

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı

ÜLKEMİZDE GERÇEKLEŞEN DALIŞ KAZALARI ANALİZİ

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. Ezgi Akpınar

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Akın Savaş Toklu

İSTANBUL
2022

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı

ÜLKEMİZDE GERÇEKLEŞEN DALIŞ KAZALARI ANALİZİ

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. Ezgi Akpınar

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Akın Savaş Toklu

İSTANBUL
2022

ÖNSÖZ

Asistanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince desteğini esirgemeyen, aktardığı mesleki tecrübe, deneyim ve bilgi birikimiyle mesleki gelişimime büyük katkı sağlayan Anabilim Dalı Başkanımız saygıdeğer hocam Prof. Dr. Akın Savaş Toklu'ya

Uzmanlık eğitimimiz süresince hastalara yaklaşımındaki pratikliği ve teknik konulardaki derin bilgisi ile örnek aldığımız saygıdeğer hocam Prof. Dr. Salih Aydın'a

Engin bilgi hazinesinden ve çalışma disiplininin çok şey öğrendiğimiz, bilim ve bilimselliği tanıtan, aklı ön planda tutan yol göstericiliğiyle neyin nasıl yapılması gerektiğini bize öğreten saygıdeğer hocam Prof. Dr. Şamil Aktaş'a,

Tüm eğitim süresi boyunca yanımızda olan, sürekli kapısını çaldığımız, bilgi ve tecrübelerini samimiyetle aktaran, bizlere büyük bir özveri ve sabırla yaklaşım yapan değerli hocam Doç. Dr. Bengüsu Mirasoğlu'na teşekkür ederim.

Sadece mesleki zorlukları değil hayattaki diğer zorlukları aşarken de omuz omuza olduğum, kapısını bana sonuna kadar açan eş kıdemlim Dr. Nisa Örmeci'ye dostluğu için teşekkür ederim. Birlikte çalışmaktan olduğu kadar beraber zaman geçirmekten de çok mutlu olduğum, bana hayatı öğreten, asistanlık sürecini güzel hale getiren hekim arkadaşlarım Dr. Hilal Ak, Dr. Ertuğrul Kerimoğlu, Dr. Abdüsselam Çelebi, Dr. Özdiñ Acarlı, Dr. Zeynep Canaz, Dr. Seren Kırmızı, Dr. Hande Çetin, Dr. Selahattin Çakıroğlu, Dr. Gülşen Yetiş, Dr. Çağrı Can Makar, Dr. Soner Uludağ, Dr. Cansu Akkuş, Dr. Bekir Özcan'a bu süreçte yanımda oldukları için teşekkür ederim.

Sualtı Hekimliği bölümünde sadece çalışma arkadaşı değil bir aile olduğumuzu her zaman hissettiren, bu süreçte zorlukları aşarken yanımda olan başta Mahir Orhanlı ve Mürvet Kalaycı olmak üzere tüm hemşire ve personel arkadaşlarıma emekleri, sabırları ve güler yüzleri için teşekkür ederim.

Yanımda olduklarını her zaman hissettirerek varlıklarıyla bu hayatı güzel kılan, bugünlere gelmemde hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, her başarımda benimle mutlu olup gurur duyan, haklarını asla ödeyemeyeceğim her şeyim olan ailem; annem Safet Akpınar, babam Kemal Akpınar, ağabeyim Sinan Akpınar'a ve yürüdüğüm tüm yollarda bana eşlik eden dostlarıma teşekkür ederim.

Dr. Ezgi Akpınar

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	1
I. GİRİŞ.....	3
II. GENEL BİLGİLER.....	5
A. DALIŞ FİZİĞİ.....	5
1. Basınç.....	5
a. Atmosferik Basınç.....	5
b. Barometrik Basınç.....	5
c. Geyç (Gösterge) Basıncı.....	5
d. Mutlak Basınç.....	5
e. Hidrostatik Basınç.....	6
2. Gaz Kanunları.....	6
a. Boyle-Mariotte Kanunu.....	6
b. Gay-Lussac Gaz Kanunu.....	6
c. Charles Gaz Kanunu.....	6
d. Dalton Kanunu.....	6
e. Henry Gaz Kanunu.....	7
B. BASINCIN FİZYOPATOLOJİK ETKİLERİ.....	7
1. Barotravmalar.....	7
a. Kulak Barotravmaları.....	8
(1). Orta Kulak İniş Barotravması.....	8
(2). Orta Kulak Çıkış Barotravması.....	8

