

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AKSONA VE HİPERBARİK BASINÇ ODASI İLE DALIŞ
HASTALIKLARININ TEDAVİ EDİLME
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FERHAT YALGIN

AĞUSTOS 2013

MUĞLA

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKSONA VE HİPERBARİK BASINÇ ODASI İLE DALIŞ
HASTALIKLARININ TEDAVİ EDİLME
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FERHAT YALGIN

AĞUSTOS - 2013

MUĞLA

MUGLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

Ferhat YALGIN tarafından hazırlanan **AKSONA VE HİPERBARİK BASINÇ ODASI İLE DALIŞ HASTALIKLARININ TEDAVİ EDİLME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA** başlıklı tezinin, 02/08/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Yrd. Doç. Dr. Nejdet GÜLTEPE (Jüri Başkanı)

Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu

İmza:



Prof. Dr. Ali TÜRKER (Danışman)

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Yrd. Doç. Dr. Murat YABANLI (Üye)

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

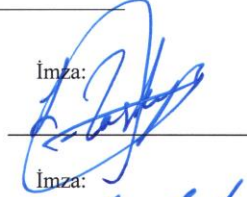


ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Doç. Dr. Latif TAŞKAYA

Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı V.
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Prof. Dr. Ali TÜRKER

Danışman, Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Savunma Tarihi:02/08/2013

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Ferhat Yalgın

.../.../2013

ÖZET

**AKSONA VE HİPERBARİK BASINÇ ODASI İLE DALIŞ
HASTALIKLARININ TEDAVİ EDİLME YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ferhat Yalğın

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali TÜRKER

Ağustos 2013, 87 Sayfa

Bu çalışmada; en fazla su ürünleri yetiştiriciliğinde ve avcılığında (midye avcılığı) çalışan dalıçların, dalış kurallarının ihlali, devamında çıkış kuralları ihlalleri sonucunda maruz kaldığı çeşitli dalış hastalıkları ve bu hastalıklara uygulanan geleneksel ve bilimsel tedavi yollarından bahsedilmiştir. Yaptıkları dalış organizasyonu için özelleşmiş bir eğitim almayan, uygun donanımları kullanmayan dalıçların Arteriyel Gaz Embolizmi ve Dekomprasyon hastalıklarına yakalanma riski oldukça fazladır. Modern tıp; basınç, basınç-hacim ilişkisi, su altında basınç ve su altında basınç-hacim ilişkisi gibi birçok değişkeni ele alıp bu hastalıkların tedavisi için gelişmiş cihazlar üretilmesine kaynak sağlamıştır. Bununla beraber geleneksel yöntem olarak bilinen ve daha çok kulaktan duyma bilgilerle uygulanan bir diğer tedavi yöntemi daha vardır. Bu yöntem, su içi rekomresyon “Aksona” olarak bilinir ve uygulanmasında yapılacak hatalar ölümcül sonuçlar doğurabilir. Yapılan bu tez çalışmasında gaz kanunları referansında su altında oluşan hidrostatik basınç değişimleri ve bu kapsamda insan metabolizmasında oluşan çeşitli hastalıklar incelenmiş, bu hastalıklarda uygulanan tedavi metotları ve “Aksona” uygulamaları ele alınmıştır.

Anahtar sözcükler: Aksona, Dalış Hastalıkları, Hiperbarik, Dekomprasyon, Donanımlı Dalış

ABSTRACT

RESEARCH ABOUT COMPARISON OF AKSONA AND HYPERBARIC PRESSURE ROOMFOR CURING OF DIVING ILLNESSES

Ferhat YALGIN

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Fisheries

Supervisor: Prof. Dr. Ali TÜRKER

Agust, 2013, 87 pages

In this project; it is majorly issued about the violation of regulations by scuba divers who work for marine products industry and fishing (musselcatching), and suffering from various diving sicknesses after words because of "exiting rule" violations and traditional anti- scientific treatments of decompress sicknesses. The divers who has no special training for any diving organisation making dives and not using the appropriate equipment at dives have prety high risk to have arterial gas embolism and decompression sickness. Modern medical science takes in hand a lot of variables like pressure, pressure and volume relationship, underwater pressure and underwater pressure volume relationship to source production of advanced machines to cure this illnesses. Nevertheless there is another treatment performed known as a traditional method and knowledge carried out and there by hearing from elder generations. This method is known to be as in-water recompression "Aksona" and any mistakes while executing can cause fatal results. This hidrostatic pressure, changes occures underwater referenced to gas laws and by this concept various sicknesses can be monitored in human metabolism. Any performed treatment methods of this illnesses and "Aksona" practices has been examined by this project.

Key words: Aksona, Diving illnesses, Hyperbaric, Decompression, Scuba diving

ÖNSÖZ

Su ürünlerinin yetiştiriciliğinde kullanılan sistemlerin kontrolü ve uygulamanın devamlılığının sağlanması ve su ürünleri avcılığında özellikle midye avcılığında dalgıçlardan yardım alınmaktadır. Dalgıçların; dalış organizasyonlarında yaptıkları hatalar sonucu dalış hastalıkları gelişmektedir. Gelişen bu hastalıkların tedavisinde ciddi bir donanım ve ciddi bir bilgi birikimi ile yapılması gerekli olan “Aksona” (su içi rekompresyon) uygulamasının eğitimsiz kişilerce yanlış uygulanması ve uygulama esnasında kullanılması zorunlu olan asgari donanımların haricinde standart olmayan donanımlarla uygulanması sonucunda kazazedenin oluşan durumunda iyileşmenin aksine, kazazedenin durumunun daha da ağırlaşarak kazazedede kalıcı felçler gibi geri dönüşümü olmayan durumlara gelmesi hatta ölümlerle sonuçlanabilen durumları tetiklemesi muhtemeldir.

Bu kapsamda su altı işlerinde çalışan dalgıçların doğru olarak bildikleri yanlışlıkların düzeltilerek dünya üzerinde geçerliliğe sahip dalış standartlarının uygulanarak bu sektördeki dalış kazalarının en aza indirgenmesi için yapılan yanlışlıklar ve problemlerin sebepleri, oluşumu ve nasıl bertaraf edileceği bu çalışmada incelenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1.Su Altının Tarihçesi.....	1
1.1.1. Geçmişten Günümüze Deniz ve Su altı.....	1
1.1.2. Su altı Tarihinin Kronolojisi.....	1
1.2. Dalış Esnasında Kullanılan Ekipmanlar	10
1.2.1. Palet.....	10
1.2.1.1. Açık palet.....	10
1.2.1.2. Kapalı palet.....	11
1.2.2. Maske	11
1.2.3. Şnorkel (soluma borusu)	11
1.2.4. Neopren Dalış Kıyafeti	12
1.2.5. B.C. (Buoyancy Compensator)	12
1.2.6. Regülatör	13
1.2.7. Dalış ağırlıkları	13
1.2.8. Dalış tüpleri	14
1.2.9. Dalış bilgisayarı.....	14
1.2.10. Yardımcı Dalış Malzemeleri:	15
1.3. Basınç.....	15
1.3.1. Basıncın tanımı.....	15
1.3.2. Sıvılar ile basıncın ilişkisi	19
1.3.2.1. Boyle Kanunu	20
1.3.2.2. Charles Kanunu	25
1.3.2.3. Dalton Kanunu	25
1.3.2.4. Henry Kanunu	26
1.4. Atmosferi Oluşturan Gazlar ve Genel Özellikleri.....	27
1.4.1. Oksijen (O ₂)	28
1.4.2. Nitrojen (N ₂)	28
1.4.3. Karbondioksit (CO ₂).....	29
1.4.4. Karbonmonoksit (CO).....	30
1.4.5. Helyum (He)	30
1.4.6. Hidrojen (H ₂).....	31

1.4.7. Neon (Ne)	31
1.5. Su Altında Isı Değişimleri.....	32
2.MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
3. BULGULAR VE İRDELEME.....	35
3.1 Dalış Hastalıkları.....	35
3.1.1. Hiperventilasyon	35
3.1.2. Hipoventilasyon.....	36
3.1.3. Arteriyel gaz embolizmi (AGE)	36
3.1.4. Dekompresyon hastalığı	40
3.1.4.1. Genel	40
3.1.4.2. Dekompresyon hastalığı çeşitleri.....	41
3.1.4.3. Dekompresyon hastalığının fizyolojisi	41
3.1.4.4. Dekompresyon hastalığının oluşumundaki faktörler	45
3.1.4.5. Dekompresyon hastalığının belirtileri ve işaretleri	46
3.2. Hiperbarik Oksijen Tedavisi	47
3.2.1. Hiperbarik oksijen tedavisinin tarihçesi.....	47
3.2.2. Yüksek basınçlı hava tedavisi:.....	48
3.3. Basınç Odaları	49
3.3.1. Hiperbarik basınç odası	49
3.3.2. Basınç Odası Ve Üzerinde Bulunan Elemanlar	50
3.3.3. Basınç odası tipleri.....	51
3.3.3.1. Tek kişilik basınç odaları	51
3.3.3.2. Çok kişilik basınç odaları	51
3.3.3.4. Hiperbarik oksijen tedavisinin genel etkileri	52
3.3.3.4.1. Neden HBO tedavisi.....	53
3.3.3.4.2. Türkiye’de hiperbarik oksijen tedavi türleri	54
3.3.3.4.3. Türkiyede bulunan hiperbarik oksijen tedavi merkezi hasta istatistikleri.....	55
3.4. Arteriyel Gaz Embolizmi (Age) Ve Dekompresyon Hastalığının (Dh) Hiperbarik Oksijen İle Tedavisi	56
3.4.1. Hiperbarik oksijen tedavisinde kullanılan tedavi tabloları (TT)	56
3.4.2. Arteriyel gaz embolizmi (AGE)’nin hiperbarik oksijen ile tedavisi: ..	63
3.4.3. Dekompresyon hastalığı (DH) tedavisi:	64
3.4.4. Arteriyel Gaz Embolizmi (AGE) ve Dekompresyon Hastalığının Aksona (in water recompression) ile Tedavisi	64
3.4.4.1. Suda veya hava ile rekompresyon	65
3.4.4.2.Su içi rekompresyonu (Aksona).....	65
3.4.4.3. Hava ile su içi rekompresyonu.....	65
3.4.5. Kaçırılmış dekompresyon ve uygunsuz olarak yapılan aksona sonucu oluşan olgular	68

4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Su altında Basınç.....	18
Çizelge 2. Boyle Kanunu.	20
Çizelge 3. Charles Kanunu.....	25
Çizelge 4. Hava Embolizmi.	39
Çizelge 5. Dekompresyon Hastalığı.....	46
Çizelge 6. Hiperoksinin Etkileri.....	53
Çizelge 7. Son 5 Yıl İçerisinde HBOT Merkezine Gelen Hasta ve Dalış Kazası Sayıları.....	55
Çizelge 8. Dalış operasyonlarında ihtiyaç duyulan en az personel miktarları.	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Asurlu Dalgıç Asur Kabartması M.Ö. 900.	2
Şekil 2. M.Ö. 600'lerden Süger Çıkartan Yunanlı Dalgıçlar.	2
Şekil 3 M.Ö. 322'de Büyük İskender'in Temsili Resmi.....	3
Şekil 4. 1511 Yılında Tasarlanan Deri Başlık ile Yapılan Dalış.....	3
Şekil 5. 1530'lu yılında Dalış çanı ile Yapılan Dalış.	4
Şekil 6. Edmunt Halley'in Dalış Çanı 1690.	4
Şekil 7. John Lethbridge'in Dalış Makinesi 1715.....	5
Şekil 8. David Bushnell 1776.	6
Şekil 9. 1808 yılında Friedrichvon Driberg, Triton.	7
Şekil 10. Charles AnthonyDeane'nin Dunam Başlığı.....	7
Şekil 11. Alman Bilim Adamı Augustus Siebe 1840.....	8
Şekil 12. Mark V Üstten İkmalli Dalış Başlığı.	9
Şekil 13. Açık Palet.....	10
Şekil 14. Kapalı Palet.....	11
Şekil 15. Maske.....	11
Şekil 16. Şnorkel.	12
Şekil 17. Islak tip neopren dalış kıyafeti.....	12
Şekil 18. B.C.	13
Şekil 19. Regülatör.....	13
Şekil 20. Kurşun Ağırlık.	14
Şekil 21. Dalış Tüpleri	14
Şekil 22. Dalış Bilgisayarı.....	15
Şekil 23. Atmosferik ve Hidrostatik Basınç.....	17
Şekil 24. Sabit sıcaklık basınç deneyi.	21
Şekil 25. Hava Embolizmi	38
Şekil 26. Dokunun Nitrojence Aşırı Doygun (supersature) Hale Gelmesi).....	43
Şekil 27. Büyük İskender'in Yaptığı Dalışın Figürü (M.Ö. 356-323).....	47
Şekil 28.Cunningham'ın "steel Ball Hospital".	49
Şekil 29. Çok Kişilik Basınç Odasına Örnek.	50
Şekil 30 a/b. Tek Kişilik Basınç Odası Kabini.	51
Şekil 31a/b Çok Kişilik Basınç Odası Kabini.	52

Şekil 32. USA NAVY TT-5.....	56
Şekil 33. USA NAVY TT-6.....	57
Şekil 34. USA NAVY TT-6A.....	58
Şekil 35. USA NAVY TT-4.....	59
Şekil 36. USA NAVY TT-7.....	60
Şekil 37. USA NAVY TT-8.....	61
Şekil 38. USA NAVY TT-9.....	62
Şekil 39. USA NAVY HBO TT.....	63
Şekil 40. USA NAVY HTT-1A.....	66
Şekil 41. USA NAVY HTT-2A.....	67
Şekil 42. USA NAVY HTT-3.....	67

KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde oranı
° C	Santigrat derece
‰	Binde oranı
AGE	Arteriyel gaz embolizmi
Ar	Argon
ata	Mutlak atmosferik basınç
atm	Normal şartlarda hava basıncı
BC	Buoyancy Compensator
cm	Santimetre
CO	Karbon monoksit
CO2	Karbon dioksit
DAN	Divers Alert Network
DH	Dekompresyon hastalığı
F	Kuvvet birimi
Feet	Uzunluk ölçü birimi (0,3048 m)
fsw	Feet deniz suyu
fw	Feet tatlı su
gr	Gram
H	Hidrojen
HBO	Hiperbarik oksijen
HBOT	Hiperbarik oksijen tedavisi
He	Helyum
Hg	Civa
HTT	Hava tedavi tablosu
inch	Uzunluk ölçü birimi (0,0254 m)
kg	Kilogram
Kg	Kilogram
m	Metre
m2	Metre kare
m3	Metre küp

mm	Milimetre
mmHg	Milimetre Civa
M.Ö.	Milattan önce
N	Nitrojen
Ne	Neon
O	Oksijen
P	Basınç kuvveti
pO2	Oksijenin kısmi basıncı
Pound	Ağırlık ölçü birimi (0.45359237 kg)
psi	Pound inç kare
S	Alan birimi
SCUBA	Self Contained Underwater Breathing Apparatus
T	Sıcaklık
TT	Tedavi Tablosu
US Navy	Amerikan donanması
V	Hacim
yy	yüzyıl

1.GİRİŞ

1.1.Su Altının Tarihçesi

1.1.1. Geçmişten Günümüze Deniz ve Su altı

İnsanoğlunun varoluşundan itibaren yaşaması için gerekli olan en temel ihtiyaç; besin ve içilebilir su kaynaklarına sahip olmak olmuştur. İnsanlığın geçmişi incelendiği zaman besin kaynaklarını karadan karşıladığı ve kara yaşamına adapte olduğu gözlenmektedir ve bu sebeplerden dolayı insanoğlu kara avcılığında ve bunun paralelinde tarımsal alanlarda kendi geliştirdiği bilinmektedir. Fakat gelişen teknoloji ve insanın ihtiyaçlarındaki artışla birlikte kara hayatına adapte olmuş olan bireylerin denize olan ihtiyaçları da gün geçtikçe artmıştır.

İnsanlar denize önceleri besin sağlamak için gereksinim duymuşlar ve akabinde deniz avcılığını geliştirmişlerdir. İlerleyen zamanlarda denizler taşımacılıkta ve savaşlarda önemli roller üstlenmiş ve üstlenmektedir.

Tarihi kayıtlar incelendiğinde M.Ö. 4500 yıllarında Asurlardan günümüze ulaşan Asur kabartmasına rastlanmaktadır (Şekil 1), devamında M.Ö. 400'de gemilerin onarımı için ve batık malların kurtarılması için Pers Kralı Keyhüsrev'in dalgıçlar kullandığı, M.Ö. 320'de Büyük İskender'in fıçıya benzeyen bir sistem ile suyun altına indiğinin belgeleyen kabartmalar ve günümüze kadar ulaşan resimlere rastlanmaktadır. 1500 yıldır Japon ve Kore'nin kadın Ama dalgıçlarının dalma yeteneklerini kullandıkları tarihteki yerini almaktadır.

1.1.2. Su altı Tarihinin Kronolojisi

M.Ö. 4500 yılında Asurlu dalgıçların nefes tutarak dalış yaptığı günümüze ulaşan kabartmalar da mevcuttur (Şekil 1).



Şekil 1. Asurlu Dalgıç Asur Kabartması M.Ö. 900 (Casson, 2002).

M.Ö. 600'lerden kalma Yunan vazosunda sünger çıkarmak amacıyla dalış yapan dalgıç figürü günümüze kadar ulaşmıştır (Şekil 2).



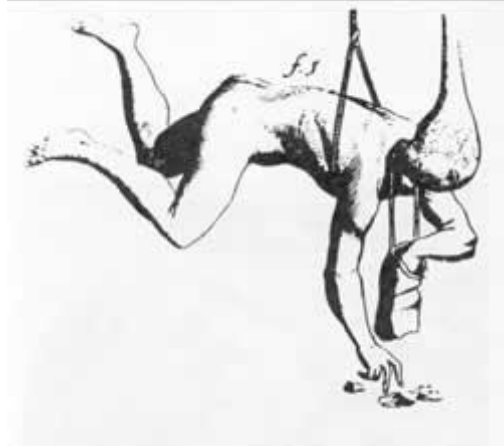
Şekil 2. M.Ö. 600'lerden Sünger Çıkartan Yunanlı Dalgıçlar (Antik Çağda Denizcilik ve Gemiler, 2002).

M.Ö. 322 yılında Tyre kentinin kuşatmasında Büyük İskender, Fenikelilerin su altı savunma barikatını yok etmek için dalgıçlarını kullanmış ve bu olayı su altında camdan bir kap içinde seyretmiştir (Şekil 3).



Şekil 3 M.Ö. 322'de Büyük İskender'in Temsili Resmi (Anonim, 2013a).

1511 yılında yapılmış deri başlık ve bu başlığa takılı boru kullanan bir dalgıç (Şekil 4).



Şekil 4. 1511 Yılında Tasarlanan Deri Başlık ile Yapılan Dalış (Anonim, 2013b).

1530 yılında ilk dalış çanı keşfedildi. Bu ekipmanın ile serbest olarak yapılan dalışlardaki dip süresini arttırmak amacı ile kullanıldığı düşünülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. 1530'lu yılında Dalış çanı ile Yapılan Dalış (Anonim, 2013b).

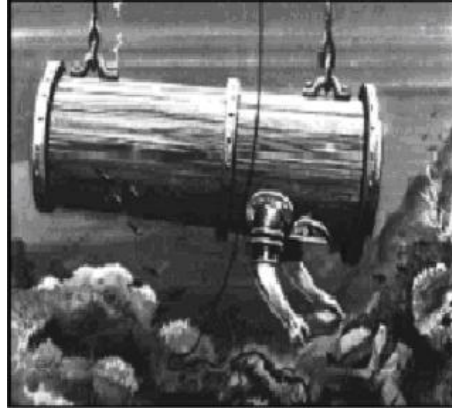
1650 yılında Von Guericke isimli bir bilim adamının ilk hava pompasını icat etmesi ile kompresörlerin atası su altı tarihindeki yerini almıştır. Hava pompasının icadından sonra Robert Boyle, bu aleti kullanarak deneyler yapacak ve basınç altındaki hayvan davranışlarını inceleyecektir.

1690 yılında Edmund Halley, dalış çanını geliştirerek çana hava ikmali sağlayan bir sistem ekledi ve insanlı dalışların başlamasını sağladı. Halley, 1689 yılında buhar makinesini bulan İngiliz mucit Denis Papin'in çanın içine devamlı olarak hava basma fikrinden ilham almıştır (Şekil 6).



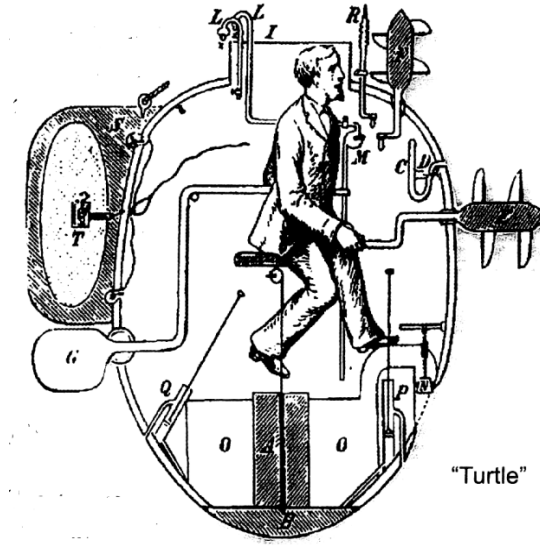
Şekil 6. Edmunt Halley'in Dalış Çanı 1690 (Anonim, 2013a).

1715 yılında İngiliz John Lethbridge, tek kişilik, tamamıyla kapalı silindir şeklinde bir cihaz geliştirir. Ağaç destekli yapısıyla sağlamlaştırılmış, deri kaplı bu cihazın özelliği, dalgıcının kollarını dışarıya çıkartabilmesine olanak tanınmasıdır (Şekil 7). Dalgıcın kolları, yağlanmış deriden yapılmış kolluklarla çevrelenerek, alet içine su sızdırmazlığı sağlanmakta ve ön tarafında, çalışma yapılabilmesi için bir pencere bulunmaktadır. Gemiden halatlar yardımıyla su altına indirilen bu aletin manevra kabiliyeti aynı dalış çanlarında olduğu gibidir, yani ancak yüzeyden idare edilebilmektedir.



Şekil 7. John Lethbridge'in Dalış Makinesi 1715 (Anonim, 2013b).

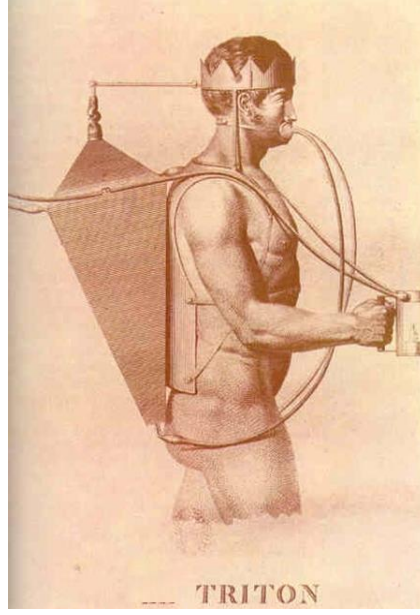
1776 yılında David Bushnell tarafından tasarlanan deniz aracı, deniz savaşlarında kullanılan ilk denizaltı özelliğini taşımaktadır. İki eşit büyüklükteki kaplumbağa kabuğunun birbirine bitleştirilmiş haline benzeyen Turtle (Şekil 8), yüzeyin hemen altında hareket edebilen ve içerisine girilebilen ilk insanlı deniz altı olan "Turtle", New York limanında demirli olan HMS Eagle gemisine saldırmıştır.



Şekil 8. David Bushnell 1776 (Anonim, 2013c).

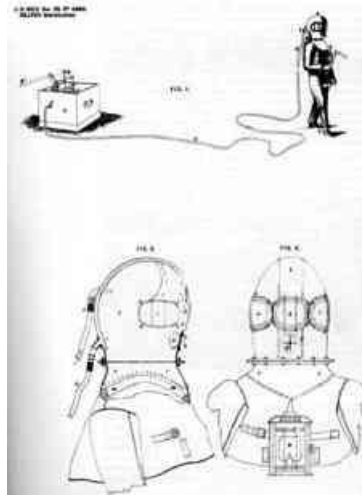
1788 yılında Amerikalı bir teknisyen olan John Smeaton, Edmand Halley'in dalış çanında oldukça önemli bir değişiklik yaparak içine taze hava ekleyen ve fazla havayı tahliye eden bir sistem geliştirmiştir.

1808 yılında Friedrich von Driberg, Triton adı verilen bir dalış cihazı geliştirir. Sistem, dalgıcın sırtından taşınan ve yüzeyden gelen hortumla içine hava eklenebilen konik bir kaptan oluşmaktadır (Şekil 9). Kabın dalgıca doğru hava akışını kontrol edebilen bir valfi vardır ve bu basit valf sistemi dalgıcın kafasına geçirdiği, tacı andıran metal bir halkaya bağlıdır. Dalgıç nefes almak istediğinde kafasını öne doğru eğerek valfi açmakta ve havanın kabın altından ağzına uzanan hortumdan akmasını sağlamaktadır. Driberg, dalgıcın sırtındaki kabın içinde çok az basınçta hava sıkıştırılabildiğinden dolayı cihaza yüzeyden de hava takviyesi yapmak zorunda kalmıştır.



Şekil 9. 1808 yılında Friedrich von Driberg, Triton (Anonim, 2013d).

1823 yılında, İngiliz bilim adamı, Charles Anthony Deane'nin itfaiye erlerinin yangın alanlarına rahat girebilmeleri için icat ettiği "Duman Başlığı", su altında da kullanılmaya başlandı (Şekil 10).



Şekil 10. Charles Anthony Deane'nin Duman Başlığı (Anonim, 2013d).

