılmalıdır. Kulak basıncını eşitleme tekniği pratik ile geliştirilebilen bir yetenektir.

Üst solunum yolu enfeksiyonları, boğazda ve östaki tüpünün orifisinde konjesyona sebep olduğundan eşitleme yapmak oldukça zorlaşır. Saman nezlesi ve alerjik durumlar da benzer etkiler ile eşitlemeyi zorlaştırır. Çeşitli aktif ve istemli yapılan kulak eşitleme manevraları vardır (24).

Valsalva Manevrası

1704 yılında Antonio Valsava tarafından anlatılan valsalva manevrası en sık kullanılan tekniktir. Kolay ve etkili bir yöntemdir. Burun ve ağız kapatılır, yavaşça ağızdan ve burundan hava vermeye çalışılır (25). Farenkste yükselen basınç östaki tüpünün orifisini açar ve orta kulak ile farenksin bağlantısı sağlanır. Bu sırada timpanik membranda basınç hissedilir.

Bu teknikte iç kulağa uygulanan basınç ayarlanamadığı için iç kulağa hasar verme ihtimali bulunmaktadır. Aynı zamanda Valsalva girişimi sırasında zorlamanın 20 saniyeye kadar kalp debisinde ve kan basıncının da düşüşüne neden olma olasılığı ve daha yaşlı kişilerde aritmi potansiyelini artırabilme olasılığı vardır (26).

Toynbee Manevrası

Ağız ve burun kapalıyken basitçe yutkunma hareketinin yapılmasıdır. Basınç farkı olmadan yapıldığında, östaki tüpünü açar ve orta kulaktan küçük bir miktar hava çekilmesine neden olur. Timpanik membranın hafifçe geri çekilmesi nedeniyle, Toynbee manevrası genellikle östaki tüpü açıklığının görsel bir testi olarak kullanılır. Basınç farkı olduğu zaman, östaki tüpünün açık olduğu kısa sürede eşitleme yapılabilir (26).

Frenzel Manevrası

Bu yöntem bir pilot olan Herman Frenzel tarafından 2. Dünya savaşı sırasında uçağın ani dalışlarındaki basınç değişimlerini karşılayabilmek için gerçekleştirilmiştir. Tensör veli palatini kası aktif olarak kasılır ve glottis kapatılır. Dil piston gibi farenksteki havayı ittirdiğinde basınçlı hava östaki tüpünü açarak orta kulak boşluğuna geçer (27). Bu yöntem efor gerektirmediği için ve başarılı bir şekilde yapıldığında tekrarlamak neredeyse içgüdüsel hale geldiği için diğer yöntemlere göre daha kullanışlıdır (26). Ayrıca valsalva manevrasından daha güvenilirdir çünkü timpanik membranı perfore etme veya hipotansiyona neden olma tehlikesi yoktur (26).

Lowry Tekniği

Valsalva ve toynbee tekniğinin kombinasyonudur. Yutkunma hareketi ile birlikte ağız içi basınç artırılır. Kulak açma problemi olan kişiler için oldukça etkili bir yöntemdir (24).

BTV Tekniği

Östaki tüpünün istemli açılması (Beance Tubaire Volontaire) tekniğidir. 1950'lerde Fransız Deniz Kuvvetleri'nde kullanılmaya başlanmıştır. Hem öğrenilmesi hem de uygulanması oldukça zor bir tekniktir ve başarı şansı %30 civarındadır. Yumuşak damak kaslarının kasılması sağlanır. Bu sayede larenks kasları, östaki tüplerinin orifislerini açık tutarak ağız içi ve orta kulak basıncının eşitlenmesini sağlar (24).

2.3.4. Orta Kulak Barotravması

Patogenezi

Orta kulak boşluğu ve çevredeki ortam arasındaki basınç farkından kaynaklanan patolojik değişiklikler orta kulak barotravması olarak tanımlanabilir (2). Orta kulak barotravması havacılıkta en yaygın tıbbi problemdir ve bazı havacılık kazalarında nedensel bir faktör olmuştur (28). Uçuş sonrası orta kulak barotravma sıklığının %2 ile %17 arasında değiştiği bildirilmiştir (29).

Uçuş ortamında, orta kulak boşluğundaki hava hacmi, basınç değişikliklerine cevap olarak önemli ölçüde değişir. Deniz seviyesinde 5 cc'lik bir havanın 8000 feet yükseklikte yaklaşık 7 cc'ye kadar arttığı bildirilmiştir (30). İrtifaya çıkışta, başlangıçta basınç değişikliklerine bağlı olarak orta kulaktaki gazın genişlemesi kulak zarını dışa doğru bombeleştirir. Gaz daha da genişledikçe östaki tüpü orta kulak içindeki gazın artan basıncıyla açılır, hava östaki tüpünden nazofarenkse kaçar ve basınç dengelenir. Çıkışta yaklaşık olarak her 500 - 1000 feet'te östaki tüpü vasıtasıyla orta kulaktan nazofarinkse gaz geçişi olur (11).

İrtifadan inişlerde atmosfer basıncındaki artış, orta kulaktaki gaz hacminin azalmasına neden olur. Bu orta kulak içinde nispi bir negatif basınca neden olur. Gazların orta kulağın mukozal membranlarından doğal emilimi orta kulağın içinde negatif bir basınç oluşturma eğilimindedir ve bu irtifadan iniş sırasında daha da şiddetlenir. Bu negatif basınç nazofarinksten orta kulak boşluğuna hava geçişi ile dengelenmelidir. Ancak östaki tüpünün tek yönlü valf mekanizması gibi çalışması nedeniyle nazofarenksten orta kulağa hava gönderilmesi pasif olarak gerçekleşmez. Bunun için, yutma veya esneme gibi aktif bir işlem gerekir ve basınç farkının daha fazla arttığı durumlarda, östaki borusunun açılması için valsalva manevrası gibi aktif bir teknik kullanılabilir. Orta kulak içindeki negatif basınca bağlı ilk değişiklikler, basınç gradiyentinin bir kısmını dengelemek için timpanik membranın mediale doğru bombeleşmesine neden olur. Daha sonra intralüminal vasküler basınç ve orta kulak basıncı arasında artan basınç farkına bağlı mukozal ödem ve orta kulak boşluğunda hemoraji meydana gelebilir. Basınç farkı artmaya devam ederse, timpanik membranda hemoraji ve timpanik membran rüptürü de meydana gelebilir. Yaklaşık 90 mmHg'lık bir basınç farkı östaki kilidi olarak adlandırılan durumu meydana getirir. Bu durumda östaki kanalının açılması imkansız olabilir ve semptomlar daha da kötüleşebilir (31).

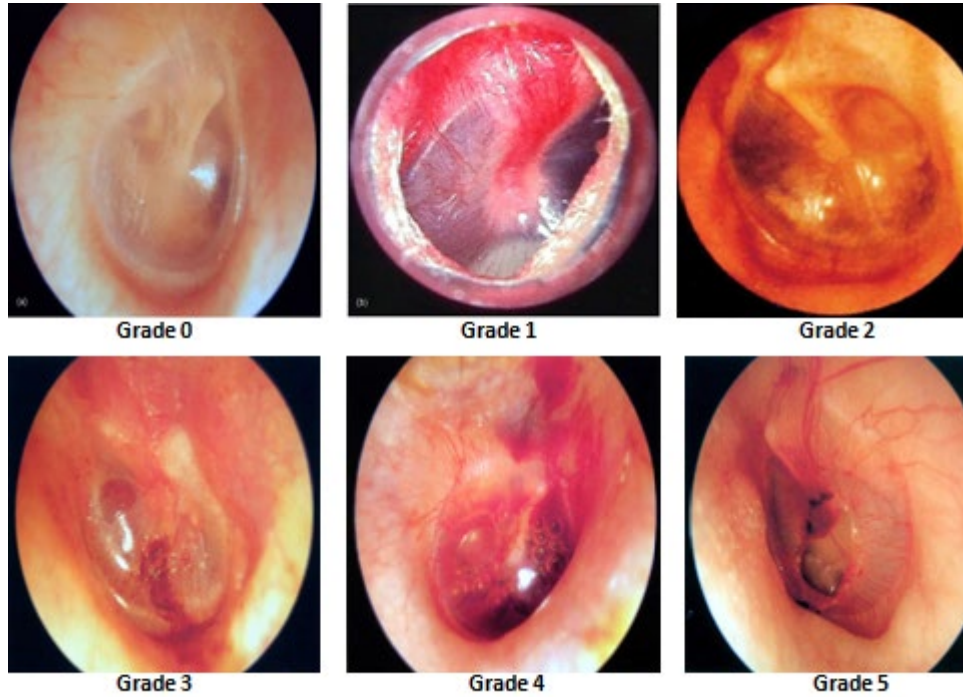
Klinik Özellikleri

Başlangıçta kulakta bir tıkanma hissi duyulur. Devam eden basınç değişikliklerine bağlı olarak kulak ağrısı bir sonraki semptomdur. Kulak ağrısı tipik olarak artan basınç değişimleri ve basınç eşitleme başarısızlığı ile daha da kötüleşir. İleri derecede şiddetli ağrı, muhtemelen perforasyonu gösteren bir bulgu olabilir

(31). Orta kulak barotravmaları ilk olarak Teed tarafından sınıflandırılmıştır (32). Daha sonra Mcfie ve Edmonds tarafından modifiye edilmiştir (33,34). Orta kulak barotravmaları Modifiye Teed sınıflamasında; kulak ağrısı ve dolgunluk hissinin olduğu normal timpanik membran görünümü grade 0 olarak, timpanik membran rüptürü grade 5 olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2.2) (Şekil 2.4).

Tablo 2.2. Orta Kulak Barotravmalarında Modifiye Teed Sınıflaması (32)

	Otoskop Bulguları
Grade 0	Normal muayene
Grade 1	Timpanik membranda diffüz retraksiyon ve kızarıklık
Grade 2	Timpanik membranda peteşiyal hemorajiler
Grade 3	Timpanik membranda gross hemorajiler
Grade 4	Hemotimpanum
Grade 5	Timpanik membran perforasyonu



Şekil 2.4. Orta kulak barotravması Modifiye Teed sınıflaması Otoskopik Görüntüleri (35)

Uçuş sırasında kimlerin orta kulak barotravma riski altında olduğunu tahmin etmek zordur. Ancak fizyolojik olarak timpanik membran veya östaki tüpünün basınç değişikliklerini normalize etme yeteneğini engelleyebilecek herhangi bir şey, barotravmaya yatkınlık yaratacaktır. Bunun en yaygın predispozan nedeni, östaki borusunda bir ödeme sebep olarak östaki tüpü disfonksiyonuna yol açan üst solunum yolu enfeksiyonudur (31). Bir çok çalışma; rinosinüzit, alerjik rinit, septal deviasyon ve adenotonsil hipertrofisi gibi üst solunum yolu hastalıklarının da östaki tüpü disfonksiyonu için risk faktörleri olabileceğini bildirmiştir (36-38).

