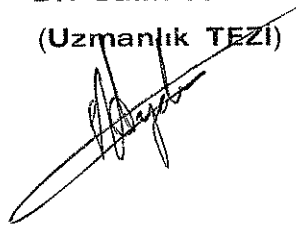


T. C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ  
TIBBİ EKOLOJİ ve HİDRO-KLİMATOLOJİ ANABİLİM DALI  
SUALTI HEKİMLİĞİ BİLİM DALI

TÜRK SCUBA DALGIÇLARINDA  
DALIŞIN İŞİTME EŞİĞİ ÜZERİNE  
ETKİSİ

*Arş. Gör. Doç. Dr. Sami Aktepe  
zenginlikle*

Dr. Salih AYDIN  
(Uzmanlık TEZİ)



İstanbul 1988

## İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ

1.GİRİŞ.....	1
2.DALGIÇLIĞIN KISA TARİHÇESİ.....	2
3.DALIŞA BAĞLI KULAK PATOLOJİLERİ.....	16
3.1.Dış Kulak Yolu Sıkışması.....	16
3.2.Orta Kulak Sıkışması.....	17
3.3.İç Kulak Barotravması.....	22
3.4.Kalorik Stimülasyona Bağlı Geçici Vertigo.....	25
3.5.Alternobarik Vertigo.....	26
3.6.Dibe İnışte Alternobarik Vertigo.....	29
3.7.HPNS'de Vertigo.....	31
3.8.İzobarik Otolojik Barotravmalar.....	32
3.9.Dış Kulak Yolu Çıkış Barotravması.....	33
3.10.Orta Kulağın Çıkış Barotravması.....	34
3.11.İç Kulak Dekompresyon Hastalığı.....	36
4.MATERYAL ve METOD.....	39
4.1.İstatistik Yöntem.....	40
4.2.Bulgular.....	43
5.TARTIŞMA.....	60
6.SONUÇ.....	68
7.ÖZET.....	70
8.KAYNAKLAR.....	71

## ÖNSÖZ

Sualtı Hekimliği Bilim Dalının kuruluşuna, başından beri büyük destek veren, Ana Bilim Dalı Başkanı değerli hocam Prof.Dr. Nurten Özer'e tez çalışmam sırasında, gösterdiği ilgi ve anlayış için çok teşekkür ederim.

Bilim dalının kuruluşu ve gelişmesi için bıkmadan, uğraş veren, bilgili, değerli hocam, Sualtı Hekimliği Bilim Dalı Başkanı Doç.Dr.Maide Çimşit'e uzmanlık eğitimim sırasındaki yol göstericiliğine, ilgisine, desteğine ve anlayışına teşekkürlerim sonsuzdur.

K.B.B Öğretim üyesi Doç.Dr.Haluk Köseman'a yardımları için teşekkür ederim.

Yalnızca tez çalışmamda değil, bilim dalında geçirdiğim süre içinde her konuda yardımlarını gördüğüm çalışma arkadaşlarım Müh.Dr.Osman Aslan'a istatistik incelemelerdeki yardımları için, Dr.Şamil Aktaş'a fotoğraflar için, Yük.Müh.Serdar Bahadır'a tablo çizimleri için, Ftr.Hüseyin Buluş'a derlemedeki yardımları için, sonsuz teşekkürler.

Yazımdaki yardımı için arkadaşım Dr.Alpaslan Edeoğlu'na ve dostum Mustafa Göç'e çok teşekkürler.

Ölçümler için odimetri cihazını kullanmamıza izin veren, Fenerbahçe Lioness Klübü Derneği yöneticilerine teşekkürler.

Çubuklu Sualtı ve Kurtarma komutanlığında görevli arkadaşlarıma ve Keçilik üssü SAS komandolarına ölçümlere gösterdikleri ilgi için çok teşekkürler.

## 1. GİRİŞ

Dalgıçlığın geçmişi çok eskilere dayanmaktadır.. M.Ö 300 yılında Aristoteles dalgıçlarda kulak zarı perforasyonunu tanımlamıştır (24).

XIX. yüzyıl başlarında dalışların aletli olarak yapıl-maya başlanması ve XX. yüzyıl başlarında Caisson çalışmalarının artışı ile kulak patolojileri daha sık görülmeye başlan-mış, geçici veya kalıcı işitme kayıpları insidensi artmıştır(34).

Dalışın herhangi bir fazında meydana gelebilecek bir oto-lojik yaralanma nedeniyle geçici veya kalıcı işitme kaybı ol-guları birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (3,5,11,-26,27,28,29).

Dalış ekipmanının ve bunların oluşturduğu etkilerin(gürül-tü gibi) işitme fonksiyonu üzerine etkisi bazı araştırmacılar tarafından incelenmiştir(14,26).Ancak dalışın veya basınçlı hava ortamında çalışmanın işitme fonksiyonu üzerine olumsuz etki yapıp yapmadığı konusundaki araştırmalar, hem çok yeni hem de yeterli sayıda değildir.

Ülkemizde dalgıçlar üzerinde böyle bir çalışma yapılmamış olması, konunun bu topluluğa hizmet vermeye çalışan Sualtı He-kimliği Bilim Dalımızca ele alınmasına yol açmıştır. Bu çalış-ma ile birlikte literatür taraması Türk SCUBA dalgıçlarındaki işitme kayıplarını değerlendirerek hem Türk dalgıçlarının sağ-lık hizmetlerine katkıda bulunmak hem de literatürdeki belir-sizliğin açığa kavuşturulmasına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

## 2. DALGIÇLIĞIN KISA TARİHÇESİ

Güntümüzde insanoğlu yüzyıllardan beri yaptığı gibi, yiyecek bulmak, askeri amaçla, stratejik çalışmalar, hazine avcılığı, ticari ( sünger, inci, mercan, yosun ve petrol ) amaçlar için sualtı dünyasına girmektedir. Özellikle XX. yüzyıl başlarından günümüze kadar olan hızlı teknik ilerleme ile beraber sessiz dünyanın derinliklerindeki çalışmaların gelişmesi, insanoğlunun sualtı dünyasının gelecekte önemli bir potansiyele sahip olduğunu görmesinden kaynaklanır. Bununla birlikte insanların macera tutkusu, dalış araçlarının gelişmesine paralel olarak, sportif dalışların da çok yaygın yapılmasını gündeme getirmiştir.

Dalış şekillerinden ve gelişmelerinden şu sırayla söz edilebilir:

Serbest dalışlar (Nefes tutarak yapılan dalışlar),  
 Çan dalışları,  
 Satıhtan hava beslemeli dalışlar (Sert başlıklı dalışlar),  
 SCUBA (Sualtında kendi kendine yeterli solunum cihazı),  
 ile dalışlar,  
 Satürasyon dalışları ve derin su dalış sistemleri,  
 Bir atmosfer dalış sistemleri .

### SERBEST DALIŞLAR

Antik çağlardan günümüze kadar uygulanan bu dalış şekli güntümüzde de en yaygın dalış şeklidir. Serbest dalış üstüne tarihte çok sayıda kayıtlar bulunmaktadır. Mezopotamya uygarlığına ait tabletlerin (M.Ö.4500) çıkarılışı sırasında inci kabuklarının bulunuşu dalgiçliğin o yıllarda yapıldığına

örnek verilebilir. Birçok efsanede insanlar sualtı dünyasının tanrılarını anlatırlar. Özellikle Yunan mitolojisinde çok çarpıcı efsanelere rastlanır.

Heredot, Keyhüsrev'in batık Pers hazinelerini bulması için kiraladığı Sicilyalı dalgıcın görevini tamamladıktan sonra serbest bırakılmaması üzerine bir fırtınada kaçıp, limana dalarak, gemilerin zincirlerini kesip çok büyük zarara sebep olduğunu anlatır (2). Diğer bir Yunan tarihçisi Thucydides Atinalıların, Sirakuza'ya saldırıları sırasında Sikuzalılar tarafından sualtına inşa edilen ve gemilerin geçmesini önleyen barikatları kesmeleri için dalgıçlar kullandıklarını anlatır (2,20). Büyük İskender'inde M.Ö.356-323) Tire'ye yaptığı saldırıda sualtı barikatlarını yoketmesi için dalgıçlar kullandığı hatta bir seferinde kendisinin de "Colimpha" adlı bir makine ile daldığı anlatılır (20).

Serbest dalışlar XIX. yüzyıl başlarına kadar başlıca dalış şekli olarak kullanılmıştır (Resim:1). Günümüzde de serbest dalışları meslek olarak yapan Japon kadın inci avcıları Amalar 44 m.ye varan dalışlar yaparak inci çıkartmaktadır. Katar'da da yine en ilkel şekli ile serbest dalışlar yaparak inci çıkaran erkek dalgıçlar vardır. Nefes tutularak yapılan dalışların derinliği genellikle 40 metreler civarında sınırlı olduğu halde nefes tutarak yapılan kayıtlı en derin dalış rekoru 117 metredir (22).

## ÇAN DALIŞLARI

Büyük İskender'in yaptırdığı "Colimpha" ile yaptığı dalış olasılıkla tarihteki ilk çan dalışıdır. Aristoteles "Problemata" adlı eserinde dalgıçların bir tür dalış makinesi kullandıklarından söz eder (20). Guglielmo de Lorena'nın 1535'te gerçekleştirdiği bir dalış çanı ile Roma yakınındaki Rømi gölünde, bir dalgıcın 1 saat kadar çalıştığı Davis tarafından yayınlanan bir kitapta bildirilmiştir (2).

Pratikte dalış çanı kullanarak kurtarma çalışmaları Von Treblien'in 1640'larda Stockholm limanında 132 ayak

derinlikteki batık bir İsveç gemisindeki 42 topu çıkarmak için dalış çanı kullanması ile başlamıştır (20). 1691'de İngiliz astronomu Sir Edmund Halley bir dalış çanı tasarımı yapmış ve imal ettirmiştir (Resim:2). İlk başlarda çanın havalanması satıhtan dibe gönderilen fiçilerdeki hava ile yapılmakta idi (33). Smeatone hava pompalayabilecek ilk pompayı 1788'de icat ederek (Resim:3) 1789'da mükemmel çalışan bir dalış çanı imal etmiş ve İngiltere'de Ramsgate limanında, sualtı inşaatında kullanmıştır (2).

Günümüzde teknik olarak çok geliştirilmiş çanlar iki ana grupta toplanırlar. Açık çanlar ve kapalı çanlar (Foto: 1, 2) (2, 22). Bu çanlar ile 100 metrelere varan derinliklerde güvenli ve verimli çalışmalar yapılmaktadır (22)

#### SATIHTAN HAVA BESLEMELİ DALIŞLAR SERT BAŞLIKLİ DALIŞLAR

Dalış çanlarının sağladığı hava ve emniyetin yanında dalgıçların hareket yeteneğinin çok kısıtlı oluşu yeni denemelere yol açtı. XVII. ve XVIII. yüzyılda çok sayıda satıhtan beslemeli dalış ekipmanı denemeleri yapıldı. Fransız bilim adamı Freminet bir sert başlık ve hava ikmal sistemi geliştirerek 1774'te 15 metreye 1 saatlik dalış gerçekleştirmiştir (2). Bazı tarihçilere göre bu ilk sert başlıklı dalış sistemidir (2).

1819'da Londra'da çalışan Alman Augustus Siebe çok iyi çalışan bir dalış başlığı ve elbisesi dizayn etti ve bu modelin yaratıcısı oldu (Foto:3). Siebe modelini 1837'de kapalı tip elbise ile mükemmel hale getirdi (22, 36). Siebe'nin bu modeli çok ufak değişikliklerle bu gün de kullanılmaktadır (Foto: 4). Bu modelin en büyük dezavantajları olan; Dalış ekipmanının toplam ağırlığının 100 kg.ı geçmesi, başlığın aşırı gürültülü oluşu, dalgıcın hareketinin kısıtlı ve çok yorucu oluşu yeni modellerin araştırılmasını gündeme getirmiştir. Mk 12 Amerikan donanmasının geliştirdiği modellerden birisidir (Foto:5). Bu sert başlıklarla Nitrox ( $N_2O_2$ ) veya

Heliox ( $He_2O_2$ ) dalışları 200 metre derinliğe kadar emniyetli bir şekilde yapılabilir (22, 36) Demand valfin bulunuşu ile, dalış maskeleride sert başlıkların yanında satıhtan veya çandan beslemeli kullanılacak şekilde, geliştirilip kullanıma girmiştir. Mk 1 dalış maskesi bunlardan biridir (Foto:6). Son geliştirilen bu sert başlıklar ve demand valfli maskelerde hava kesilmelerine karşı emniyet faktörü olarak eve dönüş tüpü ilavesi yapılmıştır (36).

### SCUBA DALIŞLARI

Sert başlıklı dalış ekipmanlarının çok ağır oluşu ve hava hortumu ile sualtında serbest dolaşımın kısıtlanması yüzünden dalgıçların kendi havasını kendisinin taşıyabilme fikri ortaya çıkmıştır. Böyle bir düşünce ile yapılan ilk dizayn Leonardo da Vinci'ye aittir (11). Vinci'den sonra İtalyan Giovanni Borellis (1680) Vinci'nin dizaynında dalgıcın havasının temizlenmediğini fark etmiş ve Vinci'nin palet dizaynını kullanarak değişik bir dizayn çizmiştir (Resim:4)(11). Bu dizaynlar çok büyük ölü hava boşlukları içerdiklerinden hiç şüphesiz ki hayata geçirilemezlerdi. Kendi havasını beraberinde taşıyan bir ekipmanın ilk denemelerini yaparken boğulan Amerikalı Charles Conder't'i (1830) bu düşünceyi hayata geçirenler arasında saymak gerekir. 1865'te iki Fransız, Rouquayrol ve Denayrouse sert başlıkta modifikasyon ve bir demand valf ilavesiyle, dalgıca çok az süre bağımsızlık sağlayabilen bir hava deposu kullanarak bir dizayn gerçekleştirmişlerdir. Bu dizaynlarını SCUBA olarak adlandırmışlardır (11). Fakat yüksek basınçlı pompayla, yüksek basınçlı hava tanklarının o dönemde icat edilmemiş olması yüzünden, satıhtan beslenen bir model olarak kullanıma girmiştir (Resim:5)(11, 22).

Sualtında kendi havasını taşıyan ve tatmin edici sonuç veren ilk SCUBA dizaynı İngiliz Fleuss'un saf oksijen kullanarak gerçekleştirdiği kapalı devre SCUBA'dır (Resim:6). XIX. yüzyıl sonlarında gerçekleştirilen bu SCUBA ile dalış limitinin, oksijen zehirlenmesi nedeniyle 18-20 metre olduğu



görüldü. II. Dünya Savaşı sırasında bir İngiliz tankerini kapalıdevre SCUBA kullanan İtalyan sualtı komandolarınının batırmasıyla SCUBA'nın askeri önemi anlaşıldı (Foto:7)(22). Böylece İngilizler ve Amerikalılar sualtı saldırı komandolarını bu cihazların geliştirilmiş modelleri ile donattılar ve saldırılarda kullandılar (Foto:8)(22). Kapalı devre SCUBA'da ekspire edilen solunum havası  $CO_2$  emiciden geçirilip göğüs üzerindeki hava kesesine verilir ve tekrar inspire edilir. Böylece satha çıkış fazı hariç dalış sırasında kabarcık çıkmaz.

1943'te Fransız Jacques-Yves Cousteau ve Emile Gagnan günümüzde de çok yaygın olarak kullanılan, mükemmel çalışan ilk açık devre SCUBA'yı gerçekleştirdiler. Açık devre SCUBA'da tüplere 200 atmosfer basınçta hava pompalanır ve bu hava dalgıca 2 kademede çevre basıncına düşürülerek bir demand valf ile verilir. Açık devre SCUBA'da tüplerden solunan hava ekspiryumda suya atılır. Dalış derinliği azot narkozu tehlikesi yüzünden maksimum 70-80 metredir (33-36). Her türlü kullanımda çok iyi kabul gören bir dalış ekipmanıdır (Foto:2)(22).

Açık devre SCUBA'nın geliştirilmesinden sonra açık devre SCUBA ile kapalı SCUBA'ların avantajlı yanları birleştirilerek yarı kapalı devre SCUBA'lar geliştirilmiştir. Bu modellerle 330 metrelere varan dalışlar, kapalı çanların yardımı ile rahatça yapılabilir (Foto:9)(22).

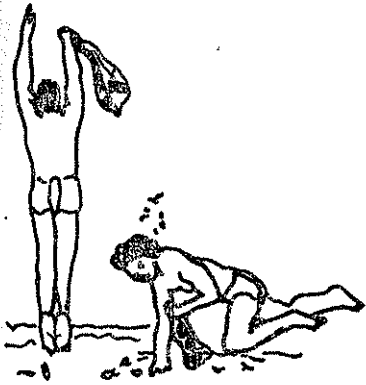
Kapalı devre SCUBA'nın gaz tüketiminin çok az olması ve oksijenin parsiyel basıncını elektronik olarak sabit tutar şekle getirilmesiyle askeri amaçlar dahil, derin dalışlarda mükemmel sonuç veren kapalı devre SCUBA modelleri imal edilmiştir. Mk 10 Amerikan donanmasının geliştirdiği ikili ( $He_2O_2$ ) veya üçlü ( $He_2O_2N_2$ ) gaz karışımlarını elektronik ayarlayan ve 550 metrede 3 saat kalabilme yeteneği olan bir modeldir. Kayıtlı maksimum dalış derinliği 657 metredir (Foto:10-11) (36).

## SATÜRASYON VE DERİN DALIŞ SİSTEMLERİ

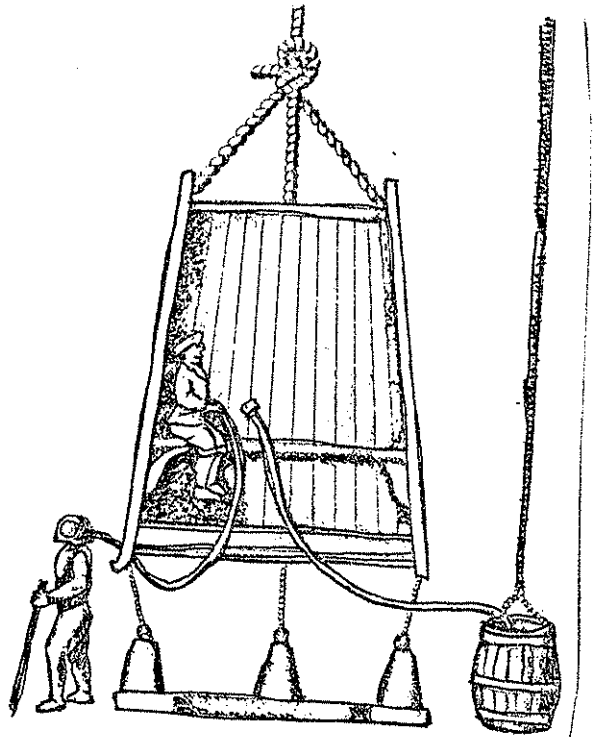
Dalış ekipmanları ve dekompresyon tabloları geliştikçe dalış derinliği de doğal olarak artmıştır. 80 metreden derinlerde azot gazının narkotik etkisinin çok fazla olduğu ve dalış yapmaya imkan tanımadığı görüldüncel, dalışlarda azot yerine narkotik etkisi olmayan alternatif bir inert gaz aranmış ve helyum gazı kullanılmaya başlanmıştır. Helyum sayesinde dalış derinliğinin artması ile birlikte dekompresyon hastalığı insidensinin de arttığı gözlemlendi. Bu olayın engellenmesi için dekompresyon tabloları yeniden ele alınarak uzatıldı. 1942'de Behnke, derin dalışlarda dekompresyon zamanının uzunluğunu ve sık kompresyon-dekompresyon olayının pahalı ve riskli bir uygulama olduğunu gündeme getirmiştir (2, 11). 1957'lerde, dalgıç veya balıkadamların, dokularında buldukları derinlikteki basınca eşdeğer basınçta gaz çözünecek kadar kaldıktan, yani doygunluk(satüre) durumuna geldikten sonra, dalış ne kadar uzarsa uzasin dekompresyon için gereken sürenin, doyumdan sonraki periyotlara bağlı olarak değişmeyeceği savı ortaya atıldı. Hayvan denemelerinin ardından ilk insanlı denemeler Cousteau ve Link tarafından gerçekleştirildi (20). Bunlarda sağlanan başarılar üzerine deniz dibi habitatları denendi (Foto:12)(22). Ancak bu yöntemin çok pahalı ve taşımının çok zor olduğu görüldü. Bunun üzerine derin dalış sistemi (DDS) denilen sistemler oluşturuldu (Şekil:1)(36). Bu sistemlerde inilecek derinliğe eşdeğer basınca getirilen basınç odalarının içinde satüre edilen dalgıçlar, basıncı istenilen değere getirilebilen transfer kapsülleri ile iş sahasına indirilmekte ve iş sahasından, tekrar kapsülle basınç değeri değişmeden, basınç odalarına geri getirilerek basınç odasında dekompresyon işlemleri rahat ve emin bir şekilde yapılabilmektedir (Foto:13)(22). Satürasyon dalışları günümüzde 600 metre derinliklere yapılabilmekte ve gelecekte 1000 metreyi hedeflemektedir.