(3). İç Kulak Barotravması.....	9
(4). Dış Kulak Barotravması	9
b. Sinüs Barotravması	9
c. Akciğer Barotravmaları.....	10
(1). Pnömotoraks	11
(2). Arteriyel Gaz Embolisi.....	11
(3). Mediastinal Amfizem	12
C. DALIŞTA SOLUNAN GAZLARIN FİZYOPATOLOJİK ETKİLERİ	12
1. Nitrojen Narkozu	12
2. Oksijen Toksisitesi	13
a. Pulmoner Oksijen Toksisitesi	14
b. Santral Sinir Sistemi Oksijen Toksisitesi.....	14
3. Dekompresyon Hastalığı	14
a. Kabarcıkların Hasar Mekanizmaları	16
b. Dekompresyon Hastalığı Kliniği	16
c. Dekompresyon Hastalığı Tanı ve Tedavisi.....	17
d. Dekompresyon Hastalığı Riski ve Önlenmesi	18
D. DALIŞ TÜRLERİ.....	19
1. Serbest Dalış	19
2. Donanımlı Dalış.....	19
a. SCUBA Dalışı.....	19
(1). Açık Devre.....	20
(2). Kapalı Devre.....	20
b. Satıhtan İkmalli Dalış Sistemi	20

E. DALIŞ KAZALARI	21
1. Dalış Kazaları Risk Faktörleri	21
a. Dalgıca Bağlı Risk Faktörleri	22
(1). Yaş ve Cinsiyet.....	22
(2). Dalgıcın Tıbbi Geçmişi	22
(3). Dalgıcın Sertifikası ve Tecrübesi	23
b. Dalışa Bağlı Risk Faktörleri.....	23
(1). Dalışın Yapıldığı Yer ve Zaman.....	23
(2). Dalıştaki Konum.....	24
(3). Suyu Giriş Şekli	24
(4). Dalış Derinliği	25
(5). Çevresel Faktörler	25
(6). Eşli Dalış Sistemi	25
(7). Dalış Amacı	26
c. Ekipmana Bağlı Risk Faktörleri.....	27
d. Dalış ve Diğer Aktiviteler Arasındaki Risk Farkı.....	27
2. Kaza Oluş Mekanizması	28
3. Dalış Kazalarına Bağlı Ölümler	29
4. Dalış Kazaları İçin Alınabilecek Önlemler.....	30
5. Dalış Kazaları İçin Dünya’da Yapılan Araştırmalar	32
F. DALIŞ KAZALARINA BAĞLI OLUŞABİLECEK DİĞER HASTALIKLAR.....	32
1. İmmersiyon Pulmoner Ödem.....	32
2. Boğulma.....	33

3. Sığ Su Bayılması	34
4. Hipotermi ve Hipertermi	35
III. GEREÇ VE YÖNTEM	37
IV. BULGULAR	39
V. TARTIŞMA	50
VI. SONUÇ	61
VII. KAYNAKLAR.....	63
VIII. EKLER	67
IX. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	70

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Dalgıçların eğitim düzeyi

Tablo 2. Kaza ile sonuçlanan dalışların amacı

Tablo 3. Kaza ile sonuçlanan dalış ortamının fiziksel koşulları

Tablo 4. Suya giriş şekli ve dalış eşi durumu

Tablo 5. Dalış sırasında yaşanan sorunlar

Tablo 6. Kaza sonrası dalgıçta görülen ilk semptom ve sağlık sorunu

Tablo 7. Dalış donanımında ortaya çıkan arıza

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1.** Dalgıçların yaşa göre dağılımı
- Şekil 2.** Dalgıçların dalış tecrübelerine göre dağılımı
- Şekil 3.** Kaza ile sonuçlanan dalışların türlerine göre dağılımı
- Şekil 4.** Kazalı dalışın günün kaçınıcı dalışı olduğu
- Şekil 5.** Kaza ile sonuçlanan dalışın maksimum derinliği
- Şekil 6.** Kazanın gerçekteştiği dalış aşaması
- Şekil 7.** Dalışlarda kullanılan dekompresyon şekli

SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

PADI	: Professional Association Diving Instructor
CMAS	: Confederation Mondiale Des Activites Subaquatiques
SSI	: Scuba Schools International
TSSF	: Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu
DAN	: Divers Alert Network
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
BSAC	: British Sub-Aqua Club
psi	: Per Suare Inch
atm	: Atmosfer
ATA	: Atmosfer Absolut
msw	: Meter of Sea Water
mmHg	: Milimetre Cıva
m	: Metre
P	: Basınç
V	: Hacim
T	: Sıcaklık
SCUBA	: Self-Contained Underwater Breathing Apparatus
AGE	: Arteriyel Gaz Embolisi
HBOT	: Hiperbarik Oksijen Tedavisi
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
HRCT	: High Resolution Computed Tomography
DH	: Dekompresyon Hastalığı
CO ₂	: Karbondioksit
O ₂	: Oksijen
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
GPS	: Global Positioning System
ml	: Mililitre

IPE	: Immersion Pulmonary Edema
CO	: Karbonmonoksit
ABC	: Airway-Breathing-Circulation
CPR	: Cardiopulmonary Resuscitation
pO ₂	: Parsiyel Oksijen Basıncı
°C	: Santigrat
kg	: Kilogram
cm	: Santimetre
kg/m ²	: Kilogram/metrekaare
BKI	: Beden Kitle İndeksi
Hg	: Hemoglobin
g/dL	: Gram/desilitre

ÖZET

Giriş: Dalışa olan ilginin ve ihtiyacın artmasıyla birlikte dalıcı ve dalış sayılarında görülen artış, tüm dünyada bu alanda daha detaylı araştırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir. Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de dalış kazaları hakkında yeterli sayıda çalışma ve veri bulunmamaktadır. Bu çalışmanın hedefi, benzer veri tabanlarını da dikkate alarak oluşturduğumuz anket çalışması ile ülkemizde daha önce gerçekleşmiş olan dalış kazalarının, bu kazalara neden olan sebeplerin detaylı şekilde araştırılması ile hangi durum ve koşulların bu kazaları tetiklediğini ortaya çıkarmak ve tekrarlarının önlenmesine katkı sağlamaktır.

Gereç ve yöntem: Bu tez çalışmasında dalış türü farketmeksizin Türkiye’de gerçekleşen dalış kazaları hakkında, çevrimiçi yapılan anket formuyla veri toplanmış ve incelenmiştir. Çalışmanın duyurusu TSSF’nin internet sayfası üzerinden, elektronik posta gruplarından, sosyal paylaşım sitelerinden ve polikliniğimize başvuran dalgıçlar aracılığıyla yapılmıştır. Anket formunda kazazedelerin demografik verileri, dalış eğitimi düzeyleri ve tecrübeleri, medikal özgeçmişleri; dalışla ilgili olarak kullanılan dalış ekipmanları, dalışların zamanları, yerleri, profilleri ve yapıldığı fiziki koşullar sorgulanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler Microsoft Excel programında düzenlenmiştir.

Bulgular: Çevrimiçi retrospektif olarak yapılan anket çalışması sonucunda 80 dalış kazası ile ilgili veriye ulaşılmıştır. Ülkemizde dalış kazası geçiren dalgıçların %75’inin erkek, ortalama yaşın 35, ortalama BKİ değerinin 25,8 kg/m² olduğu saptanmıştır. Kaza geçiren kişilerin %69,6’sı hayli tecrübeli dalgıçlardı. Dalışların %78,5’i SCUBA dalışıydı, %40’ı rekreasyonel/sportif aktivite amacıyla yapılmıştı. Dalışların fiziki koşullarına bakıldığında %97,5’i denizde, %81’i tekneden yapılmıştı. Dalgıçların %27,5’inin yalnız başına daldığı ve %52,7’sinin günün ilk dalışında kaza yaptığı saptandı. Kazaların çoğu 21 metreden derin dalışlarda ve dalışın dip aşamasında gerçekleşti.