Orta Kulak Barotravmasına Yaklaşım

Tedavi barotravmanın derecesine göre değişir. Düşük seviyelerde kulak barotravmalarında özel bir tedavi gerekmez. Semptomlar gidinceye kadar daha fazla basınç değişiminden kaçınmak yeterlidir.

Orta kulak barotravmasının ana semptomu ağrıdır. İlk tedavi, bu semptomu gidermek için analjeziklerle yapılır. Barotravmanın nedeni basıncın eşitlenmemesidir, bu nedenle östaki tüpü orifisi mukozasının ödemi azaltmaya yardımcı olmak için topikal dekonjestanların kullanılması gibi östaki tüpü fonksiyonunu iyileştirmek için tedaviler gereklidir. Oral dekonjestanlar da kullanılabilir (39).

Timpanik membran perforasyonu varsa, ilk tedavi antibiyotik kullanımını içermelidir. Bu durumlarda orta kulak enfeksiyonu riski daha yüksektir ve antibiyotiklerle profilaktik tedavi önerilmektedir. Bu tür koruyucu önlemlerle, orta kulak barotravma vakalarının büyük çoğunluğu çözülecektir (39). Timpanik membran rüptürü gelişen non-enfekte orta kulak barotravmalarının %90'ından fazlasında rüptür 3 ay içerisinde spontan iyileşir (40,41). 6 ay içerisinde kapanmayan membran rüptürlerinde cerrahi müdahale tavsiye edilir (42). Uçuş görevlerine geri dönüş, barotravmanın derecesine ve altta yatan sorunların çözülmesine bağlı olacaktır (39). Bireyler barotravmadan toparlanmada değişiklik gösterir. Bununla birlikte, işitme fonksiyonlarının, otoskopik bulguların ve östaki tüp fonksiyonunun normale dönmesi gereklidir. Tekrarlayan veya kronik otitik barotravma vakaları, altta yatan nazal veya otolojik nedenlerden dolayı araştırılmalıdır ve bir KBB

uzmanına yönlendirilmesi önerilir. Bazı durumlarda, burun boşluğu içindeki anormalliklere cerrahi yardımcı olabilir ve orta kulağın havalandırılması için kısa süreli havalandırma tüplerinin takılması faydalıdır (39).

2.3.5. İç Kulak Barotravması

İç kulak basıncı; dış kulaktan, orta kulaktan, vasküler sistemden veya beyin omurilik sıvısından (BOS) etkilenebilir. İrtifadan iniş sırasında orta kulak basıncı eşitlenemezse timpanik membran içe doğru çöker. Timpanik membran üzerinde bulunan orta kulak kemikçiklerinden stapesin tabanı oval pencereye basınç uygular. Perilenf ve endolenf sıvı olduğundan ve sıkıştırılmadığından yuvarlak pencere dışa doğru çıkıntı yapar. Bu sırada kulakta basınç ve ağrı hissedilir. Orta kulak ve ağız içi basınç farkı 90 mmHg'nın üzerine çıkarsa östaki tüpü negatif basınç sebebiyle tamamen kapanır ve açılması mümkün olmaz. Bu andan itibaren orta kulak ile dış ortam basınç farkının artması da valsalva manevrası gibi zorlu manevraların yapılması da iç kulak barotravmasına sebep olabilir. Basınç farkı arttıkça timpanik membranın içe çekilmesi artar. Ya timpanik membran ya da yuvarlak pencere rüptüre olur. Valsalva manevrası östaki tüpünün açılması için gereken eşik değeri aşıldığında yapılırsa intrakranyal basınç artışı olur. Artan BOS basıncı perilenfatik kanallar aracılığı ile iç kulağa iletilir. Basınç artışı sebebiyle oval veya yuvarlak pencere membranı perfore olabilir (24).

Yuvarlak pencere rüptürü perilenf sıvısının orta kulak boşluğuna sızmasına sebep olur (40,43). Bu durum perilenf fistülü olarak bilinir.

Tinnitus, vertigo, dezoryantasyon, dolgunluk hissi, sensorinöral tip işitme kaybı, bulantı, kusma ve nistagmus görülebilir. Bu belirtiler ani başlangıçlı ve inkapasitasyona neden olabilir. Bu akut semptomlar sıklıkla birkaç gün içinde hızla çözülür. Genellikle bulgular ani başlangıçlı olsa da fistül boyutu küçükse semptomların görülmesi gecikebilir (43, 44). İşitme kaybı hasarın derecesine göre geçici veya kalıcı olabilir (19). Odyogramda tipik olarak yüksek frekanslarda işitme kaybı görülür (40). Klinik muayene bazı orta kulak barotravma belirtileri gösterebilir, Romberg testi normal olabilir, Unterberger testi pozitif olabilir. Perilenf fistülü için çeşitli araştırmalar tarif edilmiştir. Bunlardan en bilineni, oturma ile

karşılaştırıldığında 30 dakika yatarken saf ton odyometresinde iyileşmeyi içeren bir fistül testidir. Bununla birlikte, bu testler cerrahi olarak kanıtlanmış fistüllerde mutlaka pozitif değildir (39). Manyetik rezonans (MR) ve bilgisayarlı tomografi (BT) taramaları ile yapılan son araştırmalar tanıya fayda sağlayabileceklerini göstermiştir, ancak genellikle tanı klinik öykü ve muayene ile konulur (45,46).

Tedavinin başlangıcını başın elevasyonu ve mutlak yatak istirahati oluşturur. Amaç intraserebral basıncın düşürülmeye çalışılmasıdır. Kafa içi basıncını arttırabilecek tüm hareketlerden kaçınmak gerekir. Semptomlar hafif barotravma olgularında genel olarak 2 - 3 gün içerisinde spontan olarak düzelmektedir (44). Konservatif tedavinin oldukça efektif olduğu gösterilmiştir (47). İyileşmede gecikme veya klinik durumda progresif kötüleşme olması durumunda oval veya yuvarlak pencere rüptürü akla gelmeli ve cerrahi tedavi düşünülmelidir.

2.3.6. Alternobarik Vertigo

Alternobarik vertigo, geçici vertigo ile sonuçlanan asimetrik orta kulak aşırı basınç stimülasyonunun neden olduğu bir durumdur (39). Esas olarak havacılar da bir orta kulağın diğerinden önemli ölçüde daha hızlı bir şekilde pozitif basınç verilmesinde veya şiddetli bir valsalva manevrası ile yalnızca bir kulağı temizlediğinde ortaya çıkan ilginç bir fenomendir. Saniyeden bir dakikaya kadar sürebilen vertigo hissi vardır. Her iki kulaktaki basınç ortam seviyelerine ulaştığında, baş dönmesi için uyaran artık mevcut değildir ve semptomlar çözülme eğilimindedir (48). Östaki tüpünü daha önce tarif edildiği gibi değiştiren koşullar, alternobarik semptomların olasılığına da katkıda bulunur. Bu durum genellikle kendiliğinden düzelir ve spesifik bir tedavi gerekmez (49).

2.3.7. Gecikmiş Kulak Barotravması

Gecikmiş kulak barotravması, uçuştan birkaç saat sonra hissedilen kulakta rahatsızlık ve işitme kaybından oluşan klinik bir durumdur. Genellikle yüksek oksijen konsantrasyonları solunması gereken uzun uçuşlardan sonra ortaya çıkar. Bu oksijen solunması, orta kulak içinde yüksek kısmi oksijen basıncı ile sonuçlanır. Orta kulak boşluğunda oksijenin parsiyel basıncı yükselir, uçuştan sonra müköz

membranlardan absorbsiyon olur ve negatif basınç gelişir. Genelde uyurken yutkunma sayısının azalması nedeniyle orta kulağın havalanması azaldığında meydana gelir. Genellikle ılımlı bir tablodur ve kendiliğinden geçer (39).

2.4. Barometrik Basınç Değişikliğinin Paranasal Sinüsler Üzerine Fizyolojik Etkileri

2.4.2. Paranasal Sinüs Anatomisi

Paranasal sinüsler yüz ve kafatası kemikleri içinde bulunan içi mukoza ile kaplı kemik kavitelerdir. Havalanmaları nazal kavitede üst ve orta meatuslara açılan ostiumlar ile olur. Kanallar sinüsler gibi mukoza ile kaplıdır (50, 51). Kanallar kalıcı olarak açıktır ve kompresyon - dekompresyon boyunca basınç pasif olarak eşitlenir (52). Tüm paranasal sinüsler simetrik olmamasına rağmen çifttir. Maksiller sinüsler 6 yaşından itibaren birkaç senede gerçek boyutuna ulaşırken, frontal sinüsler ancak erişkin dönemde gerçek boyutuna ulaşır. Etmoid kemiğin havalanması kişiler arası varyasyon gösterebilir. Sfenoid sinüsler doğumda toplu iğne başı kadardır. 3 yaşından sonra hızla büyür ve pubertede gerçek boyutuna ulaşır. Normal fonksiyonel bir burunda paranasal sinüsler havalanma ve drenajı sorunsuz şekilde gerçekleştirir (40).

2.4.2. Sinüs Barotravması

Patofizyoloji

Havacılıkta, bir çok etken olmasına rağmen, göz önünde bulundurulması gereken en yaygın uçuşla ilgili hastalıklar orta kulak ve sinüs barotravmalarıdır (53). Sinüs barotravması, orta kulak barotravmasına göre yaklaşık 4-6 kat daha az sıklıkta görülür (54-56).

Sinüslerin içindeki hava, diğer hava dolu vücut boşluklarına benzer şekilde ortam basıncı değişimlerine maruz kalır. Sinüslerin, orta kulaktan farklı olarak östaki tüpü üzerinde aktif bir açma kontrolü yoktur. Sinüslerdeki hava Boyle Kanunu'nda tarif edildiği gibi davranır. Yükseliş sırasında ortam basıncındaki düşüş sinüs boşluğu içinde gazın genişlemesine yol açar. Genel olarak, bu hava, sinüs boşluğu

içindeki yüksek basınç bölgesinden sinüs ostiumu ile burun boşluğundaki düşük hava basıncına pasif olarak hareket edecektir. İniş sırasında tersi durum ortaya çıkar. Sinüslerin hava dolu boşluğu, ortamdaki pozitif basınç değişikliklerine maruz kalır, bu da sinüs boşluğu içinde negatif basınç oluşturur. Bu, nispeten yüksek basınçlı burun boşluğundan nispeten düşük basınçlı sinüs boşluğuna pasif olarak giren hava ile dengelenir (39).