## BİR ATMOSFER DALIŞ SİSTEMLERİ

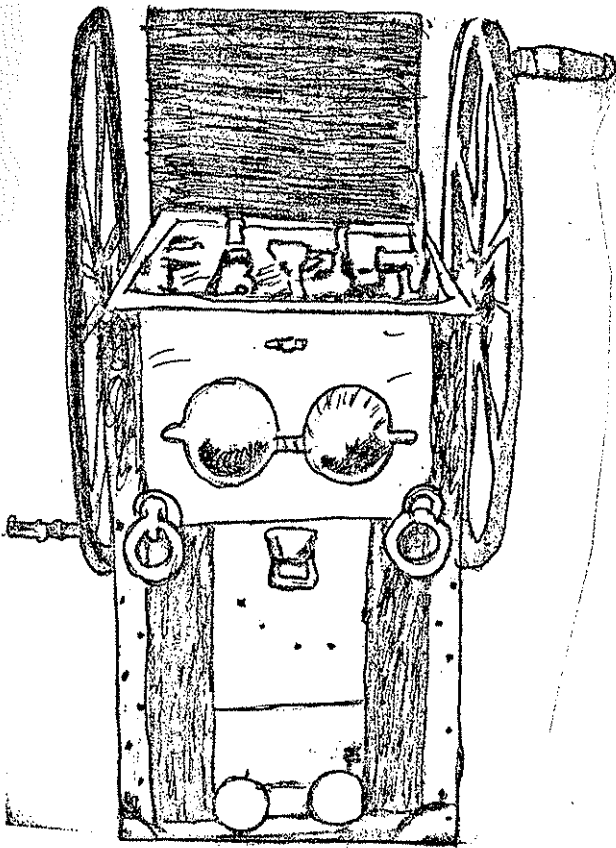
İnsanların yüksek basınca maruz kalmadan dalış yapabilmeleri için, içine bir insanın girebileceği basınca dayanıklı, robota benzeyen ve iç basıncını bir atmosfer basınçta tutabilen, haberleşme sistemi olan, soğuktan ve dış tehlikelerden iyi koruma sağlayan dalış sistemleridir. Bu sistemlerden biri olan JIM (Foto:14) 1969'da İngiliz mühendisler tarafından geliştirildi (2). İnsan gücü ile çalışan JIM'in bir benzeri WASP'tır (Foto:15)(2). WASP'ın ayakları yerine akıntılara karşı koyabilen elektrik güçlü pervaneleri vardır. Doğal olarak bu modeller bugün için talebi karşılamada ve verilen görevleri yerine getirmede çok yetersiz kalmaktadırlar. Hareketleri son derece sınırlı olup, ince işlerde hızlı ve esnek değildirler. Yapımlarında pahalı malzemeler kullanıldığı için de maliyetleri çok yüksektir. Gelecekte daha mükemmel modellerin yapılması robot tekniğinin ilerlemesi ile mümkün olabilecektir (2, 20).



Resim: 1



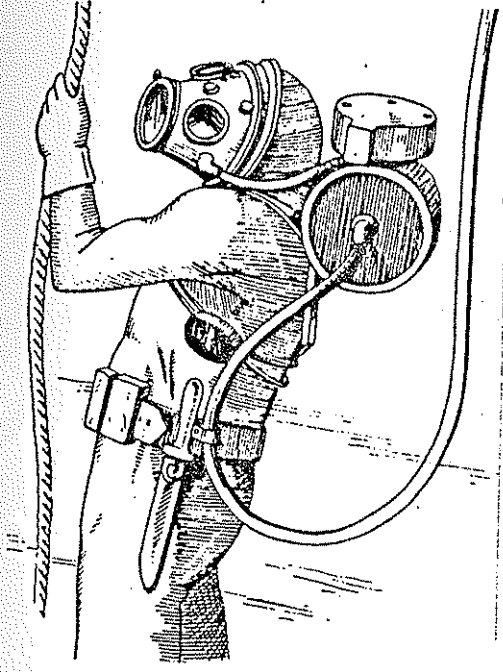
Resim: 2



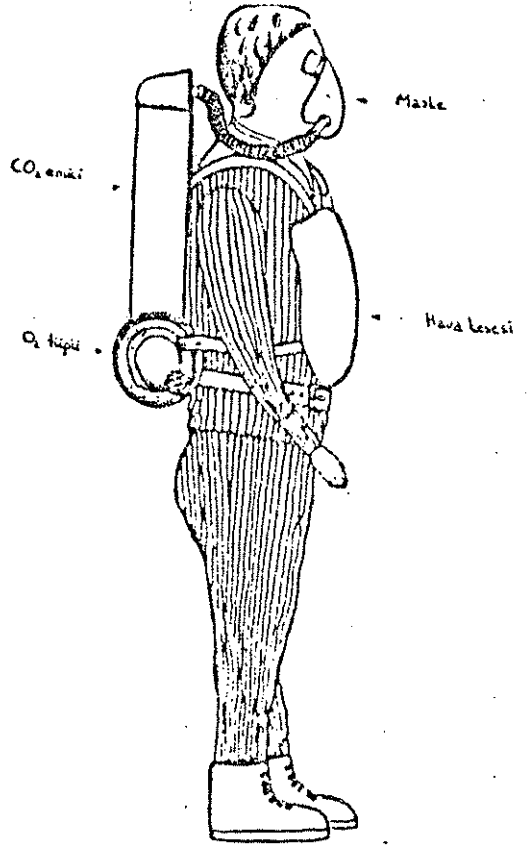
Resim: 3



Resim: 4

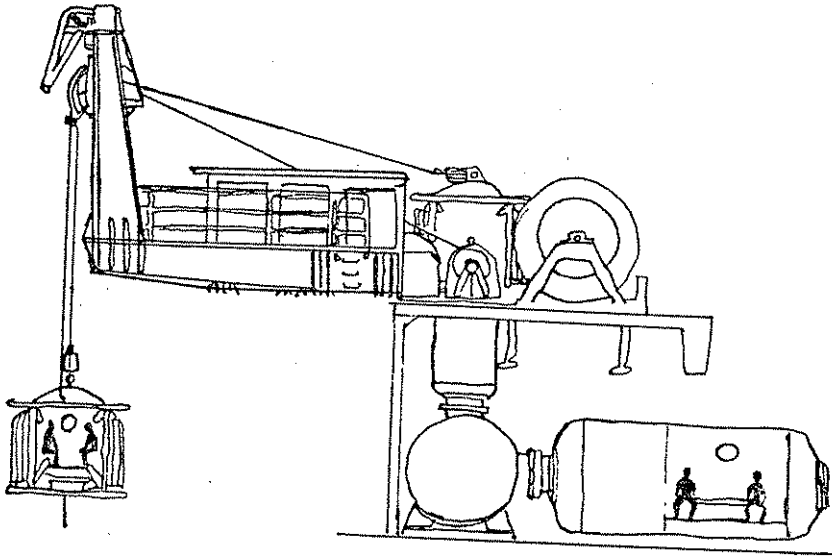


Resim: 5



Fleusun kapalı devre SCUBA dizayni

Resim: 6



Şekil: 1

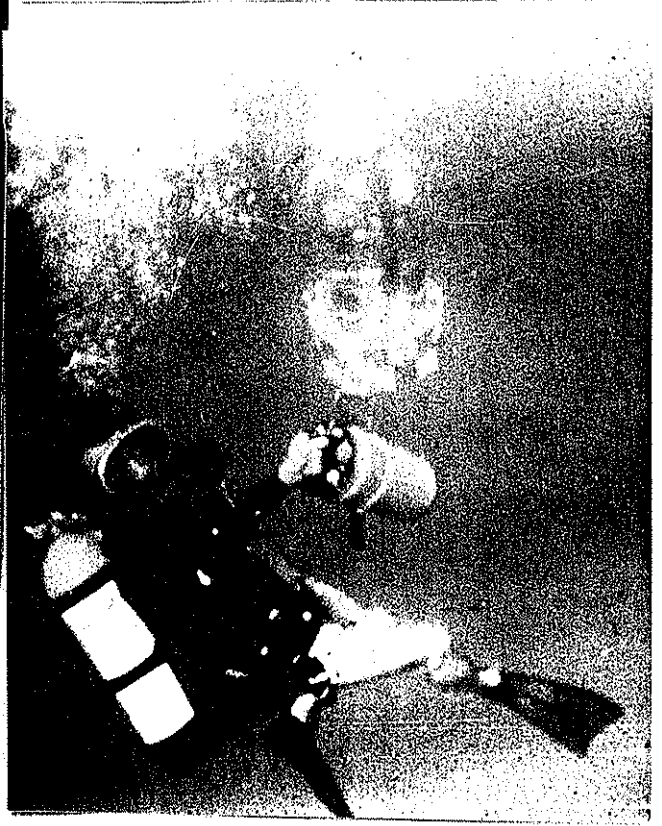
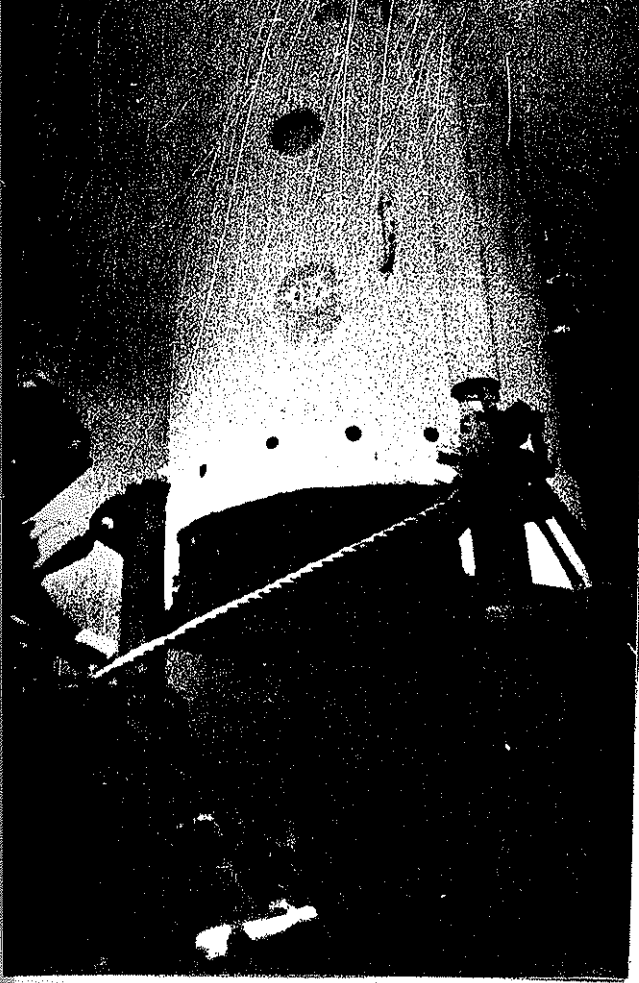