1837 yılında Alman bilim adamı Augustus Siebe, Dean'lerin dalış başlığını, su geçirmeyen kauçuk bir elbiseye bağlamayı başardı (Şekil 11). Elbisenin içinde hava vardı. Yüzeğe bağlı bu dalış ünitesi, ilk standart dalış elbisesi haline geldi ve bugün kullanılan bazı sistemlerin de prototipini oluşturdu.



Şekil 11. Alman Bilim Adamı Augustus Siebe 1840 (Anonim, 2013e).

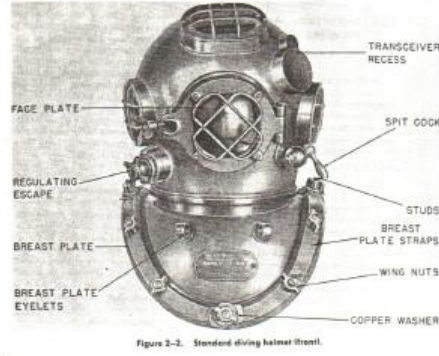
1843 yılında HMS Royal George batığında yapılan çalışmalar sonucu elde edilen tecrübeler değerlendirilerek İngiliz Kraliyet Donanması ilk “Dalış Okulu”nu hizmete soktu.

1873 yılında New York’ta inşa edilen Brooklyn Köprüsünde çalışan işçiler, köprü ayaklarının yapımında kullanılan Caisson odasından çıktıktan sonra önemli sağlık problemleri yaşıyorlar ve yürüyüşleri, ağrıları nedeni ile değişiyordu. Bu nedenle “bends” (kırıltma) adı verilen ve hatta işçilerin şefi Washington Roebling’i ömür boyu sakat bırakan hastalık hakkında Dr. Andrew H. Smith ilk resmi raporunu yayınladı. Ancak Smith’in raporunda bu hastalığın gerçek nedeni olan nitrojen den hiç bahsedilmemişti.

1876 yılında İngiliz denizcisi olan Henry A. Fleuss ilk bağımsız dalış ünitesini geliştirdi. Bu ünite, ilk bağımsız ünite olmanın yanında aynı zamanda ilk kapalı devre sistemi idi. Sırtta taşınan tankın içinde sıkıştırılmış hava değil, oksijen bulunuyordu.

1878 yılında Fransız bilim adamı Paul Bert, “La Pression Barometrique” isimli bir kitap yayınladı. Bu kitabında Bert, basınç değişiklikleri ile fizyolojik değişimlerden bahsediyor ve dekompresyon hastalığının nedeni olarak nitrojen gazının kabarcık haline gelmesini gösteriyordu. Bert, referansları arasında Boyle’un yılan deneyini de göstermektedir.

1917 yılında Amerikan İnşaat ve İmar Bürosu, Mark V dalış başlığını geliştirerek kullanıma sunar (Şekil 12). Mark V’in dalış elbisesi ve satıh ikmaline bağlanması sonucu dalışlar çok daha başarılı bir hale gelmişti.



Şekil 12. Mark V Üstten İkmalli Dalış Başlığı (Anonim, 2013f).

1933 yılında ilk sportif dalış kulübü Kaliforniya’da kuruldu. Bunu bir yıl sonra Paris’te kurulan amatör dalış kulübü Club Des Sous-1’de izledi.

1935 yılında dünyanın ilk SCUBA kulübü olan “Club Of Divers And Underwater Life” Le Prieur tarafından Fransa donanması’nda kurulacaktı.

1938 yılında Edger End ve Max Nohl isimli dalgıçlar Amerika’da Milwaukee Hastanesi’nde bulunan basınç odasında 30 metre derinlikte 27 saat kalarak ilk saturasyon dalışını yapmışlar ve 5 saatlik dekompresyon sonrasında Max Nohl’da dekompresyon hastalığı gelişmiştir.

1954 yılında Türkiye’de Caddebostan Balıkadamlar Kulübü kuruldu.

1959 yılında ilk ulusal anlamda organize olmuş olan scuba kurs sistemi ve sertifikasyonu YMCA tarafından başlatıldı.

1960 yılında SCUBA dalışlarında kaza sayıları hızla artmaya başlayınca Amerika’da bulunan eğitimciler bir araya gelerek yeni bir standart altında eğitim verebilmek amacıyla NAUI’yi kurdular.

1980 yılında Duke Üniversitesi, daha sonra dünya çapında yaygınlaşacak olan DAN’ı (Diver’s Alert Network) kurdu.

1983 yılında ilk sportif dalış amaçlı dalış bilgisayarı olan “OrcaEdge” piyasaya sürüldü.

1990 yılında Türkiye Su altı Sporları Cankurtarma ve Paletli Yüzme Federasyonu Yönetmeliği, 15 Ağustosta Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girdi.

Su altının tarihi incelendiğinde teknolojik alandaki gelişmelerin su altında kullanılan ekipmanlar ve kullanılan sistemlerin de giderek gelişeceğini açıklamakta olduğu görülmektedir.

1.2. Dalış Esnasında Kullanılan Ekipmanlar

Günümüzde sportif amaçlı ve avcılıkta kullanılan dalış ekipmanları ve kısaca kullanım amaçları:

Dünya üzerinde sportif ve avcılıkta SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus) diye bilinen sistem kullanılmaktadır. Bu sistemi oluşturan öğeleri aşağıda inceleyeceğiz:

SCUBA dalışı aletli dalış anlamına gelmektedir ve bu dalışta kullanılan çeşitli ekipmanlar bulunmaktadır. Bunlar:

1.2.1. Palet

Genel olarak amacı su altında ve üzerinde ilerlememizi sağlar ve bu ekipmanın açık palet ve kapalı palet olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır.

1.2.1.1. Açık palet

Neopren patik ile giyilmesi zorunlu olan bu palet genel itibari ile derin dalışlarda kullanılmaktadır (Şekil 13).



Şekil 13. Açık Palet (Anonim, 2013g).

1.2.1.2. Kapalı palet

Çıplak ayak veya neopren çorap ile giyilebilen açık palete oranla mukameveti daha düşük olan bir palet türüdür (Şekil 14).



Şekil 14. Kapalı Palet (Anonim, 2013h).

1.2.2. Maske

Genel olarak amacı gözümüz ile su arasında bir hava boşluğu oluşturarak su altında görmemizi sağlar (Şekil 15).



Şekil 15. Maske (Anonim, 2013i).

1.2.3. Şnorkel (soluma borusu)

Dalgıcın sathıa yakın yüzer iken yüzeyden kesintisiz olarak hava alış verişini sağlayan dalış ekipmanıdır. Bu ekipmanın ebatları sağlık kuralları gereği boyutlandırılması standartlar ile belirlenmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Şnorkel (Anonim, 2013j).

1.2.4. Neopren Dalış Kıyafeti

Genel olarak amacı dalgıcın vücut ısısını sabit olarak tutmak ve dalıcıyı dış ortamdaki zararlardan korumaktır. Bu kıyafetin günümüzde üç değişik modeli bulunmaktadır. Bunlar (Şekil 17).



Şekil 17. Islak tip neopren dalış kıyafeti (Anonim, 2013k).

- Islak tip neopren dalış elbiseleri
- Yarı kuru tipneopren dalış elbiseleri
- Kuru tip Dalış elbiseleri

1.2.5. B.C. (Buoyancy Compensator)

Denge yeleği olarak da tanımlayabileceğimiz bu ekipmanın genel amacı nötr yüzerliliği ayarlayarak dalgıcı su altında stabil halde tutmaktır (Şekil 18).



Şekil 18. B.C. (Anonim, 2013l).

1.2.6. Regülator

Dalgıcın tüpündeki yüksek basınçlı havayı solunabilecek basınca getirerek dalgıcın konforlu ve stabil olarak nefes alış verişini sağlayan cihazdır (Şekil 19).



Şekil 19. Regülatör (Anonim, 2013m).

1.2.7. Dalış ağırlıkları

Genel amacı dalgıcın pozitif yüzerliliğini nötr hale getirmek için dalıcıya negatif yüzerlilik sağlamaktır. Piyasada genel olarak 1-2 kg'lık kurşun ağırlık şeklinde bulunabilir (Şekil 20).



Şekil 20. Kurşun Ağırlık (Anonim, 2013n).

1.2.8. Dalış tüpleri

Genel amacı, dalıcının ihtiyacı olan havayı yüksek basınç altında depolamaktır. Dalıştan önce kompresör yardımı ile normal hava kurutulup temizlenerek tüpe basınçlı olarak depolanır ve dalıcı tüpe depolanan normal havayı solur. Yaygın olarak kullanılan tüpler iki çeşittir: Alüminyum Tüpler ve Çelik Tüpler (Şekil 21).



Şekil 21. Dalış Tüpleri (Anonim, 2013o).

1.2.9. Dalış bilgisayarı

Genel amacı, dalıcının dalış esnasındaki dalışını (zamana bağlı olarak derinliğini) hesaplayarak dalıcının dalış profilini düzenlemektir (Şekil).



Şekil 22. Dalış Bilgisayarı (Anonim, 2013p).

1.2.10. Yardımcı Dalış Malzemeleri:

- *Dalış Bıçağı
- *Dalış Feneri
- *Dalış Şamandırası
- *Shaker
- *Pusulâ
- *Yazı Tahtası
- *Akıntı Çubuğu
- *Body line

1.3. Basınç

1.3.1. Basıncın tanımı

Birim alana etki-eden kuvvet ya da ağırlığa **basınç** adı verilir. İnsan normal şartlarda vücuduna etkiyen basınç kuvvetini hissetmese dahi havanın bir ağırlığı vardır ve bu etkiyen basınç kuvvetini ilk olarak tanımlayan kişi, Rönesans dönemi bilim adamı Galileo'dir. Daha sonra ise İtalyan matematikçi Evangelista Torricelli bu fikri geliştirerek "eğer atmosfer, altında yaşayan tüm canlıları

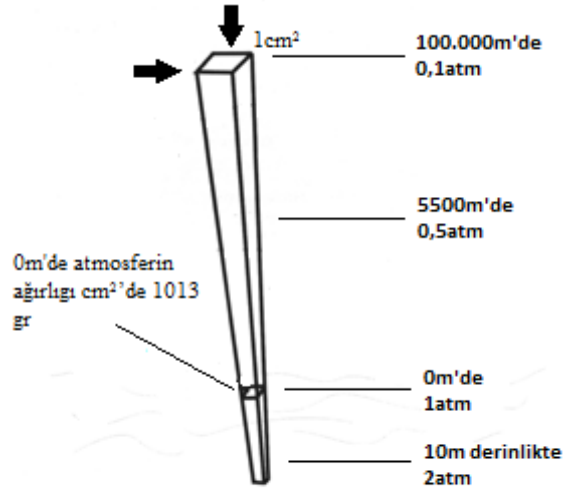
kuşatıyorsa, bu canlılar devamlı bir basınç altındadır" sonucuna varmıştır. Çalışmalarında cıva dolu bir kaba, bir ucu açık ve içinde cıva olan bir tüpü yerleştiren Torricelli, atmosfer basıncının etkisiyle tüp içindeki cıvanın 76 cm yükseklikte sabit kaldığını gözlemlemiştir (760 mmHg). Torricelli deney neticesinde havanın sadece bir ağırlığının değil, aynı zamanda ölçülebilir bir ağırlığının olduğunu da kanıtlanmıştır. Daha sonraları Fransız bilim adamı olan Blaise Pascal ise yaptığı deneylerde, atmosfer tarafından uygulanan basıncın, 10 m (33 feet) derinlikte deniz suyunun uyguladığı basınca eşit olduğunu tespit etmiştir. Birim alana etki eden kuvvet olan basıncın matematiksel formülü ise:

$P = F/S$ (P: Basınç, F: Kuvvet, S: Alan' dır) şeklindedir.

Değişik ölçüm sistemlerinde basınç birimleri farklı şekillerde ifade edilebilir. Örneğin metrik sistem kullanılıyor ise, atmosfer, deniz seviyesinde 1 cm²'ye 1 kg'lık bir ağırlık uyguluyordur ki, bu 1 atmosfer (atm) olarak adlandırılır. Diğer yandan, yine atmosferin deniz seviyesinde 1 inch²'ye 1 pound'luk bir ağırlık uyguladığını söyleyebiliriz. Böyle bir durumda ise basınç birimini pound per square inch (psi) olarak isimlendiririz ya da yukarıda bahsedilen Torricelli'nin deneyine bağlı olarak deniz seviyesindeki atmosfer basıncı 760 mmHg olarak ifade edilebilir. Bu değişik basınç birimlerinin dönüşümleri:

1 atm = 14.7 psi = 760 mmHg şeklinde düzenlenebilir.

Basınç, çoğunlukla santimetrekareye etki eden kilogram cinsinden kuvvet (kg/cm²) olarak ifade edilir ve kısaca "bar" ya da "atm" olarak tanımlanır. Dikey durumda bir sütunun taban yüzeyine etkiyen basınç, sütunun yapıldığı malzeme ve sütunun yüksekliğine bağlıdır. Dünya yüzeyinde herhangi bir noktaya etkiyen atmosferik basınç da, atmosferin en üst katmanından deniz yüzeyine kadar inen içi hava dolu bir sütunun içinde bulunan havanın ağırlığına eşit olacaktır (Şekil 23).



Şekil 23. Atmosferik ve Hidrostatik Basınç.

Su altının fiziksel ortamı; karadaki fiziksel ortamından, basınç, ısı ışık, ses gibi fiziksel parametrelerin değişiklik göstermesiyle ayrılır. Basınç, su altında karasal ortama kıyasla en çok değişiklik gösteren birimdir. Su altındaki yaşam, karasal ortama kıyasla yüksek basınç ortamında (hiperbarik) yaşam olarak da değerlendirilebilir.

Su, havaya nazaran birim hacimce çok daha yoğundur ve bunun neticesi ağırdır. Atmosferik basıncının ifadesinde kullandığımız sütunun içinin su ile dolu olduğu düşünülecek olursa, kuşkusuz ağırlığı da artacaktır. Suyun havaya oranla daha yoğun ve neticesinde daha ağır oluşundan dolayı, atmosferik basıncın oluşumunda yer alan hava sütununa oranla su sütunu, oldukça kısa bir mesafede hava sütunuyla aynı oranda basınca ulaşır. 10 metrelik su sütununun tabanına etkileyen basınç, atmosferik katmanın oluşturduğu sütunun tabanına etkileyen basınca denktir.

Suyun sebep olduğu basınca hidrostatik basınç (su basıncı) denir. Hidrostatik basınç; her 10 metrelik deniz suyu sütununun her 1 cm^2 'ye yapmış olduğu yaklaşık 1 atm'lik (1 kg/cm^2) basınç olarak tanımlanır.

Sıvılar, üzerlerine etkileyen gaz ya da sıvı basıncını her yöne aynı oranda ilettiklerinden dolayı, derinlik artışına bağlı olarak, su içerisindeki basınçta da derinlik ile doğru orantılı olarak artış veya azalış gözlenir. Her 10 metrelik su

sütunu, kendi üzerine etkiyen basıncı ve kendisinin sahip olduğu basıncı bir alt sütuna doğru iletir. Su yüzeyindeki atmosferik basınç, sıvıların basıncı iletmeleri dolayısıyla su ortamına etkir. Buna bağlı olarak; 10 metre derinlikte basınç, sadece hidrostatik basınç değil, aynı zamanda atmosferik basıncın da etkisindedir. Su altına özel bu durum, farklı bir basınç birimi kullanılarak ifade edilir. Buna göre atmosferik basınç ve hidrostatik basıncın toplamı “Mutlak Basınç”ı verir. Su ortamının üzerinde atmosfer ortamı bulunduğu sürece, su altındaki basınç, “Mutlak Basınç” (Mutlak Basınç=Atmosferik Basınç + Hidrostatik Basınç) olarak hesaplanmalıdır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Su altında basınç.

Derinlik (m)	Atmosferik Basınç (atm)	Hidrostatik Basınç (ata)	Mutlak Basınç (ata)
0	1	0	1
10	1	1	2
20	1	2	3
30	1	3	4

Derinlik artışı ile doğru orantılı olarak basınç da giderek artar. Fakat mutlak basınç, artan derinliğe paralel olarak lineer bir artış göstermez. İlk 10 metrede mutlak basınç 2 kat artarken, 10 ila 20 metre aralığında bu oran 1/3’e düşer. Kısacası basınçtaki artış doğrusal (lineer) değildir. Bu özel durum, özellikle sığ sularda (ilk 10 metrede) yüksek oranda basınç değişimi olduğunun da bir göstergesidir. İşte bu özel durum dolayısıyla sığ sulardaki kontrolsüz ve/veya hızlı çıkışın neden olduğu basınç değişimi, dalıcının vücudunda bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilir.

İnsan vücudu, yapısı gereği üzerine etkiyen basıncı iletir. Vücudumuzun yaklaşık olarak %65’inin sıvılardan oluşması, bizlerin basınca rahatlıkla mukavemet etmemizi sağlar. Geriye kalan vücut dokuları ise (kemik, kas, hücre içi vb.) teorik olarak sıkıştırılmaz kabul edilir. İnsan vücudu, üzerine etkiyen basıncı ancak sahip olduğu hava boşlukları aracılığıyla hissedebilir. Teorik olarak doğru teknik ve kaliteli ekipman kullanıldığı sürece vücudumuz sınırsız

basıncı kaldırabilir. Fakat yüksek basıncın kısmen de olsa sıvıları sıkıştırdığı da bilinen bir gerçektir.

Vücudumuzda meydana gelen ani sıkışmalar dokularda ağrılara ve hasarlara sebep olabilir. Derinliği 180 m'den daha derin dalışların bir bölümünde, bu tip rahatsızlıklar gözlenmiş, iniş hızının yavaşlatılması bu tip ağrıların azalmasını ve hatta ortadan kalkmasını sağlamıştır. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar, 121 ata basınca denk bir derinlik basınç etkisinin herhangi bir hastalık belirtisi olmaksızın uygulanabilirliğini göstermiştir.

Tuzlu su $1,02517 \text{ kg/m}^3$ ve tatlı su $1,0069 \text{ kg/m}^3$ ağırlığındadır. Tuzlu suyun daha ağır olması, içindeki çözülmüş madde miktarına bağlıdır. Tuzlu suyun bu özelliği dolayısıyla, tuzlu su ortamındaki hidrostatik basınç, tatlı su ortamındakine oranla daha yüksek olacaktır. Tuzlu suda, 1 bar basınç 10,078 m'lik su sütunu tarafından oluşturulurken, tatlı suda bu değer 10,336 m olarak elde edilmektedir. İki değer arasındaki fark metre biriminden oldukça küçükte olsa, derinlik artışıyla meydana gelecek basınç değişimini ve buna bağlı olarak yapılan hesapları etkileyecektir.

1.3.2. Sıvılar ile basıncın ilişkisi

Sıvıların, genel kaide olarak hangi amaçla olursa olsun sıkıştırılmayacağından ancak kısmen de olsa sıkıştırılabildiğinden daha önce bahsedilmiştir. Bu nedenle su yüzeyine dışarıdan uygulanan bir basınç, suyun içinde her yöne doğru eşit şekilde nakledilir (hidrolik sistemler, yağlı kriko kaldırma sistemleri vs gibi). Bu olaya hidrolik kaldırma ya da Pascal Prensibi adı verilir. Vücut dokularının tamamının büyük bir bölümü sudan oluştuğu için, dalıcıya uygulanan basınç bütün dokulara doğrudan doğruya ve eşit olarak dağılır. Sıvıların sıkıştırılmama özellikleri sayesinde, insan vücudu çok büyük derinliklerde basınca dayanabilse de, aynı özelliği vücudumuzun içindeki hava boşlukları için söylemek mümkün değildir. Normal şartlarda akciğerlerimiz, orta kulak ve sinüs boşluklarımız basınç değişikliklerinden etkilenirler; fakat oluşabilecek problemler doğru teknikler kullanılarak ortadan kaldırılabilir.

1.3.2.1. Boyle Kanunu

17. yüzyılda yaşamış İngiliz kökenli İrlanda'lı bir kimyacı ve felsefeci olan Robert Boyle, basınç değişimleri ile ilgili deneyler yapan Torricelli'den çok etkilenmiştir. Çalışmalarında uyguladığı ünlü deneyini tek ucu kapalı, diğer ucu açık "U" şekilli bir cam tüple yapmıştır. Bu tüpün içine her iki kol da eşit seviyeye gelene kadar civa boşaltmış ve daha sonra açık uçtaki basıncı arttırdığında kapalı uçta kalan havanın hacminin azaldığını gözlemiştir. Gerçi Torricelli yaptığı çalışmalarla deniz seviyesindeki bu değişimi daha önce bulmuş, 76 cm cıvanın ağırlığı ile kapalı uçtaki hacmin yarıya inebileceğini belirtmiştir. Boyle ise, yaptığı deneyle sıcaklığın sabit olduğu koşullarda, gaz hacmi ile mutlak basıncın ters orantılı olduğunu göstermiştir. Yani basınç artarsa, karşılıklı olarak gaz hacmi de azalır. Bu nedenden dolayı, bahsedilen ilişki çok basit matematiksel bir ifade ile aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Boyle Kanunu.

$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$	
P_1	: İlk basınç
P_2	: Son basınç
V_1	: İlk hacim
V_2	: Son hacim

Sıvıların aksine, kuvvet uygulandığında gazlar kolayca sıkıştırılabilen maddelerdir. Bu nedenle üzerlerine uygulanan basınç kuvveti arttırıldıkça, gaz hacim olarak azalacaktır; fakat içindeki molekül miktarında değişme olmaz, sıkıştırılan moleküller sadece daha dar bir alanda hareket etmek zorunda bırakılır.

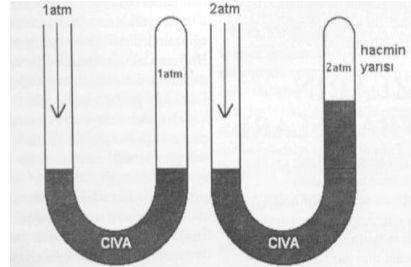
SCUBA dalışı ile ilgilenen dalgıçlar tarafından Boyle gaz kanununun çok iyi bilinmesi gereklidir. Boyle gaz kanunu ve su altındaki etkileri özellikle fizyolojik problemlerin oluşumundaki mekanik etkenlerin anlaşılabilmesinde önemli rol oynar. Bu kanun sayesinde, vücutta bulunan hava boşluklarındaki

sıkışmalar (baro travmalar), hızlı çıkış sırasında akciğerlerin aşırı genişmesi ve gaz kabarcıklarının oluşumu ve nedenleri açıklanabilir; bununla birlikte dalıcının hava kaynağının (dalıcının tüpü) ne kadar yeteceği hesaplanarak dalış profili oluşturulur.

10 m derinliğe inildiğinde, içi hava dolu esnek bir kabı etkileyecek basınç 2 atm olacaktır (1 atm yüzey basıncı + 1 atm su basıncı= 2atm). Böylelikle esnek kabın içindeki havanın hacmi de yansı kadar (1/2) olur. Aynı kabı 20 m'ye indirdiğimizde içindeki havanın hacminin 1/3'ü ve 30 metreye indirdiğimizde 1/4'ü kadar olduğunu görürüz. Bu olayları basit olarak Boyle Kanunu'nu ile formüle ettiğimizde:

$$P \times V = K \quad (1.1)$$

P: Mutlak basınç V: Hacim K: Sabit olur (Şekil 24).



Şekil 24. Sabit sıcaklık basınç deneyi.

Eğer hacim (V) 1 ise, basınç (P) da 1 atm'dir. Hacim 1/2 olduğunda basınç 2 atm olacaktır. Yani basınç ile hacim arasında ters orantı söz konusudur. Formül farklı derinlikler yani basınçlar için tekrar tekrar kullanılabilir:

$$P_1 \times V_1 = K = P_2 \times V_2 \quad (1.2)$$

P1: İlk basınç V1: İlk hacim P2: İkinci basınç V2: İkinci hacim olacaktır.

Örneğin "yüzeyde 12 lt ile doldurulmuş bir balonu 20 m derinliğe indirdiğimizde, içindeki havanın hacmi ne olur ?" sorusuna yanıt verebilmek için, verileri denklemde yerine koyduğumuzda:

$$P_1=1 \text{ atm} \quad V_1=12 \text{ lt}$$

$$P_2=3 \text{ atm} \quad V_2= ? \text{ lt}$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \Rightarrow 1 \times 12 = 3 \times V_2 \rightarrow V_2 = 4 \text{ lt} \quad (1.3)$$

Boyle Kanunu içerisinde basınç-hacim arasındaki bağlantıya bakıldığında en tehlikeli ve en büyük değişim 0-10 m arasında gözlenmektedir. Çünkü deniz seviyesinde basınç değeri 1 atm iken 10 m derinliğe inildiğinde basınç 2 atm'ye ulaşır ki, bu artış %100 oranında olmaktadır. Basınç değişimi başka hiçbir derinlikte %100 oranında bir artış ile ortaya çıkmaz. Kısacası dalgıcın vücudu üzerine 0-10 m arasında uygulanan basınç 2 kat olmaktadır.

Basıncıdaki artış ve azalış, yoğunlukta da değişmeye neden olmaktadır. Çünkü azalan hacim sebebi ile gaz moleküllerinin miktarında bir değişiklik olmayacak fakat gaz moleküllerinin bulunduğu alan küçüleceği için moleküller arasındaki boşluk azalacağından ötürü yoğunluk ve sıcaklığın artışına sebep olacaktır. Normal şartlarda, yüzeyde soluduğumuz havanın yoğunluğunu 1 olarak kabul edersek, Boyle Kanunu'na göre 10 m derinliğe indiğimizde basınç 2 atm olacak, hacim yarıya düşecek, havanın yoğunluğu ise 2 katına çıkacaktır. Aynı şekilde, 20 m'ye indiğimizde yoğunluğun 3 katına ve 30 m'ye indiğimizde ise 4 katına çıktığını görürüz.