Sinüslerin sinüs kanalları yoluyla havalandırılmasında problemler varsa, havanın bu pasif hareketi tehlikeye girebilir. Sinüs barotravması, ortam hava basıncındaki değişikliklere cevaben paranazal sinüslerin bir kısmı veya tamamı içindeki basıncı eşitleyememesinden kaynaklanmaktadır (39).

Sinüs ostium ve kanallarının obstrüksiyonunun en yaygın nedeni, sıklıkla üst solunum yolları ile ilişkili mukozal ödemdir. Nazal polipler veya kitleler gibi diğer koşullar da engel olabilir. Burun boşluğundan sinüslere giden havanın engellenme durumu olduğu göz önüne alınırsa, sinüs barotravma semptomlarının iniş sırasında ortaya çıkma olasılığı daha yüksektir. Sinüslerdeki artan negatif basınç, eğer burun boşluğundan havanın geçmesiyle dengelenmezse, mukozal ödem, kapiller hemoraji, submukozal kanama ve sinüs içi hemoraji ile sonuçlanabilir (39).

Sinüs içinde 100 - 150 mmHg negatif basınç mukozal ödem veya seröz akıntı ile hafif barotravma oluşturur. Basınç farklı 260 - 300 mmHg'ya ulaştığı zaman, mukoza kanamalı şiddetli barotravma vakalarından söz edilmektedir (57). İki ayrı çalışmada ekstrasvasküler kan biriktikçe mukozanın periosttan koparak submukozal hematoma oluşturduğu öne sürülmüştür (58,59). Bu MR ve düz radyografi ile doğrulanmıştır (60,61). Ticari uçuşlarda sürdürülen maksimum basınç farkı 200 mmHg olduğundan, ticari uçuşlarda ciddi sinüs barotravması vakaları bildirilmemiştir (62). Bununla birlikte askeri uçuşlarda daha yüksek basınç farkları olduğundan mukozal kanamaya neden olan ciddi barotravmalara yol açabilir.

Klinik Özellikleri

Sinüs barotravmasının başlıca semptomu ağrıdır. En sık frontal sinüs etkilenir ve bunu maksiller sinüs takip eder (61,63). Frontal sinüsün uzun ve kıvrımlı kanalı anterior ethmoidal labirentten orta meatusa açıldığı için inflamatuvar reaksiyonlara diğer sinüslere göre daha duyarlıdır (64). Ağrı genellikle frontal veya maksiller sinüsler üzerinde lokalize olmakla birlikte, retroorbital veya maksiller dentisyon bölgesinde de olabilir (62).

Ana predispozan faktör, üst solunum yolu enfeksiyonu olup, sinüs ventilasyonu ve drenaj yollarının obstrüksiyonuna katkıda bulunur. Barotravmaya yatkınlık oluşturabilecek diğer faktörler arasında burun içindeki anatomik varyasyonlar, nazal septum deviasyonu, nazal polipler ve kronik rinosinüzit sayılabilir. Nazal veya sinüs semptomları öyküsü de önemlidir. Özellikle, nazal alerji öyküsü, tekrarlayan akut veya kronik sinüzit ve nazal poliplerin tümü sinüs barotravması için daha yüksek bir yatkınlık oluşturur (39).

Sinüs Barotravmasına Yaklaşım

Tedavide genellikle ağrı için analjezikler ile tedavi gerekli olabilir ve sinüslerin topikal nazal dekonjestanlar ile havalandırılması sinüs ostiumun açıklığını arttırabilir. Antibiyotikler sadece barotravmaya sekonder sinüzit gelişimi olduğunda endikedir, barotravma sonrası profilaktik antibiyotik kullanımı önerilmez. Tekrarlayan sinüs barotravmalarında medikal tedavi başarısız olduğunda ve BT taramalarında anatomik bir sorun olduğunda endoskopik sinüs cerrahisi uygulanabilir. Sinüslerin barotravma derecesine bağlı olarak uçuşa dönüş, sağlıklı görünen burun boşluğu varsa ve barotravma semptomlarının tümünün giderilmesi durumunda kabul edilebilir (65).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız tek merkezli bir anket çalışması olup, katılımcıların kulak ve sinüs barotravması sıklığını ve barotravmaya katkıda bulunabilecek faktörleri araştırmaktadır.

Katılımcılara demografik özelliklerini, uçuş saatlerini, barotravmaya katkıda bulunabilecek hastalık öykülerini, üst solunum yolu enfeksiyon sıklıklarını, grip aşısı yaptırma durumlarını, sinüs ve kulak barotravma sıklıklarını sorgulayan, 14 sorudan oluşan literatür taranarak oluşturulan hava uzay hekimliği anabilim dalımız tarafından hazırlamış olduğumuz anket uygulanmıştır (Ek-1).

Anketimizde katılımcıların, 1. ve 2. soruda demografik özellikleri, 3. soruda pilot lisans durumları sorgulanmıştır. 4., 5. ve 6. sorularda uçuş süreleri ile ilgili bilgiler sorgulanmıştır. 7. ve 8. sorular barotravma için predispozan hastalıkları belirlemek için hazırlanmıştır. 9. soruda bir yıl içerisindeki grip aşısı yaptırma durumu ve 10. soruda bir yıl içindeki ÜSYE sayısı sorgulanmıştır. 11. soruda ÜSYE yaşaması durumunda uçuşla ilgili tutumları sorgulanmıştır. 12. soruda bir yıl içindeki istirahat raporu alma durumları ve hangi sebeple alındığı sorgulanmıştır. 13. soru son bir yıl içerisinde ve havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sayısını belirlemek amaçlı, 14. soruda son bir yıl içerisinde ve havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravma sayılarını belirlemek amaçlı hazırlanmıştır.

Google formlar üzerinden oluşturulan anketimize, Türkiye Havayolu Pilotları Derneği (TALPA) vasıtasıyla derneğe üye olan, ülkemizde çalışan CPL/ATPL lisansına sahip pilotlara e-posta yoluyla ulaşılarak katılımları sağlanmıştır. Toplamda 3157 kişiye gönderilen anketimize 349 kişi geri dönüş yapmıştır. Çalışmaya 18-65 yaş arasında aktif uçuş hayatına devam eden CPL/ATPL pilot lisansına sahip pilotlar alınmış olup bu kriterleri sağlamayan 20 kişi çalışma dışı bırakılmış ve toplamda 329 kişi çalışmaya alınmıştır.

Çalışmamız, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamalar Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiştir. İnceleme sonrası etik

açından bir sakınca olmadığına OMÜ KAEK 2019/260 Karar nolu 14.03.2019 tarihli etik kurulunca karar verilmiştir.

Araştırmaya katılan pilotların sosyo-demografik verileri ve uygulanan anket formları verileri ‘Microsoft Excel’ programı kullanılarak derlenmiş ve ‘SPSS for Windows’ istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilerin özetlenmesinde tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama±standart sapma ve kategorik değişkenler için ortanca ve yüzde şeklinde tablo halinde verilmiştir. Veriler arasında ilişki olup olmadığı Spearman Korelasyon testi ile değerlendirildi. Gruplar bağımsız olduğu için kesikli değişkenler arasındaki ilişki araştırılırken Ki-Kare veya Fisher Exact testi ile değerlendirildi. İstatistik analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak dikkate alınmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmaya 329 ticari havayolu pilotunun anket sonuçları dahil edilmiştir. Çalışmaya katılanların %95,4'ü (n=314) erkek, %4,6'sı (n=15) kadındır. Pilotların yaş ortalaması 41,26±9,68'dir.

Katılımcıların toplam uçuş saatleri, son bir yılda uçuş saatleri ve son bir yılda uçuş sayıları Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Çalışmaya katılanların toplam uçuş saatleri 8030,36±6506,65 saat, son bir yılda uçuş saatleri 716,69±180,57 saat ve son bir yılda uçuş sayıları 260,53±164,14 olarak saptanmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Katılımcıların uçuş saatlerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri

	Toplam Uçuş Saati (saat)	Son Bir Yılda Uçuş Saati (saat)	Son Bir Yılda Uçuş Sayısı
Kişi Sayısı (N)	329	328	329
Ortalama	8030,36	716,69	260,53
±SS	6506,65	180,57	164,14
Eksik Veri	0	1	0

KBB (Kulak Burun Boğaz) ile ilgili bilinen bir hastalık ya da cerrahi öyküleri karşılaştırıldığında pilotların %76,6'sında (n=252) KBB ile ilgili bilinen bir hastalık/ cerrahi öyküsünün olmadığı, %21,6'sında (n=71) olduğu görülmüştür. 6 pilot bu soruyu boş bırakmışlardır. Toplamda pilotların %1,5'inde (n=5) adenoid hipertrofisi, %0,6'sında (n=2) nazal polip/kitle, %14,6'sında (n=48) nazal septum deviasyonu ve %4,9'unda (n=16) bu hastalıkların dışında bilinen diğer hastalık ya da cerrahi öyküsü olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Pilotların KBB ilgili hastalık durumlarına göre tanımlayıcı istatistik değerleri

KBB ile ilgili bilinen hastalık/cerrahi öykü	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)
Yok	252	76,6
Adenoid Hipertrofisi	5	1,50
Nazal polip/kitle	2	0,6
Nazal septum deviasyonu	48	14,6
KBB ile ilgili bilinen diğer hastalıklar/cerrahi öykü	16	4,9
Eksik veri	6	1,8
Toplam	329	100

Pilotların alerjik bir hastalık durumları karşılaştırıldığında %76,6'sında (n=252) bilinen herhangi bir alerjik hastalığın olmadığı, %21,9'unda (n=2) alerjik bir hastalığın olduğu görülmüştür. 5 pilot bu soruyu boş bırakmıştır. Toplamda pilotların %14,6'sında (n=48) alerjik rinit, %4,0'sında (n=13) sinüzit, %0,3'ünde (n=1) alerjik astım ve %3,0'ında (n=10) bu hastalıkların dışında bilinen diğer alerjik hastalık durumu olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Pilotların alerjik hastalık durumlarına göre tanımlayıcı istatistik değerleri

	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)
Alerjik bir hastalığın olmaması	252	76,6
Alerjik rinit	48	14,6
Sinüzit	13	4,0
Alerjik Astım	1	0,3
Diğer alerjik hastalıklar	10	3,0
Eksik veri	5	1,5
Toplam	329	100

Pilotların son bir yıl içinde grip aşısı yaptırma durumları sorgulandığında %13,1'inin (n=43) grip aşısı yaptırdığı ve %86,9'unun (n=286) grip aşısı yaptırmadığı saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Pilotların grip aşısı yaptırma değerleri