Foto: 2

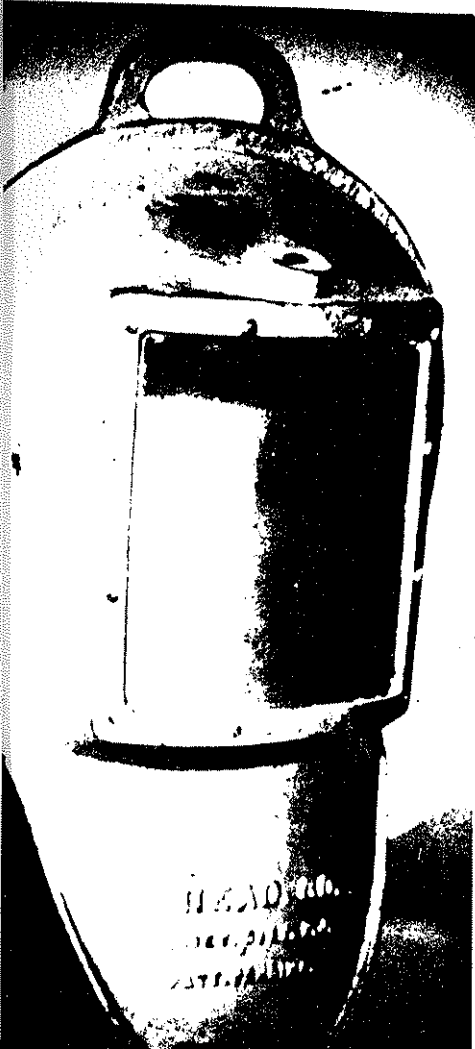


Foto: 1

Foto: 3

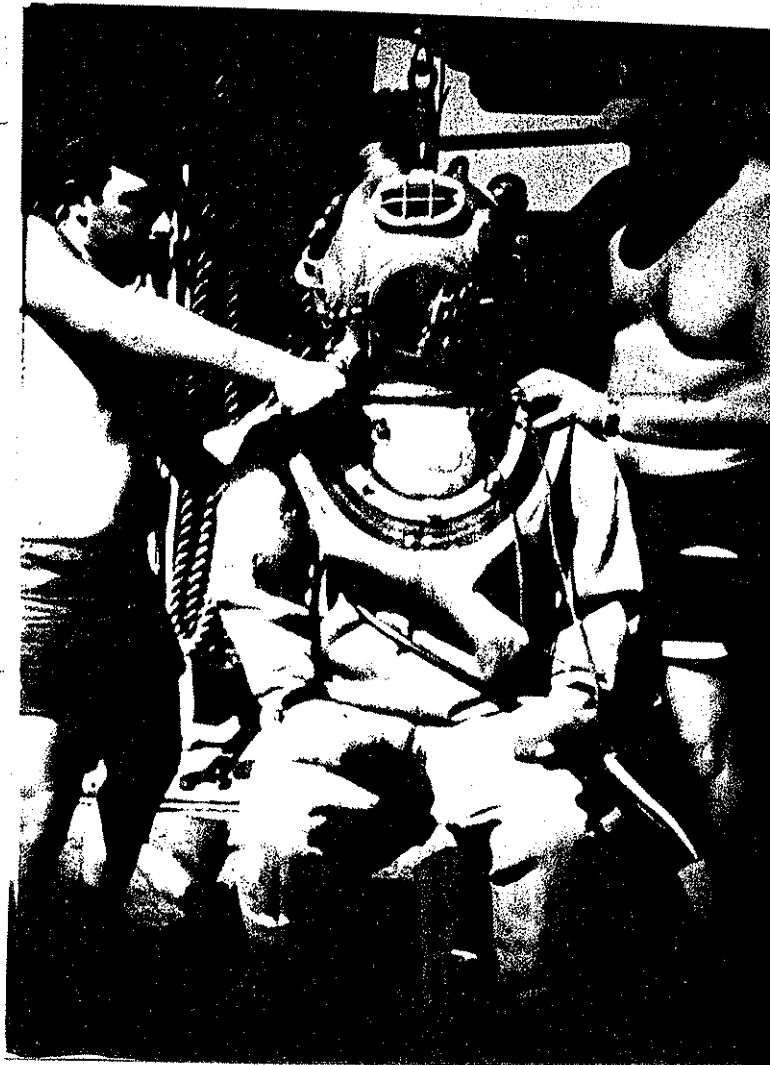


Foto: 4



Foto: 5

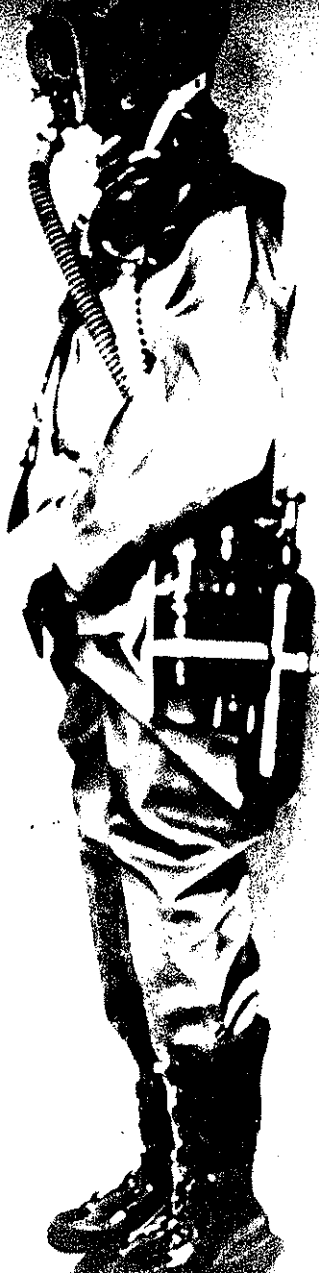


Foto: 7



Foto: 6



Foto: 8

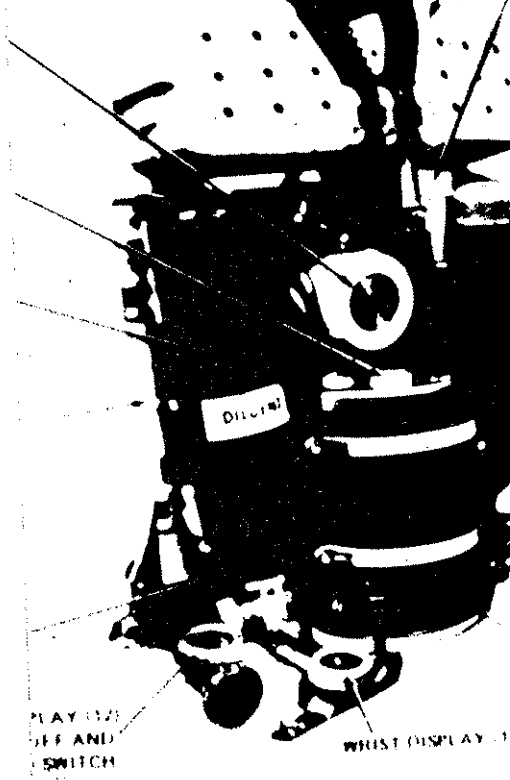


Foto: 10

Foto: 9

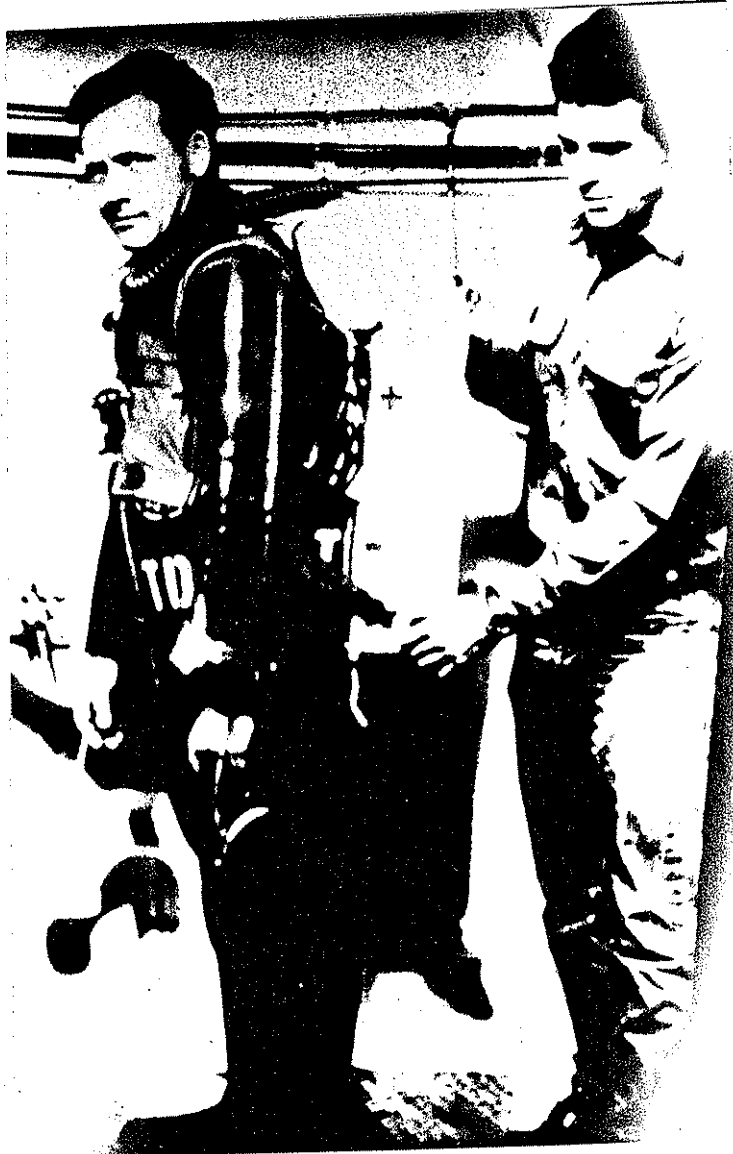


Foto: 11



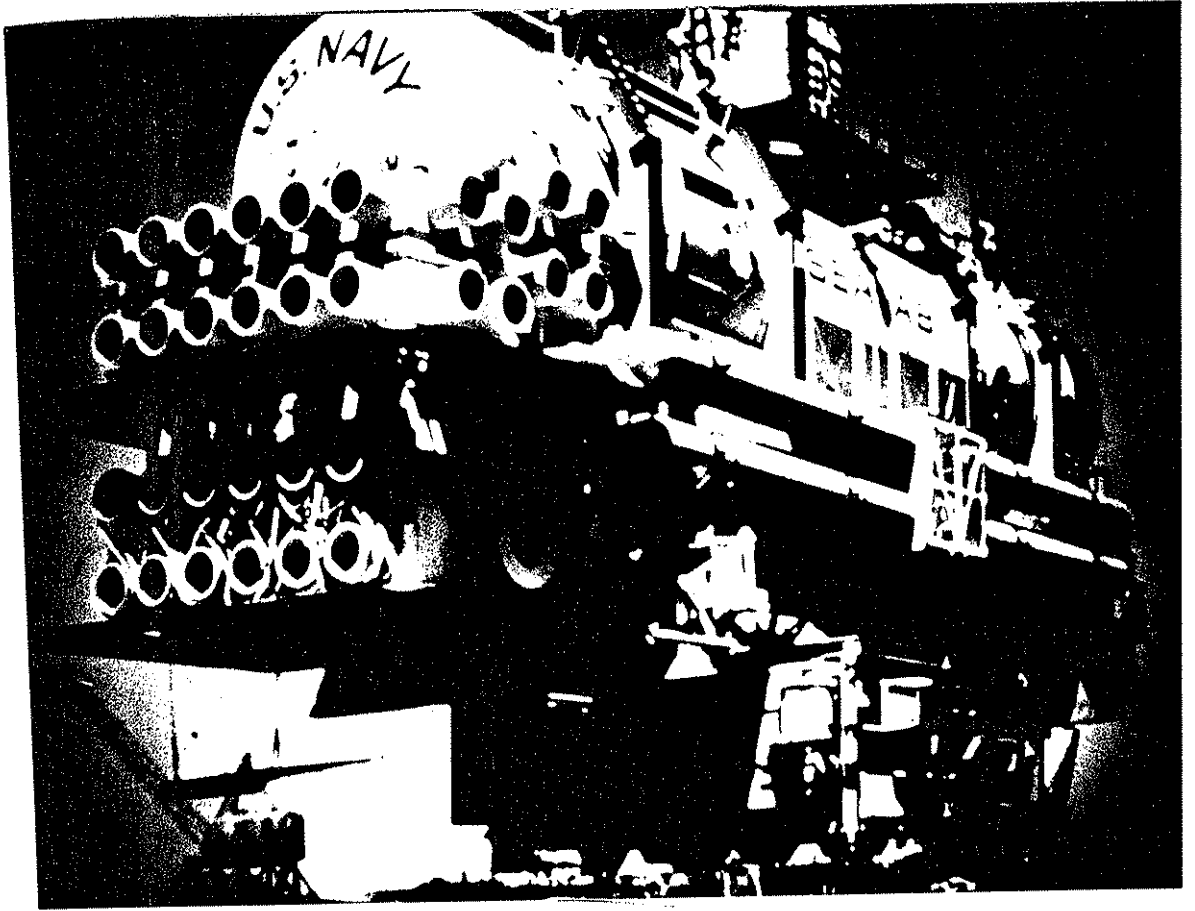


Foto: 12

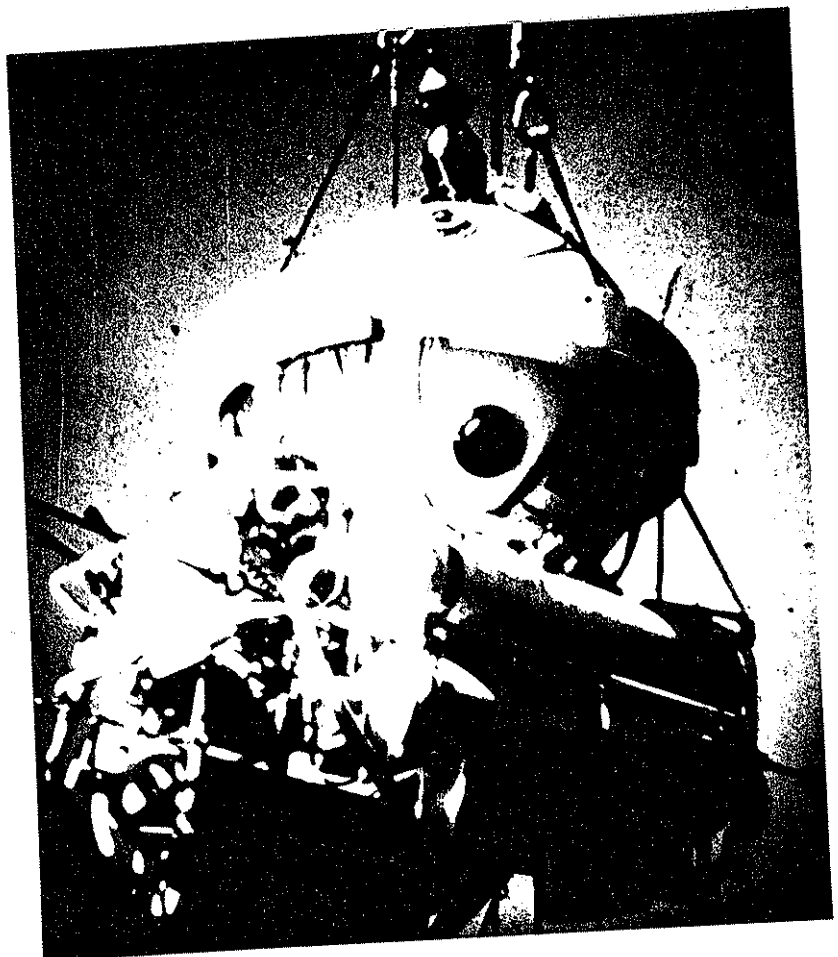


Foto: 13

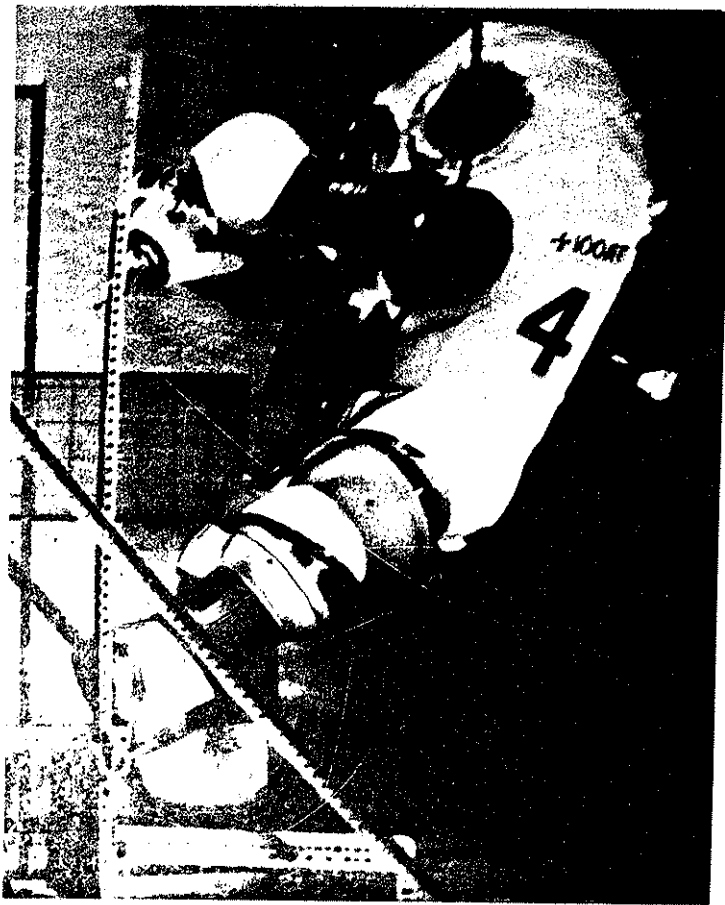


Foto: 14



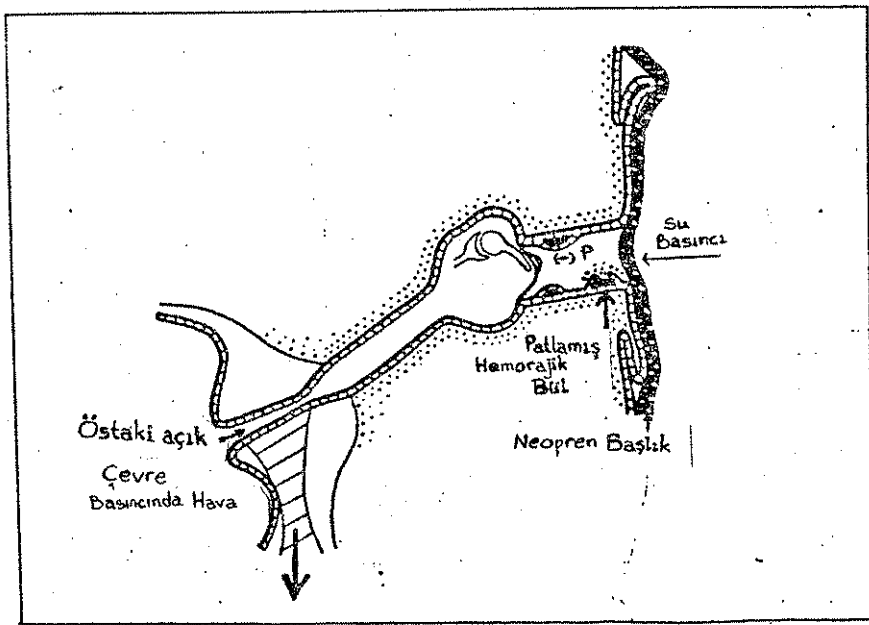
Foto: 15

### 3. DALIŞA BAĞLI KULAK PATOLOJİLERİ

#### 3.1. DIŞ KULAK YOLU SIKIŞMASI

Diş kulak yolunu tıkayan herhangi bir sebep (kulak tıkacı, serumen, sıkı oturan dalgiç başlığı gibi) sonucu dalişa geçildiğinde görülen patolojidir. Dibe inerken basınç arttığı sırada, su dış kulak yolunu tıkayan nedenden dolayı içeri girip basıncı dengeleyemez. Dalgiç kulağındaki sıkışmayı gidermek için valsalva manevrası yaptığında, orta kulak boşluğu çevre basıncına eşit duruma gelir. Fakat, kulak zarıyla tıkacın olduğu yer arasındaki bölümde negatif basınç olur. Kulak zarı dışarı doğru çekilirken ağrı hissiyle birlikte negatif basınç sonucu zarda ve kanal epitelinde ödem, büller veya kanama görülebilir. Dalgiç veya balıkadamın dalişa devam etmesi durumunda kulak zarı perforasyonu oluşabilir. Perforasyon olduğu anda, duyulan ağrı şiddetinde büyük bir azalma hissedilir. Ancak, kulak zarı perforasyonu için gereken basınç oynaması 20-50 ayak arasında olduğundan, genelde perforasyonlar görülmez (11, 30).

Otoskopik muayene ile tanı konur. Genellikle tedavi gerektirmez. Perforasyon olmuşsa sistemik antibiyotiklerle tedavi gerekir. Perforasyon yoksa birkaç gün, varsa perfore zar iyileşene kadar daliş yasaklanır (16, 17, 30).



Şekil 2: "Dış kulak yolu sıkışması". Östaki kanalı açık olduğu halde neopren başlık dış kulak yolunu bloke ederek, dış kulak yolunda çevreye göre düşük basınca neden olmaktadır.

### 3.2. ORTA KULAK SIKIŞMASI (BAROTİTİS MEDIA)

Dalış yapanlarda görülen en sık patolojidir (6,16, 17). Birçok araştırmacı bu patolojiyi detaylı bir şekilde incelemiştir. Orta kulak barotravması, ortakulak ve temporal kemiğin hava boşluklarıyla, çevre basıncı arasındaki basınç dengesizliğinin tam olmadığı durumlarda oluşur (30). Ortakulak boşluğundaki basınç dengesizliği, kulak zarı perfore değilse, yalnızca östaki kanalı yoluyla yapılabilir. Östaki kanalının nazofaringeal ağzı normalde kapalıdır ve tensör, levatör palatini kaslarının kasılmasıyla açılır. Dalışta bu açılmayı sağlamak için tecrübeli dalgıç ve balıkadamlar yutkunarak veya yutkunmadan çene oynatarak m. tensör ve m. levatör palatiniyi istemli olarak kasabilirler ve basınç dengesizliğini sağlarlar. Tecrübesiz dalgıçlar valsalva manevrası yaparak basınç dengesizliği yaparlar (17). Dalışa geçildiği zaman ortakulak basıncını dengelemek için dalgıç aktif kulak açma girişimleri yapmazsa veya mevcut bir üst solunum yolu infek-

siyonu sonucu tüberküloz östakilerin nasofaringeal ağzında ödem ve inflamasyon yüzünden tıkanma varsa, ortakulak basıncı çevre basıncına göre negatif duruma gelir. Ortakulak boşluğunun negatif basıncındaki artış, östaki kanalının nasofaringeal kısmının valf fonksiyonu görmesi sonucu, östakinin açılmasını daha da zorlaştırır. Ortakulak boşluğuyla çevre basıncı arasındaki basınç farkı yaklaşık 90 mmHg. yi bulduğunda, östaki kanalının ağzını, istemli olarak açmak imkansızlaşır. Şekil 3'te ortakulak sıkışmasının mekanizması anlatılmaktadır. Yaklaşık 60 mmHg lik bir basınç farkı sonucu, kulakta dolgunluk ve ağrı hissi başlar. Dolgunluk hissi oluşuktan sonra, dalgiç veya balıkadam dibe inmeye devam etmezse ortakulakta oluşan negatif basınç sonucu, ortakulak ve kulak zarı mukozasında ödem, kapillerlerde yırtılma sonucu kanamalar görülür. Eğer dibe inmeye devam edilirse bunların yanında, kişiden kişiye varyasyon göstermekle birlikte, basınç farkı 100-500 mmHg ye ulaştığı zaman kulak zarında perforasyon gözlenir (16). Perforasyon olunca ağrının şiddeti büyük oranda azalır. Perforasyonla birlikte soğuk suyun ortakulağa dolması sonucunda, kalorik stimülasyon sonucu vertigo oluşabilir. Orta kulak sıkışması semptomları, dalış esnasında kulakta dolgunluk hissiyle başlar. Hafif tinnitus ve ileti tipi işitme kaybı ilk semptomlar olmasına rağmen sualtında genellikle fark edilmezler. Basınç farkı arttıkça kulak ağrısı başlar ve şiddetlenir. Kulak zarı perforasyonu çok ağrılıdır. Tek kulakta sıkışma olursa vertigo perforasyon olmadan da gözlenebilir. Dalıştan önce nazal disfonksiyon (akıntı, ödem gibi) varlığı, çok süratli dalış hızları, orta kulak sıkışması olasılığını artırır (6, 11, 34).

**Fizik bulgular:** Genellikle otoskopik muayenede injekte ve retrakte bir kulak zarı görülür. Periferde ve malleusun uzun parçasında inflamasyon görülür. Zarın her zamanki translüsentliği kaybolmuştur. Zar perfore olmamışsa arkasında serözite ve kan toplanması görülebilir. Zarda perforasyon varsa, dış kulak yolunda kanlı seröz akıntı görülebilir. Bazen otoskopik bulgu olmadanda, dalgiçların bir kısmı kulakta dolgunluk ve tıkanıklıktan söz ederler. Bu durum orta kulak basın-



cıyla çevre basıncının çok farklı olmadığı dalışlardan sonra görülür. Hafif ileti tipi işitme kaybı görülebilir. Otoskopik muayenede, hafif ödemli bir kulak zarı gözlenebilir. 24-48 saat arasında bu semptomlar kaybolabilirse de, eğer bu dönemde tekrar dalış yapılmışsa daha şiddetli orta kulak sıkışması oluşabilir. Ağır işitme kaybı ve zarda üst bölgede yırtılma mevcutsa, kemikçiklerde subluksasyon veya yuvarlak pencere rüptürü düşünülmelidir (15).

Edmonds ve arkadaşları 1973'te fizik bulgulara göre orta kulak barotravmalarını 6 dereceye ayırmışlardır (16).

Grade 0: Bulgu olmadan semptom.

Grade 1: Timpanik membranda diffüz kırmızılık ve retraksiyon.

Grade 2: Grade 1 değişikliklerine ek olarak timpanik membranda hafif kanama.

Grade 3: Grade 1 değişikliklerine ek olarak timpanik membranda büyük kanama.

Grade 4: Orta kulaktaki serbest kana bağlı koyu renkli ve hafif bombe timpanik membran, hava-sıvı seviyesi olabilir.

Grade 5: Orta kulağa serbest kanama ile timpanik membranda perforasyon. Dış kulak yolunda genellikle kan mevcut.

Edmonds ve arkadaşlarının yaptığı bu klasifikasyona ilave olarak orta kulak barotravmalarını Mac Fie klasifikasyonu 5'e, Teed klasifikasyonu ise 4 gruba ayırmaktadır (17). Tüm bu klasifikasyonların pratikte fazla önemi olmadığı söylenebilir. Bunların yerine hafif, orta, ağır şeklinde sınıflamak çoğu kez yeterli olmaktadır (14).

Tablo 1'de üst solunum yolu enfeksiyonu olan ve olmayan dalgıçlarda, orta kulak sıkışması insidensinin karşılaştırılması görülmektedir (Alfandre 1965)(17).

Aynı çalışmada üst solunum yolu enfeksiyonu ile unilaterale ve bilateral kulak tutulması araştırılmıştır. Tablo 2'de bu araştırmanın sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. Üst solunum yolu infeksiyonları ile orta kulak sıkışması arasındaki ilişki.

Teed grade	Akut ÜSYE		ÜSYE(-)	
	n	%	n	%
0	13	39.3	262	65.7
1-4	20	60.7	137	34.3

Tablo 2. Üst solunum yolu infeksiyonu ve ünilateral veya bilateral otik tutulma.

	Akut ÜSYE(-)		ÜSYE(-)	
	n	%	n	%
Ünilateral	9	45	84	61
Bilateral	11	55	53	39

Aynı çalışmada valsalva manevrası yapabilmeyele orta kulak sıkışması arasındaki ilişki araştırılmıştır (Alfandre 1965). Tablo 3'te bu araştırmanın sonuçları görülmektedir.

Tablo 3. Valsalva manevrası gerçekleştirebilme ile orta kulak sıkışması arasındaki ilişki.

Teed grade	Valsalva yapabilen		Valsalva yapamayan	
	n	%	n	%
0	252	66.3	14	45.2
1-4	128	33.7	17	54.8



Bu çalışmalardan çıkarılan sonuçlara göre, üst solunum yolu infeksiyonları ile orta kulak sıkışması arasında yakın ilişki olduğu görülmekte ve üst solunum yolu infeksiyonu mevcut olan dalgıçların dalış yapmamaları önerilmelidir. Ayrıca, üst solunum yolu bulguları olmayan dalgıçlarında, valsalva manevrasını gerçekleştirememesi durumunda dalış yapmamaları önerilmelidir (17, 30, 34).