Basınç - hacim arasındaki ters orantı nedeniyle vücudumuzda bulunan hava boşlukları (sinüsler, orta kulak, akciğerler gibi) basınç-hacim arasındaki bu değişimden büyük oranda etkilenmektedir.

Basıncı havanın solunmadığı serbest dalış yönteminde ise durum tamamen farklıdır. Akciğerlerimiz, esneme kabiliyetine sahip bir balon gibidir. Serbest dalıcı; dalışa sırasında akciğerlerine depo ettiği hava ile aşağı doğru inmeye başladığında ve iniş eylemi devam ettiği sürece artan dış basıncın etkisiyle

doğru orantılı olarak akciğerleri sıkışacak ve hacimsel olarak küçülecektir. Serbest dalıcı, inişi bırakıp çıkışa geçtiği zaman ise oluşan basınç ortadan kalkacağı için basınç-hacim ilişkisine bağlı olarak daralan akciğerler tıpkı bir sünger gibi eski haline gelecektir. Bu durum řu şekilde bir örnekle açıklanabilir: Akciğerlerimiz bir balona benzer ve bu balonun hacmi 10 lt olarak kabul edilir ise; deniz seviyesinde basınç 1 atm iken balon 10 lt hava ile dolu olacaktır. Fakat bu balon suyun 10 m altında şişirilir ise basıncın 2 atm olması sebebi ile balonu doldurmak için 20 lt hava gerekecektir. Suyun 10 m altında şişirdiğimiz balon, deniz seviyesine (1 atm) çıkarılır ise balonun hacmi 2 kat genişleyecektir veya balon patlayacaktır. Çünkü ilk durumdaki hacim 2 kat artış gösterecektir. Donanımlı dalış yapan bir dalıcının su altında soluduğu havanın karadakinine oranla daha fazla olduğu düşünülür ise; dalıcı su altında her seferinde akciğerlerine daha fazla miktarda hava alacaktır. Eğer dalıcı derinde aldığı havayı bırakmayıp (dalıcı normal nefes alma frekansı) nefes tutarak çıkış eylemini gerçekleştirir ise dalıcının akciğerlerindeki hava miktarı normal kapasitenin üzerine çıkacağından dalıcının akciğerlerinde barotravmalar gerçekleşecektir. Bunun sonucunda ise akciğerlerde bulunan alveol keseciklerinin hasara uğraması ve tedavi edilmesi mümkün olmayan hastalıklar ortaya çıkabilecektir. Buraya kadar anlatılan bilgileri özetlersek; dalıcı dalış eylemine başladığı andan itibaren normal nefes alış – veriş frekansında bir değişim göstermeden nefes alıp vermeye devam etmelidir. Dalıcı, donanımlı dalış sırasında **nefesini kesinlikle tutmamalıdır**.

Kulak ve sinüs boşluklarımızı bardak gibi tek tarafı açık, fakat esneme kabiliyeti olmayan bir kaba benzetebiliriz. Basıncın artması, bu boşlukların içindeki havanın hacminin azalmasına neden olur. İç ve dış basınç arasında dengesizlik yaratan bu durum **sıkışma** olarak adlandırılır ve dengelenemediğinde problemlere neden olur. Dalıcıların daha ilk metrelerden itibaren kulaklarında ve sinüslerinde hissettiği sıkışma sorunu, bu boşluktaki hava hacmi dış ortamdaki ile eşdeğerde tutularak giderilir. Bu boşluklara hava gönderme işlemine **eşitileme** denilmektedir.

Dalış esnasında maske içindeki hava da sıkışacağından kısa aralıklarla burundan maskenin içine hava verilerek rahatsızlık veren bu durum ortadan kaldırılmaktadır.

Dalış esnasında kullandığımız dalış kıyafetlerinin temel materyali neopren denilen malzemeden yapılmıştır ve bu malzeme yapısı gereği içinde çok fazla miktarda hava kabarcıkları barındırmaktadır. Dalış esnasında basınç artacağı için artan basınca bağlı olarak neopren kıyafet bünyesinde bulunan hava kabarcıkları da sıkışacaktır. Bu sıkışmalar neticesinde dalıcının yüzerliliği negatif hale gelecektir. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için denge yeleği olarak adlandırılan BC'nin inflatör (şişirme butonu) düğmesinden hava basarak negatif yüzerlilik nötr hale getirilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, derinlik arttıkça BC'ye basılan havanın, derinlik azaldıkça boşaltılması gereklidir. Aksi takdirde, BC içerisindeki havanın hacmi, azalan basıncın etkisiyle artış göstererek dalıcının kontrolsüz şekilde su yüzeyine fırlamasına neden olacaktır. Bu durum çeşitli dekomprasyon hastalıklarının oluşmasına neden olabilecektir.

Boyle Kanunu'ndan faydalanılarak çıkarılabilecek diğer bir sonuç ise; hava kullanımı hesaplamaları ile ilgilidir.

Hava Kullanımı Hesaplamaları

Dalış faaliyetlerindeki en önemli faktör emniyet ve güvenlidir. Emniyetli dalışın en önemli faktörleri ise, dalış kurallarının iyi şekilde anlaşılabilmesi, kullanılacak olan uygun ekipmanın seçilmesi, dalış faaliyetine uygun bir dalış profilinin planlanmasıdır. SCUBA dalışını iki faktör sınırlandırmaktadır. Bunlardan birincisi dekomprasyonsuz dalış limitleri ve dalış tüpünün içindeki hava miktarıdır. Bu sebepten dolayı dalış esnasında kullanılan tüpün içindeki bulunan hava miktarı dalış profilinin oluşturulmasında temel faktörü belirler. Yapılacak olan dalışın maksimum derinlik limitlerinde geçirecek süreler ise dalıcının hava tüketiminin hesaplanmasına yardımcı olur.

Dalıştan önce yapılması gereken planlamanın işlevsel olabilmesini sağlamak için sadece ortam şartlarını değerlendirmek yetmez, ayrıca dalışın derinliği ile cinsine bağlı olarak limitler ve kullanılacak malzemenin uygunluğu da dikkate alınmalıdır. Dalış tüplerinin uygunluğu; önemli genel özelliklerinin yanı sıra,

planlanan dalışa yetebilecek hava miktarını içerisinde barındırması ile saptanabilir.

1.3.2.2. Charles Kanunu

Charles kanununa göre hacim; sabit basınç altında, sıcaklıkla doğru orantılıdır. Yüksek ısı, moleküller arası boşluğu arttıracığından birim hacimde belirli sayıdaki molekül, eğer hacim kapalı (genleşmeyen) yapıda ise çeperlere doğru hareketlenip iç basıncı arttıracak; eğer gazın içinde bulunduğu kap genleşebilir özellikte ise, birim hacmi azaltacaktır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Charles Kanunu.

$V_1/V_2 = T_1/T_2$
V_1 : Başlangıç hacmi
V_2 : Son hacim
T_1 : Başlangıç sıcaklığı
T_2 : Son sıcaklık

1.3.2.3. Dalton Kanunu

Kuru havanın kompozisyonu incelendiğinde %79,03 oranında nitrojen, %20,92 oranında oksijen ve %004 oranında karbon dioksit içerir. Hava karışımındaki diğer gazlar ise oldukça düşük oranlarda bulduklarından genel hesaplamalarda yok sayılır. Toplam gaz basıncının değiştiği durumlarda karışım içindeki gaz oranlarında bir değişim söz konusu olmaz. Ancak toplam gaz basıncı azaldığından, bu gazların her birinin kısmi basınçları da azalır. Karışım içinde bulunan her bir gazın basıncı; karışım içindeki oranı ile toplam gaz basıncının çarpılması sonucunda bulunur.

Bu kanununa göre gaz karışımının basıncı, içinde bulunan her bir gazın kısmi basınçlarının toplamına eşittir. Yüzey havasında, oksijen kısmi basıncı (p_{O_2}) = 760 mmHg x 20,92 = 160 mmHg'dir. 10 m derinliğe inildiğinde oksijen (O_2) yüzdesi yine 20,92 olur. Ancak oksijen kısmi basıncı (p_{O_2}), genel basınç artışına paralel olarak artar.

10 m derinlikte O₂ kısmi basıncı ($p_{O_2} = 1520 \text{ mmHg} \times 20,92$) 320 mmHg'ye yükselir. Yükselen bu kısmi basınç değerleri, kan ve dokulara gaz emiliminde ve vücutta bulunan gazların geri atımında önemli bir faktördür. Soluduğumuz havada bulunan gazlar, kısmi basınçları oranında bütün dokularımızda sature (doygun) halde bulunur. Vücudumuz dokularında üretim ya da tüketim sonucunda artış ya da azalış gösteren gazların kısmi basınçlarıyla, nefes alış-verişini gerçekleştirdiğimiz havadaki gazları kısmi basınçları arasında eğer basınç farkı oluşmuş ise, vücut dokuları ile solunum gazı arasında gaz alış-verişi (**difüzyon**) meydana gelir. Gazların kısmi basınçları ve buna bağlı olarak difüzyon yoluyla doku ile kan arasında meydana gelen geçişleri, dekompresyon hastalığının oluşum diyagramının anlaşılması açısından önemli bir faktördür.

1.3.2.4. Henry Kanunu

Henry kanununa göre gazların sıvılardaki çözünürlüğü basınçla doğru, sıcaklıkta ters orantılıdır. Herhangi bir sıcaklıkta sıvı içerisinde eriyen gaz miktarı, o gazın kısmi basıncı ile doğru orantılıdır. Vücudumuz dokuları tarafından gazın absorbesinde (emilimi) dalış derinliği, dalış derinliğine bağlı olarak da dip zamanı ile dalıcının vücut kondisyonu önemli bir faktördür. Bir sıvının içinde kimyasal reaksiyona girmeden çözülmüş olan gazın miktarı, o sıvıya etkiyen gazın kısmi basıncı ile doğru orantılı olarak değişir.

Akciğerlerimiz yoluyla nefes alış-verişi sırasında aldığımız gazlar kanımıza karışır. Bu işlem neticesinde akciğerlerimiz ile aldığımız O₂ kan dolaşımı ile dokularımıza iletilir ve kanımız tekrar akciğerlere geldiğinde O₂'ce fakirleşir. Akciğerimiz içerisinde bulunan alveol keseciklerine kadar ulaşan O₂ difüzyon yolu ile dolaşıma dahil olmaktadır.

Soluduğumuz havanın kompozisyonuna baktığımızda havanın büyük bir bölümünü oluşturan Nitrojen (N₂) için durum daha farklıdır. N₂ yapısı gereği atıl (inert) bir gaz olma özelliğine sahiptir; vücudumuzda metabolik faaliyetlere dahil olmaz. Hava kompozisyonunda %78 gibi bir orana sahip olan bu gaz vücudumuza alınır fakat absorbe edilmez ve vücudumuzdan solunum yolu ile geri atılır. N₂ gazının diğer bir özelliği ise sıvılar içerisinde diğer gazlara oranla çözünme hızının daha düşük olmasıdır. N₂ gazı metabolik faaliyetlerde kullanılmadığı için vücut dokularımızda satüre haldedir.

Henry kanunu da dekompresyon hastalığının fiziksel olarak oluşumunu açıklayan bir kanundur. Bilindiği gibi basınç faktörü kara ve su ortamında değişebilir; dolayısıyla sabit basınç için geçerli olan fiziksel mekanizma su altında değişime uğrar. Dalgıç dalışa başladığı andan itibaren solunan havanın içinde bulunan gazların kısmi basınçları artacağı için vücudumuza aldığımız havanın dokular tarafından absorpsiyon oranı da artar; sonuçta basıncın etkisiyle dokularda doygun bulunan N₂ gazı aşırı doygun (supersature) hale gelir.

Dekompresyon hastalığının sebebi N₂ gazının dolaşım yolu ile dokularda ve vücut sıvılarında aşırı doygun hale gelerek vücudumuzda mekanik olarak problemlere neden olmasıdır. Karasal ortamda da insanların dekompresyon hastalığı yaşama olasılığı bulunmaktadır. Bulduğumuz ortamdan pozitif olarak irtifamızı arttırdığımızda; vücudumuza etkileyen basınç kuvveti azalacağından, 1 atm basınç altında dokularımızda bulunan sature haldeki N₂ gazının üzerindeki basınç kuvveti de azalacağından vücudumuzdaki sature haldeki N₂ gazı supersature hale geçebilir. Dokulardaki N₂ gazının supersature hale geçmesi durumunda, N₂ dokularda belirli limitlerin üzerine çıktığı takdirde “**Dağ Hastalığı**” denilen problemle karşılaşılabilir.

Denizel ortamda; N₂ gazının supersature hale geçerek dokularda kritik seviyenin üzerine çıkıp vücut dokularında hasara yol açma ihtimali karasal ortama göre daha fazladır; çünkü denizel ortamdaki basınç kuvveti karasal ortama oranla daha fazla olduğu için N₂ dokularda daha yoğun olarak çözünür. Denizel ortamda N₂ gazı dokularda supersature hale gelmiş ise dalışın gerektirdiği kurallara göre dalış sonlandırılmalıdır. Bu tür durumlarda kural ihlalleri var ise dalışı gerçekleştiren dalıcı acilen hiper barik basınç tedavisine alınmalıdır).

1.4. Atmosferi Oluşturan Gazlar ve Genel Özellikleri

Bilindiği üzere maddenin üç hali bulunmaktadır; katı hali, sıvı hali ve gaz hali. Maddenin bu üç halinden sıkıştırılma kuvvetine en az mukavemet gösteren hali gaz halidir ve gazlar doğada tek başlarına bulunmak yerine daha ziyade başka gazlarla karışım halindedir. Bu duruma solunan hava örnek olarak verilebilir.

Spesifik olmayan sportif dalışlarda kullanılan gaz karışımı havadır. Normal hesaplamalarda çok az miktardaki gazlar dikkate alınmadığından, hava karışımı içinde %79 nitrojen ve %21 oksijen olduğu, kabul edilir. Spesifik dalışlarda (derin dalışlar, askeri, bilimsel ve ticari dalışlar) yapılacak olan dalışın menşesine göre kullanılacak gaz çeşidi miktarı değişkenlik göstermektedir. Yapılacak olan dalışa göre kullanılan hava kompozisyonunda bulunan gazların oranları değiştirilebilir. Havanın içine farklı gazlar eklenebilir veya çıkarılabilir. Spesifik olarak nitelendirilen dalışlarda özel gaz karışımları kullanılmaktadır. Bu karışımlarda kullandığımız gazlar ve özellikleri aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

1.4.1. Oksijen (O₂)

İnsan vücudundaki bütün doku ve hücrelerin metabolik faaliyetlerinde O₂ kullanılmaktadır. Bu metabolik faaliyetlerin başında, hücrelerin O₂'i yaşamsal faaliyetlerini devam ettirmede kullanması gerekir. Ancak, saf oksijen solumanın solunum ve merkezi sinir sistemine zararı vardır; çünkü saf oksijen zehirlenme etkisine sahiptir.

Yeryüzündeki havanın kompozisyonu incelendiği zaman O₂, atmosferde en yoğun olarak bulunan gazlardan bir tanesidir ve diğer gazlara oranla daha aktif bir yapıya sahip elementtir. Bu sebepten dolayı pek çok farklı element ile farklı bileşikler oluşturabilmektedir. Kimyasal sembolü O₂ olan oksijenin en fazla bulunan gazlardan biri olmasının nedeni denizel fitoplanktondur. Çok küçük bir yaşam formu olan fitoplankton, tüm dünyadaki okyanus ve denizlerde sınırlı bir ışık ile gelişimini sürdürür. Gezegenimizde bulunan toplam oksijen miktarının %85'inden fazlası fitoplankton tarafından üretilmektedir. Bu yüzden fitoplankton hayatın var olmasını sağlayan önemli canlılardandır.

1.4.2. Nitrojen (N₂)

Havanın kompozisyonuna baktığımızda %78,084 oranı ile nitrojen (azot) gazı atmosferde en fazla bulunan gaz olarak karşımıza çıkar. Kimyasal sembolü N₂ olan ve serbest formda çift molekül olarak düzenlenen N₂, solunduğunda asal

gazların özelliğini göstererek insan vücudunda normal şartlarda metabolik faaliyetlerde bulunmaz, sadece oksijenin taşınmasında ve seyreltilmesinde rol oynamaktadır. Normal şartlar altında vücudumuzda sature halde bulunan nitrojen gazı su altında artan basınç ile birlikte daha fazla absorbe edilerek supersature hale gelir ve vücutta bazı problemlerin oluşmasına yol açar. Supersature hale gelen nitrojen gazı su altında insan vücudunda merkezi sinir sistemini etkileyerek narkotik ve sakinleştirici bir reaksiyon göstererek nitrojen (azot) narkozuna sebep olmaktadır. Derin dalışlarda ise yüksek basınç etkisiyle N₂ gazının oluşturduğu diğer bir sorun ise molekül ağırlığının fazla olması nedeniyle solunum direncini arttırarak dalıcının solunum frekansının bozulmasına neden olmaktadır.

1.4.3. Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit normal şartlarda atmosferde renksiz, kokusuz, tatsız bir gaz olarak bulunur ve kimyasal simgesi CO₂'dir. CO₂'in ortamdaki oranı miktar olarak artış gösterdiğinde asit tadı vermektedir. Hava kompozisyonuna bakıldığında %0,033'lük gibi küçük bir oranda olan karbondioksit, diğer birleşiklere oranla daha aktiftir; bu özeliğinin yanısıra deniz suyunda çok iyi çözünür. Karbondioksitin bu özelliğinden dolayı havaya oranla deniz suyunda miktar olarak daha fazla bulunmaktadır. Karbondioksit bileşiğinin ana kaynağını solunum yapan hayvanlarla insanlar oluşturur; çünkü karbondioksit canlıların atıl ürünüdür; insanlar ve hayvanlar solunum esnasında aldığı oksijenin bir bölümünü kullanarak ortalama olarak kullandığı miktar kadar atmosfere karbondioksit bırakır. Diğer taraftan fotosentez yapan bitkilerin atık ürünü ise oksijendir. Dalıcılar dalış tüpü içerisinde bulunan karbondioksit seviyesini kontrol etmelidirler. Çünkü solunumu kontrol eden beyindeki refleks solunum merkezi, kandaki karbondioksit seviyesine bağlı olarak işlevini yerine getirmektedir ve bu gazın ortamda fazla veya eksik olması fizyolojik problemlere neden olmaktadır.

1.4.4. Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit gazının temel özelliği kolaylıkla alev alabilmesidir. Bu gaz genel özellikleri bakımından renksiz ve kokusuz olup canlılar için zehir etkisi gösteren bir gaz olma özelliğini taşımaktadır. Karbonmonoksit gazı tamamen yanmamış hidrokarbon yağ kitlelerinden oluşur. Kimyasal simgesi CO olan bu gazın, solunum yapan tüm canlılar için aşırı zehirleyici özelliği vardır. Akaryakıtla çalışan motorların egzoz dumanının direk solunması sonucunda zehirlenme yapabileceği gibi, dalıcıların hava kaynağı olan dalış tüpünün içindeki gaz karışımına da girebilir. CO gazı için yukarıda bahsedilen teknik özelliklerinden dolayı dalış tüplerinin doldurulması sırasında kompresörün egzoz çıkışını kompresörün hava emiş sisteminden uzak tutulması gerekmektedir.

1.4.5. Helyum (He)

Helyum gazı doğada çok az bulunmaktadır. Kimyasal simgesi He'dir teknik olarak incelendiğinde en hafif gazlardan biridir ve kararlı bir elementtir. Bu kararlılığından dolayı klasik gaz molekölünü oluşturmak için kendisiyle bile bileşik yapmaz. Ticari, bilimsel ve askeri derin dalışlarda, nitrojenin aksine solunum gazı olarak kullanılabilir; çünkü derin dalışlarda nitrojen gibi insan vücudunda narkotik bir etkiye sebebiyet vermez. Bununla beraber teknik özelliğinin hafif olması sebebiyle derin dalış diye nitelendirdiğimiz dalışlarda soluma esnasında dalıcıya nefes alış – veriş sırasında mukavemet göstermeyerek dalıcının daha kolay nefes almasını sağlamaktadır. Doğada az bulunması sebebi devlet kontrolü altında satılmaktadır ve ekonomik olarak değerlendirildiğinde pahalı bir gaz olma özelliği taşımaktadır.

Helyum, kullanım esnasında birtakım dezavantajlara sahiptir. Öncelikle ısıyı çok iyi iletmesi nedeniyle dalıcıların solunumuyla çok hızlı bir şekilde ısı kaybederek üşümelerine neden olur. İkinci olarak moleköl ağırlılığının az olmasından dolayı sesin daha hızlı yol almasını sağlar. Bu nedenle dalıcılar helyum soluduktan sonra konuşmak isterlerse, garip bir ses (kurbağa vıraklaması gibi) çıkartırlar. Elektronik iletişim araçları, bu alışılmamış ses

hızını normale çevirerek bu sorunu ortadan kaldırılabilmektedir. Son olarak helyum kullanımındaki diğer bir problem de yüksek basınç nörolojik sendromudur. Derinlerde görülen bu sendromda; düzensiz kas titremeleri, baş dönmesi ve bulantı olur. Helyum-oksijen (helox) kullanımında, doğal olarak farklı dalış tablolarına ihtiyaç vardır. Bu gazın kullanıldığı karışımlar, sportif dalış aktivitelerinin dışında tutulmaktadır.

1.4.6. Hidrojen (H₂)

Atmosferimizde çok yoğun olarak bulunan ve simgesi H₂ olan bu gaz diğer elementlere göre daha hafif bir gaz olma özelliğine sahiptir. Bununla birlikte atmosferimizde yoğun olarak bulunması sebebi ile ticari ve askeri dalışlarda helyumun yerine kullanılabilmesi düşünülmektedir. Ayrıca derin dalışlarda yüksek basınçlarda helyum nedeniyle oluşan sendromun, hidrojen kullanımı ile önlenebileceği düşünülmektedir; fakat hidrojen aynı zamanda son derece patlayıcı özelliğe sahip bir elementtir. Ancak karışımda %4 oksijen bulunduğu takdirde bu tehlike önlenmektedir. Bu karışım oranı ise 30 m'den daha derin dalışlarda kullanılabilir. 30 m'den daha sığ dalışlarda, oksijenin düşük yüzdede olması hipoksi yaratabilir. Bu nedenle sığ derinliklerde, profesyonel dalıcıların kullandığı karışımın içeriğinin değiştirilmesi gerekmektedir.

1.4.7. Neon (Ne)

Neon gazı 8A gurubu elementlerin özelliklerine sahip bir soy gazdır ve elektriği iletirken yaydığı kırmızı-kızıl parlaklığı ile bilinir. Özellikle deneysel dalışlarda olmak şartıyla çok az kullanılmaktadır; fakat farklı gaz karışımlarının kullanıldığı dalışlarda helyum yerine kullanılacak olası bir gaz olduğu düşünülmektedir. Neon, helyumda olduğu gibi ses hızında değişikliğe ya da vücut ısısının hızlı kaybedilmesine neden olmaz; fakat He'a oranla daha ağır olması sebebiyle derin dalışlarda dalıcının nefes alış verişinde mukavemet göstermesi sebebiyle derin dalışlarda kullanımı tercih edilmemektedir.

1.5. Su Altında Isı Değişimleri

İnsanlarda vücut ısısı sabittir ve yaklaşık olarak 36.5°C'dir ve deniz suyu sıcaklığı bu sıcaklığın altında ise dalıcı veya yüzücünün su içerisinde bir süre sonra üşüme hissi duyması mümkündür. Bu tip ısı aktarımına ısıl iletim (kondüksiyon = temasla ısı aktarımı) adı verilir. Suyun temasla ısı iletimi özelliği, hava ortamındakinden çok daha hızlı ve yüksek oranda ısı transferine olanak sağlar (su ortamındaki ısı iletimi hava ortamına oranla yaklaşık 25 kat daha hızlı gerçekleşir). Dolayısıyla aynı sıcaklığa sahip olan hava ve su ortamından, hava ortamında bulunan kişi üşümezken, suda bulunan titrer hatta daha düşük sıcaklıklarda vücudu normal fonksiyonlarını yerine getiremez hale gelir (hipotermi).

Su altında ısıya bağlı problemler, vücut ısısının düşmesi şeklinde kendini gösterir. İnsan vücudunda titreme olayı vücut ısısının yaklaşık 1°C düşmesiyle başlar. Suya giren kişinin vücut yüzeyi ısısında hızlı bir düşüş gözlemlenebilir. Vücudun iç ısısındaki (core temperature) düşüş, yüzey ısısına oranla daha yavaştır. Birkaç fizyolojik mekanizma vücut içi ısısındaki düşüşün hızını yavaşlatır. Beyindeki ısı merkezi, yüzey bölgesindeki kan akışını azaltarak yüzeyden ısı kaybını azaltmaya çalışır. Kan vücutta daha çok hayati organlar (kalp ve beyin gibi) etrafında toplanır. Dolaşım mümkün olduğunca azaltılarak, metabolik faaliyet sonucu elde edilen enerji ile ısıtılan kanın sıcaklığının düşmemesi sağlanmaya çalışılır. Bu tip fizyolojik tepkiler belirli oranda ısı kaybını engellese de, özellikle kafa bölgesine doğru hareket eden kan akışında bir kısıtlama gerçekleşmez. Beyin, oksijen ihtiyacı yüksek olan hayati bir organdır; bu nedenle de beyin dokusuna kan akışında bir azalma söz konusu olamaz. Vücuttaki ısı kaybının %50'si, beyne hareket eden kanın yüzeye yakın olarak geçtiği boyun bölgesinde meydana gelmektedir (Beckman, 1963).