Grip aşısı	Kişi Sayısı (N)	Yüzdesi (%)
Evet	43	13,1
Hayır	286	86,9
Toplam	329	100

Pilotların son bir yıl içerisinde geçirdikleri ÜSYE sayıları $1,8 \pm 1,48$ olarak tespit edilmiştir. Son bir yıl içerisindeki geçirilen ÜSYE'leri incelenirken yıl içerisindeki toplam sayılarına göre 0, 1-2, 3-4 ve 5 ve üzeri olarak gruplandırılmıştır. Buna göre %19,8'i (n=65) sıfır, %55,0'ı (n=181) bir ya da iki, %19,8'i (n=65) üç ya da dört ve %5,5'i (n=18) beş ya da daha fazla bir yıl içerisinde ÜSYE geçirdikleri belirlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Pilotların son bir yıl içerisindeki ÜSYE sayılarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Son bir yıl yaşanan ÜSYE sayısı	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)
0	65	19,8
1-2	181	55,0
3-4	65	19,8
5 ve üzeri	18	5,5
Toplam	329	100,0

Pilotların son bir yıl içerisinde istirahat raporu alma durumları sorgulandığında, %40,1'inin (n=132) aldığı ve %59,9'unun (n=197) almadığı görülmüştür (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Pilotların son bir yıl içerisinde istirahat raporu alma değerleri

Son bir yıl içinde istirahat raporu durumu	Kişi Sayısı (N)	Yüzdesi (%)
Evet	132	40,1
Hayır	197	59,9
Toplam	329	100

Pilotların ÜSYE geçirdikleri zaman uçuş görevinde bulunma durumları sorgulandığında %55,0'ı (n=181) uçuş görevinde bulunurken %45,0'ı (n=148) uçuş görevinde bulunmadıklarını belirlenmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Pilotların ÜSYE geçirdikleri zaman uçuş görevinde bulunma durumlarının tanımlayıcı istatistik değerleri

ÜSYE ile uçuş	Kişi Sayısı (N)	Yüzdesi (%)
Evet	181	55,0
Hayır	148	45,0
Toplam	329	100

Pilotların son bir yıl içerisinde ve havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sıklıkları Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Son bir yıl içerisinde, hiç sinüs barotravması yaşamayanlar %65,6 (n=216) ve en az bir kez sinüs barotravması yaşayanlar %32,9 (n=113) olarak belirlenmiştir. Hava yolu pilotu olduğundan itibaren, hiç sinüs barotravması yaşamayanlar %41,9 (n=138) ve en az bir kez yaşayanlar %57,8 (n=190) olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Pilotların sinüs barotravması sayılarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Sinüs Barotravması sayısı	Son bir yıl içerisinde		Hava yolu pilotu olduğundan itibaren	
	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)
0	216	65,6	138	41,9
1	65	19,8	79	24,0
2	25	7,6	49	14,9
3 ve üzeri	18	5,5	62	18,9
Eksik veri	5	1,5	1	0,3
Toplam	329	100,0	329	100,0

Pilotların son bir yıl içerisinde ve havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravma sıklıkları Tablo 4.9’da gösterilmiştir. Son bir yıl içerisinde, hiç kulak barotravması yaşamayanlar %63,8 (n=210) ve en az bir kez kulak barotravması yaşayanlar %34,4 (n=113) olarak belirlenmiştir. Hava yolu pilotu olduğundan itibaren, hiç kulak barotravması yaşamayanlar %44,4 (n=146) ve en az bir kez yaşayanlar %55,6 (n=183) olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.9. Pilotların kulak barotravması sayılarının tanımlayıcı istatistik değerleri

Kulak Barotravması sayısı	Son bir yıl içerisinde		Hava yolu pilotu olduğundan itibaren	
	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)	Kişi Sayısı (N)	Yüzde (%)
0	210	63,8	146	44,4
1	76	23,1	76	23,1
2	18	5,5	51	15,5
3 ve üzeri	19	5,8	56	17,0
Eksik veri	6	1,8	0	0,0
Toplam	329	100,0	329	100,0

Katılımcılarda, cinsiyet ile havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sayısı ve havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravma sayısı arasında ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır ($p>0,05$). Cinsiyet ile son bir yıl içerisindeki sinüs barotravma sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Cinsiyet ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Cinsiyet	Erkek	212 (%68,4)	59 (%19,1)	24 (%7,8)	14 (%4,5)	309 (%100)
	Kadın	4 (%26,7)	6 (%40,0)	1 (%6,7)	4 (%26,7)	15 (%100)
Toplam		216 (%66,7)	65 (%20,1)	25 (%7,7)	18 (%5,6)	324 (%100) $p<0,001$

Cinsiyet ile son bir yıl içerisindeki kulak barotravma sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Cinsiyet ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Cinsiyet	Erkek	206 (%66,9)	70 (%22,7)	17 (%5,5)	15 (%4,9)	308 (%100)
	Kadın	4 (%26,7)	6 (%40,0)	1 (%6,7)	4 (%26,7)	15 (%100)
Toplam		210 (%65,0)	76 (%23,5)	18 (%5,6)	19 (%5,9)	323 (%100) $p=0,001$

Pilotların son bir yıl içerisindeki sinüs barotravma sayıları ile son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri ile sinüs barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

		Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı	Son bir yıl içerisindeki uçuş saati
Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı	Korelasyon Katsayısı	1,000	,105
	P	.	,060
	N	324	323
Son bir yıl içerisindeki uçuş saati	Korelasyon Katsayısı	,105	1,000
	P	,060	.
	N	323	328

Pilotların son bir yıl içerisindeki sinüs barotravma sayıları ile son bir yıl içerisindeki uçuş sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş sayıları ile sinüs barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

		Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı	Son bir yıl içerisindeki uçuş sayısı
Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı	Korelasyon Katsayısı	1,000	,003
	P	.	,953
	N	324	324
Son bir yıl içerisindeki uçuş sayısı	Korelasyon Katsayısı	,003	1,000
	P	,953	.
	N	324	329

Pilotların havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sayısı ile toplam uçuş saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Pilotların havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sayısı ile toplam uçuş saatleri arasındaki korelasyon analizi

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı	Toplam uçuş saati
Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravma sayısı	Korelasyon Katsayısı	1,000	,066
	P	.	,231
	N	328	328
Toplam uçuş saati	Korelasyon Katsayısı	,066	1,000
	P	,231	.
	N	328	329

Pilotların son bir yıl içerisindeki kulak barotravma sayıları ile son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri ile kulak barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

		Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı	Son bir yıl içerisindeki uçuş sayısı
Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı	Korelasyon Katsayısı	1,000	,065
	P	.	,246
	N	323	323
Son bir yıl içerisindeki uçuş sayısı	Korelasyon Katsayısı	,065	1,000
	P	,246	.
	N	323	329

Pilotların son bir yıl içerisindeki kulak barotravma sayıları ile son bir yıl içerisindeki uçuş sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş sayıları ile kulak barotravma sayıları arasındaki korelasyon analizi

		Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı	Son bir yıl içerisindeki uçuş saati
Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı	Korelasyon Katsayısı	1,000	,033
	P	.	,552
	N	323	322
Son bir yıl içerisindeki uçuş saati	Korelasyon Katsayısı	,033	1,000
	P	,552	.
	N	322	328

Pilotların havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravma sayısı ile toplam uçuş saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Pilotların havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravma sayısı ile toplam uçuş saatleri arasındaki korelasyon analizi

		Havayolu pilotu olduğunda itibaren kulak barotravması	Toplam uçuş saati
Havayolu pilotu olduğunda itibaren kulak barotravması	Korelasyon Katsayısı	1,000	-,062
	P	.	,260
	N	329	329
Toplam uçuş saati	Korelasyon Katsayısı	-,062	1,000
	P	,260	.
	N	329	329

Pilotların son bir yıl içerisinde ÜSYE sayıları ile son bir yıl içerisinde uçuş saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Pilotların son bir yıl içerisindeki ÜSYE sayıları ile uçuş saatleri arasındaki korelasyon analizi

		Son bir yıl yaşanan ÜSYE sayısı	Son bir yıl içerisindeki uçuş saati
Son bir yıl yaşanan ÜSYE sayısı	Korelasyon Katsayısı	1,000	,006
	P	.	,918
	N	329	328
Son bir yıl içerisindeki uçuş saati	Korelasyon Katsayısı	,006	1,000
	P	,918	.
	N	328	328

Pilotların son bir yıl içerisinde ÜSYE sayıları ile son bir yıl içerisinde uçuş sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Pilotların son bir yıl içerisindeki ÜSYE sayıları ile uçuş sayıları arasındaki korelasyon analizi

		Son bir yıl yaşanan ÜSYE	Son bir yıl içerisindeki uçuş sayısı
Son bir yıl yaşanan ÜSYE	Korelasyon Katsayısı	1,000	,036
	P	.	,510
	N	329	329
Son bir yıl içerisindeki uçuş sayısı	Korelasyon Katsayısı	,036	1,000
	P	,510	.
	N	329	329

Tablo 4.20’de pilotların son bir yıl içinde yaşanan ÜSYE ile son bir yıl içerisinde sinüs barotravması sayıları arasındaki ilişki araştırılmıştır. ÜSYE sayıları 0 (hiç ÜSYE yaşamayanlar), 1-2, 3-4 ve 5 ve üzeri olacak şekilde gruplandırılmıştır. Buna göre ÜSYE yaşama sayıları ile sinüs barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Alt grup incelemelerinde ÜSYE sayıları 1-2 ile 3-4 olanların, 3-4 ile 5 ve üzeri olanların, sinüs barotravması açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). ÜSYE sayıları 0 ile 1-2 olanların, 0 ile 3-4 olanların, 0 ile 5 ve üzeri olanların, sinüs barotravması açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.20. Pilotların son bir yıl içerisinde ÜSYE sayıları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Son bir yıl içinde yaşanan ÜSYE sayısı	0	60 (%95,2)	3 (%4,8)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	63 (%100)
	1-2	114 (%64,0)	41 (%23,0)	20 (%11,2)	3 (%1,7)	178 (%100)
	3-4	34 (%52,3)	17 (%26,2)	4 (%6,2)	10 (%15,4)	65 (%100)
	5 ve üzeri	8 (%44,4)	4 (%22,2)	1 (%5,6)	5 (%27,8)	18 (%100)
Toplam		216 (%66,7)	65 (%20,1)	25 (%7,7)	18 (%5,6)	324 (%100) $p<0,001$