**Tedavi:** Hafif vakalar 2-3 günde, orta vakalar 1 haftada ve ağır vakalar 2 ila 4 haftada iyileşirler. Bu dönemde kesinlikle dalış yapılmamalıdır. Medikal tedavide oral dekonjestanlar, antihistaminikler, ağrı için analjezikler verilirken, pürülen nazal akıntısı olanlarda veya kulak zarı perforasyonu olanlarda uygun sistemik antibiyotik tedavisi, orta kulakta sekonder infeksiyonu önlemek için 10 gün süre ile mutlaka uygulanmalıdır. Yazarların çoğu, perforasyon mevcutsa geniş spektrumlu antibiyotiklere hemen başlanması düşüncesindedirler (11, 15).

**Korunma:** Dalış esnasında bir veya en fazla iki ayakta bir orta kulak havası dengelenmeli, nezleliyken dalış yapmamalı, dalış esnasında sıkışma hissedildiğinde biraz yükselip kulak açmayı tekrarlamalı, eğer açılmıyorsa dalışa son verilmelidir. Dalışa son verilmeyip şiddetli valsalva yapılması durumunda yuvarlak pencere rüptürü olabilir (11, 14).

### 3.3. İÇ KULAK BAROTRAVMASI (YUVARLAK PENCERE RÜPTÜRÜ)

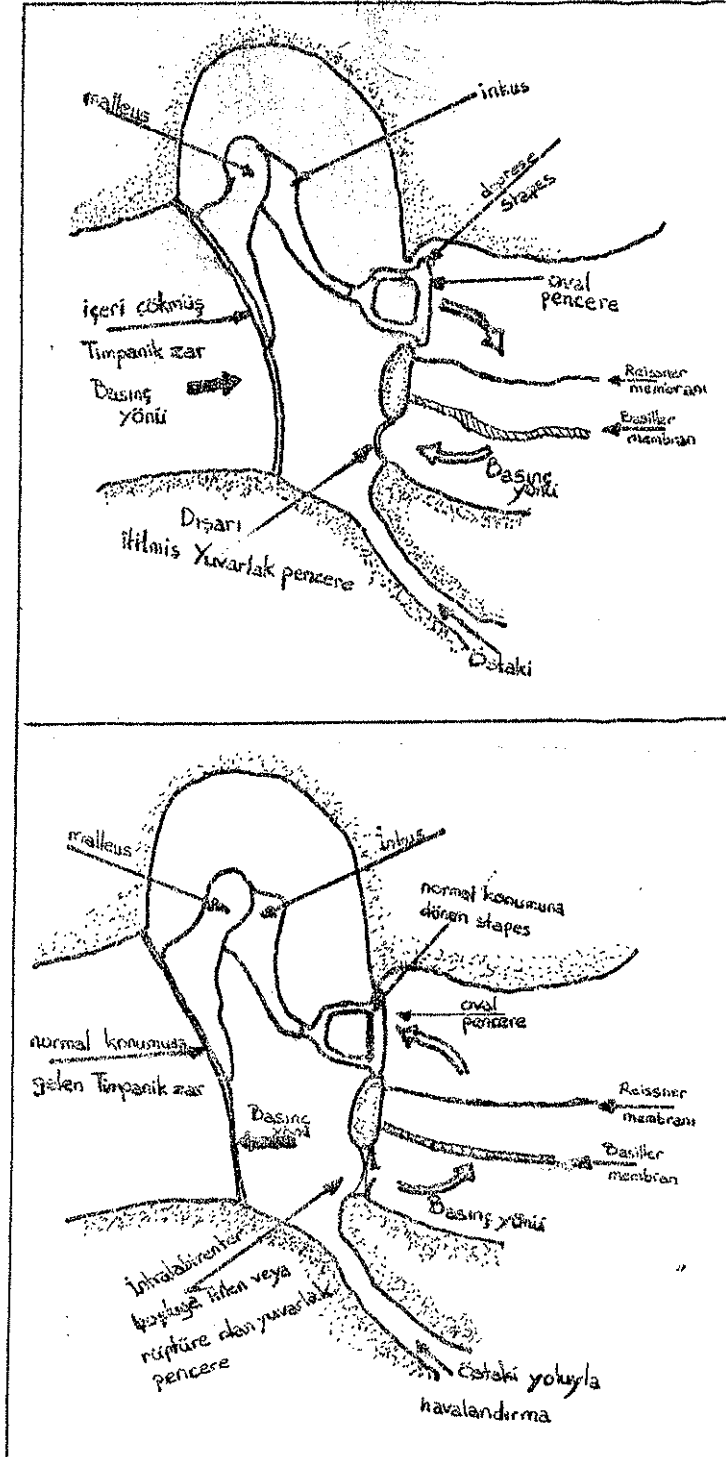
1970'li yıllara kadar orta kulak barotravmasıyla ilişkili iç kulak barotravması, sualtı topluluğunda pek kabul görmemiştir. Mac Fie 1964'te, Eichel'le Landes 1970'te SCUBA dalgıçlarında, orta kulak barotravması ile ilişkili olduğunu düşündükleri iç kulak yaralanmalarını tarif etmişlerdir (15). Simmons 1968'de dalışta intralabirenter membranların rüptürüne bağlı olarak, sekonder iç kulak yaralanmalarını öne sürmüştür. Ancak Edmonds ve Freeman sig dalıştan sonra meydana çıkan kohlear hasarı, ilk kez 1972'te 5 vakada iyi dökümanete etmiş ve bu patolojiyi mekanizmasıyla açıklamışlardır (34).

Goodhill implösif ve eksplosif mekanizmaları 1973'te ortaya koymuştur (14). Eksplosif mekanizma, orta kulak mekanizmasını açıklayan Şekil:3'te görülmektedir. Dibe inişte, orta kulak boşluğu çevre basıncına ve intralabirenter basınca göre negatif duruma gelmekte, ıkınma veya valsalva manevrasıyla serebrospinal sıvının basıncı artarak labirenter basıncı daha fazla artırmakta, böylece sıklıkla yuvarlak pencere daha seyrek olarak ta oval pencere orta kulak boşluğuna doğru yırtılmaktadır (11, 16, 17). İmplosif mekanizmadaysa, orta kulakta negatif basınç oluşunca, kulak zarı içeriye çökerken stapes oval pencereden içeri girer ve yuvarlak pencere orta kulak boşluğuna doğru dışarı çıkar. Orta kulak boşluğu aniden güçlü bir şekilde yapılmış valsalva manevrası ile havalandırılırsa kulak zarı normal pozizyonuna gelirken stapes dışarıya doğru çekilir ve yuvarlak pencere pozitif orta kulak basıncı nedeniyle, hızla intralabirenter boşluğa doğru itilir ve parçalanır (Şekil:4) Bazen stapes subluksasyonu, oval pencerede rüptür görülebilir (11, 14).

Bu şekilde iç kulak barotravması geçiren bir balık- adında ani başlayan vertigo, sensorinöral işitme kaybı, tinnitus, nistagmus ve bulantı, kusma görülebilir. Vertigoyla birlikte tinnitus en sık görülen şikayettir. Ayırıcı tanıda, dekompresyon hastalığının iç kulak tutulma formu çok iyi düşünülmelidir.

Tedavi: Yazarların çoğu değişik görüşler öne sürmektedirler. Singleton'un 1978'de getirdiği yaklaşımı bugün için en iyi kabul gören yaklaşımdır (14). Hasta kesin tanı konduktan sonra başı yüksekte olacak şekilde mutlak yatak istirahatine alınmalı, serebrospinal sıvının basıncını artıracak ıkınma, öksürme gibi olaylar engellenmeli ve vertigo için klasik anti vertijinöz ilaçlar verilmelidir. Bu ilaçlar yetersiz kalırsa İM diazepam verilmelidir. 24-48 saatlik yatak istirahati ile kötüye giden ve 4-5 gün sonra iyileşme görülmeyen stabil vakalara, eksploratif cerrahi gereklidir. Cerrahi tedaviden sonra işitme ve denge fonksiyonu kısa sürede geri dönmektedir.

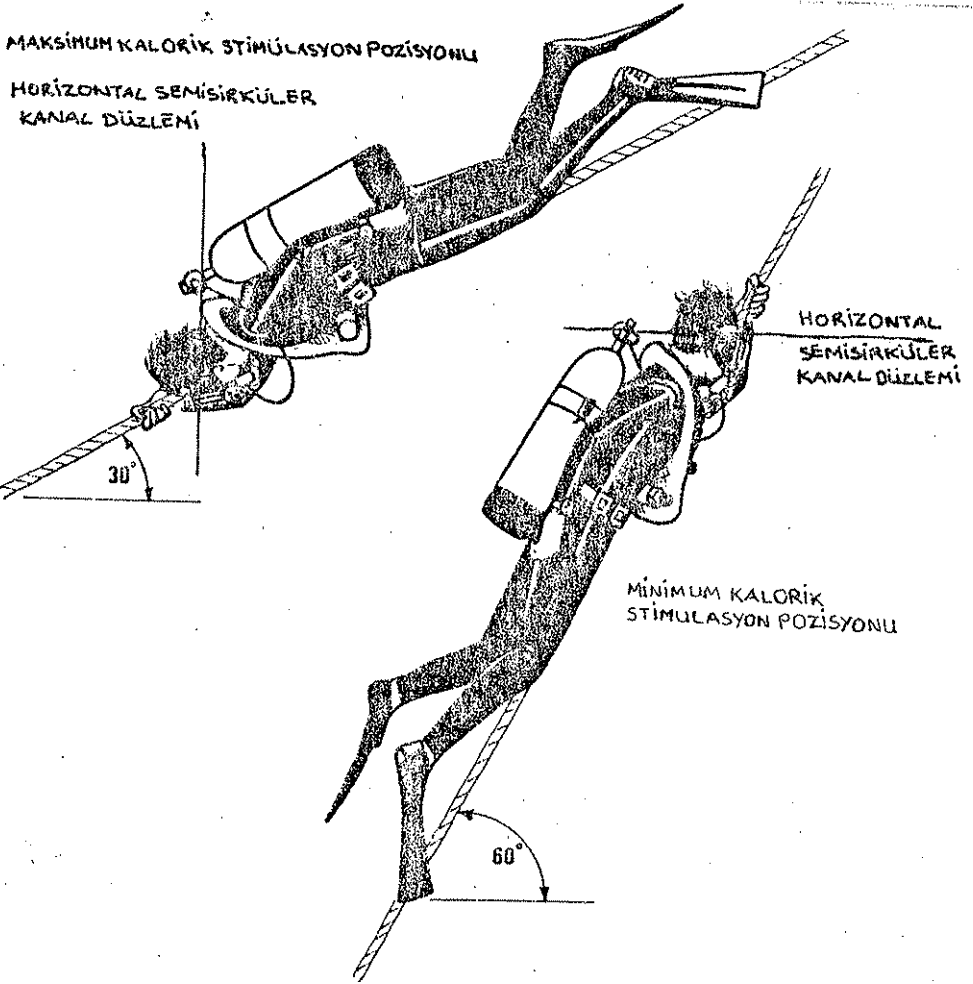
Konservatif tedaviye cevap veren vakalarda sonuç yüzgüldürücüdür. Ancak geç kalmış vakalarda labirenter disfonksiyon ve yüksek frekanslarda işitme kaybı kalıcıdır (14, 27, 28, 30).



Şekil 4: İç kulak yaralanmasında, impiosif mekanizma şematize edilerek gösterilmiştir.

### 3.4. KALORİK STİMÜLASYONA BAĞLI GEÇİCİ VERTİGO

Çoğu dalış koşullarında vestibüler organlar eşit uyarılırlar ve dalış esnasında vertigo oluşmaz (11). Fakat daha önceden bir patoloji varsa, yaralanma, konjenital defekt veya anatomik varyasyonlarsöz konusuysa, bilateral eşit stimulus olduğu halde, asimetrik duyarlılık nedeniyle vertigo oluşabilmektedir (30). Konu üzerinde daha ileri çalışmalar gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda, özellikle soğuk su dalışlarında, vertigonun daha fazla görüldüğü üzerinde durulmuş ve soğuk suyun dış kulak yoluna, serümen tıkacı, eksostozlar, otitis



Resim 7: Kalorik stimülasyona bağlı vertigoda maksimum ve minimum kalorik etki pozisyonları görülmektedir (11).

eksterna gibi nedenlerle girişinin engellendiği durumlarda sık sık görülmesine dikkat çekilmiştir (15). Bu durumlarda dalış yapıldığında (kalorik stimülasyonun eşit olmadığı durumlarda) eğer dalgıç ve balıkadam lateral semisirküler kenalı, vertikal gelecek pozisyonda (prone veya supine baş 30° fleksiyonda) olduğu anda, maksimum şiddette ve sürede vertigo oluştuğu gözlenmiştir (11). Baş yukarıda ayaklar aşağı pozisyona geçilmesinin vertigo olayına son verdiğide gözlenmiştir. Resim:7'de maksimum ve minimum kalorik etki pozisyonları görülmektedir (11).

Dalışlarda zaman zaman şikayet edilen vertigo olayının altında kalorik stimülasyon sebebi varsa, dalgıcın dalış pozisyonunu değiştirmesi önerilirken, kulak zarı perfore olanlarda kalorik stimülasyona bağlı vertigo oluşacağı hatırlanmalı ve vertigo şikayeti olan dalgıç veya balıkadam tam bir otolojik muayeneden geçirilmelidir. Böylece serümen tıkacı, eksostoza gibi nedenler varsa ortadan kaldırılabilir (30, 35)

### 3.5. ALTERNOBARİK VERTİGO

Alternobarik vertigo, iniş veya çıkışta, orta kulaktaki basınç değişikliklerinden kaynaklanan geçici vertigo atağıdır (15). Fields ve Coles-Knight dalgıçların orta kulak basıncı değişikliklerinde, vertigo geçirdiklerini ilk bildiren araştırmacılar (14). Fakat bu patolojiyi, detayları ile veren araştırmacı Lundgren'dir (1965). Bu araştırmacı olayın sanıldığı kadar seyrek olmadığını, satha çıkışta çok daha sık oluştuğunu ve kısa sürdüğünü göstermiştir (17). Tablo:4'te ve 5'te alternobarik vertigo insidensi ve süresi gösterilmiştir.

Alternobarik vertigo geçirme insidensi ile, dalışta kulak açmayı kolay gerçekleştirilememesi arasında sıkı bir ilişki bulunmuştur. Alternobarik vertigo geçiren dalgıçların %30'u bir kulaklarını açmada zorluk çektiklerini belirtirken, alternobarik vertigo geçirmeyen dalgıçların yalnızca %19'u böyle bir zorluk belirtmişlerdir (17). Alternobarik vertigo genellikle dalgıç ve balıkadam satha gelirken ani olarak oluşur.

Tablo:4. Vertigo İnsidensi

Referans	Denek Sayısı	Geçici Vertigo	Çıkışta Vertigo	İnişte Vertigo
Lundgren 1965	354	% 26.0	73.0	21.0
Vorosmarti 1970	143	% 11.9	68.0	31.0
Lundgren 1973	2000	% 19.3	83.1	46.2

Tablo 5. Vertigo Süresi

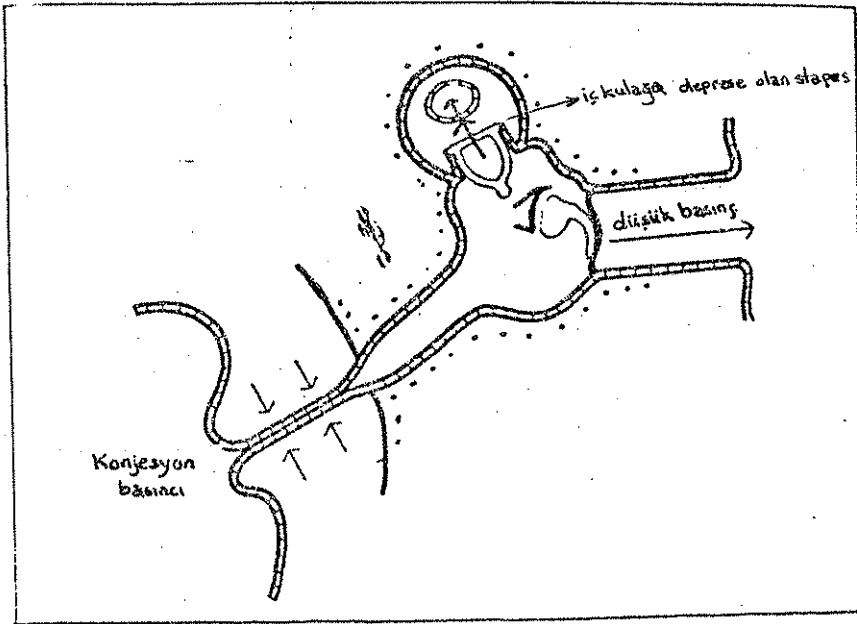
Zaman	% Denek
1-10 sn	29.0
11-60 sn	38.0
1-10 dk	29.0
11-60 dk	3.0
1-10 saat	1.0

Bir başka grup araştırmacı 1966'da yaptıkları bir çalışmada dalış tecrübesiyle vertigo insidensinin arttığını gözlemiştir (35). İlk hissedilen, bir veya her iki kulakta dolgunluk ve ağrıdır. Ağrının ve vertigonun geçmesi de aniden olup sıklıkla bir veya iki kulakta birden bir "fıs" sesi ile birlikte olur. Ağrı ve vertigo, eğer dalgıç bir kaç ayak derine inerse yine aniden kaybolur (11, 16, 34).

Etyoloji: Çıkışta orta kulak boşluğundaki hava, Boyle kanunları uyarınca genişler. Eğer östaki kanalı kapalı ise, gaz çıkışı olmadığından orta kulak basıncı çevreye göre pozitif duruma gelir. Bir veya her iki orta kulaktaki pozitif basınç 50 cm H<sub>2</sub>O'dan fazla olduğu anda, bu basınç fazlalığı tutulmuş kulakta vestibülü innerve eden sinirde uyarı artmasına sebep olur ve vertigo oluşturur (16, 17). 50 cm H<sub>2</sub>O basınç farkına

ulaşmadan iki orka kulak boşluğu arasındaki basınç asimetrisi vertigoya neden olur. 50 cm H<sub>2</sub>O'luk basınç farkı eşik değerdir. Bu değere ulaşmadan vertigo gözlenmediği gibi, eşik değer üzerine çıkıldıkça vertigo şiddetinde artış ta gözlenmez (17).

Olası Mekanizmalar: Çıkıştaki alternobarik vertigonun mekanizması önceleri stapesin oval pencereden içeri doğru girerken oluşturduğu endolenf hareketinin sonucu olarak düşünülmüştür (11, 30). Fakat bu şekilde oluşturulan vertigonun bazı kişilerde rölatif olarak uzun sürmesi ve dış kulak yolu basıncı artırılarak, orta kulak basıncı arttığında stapesin iç kulağa deprese olması engellendiğinde de, vertigonun oluşması bu hipotezi zayıflatmaktadır. Şekil:5'te bu hipotezi açıklayan mekanizma gösterilmektedir.(30).



Şekil 5: Satha çıkışta üstaki kanalının konjesyon yüzünden tıkanması sonucunda, orta kulak boşluğunda genişleyen hava kulak zarını dışarı iterken, stapesi iç kulağa deprese etmekte ve stapesin en yakın semisirküler kanalı irrite ederek vertigo oluşmasına neden olmaktadır.

Çıkış a. ternobarik vertigosunu açıklayıcı diğer hipotezler şunlardır:

- 1- Orta kulak ile iç kulağı ayıran kemik duvarın deformasyonu.
- 2- Kohlear aquaduktan, sıvının vestibülden dışarı hareketi.
- 3- İç kulak sıvısının yuvarlak veya oval pencere yoluyla sıkıştırılması, perfüzyon basıncının düşmesine bağlı olarak iç kulak dolaşımında azalmaya sebep olmaktadır (14).

Son hipotez en çok kabul gören hipotezdir. Çünkü oturur durumda vertigo oluşturmak için 50 cm H<sub>2</sub>O basınç gerekirken, supine pozisyonda 60 cm H<sub>2</sub>O'luk basınç gerekmektedir. Çünkü intrakohlear sıvı basıncı supine pozisyonda 10 cm H<sub>2</sub>O artmaktadır (17). Vestibüler arterin geçici tıkanmasıyla, vestibüler stimülasyon oluşmakta ve alternobarik vertigoya benzer bir olayın ortaya çıkması son hipotezi destekleyici araştırmalardır (14).