Dalış esnasındaki ısı kaybı; dalıcının su ile temasının yanı sıra solunum esnasında gerçekleşir. Normal hava (kuru hava) ile dalış yapan dalıcı vücut ısısının 1/4'ünü solunum esnasında kaybeder. Dalıcının su altında soluduğu hava kurutulmuş ve soğuk bir hava olması sebebi ile vücudumuzda akciğerlerimiz tarafından ısıtılmaya çalışılır. Bu sebepten dolayı dalıcının su

altında üşümesinin ve metabolik faaliyetlerinin aksamasının en önemli sebeplerinden birisi de budur. Kaza sonucu soğuk suya düşen kişi kısa bir süre sonra şiddetli kas krampları sonucu hareket edemez hale gelir; oldukça sık solumaya başlar ve birkaç metre dahi yüzecek gücü kalmaz.

Su ortamı hava ortamına oranla daha soğuktur. Okyanuslar su sıcaklığına bağlı olarak kış aylarında üç bölüme, yaz aylarında ise dört bölüme ayrılır. Kış aylarında, orta enlemlerde, 500 m derinliğe kadar deniz suyu sıcaklığı ortalama $+4^{\circ}\text{C}$ 'dir. 500-1200m arasında sıcaklık $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye düşer. Bu derinlikten sonra da sıcaklıkta büyük değişimler gözlenmez. Bahar ve yaz aylarında, güneş yüzey sularını ısıtır ve su yüzeyinde dördüncü bir katmanın oluşmasına sebep olur. Bu dönemde sıcaklık 15-20 m'de 25°C 'ye kadar yükselir ve 60-90 m'ye kadar sıcaklıkta ancak $5-6^{\circ}\text{C}$ 'lik bir değişim gözlenir.

2.MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez çalışmasının materyalini çoğunlukla literatür taraması, sualtı hekimleri, kurbağa balıkadam (askeri dalgıç), alaylı sanayii dalgıçları, okullu sanayidalgıçları (1. Sınıf sanayi dalgıçı), su ürünleri avcılığında çalışan dalgıçlar ile yapılan görüşmeler oluşturmaktadır. Tez yazımında Ülkemiz'de bulunan HBOT merkezlerinden elde edilen veriler, tablolar ve şekiller değerlendirilmiştir. HBOT merkezlerinin çalışma prensiplerini açıklamak amacıyla bir basınç odası şematize edilerek anlatılmıştır. HBOT merkezlerinde tedavi gören hastalara ait bulgular ve sonuçlar materyal olarak değerlendirilmiştir.

Yöntem olarak; Ülkemiz'de bulunan HBOT merkezleri ile birebir görüşülmüştür. HBOT merkezlerinde dalış hastalıkları ile ilgili olarak tedaviye gelen hastalar ve iyileşme oranları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan SCUBA dalış sistemi ve sanayii dalış sistemleri ile çalışanların hangi şartlarda çalıştığı ve standartlara uygun dalış faaliyetlerinde bulunup bulunmadıkları konusunda çalıştıkları sektörlerden bilgi alınarak tespitlerde bulunulmuştur.

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1 Dalış Hastalıkları

3.1.1. Hiperventilasyon

Dokularımız bünyesinde bulunan karbon dioksit tansiyonunu normal seviyesinde tutabilmek için gereğinden fazla soluk alınması durumudur. Dalış esnasında dalgıçların çoğu hiperventilasyon rahatsızlığının farkına varamaz veya bu olayı çok fazla dikkate almaz. Dalış faaliyetine ilk başlayan kişiler ortama ve kullanılan ekipmana yabancı olmaları sebebi ile genellikle heyecan, korku ve endişe nedeniyle hiperventilasyon yaparlar. Hiperventilasyonun vücuttaki oksijen seviyesi üzerinde etkisi azdır; ancak dokulardaki karbon dioksit kısmi basıncında önemli değişimlere sebep olabilir. Dalış esnasında hiperventilasyon ile uzun süre karşı karşıya kalan dalıcılarda karbon dioksit seviyesi büyük oranda düşer ve kanın asitlik değeri yükselir (asidoz). Kan içerisinde bulunan karbon dioksit seviyesinde meydana gelebilecek bu tip bir değişim, parmaklarda titreme, kasılma ve ilerleyen süreçte bilincin kaybolmasıyla (bayılma) kendini gösterir. Hiperventilasyona sebep olan bir diğer faktör ise solunum yolları ile kullanılan ekipmanlarda bulunan ölü hava boşluklarıdır. Dalıcılar su altında normale yakın ya da yetersiz solunum yapıyorsa (yüzeysel solunum) alveollere yeterli düzeyde oksijen ulaşamaz ve dolayısıyla vücuttaki karbon dioksit seviyesi yükselmeye başlar.

Hiperventilasyon, solunum cihazlarının solunum yapmayı güçleştiren dirençleri (örneğin performansı düşük regülatörler) sonucunda da oluşabilir. Solunum cihazları, kapasitelerinin üzerinde solunuma direnç gösterir. Derinlik ve dakikadaki solunum ihtiyacı regülatörün sağlayacağı hava miktarı üzerinde belirleyici role sahiptir. Regülatörler performanslarına göre bir takım testler sonucunda, belirli otoritelere değerlendirilip sınıflandırılır. Düşük performanslı regülatörler solunum direncini artırır ve sualtında hiperventilasyonun tetikleyicisi olur. Regülatörler ve şnorkeller; gerek yapıları, gerek hava kanallarının boyutları yönünden de solunuma karşı direnç gösterebilir. Bu tip solunum cihazlarında ince çaplı hortumlar ve havayı tutan

engeller bulunur; sert kıvrımları bulunan şnorkeller, solunum cihazında bulunan çeşitli valfler ve bu cihazların tamamında yer alabilen, havanın akış yapacağı değişik tipteki mekanik koridorlar solunum için birer direnç kaynağıdır. Ayrıca solunum direnci, solunum cihazından bağımsız olarak, yüksek basınç altında yoğunlaşan solunum havası nedeniyle de ortaya çıkabilir.

3.1.2. Hipoventilasyon

İnsan vücudunda belirli düzeydeki gaz seviyesinin korunması için gerekli olan hava giriş çıkışının, normalin altında gerçekleşmesi olayıdır. Alveollerdeki hava giriş çıkışının metabolik gereksinimin altında olması sonucu, alveol karbondioksit basıncında artış ve oksijen kısmi basıncında azalma meydana gelir. İnsan vücudunda oluşacak hipoventilasyon, dokulardaki oksijen kısmi basıncının düşmesine yol açar ve hipoksik (dokuların yeterince oksijen alamaması durumu) etki sonucu bilinç kaybı (blackout) meydana gelir.

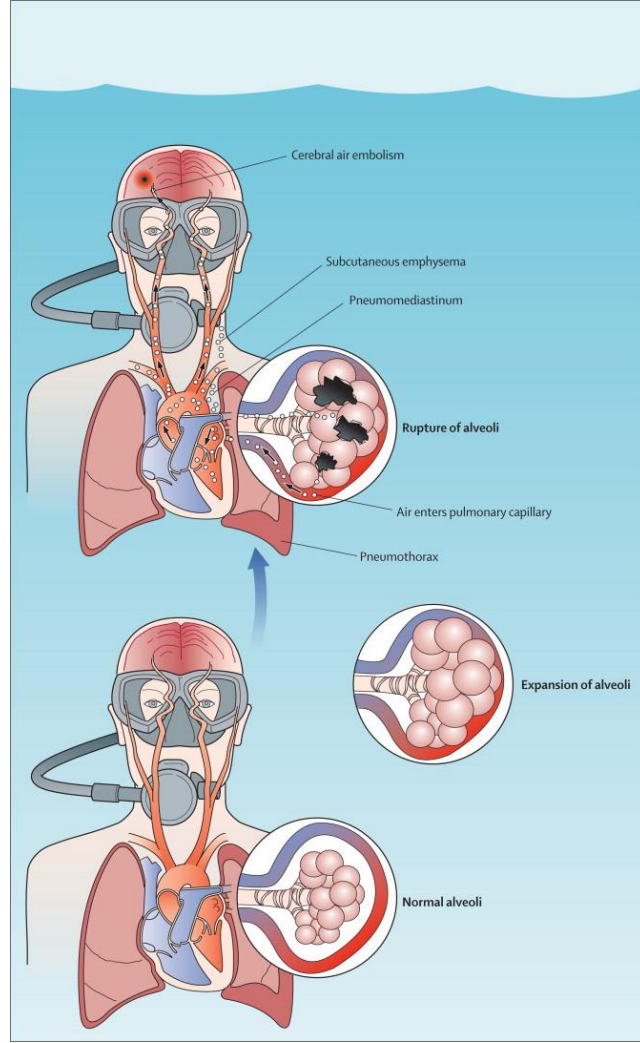
3.1.3. Arteriyel gaz embolizmi (AGE)

İnsan vücudundaki kan damarlarından akmakta olan kanın, hava kabarcığı ile dolaşımının durması sonucu oluşan problemdir. Eğer akciğer dokusunda yırtılma oluşur ise (interstisyel amfizem), alveollerdeki hava öncelikle kılcal damarlara buradan da atardamarlara (arter) devam eder. Kişide problem neticesinde oluşan hava kabarcıkları arteriyel dolaşım ile kalbe ulaşır burada sıkışır, dokuların oksijenle beslenmesini engelleyip kalp kasında doku ölümüne (miyokard enfarktüsü) yol açar. Fakat, oluşan bu hava kabarcığı genellikle beyne ulaşarak bu organı besleyen damarlarda tıkanmaya neden olur. Tıkanmanın (embolus) gerisinde kalan dokulara kan ve besin maddeleri ulaşamayacağı için bu hücreler oksijensizliğe (anoksi) bağlı olarak canlılığını kaybeder. Gelişen problem neticesinde beynin 5 dakika kadar oksijen ve besinden yoksun kalması, dokusunda kalıcı hasarlar oluşmasına yol açabilir; en önemli belirtiler olarak vücutta çarpınmalar (konvülsyon), bilinç yitimi, solunum güçlüğü, hatta ölüm görülebilir. Hava embolizmi, basınçlı hava soluyan dalgıçların karşılaştığı en önemli tehlikelerden birisidir. Böyle durumlarda hava

kabarcıklarının çaplarını (hacmini) kcltmek için, yaralı acilen basınç odasına alınamazsa, kanın yeniden beyin dokusundaki akışı sağlanamayacağından beyin ölümü gerçekleşir (şekil 25).

Dekompresyon hastalığındaki kabarcık oluşumu, arteriyel gaz embolizmindeki (AGE) kabarcık oluşumundan daha farklı bir mekanizmaya sahiptir. Dalıcinın solunum esnasında akciğerlerinin hava hacminde meydana gelen artış, yani akciğerlerin aşırı şişme olgusu ya da barotravması (genellikle kontrolsüz ve/veya hızlı çıkış sonucu meydana gelmektedir) i basıncı artırır ve solunum gazının alveollerden kapiller ve arteriyel damar sistemine zorlu yayılımına sebep olur. Dalıcinın vücudunda kana geçen gaz kabarcıkları, arteriyel kan damarlarından kalbe ve buradan da dokulara pompalanmak üzere arteriyel damar sistemine geçiş yapar. Dekompresyon hastalığı ile arteriyel gaz embolisi arasındaki en belirgin fark; dekompresyon hastalığında kabarcık oluşumu daha yavaş gerçekleşir. Oluşan belirtiler daha hafif ve uzun bir süreçte gerçekleşir. AGE'nin nörolojik semptomları; bilinç kaybı, felç, bitkinlik, deniz tutması, mide bulantısı ve kısa süreli hafıza kaybıdır. AGE'ye bağlı meydana gelen rahatsızlıklar oldukça hızlı bir süreçte seyrederek. Dalış dip zamanı bitip, dalıcinın yüzeye çıkışı ile birlikte hızlı bir şekilde seyreden bu rahatsızlık eğer tedaviye bir an önce başlanmazsa, dalıcinın komaya girmesi ve ölümü kaçınılmaz hale gelebilir.

Dalıcılarda AGE, genellikle tecrübesiz dalığıların sığ sularında yaptığı kontrolsüz ve/veya hızlı ıkışlar sonucu oluşur. Bu tip kontrolsüz çıkışlarda sadece pulmonar barotravma da (pnömotraks veya pnmomediyastinum) zlenebileceği gibi bu rahatsızlıkların tamamının da oluşabilmesi olasılığı vardır.



Şekil 25. Hava Embolizmi (Anonim, 2013x)

- 1- Alveollerde genişleyen hava, alveol dokuyu parçalar ve pulmoner dolaşıma geçer.
- 2- Havanın akciğer (pulmoner) arterlerinden sistemik artere geçer ve beyne doğru hareketine devam eder.

Birçok akciğer hastalığının tanısı zor olmasına karşın, düzenli olarak tıbbi kontrolden geçmeyen dalgıç, karşılaşacağı tehlikelerden haberdar olamaz. Dalgıç; herhangi bir akciğer rahatsızlığı taşıyorsa ve/veya sigara kullanıyorsa, normalden daha fazla hassasiyet göstermesine rağmen yükseliş sırasında bile hava embolizmi riskini taşıyor demektir. Çizelge 4’de AGE’nin belirtileri, işaretleri ve alınabilecek önlemler yer almaktadır.

Çizelge 4. Hava Embolizmi (Anonim, 2008w).

BELİRTİLERİ	İŞARETLERİ	ALINABİLECEK ÖNLEMLER
-Görüş bulanıklığı -Göğüste Ağrı -Ağız ya da burundan kanlı köpük gelmesi	-Ağız ya da burundan kan gelmesi	-Yükselme sırasında uyguladığı tablonun belirlediği çıkış hızına uymak
-Uyum sağlayamamak -Felç -Halsizlik	- Kasılma ve bayılma - Solunum durabilir	-Dalış konusunda bilgili bir doktor tarafından periyodik olarak muayeneden geçmek
-Uyuşukluk ve karıncalanma -Baş dönmesi		-Dalış esnasında herhangi bir tehlike karşısında paniğe kapılmadan ani ve doğru karar vererek, soğuk kanlılığı korumak; acil çıkış gerektiren durumlarda dibi terk etmeye başladığı andan, yüzeye ulaşmaya kadarki süreçte akciğerlerdeki hayavı boşaltabilmek

3.1.4. Dekompresyon hastalığı

3.1.4.1. Genel

Günümüze ulaşan bilgilere göre; ilk kompresör, 17. YY.'da Von Guericke tarafından icat edilmiştir. Basınçlı ortamda bilimsel niteliği taşıyan çalışmaların yapılabilmesine olanak sağlanmıştır. Yüksek basınçlı ortam ve etkileri üzerine çalışan Robert Boyle, dekompresyon hastalığını, bir kavanoz içindeki yılan üzerinde yaptığı çalışmalarında aldığı sonuçlar ile ortaya koymuştur. Boyle'nin yaptığı bu çalışmada; yılanın göz dokusundaki kabarcık oluşumu ile konu üzerinde önemli sonuçlar alınmıştır. İşte bu basit araştırma ve bulgular, atmosferik basıncın artması sonucu insan dokularında açığa çıkan kabarcığı ve bunun hassas dokular üzerindeki etkilerini gözler önüne sermiştir. Boyle tarafından yapılan bu araştırma sonucunda ortaya konulan veriler, o dönemde daha adı konmamış olan dekompresyon hastalığına ait ilk bulgulardır. Daha sonraki yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte son 100-150 yılda bu konuda birçok araştırma ve inceleme yapılmıştır. Günümüzde insanlar günlük yaptıkları faaliyetler, seyahat, dalış ve spesifik çalışma ortamlarında basıncın etkine maruz kalabilmektedirler. Gelişen teknoloji ve son zamanlarda popüler hale gelen dalış sporuna artan ilgi, basıncın etkisi ile oluşan sorunların daha detaylı araştırılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Teknolojik gelişmelerin olanak sağlaması ile artık dekompresyon hastalığına neden olan etkenin dokulardaki ve kandaki inert N₂ (azot) gazından meydana gelen kabarcıklar olduğu saptanmıştır. İlk olarak dekompresyon hastalığının insan üzerinde belirtileri kömür işçilerinde saptanmıştır. Daha sonra ise nehir yataklarındaki köprülerde, tünel yapımında ve barajlarda çalışan su işçilerinde ortaya çıkmış ve sebepleri bilimsel olarak açıklanma fırsatı bulmuştur.

Dekompresyon hastalığına sebep olan en önemli faktörü, dalıcının indiği derinliğe bağlı olarak dipte geçirdiği süre ve dalıcının kullandığı gaz karışımı oluştursa da, bunlarla sınırlı olmadığı anlaşılmıştır. Dalış esnasında inilen derinlik ve kalınan süre kolay ölçülebilir olması sebebi ile dalıcıların güvenlik sınırları içinde dalışı sürdürmesine olanak sağlayan dalış tablolarındaki hesaplamalar bu değerler üzerinden yapılmaktadır. Fakat bu tablolardaki

değerlere uyulsa dahi dekompresyon hastalığı ortaya çıkabilmektedir. Bahsedilen bu değerler dışında kalan bir takım dış etkenler veya fizyolojik mekanizmalar dekompresyon hastalığının oluşmasına neden olabilmektedir. Derinlik ve süre dışında kalan faktörleri incelemeden önce genel olarak dekompresyon hastalığı tiplerini, DH'nın belirtilerini açıklamak gereklidir.

3.1.4.2. Dekompresyon hastalığı çeşitleri

Dekompresyon hastalığı, vücutta yarattığı bozukluklara ve şiddetine bağlı olarak **Tip I** ve **Tip II** şeklinde sınıflandırılır.

Tip I DH: Ağrının genelde ortaya çıktığı bölgeler; kol, omuz ve diğer bölgelerdeki eklemlerdir. Eklem bölgelerinde ağrıya sebep olur. Tendonlar ve eklem yerlerinde toplanmış nitrojen kabarcıkları buna etkindir. Bu belirtiler genel anlamda, kasların aşırı zorlanmasında ve eklemlerde benzeri zorlanmalar sonucu çıkan ağrılara benzetilebilir. Ancak dekompresyon hastalığı sonucu ortaya çıkabilecek ağrılar, kas ağrılarında olduğu gibi masaj ya da egzersiz sonucu düzelmez. Tip I dekompresyon hastalığında belirtiler, dalış sonrası birkaç saat içinde ortaya çıkar.

Tip II DH: Nitrojen kabarcığına bağlı olarak, merkezi sinir sistemi ve sinir hücrelerinde travma gözlenir. Yorgunluk ve uyuşukluk, Tip II dekompresyon hastalığının en önemli belirtilerindendir. Diğer belirtileri ise; baş dönmesi, yürümede bozukluk, deride karıncalanma, idrar yapma zorluğu, mide bulantısı ve benzeri nörolojik etkilerdir. Bu belirtiler dalış sonrasında ilk 10 dakika ile sonraki birkaç saatte ortaya çıkabilir; rahatsızlığa bağlı önemli belirtilerin tamamı ilk 24 saat içinde gözlenir.

3.1.4.3. Dekompresyon hastalığının fizyolojisi

Dalış esnasında dalış ekipmanı ile atmosferik basınca ek olarak hidrostatik basıncın etkisi ile yüksek basınç altında normal hava karışımının solunumu, vücudumuzda bulunan kandaki gaz tansiyonunun artmasına sebep olur. İnsan vücudunda bulunan kanın artan gaz tansiyonuna bağlı olarak vücut dokuları ile arasında, gaz tansiyonuna bağlı olarak bir yayılım oluşmaktadır. Doku ile kan arasında oluşan basınç farklılığından dolayı, kandan dokulara doğru bir gaz yayılımı olur. Bu yayılım sonucunda dokulara ulaşan gaz miktarı ile geçiş

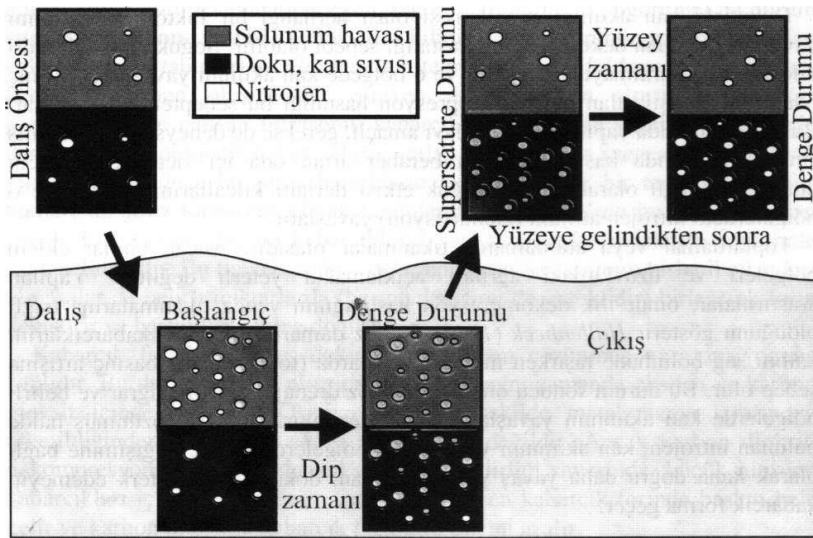
süresi; gazların sıvı içirisindeki çözünebilme yeteneği, doku ile kan arasındaki gaz basıncı farkı, gazın içinde çözüneceği sıvının ısı ve çözüneceği dokunun vasküler özelliği gibi bir takım faktörlere bağlıdır. Metabolik faaliyetlerde kullanılan oksijen ve enerji üretimi sonucu açığa çıkan karbon dioksit, sıvılar içinde yüksek oranda çözünür. Dalış sırasında havanın kompozisyonunda önemli bir yere sahip olan nitrojen gazı metabolizmanın çalışması sırasında kullanılmaz. Yüksek basınç altında solunan havanın kısmi basıncının artması sonucunda, gazların tümünün akciğer ve dolayısıyla kandaki gaz tansiyonlarının da artmasına sebep olur. Vücutta bulunan kan dokusunda artan basınçlarına bağlı olarak gazlar, kandan daha düşük gaz tansiyonuna sahip olan dokulara doğru yayılma eğilimi gösterirler. Kandan dokulara doğru başlayan bu eylem, doku ve kanda bulunan gaz tansiyonları eşitleninceye kadar devam eder. Vücut dokuları ile kan dokusu arasında oluşan bu yayılımdan ötürü daha yüksek oranda gaz tansiyonuna sahip olunması durumuna **saturasyon** denir.

Vücut dokularının yapısında hangi oranda nitrojen çözdükleri, yapılarındaki sıvı ve yağ oranı ile yakından ilişkilidir. Derinlik limiti az ve dip zamanı kısa dalışlarda sadece su oranı yüksek dokular nitrojene doygunluk seviyesine ulaşır. Vücudün metabolik faaliyetlerindeki kan akışı dokuların gaz alımında belirleyici bir etkidir. Metabolik faaliyetler sırasında kan ihtiyacı fazla olan dokular daha kısa sürede nitrojence doygun hale gelir. Dalış bitiminden sonra çıkış esnasında akciğer ve kandaki nitrojen kısmi basıncı, ortam basıncının azalmasına paralel olarak düşer. Bu şekilde nitrojence sature olan dokularda, kana ve akciğerlere oranla gaz basıncı daha yüksek seviyede olan nitrojen bulunur. Dalış sonrası çıkış esnasında, başlangıçtaki tam tersi yönde bir yayılım gerçekleşir; daha yüksek gaz tansiyonuna sahip olan dokulardan kana doğru gaz yayılımı başlar. Kanda yükselen gaz tansiyonu da gazın akciğerlere yayılmasına sebep olur. Solunum ile akciğerlere ulaşan nitrojen gazı da vücudumuzdan solunum yolu ile atılmaktadır.

Vücudumuzun yağ dokuları diğer dokulara oranla daha yavaş hızda nitrojenle süper sture hale geldiğinden, yüksek basınçta solunum yolu ile aldıkları nitrojen gazını vücudun diğer dokularından daha uzun bir zaman zarfında solunum yoluyla dışarı atarlar. Bu sebepten dolayı, diğer dokulara oranla daha yavaş kan

akışına sahip vücut dakularında nitrojen gazının solunum yoluyla vücuttan atılımı daha uzun bir süre zarfında gerçekleşmektedir.

Dalış sonrasında, çıkış işlemi kurallar dışında daha hızlı bir şekilde gerçekleşir ise, dalış esnasında vücut üzerinde bulunan basınç hızlı bir şekilde azalacağından, kan ve doku yapılarında çözülmüş olarak bulunan nitrojen taşınamayacak hale gelir. Ortam basıncının aniden düşüşü, oksijen ve karbon dioksit gazlarının da yüksek basınç değerlerine ulaşmasına neden olur. Nitrojen atıl (inert) bir gaz olduğundan, sabit basınç altında vücutta herhangi bir şekilde azalma veya artma durumu göstermez. Eğer hızlı çıkış sonucu dokular nitrojence supersature hale gelecek olursa, nitrojenin dokulardan kana yayılımı değişim gösterir. Normal yayılımına doku sıvısı içinde çözünerek devam eden nitrojen, ani basınç değişiminde form değiştirerek sıvı içinde gaz kabarcıkları haline gelir. Yapılan araştırmalar neticesinde, kabarcıkların daha çok kan akımının yavaş olduğu veya yağ oranının yüksek olduğu dokularda olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 26).



Şekil 26. Dokunun Nitrojence Aşırı Doym (supersature) Hale Gelmeye Başlaması (Anonim, 2008w).

Kan içerisinde oluşan nitrojen kabarcıkları ilk olarak Robert Boyle tarafından 1670 yılında tesbit edilmiştir. Boyle 1970 yılındaki bu çalışmasında, bu nitrojen kabarcıklarının vücut kan akışına engel teşkil edebileceğini belirtmiştir

(Godman, 1961; Boyle, 1670). Fakat o yıllarda oluşan bu nitrojen kabarcığının insan vücudunda nasıl bir zarara sebep olabileceği bilinmemekteydi. Boyle o yıllarda DH'nın etkeni olabilecek herhangi bir yüksek basınçlı hava ortamı oluşturabilecek bir teknolojiye ve ekipmanlara sahip değildi. Geçen yıllar ile birlikte teknolojinin gelişimi ile birlikte 1819 yılında uygun donanımlar kullanılmaya başlanmıştır. Elimize ulaşan bilgiler ışığında DH ilk kez 1841 yılında Triger tarafından kayıtlara girmiştir. Fakat 19 yy'ın sonu 20 yy başlarına kadar bu hastalığın etkeni konusunda vücutta bulana kanda çözünen nitrojen kabarcıkları olduğu kesin olarak kanıtlanamamıştır.