Tablo 4.21’de pilotların son bir yıl içinde yaşanan ÜSYE ile son bir yıl içerisinde kulak barotravması sayıları arasındaki ilişki araştırılmıştır. ÜSYE yaşama sayıları ile kulak barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Alt grup incelemelerinde ÜSYE sayıları 1-2 ile 3-4 olanların, 3-4 ile 5 ve üzeri olanların, kulak barotravması açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). ÜSYE sayıları 0 ile 1-2 olanların, 0 ile 3-4 olanların, 0 ile 5 ve üzeri olanların kulak barotravması açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.21. Pilotların son bir yıl içerisinde ÜSYE sayıları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Son bir yıl içinde yaşanan ÜSYE sayısı	0	62 (%98,4)	1 (%1,6)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	63 (%100)
	1-2	109 (%61,6)	52 (%29,4)	13 (%7,3)	3 (%1,7)	177 (%100)
	3-4	33 (%50,8)	20 (%30,8)	4 (%6,2)	8 (%12,3)	65 (%100)
	5 ve üzeri	6 (%33,3)	3 (%16,7)	1 (%5,6)	8 (%44,4)	18 (%100)
Toplam		210 (%65,0)	76 (%23,5)	18 (%5,6)	19 (%5,9)	323 (%100) p<0,001

Pilotların ÜSYE yaşadıkları zamanda uçuş durumları ile sinüs barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (**p<0,05**) (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Pilotların ÜSYE durumunda uçuş durumları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
ÜSYE ile uçuş	Evet	52 (%28,7)	49 (%27,1)	36 (%19,9)	44 (%24,3)	181 (%100)
	Hayır	86 (%58,5)	30 (%20,4)	13 (%8,8)	18 (%12,2)	147 (%100)
Toplam		138 (%42,1)	79 (%24,1)	49 (%14,9)	62 (%18,9)	328 (%100) p<0,001

Pilotların ÜSYE yaşadıkları zamanda uçuş durumları ile kulak barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. Pilotların ÜSYE durumunda uçuş durumları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
ÜSYE ile uçuş	Evet	54 (%29,8)	48 (%26,5)	42 (%23,2)	37 (%20,4)	181 (%100)
	Hayır	92 (%62,2)	28 (%18,9)	9 (%6,1)	19 (%12,8)	148 (%100)
Toplam		146 (%44,4)	76 (%23,1)	51 (%15,5)	56 (%17,0)	329 (%100) $p<0,001$

Son bir yıl içerisinde grip aşısı yaptırma durumları ile ÜSYE sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. Pilotların grip aşısı yaptırma durumları ile ÜSYE sayısı arasındaki ilişki

		ÜSYE sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1-2 (n) (%)	3-4 (n) (%)	5 ve üzeri (n) (%)	
Grip aşısı	Olan	3 (%7,0)	26 (%60,5)	12 (%27,9)	2 (%4,7)	43 (%100)
	Olmayan	62 (%21,7)	155 (%54,2)	53 (%18,5)	16 (%5,6)	286 (%100)
Toplam		65 (%19,8)	181 (%55,0)	65 (%19,8)	18 (%5,5)	329 (%100) $p=0,108$

Son bir yıl içerisinde grip aşısı yaptırma durumları ile sinüs barotravması sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Pilotların grip aşısı yaptırma durumları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Son bir yıl içerisindeki sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Grip aşısı	Evet	22 (%52,4)	11 (%26,2)	7 (%16,7)	2 (%4,8)	42 (%100)
	Hayır	194 (%68,8)	54 (%19,1)	18 (%6,4)	16 (%5,7)	282 (%100)
Toplam		216 (%66,7)	65 (%20,1)	25 (%7,7)	18 (%5,6)	324 (%100) p=0,059

Son bir yıl içerisinde grip aşısı yaptırma durumları ile kulak barotravması sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Pilotların grip aşısı yaptırma durumları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Son bir yıl içerisindeki kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Grip aşısı	Evet	24 (%55,8)	11 (%25,6)	3 (%7,0)	5 (%11,6)	43 (%100)
	Hayır	186 (%66,4)	65 (%23,2)	15 (%5,4)	14 (%5,0)	280 (%100)
Toplam		210 (%65,0)	76 (%23,5)	18 (%5,6)	19 (%5,9)	323 (%100) p=0,296

Pilotların KBB ile ilgili bilinen hastalıkları/cerrahi öyküleri ile havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. Pilotların KBB ile ilgili hastalık durumları ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
KBB ile ilgili bilinen hastalık/cerrahi durumu	Yok	120 (%47,6)	60 (%23,8)	31 (%12,3)	41 (%16,3)	252 (%100)
	Adenoid Hipertrofisi	0 (%0,0)	1 (%20,0)	3 (%60,0)	1 (%20,0)	5 (%100)
	Nazal polip/kitle	0 (%0,0)	2 (%100,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	2 (%100)
	Nazal septum deviasyonu	10 (%20,8)	12 (%25,0)	10 (%20,8)	16 (%33,3)	48 (%100)
	Diğer hastalıklar/cerrahi öykü	7 (%46,7)	4 (%26,7)	2 (%13,3)	2 (%13,3)	15 (%100)
Toplam		137 (%42,5)	79 (%24,5)	46 (%14,3)	60 (%18,6)	322 (%100) $p=0,002$

Pilotların KBB ile ilgili bilinen hastalıkları/cerrahi öyküleri ile havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. Pilotların KBB ile ilgili hastalık durumları ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
KBB ile ilgili bilinen hastalık/ cerrahi durumu	Yok	124 (%49,2)	54 (%21,4)	42 (%16,7)	32 (%12,7)	252 (%100)
	Adenoid Hipertrofisi	2 (%40,0)	0 (%0,0)	1 (%20,0)	2 (%40,0)	5 (%100)
	Nazal polip/kitle	0 (%0,0)	2 (%100,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	2 (%100)
	Nazal septum deviasyonu	15 (%31,3)	16 (%33,3)	2 (%4,2)	15 (%31,3)	48 (%100)
	Diğer hastalıklar/ cerrahi öykü	5 (%31,3)	4 (%25,0)	3 (%18,8)	4 (%25,0)	16 (%100)
Toplam		146 (%45,2)	76 (%23,5)	48 (%14,9)	53 (%16,4)	323 (%100) p=0,004

KBB ilgili bilinen hastalık/ cerrahi öykülerinden nazal septum deviasyonu dışındaki durumlarla ilgili istatistiksel açıdan yeterli sayı olmadığı için barotravma ile alt grupların değerlendirilmesi sadece nazal septum deviasyonu ile yapılabildi. Nazal septum deviasyonu durumu ile sinüs barotravması arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur (**p<0,05**) (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. Nazal septum deviasyonu ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Nazal Septum Deviasyonu	Olan	10 (%0,8)	12 (%25,0)	10 (%20,8)	16 (%33,3)	48 (%100)
	Olmayan	127 (%46,4)	67 (%24,5)	36 (%13,1)	44 (%16,1)	274 (%100)
Toplam		137 (%42,5)	79 (%24,5)	46 (%14,3)	60 (%18,6)	322 (%100) p=0,002

Nazal septum deviasyonu durumu ile kulak barotravması arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Nazal septum deviasyonu ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Nazal Septum Deviasyonu	Olan	15 (%31,3)	16 (%33,3)	2 (%4,2)	15 (%31,3)	48 (%100)
	Olmayan	131 (%47,6)	60 (%21,8)	46 (%16,7)	38 (%13,8)	275 (%100)
Toplam		146 (%45,2)	76 (%23,5)	48 (%14,9)	53 (%16,4)	323 (%100) $p=0,001$

Pilotların bilinen alerjik hastalık durumları ile havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. Alerjik hastalık ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Alerjik hastalık durumu	Yok	110 (%43,7)	68 (%27,0)	37 (%14,7)	37 (%14,7)	252 (%100)
	Alerjik rinit	19 (%40,4)	8 (%17,0)	5 (%10,6)	15 (%31,9)	47 (%100)
	Sinüzit	2 (%15,4)	2 (%0,0)	5 (%38,5)	6 (%46,2)	13 (%100)
	Alerjik astım	0 (%0,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	1 (%100,0)	1 (%100)
	Diğer alerjik hastalıklar	6 (%60,0)	2 (%20,0)	1 (%10,0)	1 (%10,0)	10 (%100)
Toplam		137 (%42,4)	78 (%24,1)	48 (%14,9)	60 (%18,6)	323 (%100) $p=0,002$

Pilotların bilinen alerjik hastalık durumları ile havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.32).

Tablo 4.32. Alerjik hastalık ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Alerjik hastalık durumu	Yok	119 (%47,2)	65 (%25,8)	36 (%14,3)	32 (%12,7)	252 (%100)
	Alerjik rinit	17 (%35,4)	6 (%12,5)	7 (%14,6)	18 (%37,5)	48 (%100)
	Sinüzit	2 (%15,4)	2 (%15,4)	7 (%53,8)	2 (%15,4)	13 (%100)
	Alerjik astım	0 (%0,0)	0 (%0,0)	0 (%0,0)	1 (%100,0)	1 (%100)
	Diğer alerjik hastalıklar	7 (%70,0)	2 (%20,0)	0 (%0,0)	1 (%10,0)	10 (%100)
Toplam		145 (%44,8)	75 (%23,1)	50 (%15,4)	54 (%18,6)	324 (%100) $p<0,001$

Alerjik hastalıklarından alerjik rinit dışındaki durumlarla ilgili istatistiksel açıdan yeterli sayı olmadığı için barotravma ile alt grupların değerlendirilmesi sadece alerjik rinit ile yapılabildi. Alerjik rinit durumu ile sinüs barotravması arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.33).

Tablo 4.33. Alerjik hastalık ile sinüs barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren sinüs barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Alerjik Rinit	Olan	19 (40,4)	8 (%17,0)	5 (%10,6)	15 (%31,9)	47 (%100)
	Olmayan	118 (%42,9)	70 (%25,5)	43 (%15,6)	44 (%16,0)	275 (%100)
Toplam		137 (%42,5)	78 (%24,2)	48 (%14,9)	59 (%18,3)	322 (%100) $p=0,059$

Alerjik rinit durumu ile kulak barotravması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. Alerjik hastalık ile kulak barotravması arasındaki ilişki

		Havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması sayısı				Toplam (n) (%)
		0 (n) (%)	1 (n) (%)	2 (n) (%)	3 ve üzeri (n) (%)	
Alerjik Rinit	Olan	17 (35,4)	6 (%12,5)	7 (%14,6)	18 (%37,5)	48 (%100)
	Olmayan	128 (%46,5)	69 (%25,1)	43 (%15,6)	35 (%12,7)	275 (%100)
Toplam		145 (%44,9)	75 (%23,2)	50 (%15,9)	53 (%16,4)	323 (%100) $p<0,001$

5. TARTIŞMA

Çalışmamız da ülkemizde aktif uçuş hayatına devam eden ticari pilotlarda uçuş sırasında meydana gelebilecek barotravma sıklığını ve buna neden olabilecek durumları araştırdık. Hazırlamış olduğumuz anketimize geri dönüş yapan pilotlardan 329 anket sonucu dahil edilme kriterlerini karşıladığı için değerlendirilmeye alındı.