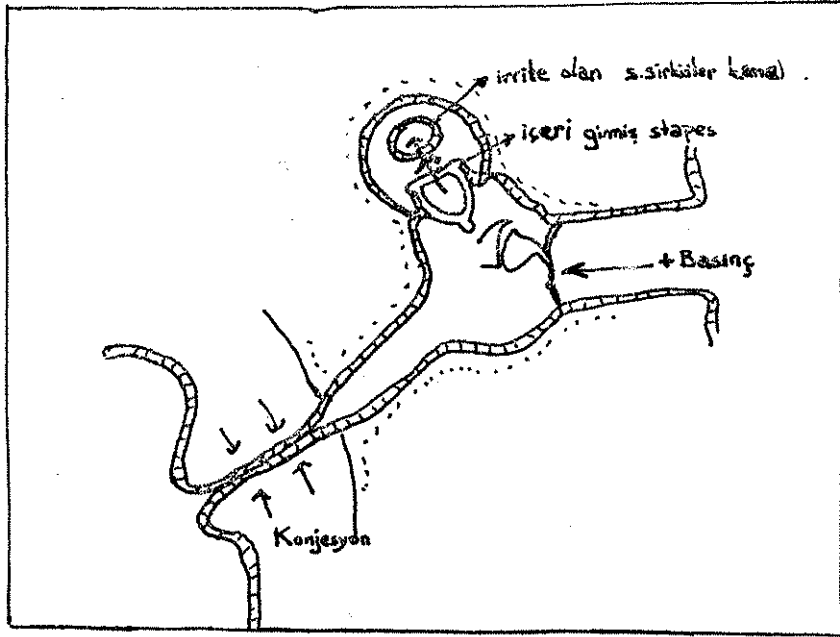
Tanı: Genellikle otoskopik bulgu yoktur. Tanı hikayeye dayanılarak konurken, kulak açmadaki zorluk veya üst solunum yolu enfeksiyonu varlığı, teşhisi kolaylaştırır. Eğer çıkıştan sonra şikayetler devam ediyorsa, dışarıya doğru bombelenmiş kulak zarı otoskopik muayenede görülebilirken, dalgıçta Rombergizm müsbetliği ve nistagmus görülebilir. Sıklıkla iç kulak barotravması ve dekompresyon hastalığının iç kulak formu ile karıştırılır(14, 16, 30, 34).

Tedavi: Genellikle tedavi gerekmeyen bu patolojide, sat- ha çıktıktan sonra semptomların devam etmesi durumunda, dekonjestan burun damlaları ile antivertijinöz ilaçlar kullanılabilir.

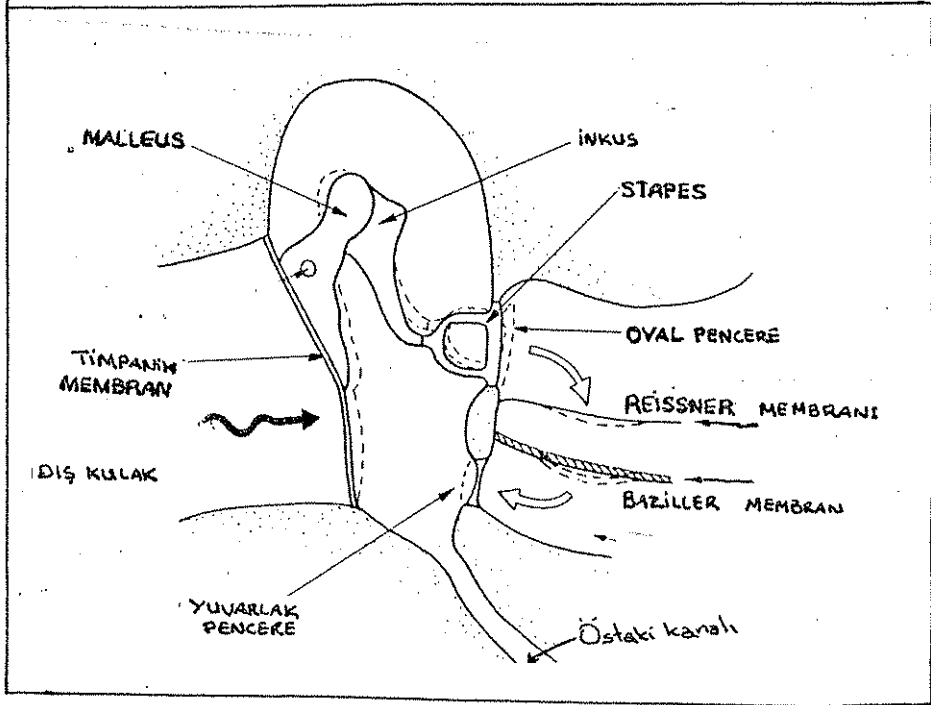
### 3.6. DİBE İNİŞTE ALTERNOBARİK VERTİGO

Çıkıştakine oranla çok daha az görülmektedir. Orta kulak basıncını dengelemeden önce oluşabilirse de sıklıkla valsalva manevrasıyla orta kulağı dengeledikten hemen sonra görülmektedir (15). Bazen de dalgıç uzun ve zor kulak açmalarla dibe





Şekil 6: Dibe inişte konjesyon yüzünden östaki kanalı açılmayınca, orta kulak boşluğunda düşük basınç oluşur ve stapes içeri çöker. İçeriye çöken stapes en yakın semisirküler kanalı irrite ederek vertigo oluşturur.



Şekil 7: Kesikli çizgilerle, dibe inişte timpanik membranın ve iç kulak membranlarının pozisyonları gösterilmektedir. Güçlü valsalva manevrası ile membranlar normal konumlarına dönerken vertigo oluşmaktadır.

vardığında oluşmaktadır (14). Oluşma mekanizması için şunlar belirtilmektedir:

1- Eşitlemeden önce görülen alternobarik vertigoda, etki mekanizması kulak zarının içeriye çöküşü, oval penceredeki stapesin içeri doğru girişine ve yuvarlak pencerede de dışarı doğru bir çıkışa sebep olmakta, bu durum vertigo oluşturmaktadır (30). Şekil:6'da bu mekanizma görülmektedir.

2- Şiddetli bir valsalva sonucu, yuvarlak ve oval pencerelerin pozisyonlarının ani olarak ters dönmesiyle, valsalva esnasında orta kulakta geçici basınç yükselmesi birlikte etkileyerek bu patoloji ortaya çıkmaktadır (11). Timpanik membranın valsalva manevrası sırasında dışa doğru çıkışı ile stapesin dışarıya doğru hareketi, endolenf akımı ile kompanse edilemezse, stapes dislokasyonu görülebilir (11, 14, 16). Şekil:7'de bu mekanizma gösterilmektedir.

Tanı: Tanıya genellikle anamnezden gidilir. Patoloji oluşan kulakta tinnitus ve dolgunluk hissi olabilir. Stapes dislokasyonu oluşmuşsa, geçici bir ileti tipi işitme kaybı ile geçici sensörinöral yüksek frekanslı işitme kaybı saptanabilir (17). İç kulak barotravması (yuvarlak pencere rüptürü) ile karıştırılabilir (11, 14, 15, 16, 17, 30).

Tedavi: Genellikle tedavi gerekmez. Korunma daha önemlidir. Bunun için üst solunum yolu infeksiyonu varlığında ve kulak açmada zorluk olduğunda dalış yapılmamalıdır. En büyük riski tecrübesiz dalgıç ve balık adamların bu patoloji sırasında disoryantasyon sebebiyle sualtında boğulabilmeleridir (30).

### 3.7. HPNS (YÜKSEK BASINÇ SİNİRSEL SENDROMU) DE VERTİGO

Derin dalışlarda vertigo olayının bildirilmesi üzerine, araştırmacılar vestibüler organların bilateral eşit olmayan uyarımı sonucu, vertigo oluştuğunu öne sürmüşlerdir (15). Ancak yapılan çalışmalarda bu olayın daha karmaşık bir mekanizması olduğu, merkezi sistemlerin özellikle serebellumun inhi-

bitör etkisinin, derin dalışlar esnasında hızlı kompresyon ile değişiklik göstermesi sonucu ortaya çıkan bir patoloji olduğu yönünde görüşler ağırlık kazanmıştır (14, 15).

### 3.8. İZOBARİK OTOLOJİK BAROTRAVMALAR

Stabil bir derinlikteyken meydana gelen iç kulak hasarları Sundmaker (1973) ve Lambertsen (1977) tarafından tanımlanmıştır. Bu araştırmacılar Simüle basınç odası dalışlarında, 183-335 metreler arasında 3 vakada ünilateral vestibüler kayıpların görüldüğünü bildirmişlerdir (15). Dalışların bu derinliklerdeyken solunum maskesinden, Helioksdan oluşan oda atmosferinden farklı, ikinci bir inert gaz (Neon veya Nitrojen) içeren karışım soluduklarında bulantı, nistagmus ve vertigo geçirdikleri gözlenmiştir. Dalıştan sonra yapılan muayenede, olguların birinde ünilateral total vestibüler fonksiyon kaybı, birinde ünilateral parsiyel vestibüler fonksiyon kaybı ve üçüncü olguda başlangıçta ünilateral parsiyel vestibüler kayıp ve tekrar fonksiyonun geri geldiği görülmüştür. İşitme fonksiyonunda ve merkezi sinir sistemi fonksiyonlarında herhangi anormal bir bulgu saptanmamıştır (15).

Bu olguları açıklamak için 2 teori öne sürülmüştür:

1. Teori: Endolenf ve perilenf bölgelerinin kan akımındaki farklılık nedeniyle, yüksek parsiyel basıncı olan inert gazın diğer bir inert gaz ile değiştirilmesi sonucu perilenfte ikinci inert gaz konsantrasyonunun endolenfe göre daha hızlı artacağı, bunun sonucunda da ozmotik basıncın daha yüksek olacağı ve endolenften perilenfe suyun akışı sırasında, bir veya daha fazla semisirküler kanalın fonksiyonunda bozulma olacağıdır (15).

2. Teori: İzobarik Karşı-difüzyon prensibini kapsamaktadır. Lambertsen ve İducula 1975'te değişik permeabilitelerdeki iki farklı dokunun, değişik solübilite ve difüzyon katsayılarına sahip iki farklı gaza maruz kalmaları durumunda, dokuların bileşke yerinden iki gazın birlikte süper-satürasyon olayı oluşturduklarını ve toplam parsiyel basınçlarının

çevre basıncından fazla olduğu hipotezini öne sürmüşlerdir (8, 15). Bunun endolenf ile perilenf arasında olduğu, dolayısıyla buralarda kabarcık oluştuğu öne sürülmektedir. Oluşan kabarcıklarında semisirküler kanallarda fonksiyon kaybına neden olduğu iddia edilmektedir (8, 14, 15).

Bu patolojide mutlak bir çözüm için yeni araştırmaların yapılması gerekirken, ortaya çıkışını önlemek içinse, derin dalışlarda inert gaz değişikliklerinin yapılmaması gereklidir (17).

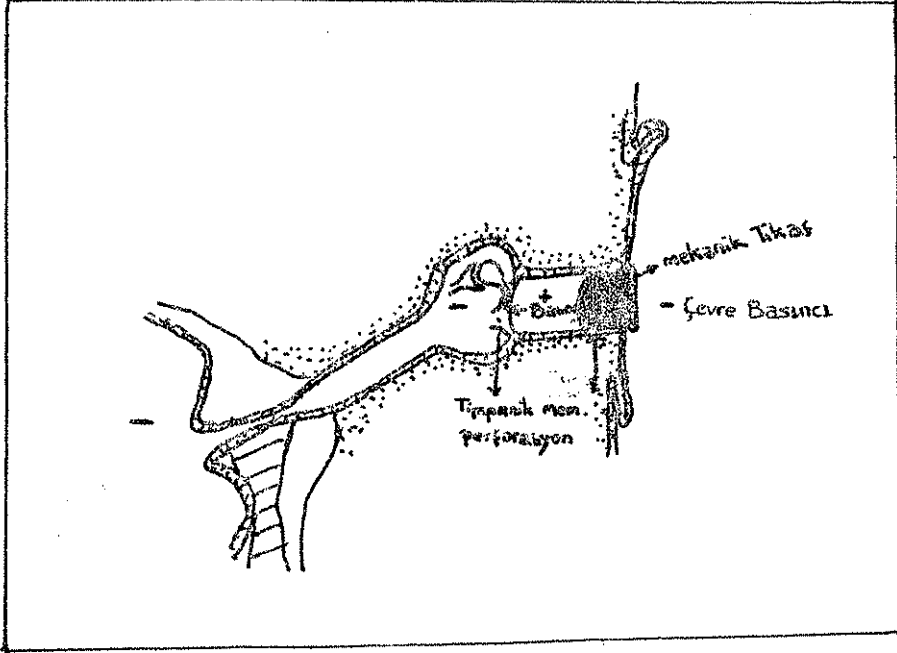
### 3.9. DIŞ KULAK YOLU ÇIKIŞ BAROTRAVMASI

Bu patolojinin sebebi, satha çıkarken dış kulak yolunun tıkanmasına bağlıdır. Böylece satha çıkıldıkça, dış kulak yolundaki basınç çevre basıncına ve orta kulak basıncına göre pozitif duruma gelir. Tıkanmanın en sık sebebi dış kulak yolundaki serumen tıkaçı, mekanik kulak tıkaçları ve sıkı oturan dalış başlıklarıdır (17, 30). Dalış satha gelirken, tıkalı kulakta önceleri dolgunluk hisseder. Basınç farkı arttıkça, kulak zarının orta kulak boşluğuna doğru itilmesiyle ağrı oluşur. Semptomların başlaması için iki metre deniz suyu basınç farkı gerekir. Ağrı veya dolgunluk hissi kulak açmayla giderilemez. Orta kulak ile dış kulak arasındaki basınç farkı yeterli düzeye geldiğinde ki, bu olay nadir olan bir durumdur, kulak zarı perforasyonu olabilir. Şekil:9'da dış kulak yolu çıkış barotravmasının mekanizması gösterilmektedir (30). Perforasyon oluştuktan sonra ağrı ve dolgunluk hissi birden kaybolur. Dış kulak yolu çıkış barotravmasındaki ağrı, iniş barotravmasındakine göre daha az şiddetlidir (14, 15, 17).

Tanı: Tanıya genellikle anamnez ve otoskopik muayene bulgularıyla gidilir. Otoskopik bulgu, sıklıkla serumen tıkaçının görülmesidir. Tıkaç çıkarıldıktan sonra kulak zarında periferde injeksiyon görülür. Eğer perforasyon oluşmuşsa, kulak zarındaki perforasyon ile kanama görülebilir (14, 15, 16, 17, 30).

Tedavi: Genellikle dış kulak yolunun temizlenmesi ile ya-

pılır. Yıkama yapılırken, özellikle kulak zarı perforasyonu olup olmadığına dikkat edilmeli, perforasyon varsa yıkama yapılmamalıdır. Dalış sırasında sıkı oturan dalış başlıklarıyla, kulak tıkaçlarının kullanılmaması korunmayı sağlar (30).

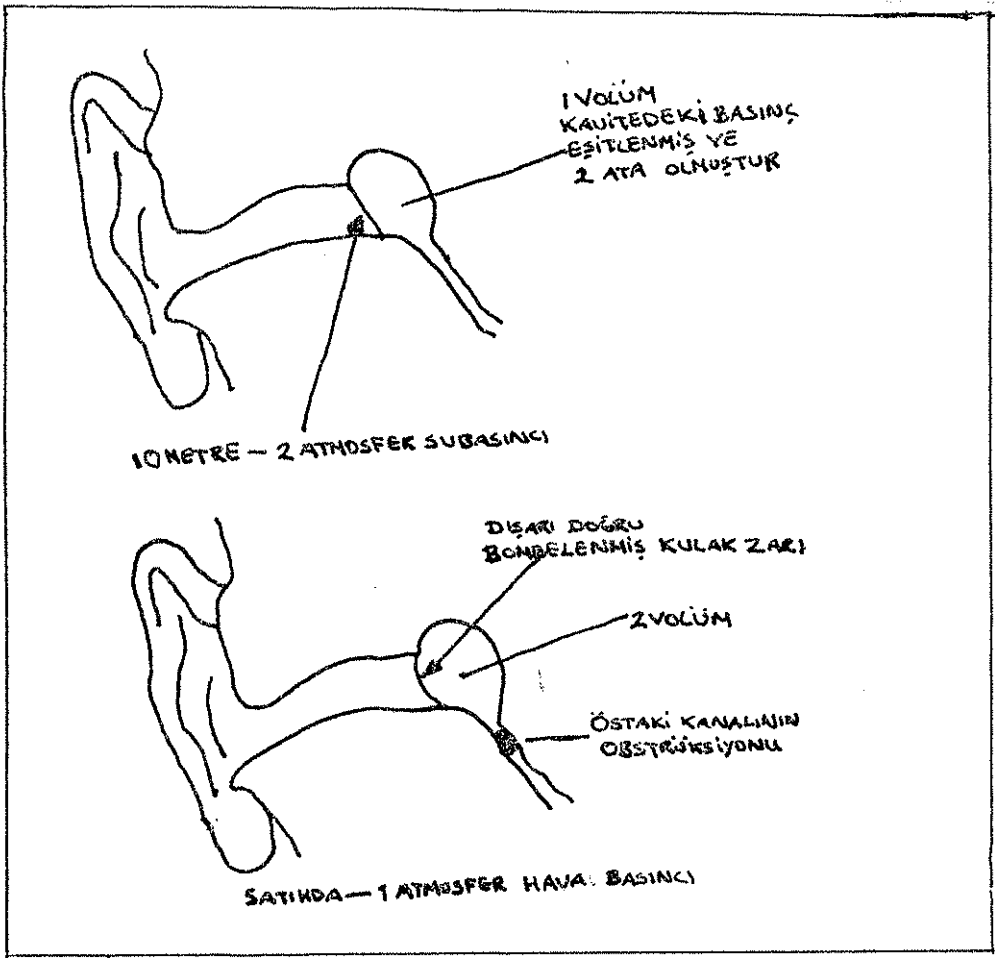


Şekil 8: Dış kulaktaki tıkaç satha gelirken, dış kulak yolundaki havanın çıkışına imkan vermez ve dış kulak yolunda oluşan pozitif basınç yüzünden timpanik membran perforasyonu görülebilir.

### 3.10. ORTA KULAĞIN ÇIKIŞ BAROTRAVMASI

Orta kulak boşluğuna dalış sırasında dibe inerken, dalış tarafından basıncı dengelemek için gönderilen hava, satha çıkarken üstaki kanalından dışarı atılamazsa, orta kulak basıncı çevreye göre pozitif olur ve hasara neden olur. Şekil:10'da orta kulak çıkış barotravması görülmektedir (11).

Dalış tarafından ilk hissedilen, genellikle tutulan kulakta dolgunluk veya ağrıdır. Alternobarik vertigo sıklıkla



Şekil 9: 10 metre derinlikte iken orta kulak boşluğunu dengelemiş bir dalgıcın, satha gelirken östaki kanalının obstrüksiyonu ile orta kulakta basınç çevreye göre pozitif duruma gelir ve orta kulak çıkış barotravması oluşturur.

oluşabilir. İç kulakta barotravmaya sebep olursa, tinnitus ve sensörinöral işitme kaybı olabilir (11, 14, 15) Ağrı veya dolgunluk hissi kulak açma girişimleriyle giderilemez. Perforasyon olduğu anda ağrı ve diğer şikayetler kaybolur. Ancak genelde bu komplikasyonlardan, en sık oluşanı alternobarik vertigodur (17, 30).

Tanı: Tanıya anamnez ve otoskopik muayeneyle gidilir. Otoskopik muayenede kulak zarı çevresinde belirgin injeksiyon veya kanama görülebilir. Orta kulak sıkışmasında injeksiyon malleol sapı çevresinde olduğu hatırlanmalıdır. Otoskopik

muayenede, kulak zarı perforasyonu olmamışsa ki, sıklıkla görülmez, kulak zarı dışarıya doğru bombe olmuş vaziyette görülür (17, 30).