Kan dokusunda çözünen nitrojen kabarcıklarının neden olacağı bir dolaşım bozukluğu, doku ölümüne sebep olur. Kan dokusundaki tıkanmanın meydana geldiği bölgenin önündeki kılcal damarların genişerek sinirlere baskı yaptığı ve dolayısıyla acı hissinin ortaya çıktığı düşünülür. Nitrojen kabarcıklarının yoğun olarak kıkırdak dokusu ile yağlı dokularda çözüldüğü düşünülürse; omurilik bölgesinde yağ oranı oldukça yüksek olması sebebi ile dekompresyon hastalığının en çok belirdiği bölge vücudumuzda bu bölgelerdir. Daha yoğun yağ dokusuna sahip dalıcıların daha az yağ dokusuna sahip olan dalıcılara oranla DH'na yakalanma riskler daha fazladır. Dalış süresi daha kısa olarak yapılan dalışlar sonrası, çıkış esnasında yağ dokular diğer dokulardan (zayıf dokular) nitrojen alır. Bu mekanizma nitrojenin kan sıvısı ve dokularda kabarcık forma geçişini de kısmi olarak engeller. Dalış süresi daha uzun olan dalışlarda ise, yağlı dokular nitrojence doygunluğa ulaştığından bu koruyucu özellik ortadan kalkar.

Vücut dokusundaki kan akışının engellenmesine yol açan olası herhangi bir durum, vücuda giren nitrojen gazının atımının yavaşlaması sebebiyle DH sebebi olabilir. Dalışın yapıldığı bölgedeki su sıcaklığının düşük olması nedeniyle, derialtı kılcal damarlarında daralma meydana gelir ve o bölgede kan akışı yavaşlar. Hiperbarik basınç odalarında karşılaşılan deri dekompresyon hastalığı genellikle bu sebepten dolayı ortaya çıkmaktadır. Hiperbarik basınç odalarında yapılan gerek tedavi amaçlı, gerekse de deneysel amaçlı dalış simülasyonlarında basınç artışıyla beraber artan oda içi sıcaklık, basıncın düşmesine bağlı olarak

azalır. Soğuk etkisi derialtı kılcallarını daraltır ve o bölgelerdeki nitrojen gazının vücuttan atımını yavaşlatır.

3.1.4.4. Dekompresyon hastalığının oluşumundaki faktörler

Dekompresyon hastalığının en önemli parametreleri kuşkusuz derinlik ve süredir. Dekompresyon hastalığının önlenmesi için süreler ve derinliklerin verildiği tablolar ya da dalış bilgisayarlarının kullanımı en sağlıklı yöntemdir. Bu tip referanslar, sayılabilir ve rahatlıkla dalgıç tarafından gözlenebilir olduğundan oldukça pratiktir; ancak dekompresyon hastalığı sadece inilen derinlik ya da dip süresi değerleri ile sınırlı değildir. DH'ye neden olan faktörler:

Derinlik ve süre

DH'nin temel nedeni, derinlik ve süre olsa da, bu değerlerin dışındaki bir takım faktörler de DH'nin oluşumuna neden olur. Dalış esnasında kullanılan dekompresyon tablolarına göre, tablo sınırlarını aşmayan bir dalıcıda da dekompresyon hastalığı görülebilir. Dalış yapan dalıcılar tarafından dekompresyon tablolarının yeterince güvenilir olmadığı bilinmektedir. Dalışlarda kullanılan dekompreyon tablolarının hiçbiri kendilerini %100 güvenli olarak kabul edemez. Kullanılan dekompresyon tabloları, belirli bir dekompresyon teorisi ve fizik kuralları üzerine kurulan algoritmaların bir sonucu olarak hazırlanmaktadır. Bu sebeplerden dolayı hazırlanan dekompresyon tabloları, gelişen teknolojik gelişmeler neticesinde yenilenerek edilerek derinlik ve süre bakımından bazı kısıtlamalara gidilmiştir.

Örnek vermek gerekirse NAUI, 1980 yılında çıkarmış olduğu dekompresyonsuz dalış tablosunda 42 m bloğuna sahipken, 2000 yılında tablosundan bu bloğu limitlerinden kaldırmıştır. Buna paralel olarak 1980 yılında 18 m için maksimum süreyi 60 dakika olarak veren tablo, 2000 yılında 18 m için 55 dakika olarak yenilenmiştir.

Geçen süre zarfında SCUBA'ya olan ilginin artmasından dolayı deompresyon tablolarında zaman ve derinlik limitlerinde bazı kısıtlamalara gidilmiştir. Bunun temel sebebi SCUBA dalışını yapan kişilerde görülen rahatsızlıkların artması sonucunda tabloların daha güvenli seviyelere getirilme zorunluluğuna neden olmuştur. Dalış sporunu yapan kişilerin yaş farkları vücut yapıları da bu

değişimi tetiklemiştir. Dalışı sportif amaçlı yapan kişiler ve profesyonel amaçlı yapan kişilerin dekompresyon tabloları birinden daha farklı niteliklere sahiptir. Profesyonel amaçlı kullanılan tablolar ile sportif amaçlı kullanılan tablo limitleri birbirinden farklılık göstermektedir. Profesyonel amaçlı kullanılan tablo limitleri daha geniş bir aralığa sahip olması ile sportif amaçlı kullanılan dekompresyon tablolarından farklıdır.

3.1.4.5. Dekompresyon hastalığının belirtileri ve işaretleri

Çizelge 5. Dekompresyon Hastalığı (Anonim, 2008w).

Belirtileri	İşaretleri
-Aşırı yorgunluk	-Deride kırmızı lekeler oluşabilir
-Uyuşukluk, felç	-Uyuşukluk, felç gözlenebilir
-Baş dönmesi	-Sersemleme
-Kol ve bacaklarda ağrı	-Öksürük spazmı
-Deride kaşıntı	-Yığılıp kalma ya da baygınlık
-Yön kaybı	
-Görüş bozukluğu	
-İşitme bozukluğu	
-Basınç altında ağrı	
-Karında kaşıntı, sırtta	
-Şuur kaybı	

Dalış esnasında vücutta çözünen nitrojen gazının vücudun çeşitli bölgelerinde kendini gösterme oranı, DH'nın belirtilerinin farklı şekillerde kendini göstermesini sağlamaktadır. Dalış sonrasında DH'nın dalcılardada belirtilerin görülmesi 10 dakika ile 12 saat arasındaki zaman dilimini kapsar.

3.2. Hiperbarik Oksijen Tedavisi

3.2.1. Hiperbarik oksijen tedavisinin tarihçesi

Hiperbarik oksijen tedavisinin ortaya çıkması su altı hekimliği ile paralellik göstermektedir. Bununla birlikte su altı hekimliğinin oluşumu ve gelişmesi için; insanoğlunun su ile tanışması ilk adım olarak değerlendirilebilir. Asurlular döneminden günümüze kadar ulaşan kabartmalarda, Asurlu dalgıçların nefes tutarak dalışlarını sergilediği görülmektedir. Bu kabartmalara göre insanoğlunun dalışla tanışması M.Ö. 4500 yıllarında başladığı düşünülmektedir (Şekil 1), M.Ö. 400'lü yıllarda gemilerin onarımı ve batan gemilerden malların çıkartılması için Pers Kralı Keyhüsrev'in dalgıçlar kullandığı, M.Ö. 320'li yıllarda Büyük İskender'in fiçıya benzeyen bir mekanizma bizzat kendisinin dalış yaptığına ait temsili figürler (şekil 27)'de görülmektedir. Büyük İskenderin yaptırdığı bu mekanizma ilk dalış çanı olarak kabul edilir, M.Ö. 300'de Aristo'nun dalgıçlarda kulak zarı yırtılmasını tarif ettiği tarihi kayıtlarda rastlanılmaktadır.



Şekil 27. Büyük İskender'in Yaptığı Dalışın Figürü (M.Ö. 356-323) (Anonim, 2013r).

3.2.2. Yüksek basınçlı hava tedavisi:

Asıl mesleği din adamlığı olan İngiliz kökenli Henshaw'in 1962 yılında kendi icadı olan iç basıncını ayarlayabildiği bir silindir ile hastaları tedavi etmeye başladığı bilinmektedir. Henshaw kendi icadı olan bu mekanizmaya "Domicilium" adını vermiştir ve bu mekanizma ile akut hastalarda yüksek basınç, kronik hastalarda ise düşük basınç uygulayarak tedavi etmeye çalışmıştır ve Henshaw'in bu çalışmalarına ait elimizde herhangi kayıtlı bir veri yoktur. Ardından Avrupa'da 19 Y.Y.'da Pnömatik Enstitü'lerin (pnömatik : hava basıncı ve kontrol sistemleri) kurulduğu ve bu entitüler bünyesinde kurulan basınç odalarında 2 ata ve daha üstü basınçlarda tedavilerin yapıldığı kayıtlarda yer almaktadır. 1834'te Fransin Junod ve Fabare tasarımlarını yapıp üretimini gerçekleştirdikleri basınç odasında bazı akciğer rahatsızlıklarını tedavi ettikleri kayıtlara girmiştir, akabinde 1937 yılında Fransa'nın Lyon kentinde dönemin en büyük basınç odası olarak nitelendirebileceğimiz basınç odası Pravaz tarafından yapılmış, fakat bu basınç odasında yapılan tedaviler hakkında günümüze ulaşan herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Fransız bir cerrah olan Fontaine "hiperbarik cerrahi" kavramını gündeme getirmiş, 1879 yılında iç basıncı ayarlanabilir ve taşınabilir bir ameliyathane yapmış ve bu mobil ameliyathanede 20'nin üzerinde operasyon gerçekleştirmiştir.

1860'ta Amerika kıtasında bulunan Ontario eyaletinde hiperbarik tedaviler başlamış ve Kanada'da ilk basınç odasının inşası tamamlanmıştır. 1861 yılında New York'ta J.J. Corning tarafından sinir hastalarının tedavisi için kıtadaki ikinci basınç odası inşa edilmiştir. 1918 yılında anestezi profesörü olan O.J. Cunningham, Kansas Üniversitesi'nde 3 m çapında ve 27 m uzunluğunda bir basınç odası inşa etmiştir. Cunningham'ın bir hastasının şükran hediyesi olarak inşa ettirdiği 19,5 m çapındaki küre şeklindeki basınç odası, bu güne kadar imal edilen en büyük basınç odası olma özelliğini taşımaktadır (Şekil 28).



Şekil 28.Cunningham'ın "steel Ball Hospital" (Anonim, 2013s).

Rekompresyon tedavi yönteminin ilk olarak kullanımı 19 Y.Y.'da gerçekleşmiştir. Hudson Nehri Tüneli'nin inşaatında mühendis olarak çalışan ve işçilerin %25'inin öldüğünü gören E.W. Moir, inşaat alanına bir basınç odası yerleştirerek işçilere rekompresyon tedavisi uygulamış ve işçilerdeki ölüm oranını %1,66'a kadar düşürmüştür. ABD donanmasının 1924'te başlattığı çalışmalar, 1945 yılında tedavi tabloları TT 1-4'ün ve sonrasında hiperbarik ortamda oksijenin soluma esasına dayanan oksijen tedavi tablolarının gelişmesini sağlamıştır.

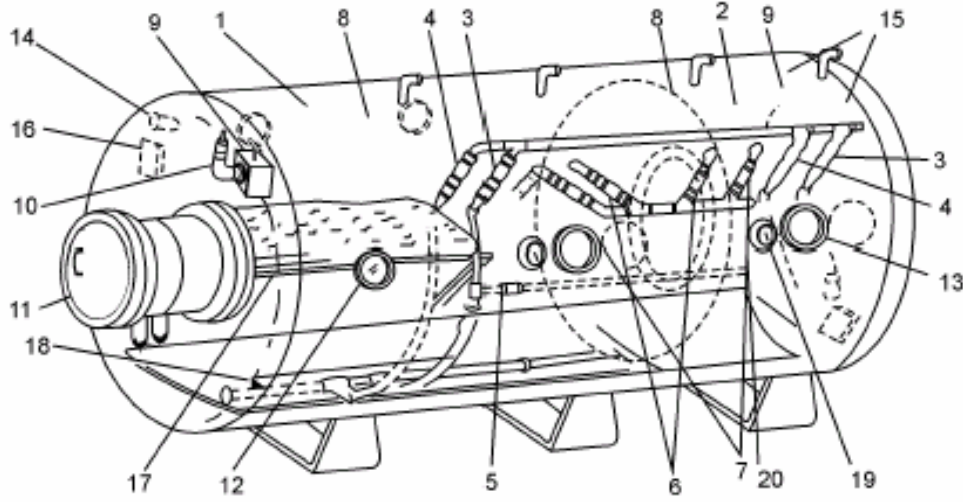
3.3. Basınç Odaları

3.3.1. Hiperbarik basınç odası

Basınç odaları dekompresyon hastalığı ve arteriyel gaz embolisinin tedavisinde, gazlı gangren, karbon monoksit zehirlenmesi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Dalış esnasında yapılması gereken normal dekomprasyonu kaçırmış veya yapamamış dalgıçlar yüzeye geldiklerinde kaçırılmış olan dekomprasyonu basınç odasında uygun tedavi tabloları kullanarak yapabilmektedirler. Bu şekilde ortaya çıkabilecek herhangi bir dalış hastalığı büyük oranda önlenmektedir. Ülkemizde 1998 yılından itibaren yürürlükte olan "Profesyonel Su Altı Adamları Yönetmeliği"ne göre 40 m'den daha derine

dalış yapılan ya da karışım gaz kullanılan su altı operasyonlarında basınç odası bulundurma zorunluluğu vardır.

3.3.2. Basınç Odası Ve Üzerinde Bulunan Elemanlar



Şekil 29. Çok Kişilik Basınç Odasına Örnek (Anonim, 2008w).

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1. Ana bölme | 11. İlaç bölmesi |
| 2. Ön bölme | 12. Lumboz |
| 3. Hava girişi-iki yollu | 13. Lumboz |
| 4. Hava girişi-tek yollu | 14. Aydınlatma |
| 5. Ana bölme basınç eşitleyici vana | 15. Aydınlatma |
| 6. Egzoz çıkışı-iki yollu | 16. Haberleşme ünitesi |
| 7. Egzoz çıkışı-tek yollu | 17. Sedye-yatak |
| 8. Oksijen manifoldu | 18. Oturak |
| 9. Emniyet valfi (relief valve) | 19. Basınç göstergesi |
| 10. Emniyet valfi vanası | 20. Basınç göstergesi |

3.3.3. Basınç odası tipleri

3.3.3.1. Tek kişilik basınç odaları

Tek kişilik basınç odalarında ortam havası oksijen ile basınç altına alınır ve tek hastaya seans yapılır (Şekil 30 a/b). Hasta oksijeni ortamdan solur. Oksijen toksisitesi gelişme riski dolayısıyla 2 ATA'dan yüksek basınçta tedavi yapılamaz. Genel durumu kötü olan ya da kloströfobisi olan hastalar için uygun değildir.



Şekil 30 a/b. Tek Kişilik Basınç Odası Kabini (Anonim, 2013t/u).

3.3.3.2. Çok kişilik basınç odaları

Çok kişilik basınç odalarında ortam havası normal hava ile basınç altına alınır. 1 seansta basınç odasının büyüklüğüne göre 1'den çok hasta tedavi edilebilir (Şekil 31 a/b). Kliniklerde yaygın olarak kullanılan basınç odaları 10-12

kişiliktir. Hastalar oksijeni maskeyle, başlıkla veya gerektiğinde endotrakeal tüple solurlar.



Şekil 31a/b Çok Kişilik Basınç Odası Kabini (Anonim, 2013v/y).

3.3.4. Hiperbarik oksijen tedavisinin genel etkileri

Hiperbarik oksijen (HBO) tedavisinin uygulandığı iç basınç ve uygulama süresine göre insanlar üzerinde farklı etkiler göstermektedir (Çizelge 1). Bu etkiler uygulama sırasındaki artan basınç ile birlikte O_2 'nin parsiyel basıncındaki artışına bağlıdır (Çizelge 6). Yapılan tedavinin başarısı problemin büyüklüğüne göre değişkenlik göstermektedir. HBO tedavisi doğru zaman diliminde doğru periyotlarda uygun basınç ve doğru kürde uygulanır ise HBO tedavi sonuçları olumlu olmaktadır. Fakat tedavi kürünün uygun doz ve süre zarfında uygulanmaması durumunda, basınç odasının tedavi edici etkilerinin yerini organizmanın tüm sistem ve dokuları için toksik etkisi olan bir araç almaktadır.

Çizelge 6. Hiperoksinin Etkileri (Anonim, 2008w).

1 Oksijen Transportu ve Metabolizma a) HB'in O ₂ ve CO ₂ 'in taşınmasındaki rolünün inaktivasyonu b) Normal O ₂ metabolizması
2 Solunum Sistemi Aort ve A. Carotis'teki resptörlerin suprestonuna bağlı olarak solunum depresyonu N ₂ 'den arınmaya bağlı olarak akciğer kollapsı suseptibilitesinde artış
3 Kardiyo Vasküler Sistem Bradikardi Kardiyak output ve serebral kan akımında azalma
4 Periferik Damarlar Vazokonstriksiyon Periferik direnç artışı
5 Metabolik ve Biokimyasal Etkiler CO ve H iyonlarında artış, dokuda pH düşmesi Hücrel respirasyonda inhibisyon Enzimatik aktivitede (SH gurubu içeren enzimleri) inhibisyon Serbest radikal üretimde artış

3.3.4.1. Neden HBO tedavisi

Yüksek basınç altında, oksijenin basıncının artması ile oksijenin toksik etkisinin artacağı ve ayrıca HBO'nun serbest radikal üretimini arttırdığı bilinirken tüm dünyada ve Türkiye'de giderek artan sayıda yeni HBO merkezleri açılmaktadır. Hiperbarik oksijen tedavisi; bilinen medikal ve cerrahi tedavi yöntemleri ile iyileştirilemeyen veya yeterince başarılı olunamayan bir dizi hastalıklar için hayat kurtarıcı, kalıcı sakatlıkları önleyici olmakla birlikte hastahane geçirilen süreyi de kısaltmaktadır. Operasyon ve medikal tedavi maliyetlerini düşürerek hastalar ve yakınları üzerindeki psikolojik baskıyı azaltmaktadır. Yan etkilerinin yüksek olduğu bazı ilaçların bu yan etkilere karşı uyanık ve tedbirli olarak kullanılması gibi, HBO'nun da doğru uygulanmasının ciddi faydalar sağladığı klinik çalışmalar ve uygulamalar ile kanıtlanmıştır.

3.3.4.2. Türkiye 'de hiperbarik oksijen tedavi türleri

- Dekompresyon Hastalıkları
- Hava Gaz Embolisi
- CO, siyanid zehirlenmeleri, duman inhalasyonu
- Gazlı gangren
- Yumuşak dokunun nekrotizan infeksiyonları (deri altı, kas, fasya)
- Crush yaralanması, komparman sendromu, akut travmatik periferik iskemiler (donma vb.)
- Yara iyleşmesinin geciktiği durumlar (diyabetik, arteriyel ve venöz yetmezlik yaraları dekübitüs ülserleri, cerrahi yaralar)
- Kronik refrakter osteomyelit (diffüz sklerozan osteomyelit hariç)
- Aşırı, istisnai kan kaybı (kan transfüzyonu yapılamıyor ise)
- Radyonekroz (kemik, barsaklar, mesane, yumuşak doku)
- Riskli deri greft ve flepleri (operasyon öncesinde ve sonrasında)
- Termal yanıklar (ikinci derece ve özellikle, yüz, el ve ayaklardaki yanıklarda)
- Beyin apsesi
- Anoksik ansefalopati
- Ani işitme kaybı
- Ani görme kaybı
- Kafa kemikleri, sternum ve vertebraların akut osteomyelitleri

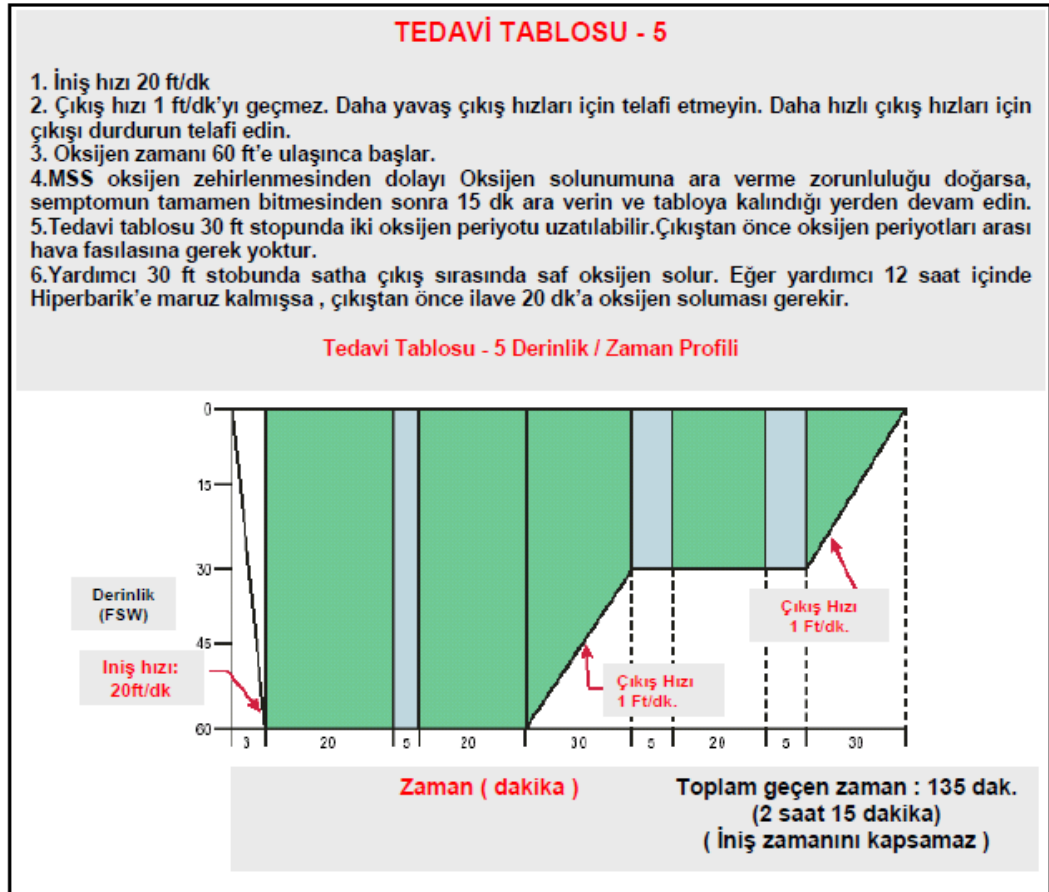
3.3.4.3. Türkiyede bulunan hiperbarik oksijen tedavi merkezi hasta istatistikleri

Çizelge 7. Son 5 Yıl İçerisinde HBOT Merkezine Gelen Hasta ve Dalış Kazası Sayıları

	2008 Yılı	2008 Yılı	2009 Yılı	2009 Yılı	2010 Yılı	2010 Yılı	2011 Yılı	2011 Yılı	2012 Yılı	2012 Yılı
	Toplam Hasta	Dalış Kazası	Toplam Hasta	Dalış Kazası	Toplam Hasta	Dalış Kazası	Toplam Hasta	Dalış Kazası	Toplam Hasta	Dalış Kazası
İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Su altı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı Çapa, İstanbul	29	3	223	3	306	6	155	4	233	10
Özel Oksimer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Aksaray)	204	1	291	1	276	-	222	-	376	1
Özel Oksimer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Avcılar)	535	-	585	-	589	-	620	-	700	-
Özel Hipermer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Şişli) / İstanbul	780	-	591	-	530	1	466	-	508	-
Özel Hipermer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Bahçelievler)	813	-	668	-	717	1	781	-	727	-
Özel Aymed Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi	-	-	800	10	790	8	820	6	980	7
Özel Adana Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi	-	-	-	-	286	3	537	4	804	6
Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Akyurt Hiperbarik Oksijen ve Yara Bakım	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Özel Fora Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Ankara)	370	-	310	-	340	-	700	-	600	-
Özel Hiperox Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Bursa)	566	-	653	-	667	-	790	-	908	-
Sağlık Bakanlığı, Bodrum Devlet Hastanesi Muğla / Bodrum	-	-	5	5	2	2	3	3	2	2
Dr. Ersin Arslan Devlet Hastanesi (Gaziantep)	101	-	122	-	49	-	169	-	120	-
Sağlık Bakanlığı, Trabzon Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi	-	-	-	-	210	-	384	-	415	1

3.4. Arteriyel Gaz Embolizmi (Age) Ve Dekompresyon Hastalığının (Dh) Hiperbarik Oksijen İle Tedavisi

3.4.1. Hiperbarik oksijen tedavisinde kullanılan tedavi tabloları (TT)

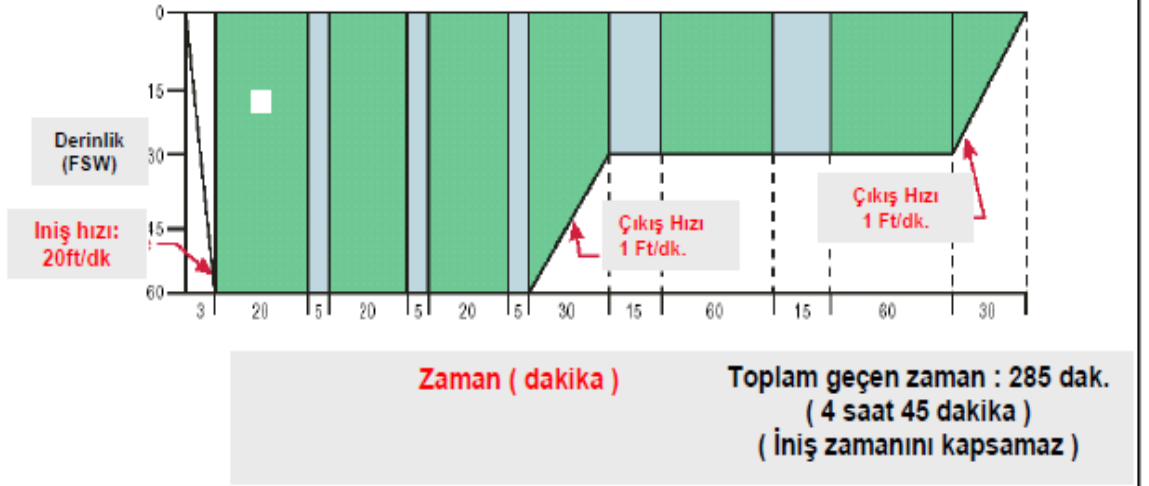


Şekil 32. USA NAVY TT-5 (Anonim, 2008w).