Yapılan çalışmalarda bir uçuş sonrası veya alçak basınç odası eğitimi sonrası barotravma sıklığı %2 ila %17 arasında değişmektedir (29). Ancak bu çalışmalar askeri pilotlar üzerinde yapılan ve tek bir uçuşa yönelik çalışmalarıdır. Rosenkvist ve arkadaşlarının 948 ticari pilot arasında yaptığı bir çalışmada pilotların uçuş hayatı boyunca kulak barotravması yaşama oranlarını % 37,6 ve sinüs barotravması yaşama oranları %19,5 olarak belirtmişlerdir (66). Boel ve arkadaşlarının yaptığı benzer bir çalışmada pilotların yaşam boyu kulak barotravması yaşama oranları %55,5 ve sinüs barotravması yaşama oranları % 27,9 olarak belirtilmiştir (67). Bizim çalışmamızda ticari pilotlarda havayolu pilotu olduğundan itibaren kulak barotravması yaşama oranları %55,6 (n=183) ve sinüs barotravması yaşama oranları %57,8 (n=190) olarak belirlenmiştir. Ayrıca bizim çalışmamızda barotravmaların son bir yıllık sıklığına da bakılmış olup son bir yılda kulak barotravması yaşama oranı %34,4 (n=113) ve sinüs barotravması yaşama oranı %32,9 (n=109) olarak bulunmuştur.

Morgagni ve arkadaşlarının alçak basınç odasında yaptığı 314 pilotu içeren bir çalışma da barotravma ve gecikmiş kulak ağrısının olası nedenlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışmada pilotların akut veya kronik otit, alerjik rinit ve yakın tarihli ÜSİYE geçirilmesini pozitif öykü olarak kabul etmişler. Pozitif öykü ile barotravma yaşama arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir (68). Bizim çalışmamızda benzer şekilde KBB ile ilgili hastalık/ cerrahi öyküsü olan pilotlarda (n=71) kulak ve sinüs barotravmaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Öğrenci pilot arasında retrospektif olarak yapılan başka bir çalışmada uçuş sırasında barotravma semptomları yaşayan pilotlar uçuş sonrası incelenerek barotravma derecesi ile

semptomları ve hastalık öyküleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Septal deviasyon olmasının, orta kulak barotravma derecesi ile arasında ilişki anlamlı bulunmamış olup konka hipertrofisi ile orta kulak barotravma derecesi ile arasında anlamlı fark bulunduğunu bildirmişlerdir (2). Bizim çalışmamızda nazal septum deviasyonu olan pilotların (n=48) kulak barotravması yaşaması ve sinüs barotravması yaşaması istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Alerjik rinit kulak ve sinüs barotravması için risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Bu konuda yapılan literatürdeki çalışmalardan Nicholas ve arkadaşlarının alçak basınç odasında yaptığı vaka kontrol çalışmasında, alerjik rinit öyküsü ile barotravma yaşama arasında anlamlı bir ilişki bulunamadığını belirtmişlerdir (69). Ancak bir ilişki bulunamamasını alçak basınç odasında alerjik semptomlara neden olabilecek bir etmenin bulunmaması veya farkı saptamak için yetersiz örneklem büyüklüğünün olmasını ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda pilotlarda alerjik rinit hastalığının olması (n=48) ile kulak barotravması yaşanması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş olup ($p<0,001$), alerjik rinit hastalığının sinüs barotravması ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p=0,059$).

ÜSYE gibi lokal inflamasyona yol açan hastalıkların barometrik basınç değişikliklerine maruz kalan kişilerde barotravma riskini arttıracak açıktır, ancak bu durumların olası belirteç olarak rolünü araştıran az sayıda çalışma vardır. Lewis'in yaptığı bir çalışmada 1968-72 yılları arasında, barotravmaya bağlı 7 kaza incelenmiş bütün kazalarda pilotların ÜSYE öyküsü olduğunu bildirmiştir (4). Bizim çalışmamızda yıl içinde geçirilen ÜSYE sayısı ile barotravma sayıları arasındaki ilişki incelenmiş olup ÜSYE sayısındaki artış ile kulak ve sinüs barotravma yaşama sayıları arasında ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Akut ÜSYE ile uçuşun tehlikesi iyi bilinmektedir ancak genel sıklığının yüksek olması ve iş gücü kaybı nedeniyle sıklıkla göz ardı edildiği düşünülmektedir. Bu konudaki uluslararası yasal mevzuatlardan, ICAO sivil havacılık tıbbi el kitabında geçen 'başvuru sahibinin, lisansı ve derecelendirme imtiyazlarının güvenli kullanımıyla etkileşmesi olası olan ağız kavitesi veya üst solunum yolunda herhangi bir hastalık veya malformasyon olmamalıdır.' maddesi ve EASA Part-MED'de geçen 'Ağız

boşluğu veya üst solunum yollarında belirgin, akut veya kronik bir enfeksiyon diskalifiye edicidir. Tam bir iyileşmeden sonra uygun bir değerlendirme düşünülebilir.’ maddelerine göre de pilotların kendilerini uçuştan uzak tutmaları gerekmektedir (70,71). Ancak yapılan çalışmalar incelendiğinde pilotların tamamının aynı tutum içinde olmadığı gözlenmektedir. Ticari pilotlar arasında yapılan bir anket çalışmasında pilotların %57,2’si ÜSYE belirtilerinin olduğunda planlanan uçuştan önce şirkete bildirdiklerini, %42,8’i ise ÜSYE belirtilerine rağmen uçuş görevlerine devam ettiklerini belirtmişlerdir (66). Bizim çalışmamızda da pilotlara ÜSYE yaşadıkları zaman uçuş görevlerine devam etme durumlarını sorguladığımızda, pilotların %55’nin (n=181) uçuş görevlerine devam ettikleri saptanmıştır. Ayrıca çalışmamızda pilotların ÜSYE geçirdikleri sıradaki uçuş durumları ile barotravma arasındaki ilişki de incelenmiştir. ÜSYE geçirdikleri sırada uçuş görevlerine devam eden pilotlarda kulak ve sinüs barotravması yaşanması anlamlı şekilde yüksek çıkmıştır ($p<0,001$).

İnfluenza genellikle soğuk algınlığına oranla daha şiddetli olan akut, ateşli bir üst solunum yolu enfeksiyonudur ve her yıl dünya nüfusunun yaklaşık % 10’unda hastalıklara neden olmaktadır (72). İnfluenza, yaşlılar gibi yüksek riskli gruplar arasında önemli bir mortalite ve morbidite nedenidir ayrıca sağlıklı ve çalışan yetişkinlerde iş gücü kaybı ve verimlilik kayıpları gibi önemli konulara neden olabilmektedir. Uçucu personeller, influenza ve influenza benzeri virüslerin bulaşmasında özellikle yüksek risk taşırlar çünkü uzak yerlere seyahat ederler ve kendilerini kısa süreler içinde önemli iklim değişikliklerine maruz bırakırlar. Kabin ekipleri de her gün yüzlerce potansiyel olarak enfekte bireylerle irtibat halindedirler. Uçak kabin havasının olası birden fazla solunum yolu tahribatına sahip olduğu gösterilmiştir (73). Ek olarak uçuşta barometrik basınçtaki değişiklikler de katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı ticari havayolu uçuşları ile üst solunum yolu hastalığı arasında bir ilişki olabileceğine dair birçok çalışma yapılmıştır. Literatürlerde bu konu ile alakalı en geniş çalışma 2015 yılında yayımlanan Shargorodsky ve arkadaşların yaptığı çalışmadır (73). 579 uçucu personel üzerinde yapılan çalışmada katılımcılara çalışma yılları, aylık çalışma günleri ve uçuş sayıları, sigaraya maruz kalma durumları, doktor tarafından tanılı sinüzit, astım ve rinit hastalığını içeren bir anket uygulanmıştır. Sinonazal semptomları solunum anket

skorlaması oluşturarak incelemişlerdir. Uçuş süresi ile sinüs hastalığı arasındaki ilişkileri değerlendirmek için çok değişkenli analizler yapıldığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak uçuş süresi ile çeşitli sinüs hastalık ölçümleri arasında bir ilişki olduğunu ve artan uçuş süresinin daha fazla sinonazal semptomlarla ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Bu bilgiler ışığında bizim çalışmamızda pilotların uçuş süreleri ile ÜSYE sayıları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmamızda pilotların son bir yıl içerisindeki uçuş saatleri (ort:716,69±180,57 saat) ve uçuş sayıları (ort:260,53±164,14) ile ÜSYE geçirme sıklıkları (ort:1,8±1,48) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$). Bizim çalışmamız da diğer çalışmaya benzer sonucun gelmemesinin nedeni olarak diğer çalışmada sinonazal hastalık semptomlarının da incelenmiş olup ona göre değerlendirilmeye alınması ve bizim çalışmamızda sadece ÜSYE sayısı ile uçuş süreleri karşılaştırıldığından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Grip ve benzeri üst solunum yolu enfeksiyonları için uçucu personel grubunun normal popülasyona göre risk altında olduğunu daha önceki konularda belirtildi. Solunumsal hastalıklar hava yolu şirketleri uçucu personelleri arasında en fazla iş gücü kaybına neden olan hastalık grubudur (72,74). Uçuş ekipleri arasında grip aşısı yaptırma durumlarını araştıran çalışmaları incelediğimizde bölgesel bir uçuş ekibinin raporunda %21,6 ve Avrupa'da uluslararası uçuş ekiplerinde %27'lik bir grip aşısı yaptırma oranları göze çarpmaktadır (74). Bizim çalışmamızda da pilotlar arasında grip aşısı yaptırma oranı %13,1 (n=43) olarak tespit edilmiştir. Genel olarak düşük oranda grip aşısı yaptırılma oranlarından dolayı sağlıklı ve çalışan yetişkinler de grip aşısının iş gücü kaybını azaltabileceğini göstermek için bir takım çalışmalar yapılmıştır. Mixéu ve arkadaşları bir havayolu firmasının uçuş ekipleri üzerinde grip aşısının etkinliğini değerlendirmek için çift kör, randomize, plasebo kontrol grubu olan bir çalışma yürütmüşlerdir (72). Toplam 813 sağlıklı personelde yapılan çalışmada grip aşısı yada plasebo enjeksiyon uygulanıp 7 aylık bir süre ile takip etmişlerdir. Plasebo grubu ile karşılaştırdıklarında aşı uygulanan bireylerde %39,5 oranında daha az grip ve benzeri hastalık görülmüş ve %26 oranda daha az iş gücü kaybı olmuş ve sonuçların istatistiksel olarak da anlamlı bulunduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da son bir yıl içerisindeki grip aşısı yaptırma durumları ile ÜSYE sayıları arasındaki ilişki incelenmiş olup istatistiksel olarak

anlamli fark bulunamamıştır ($p=0,108$). Buna neden olarak da grip aşısı yaptıran grubun homojenik bir grup olabileceği ve anket sonuçlarını değerlendirerek yaptığımızdan dolayı yanlış hatırlamaya bağlı cevaplar verilebileceği için sonucun diğer çalışmalardan farklı çıktığı düşünülmüştür.