Tedavi: Genellikle tedavi için dekonjestanlar kullanılırken, perforasyon veya kanama mevcutsa, sistemik antibiyotik kullanımı gereklidir (16). Dalıştan önce dekonjestan damlaların kullanılmaması bu patolojiden korunmada önemlidir (11, 14, 15).

### 3.11. İÇ KULAK DEKOMPRESYON HASTALIĞI

İç kulakta dekompresyon hastalığı XIX. yüzyıl sonları ile XX. yüzyıl başlarında tanımlanmıştır. 1873'te Smith sağırılık ve vestibüler problemleri Caisson hastalığının bir bölümü olarak tanımlamıştır (15). 1930-1940'lı yıllarda daha güvenilir dekompresyon tablolarının geliştirilmesiyle, iç kulak tutulmaları daha az oranda görünmeye başladı. Çoğu dalış literatüründe, iç kulakta dekompresyon hastalığının sıklıkla santral sinir sistemi manifestasyonlarıyla birlikte görüldüğü, böylece iç kulak patolojisinin sekonder bir önemi olduğundan sözedilirken, iç kulak tutulmasının da daha ziyade santral lezyonlarla ilişkili olduğu görüşü yer alır (13, 14, 15). 1960-1970'li yıllarda helioxla yapılan derin dalışlarda izole iç kulak tutulmaları daha sık görülmeye başlandı. Böylece iç kulakta dekompresyon hastalığının bulguları ayrıntılı olarak tanımlandı (16, 17). İç kulak dekompresyon hastalığının, nörolojik tutulmalardan farklı yaklaşım gerektirdiği aradan geçen zaman içinde fark edildi (15).

İç kulak dekompresyon hastalığı, hava dalışlarından daha sıklıkla heliox dalışlarında görülmekte ve özellikle helioxtan havaya geçiş yapılan ilk dekompresyon durağında oluşmaktadır (17). Bu sebepten gaz değişimleri sırasında iç kulakta kabarcık oluştuğu düşünülmüş ancak yapılan bir hayvan deneyinde, gaz değişimleri ile iç kulak tutulması arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır (14). Histolojik çalışmalarda semisirküler kanallarda erken dönemde hemoraji ve gra-

nüler çökelttiler bulunmuş, geç dönem histolojik çalışmalarda semisirküler kanallarda yeni kemik adacıkları görülmüştür(14). Çalışmalarda, kohleada fazla bir hasar görülmemesine dayanarak, dekompresyon hastalığının kohleada vasküler obstrüksiyon oluşturarak hasar meydana getirdiği düşüncesini getirmiş ve araştırmacıları bu konuya eğilmeye sevketmiştir (13). Tüm bu araştırmalara karşın, iç kulakta dekompresyon hastalığının patogenezi kesin olarak açıklığa kavuşturmak mümkün olmamıştır. Kabarcıkların vasküler obstrüksiyonu mu, mekanik etkisi mi, lipid embolizasyonu mu veya kanamaların mı, iç kulakta dekompresyon hastalığından sorumlu olduğu kesin değildir (12, 13,14,15 ).

**Semptomlar:** Genellikle derin dalışlarda (heliox ile yapılan dalışlar) son dekompresyon duraklarında semptomlar ortaya çıktığı halde, hava dalışlarında satha çıkarken veya çıktıktan hemen sonra başlar. Vertigo, bulantı, kusma ve tinnitusla birlikte işitme kaybı da görülebilir (12, 13, 17). Vestibüler şikayetler daha fazladır (7, 9, 11, 15, 18, 30, 34).

**Tedavi:** Heliox dalışlarında, şikayetler gaz değişimi sırasında ortaya çıkmışsa, dalgıç ilk gaz ortamına döndürülür ve semptomların rahatladığı derinliğe indirilirken, solunum gazındaki oksijen yüzdesi arttırılır. Ancak bu profil her zaman teknik olarak mümkün olmadığından, semptomların başladığı derinlikten 3 atmosfer daha derine indirilir. Satha vardıktan sonra semptomlar başlamışsa, ciddi dekompresyon hastalığı tedavisinde kullanılan tablolar, rekompresyon tedavisi amacıyla kullanılabilir. Derin tablolarla ve oksijen yüzdesi yüksek tablolar tedavide tercih edilmelidir. Vertigo için diazepam en etkili drogdur. Kullanımı sırasında özellikle diğer nörolojik semptomları maskeleyebileceğinden dikkatli kullanılması gerekir. Antikoagülanlar hemoraji riskini artırabileceğinden tercih edilmezler (9, 11, 13, 17, 18, 21, 30, 34).

Diğer tedavi prensibi Tip II dekompresyon hastalığının tedavisinde olduğu gibi intravenöz sıvı ve steroidleri kapsar.

İç kulak tutulmaları mutlaka bir saat içerisinde acil



rekompresyon tedavisine alınmalıdır. Rekompresyon tedavisine geç kalınan veya tedavi görmeyen vakalarda, labirenter disfonksiyonla kohlear hasar ve disfonksiyon kaçınılmazdır. (9, 13, 15, 18, 21).

#### 4. MATERİYAL VE METOD

Çalışmamızda, değişik yaşlardan, farklı dalış tecrübesi olan ve genelde SCUBA dalışı yapan dalgıçlar tarandı. Türk Deniz Kuvvetleri SAS Komandolarından 25 ve 4 sivil dalgıç çalışmaya alındı. Çalışmaya alınan dalgıçlar 20-29 ve 30-39 yaş gruplarına ayrıldılar.

Odiometrik ölçümlere alınacak adayları saptamak için, dalgıçlar özel bir sorgulamaya tabi tutuldular.

Sorgulama formu: Yaş, meslekte geçen süre, maksimum dalış derinliği, genelde çalışılan derinlik, geçirilmiş kulak patolojisi, dalışa bağlı kulak patolojileri, dekompresyon hastalığı geçirilip geçirilmediği ve kullanılan dalış malzemesi ile ilgili sorulardan oluşuyordu. Sorgulamadan sonra otoskopik muayenede; dış kulak yolu patolojisi, timpanik membranda perforasyon veya orta kulak patolojisi düşünülmeyen adayların odiyometrik ölçümleri yapıldı. Ölçümler şehir gürültüsü olmayan, askeri bir adada, sessiz bir ortamda gerçekleştirildi. Ölçümler için ANSI S 3.6.1969-ISO-389 dB re kalibreli Amplaid 151 pür-ton odiyometre (BUOZZI,3 20090, CALEPPIO MILAN ITALY) kullanıldı. Hava yolu ölçümleri için aynı firmanın Amplaid 151 tipi, yastıklı, ses izolasyonlu kulaklıkları kullanıldı. Kemik yolu ölçümleri için yine aynı firmanın Amplaid 151 radio-ear tipi ileticisi kullanıldı. Ancak bu çalışmamızda yalnız hava yolu ölçümleri üzerinde durulacaktır. 0.125, 0.250, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 6 ve 8 kHz frekanslarında hava yolu işitme eşikleri ölçüldü. Ölçümlerden alınan sonuçlar DRAFT INTERNATIONAL STANDART ISO/DIS 7029, ISO/TC 43 1982 yılında yayınlanan ve otolojik olarak normal kişilerde, yaş ve cinsiyete göre işitme eşiği değerlerini veren aşağıdaki formülden

her denek yaşı için hesaplanan değerlerle kıyaslandı.

$$H_{mdN} = \alpha(N-18)^2(+H_{md18})$$

$H_{md}$  = Median işitme eşiği

$N$  = Yaş

$\alpha$  = Kadınlarda ve erkeklerde frekansa göre değişen katsayı değeri

Tablo. 6'da erkekler için değeri gösterilmiştir.

$H_{md18}$  pratik kullanımlar için 0 kabul edilebilir (1).

Frekans Hz	$\alpha$ , dB/yıl <sup>2</sup> Erkekler
125	0.003
250	0.003
500	0.0035
1000	0.0040
1500	0.0055
2000	0.0070
3000	0.0115
4000	0.0160
6000	0.0180
8000	0.0220

#### 4.1. İSTATİSTİK YÖNTEM

Çalışmamızda uygulanan student's "t" testinin amacı standart sapmanın ortalamayı nasıl etkilediğini ve iki ortalama arasındaki farkın nasıl test edilebileceğini, iki ortalamanın rastlantısal olduğu veya aradaki farkın, çok düşük bir olasılıkla rastlantısal olabileceğini ortaya koymaktır.

Gosset tarafından bulunan student's "t" testi, t dağılımı ile normal dağılım ve normal eğri arasında ilişki kurmayı ve iki ortalama arasındaki ilişkiyi gösterir (37).

Student's "t" testi için çalışmamızda iki ayrı formül uygulandı. Bağımlı " $t_{dep}$ " testi ve bağımsız " $t_{ind}$ " testi formleri.

$$t_{dep} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{SD_x^2 + SD_y^2 - 2rSD_xSD_y}{n}}} \quad (23)$$

$\bar{X}$  Deneklerin ölçüm değerlerinin ortalaması

$\bar{Y}$  Mukayese edilen değerlerin ortalaması

$SD_x$  X değişkeninin standart sapması

$SD_y$  Y değişkeninin standart sapması

n İlişki aradığımız denek sayısı

r Korelasyon katsayısı

$$t_{ind} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\left[ \frac{(n_x - 1)SD_x^2 + (n_y - 1)SD_y^2}{n_x + n_y - 2} \right] \left[ \frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right]}} \quad (23)$$

Bulduğumuz "t" değerleri aşağıda verilen "t" tablosundan bakılır.

Korelasyon ise bir X değişkeninin alabildiği değerler serisinin oluşturduğu sıralı dizi ile bir Y değişkeninin alabildiği değerler serisinin sıralı dizisi arasında uygunluk halinin var olup olmadığını, eğer bir uygunluk hali varsa bunun derecesini açıklar (37).

X Deneklerin ölçüm değerleri.

Y İlişki aranan değişken (yaş, meslekte geçen süre).

Bulduğumuz t değeri aşağıda verilen t tablosundan bakılır.

t - Tablosu

S.d. \ P	0.90	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.158	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.142	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	0.137	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.134	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.132	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.131	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.130	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.130	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.129	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.129	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.129	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.128	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.128	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.128	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.128	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.128	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.128	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.127	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.127	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.127	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.127	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.127	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.127	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	0.127	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.127	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.127	0.684	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.127	0.684	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.127	0.683	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.127	0.683	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.127	0.683	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
∞	0.126	0.674	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

Tablonun dikey eksenini serbestlik derecesini gösterir ki bu S.d. = n-1 e eşittir. Yatay eksen ise riziko düzeyini gösterir.  $p < 0.05$  ve daha küçük ise bulduğumuz sonuç anlamlıdır.

#### 4.2. BULGULAR

20-29 ve 30-39 şeklinde iki yaş grubuna ayrılan grubların denek sayısı, yaş ortalamaları ve standart sapmaları Tablo:7'de görülmektedir.

Yaş grubu	Frekans	Ortalama	SD <sub>yaş</sub>
20-29	13	27.07	1.84
30-39	16	35.31	2.96

Tablo:7

Ölçümlerin sonucu tablo:8'de her iki kulak için ayrı ayrı, yaş ve toplam dalış yılı/Toplam dalış saati ile birlikte verilmektedir.

Her denek yaşı için ISO nomogramlarına göre hesaplanan işitme eşiği değerleri tablo: 9'da gösterilmiştir.

Yaş ve işitme eşiği değerleri arasında korelasyon bakıldı, anlamlı ilişki bulunamadı.

Meslekte geçen süre ile işitme eşiği değerleri arasında korelasyon bakıldı, anlamlı ilişki bulunamadı.

DENEKLER	YAŞ	DALIŞ YILI SART	KULAK	FREKANS (Hz.)										
				125	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000	
1	24	8 3200	SAĞ	20	10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	10	20
			SOL	5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	15
2	24	10 4500	SAĞ	35	35	20	20	20	15	15	25	25	30	
			SOL	35	30	25	20	10	20	15	25	25	25	30
3	25	3 240	SAĞ	20	20	10	10	10	10	10	10	10	20	15
			SOL	10	15	10	0	-5	0	0	0	0	25	45
4	26	3 210	SAĞ	20	20	20	5	10	10	20	20	50	50	
			SOL	15	15	5	0	5	0	10	30	55	50	
5	27	3 240	SAĞ	25	15	10	0	0	5	10	0	5	10	
			SOL	20	20	5	0	5	5	5	5	15	10	
6	27	3 210	SAĞ	10	15	15	0	0	0	0	15	5	10	
			SOL	10	10	5	5	0	0	0	10	10	5	
7	27	3 150	SAĞ	15	15	10	10	10	5	10	10	15	15	
			SOL	10	15	10	10	15	10	10	10	10	5	
8	28	6 480	SAĞ	20	20	10	0	5	-5	0	10	10	20	
			SOL	30	25	5	5	5	-5	-10	0	20	15	
9	28	12 6000	SAĞ	40	25	20	25	20	20	30	45	65	45	
			SOL	20	10	0	5	0	5	20	30	30	10	
10	29	4 400	SAĞ	5	10	5	5	0	10	10	5	0	0	
			SOL	5	10	5	5	0	5	15	15	25	5	

Tablo:8

DENEKLER	YAŞ	DALIS YILI SART	KULAK	FREKANS (Hz.)									
				125	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
11	29	8	SAĞ	25	25	10	5	10	0	5	15	10	5
		700	SOL	20	20	10	10	5	5	0	10	20	15
12	29	6	SAĞ	20	20	20	5	5	5	5	5	25	15
		240	SOL	15	10	0	5	15	10	5	5	15	5
13	29	6	SAĞ	20	30	15	5	10	0	15	70	80	80
		480	SOL	15	20	5	0	0	5	5	45	80	80
14	30	7	SAĞ	15	20	15	10	15	5	15	25	40	50
		420	SOL	15	20	10	15	10	45	55	75	70	60
15	31	12	SAĞ	10	15	5	5	5	5	20	15	15	10
		1040	SOL	10	20	15	10	10	10	15	10	15	10
16	32	7	SAĞ	25	30	20	10	5	5	5	15	20	20
		280	SOL	15	20	10	5	0	0	10	50	25	25
17	32	12	SAĞ	30	35	25	10	10	0	10	15	30	20
		1050	SOL	20	20	15	5	5	0	5	10	15	15
18	33	12	SAĞ	10	10	10	10	5	5	0	0	5	10
		360	SOL	15	20	15	0	0	0	5	15	15	5
19	34	12	SAĞ	25	25	15	10	5	5	25	20	20	15
		1100	SOL	25	25	15	10	5	5	15	20	15	5
20	35	14	SAĞ	25	20	10	0	0	5	15	45	75	75
		600	SOL	20	25	15	10	5	0	15	20	25	30





Denek Yaşı	Frekans (Hz)									
	125	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
24	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.8
25	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.8	0.9	1.1
26	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.7	1.0	1.2	1.4
27	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	1.5	1.8
28	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	1.2	1.6	1.8	2.2
29	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	1.4	1.9	2.2	2.7
30	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.7	2.3	2.6	3.2
31	0.5	0.5	0.5	0.7	1.0	1.2	1.9	2.7	3.0	3.7
32	0.6	0.6	0.7	0.8	1.1	1.4	2.3	3.1	3.5	4.3
33	0.7	0.7	0.8	0.8	1.2	1.6	2.6	3.6	4.1	5.0
34	0.8	0.8	0.9	1.0	1.4	1.8	2.9	4.1	4.6	5.6
35	0.9	0.9	1.0	1.2	1.6	2.0	3.3	4.6	5.2	6.4
36	1.0	1.0	1.1	1.3	1.8	2.3	3.7	5.2	5.8	7.1
37	1.1	1.1	1.3	1.4	2.0	2.5	4.2	5.8	6.5	7.9
38	1.2	1.2	1.4	1.6	2.2	2.8	4.6	6.4	7.2	8.8
39	1.3	1.3	1.5	1.8	2.4	3.1	5.1	7.1	7.9	9.7

Tablo: 9 Her denek yaşı için ISO nomogramlarına göre işitme eşiği değerleri.

Yaşa göre sağ ve sol kulak ortalama işitme eşiği değerleri (dB).

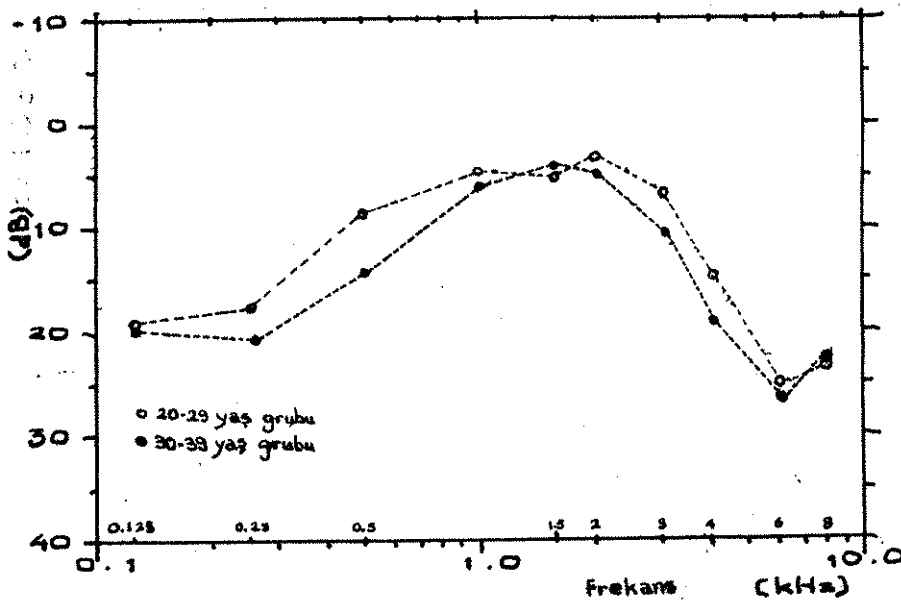
Frekans kHz	yaş grubu			
	20-30 n 13		30-39 n 16	
	sağ	sol	sağ	sol
0.125	21.15 (9.16)	16.15 (8.93)	20.93 (9.16)	17.18 (8.15)
0.250	20.00 (7.35)	14.61 (9.67)	24.06 (9.52)	18.40 (8.70)
0.500	11.92 (8.30)	5.76 (7.86)	15.93 (8.20)	12.81 (7.73)
1	6.15 (8.93)	3.46 (7.46)	6.56 (6.51)	6.56 (6.25)
1.5	6.92 (8.30)	3.46 (7.18)	5.31 (7.84)	4.06 (5.83)
2	5.00 (8.16)	3.07 (7.78)	5.00 (6.32)	5.31 (12.17)
3	9.23 (9.96)	5.00 (9.12)	10.93 (10.20)	12.50 (13.66)
4	16.92 (20.66)	13.46 (15.19)	16.56 (14.57)	21.56 (18.94)
6	24.61 (24.95)	26.53 (19.83)	29.06 (19.68)	23.75 (19.70)
8	25.00 (22.17)	21.15 (23.73)	25.00 (21.67)	19.37 (21.12)

Tablo: 10 İki yaş grubunda, her iki kulağın işitme eşiği değerleri verilmektedir. Parantez içinde standart sapma değerleri verilmiştir. n = dalgıç sayısı.

Yaşa göre sağ ve sol kulağın birleştirilmiş ortalama işitme eşiği değerleri (dB)

Frekans kHz	yaş grubu	
	20-29	30-39
0.125	18.65 (8.26)	19.06 (8.15)
0.250	17.30 (7.80)	20.93 (7.35)
0.500	8.84 (6.96)	14.37 (6.92)
1	4.80 (7.39)	6.56 (5.69)
1.5	5.19 (6.49)	4.68 (6.38)
2	3.51 (7.22)	5.15 (7.77)
3	7.11 (9.17)	11.71 (10.23)
4	15.19 (17.45)	19.06 (14.10)
6	25.57 (21.43)	26.40 (16.97)
8	230.7 (21.60)	22.18 (19.93)

Tablo: 11 İki yaş grubunda sağ ve sol kulağın birleştirilmiş ortalama işitme eşiği değerleri verilmiştir. Parantez içinde standart sapma değerleri verilmiştir.



Şekil 10: 20-29 ve 30-39 yaş gruplarında ortalama işitme eşiği değerleri (tablo: 11'e dayanılarak yapılmıştır).