TEDAVI TABLOSU - 6

1. İniş hızı 20 ft/dk
2. Çıkış hızı 1 ft/dk'yı geçmez. Daha yavaş çıkış hızları için telafi etmeyin. Daha hızlı çıkış hızları için çıkışı durdurun telafi edin.
3. Oksijen zamanı 60 ft'e ulaşınca başlar.
4. MSS oksijen zehirlenmesinden dolayı oksijen solunumuna ara verme zorunluluğu doğarsa, semptomun tamamen bitmesinden sonra 15 dk ara verin ve tabloya kalındığı yerden devam edin.
5. TT-6, 60 ft'te iki 25 dk'lık periyot (oksijen ile 20 dk, hava ile 5 dk) veya 30 ft'te ilave iki 75 dk'lık periyot (oksijen ile 60 dk, hava ile 15 dk) veya ikisi birden uzatılabilir.
6. Değiştirilmemiş bir tablo için veya 30 yada 60 ft'te sadece tek bir uzatma olduğu durumlar için yardımcı 30 ft stobundaki son 30 dakikada ve satha çıkış sırasında saf oksijen solur. Eğer birden fazla uzatma olmuşsa 30 feetdeki oksijen solunumu 60 dakikaya uzatılır. Eğer yardımcı son 12 saatte içinde Hiperbarik'e maruz kalmışsa 30 feette ilave 60 dk'lık bir oksijen periyodu daha yapılır.

Tedavi Tablosu - 6 Derinlik / Zaman Profili

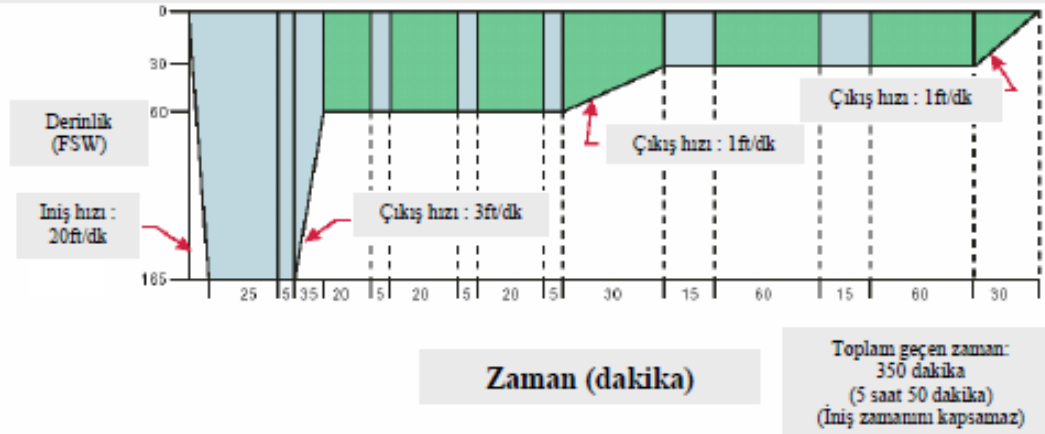


Şekil 33. USA NAVY TT-6 (Anonim, 2008w).

Tedavi Tablosu-6A

1. İniş hızı 20 ft/dk
2. Çıkış hızı 165-60 ft arası 3 ft/dk, 60 ft'ten sonra 1 ft/dk'ı geçmez. Daha yavaş çıkış hızları için telafi etmeyin. Daha hızlı çıkış hızları için çıkışı durdurun telafi edin.
3. Tedavi derinliğindeki zamana iniş süresi dahil değildir.
4. Tablo sathı terkile başlar. Eğer ilk tedavi 60 ft'te olduysa, 165 feete immeden 60 feette 20 dakikaya kadar kalınabilir Dalgıç Tabip Subayı ile irtibata geçilmelidir.
5. Eğer basınç odasında yüksek oksijenli gaz karışımı mevcutsa, 165 ft ve/veya daha sığda kullanılabilir (2,8 ATA'yı geçmeyecek şekilde) (Kısım-19, madde-5 f) 25 dk tedavi gazı ,5 dk hava şeklinde olmalıdır. Tedavi derinliğinden 60 ft'e çıkış boyunca tedavi gazı solunmalıdır.
6. 60 ft'den derinde, MSS oksijen zehirlenmesi sebebiyle tedavi gazı kesilmiş ise ,tüm semptomlar geçtikten sonar ilave 15 dk beklenip tedaviye kaldığı yerden devam edilir. Tedavi gazı kullanılmadığı zaman tedavi derinliğinin bir parçası olarak sayılır. Eğer 60 ft veya daha sığda MSS oksijen zehirlenmesi sebebiyle ,oksijen solunması kesilmiş ise ,tüm semptomlar geçtikten sonar ilave 15 dk beklenir ve tablo kaldığı yerden devam edilir. (Kısım-19, madde-5 d (6) (a) (i))
7. TT-6, 60 ft'te iki 25 dk'lık periyot (oksijen ile 20 dk, hava ile 5 dk) veya 30 ft'te ilave iki 75 dk'lık periyot (oksijen ile 60 dk, hava ile 15 dk) veya ikisi birden uzatılabilir.
8. Değiştirilmemiş bir tablo için veya 30 yada 60 ft'te sadece tek bir uzatma olduğu durumlar için yardımcı 30 ft stobundaki son 30 dakikada ve satha çıkış sırasında saf oksijen solur. Eğer birden fazla uzatma olmuşsa 30 feetteki oksijen solunumu 60 dakikaya uzatılır. Eğer yardımcı son 12 saatte içinde hiperbarik'e maruz kalmışsa 30 feette ilave 60 dk'lık bir oksijen periyodu daha yapılır.
9. Eğer 165 ft'te 30 dk içinde iyileşme görülmezse, TT-4'e geçmeden önce dalgıç tabibe danışın.

Tedavi Tablosu-6A Derinlik/zaman Profili

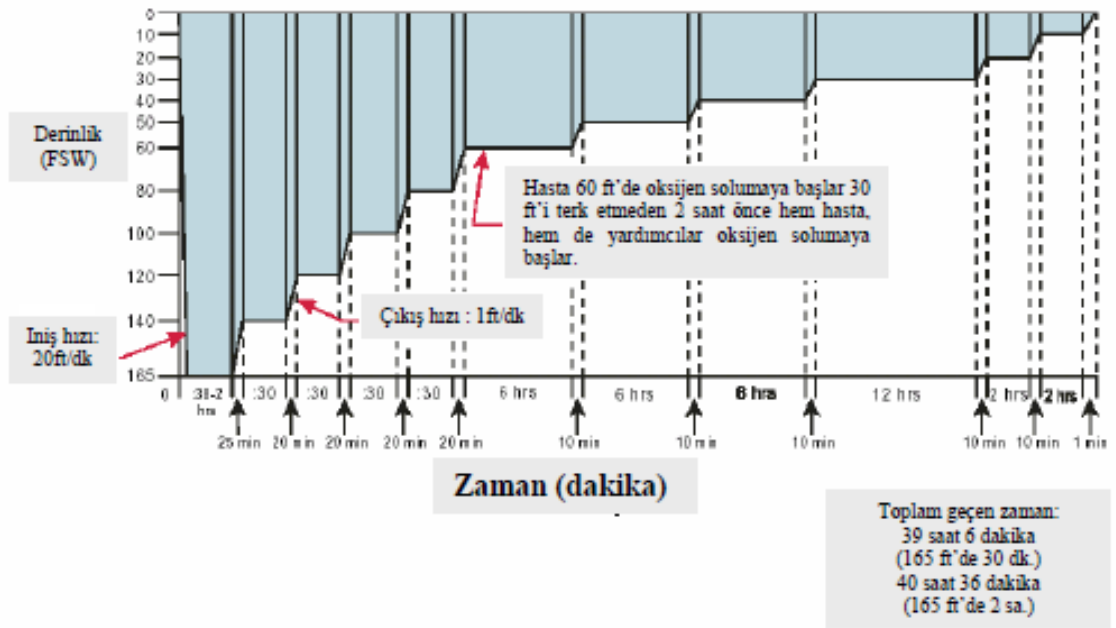


Şekil 34. USA NAVY TT-6A (Anonim, 2008w).

Tedavi Tablosu-4

1. İniş hızı 20 ft/dk
2. Çıkış hızı 1 ft/dk.
3. 165 feetteki süreye iniş süresi dahildir.
4. Eğer sadece hava mevcutsa, hava ile dekompresyon yapın. Eğer oksijen mevcutsa hasta 60 ft'e varınca uygun hava aralıklarıyla oksijen solumaya başlar. Hem yardımcı hem de hasta 30 feeti terk etmeden 2 saat önce oksijen solumaya başlar. (Kısım-19, madde-5 ç (4) (b))
5. TT-4, tedavisine başlamadan önce İleri Yaşam Desteğinin bulunması gerektiğini göz önünde bulundurun. (Kısım-19, madde-5 e). Basınç odasının iç sıcaklığı 85 F'nin altında olmalıdır.
6. Eğer oksijen solunumu kesilirse, tablonun zorunlu olarak uzatılmasına gerek yoktur.
7. Eğer 165 ft'te TT-6A veya TT-3'den geçiş yapılmışsa, dekompresyona başlamadan önce max 2 saati 165 feette geçirin.
8. Eğer basınç odasında yüksek oksijenli gaz karışımı mevcutsa, 165 ft ve/veya daha sığda kullanılabilir. (2,8 ATA'yı geçmeyecek şekilde) .25 dk tedavi gazı .5 dk hava şeklinde olmalıdır

Tedavi Tablosu-4 Derinlik/Zaman Profili

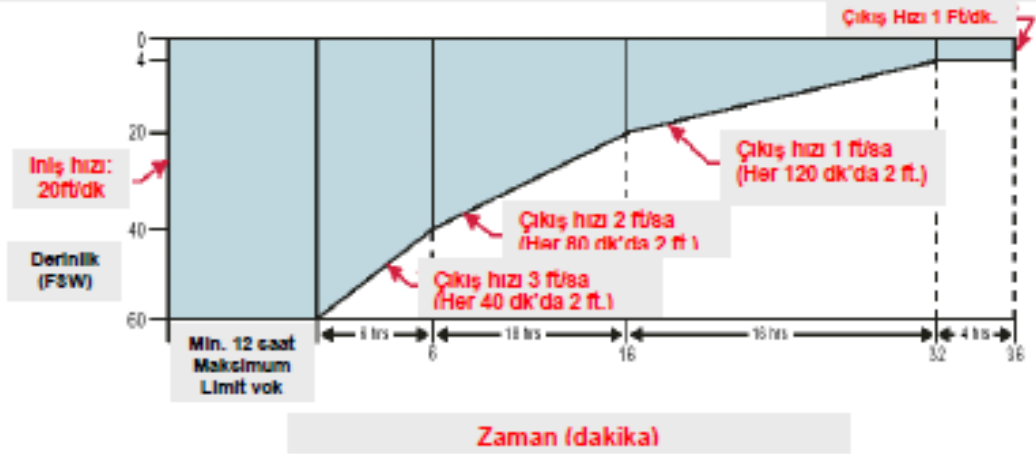


Şekil 35. USA NAVY TT-4 (Anonim, 2008w).

TEDAVİ TABLOSU - 7

1. Tablo 60 ft'e gelince başlar.60 ft'e gelişte tablo 6, 6A veya 4'e göre ilk tedaviler yapılır. Eğer ilk tedavi 60 ft'ten daha sığda bir derinliğe ilerlemişse, Tablo 7'ye başlamak için 20 ft'dk ile 60 ft'e inin.
2. 60 ft'teki maksimum süre sınırsızdır. Ortaya çıkan durumlar daha erken dekompresyonu zorunlu kılmazsa 60 ft'te en az 12 saat kalın.
3. Hasta 60 ft'te oksijen soluma periyotlarına başlar. Yardımcı sadece basınç odası atmosferini solur. Eğer oksijen soluumu kesilirse, tablonun uzatılması gerekmez.
4. Basınç odasının minimum oksijen konsantrasyonu %19'dur. Maksimum karbondioksit konsantrasyonu ise %1.5 SEV (11.4 mmHg) dir. Basınç odası maksimum iç sıcaklığı ise 85 F'dir.
5. Dekompresyon 60 ft'ten 58 ft'e, 2 ft'lik bir çıkışla başlar. Dekompresyonu her iki feette aşağıda gösterilen süreler kadar yapın. Stoplar arası çıkış zamanı yaklaşık 30 sn'dir. Stop zamanı daha derinden daha sığa çıkışla başlar.4 ft'e 4 saatlik stoptan sonra satha 1 ft/dk ile çıkarılır.
6. Tedavi tablosu-7'ye başlamadan önce basınç odası hayat destek birimlerinin mevcut olduğundan emin ol.

Tedavi Tablosu - 7 Derinlik / Zaman Profili



Şekil 36. USA NAVY TT-7 (Anonim, 2008w).

TEDAVİ TABLOSU - 8

1. Tabloya rekompresyon derinliğine tamamen eşit veya yada rekompresyonda erişilmiş maksimum derinlikten bir sonraki derinliğe göre tabloya girilir. İnş hızı dalgıcın dayanabileceği şekilde maksimum süratle olmalıdır.
2. Harcanan en derin derinlikteki maksimum zaman ikinci sütunda gösterilir. 225 ft için maksimum zaman 30 dk ,165 ft için 3 saattir. Semptom göstermeyen dalgıç için 165 ft'ten daha derinlikler için maksimum zaman 30 dk ve 165 ft'ten daha sığ derinlikler için 2 saattir.
3. Derinlik çift sayı ise 2 ft, tek sayı ise 3 ft basınç azaltımı ile dekompresyon başlar. Sonradan gelen stoplar her 2 ft'te uygulanır. Stop zamanları üçüncü sütunda verilir. Stop zamanı bir önceki stop derinliği terk edildiği anda başlar. Bir sonraki stopa çıkış zamanı yaklaşık 30 sn'dir.
4. Stop zamanı bir sonraki derinliğe kadar bütün stoplarda uygulanır. Örneğin; 165 ft'ten çıkış için,162 ft'de ve 140 ft'e kadar stop zamanı her 2 ft'te bir 12 dk'dır. 140 ft'te stop zamanı 15 dk'dır. 225 ft'den geldiği zaman,166 ft stopu 5 dk'dır.164 ft stopu 12 dk'dır. Dekompresyona başlandığı zaman devam edilir. Örneğin; 225 ft'ten dekompresyon yapıldığı zaman, 3 saat için 165 ft'de çıkış durdurulmaz. Herhalikarda çıkış 60 ft ve daha sığda latentten herhangi bir periyot'da durdurulabilir.
5. 165 ft'ten derinde narkotik etkiyi azaltmak için, %16-21 oranında Helyum Oksijen karışımı solunabilir. 165 ft veya daha sığda karışımın oksijen yüzdesi (ppO₂) 2.8 ata'yı geçmemelidir. 60 ft veya daha sığda tedavi için oksijen kullanılabilir. Bütün bu tedavi gazları (HeO₂, N₂O₂ veya O₂) 25 dakika gaz 5 dakika hava periyotları şeklinde dötr sayıkl uygulanmalıdır. B/O havası ile 2 saat ara verdikten sonra ,60 ft'de ilave oksijen verilebilir. Rehber olarak TT-7'ye bakın.
6. Tedavi derinliğinde veya dekompresyon boyunca yüksek yüzdeli oksijen karışımları kullanılabilir. Eğer yüksek oksijen yüzdeli karışımlar kullanılırken gazda bir kesilme olursa tabloyu uzatmaya ihtiyaç yoktur.
7. Basınç odasında kaporta sığlığını kaybetmemek için, çıkış 4 ft'te durdurulabilir ve 240 dk'dan kalan toplam zaman bu derinlikte tamamlanarak satha çıkılabilir.
8. 225 ft'ten toplam çıkış zamanı 56 saat 29 dakikadır. 165 ft için toplam rekompresyon zamanı 53 saat. 52 dk. ve 60 ft için rekompresyon zamanı 36 saat'tir.

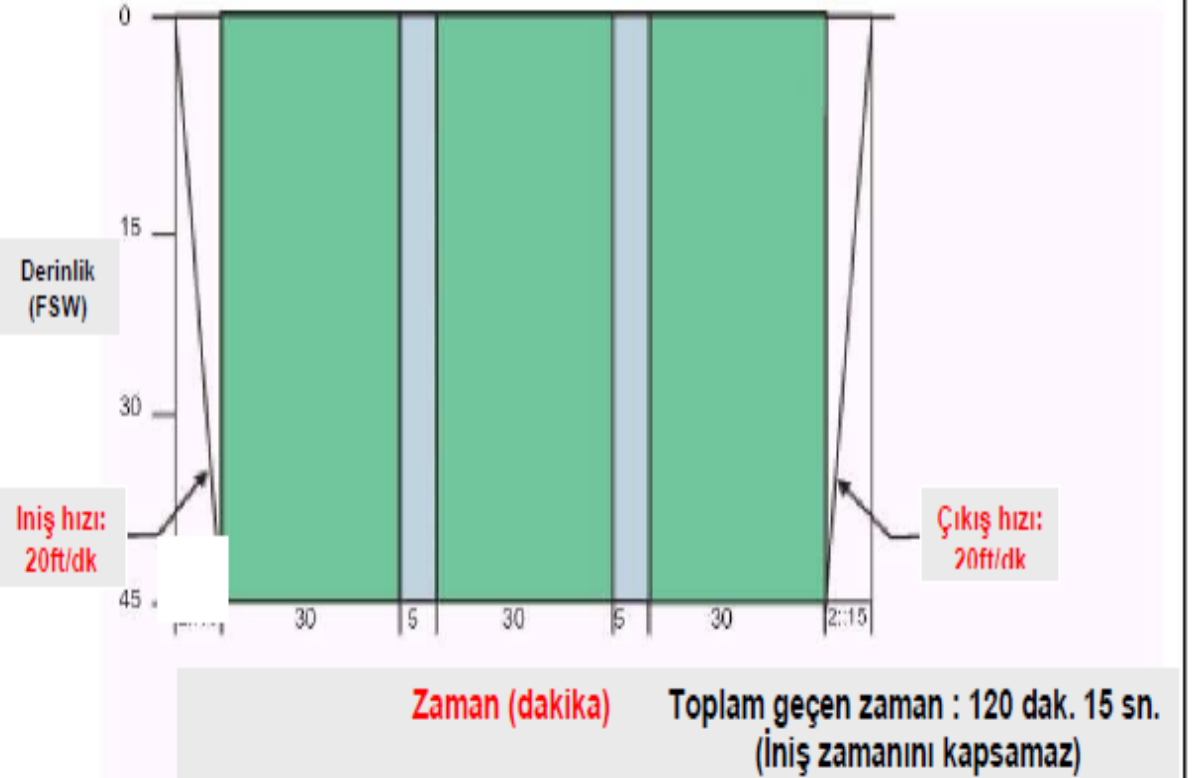
Derinlik (ft)	Tedavi Derinliğinde Maksimum Kalınacak Zaman (saat)	Bekleme Zamanları (dakika)
225	0.5	5
165	3	12
140	5	15
120	8	20
100	11	25
80	15	30
60	Limitatiz	40
40	Limitatiz	60
20	Limitatiz	120

Şekil 37. USA NAVY TT-8 (Anonim, 2008w).

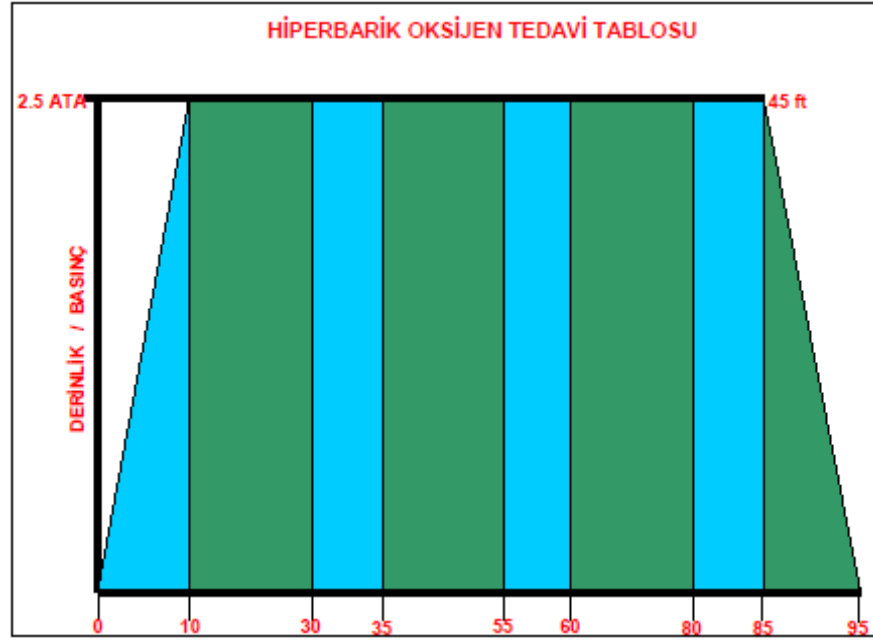
TEDAVI TABLOSU - 9

1. İniş hızı 20 ft/dk
2. Çıkış hızı 20 ft/dk. Hız hastanın durumuna göre 1 ft/dk'ya kadar düşürülebilir.
3. Oksijen solunum periyodu 45 ft'e gelince başlar.
4. MSS oksijen zehirlenmesinden dolayı oksijen solunumuna ara verme zorunluluğu doğarsa, semptomun tamamen bitmesinden sonra 15 dk ara verin ve tabloya kalındığı yerden devam edin.
5. Yardımcılar 45 ft'in son 15 dakikası ve çıkışta, çıkış süratini dikkate almaksızın oksijen solur.
6. Hasta 45 ft'te oksijene tahamülsüzlük gösterirse, tedavi 30 ft'te uygulanır.30 ft'deki oksijen soluma zamanı maksimum 3-4 saat uzatılabilir.

Tedavi Tablosu - 9 Derinlik / Zaman Profili



Şekil 38. USA NAVY TT-9 (Anonim, 2008w).



Şekil 39. USA NAVY HBO TT (Anonim, 2008w).

3.4.2. Arteriyel gaz embolizmi (AGE)'nin hiperbarik oksijen ile tedavisi:

AGE'nin mortalitesi ve morbiditesi yüksektir ve acilen müdahale edilmesi gerekir. Dalış esnasında gelişen vakaların %5'inde ani ölüm, %34'ünde satha varış esnasında bilinç yitimi, %23'ü konfüze (patolojik derecede zihin bulanıklığı) ve %17'si pareteziktir (ciltde hissedilen karıncalanma ve yanma). Gaz embolizminin ilk tedavisi HBOT'dir. Oluşan kazaya ilk müdahalede kazazedenin nefes yolu açılarak sırt üstü veya yan şekilde koma pozisyonunda yatırılarak sabitlenmeli (kazazedenin tedaviye götürülürken sarsılmaması gerekir) ve kazazedeye maske ile 100 O₂ verilerek en yakın HBOT merkezine götürülmelidir. Yapılan araştırmalarda, AGE yaşayan hastaların ilk 4 saat içerisinde yapılan HBOT'de hastanın iyileşme periyodunda %50 oranında artış olduğu saptanmıştır.

Uzman hekim tarafından müdahale edilen ve AGE tanısı konulan hastanın rekompresyon tedavisinde çoğunlukla US Navy Tedavi Tablosu 6 (TT6) gerekli süre ve seansta uygulanarak hastanın iyileşmesi sağlanır. HBOT'ye ek olarak çeşitli medikal tedaviler de uygulanarak hastanın iyileşmesi sağlanır.

3.4.3. Dekompresyon hastalığı (DH) tedavisi:

Dekompresyon hastalığının tanısı anamnez (hastanın hikayesi) ve klinik bulgular ile konulur. DH tedavisi, AEG'ye yapılan ilk müdahaleye benzerlik göstermektedir. Hasta karaya ulaştığında ilk olarak yapılması gereken müdahale kişiye bir maske ile %100 oksijen uygulanmalı, sıvı takviyesi ve ilaç tedavisi sürdürülerek, HBOT merkezine götürülmelidir. Transfer sırasında hastanın kaza alanındaki yükselti değeri baz alınarak mümkün olan en az yükseltiyeye sahip olan yoldan merkeze götürülmelidir. Hasta transferi gerçekleştirilirken kesinlikle havayolu tercih edilmemelidir ve mümkünse transfer esnasında yukarıda bahsediliği hususta yükselti farkı korunarak en yakın merkeze ulaştırılmalıdır.