Cinsiyetin barotravma açısından bir risk faktörü olması durumu referans kitaplarda ve literatürlerde geçmemektedir. Ancak hiperbarik oksijen tedavisi alan hastalarda orta kulak barotravması sıklığı ve etki eden faktörleri inceleyen bir çalışma da kadınlarda orta kulak barotravma riski erkeklere göre anlamlı olarak yüksek çıktığını bildirmişlerdir (24). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde kadınlar da son bir yıl içerisindeki kulak ve sinüs barotravma sayısı erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek çıkmıştır ($p<0,05$).

5.1. Çalışmadaki Kısıtlılıklar

Çalışmamızı bir anket çalışması olarak yapmış olmamız çalışmamız sırasında karşılaştığımız en büyük sorun olarak dikkat çekmektedir. Anket çalışması olduğu için elde edilen veriler kişisel beyana dayanmaktadır ve yanlılık bertaraf edilememektedir. Bu nedenlerle bazı verilerimizin prospektif yapılan çalışmalardan farklı sonuçlar bulunduğu görülmektedir. Çalışmanın bir diğer kısıtı anket geri dönüş oranlarının oldukça düşük kalmış olmasıdır. 3157 pilota toplamda üç kez anketimiz gönderilmiş olup yaklaşık olarak %11 oranında geri dönüş alınabilmiştir. Bu gibi sorunlar anket çalışması olarak yapılmış birçok çalışmada olduğu gibi bizim çalışmamızda da en büyük sorunlar olarak dikkatimizi çekmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kulak ve sinüs barotravmasının uçuş ortamında meydana gelebilecek bir rahatsızlık olduğu bilinmektedir. Çeşitli çalışmalarla barotravmaların sıklığı ve risk faktörleri ortaya konmasında rağmen bu konular üzerine ülkemizde yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda ülkemizdeki ticari pilotlarda barotravma sıklığını, olası risk faktörlerini ve pilotların tutumlarını belirlemeye çalıştık.

Çalışmamızda kulak barotravmasının hayat boyu yaşanma oranı %55,6 ve sinüs barotravmasının hayat boyu yaşanma oranı %57,8 olarak belirlenmiştir. Ayrıca barotravmaların bir yıllık sıklığı kulak barotravması için %34,4 ve sinüs barotravması için %32,3 olarak belirlenmiştir.

KBB ile ilgili hastalık/cerrahi öyküsü olan pilotların ve özellikle nazal septum deviasyon rahatsızlığı olanların barotravma açısından daha riskli olduğu görülmüştür. Ayrıca alerjik riniti olan pilotların da kulak barotravması için risk altında oldukları görülmüştür.

Çalışmamızda pilotların grip aşısı yaptırma oranlarının %13,1 gibi düşük bir sayıda olduğu tespit edilmiştir. Diğer ülkelerde yapılan çalışmalar da aşı yaptırma oranlarının daha yüksek olduğu ve grip aşısının pilotlarda çalışma verimliliği ve iş gücü kaybı için koruyucu olabileceği gösterildiğinden dolayı ülkemizdeki havacı personeller arasında grip aşısı yaptırılmasının artırılması önerilmektedir.

Üst solunum yolu enfeksiyonunun kulak ve sinüs barotravması için predispozan bir faktör olduğu halde çalışmamızda pilotların ÜSYE yaşadıkları sırada büyük çoğunluğunun uçuş görevlerine devam ettikleri ve barotravma yaşama oranlarının daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Barotravma hakkında uçucu personele daha fazla bilgi verilmesinin havacılık emniyeti açısından özellikle dikkat edilmesi gereken önemli bir konu olarak göze çarpmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Armstrong HG, Heim JW. The effect of flight on the middle ear. JAMA 1937; 109:417 – 21.
2. Sohn JH, Cho KR. Middle ear barotrauma in student pilots. Aerosp Med Hum Perform. 2017; 88(4):406–412.
3. Caldera S. Otorhinolaryngology, Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 530.
4. Lewis ST. Barotrauma in United States Air Force: accidents/incidents. Aerosp Med 1973;44: 1059–61.
5. Gradwell DP. The Earth's atmosphere. Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 6-7.
6. Fizyolojik Eğitim Ders Kitabı. Hv.Bas ve Neş. Md.lüğü, 3284/2001, syf 8.
7. Gradwell DP. The Earth's atmosphere. Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 7-8.
8. Fizyolojik Eğitim Ders Kitabı. Hv.Bas ve Neş. Md.lüğü, 3284/2001, syf 18.
9. Gradwell DP, Macmillan J.F.Oxygen systems, pressure cabin and clothing. Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 79.
10. Gradwell DP, Macmillan J.F. Oxygen systems, pressure cabin and clothing. Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 80.
11. Gradwell DP, Macmillan J.F.Oxygen systems, pressure cabin and clothing. Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 112-116.
12. Rydock JP. Tracer study of proximity and recirculation effects on exposure risk in an airliner cabin. Aviation, Space, and Environmental Medicine 2004; 75: 168.
13. Gradwell DP, Macmillan J.F.Oxygen systems, pressure cabin and clothing. Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 117.

14. Baily B, Johnson J.T, Newlands S.D, Head and Neck Surgery: Otolaryngology, Lippincott Williams and Wilkins, USA, 2006.
15. Marchioni, D, Molteni, G, Presutti, L, Endoscopic anatomy of the middle ear. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 63(2):101-13, 2011.
16. Marchioni, D, Piccinini, A, Alicandri-Ciufelli, M, Presutti, L, Endoscopic anatomy and ventilation of the epitympanum. Otolaryngol Clin North Am. 46(2), 165-78, 2013.
17. Bağlı B.S, Hiperbarik Oksijen Tedavisinin İşitme Fonksiyonları Üzerine Etkisi. Uzmanlık tezi (2015), İstanbul Üniversitesi.
18. Zemlin W.R, Speech and Hearing Science: Anatomy and Physiology, Pearson Education, USA, 1997.
19. Edmonds, C, Thomas B, McKenzie B, Pennefather J, Diving Medicine for Scuba Divers, Australia, 2013.
20. Wong, A.C, Ryan AÇF, Mechanisms of sensorineural cell damage, death and survival in the cochlea. Front Aging Neurosci. 58(7), 2015.
21. Syed M.I, Rutka J.A, Hendry J, Browning G.G, Positive pressure therapy for Meniere's syndrome/disease with a Meniett device: a systematic review of randomised controlled trials. Clin Otolaryngol. 40(3), 197-207, 2015.
22. Fizyolojik Eğitim Ders Kitabı. Hv.Bas ve Neş. Md.lüğü, 3284/2001, syf 59-60.
23. Alper C.M, Swarts J.D, Singla A, Banks J, Doyle W.J, Relationship between the electromyographic activity of the paratubal muscles and eustachian tube opening assessed by sonotubometry and videoendoscopy. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 138(8), 741-6, 2012.
24. Acar M. Hiperbarik Oksijen Tedavisi Alan Hastalarda Orta Kulak Barotravması Sıklığı Ve Etki Eden Faktörler. Uzmanlık tezi (2015), Gülhane Askeri Tıp Akademisi.
25. Mirza S, Richardson H. Otic barotrauma from air travel. J Laryngol Otol. 2005 May;119(5):366-70.
26. Phelan J.R. Otolaryngology in Aerospace Medicine. Fundamentals Of Aerospacemedicine. Lippincott Williamce & Wilkins 4th Edition, 2008, sfy 385.

27. Edmonds, C, Christopher L, Pennefather J, Walker R. Diving and Subaquatic Medicine, 4th Ed., Edward Arnold, UK, 2005.
28. Ryan P, Treble A, Patel N, Jufas N, Prevention of Otic Barotrauma in Aviation: A Systematic Review. *Otol Neurotol*. 2018 Jun;39(5):539-549.
29. Stangerup SE, Klokke M, Vesterhauge S, Jayaraj S, Rea P, Harcourt J. Point prevalence of barotitis and its prevention and treatment with nasal balloon inflation: a prospective, controlled study. *Otol Neurotol*. 2004; 25(2):89–94.
30. Moser M. Fitness of civil aviation passengers to fly after ear surgery. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 1990; 61: 735–7.
31. Caldera S. Otorhinolaryngology, Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 528.
32. Teed R.W. Factors producing obstruction of the auditory tube in submarine personnel. *US Naval Med Bull*. 42,293–306, 1944.
33. MacFie D.D. ENT problems of diving. *Med Serv J Canada*. 20,845–861, 1964.
34. Edmonds C, Lowry C, Pennefather J. Diving and Subaquatic Medicine, 3rd ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, syf. 115–139, 1992.
35. Hamilton-Farrell M, Abir Bhattacharyya A. Barotrauma. *Injury, Int. J. Care Injured* (2004) 35, 359—370.
36. Igarashi Y, Watanabe Y, Mizukoshi K. Middle ear barotrauma associated with hyperbaric oxygenation treatment. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1993; 113(Suppl. 504):143–145.
37. Scarano E, Fetoni AR, Picciotti P, Cadoni G, Galli J, Paludetti G. Can chronic nasal obstruction cause dysfunction of the paratubal muscles and otitis media? An experimental study in developing wistar rats. *Acta Otolaryngol*. 2003; 123(2):288–291.
38. Yilmaz MS, Guven M, Buyukarslan DG, Kaymaz R, Erkorkmaz U. Do silicone nasal septal splints with integral airway reduce postoperative Eustachian tube dysfunction? *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012; 146(1):141–145.
39. Caldera S. Otorhinolaryngology, Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 529-530.