Bulgular Frekans (Hz)	t <sub>ind</sub>	SD <sub>x</sub>	$\bar{x}$	SD <sub>y</sub>	$\bar{y}$	p
125	8.22	9.16	21.15	0.11	0.25	p<0.001
250	9.67	7.35	20.00	0.11	0.25	p<0.001
500	5.04	8.30	11.92	0.11	0.30	p<0.001
1000	2.34	8.93	6.15	0.14	0.33	.02<p<.05
1500	2.79	8.30	6.92	0.19	0.48	.01<p<.02
2000	1.94	8.16	5.00	0.20	0.59	.05<p<.1
3000	2.98	9.96	9.23	0.37	0.98	.01<p<.02
4000	2.71	20.66	16.92	0.49	1.36	.01<p<.02
6000	3.33	24.95	24.61	0.58	1.55	.001<p<.01
8000	3.75	22.17	25.00	0.71	1.90	.001<p<.01

Tablo 12: 20-29 yaş grubu dalgıçların sağ kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) ISO normları (y) ile ilişkisi.

Bulgular Frekans (f <sub>te</sub> )	t <sub>ind</sub>	SD <sub>x</sub>	$\bar{x}$	SD <sub>y</sub>	$\bar{y}$	p
125	6.41	8.93	16.15	0.11	0.25	p<.001
250	5.35	9.67	14.61	0.11	0.25	p<.001
500	2.50	7.86	5.76	0.11	0.30	.02<p<.05
1000	1.50	7.46	3.46	0.14	0.33	0.1<p<.2
1500	1.49	7.18	3.46	0.19	0.48	0.1<p<.2
2000	1.15	7.78	3.07	0.20	0.59	0.2<p<.3
3000	1.58	9.12	5.00	0.37	0.98	0.1<p<.2
4000	2.87	15.19	13.46	0.49	1.36	.01<p<.02
6000	4.54	19.83	26.53	0.58	1.55	p<.001
8000	2.92	23.73	21.15	0.71	1.90	.01<p<.02

Tablo 13: 20-29 yaş grubu dalgıçların sol kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) ISO normları (y) ile ilişkisi.

Bulgular Frekans (Kız.)	$t_{ind}$	$SD_x$	$\bar{x}$	$SD_y$	$\bar{y}$	$p$
125	8.02	8.26	18.65	0.11	0.25	$p < 0.001$
250	7.87	7.80	17.30	0.11	0.25	$p < 0.001$
500	4.42	6.96	8.84	0.11	0.30	$p < 0.001$
1000	2.17	7.39	4.80	0.14	0.33	$0.05 < p < 0.1$
1500	2.61	6.49	5.19	0.19	0.48	$0.02 < p < 0.05$
2000	1.45	7.22	3.51	0.20	0.59	$0.1 < p < 0.2$
3000	2.40	9.17	7.11	0.37	0.98	$0.02 < p < 0.05$
4000	2.85	17.45	15.19	0.49	1.36	$0.01 < p < 0.02$
6000	4.03	21.43	23.57	0.58	1.55	$0.001 < p < 0.01$
8000	3.53	21.60	23.07	0.71	1.90	$0.001 < p < 0.01$

Tablo 14: 20-29 yaş grubu dalgıçların sağ-sol kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) ISO normları (y) ile ilişkisi.

Bulgular Frekans (Hz)	$t_{\text{der}}$	$SD_x$	$\bar{X}$	$SD_y$	$\bar{y}$	$p$
125	2.44	8.93	16.15	9.16	21.15	0.02 < p < 0.05
250	2.69	9.67	14.61	7.35	20.00	0.01 < p < 0.02
500	2.70	7.86	5.76	8.30	11.92	0.01 < p < 0.02
1000	1.33	7.46	3.46	8.93	6.15	0.2 < p < 0.3
1500	1.46	6.91	3.57	7.99	6.78	0.1 < p < 0.2
2000	1.04	7.78	3.07	8.16	5.00	0.3 < p < 0.5
3000	2.85	9.12	5.00	9.96	9.25	0.01 < p < 0.02
4000	1.26	15.19	13.46	20.66	16.92	0.2 < p < 0.3
6000	0.49	19.83	26.53	24.95	24.61	0.5 < p < 0.9
8000	0.89	23.13	21.15	22.17	25.00	0.3 < p < 0.5

Tablo 15: 20-29 yaş grubu dalgıçların sağ kulak işitme eşiği ortalamalarının ( $x$ ) sol kulak işitme eşiği ortalamaları ( $y$ ) ile ilişkisi.



Bulular Frekans (Hz.)	$t_{ind}$	$SD_x^2$	$\bar{x}$	$SD_y^2$	$\bar{y}$	p
250	2.15	61	17.30	98	11.40	0.02 < p < 0.05
500	0.51	48	8.84	130	10.50	0.5 < p < 0.9
1000	1.61	55	4.80	121	9.8	0.1 < p < 0.2
2000	1.25	52	3.51	149	7.8	0.2 < p < 0.3
3000	0.85	84	7.11	164	10.2	0.3 < p < 0.5
4000	0.40	305	15.19	222	13.4	0.5 < p < 0.9
6000	0.49	460	22.57	225	23.3	0.5 < p < 0.9
8000	2.71	467	23.07	177	11.5	0.001 < p < 0.01

Tablo 16: 20-29 yaş grubu dalgıçların sağ-sol kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) Norveç standart popülasyonu ortalama işitme eşiği değerleri (y) ile ilişkisi.

Bulgular Frekans (n)	$t_{ind}$	$SD_x$	$\bar{x}$	$SD_y$	$\bar{y}$	p
125	8.72	9.16	20.93	0.29	0.93	$p < 0.001$
250	9.70	9.52	24.06	0.29	0.93	$p < 0.001$
500	7.23	8.20	15.93	0.34	1.06	$p < 0.001$
1000	3.26	6.51	6.56	0.39	1.23	$0.001 < p < 0.1$
1500	1.83	7.84	5.31	0.53	1.70	$.05 < p < 0.1$
2000	1.78	6.32	5.00	0.69	2.16	$.05 < p < 0.1$
3000	2.87	10.20	10.93	1.14	3.55	$.01 < p < 0.02$
4000	3.17	14.57	16.56	1.60	4.93	$.001 < p < 0.01$
6000	4.76	19.68	29.00	1.78	5.53	$p < 0.001$
8000	3.34	21.67	25.00	2.18	6.76	$.001 < p < 0.01$

Tablo 17: 30-39 yaş grubu dalgıçların sağ kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) ISO normları (y) ile ilişkisi.

Bulgular Frekans (Hz)	$t_{ind}$	$SD_x$	$\bar{Y}$	$SD_y$	$\bar{y}$	p
125	7.69	8.15	17.18	0.29	0.93	$p < 0.001$
250	8.04	8.70	18.40	0.29	0.93	$p < 0.001$
500	6.06	7.73	12.81	0.34	1.06	$p < 0.001$
1000	3.40	6.25	6.56	0.39	1.23	$.001 < p < .01$
1500	1.61	5.83	4.06	0.53	1.70	$0.1 < p < 0.2$
2000	1.03	12.17	5.31	0.69	2.16	$0.2 < p < 0.3$
3000	2.61	13.66	12.50	1.14	3.55	$.02 < p < .05$
4000	3.49	18.94	21.56	1.60	4.93	$.001 < p < .01$
6000	3.68	19.70	20.75	1.78	5.53	$.001 < p < .01$
8000	2.37	21.12	19.37	2.18	6.76	$0.01 < p < 0.05$

Tablo 18: 30-39 yaş grubu dalgıçların sol kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) ISO normları (y) ile ilişkisi.

Bulgular Frekans (Hz.)	$t_{ind}$	$SD_x$	$\bar{x}$	$SD_y$	$\bar{y}$	p
125	8.88	8.15	19.06	0.29	0.93	$p < 0.001$
250	10.87	7.35	20.93	0.29	0.93	$p < 0.001$
500	7.67	6.92	14.37	0.34	1.06	$p < 0.001$
1000	3.73	5.69	6.56	0.39	1.23	$p < 0.001$
1500	1.86	6.38	4.68	0.53	1.70	$0.05 < p < 0.1$
2000	1.53	7.77	5.15	0.69	2.16	$0.1 < p < 0.2$
3000	3.17	10.23	11.71	1.14	3.55	$0.001 < p < 0.01$
4000	3.98	14.10	19.06	1.60	4.93	$0.001 < p < 0.01$
6000	4.89	16.97	26.40	1.78	5.53	$p < 0.001$
8000	3.07	19.93	22.18	2.18	6.76	$0.001 < p < 0.01$

Tablo 19: 30-39 yaş grubu dalgıçların sağ-sol kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) ISO normları (y) ile ilişki.

Bulgular Frekans (Hz.)	$t_{dep}$	$SD_x$	$\bar{x}$	$SD_y$	$\bar{y}$	$p$
125	2.53	8.15	17.18	9.16	20.93	$0.02 < p < 0.05$
250	2.05	8.70	18.43	9.52	24.06	$0.05 < p < 0.1$
500	1.57	7.73	12.81	8.20	15.93	$0.1 < p < 0.2$
1000	0.03	6.25	6.56	6.51	6.56	$0.9 < p$
1500	0.93	5.83	4.06	7.84	5.31	$0.9 < p$
2000	0.10	12.17	5.31	6.32	5.00	$0.3 < p < 0.5$
3000	0.49	13.66	12.50	10.20	10.93	$0.5 < p < 0.9$
4000	1.07	18.94	21.56	14.57	16.56	$0.3 < p < 0.5$
6000	1.06	19.70	23.75	19.68	29.06	$0.3 < p < 0.5$
8000	1.44	21.12	19.37	21.67	25.00	$0.1 < p < 0.2$

Tablo 20: 30-39 yaş grubu dalgıçların sağ kulak işitme eşiği ortalamalarının ( $x$ ) sol kulak işitme eşiği ortalamaları ( $y$ ) ile ilişkisi.

Bulular Frekans (Hz.)	$t_{ind}$	$SD_x^2$	$\bar{x}$	$SD_y^2$	$\bar{y}$	p
250	3.34	54	20.9	106	11.8	0.001 > p
500	1.20	48	14.4	130	10.8	0.2 < p < 0.3
1000	1.58	32	6.6	125	11.2	0.1 < p < 0.2
2000	1.51	60	5.2	139	9.9	0.1 < p < 0.2
3000	0.28	105	11.7	185	12.7	0.5 < p < 0.9
4000	0.17	199	19.1	384	20.0	0.5 < p < 0.9
6000	0.46	288	26.4	342	28.7	0.5 < p < 0.9
8000	1.18	397	22.2	303	16.5	0.2 < p < 0.3

Tablo 21: 30-39 yaş grubu dalgıçların sağ-sol kulak işitme eşiği ortalamalarının (x) Norveç standart popülasyonu ortalama işitme eşiği değerleri (y) ile ilişkisi.

## 5. TARTIŞMA

Çevre basıncı değişikliklerinin kulağı etkilediği çok iyi bilinmektedir. Bu etkilenmenin en yoğun yaşıandığı popülasyon, dalgıçlar ve basınçlı hava işçileridir(34). Özellikle dalgıçlar basınç değişiklikleri yanında, soğuk, solunum ortamındaki gazların parsiyel basınçlarında ve yoğunluklarında artış gibi değişik etkenlere aynı anda maruz kalmaktadırlar. İşitme fonksiyonunun, bu şartlardan nasıl etkilendiği bazı araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

1942'de Shilling ve Everly, dalgıçlarda ve denizaltı personeline yaptıkları bir araştırmada, işitme eşiğinde yükselmenin, dalgıçlarda belirgin olduğunu bulmuşlardır. Ancak bu yükselmenin, çalışma sırasında incelenen dalgıçlarda yüksek oranlarda barotitis media bulunmasından dolayı olduğunu öne sürmüşlerdir(34). Bizim çalışmamızda, ISO/DIS 7029 1982 verilerine dayanarak oluşturduğumuz eğrilere göre dalgıçlarda işitme eşiğinin, özellikle alçak ve yüksek frekanslarda, daha yüksek bulunması bu nedene bağlanamaz. Çünkü odimetrik tetkike aldığımız dalgıçlar iki gündür dalış yapmamış ve kulak semptomları olmayan dalgıçlardı.

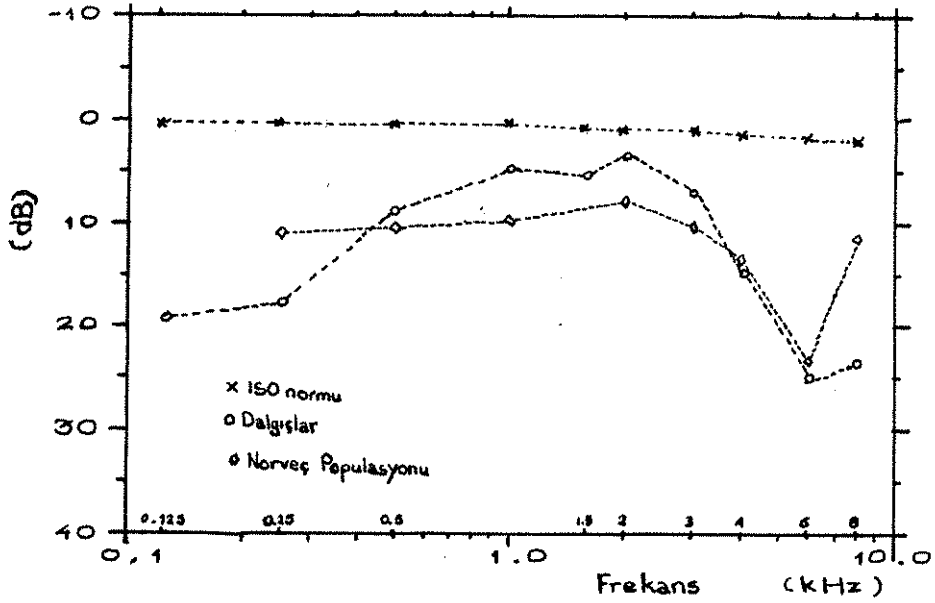
Coles 1961'de yaptığı benzer bir çalışmada, daha önceden akustik travmaya maruz kalan denekleri çalışmadan çıkardığında, dalgıçların normal popülasyondan belirgin farklılıklar göstermediğini bildirmiştir. Coles, 62 askeri denizaltıcının 51'inin daha önceden ateşli silahlarla devamlı çalışmalarından dolayı, akustik travmaya sık maruz kaldıklarını ve bunun sonucunda, işitme eşiklerinin yükseldiğini öne sürmüştür(5). Daha sonra 1976'da yaptığı bir yayında Coles,

1962'den beri ateşli silahlar bölümünde bulunmamış dalgıçlarda da yüksek frekanslarda işitme kayıplarının artışı üzerine dalışın işitme fonksiyonu üstüne olumsuz etkisi olabileceğini belirtmiştir(3, 5). Bizim deneklerimizde akustik travma, askerlikteki normal acemi silah eğitimleri dışında sürekli değildir.

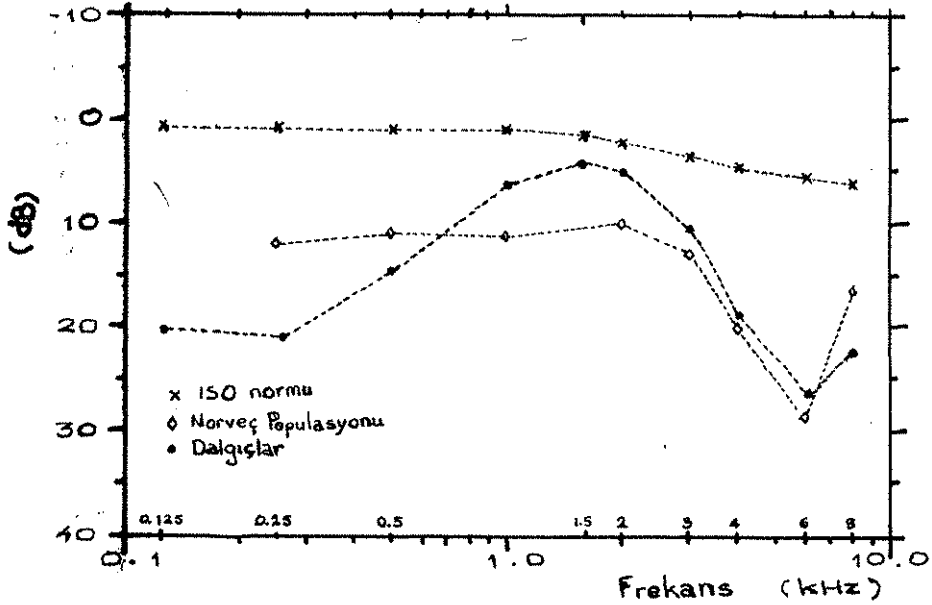
Summit ve Reimaiers 1971'de ve Farmer 1977'de yaptıkları çalışmalarda, basınç odalarında ve klasik sert başlıklı dalış ekipmanlarında 110-120 dB'e varan ses şiddeti olduğunu göstermişlerdir(14, 26). Çalışmamızda, akustik travmayı minimuma indirmek amacıyla, gürültünün hemen hemen yok kabul edilebileceği SCUBA dalışları yapan dalgıçları seçtik. Akustik travmanın olmadığı dalış ekipmanı olan SCUBA'yı seçtiğimiz, bu nedenle olabilecek kayıpları büyük oranda elimine etmektedir.

Braddy ve Summit 1976'da yaptıkları bir çalışmada, 97 dalgıçın odimetrik taramaları sonucunda dalış ekipmanının, yaşın, meslekte geçen sürenin ve askeri gürültü faktörünün işitme seviyesi üzerine minör etki yaptığını belirtmiştir. Bu minör etkinin de dalgıçların işitme eşiğini normal popülasyonun dışına çıkarmadığını öne sürmüştür(3). Çalışmamızda, dalgıçların yaş ve meslekte geçen süreleriyle işitme eşikleri arasında korelasyon bakılmış ve anlamlı sonuç bulunmamıştır. Çalışmamızın Braddy ve Summit'in çalışmasıyla benzer bir diğer sonucu da dalgıçlarımızın ortalama işitme eğrileri Norveç popülasyonu eğrileriyle kıyaslandığında orta ve yüksek frekanslarda işitme seviyesinin her iki grupta da büyük farklılıklar göstermeyişiştir. Ancak düşük frekanslarda, dalgıçların işitme eşiği değerleri Norveç popülasyonunun da dışına çıkmaktadır. Bu bulgumuz Braddy ve Summit'in çalışmasıyla gelişmektedir. Şekil:11'de ve Şekil:12'de Norveç standart popülasyonu ve ISO normları ile çalışma sonucu çıkardığımız işitme eşiği eğrilerinin karşılaştırması görülmektedir.





Şekil 11: 20-29 yaş grubu dalgıçların, ortalama işitme eşiği değerlerinin ISO normları(1) ve Norveç standart popülasyonu(25) ile kıyaslanması.



Şekil 12: 30-39 yaş grubu dalgıçların ortalama işitme eşiği değerlerinin ISO normları(1) ve Norveç standart popülasyonu(25) ile kıyaslanması.

Cross ve Mayo 1977'de, Kuzey Denizi dalgıçlarında yaptıkları bir araştırmada, 6 kHz'de çökme ve düşük frekanslarda işitme kaybı saptamışlardır. Aynı çalışmada, yüksek frekanslardaki işitme kaybıyla meslekte geçen süre arasında ilişki bulunmamış, fakat düşük frekanslardaki işitme kaybı ile meslekte geçen süre arasında ilişki bulmuşlardır(4). Şekil:11 ve Şekil:12 incelenecek olursa, her iki yaş grubundaki düşük frekanslardaki işitme eşiği yükselmesi ve 6 kHz'deki çökmenin Cross ve Mayo'nun bulgularına uyduğu görülmektedir.

Zannini ve arkadaşlarının 1976'da 160 profesyonel dalgıç üzerinde yaptıkları bir çalışmada, aynı gruptan 2 ve 9 yıllık aralarla alınan odigramları incelemişlerdir. Bu çalışmada, dalgıçların %60'ında özellikle alçak frekanslarda ve daha belirgin olarak da yüksek frekanslarda işitme kayıpları saptamışlardır. Bu kayıpların yaşla ve meslekte geçen süreyle arttığını belirtmişlerdir. Zannini bu bulgularını, dalışa bağlı sık barotravmaya, soğuk etkisiyle sirkülatuar değişiklikler sonucu gelişen timpanik sklerozise bağlamıştır(38). Oysa yine, Zannini ve Maroni 1983'te yayınladıkları bir çalışmada, 100 dalgıçtan 47'sinde hafif derecede işitme kaybı saptadıklarını bildirmişlerdir(24). Bu ikinci çalışmanın sonuçları çalışmamızdaki hafif işitme kaybı bulgularına uymaktadır.