Kazazedenin tanısının Tip 1 DH veya Tip 2 DH belirlendikten sonra kazazedenin HBOT başlanmalıdır. Tip 1 DH vakasında hastanın tedaviye başlamasında süre opsiyonu olduğu göz önüne alınarak hastanın tedavi öncesinde detaylı bir şekilde klinik muayenesi yapıldıktan sonra tedaviye devam edilebilir.

Uzman hekim tarafından konulan Tip 1 veya Tip 2 dekompresyon hastalığı tanısı sonrasında USN'in uygun olan TT'ler uygulanarak hastanın şifa bulması sağlanır. Hasta HBOT ortamında tedavisi devam ederken, ek olarak rehabilitasyon ve medikal tedaviler uygulanmakta, hastanın tedaviden en iyi şekilde fayda sağlaması amaçlanmaktadır.

3.4.4. Arteriyel Gaz Embolizmi (AGE) ve Dekompresyon Hastalığının Aksona (in water recompression) ile Tedavisi

Amerikan Donanması tarafından bu yöntem kapalı devre solunum cihazı (Rebreather) ve %100 oksijen solutarak yapılmaktadır. US Navy Diving Manuel'de 9 metreye indirilen hasta dalğıçtaki belirtiler I. Tip dekompresyon hastalığını çağrıştırıyorsa, 60 dakika; II. Tip dekompresyon hastalığını çağrıştırıyorsa, 90 dakika süreyle, kapalı devre solunum cihazı yardımıyla %100 oksijen solutulması önerilmektedir. Ayrıca bu işlemlere ek olarak, her iki durumda da 6 ve 3 metrelerde 60 dakikalık ilave beklemeler önerilmektedir.

3.4.4.1. Suda veya hava ile rekompresyon

Yapılan dalış sonunda karşılaşılan problemler neticesinde oluşacak DH ve AGE hastalığının tedavisinde HBOT merkezinde oksijen kullanarak yapılan rekompresyon en verimli tedavi yöntemidir. Ancak, dalış yapılan bölgenin çevresel koşulları, hiperbarik oksijen tedavi merkezine ulaşımın sınırlı ve hastanın hayati tehlikesinin yüksek olması durumunda en son çare olarak başvurulacak yöntem su içi rekompresyon (Aksona) uygulamasıdır. **Bu tez çalışmamızda ve daha da önemlisi uzman hekimler tarafından kesinlikle tavsiye edilmemektedir.** Olağanüstü durumlarda uygulanan su içi rekompresyondan sonra kişilerin mutlaka HBOT merkezine giderek tetkiklerinin yapılması ciddiyle önerilmektedir.

3.4.4.2. Su içi rekompresyonu (Aksona)

Aksona yöntemi dalgıçlar tarafından, dalış bölgesine yakın bir mesafede basınç odası mevcut değil ise veya en yakın basınç odasına ulaşım 12 saat içinde mümkün değilse ve ciddi sakatlık veya ölüm tehlikesi olma olasılığının çok yüksek olması durumunda en son çare olarak uygulanabilmektedir.

Eğer dalgıçta Tip-II veya AGE semptomları (Bilinç kaybı, felç, solunum, bozukluğu, şok gibi) mevcutsa ve su içinde rekompresyon uygulanacaksa su içinde tedaviden beklenen faydadan çok dalgıca zarar verme riski söz konusudur. Genellikle, bu hastaların su içinde tedavisini yapmaktansa satıhta beklediği süre içinde %100 oksijen teneffüs ettirerek, gecikme ne olursa olsun basınç odasının bulunduğu bölgeye nakletme yolları aranmalıdır. Su içi rekompresyon tedavisinde aşırı ısı kaybına neden olmamak için su sıcaklığının hesaba katılması önemlidir.

3.4.4.3. Hava ile su içi rekompresyonu

Dalış sonunda karşılaşılan problemler neticesinde tedavi amacı ile su içinde yapılacak olan rekompresyon HBOT merkezlerinde yapılan oksijen tedavisine göre daha az tercih edilmektedir. Fakat U.S. Navy imkanlar dahilinde su içi

rekompresyonu (in water recompression) uygulamasını aşağıdaki metot hahilinde uygulamaktadır.

-Eldeki imkanlar dahilinde TT -1A tercih edilmeli

Uygulanacak olan su içi rekompresyonda tam yüz maskesi veya MK-1, MK-17 profesyonel nitelikteki dalış ekipmanları kullanılmalıdır; uygulama yapılacak bölgedeki teknik ekipman yetersizliği gerekçesiyle SCUBA dalış ekipmanlarının kullanımı önerilmemektedir.

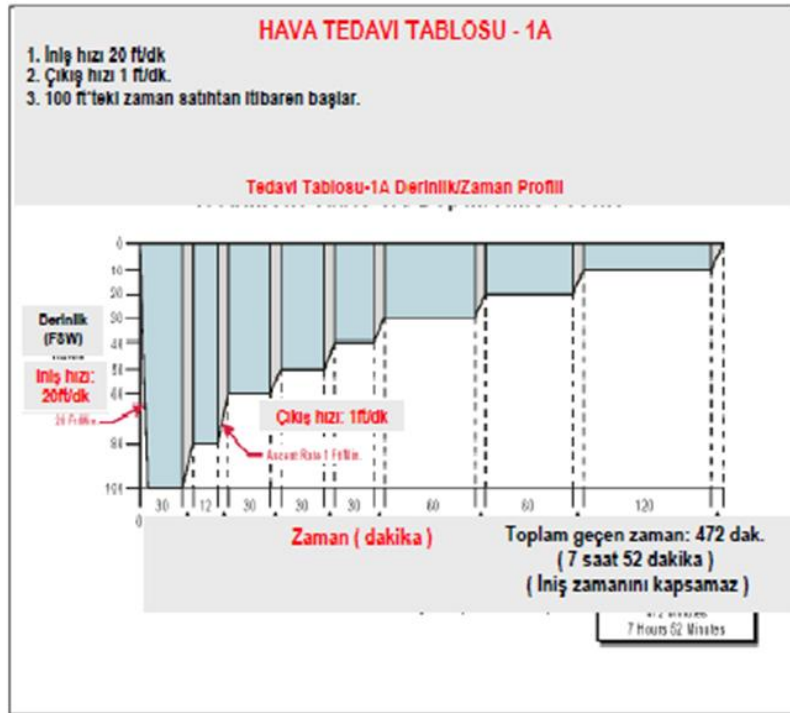
Uygulama esnasında recompresyon yapan kazazede ile iletişim koparılmamalıdır. Uygulama esnasında kazazedenin yanında sağlıklı yardımcı bir başka dalcının bulunması, kazazedenin güvenlik tedbirlerinin alınması ve satıhtan teknik desteğin devamlı sağlanması gereklidir.

-Eğer uygulama derinliği TT-1A için uygun değil ise;

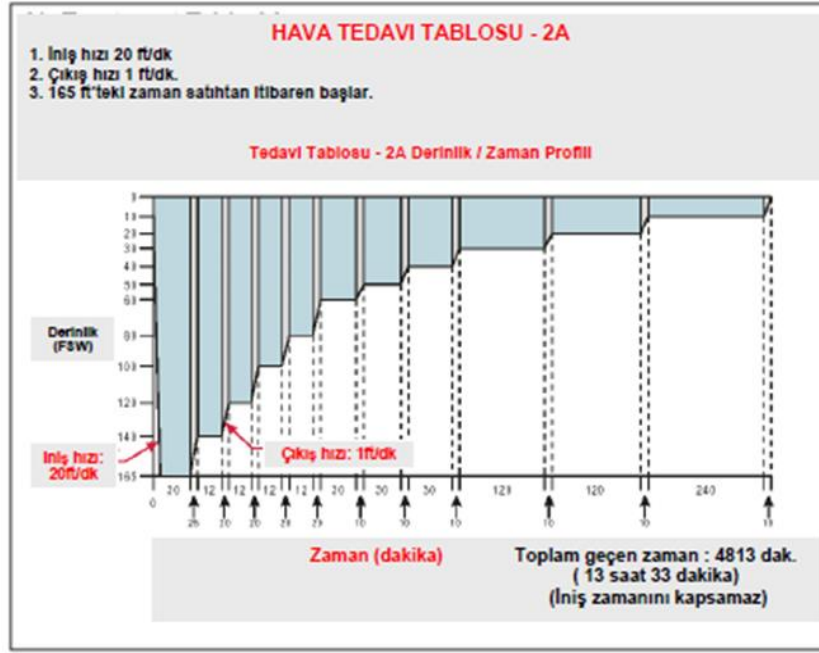
a) Kazazedenin maksimum derinlikte rekompresyon yapmasına başlanmaktadır,

b) Maksimum derinlikte 30 dk kalınmaktadır,

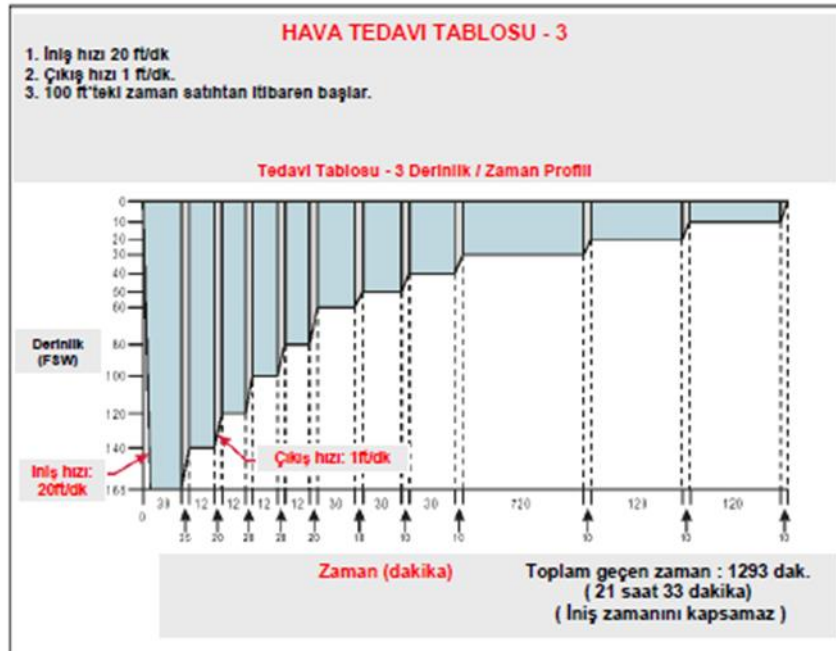
c) TT-1A'ya göre dekompresyon yapılmaktadır. TT-1A'daki stoplardan daha kısa stop yapılmamaktadır.



Şekil 40. USA NAVY HTT-1A (Anonim, 2008w).



Şekil 41. USA NAVY HTT-2A (Anonim, 2008w).



Şekil 42. USA NAVY HTT-3 (Anonim, 2008w).

3.4.5. Kaçırılmış dekompresyon ve uygunsuz olarak yapılan aksona sonucu oluşan olgular

TOKLU ve ark. İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Su altı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı Kliniğine gelen 2 olgu burada değerlendirilecektir:

Olgu 1: Sportif dalış belgesine sahip olan ve 13 yıllık dalış geçmişi olan 41 yaşındaki erkek dalıcı deniz dibinden çapa çıkarmak amacıyla 40 m derinliğe 30 dakika dip zamanına sahip nargile sistemi kullanarak dekompresyon beklemesi yapmadan 2 dakikalık bir zaman diliminde yüzeye çıkmıştır. Akabinde yüzey beklemesi yapmadan 70 m derinliğe inmiş ve dipte 10 dakikanın sonunda tüpünün bitmesi sonucunda acil olarak yüzeye çıkış yapmak zorunda kalmıştır. Yüzeye geldikten sonra sırtında oluşan ağrılar sebebiyle 2 kez 30 m derinliğe inerek 20 dk'lık süreler ile aksona yapmıştır. Aksona neticesinde sırtında oluşan ağrılardan kurtulmuş yüzeye geldikten 5 dk sonra sağ diz altında güç kaybı gelişmiş ve dalıcı tekrar 15 m derinliğe 15 dk'lık süre ile su içi rekompresyon (Aksona) uygulamıştır. Dalış sonrasında yüzeye gelen dalıcıda her iki bacağın dizden aşağısında güç kaybı gerçekleşmesi sebebi ile dalıcı 1 saat içerisinde HBOT merkezine ulaştırılmıştır. Merkezde yapılan tetkikler neticesinde göbek altından aşağıya doğru duyu kaybı ve her iki bacakta da duyu kaybı gözlenmiştir. Uzman hekim tarafında TT-6 uygulanarak 40 seanslık bir tedavi cizelgesi uygulanmış ve bunun yanısıra hastaya rehabilitasyon amaçlı yürüme, oturma, dengede kalabilme ve yatakta dönme egzersizleri uygulanmıştır. Uygulanan tedavi neticesinde bacak kaslarındaki güç kaybı kısmen düzelen hasta, rehabilitasyon tedavisine devam edilmek üzere taburcu edilmiştir.

Olgu 2 : Sportif dalış belgesine sahip ve 11 yıllık dalış geçmişi olan 45 yaşındaki erkek dalıcı; kuru tip dalış elbisesi ve nargile dalış sistemi ile midye toplamak amacı ile 30 m derinliğe 35 dakikalık dip zamanına sahip bir dalış gerçekleştirmiş ve dekompresyon beklemesi yapmadan 38 dk dalış yapmıştır. Yüzeydeki Devamında 7 dk'lık beklemeden hemen sonra 30 m derinliğe 35 dk'lık dip süresi ile dekompresyon beklemesi yapmadan dalış yapmış ve toplam dalış süresinin 38. dakikasında yüzeye ulaşmıştır. Dalgıç yüzeyde bekleme yapmadan son dalışını 30 m derinliğe ve 30-35 dk dip süresi olacak şekilde yaptıktan vücudunda ortaya çıkan çeşitli rahatsızlıklar nedeniyle acil olarak

yüzeye çıkmış ve ardından sigara içmiştir. Dalgıç kazazede 2 dk sonra göğsünde bir ağrı hissetmiş ve dekompresyon hastalığından şüphelenerek su içi rekompresyon (Aksona) yapmak amacıyla 5-6 m derinliğe inmiştir. Ancak bu derinlikte ağırlık kemerini düşürmüş ve yüzeye fırlamıştır. Kazazede, su içi rekompresyonu devam ettirmek amacıyla dalışa devam etmek istemiş ancak bu kez de ağzından mapsı çıkmıştır. Tüm bu belirtiler, gelişen olaylarının sadece bir şanssızlık eseri olmadığını dalgıcın fiziksel rahatsızlıklarının yanısıra mental olarak da sorunlarla karşılaştığını ortaya koymaktadır. Her iki bacağında güç kaybı ve uyuşma gelişen kazazede dalgıç maske ile oksijen solutarak 2-2,5 saat içerisinde hiperbarik oksijen tedavi merkezine getirilmiş ve merkezde yapılan tetkikler sonucunda TT-6 uygulanmasına karar verilmiştir. Kazazede dalgıca uygulanan 19 seanslık HBO tedavisi sonunda, hastanın göğüs ağrısı sebebi ile göğüs tomografisi çekilmiştir. Tomografide akciğerlerin her iki tarafında yaygın olarak kistlere rastlanmıştır ve HBOT sonlandırılmıştır, Kazazede dalgıcın rehabilitasyon tedavisine devam etmesi gerektiği şartıyla hasta taburcu edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dalış sırasında karşılaşılan problemler neticesinde uygulanması gerekli olan dekompresyon duraklarının yapılmaması nedeniyle oluşan dekompresyon hastalığının (DH) tedavisi amacı ile uygulanan su içi rekompresyonun (AKSONA), dalıcılarda iyileşmeden ziyade hastalıkların seyrini daha da ağırlaştırdığı gözlenmektedir. Dalış esnasında kaçırılan dekompresyon duraklarından dolayı oluşan DH'nın tedavisinde zorunlu kalınmadıkça Aksona uygulanması önerilmemektedir. Bunun yerine DH yaşayan dalıcı yüzeyle alındıktan sonra dalıcıya uygun solunum maskesi ile %100 oksijen verilerek dalış kazasının gerçekleştiği bölgenin yükselti farkı göz önüne alınarak kişi acilen hiperbarik oksijen tedavi merkezine götürülerek tedavisinin HBO devam etmesi önerilir. Yapılacak olana dalışları dekompreyonsuz dalış limitlerinde yapılarak dalış bilgisayarını veya daalish tablosu kullanımı önerilirken; yapılacak olan dalış eğer dekompresyonlu bir dalış ise uygun ekipman ve kurallara çerçevesinde dalışların gerçekleştirilmesi önerilir.

Yukarıda bahsedilen sebepler göz önüne alındığında ve suürünlerinin kapsamına giren yetiştiricilik ve avcılığında dalgıçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Vaka'alar incelendiğinde dalgıçlar çapa için dalmış diğeri de midye toplamak maksadı ile suya girmişlerdir, dalıcıların yetersiz ve eksik bilgi kapsamında yaptıkları hatalı dalışlar neticesinde DH yakalanmış ve yine yanlış ve hatalı olarak bildikleri Aksona'yı hatalı ve yanlış uygulayarak oluşan hastalığın şiddeti artmış ve ensonunda doğru uygulamaya başvurarak hiperbarik oksijen tedavi merkezine gitmişlerdir.

Yukarıda bahsedilen olaylar değerlendirildiğinde bir dalış organizasyonu doğru olarak gerçekleştirmek için bu kapsamda; doğru malzeme seçimi uygun bir dalış profili planlanarak deko stoplarının hesaplanması ve bu hesaplamayı dalgıcın su altında harcıyacağı efor ile planlanması, standart çıkış profiline uyulması, çıkış gerçekleştikten sonra yüzeyle beklemesinin standartlara uygun olarak yapılması ve yüzeyle beklemesinde standartlara uyulması gereklidir. Oluşabilecek bir olumsuzluk kapsamında kişiye yukarıda belirtildiği kapsamda müdahale edilmesi gereklidir. Bu standartlar kapsamında yapılacak dalışlar

güvenli dalış niteliği taşımaktadır. Karşılaşılan problemlere doğru müdahale edilir ise de, oluşan hastalıklar dalıcıya minimum düzeyde hasar vererek olaylar bertaraf edilecektir.

Dekompresyon hastalığının oluşumundaki sebepler arasında uygunsuz dalış profilini izleyen uygulanması gereken dekomresyon stoplarının uygulanmaması akabinde çıkış kurallarına uyulmadan uygunsuz çıkışın tetiklenmesi sonucu dalıcının vücut sıvıları içersin oluşan gaz kabarcıklarıdır. Toklu ve ark. yaptığı çalışmalarda dalış profilleri incelendiğinde; yüzey beklemesinin 10 dakikanın altında tutulması sebebi ile yapılan dalışların tümü tek bir dliş olarak kabul edilir; ve yapılan dalışlarda dekompresyon stoplarına uyulmadan dalışa devam edilmesi ve akabinde kontrolsüz olarak hızlı çıkış yapılarak dalışlar sonlandırılmış ve gelişen belirtiler neticesinde dalıcıların uygunsuz ekipman ile birlikte su içi rekompresyon tablosuna uyulmadan aksone uygulandığı gözlenmiştir; ve uygulanan dalışlarda dalış bilgisayarı kullanılmadığı belirlenmiştir.

Toklu ve ark.'nın çalışmasındaki dalış profilleri Amerikan Donanması Dalış el kitapçığına göre incelendiğinde; olgu 1'de dalıcı ilk dalışını 40 m derinliğe 30 dakika yüzey beklemesi yapmadan 70 m derinliğe indiği ve 10 dakika sonra havasının biterek acil çıkış yaparak dalışı sonlandırdığı görülmektedir, bu dalış profiline bakıldığında dalıcı 70 m derinliğe 42 dakikalık bir dalış yaptığı görülmektedir. Dalış manüelindeki tablo incelendiğinde yapılan dalışın 250 feet derinliğine 42 dakikalık bir dalışın planlanamayacağı görülmektedir, yapılan dalışın çok riksli ve tehlikeli bir dalış olduğu görülmektedir. Akabinde bu dalışlar neticesinde oluşan problemler sebebi ile dalıcının kurallara uymadan uygunsun ekipman ile yaptığı aksonanın kişinin durumunu daha da kötüleştirdiği görülmektedir. Olgu 2'nin dalış profili incelendiğinde dalıcının ilk dalışını 30m derinliğe 35 dakikalık dip zamanı ile dalışını 38 dakikada tamamladığı, ikinci dalışını 7 dakikalık yüzey beklemesi ile 30 m derinliğe 35 dakikalık dip zamanı ile dalışını 38 dakikada tamamladığı akabinde yüzey beklemesi yapmadan 3 m derinliğe 30-35 dakikalık dip zamanı ile dalışını tamamlayarak dalışını bitirdiği belirtilmiş ve yüzeyde sigara içtikten iki dakika sonra göğüs ağrısı oluştuğu belirtilmektedir. Bu dalış incelendiğinde yapılan

dalışlar arasında yüzey beklemesi yapılmadığı ve bu sebepten dolayı bu dalışları tekbir dalış olarak kabul edilmelidir, dalış 30 m derinliğe 111 dakikalık bir dalış yapılmış olarak değerlendirilmelidir. Dalış manüeli tabloları incelendiğinde 30 m derinliğe 25 dakikalık 0 dekokomresyon limitlerini vermektedir bu dalış profili incelendiğinde dalışın olması gereken limitlerde yapılmadığı, dalış sonrasında gelişen göğüs ağrısı sebebi ile uygun olmayan dalış ekipmanları ve uygunsuz bir yöntem izleyerek rekompresyon yapmaya çalışmış ve bunun neticesinde karşılaşılan olumsuzluklar sebebi ile hastanın durumu olduğundan daha kötü bir hal almıştır.

Bu iki olgu incelendiğinde yapılan dalışlarda dalış tablolarına uyulmamış verilen limitlerin üzerinde dalışlar yapılmış, yüzey beklemeleri göz ardı edilerek birbirlerini izleyen dalışlar yapılmış, dalışlarda gerekli olan dekompresyon beklemeleri gerçekleşmemiş, dalış tamamlandıktan sonra yüzeye yükselirken çıkış kurallarına uyulmamış ve dalışlar bittikten sonra sigara içilmiş; akabinde gelişen olumsuzluklar sebebi ile aksona yapmaya karar verilmiş; aksona gerçekleştirilir iken kişiler tek başına dalışa devam etmiş, uygun ekipman ve kurallara uyulmadan aksonaya devam edilerek gelişen rahatsızlıkların durumunda iyleşmenin aksine durumları daha da kötüleşmiştir.

Yukarıda bahsedilen sebepler yapılmaması gereken hataların hepsinin aynı dalış profilinde birleşmesi sebebi yapılan uygunsuz dalışın riskini arttırmıştır. Sözü edilen dalışların hiç birinin kurallara uymaması ve uygunsuz ekipman ve koşullarda akson uygulaması yapılması ise kişilerde oluşan rahatsızlığın şiddetini arttırmıştır. Dalış sırasında karşılaşılan problemten sonra kazazedeler %100 oksijen maske ile uygulanarak HBO tedavi merkezine ulaşılmış olsa idi kazazedelerin tedavileri daha başarılı ve daha kısa süreli olabilirdi.

Öneriler:

Herhangi bir dalış organizasyonu yapılır iken; dalışa hazırlık evresinde başlayan ve dalış esnasında devam edip ve dalış organizasyonu btinceye kadar güvenli bir dalış için uyulması gereken kurallar bulunmaktadır. Bu kurallardan birinin veya bir kaçının ihlali ile yapılan dalış organizasyonlarında dalıcının veya dalıcıların güvenli bir dalış yapabilmesi mümkün değildir. Bu kurallar:

- 1- **ASLA YALNIZ DALINMAZ.**
- 2- Dalış yapılacak bölge seçilmeli ve dalış yapılacak bölgenin dalış için uygunluğu araştırılarak güvenlik tedbirleri alınmalıdır.
- 3- Yapılacak dalış için uygun ekipmanlar seçilerek bu ekipmanlar kullanılmalı. Örneğin dalış yapılacak bölgenin su sıcaklığı normalin altında ise soğuk su için uygun bir regülatör kullanılmalıdır.
- 4- Yapılacak dalış için uygun bir dalış profili hazırlanmalı ve bu dalış profilinde karşılaşılabilecek problemler için önlemler göz ardı edilmemelidir.
- 5- Dalış profili hazırlanır iken grupta bulunan en az tecrübeli kişiye göre dalış profili hazırlanmalıdır.
- 6- Hazırlanan dalış profili derinlik limitleri sportif dalışa uygun şekilde hazırlanmalıdır.
- 7- Dalış profili hazırlandıktan sonra dalış brifingi verilmeli ve uyulması gerekli kurallar dalıcılara tekrar aktarılmalıdır.
- 8- Dalış yapılacak bölgenin güvenlik tedbirleri alınmalı ve dalış bir tekne ile yapılıyor ise kurallara uygun şekilde güvenlik tüpü (deko tüpü) suda hazır bulundurulmalıdır.
- 9- Dalış organizasyonuna uygun nitelikte ilk yardım malzemeleri ve ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- 10- Dalış yapılacak bölgede olağanüstü durumlar için yeterli eğitim almış en az bir kişi görevlendirilmeli ve hazır bulunmalıdır.
- 11- Dalış yapılacak bölgede rahatlıkla görülecek şekilde, uluslararası standartlara uygun dalış işaretleri (bayrak, flama vs gibi) yerleştirilmeli ve gerekirse sözlü-yazılı bilgilendirme yapılmalıdır.
- 12- Yapılacak dalış için gerekli izinler alınmalıdır.
- 13- Dalıştan önce dalgıçlar arasında kurallara ve yetkilere uygun olarak eşleştirmeler yapılmalıdır (buddy). Dalışa başlamadan önce dalış eşleri birbirlerini kontrol ederek koordineli şekilde suya girmelidir. Dalış esnasında eşlerin herhangi bir şekilde birbirlerinden ayrılması

durumunda (göz temasının kaybolduğu anda) eşler derhal dalış liderine bilgi vererek **YÜZEYE ÇIKILMALIDIR.**

- 14- Bütün kontroller yapıldıktan sonra dalış eşleri ve var ise dalış liderinin onayı ile dalışa başlanmalıdır.
- 15-Dalış esnasında dalış eşleri ile sürekli koordineli olacak şekilde dalışa devam etmeli ve herhangi bir problem durumunda dalış liderine bilgi vererek olaya müdahale etmesi sağlanmalıdır.
- 16-Dalış esnasında dalıcıların hava kontrolleri yapılmalı ve dalıcının tüpündeki hava düşük düzeye (reserve miktar alt limit) ulaşmış ise gurup lideri bilgilendirilerek grubun tüm dalışı sonlandırılmalı ve yüzeye çıkılmalıdır.
- 17-Dalışta dibi terk başladıktan sonra çıkış kurallarına uyularak çıkış işlemi tamamlanmalıdır.
- 18-Dalış esnasında dalıcılar dekompresyon tablo kurallarına uymalı, eger kaçırılmış bir dekomresyon durağı oluşmuş ise dalıcı güvenli bir şekilde su yüzeyine alınmalı ve görevli kişi tarafından gerekli birimler bilgilendirilerek kişiye %100 oksijen verilerek kişi en yakın hiperbarik basınç odasına götürülmelidir.
- 19-Dalış esnasında karşılaşılan herhangi bir problem oluşur ise kişiye müdahale uygun dalıcı tarafından sağlanarak kurallara uygun şekilde kişi su yüzeyine alınarak dalış sonlandırılmalı ve güvenli şekilde ilk yardım uygulanmalıdır.
- 20-Su içinde dalıcılarda DH veya AGE görülmüş ise “Aksona” uygulanması en son olarak düşünülmelidir. Kazazede güvenli bir şekilde su dışına alındıktan sonra %100 oksijen solutularak en yakın HBOT merkezine ulaştırılmalı.