40. Molvaer, O. I., Otorhinolaryngological aspects of diving. Bennett and Elliott's Physiology and Medicine of Diving, 5th ed, Saunders, St. Louis, s. 227–264, 2003.
41. Juul A, Kristensen S, Gammelgaard N.P, Rasmussen O.R. Traumatic rupture of the tympanic membrane. A retrospective study of 37 patients. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 107(17-18), 1544-7, 1987.
42. Kronenberg J, Ben-Shoshan J, Modan M, Leventon G. Blast injury and cholesteatoma. *Am J Otol.* 9(2), 127–130, 1988.
43. Elliott E.J, Smart D.R, The assessment and management of inner ear barotrauma in divers and recommendations for returning to diving. *Diving Hyperb Med.* 44(4), 208-22, 2014.
44. Mathieu D. Handbook of Hyperbaric Medicine, Springer, Netherlands, s. 239-61, 2006.
45. McGhee MA, Dornhoffer JL. A case of barotrauma induced pneumolabyrinth secondary to perilymph fistula. *Ear, Nose and Throat Journal* 2000; 79: 456–9.
46. Veillon F, Reihm S, Emachescu B, et al. Imaging of the Windows of the temporal bone. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* 2001; 22: 271–80.
47. Parell G.J, Becker G.D. Conservative management of inner ear barotrauma resulting from scuba diving. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 93(3), 393-7, 1985
48. Phelan J.R. Otolaryngology in Aerospace Medicine. *Fundamentals Of Aerospacemedicine.* Lippincott Williamce & Wilkins 4th Edition, 2008, sfy 387.
49. Wicks RE. Alternobaric vertigo: an aeromedical review. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 1989; 60: 67–72.
50. Pennell D.J, Asimakopoulos P, Ram B, Veitch D.Y. Periorbital emphysema after dive barotrauma without radiological evidence of paranasal sinus injury. *Aviat Space Environ Med.* 85(8), 863-6, 2014.
51. Ozan H., Ozan Anatomi, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2004.
52. Neuman T.S, Thom S.R. Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy, Saunders Elsevier, USA, 2008
53. Bettes TN, McKenas DK. Medical advice for commercial air travelers . *Am Fam Physician* 1999 ; 60 : 801 – 10.

- 54.** Hanna HH. Aeromedical aspects of otolaryngology. *Aviat Space Environ Med* 1979 ; 50 : 280 – 3.
- 55.** O'Reilly BJ, Lupa H, Mcrae A. The application of endoscopic sinus surgery to the treatment of recurrent sinus barotrauma . *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1996 ; 21 : 528 – 32.
- 56.** Stewart TW, Jr . Common otolaryngologic problems of flying. *Am Fam Physician* 1979 ; 19 : 113 – 9.
- 57.** Yanagawa Y, Okada Y, Ishida K, Fukuda H, Hirata F, Fujita K. Magnetic resonance imaging of the paranasal sinuses in divers. *Aviat Space Environ Med* 1998 ; 69 : 50 – 2.
- 58.** Kraus RN. Treatment of sinus barotrauma . *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1959 ; 68 : 80 – 9.
- 59.** Parsons DS, Chambers DW, Boyd EM. Long-term follow-up of aviators after functional endoscopic sinus surgery for sinus barotrauma . *Aviat Space Environ Med* 1997 ; 68 : 1029 – 34.
- 60.** Segev Y, Landsberg R, Fliss DM. MR imaging appearance of frontal sinus barotrauma. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003 ; 24 : 346 – 7.
- 61.** Smith JP, Furry DE. Aeromedical considerations in the management of paranasal sinus barotrauma . *Aerosp Med* 1972 ; 43 : 1031 – 3.
- 62.** Weitzel EK, McMains KC, Rajapaksa S, Wormald P-J. Aerosinusitis: pathophysiology, prophylaxis, and management in passengers and aircrew. *Aviat Space Environ Med* 2008; 79:50 – 3.
- 63.** Dickson ED , King PF. Results of treatment of otitic and sinus barotrauma . *J Aviat Med* 1956 ; 27 : 92 – 9.
- 64.** Fitzpatrick D.T, Franck BA, Mason KT, Shannon SG. Risk factors for symptomatic otic and Sinus barotrauma in a multiplace hyperbaric chamber. *Under sea Hyperb Med.* 26(4),243-7,1999.
- 65.** Caldera S. Otorhinolaryngology, Ernsting's Aviation Medicine, 5th Edition, Edward Arnold Ltd, New York, 2016, syf 531.
- 66.** Rosenkvist L, Klokke M, Katholm M. Upper respiratory infections and barotraumas in commercial pilots: a retrospective survey. *Aviat Space Environ Med* 2008;79: 960-3.

67. Boel NM, Klokke M. Upper respiratory infections and barotrauma among commercial pilots. *Aerosp Med Hum Perform*. 2017; 88(1):17–22.
68. Morgagni F, Autore A, Landolfi A, Ciniglio Appiani M, Ciniglio Appiani G. Predictors of ear barotrauma in aircrews exposed to simulated high altitude. *Aviat Space Environ Med* 2012; 83: 594 – 7.
69. Davenport NA. Predictors of barotrauma events in a Navy altitude chamber. *Aviat Space Environ Med* 1997; 68:61-5.
70. Sivil Havacılık Tıbbi El Kitabı. ICAO, Doc 8984 AN/895. 3. Baskı, 2012, syf III-12-1.
71. European Union Aviation Safety Agency (EASA). Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-MED, Medical requirements for air crew. 28 January 2019, syf 44.
72. MixEu MSAG, Vespa GNR, Forleo-Neto E, Toniolo-Neto J, Alves PM. Impact of influenza vaccination on civilian aircrew illness and absenteeism. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73:876-80.
73. Shargorodsky J, Zheng L, Stillman F, Soong A, Navas-Acien A, Reh D. The association between airline flight and sinonasal symptoms. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2016;6:437– 444.
74. Schwartz Md, Macias-Moriarity LZ, Schelling J. Professional aircrews' attitudes toward infectious diseases and aviation medical issues. *Aviat Space Environ Med* 2012; 83: 1167 – 70.

8. EKLER

EK-1. Çalışma Anketi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hava ve Uzay Hekimliği AD. tarafından uzmanlık tezi için Havacılık emniyeti ve Barotravmalar ile ilgili bir çalışma yapılması amacıyla hazırlanan anketimiz toplamda 14 sorudan oluşmaktadır. Barotravmalar uçuş sırasında meydana gelebilen ve uçuş emniyetini için risk oluşturabilecek kadar ciddi semptomlara neden olabilen bir rahatsızlıktır. Bu anket çalışması ile ülkemizdeki pilotlar arasındaki barotravma sıklığı ve bu durumlara karşı tutumları değerlendirilerek, gerekli tedbir ve önerilerle havacılık emniyetine katkıda bulunulması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmaya katılmayı uygun görürseniz anket sorularını cevaplayınız. Katılımınız için teşekkür ederiz.

1. Yaşınız

Yanıtınız

2. Cinsiyetiniz

Erkek ()

Kadın ()

3. Lisans tipiniz

PPL ()

CPL/ATPL ()

4. Toplam uçuş saatiniz

Yanıtınız

5. Son bir yıl içerisindeki tahmini uçuş saatiniz

Yanıtınız

6. Son bir yıl içerisindeki toplam uçuş sayınız

Yanıtınız

7. KBB (Kulak Burun Boğaz) ile ilgili bilinen bir hastalığınız/
ameliyat öykünüz var mı ?

Yok ()

Adenoid Hipertrofisi ()

Nazal Polip/Kitle ()

Nazal Septum Deviasyonu ()

Diğer:

8. Alerjik bir hastalığınız var mı ?

Yok ()

Alerjik Rinit ()

Sinüzit ()

Alerjik Bronşit ()

Alerjik Astım ()

Diğer:

9. Son bir yıl içerisinde grip aşısı yaptırdınız mı ?

Evet ()

Hayır ()

10. Son bir yıl içerisinde kaç defa Üst solunum yolu enfeksiyonu (nezle, grip, farenjit (boğaz enfeksiyonu), larenjit, orta kulak iltihabı, sinüzit ve tonsillit (bademcik iltihabı) gibi ani olarak gelişen hastalıklara verilen genel bir isimdir) geçirdiniz ?

0 ()

1 ()

2 ()

3 ()

4 ()

5 ()

Diğer:

11.Üst solunum yolu enfeksiyonu geçirdiğiniz sırada hiç uçuş görevinde bulundunuz mu ?

Evet ()

Hayır ()

Bir üstteki soruya cevabınız evet ise uçuş öncesi herhangi bir ilaç kullandınız mı?

() Ağrı kesici (Aspirin, Parol, Arveles vb.)

() Antibiyotik (Augmentin, Klomaks, Croxcilex vb.)

() Burun spreyi (İliadin, Nasonex vb.)

() Soğuk algınlığı ve grip ilacı (Benical, Nurofen, Tylohot vb.)

Diğer:

12. Son bir yıl içerisinde herhangi bir sağlık problemi sebebiyle istirahat raporu aldınız mı ?

Evet ()

Hayır ()

Bir üstteki soruya cevabınız evet ise hangi hastalıklardan ne kadar süre rapor aldığınızı belirtiniz

Yanıtınız

13. Uçuşun iniş veya kalkış aşamalarında başlayan alın bölgesi veya yanaklarda ağrı şikayeti olup valsalva manevrası veya diğer manevralarla düzelmeyen bir rahatsızlık yaşadınız mı ?

	0	1	2	3 veya daha fazla
Son bir yıl içerisinde	()	()	()	()
Havayolu pilotu olduğunuzdan itibaren	()	()	()	()

14. Uçuşun inişi sırasında başlayan özellikle şiddetli kulak ağrısı ve kulakta dolgunluk hissi, olmak üzere uğultu, bulantı, baş dönmesi, işitme azlığı hissedip esneme, yutkunma, valsalva manevrası veya diğer manevralarla düzelmeyen bir rahatsızlık yaşadınız mı ?

	0	1	2	3 veya daha fazla
Son bir yıl içerisinde	()	()	()	()
Havayolu pilotu olduğunuzdan itibaren	()	()	()	()

TİCARİ HAVAYOLU PİLOTLARINDA BAROTRAVMA SIKLIĞI VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%9	%7	%0	%6
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Beykent Universitesi Öğrenci Ödevi	%1
2	www.journalagent.com İnternet Kaynağı	%1
3	adudspace.adu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
4	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
5	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	eoksivas.com İnternet Kaynağı	<%1
7	sualti.org İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<%1

Dr. Salih AĞACKESEN



Prof. Dr. Fersat KOLBAKIR
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Prof. Dr. Fersat KOLBAKIR
Kalp-Damar Cerrahisi Uzmanı
Dip. No: 12/AA-071