Rozsahegyi ve Lång, kayıpların sol kulakta daha fazla olduğunu, caisson işçileri üzerinde yaptıkları bir çalışmada saptamışlar ve kayıpların bilateral olduğu durumlarda sol kulakta daha fazla işitme kaybı olduğunu öne sürmüşlerdir(34).

Molvaer ve arkadaşları da yaptıkları bir çalışmada iki kulak arasındaki farkı incelemişler ve 20-29 yaş grubunda sol 2, 3, 4 kHz'de ve 30-39 yaş grubunda da sol kulakta 4 kHz'de anlamlı fark bulmuşlardır. Ancak Rozsahegyi ve Lång gibi bu farklılığı açıklayıcı herhangi bir yorum getirmemişlerdir(24). Deneklerimizde bu olgu araştırılmış ve 20-29 yaş grubunda 0.125, 0.250, 0.5 ve 3 kHz'de sağ kulakta anlamlı fark ve

30-39 yaş grubunda 0.125 ve 0.250 kHz'de sağ kulakta anlamlı bir fark bulunmuştur. Ancak bu bulgular diğer araştırmacılarla çelişmekte ve herhangi bir yorum olanağı vermemektedir.

Rogberg ve Löwling 1981'de yaptıkları çalışmada, klasik tip sert başlıklı dalış ekipmanı kullanan dalgıçlarla, liman inşaatında 90-100 dB ses şiddeti olan ortamda çalışan işçilerin odimetrik karşılaştırmalarını yapmışlardır. Her iki grupta da yüksek frekanslı işitme kaybı insidensinin yüksek olduğunu saptamışlardır. Bu bulguya ek olarak dalgıçlarda, düşük frekanslarda da işitme kaybı insidensinin yüksek olduğunu saptamışlardır. Bu bulgularından, yüksek frekanslı kayıpları akustik travmaya bağlamışlar, düşük frekanslı kayıpları da sık geçirilen barotravmaların, dalgıçların orta kulaklarındaki ses ileti zincirini oluşturan kemikciklerin ileti fonksiyonlarında bozulmaya yol açtığı görüşüyle açıklamışlardır(32). Çalışmamızda da düşük frekanslarda dalgıçların, işitme eşiği eğrileri ISO normlarının, hatta Norveç popülasyonunun da altına düşmektedir. Bu bulgumuz ve 6kHz'deki çökme Rogberg ve Löwling'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Edmonds 1985'te yaptığı bir çalışmada, 28 nargile dalgıcının %60'ında yüksek frekanslarda, Avusturalya Sağlık Bakanlığının dalgıçlar için koyduğu işitme sınırlarının ötesinde işitme kayıpları saptamıştır ve dalışın işitme üzerine olumsuz etkisi olduğunu öne sürmüştür(10).

Molvaer ve arkadaşları 1985'te yaptıkları çalışmada, dalgıçların işitme eşiği seviyelerini ISO normları ile Norveç popülasyonu arasında yer aldığını bulmuşlardır. Dalgıçların, normal popülasyondan daha iyi işitme eşiği değerlerinin oluşunu, dalgıçların seçimi sırasında gösterilen titizliğe bağlamışlardır. Yine aynı çalışmada dalgıçların, yüksek frekanslarda işitmelerinin normal popülasyona göre daha hızlı bozulduğunu ve sigara içmenin işitme fonksiyonu üzerine olumsuz etkisi olduğunu göstermişlerdir(24). Bizim bulgularımızda da dalgıçların normal popülasyon ile ISO normları arasında kalan işitme eşiği değerleri saptanmıştır.

Ancak düşük frekanslarda, Molvaer ve arkadaşlarından farklı olarak, daha yüksek işitme eşiği değerleri bulunmuştur.

Dalgıçlarımızın çoğunun sorgulamalarında geçirilmiş kulak patolojisine rastlanmamıştır. Oysa standart popülasyon değerlerinin saptanması için rastgele örnekleme yapılır ve bu örnekleme içine kulak patolojisi olanların da girebileceği hatırlanmalıdır. Bu da standart popülasyon işitme eşiği değerlerinin daha yüksek çıkmasına neden olacaktır. Diğer hatırlanması gereken bir faktör de, kulak patolojisi olan askeri personelin dalgıçlık muayenesinde elimine edileceği ve sağlıklı kulak fonksiyonu olanların dalgıçlığa kabul edileceğidir. Bunlar, dalgıçların işitme eşiği değerlerinin ISO normları altında yer alırken standart popülasyon değerlerine yakın bulunuşunu açıklayabilir.

Dalış ekipmanı kullanmadan, serbest dalgıçlık yapan Japon kadın inci avcıları "Amalar"da ve Koreli kadın inci avcıları "Hae Nyolar"da yapılan çalışmalarda, düşük frekanslarda çevre köylerdeki yerli kadınlara göre işitme eşiği değerleri daha yüksek bulunmuştur(24, 34). Bu bulgular çalışmamızdaki düşük frekanslarda görülen kayıplara uymaktadır.

Alfandre'nin yaptığı çalışmada(Tablo:3) valsalva yapabilen 380 dalgıçtan 128'inde dalış sonrasında, 1-4 Teed derecesi arasında değişen derecelerde orta kulak sıkışması bulguları görülmüştür(17). Bu bulgu, dalış sırasında kulak açma işlemini gerçekleştirenlerde de barotravma görülebileceğini düşündürmektedir. Özellikle dalgıçlar hızlı dibe iniş ve hızlı satha varış sırasında orta kulak basınçlarında büyük farklılıklar yaşamaktadırlar(11, 14). Buna örnek verecek olursak, 10 metre derinliğe inene kadar fasılalı kulak açma işlemi yapan bir balıkadam, her 1 metrede bu işlemi tekrarlasa, dibe ulaştığında 10 kez 76 mmHg basıncına eşdeğer bir basınç oynamasının orta kulakta yapacağı etkiye maruz kalacaktır. Dibe indikten sonra, orta kulak basınç ayarlaması daha seyrek yapıldığından, kulak açmadan 18 metre derinlikten 20 metreye gelindiğinde orta kulakta 152 mmHg

bir basınç farkı oluşacaktır. Bunun sonucunda orta kulak mukozasında ve timpanik membranda ödem, serözite toplanması ve kulak zarında çökme olacaktır. Bu sık tekrarlanan barotravmalar, kulak zarının gerginliğinde azalmaya neden olabilirken, orta kulakta sık sık toplanan serözite ve mukozal ödem kemikciklerdeki ileti fonksiyonunda azalmaya neden olabilir. Nitekim, dalgıçlar deneyim kazandıkça kulaklarının dalışta eskiye oranla daha az sıkışıp ağrıdığını belirtmektedirler. Buna dayanarak kulak zarının basınç oynamalarından daha az etkilenecek dejenerasyona uğradığı düşünülebilir.

Zannini, dalgıçların %70'de kulak zarlarının normal olmadığını vurgulamıştır(38).

Molvaer bir yazısında, dalışlarda sık barotravmaya bağlı transüstasyon ve kanamaların işitme üzerine olumsuz etkisi olduğundan ve bu olayın aero-otosklerozise neden olabileceğinden bahsetmektedir(29).

Dalgıçlarda saptadığımız, düşük frekanslardaki kayıp, sık tekrarlanan barotravmalara bağlanabilir(32,34,38). Özellikle aletsiz dalış yapan "Amalar" ve "Hae Nyolar"da da düşük frekanslı işitme kayıplarının saptanması, bu bulgunun barotravmalara bağlanmasını desteklemektedir.

Yüksek frekanslı işitme kayıplarının yalnız aletli dalış yapanlarda ve basınçlı hava ortamında çalışan işçilerde bildirilmesi dikkat çekicidir(4, 5, 10, 24, 32, 34, 38). Bateman ve Behnke 1951'de, normal dalışlarda da dekompresyon sırasında vücutta "sessiz" kabarcıkların oluştuğunu öne sürmüşlerdir(19). Ancak bu görüş 1973 yılında Doppler Ultrasound tekniğinin geliştirilmesine kadar ispatlanamamıştır. Doppler Ultrasound tekniğinde iki boyutlu tarama yönteminin geliştirilmesiyle, normal dalışlarda da dekompresyon sırasında kabarcıkların oluştuğu gözlenmiş ve bu kabarcıklar "sessiz" kabarcıklar olarak kabul edilmiştir. Doppler tekniği günümüzde, dekompresyon tablolarının sınammasında kullanılmaktadır(31).

Aletli dalış yapanlarda ve caisson işçilerinde görülen yüksek frekanslı işitme kayıplarını, asemptomatik dalışlarda dekompresyon sırasında oluşan "sessiz" kabarcıkların, kohlea-

daki direk mekanik etkilerine veya bu kabarcıkların iç kulağın dolaşımındaki etkilerine bağlamak düşünülebilir.

## 6. SONUÇ

Dalışın işitme fonksiyonu üzerine olumsuz etki yapıp yapmadığı konusunda yapılan çalışmalarda çelişkiler vardır. Bu çelişkiler özellikle çalışma yapılan grubun akustik travmaya maruz kalma, değişik dalış ekipmanı kullanma, dekompresyon hastalığı geçirmiş olma, dalış sırasında uygulanan dekompresyon tablolarına uymuş olmak gibi faktörlerin yanında, kıyaslanmanın hangi kriterlerle yapıldığından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak çalışmamızda ISO normları kriter alınıp kıyaslanma yapıldığında, her iki yaş grubundaki dalgıçlarımızda işitme eşiği değerleri, özellikle düşük ve yüksek frekanslarda anlamlı yükselmeler göstermektedir. Dalgıçlarda işitme eşiğindeki bu yükselme özellikle düşük frekanslarda çok anlamlı farklılık göstermiştir ( $p < 0.001$  gibi). Bunu sık tekrarlayan barotravmaların timpanik membran ve orta kulak içindeki ses ileti zincirinin fonksiyonuna olumsuz etki yapışına bağlayan Molvaer Zannini, Löwling ve Edmonds'un düşüncelerine katılmaktayız.

Yüksek frekanslardaki anlamlı işitme eşiği yükselmesini açıklamak üzere, diğer araştırmacılarından değişik bir görüş getirerek, "sessiz" kabarcıkların kohleadaki direkt mekanik ve sirkülatuvar etkilerinin bu yükselmeye neden olabileceğini düşündük.

Zannini ve Molvaer'in meslekte geçen süre ve yaş ile işitme kayıpları arasında buldukları anlamlı ilişkiyi çalışmamızda bulamayışımız çalışma gruplarımızın küçüklüğünden olabilir.

Bütün bu bulgulara karşın ISO değerlerinin, hiç kulak patolojisi geçirmemiş, sağlıklı, 18 yaşındaki bireylerin işitme eşiği değerlerinin referans "0" kabul edilmesi ve hesaplamaların buna göre yapıldığı göz önüne alınırca, dalgiçlarımızdaki işitme eşiği değerlerinin normal standart popülasyonla karşılaştırılması gerekliliği düşünölmelidir. Bu karşılaştırma yapıldığında en alt frekanslar olan 125,250 Hz ve 20-29 yaş grubunda 8 kHz frekansı dışında genelde normal popülasyon değerlerinin çok dışına çıkılmadğı görölmektedir. Bunun için dalışın işitme fonksiyonu üzerine olumsuz etkisi olduğunu söylemekle birlikte, bu etkinin minör bir etki olduğunu belirtmekte yarar görüyoruz. Burada dikkat çekilmesi gereken bir nokta, konuşma frekanslarının düşük frekanslar olması nedeniyle düşük frekanslardaki kayıpların dikkatli değerlendirilmesi gerektiğidir.

Konu üzerinde Kulak Burun Boğaz uzmanları ile birlikte Sualtı hekimlerinin daha detaylı, geniş ve uzun vadeli çalışmalar yapmaları hiç şüphesiz bu konunun açıklığa kavuşturulmasında çok yardımcı olacaktır.



## 7. ÖZET

29 Türk SCUBA dalgıcında işitme eşiği değerleri ölçüldü. 20-29 yaş grubu (n=13) ve 30-39 yaş grubu (n=16) na ayrılan dalgıçların ölçülen işitme eşiği değerleri, ISO normları ve Norveç standart popülasyonu ile student "t" testi ile kıyaslandı.

ISO normları ile yapılan kıyaslamada, her iki grupta özellikle alt ve üst frekanslarda anlamlı işitme eşiği yükselmesi bulundu.

Norveç popülasyonu ile yapılan kıyaslamada, iki grupta alt frekanslarda anlamlı farklılık ve 20-29 yaş grubunda 8 kHz frekansında da anlamlı farklılık bulundu.

Meslekte geçen süre ve yaş ile işitme kayıpları arasında korelasyon bakıldı, anlamlı ilişki bulunamadı.

Sonuçta, dalışın işitme fonksiyonu üstüne olumsuz etki yaptığı ve bu etkinin, dalgıçların işitme eşiği değerlerini normal popülasyon değerlerinin çok dışına çıkarmayan minör bir etki olduğu belirtildi.

## 8. KAYNAKLAR

1. Acoustics-Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons. Draft International Standart ISO / DIS 7029. International Organization for Standardization. 1982.
2. Bachrach, A.J. : A Short History of Man in the Sea. The Physiology and Medicine of Diving. Editör P.B.Bennett, D.H. Elliott, Bailliére Tindall-London. 3. Baskı 1982.s.1 -14
3. Brady, I.J. , Summit, K.J. : An Audiometric Survey of Navy Divers. Undersea Biomedical Research (UBR) vol 3 no 1 1976 s. 41-47
4. Cross, M. , Mayo, C. : Audiometric and Vestibular Function Studies in a Population of North Sea Divers. Proc. 6. International Cong.on HYPERBARIC MEDICINE.1977.s.431-433.
5. Coles, R.R.A. : Cochleo-Vestibular Disturbances in Diving. Audiology 15. 1976.s. 273-278.
6. Çimşit, M. : Sualtı Kliniği. Tıbbi-Ekoloji ve Hidro-Klim. Dergisi 1. 1983.s. 1-12.
7. Çimşit, M. : Dekompresyon Hastalığı. Tıp. Fak. Mec. 45 1982. s.400-406.
8. D'aoust, G.B. , Lambertsen, J.C. : Isobaric-Gas Exchange and Supersaturation by Counter-Diffusion. The Physiology and Medicine of Diving. Ed. P.B.Bennett, D.H.Elliott, Bailliére Tindall-London. 3. Baskı 1982.s.383-403.
9. Davis, C.J., Elliott, D.H.: Treatment of the Decompression Disorders. The Physiology and Medicine of Diving. Ed. P.B. Bennett, D.H.Elliott Bailliére-London. 3.Baskı.1982 s.473-487.

10. Edmonds, C.: Hearing Loss with Frequent Diving (Leaf Divers) Undersea Biomedical Research Vol. 12 No 3 1985. s.315-319.
11. Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J. : Diving and Subaquatic Medicine. A Diving Medical Centre Publ. Sydney N.S.W., Australia (1976).
12. Elliott, D.H., Kindwall, E.D. : Manifestations of the Decompression Disorders. The Physiology and Medicine of Diving. Editor, P.B. Bennett, D.H. Elliott, Baillière-London 3. Baskı 1982 s.461-472.
13. Farmer, C.S. : Inner-ear Decompression Sickness Physician's Guide to Diving Medicine. Editor, C.W. Shilling, C.B. Carlston, R.A. Mathias. Undersea Medical Society, Bethesda Maryland. Plenum Press, New York, London, 1. Baskı 1984. s. 312 316.
14. Farmer, C.J. : Ear and Sinuses. Physician's Guide to Diving Medicine. Editor, C.W. Shilling, C.B. Carlston, R.A. Mathias. Undersea Medical Society, Bethesda Maryland, Plenum Press, New York-London 1. baskı 1984 s.409-420
15. Farmer, C.J. : Otologic and Paranasal Sinus Problems in Diving. The Physiology and Medicine of Diving. Ed. P.B. Bennett, D.H. Elliott, Baillière-London 3. Baskı 1982 s.507-536.
16. Farmer, C.J., Thomas, W.G. : Ear and Sinus Problems in Diving Ed. R.H. Strauss. Grune-Stratton Inc. Orlando-Florida. 1976 s.109-134
17. Flynn, E.T. , Bayne, G.C. : Diving Medical Officer Student Guide. U.S. Navy School, Diving and Salvage Dept. 1978
18. Goat, R.F. : General Survey (Diagnosis and Treatment of Decompression Sickness). Physician's Guide to Diving Medicine. Ed. C.W. Shilling, C.B. Carlston, R.A. Mathias. Undersea Medical Society, Bethesda Maryland. Plenum Press New York-London 1. Baskı 1984. s.283-310
19. Henry, V.H. : History of Evaluation of Decompression Procedures. The Physiology and Medicine of Diving. Ed. P.B. Bennett D.H. Elliott, Baillière-London. 3. Baskı 1982. s.319-351

20. Kindwall.E.P. : A Short History of Diving and Diving Medicine. Diving Medicine. Ed.R.H.Strauss. Grune-Stratton Inc. Orlando-Florida.1976.s.1-12
21. Kindwall.E.P. : Hyperbaric and Ancillary Treatment of Decompression Sickness, Air Embolism and Related Disorders. Diving Medicine. Ed. R.H.Strauss. Grune-Stratton Inc. Orlando-Florida.1976.s.83-96
22. Man's Advance into the Sea(Diving-History).Konferans kaseti ve slaytları. Undersea Medical Society.Inc.Bethesda Maryland.
23. Micro-Statistician User's Handbook, Computer Design Corporation.U.S.A.1972.
24. Molvaer,O.I.,Lehman,E.H. : Hearing Acuity in Professional Divers. Undersea Biomedical Research.Vol.12 No.3 1985. s.333-349
25. Molvaer,O.I,Vårdal,L.,Gundersen,T,Helmrast,T. : Hearing Acuity in a Norwegian Standart Population.Scan.Audiol.12 1983.s.229-236
26. Molvaer,O.I,Natrud,E. : Ear Damage due to Diving.Acta. Otolaryngol.Suppl.360s.187-189 1979.
27. Molvaer,O.I,Natrud,E,Eidsvik,S. : Diving Injuries to the Inner Ear. Arch.Otorhino-Laryngol.221.285-288.1978.
28. Molvaer,O.I,Eidsvik,S. : Diving and Inner Ear Damage. TidsskrNor Laegeforen.No.5.s.263-265.1978.
29. Molvaer,O.I. : Loss of Hearing During Diving.T.Norske Laegeforen 1973.93.s.1509-1512.
30. Noel Roydhouse.V.R.D. : Underwater Care of the Ears and Nose. Ed.N. Roydhouse. Fidelity Co.New-Zealand.1.Baskı 1981.
31. Fowel,R.M,Spencer,M.D,Von-Rom,O. : Ultrasonic Surveillance of Decompression. The Physiology and Medicine of Diving. Ed.P.B.Bennett,D.H.Elliott.Baillière Tindall-London.3.Baskı 1982.s.404-434

32. Rogberg, N., Löwling, H., Ba. Bygghälsan. : Low Frequency Hearing Loss-Effect of Repetitive Diving? Report of Proc. of E.U.B.S Annual Scientific Meeting Cambridge. 1982.s.286-292
33. Shilling, C.W. : Types of Diving. The physician's Guide to Diving Medicine. Ed. C.W. Shilling, C.B. Carlston, R.A. Mathias, Undersea Medical Society. Bethesda Maryland, Plenum Press New-York-London 1. Baskı 1984.s.1-6
34. Shilling, C.W. : The Under-Water Handbook. Best Pub. Co. San Pedro. U.S.A 1976.
35. Terry, L., Dennison, L. : Vertigo Among Divers. Special Report No. 66-2 U.S. Naval Submarine Medical Center. 1966.
36. U.S Navy Diving Manual. Vol. 1-2 1978.
37. Velicangil, S. : Tibbi-Biometri ve Tatbikati. Sermet matbaası. İst. 3. Baskı 1972.
38. Zannini, D, Odaglia, C, Sperati, G. : Auditory Changes in Professional Divers. In Lambertsen, C.J, ed. Underwater Physiology Proceedings of the fifth Symposium on Underwater Physiology. Bethesda, Federation of American Societies for Experimental Biology. 1976.s.675-684