Genel olarak olarak bir dalış organizasyonu planlandığında yukarıda bahsedilen kuralların tümünün değerlendirilip bu doğrultuda bir dalış planlanmalıdır. Planlanan bu dalış organizasyonunda güvenlik kurallarına en üst düzeyde uyulmalıdır. Olası karşılaşılabilecek problemlere karşı önlem alınarak oluşan problemin en az hasar ile bertaraf edilme yöntemi seçilmelidir. Özellikle karşılaşılan DH ve AGE hastalığına karşı “Aksona” uygulaması yerine

kazazedeyi %100 oksijen uygulaması yapılarak en yakın HBOT merkezine ulaştırılması sağlanarak kazazedenin uzman hekim tarafından tedavisinin yapılması sağlanmalıdır.

Profesyonel (sanayii) dalış operasyonlarında ise daha farklı ve daha detaylı güvenlik önlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, profesyonel dalışlarda ihtiyaç duyulan en az personel miktarları Çizelge 8.'de belirtildiği şekilde uygulanmak zorundadır:

Çizelge 8. Dalış operasyonlarında ihtiyaç duyulan en az personel miktarları (Anonim, 2013z).

(Değişik:RG-15/2/2008-26788)								EK-2
DALIŞ OPERASYONLARINDA İHTİYAÇ DUYULAN EN AZ PERSONEL MİKTARI								
GÖREVİ	SCUBA	DALIŞ SİSTEMİ	SATIHTAN İKMALLİ DALIŞ SİSTEMİ (HAVA DALIŞLARI)		SATIHTAN İKMALLİ DALIŞ SİSTEMİ (KARIŞIM GAZ DALIŞLARI)		FERDİ OLARAK YAPILAN SU ÜRÜNLERİ AVCILIĞI DALIŞLARI	
	1 DALGIÇ (D)	2 DALGIÇ	1 DALGIÇ	2 DALGIÇ	1 DALGIÇ	2 DALGIÇ	1 DALGIÇ	
DALIŞ AMİRİ	1	1	1	1	1	1		
STAND-BY DALGIÇ	1	1	1	1	1	2	1	
YARDIMCI	(C)	(C)	1	2	2	3		
KAYITÇI/ZAMAN TUTUCU	(C)	(C)	1	1	1	1		
SUALTI HEKİMİ	-		1(B)	1 (B)	1 (B)	1 (B)		
TOPLAM	3	4	5	7	6	9	2	

AÇIKLAMALAR:

(A): Dalışlar satıh irtibatlı ise her dalgıca bir yardımcı, eğer arkadaş halatı kullanılıyorsa her çifte bir yardımcı gerekir.

Yardımcılar, balıkadam olmalıdır.

(B): 40 metreden daha derine yapılan dalışlarda veya satıh dekompresyonlu dalışlarda sualtı hekimi ve tazyik odası bulunması gerekir.

(C): Yeterli personel olmadığı durumlarda dalış amiri yapar.

(D): Scuba dalışlarda tek dalgıç kullanılacak ise, emniyet maksadıyla dalgıç ince bir halatla satha bağlı olur.

Genel Hükümler

1) Her bir dalış ekibinde dalış operasyonu esnasında, dalış amirliği görevi dışında dalış ekip personelinin en fazla yarısı stajyer olabilir

2) Balık üretme/su ürünleri çiftliklerindeki dalış operasyonlarında;

a) Dalış amirliği görevi, 1. sınıf dalgıç yeterliğine sahip kişi tarafından yapılabilir.

b) 40 metreden daha derine yapılan Scuba Sistemli dalışlarda bünyesinde tazyik odası bulunan en yakın yetkili tedavi merkezi ile anlaşma yapılabilir.

c) 1. sınıf dalgıç yeterliğinde dalış amiri bulunmadığı takdirde, bu Yönetmelikte öngörülen stajını dalış amiri yanında yaptığını staj defteri ve liman başkanlığı onayı ile belgeleyen diğer yeterliklerdeki profesyonel sualtıadamları da dalış amirliği yapabilir.

Profesyonel olarak nitelendirilen ticari ve özel amaçlı dalışlarda uyulması gerekli hususlar Profesyonel Su altı Adamları Yönetmeliği'nde belirlendiği gibi sıralanan hususlara dikkat edilerek, kaza riskleri en aza indirilerek ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yapılmalıdır. Bu konuda dikkat edilecek hususlar göz ardı edilmemelidir ve güvenlik tedbirleri maksimum olarak dalış organizasyonları gerçekleştirilmelidir. Karşılaşılabilecek herhangi bir kaza durumunda yetkin kişiler tarafından kazazedeye müdahale edilerek kazazedenin tedavi edilmesi esas alınmalıdır. Su altında çalışacak ve ağır işler yapacak kişilerin mutlaka profesyonel eğitim aldıktan sonra çalışmasına izin verilmelidir. Ayrıca sanayi dalgıcı olarak yetiştirilecek personel, daha hafif ve niteliklerine uygun dalışlar yaptırılarak eğitimleri tamamlanmalı, yeterli deneyim kazandıktan sonra sektörde çalıştırılmalıdır. Sektörde çalışan personelin rutin sağlık tetkikleri aksatılmadan yaptırılarak kayıt altına alınmalıdır. Faal olarak çalışan personelin yaptıkları dalışlar aksatılmadan kayıt altına alınmalı, daha sonra yapacakları dalışlar için bu kayıtlar referans alınmalıdır. Ağır sanayi dalışını gerektiren durumlarda bu kriterler değerlendirilerek planlanmalı ve risk faktörü taşıyan dalışlar yapılmasına izin verilmemelidir. Ticari amaçlı yapılan dalışlarda (su altı boru hattı, su altı kaynağı, su ürünleri avcılığı vs gibi) çalışacak personel, bu hususlar dahilinde çalıştırılarak dalgıçlar sıkı bir kontrol ve denetim altında tutulmalıdır.

Yukarıda bahsedilen bilgi ve kuralların temel amacı; sportif ve ticari amaçlı dalışlarda insan sağlığını tehdit etmeyecek dalışlar düzenlenmesine ve kaza riskinin olmadığı veya en aza indirildiği dalışların planlamasına katkı sağlamaktır.

Tükiyede bulunan basınç odaları ve iletişim bilgileri (Türkiye Su Altı Federasyonu kaynaklarında bulunan bilgiler):

ADANA

-Özel Adana Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Belediye Evleri Mh. Turgut Özal Bulvarı 84282 Sk. No:11 Çukurova / Adana Uzm. Dr. Özlem Akkoca Tel:0322 248 85 30, 0541 510 22 04 www.adanahiperbarik.com

ANKARA

-GATA Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı Etlik / Ankara Doç. Dr. Şenol Yıldız Tel: (0312) 304 20 00 www.gata.edu.tr

-Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Akyurt Hiperbarik Oksijen ve Yara Bakım Merkezi Ülkü Mahallesi Talatpaşa Bulvarı No:5 Altındağ / Ankara Uzm. Dr. Gamze Sümen Tel: 0 312 508 40 00 www.anh.gov.tr

-Özel Fora Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Ziyabey Cd. 5 Sk. 4B/5 Balgat / Ankara Uzm. Dr. Esra Akgül Tel: 0312 285 58 75 www.ankarahiperbarik.com.tr

ANTALYA

-Özel Hiperox Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Demircikara Mh. Avni Tolunay Cd. No:46 Antalya Uzm. Dr. Mustafa Alan (Hava ve Uzay Hekimliği Uzmanı) Tel: (0242) 322 00 99 www.hiperox.com

BURSA

-Özel Neoks Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Zübeyde Hanım Cad. İnce Sk. No:7 Bursa Uzm. Dr. Gamze Öztürk Tel: (0224) 233 05 00, (0544) 269 78 67 www.neoks.com

BODRUM

-Sağlık Bakanlığı, Bodrum Devlet Hastanesi Muğla / Bodrum Uzm. Dr. Doğu Çankaya Tel: (0252) 313 14 20 www.bodrumdh.saglik.gov.tr

ESKİŞEHİR

-Eskişehir Asker Hastanesi Kırmızı Toprak Mah. Atatürk Caddesi Stadyum Yanı No:1 ESKİŞEHİR Doç. Dr. Ahmet Akın (Hava ve Uzay Hekimliği Uzmanı) Doç. Dr. Ahmet Şen (Hava ve Uzay Hekimliği Uzmanı) Tel: (0222) 220 45 30

GAZİANTEP

-Dr. Ersin Arslan Devlet Hastanesi Hürriyet Cad. Şahinbey / GAZİANTEP Uzm. Dr. Cemile Sevi Tekin Doğan Tel: (0342) 221 07 00 www.gaziantepdh.gov.tr

İSTANBUL

-İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı Çapa, İstanbul Prof. Dr. Şamil Aktaş Prof. Dr. Akın Savaş Toklu Tel: (0212) 414 22 34 www.itf.istanbul.edu.tr/sualtihekimligi www.sualti.org

-GATA Haydarpaşa Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Servisi Selimiye, İstanbul Doç. Dr. Hakan Ay Doç. Dr. Günalp Uzun Uzm. Dr. Mesut Mutluoğlu Tel: (0216) 542 20 20 www.hpasa.gata.edu.tr

-Sağlık Bakanlığı, Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Şemsi Denizer Cd. E5 Karayolu Cevizli Mevkii, 34890 Kartal / İstanbul Uzm. Dr. Bengüsu Öroğlu Tel: (0216) 441 39 00 /2670 - 2658 Faks: (0216) 352 00 83 www.sbkeah.gov.tr

-Özel MEDOK Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Tatlıpınar Cd. No: 7/1 Şehremeni, Vatan Lisesi Yanı, Fatih / İstanbul Uzm. Dr. Şefika Körpınar Tel: (0212) 635 82 55- 635 82 41 Faks: (0212) 635 81 29 www.med-ok.com

-Özel Oksimer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Aksaray) Haseki Cad. No:26/1
Fatih / İstanbul Uzm. Dr. Cenk Gülgün Tel: (0212) 632 71 71 - (0533) 734 53 00
www.oksimer.com.tr

-Özel Oksimer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Avcılar) Mustafa Kemal Paşa
Mah. Karataş Sok. No:39 Avcılar / İstanbul Uzm. Dr. Banu Ceylan Tel: (0212) 428
57 57 www.oksimer.com.tr

-Özel Hipermer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Şişli) / İstanbul Sıracevizler
Cad. Esen Sk. No:6/16 Şişli Uzm. Dr. Füsün Kocaman Tel: (0212) 368 84 74
www.hipermer.com.tr

-Özel Hipermer Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi (Bahçelievler) İzzetin Çalışlar.
Cad. Hami Botasun Sk. No:42/2 Bahçelievler / İstanbul Uzm. Dr. Özgür Mutlu Tel:
(0212) 644 90 99 www.hipermer.com.tr

-Özel İstanbul Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Talatpaşa Mah. Aydoğan Cad.
No: 2 Okmeydanı / İstanbul Uzm. Dr. Ahmet Höbek Uzm. Dr. Evin Koç Gülen Tel:
(0212) 222 26 67 – 222 20 94 www.istanbulhiperbarik.com

-Özel Oksipol Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Sahrayı Cedid Mh. Derya Sk.
No:11/ A Kadıköy / İstanbul Doç. Dr. Emin Elbüken Tel: (0216) 360 1 360 – (0216)
360 60 64 www.oksipol.com

-Özel Anadolu Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Cevizli Mahallesi, Bağdat
Caddesi 613/1 Maltepe / İstanbul Uzm. Dr. Savaş İlgezdi Tel: (0216) 383 12 98,
(0212) 283 12 99, (0507) 702 71 11 www.anadoluhiperbarik.com

-Özel Aymed Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Şair Arşi Cd. Sayın Sk. İsmail Bey
Apt. No:4/2 Kadıköy / İstanbul Uzm. Dr. Ayça Kurt Tel: (0216) 363 63 03, (0530)
294 90 91 www.aymedhbo.com

-Özel Hisar Hastanesi Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Alemdağ Cad. Site Yolu
No:7 Ümraniye / İstanbul Uzm. Dr. Fulya Toka Tel: (0216) 524 13 00- 444 5 888
www.hisarhospital.com

İZMİR

-Özel Neoks Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Ankara Cad. No:197/A Bornova /
İzmir Uzm. Dr. Figen Aydın Tel: (0232) 374 72 22, 0505 266 05 00
www.neoks.com

KOCAELİ

-Gölcük Asker (Deniz) Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Servisi Doç.
Dr. Kadir DüNDAR Tel: (0262) 414 66 01

-Oksimed Kocaeli Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi Yenişehir Mh. Adnan
Menderes Bulvarı No:6 Kocaeli Uzm. Dr. Salih Kaan Emek Tel: (262) 311 11 00
www.kocaelihiperbarik.com

TRABZON

-Sağlık Bakanlığı, Trabzon Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi İnönü Mh.
Maraş Cd. Trabzon Uzm. Dr. Abdullah Arslan Tel: (0462) 230 23 01/5 hat dahili:
1770 www.trabzonnumune.gov.tr

KAYNAKLAR

- Agostoni E., Gurtner, G., Torri, G., Rhan, H. (1996) Respiratory Mechanics During Submersion and Negative Pressure Breathing, J.ApplPhysiol, 21:251-258
- Anonim, (2013c) <http://gosportsubmariners.com/History.htm>
- Anonim, (2006x). History of Diving & NOAA Contributions National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce p.520
- Anonim, (2008w) U.S. Navy Diving Manual (REVISION 6) U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402 p. 992
- Anonim, (2008w) U.S. Navy Diving Manual (REVISION 6) U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402 p. 992
- Anonim, (2013a) <http://www.gezgin.web.tr/index.php/2013/04/2837/>
- Anonim, (2013b) <http://scubadivingtr.com/>
- Anonim, (2013d) <http://bdplongee.wifeo.com/les-origines-de-la-plonge.php>
- Anonim, (2013e) <http://www.superstock.com/stock-photos-images/1895-5975>
- Anonim, (2013g) <http://www.balikmarketim.com/technisub-aqualung-rocket-fin-scuba-dalis-paleti>
- Anonim, (2013h) <http://www.bizde.com/ilan/dsn1233-39-40-numara-dalis-paleti,2441985.html>
- Anonim, (2013i) http://www.derinshop.com/site/page.asp?dsy_id=4339
- Anonim, (2013l) <http://www.balikmarketim.com/denge-yelegi---bc>
- Anonim, (2013m) <http://www.scubadivingtr.com/regulator.php>
- Anonim, (2013n) <http://www.balikmarketim.com/dalis-kemerleri>
- Anonim, (2013o) <http://www.gunes-gaz.com/urunler.aspx?id=54>
- Anonim, (2013r) <http://www.sualtigazetesi.com/?p=18117>
- Anonim, (2013f) <http://www.adamgrohman.com/mainsite/hardhat/hardhat.html>
- Anonim, (2013j) http://www.dansdiveshop.ca/dstore/index.php?main_page=index&cPath=16_23
- Anonim, (2013k) http://www.dansdiveshop.ca/dstore/index.php?main_page=index&cPath=16_23
- Anonim, (2013p) <http://www.maviadashop.com/tr/252-scubapro-uwatec-galileo-sol-polartransmitterdali-bilgisayari.html>
- Anonim, (2013s) <http://www.lakesidepress.com/pulmonary/hyperbaric/steelball.htm>
- Anonim, (2013t/u) http://www.dalisamirirehberi.com/?q=kt&title=Basinc_Odasi___Yeni_Nesil_Monoplase_Kabin___wwwhipertechcomtr&cat=343&id=3389/
<http://www.haber7.com/genel-saglik/haber/10171117-hiperbarik-oksijen-tedavisi-hayat-kurtariyor>

- Anonim,(2013v/y).<http://www.oksimer.com.tr/Default.asp?Page=1&id=6&Title=basinc-odasi> <http://galeri.uludagsozluk.com/r/bas%C4%B1n%C3%A7-odas%C4%B1-237336/>
- Anonim,(2013x)<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673610610859>
- Anonim,(2013z)<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.5689&sourceXmlSearch=profesyonel&MevzuatIliski=0>
- Beckman.E. (1963) Thermal Protection During Immersion in Cold Water In: Proceeding of the Sconcl Sympwlsium on Underwater Physiology,(Washington,D.C.:National Academy of Science) pp.247-66.
- Beköz Ü., Baklavacı Ö. ve Sarıgül F., (2001) SUALTI TEORİSİ, Turk Dive, Senkron Reklam ,Prodüksyon, Tanıtım Hizmetleri ve Tic. Ltd. Şti., Numune Matbacılık ve Cilt Sanayi Ltd. Şti. Türkiye, ISBN:975-7365-14-9 p:375
- Bennett. PB. and Elliot DH. (1993) The Physiology and Medicine of Diving (4th ed.). London: Saunders
- Blatteau J.E., Hugon J., Gempp E, Castagna O, Pény C ve Vallée N., (2012), Oxygen breathing or recompression during decompression from nitrox dives with a rebreather: effects on intravascular bubble burden and ramifications for decompression profiles, Eur J Appl Physio, Institut de Recherche Biomédicale des armées (IRBA), BP 20545, 83041 Toulon cedex 9, France, doi: 10.1007/s00421-011-2195-6
- Blatteau J.E., Jeanc F., Pontiera J.M., Blancheb E., Bomparc J.M., Meaudred E., Étiennee J.L., (2006), Decompression sickness accident management in remote areas, Use of immediate in-water recompression therapy, Review and elaboration of a new protocol targeted for a mission at Clipperton atoll, e Société Septième Continent, 21 bis, rue du Simplon, 75018 Paris, France, Département d'anesthésie-réanimation, hôpital d'instruction des armées Sainte-Anne, 83800 Toulon Armées, France, Doi:10.1016/j.annfar.2006.04.007
- Blatteau J.E., ve Pontiera J.M., (2009), EVect of in-water recompression with oxygen to 6 msw versus normobaric oxygen breathing on bubble formation in divers, Ecole de Plongée Marine Nationale, Département de Médecine Hyperbare Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, 83800 Toulon Armées, France, DOI 10.1007/s00421-009-1065-y
- Bond J.G., Moon R.E. ve Morris D.L., (1990), Initial table treatment of decompression sickness and arterial gas embolism, Aviat Space Environ Med., Divers Alert Network, Duke University Medical Center, Durham, NC., PMID:2205196
- Bove,A.A..Davis,C.J. (1990), 2nd ed. Diving Medicine. W.B.Saunders Company, Philedelphia.
- BSAC. (199), Sport Diving Manual. Stanley Paul&Co.Ltd. London
- BSAC. (1992), Advanced Sport Diving. Stanley Paul&Co.Ltd. London.
- Calhoun.F. (1978), NAUI Physics for Divers. Montclair.National Association of Underwater Instructors.
- Çimşit M., (2009), Hiperbarik Tıp. ISBN:978-605-4160-07-5. Eflatun Yayınevi, Ankara, p:461

- Dueker,C.W. (1985), Scuba Diving in Safety and Health. Madison Publishing House.
- Dueker,C.W., (1985),Scuba Diving in Safety and Health. Madison Publishing House.
- Dunford R.G., Mejia E.B., Salbador G.W., Gerth W.A. ve Hampson N.B., (2002), Diving methods and decompression sickness incidence of Miskito Indian underwater harvesters, Undersea Hyperb Med., Virginia Mason Medical Center, Seattle, Washington, USA., PMID:12508972
- Gold D., Geater A., Aiyarak S., Juengprasert W., Chuchaisangrat B. ve Samakkaran A. (1999), The indigenous fisherman divers of Thailand: in-water recompression, Int Marit Health., International Labour Office, Geneva, Switzerland, PMID:10970270
- Hart A.J., White S.A., Conboy P.J., Bodiwala G. ve Quinton D., (1999), Open water scuba diving accidents at Leicester: five years' experience, Department of Accident and Emergency Medicine, Leicester Royal Infirmary, UMDS Academic Department of Surgery, St Thomas' Hospital, Lambeth Palace Road, London SE1 7EH, 16:198-200
- Kcatinge,W.R., (1969), Sudden Failure of Swimming in Cold Water. Birtish Medical Journal, 1:480-83.
- Keatinge,W.R..Hayward,M., (1981), Sudden Death in Cold Water and Ventricular Arrhythmia. Journal of Applied Physiology, 25:28-35.Maclnnis, J:1966.
- Kuehn.L., (1981), Thermal Constraints in Diving (eds). Betheda, Undersea Medical Society.
- Lionel C., (2002), Ships and Seafaring in Ancient Times, British Museum Press, Libraries Australia, ISBN: 029271162X p:155
- Maclnnis J., (1966), Living Under the Sea. Scientific American,214:24-34.
- NAUI, (1989), Advanced Diving Technology and Technics. California, Montclair.
- NAUI, (1989), Advanced Diving Technology and Technics. California, Montclair.
- NOAA, (1919), NOAA Diving Manual. Diving for Science and Technology. 2nd ed. National Oseanic and Atmospheric Administrations, U.S.Department of Commerce.
- NOAA, (1975), NOAA Diving Manual. Washington,D.C:U.S. Department of Commerce.
- NOAA. 1975.NOAA Diving Manual. Washington,D.C:U.S. Department of Commerce.
- PADI, (1989), 7V Encylopedia of Recreational Diving. Published by PADI. Santa Ana, CA 92705- 5605USA.
- Schröder S., Lier H. ve Wiese S., (2004), Diving accidents. Emergency treatment of serious diving accidents, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Westküstenklinikum Heide, German, PMID: 15565421
- Shilling,C.W., Carlston,C.B., Mathias R.A. (1984), The Physician's Guide to Diving Medicine.
- Shilling,C.W..Werts,M.F. (1976), Schandelmeir NR: The Underwater Handbook. New York.Plenum Pres.

- Toklu A.S. ve Cimsit M., (2009), Sponge divers of the Aegean and medical consequences of risky compressed-air dive profiles, *Aviat Space Environ Med.*, Department of Underwater and Hyperbaric Medicine, Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul University, Istanbul, Turkey, PMID:19378916
- Webb P., (1976), Thermal Stress in Undersea Activity. *Underwater Physiology*, vol.5, Lambertsen, C.J.(ed) (Bethesda,Md.,FASEB), pp.705-24
- Webb P., (1985), Prolonged and Repeated Work in Cold Water (ed), Bethesda, Undersea Medical Society
- Webb P., (1985), Prolonged and Repeated Work in Cold Water (ed), Bethesda, Undersea Medical Society.
- Wendling J., Nussberger P. ve Wölfel C., (2009), Problems of a preclinical treatment algorithm for diving accidents: analysis of the Swiss hyperbaric situation, *Diving Hyperb Med.*, Hospital Center Biel-Bienne, Faubourg du Lac 67, CH-2502 Bienne, Switzerland, PMID:22753203
- Westin A.A., Asvall J., Idrovo G., Denoble P. ve Brubakk A.O., (2011), Diving behaviour and decompression sickness among Galapagos underwater harvesters, Department of Circulation and Medical Imaging, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, PMID:16119309
- Willanis J., (1962), *Oceanography, An Introduction to the Marine Sciences* (Boston Little Brown&Co.)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Ferhat Yalın

Uyruk : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 190/6/1984

Medeni hali : Bekar

Telefon : 0 532 606 82 95

E-posta : **ferhatyalın@hotmail.com**

Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Bahçelievler Kocasınan Endüstri Meslek Lisesi	2001
Lisans	19 Mayıs Üniversitesi	2007
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2013

İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon/Görev
2005-2007	Aqua Age Diving Centre	SCUBA Dalış Eğitmeni
2007	Sinop Tarım İl Müdürlüğü Koruma Kontrol Şube Müdürlüğü	Stajyer
2007-2009	Octobus Diving Centere	SCUBA Dalış Eğitmeni ve Rahber Balık Adam
2009-2011	Konya Dalış Merkezi	SCUBA Dalış Eğitmeni ve Rahber Balık Adam
2011-2012	MUSAM	SCUBA Dalış Eğitmeni ve Rahber Balık Adam

İngilizce	Başlangıç	Orta	İleri
Yazma		X	
Konuşma		X	
Anlama			X
Okuma			X