Sonuç: Koruyucu önlemlerin geliştirilmesini desteklemek için hangi dalgıç gruplarında, dalış türlerinde veya fiziki koşullarda kaza riskinin daha yüksek olduğunu belirlemek önemlidir. Analizler sistematik şekilde gelecek yıllarda da yapılabilirse, zaman içerisinde dalgıçların demografik verilerindeki ya da kazaya neden olan durumlardaki değişimler saptanabilecek, kazaların önlenmesi için alınan tedbirlerin yeterliliği incelenebilecektir.

Anahtar kelimeler: Dalış kazaları, risk faktörleri, ölüm, DAN

ABSTRACT

Introduction: The increase in the number of divers and dives with the increase in the interest and need for diving shows that more detailed research should be done in this area all over the world. As in the world, there are not enough studies and data on diving accidents in our country. The aim of this study is to investigate in detail the previous diving accidents and their causes, to reveal which situations and conditions triggered these accidents and to contribute to the prevention of their recurrence, with the survey study we created by taking into account similar databases.

Material and method: In this thesis, data about diving accidents in Turkey were collected and analyzed by means of an online questionnaire regardless of diving type. The announcement of the study was made through TUSF's website, e-mail groups, social networking sites and divers who admitted to our outpatient clinic. In the questionnaire form, demographic data of the victims, their diving education level and experience, medical background; the diving equipment used for diving, the times, places, profiles and physical conditions of the dives were questioned. The data obtained in the study were edited in the Microsoft Excel program.

Results: The data about 80 diving accidents were obtained as a result of the online retrospective survey. It was determined that 75% of the divers who had a diving accident in our country were male, the average age was 35, and the average BMI value was 25,8 kg/m². 69,6% of the accident victims were highly experienced divers. 78,5% of the dives were SCUBA dives, 40% of them were made for recreational/sportive activity. 97,5% were made in the sea and 81% from the boat when considering the physical conditions of the dives. It was determined that 27,5% of the divers dived alone and 52,7% of them had an accident in the first dive of the day. Most of the accidents occurred during dives deeper than 21 meters and at the bottom of the dive.

Conclusion: In order to support the development of protective measures, it is important to identify which diver groups, diving types or physical conditions have a higher accident risk. If the analyzes can be carried out systematically in the coming years, changes in the demographic data of the divers or the situations that cause the accident will be determined over time and the adequacy of the measures taken to prevent the accidents will be examined.

Keywords: Diving accidents, risk factors, death, DAN

I. GİRİŞ

İlk çağlardan bu yana gerek artan besin ihtiyacını karşılamak ve barınmak, gerek ise savaşlarda başarılar kazanmak ve yeni yerler keşfetmek amacıyla deniz faaliyetlerinin artmasıyla birlikte dalış aktivitesine olan ilgi ve ihtiyaç artmıştır. Zaman içerisinde olan teknik gelişmelerle birlikte dalıcıların inebileceği derinlik ve sualtında kalabilme süreleri artmış, bu sayede farklı alanlarda da uygulanmaya ve ihtiyaçları karşılamaya başlamıştır.

Günümüzde dalış aktivitesi sportif, araştırma ve keşif, ticari ve askeri amaçlı yaygın olarak yapılmaya devam etmektedir. Sadece rekreasyonel dalış açısından bile bakıldığında Dünya'nın en büyük dalış organizasyonlarından 1966 yılında kurulmuş olan Professional Association Diving Instructor (PADI) günümüzde her yıl yaklaşık bir milyon kişiye dalış sertifikası vermektedir ve bünyesinde 27 milyon sertifikalı dalıcısı olduğu bilinmektedir. Confederation Mondiale Des Activites Subaquatiques (CMAS) ve Scuba Schools International (SSI) gibi uluslararası kuruluşlar da PADI'ye benzer amaçlarla faaliyet göstermektedir. Ülkemizde ise Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (TSSF)'nundan sertifikalı 205.000 dalıcı olduğu bilinmektedir.

Gelişen teknolojiler sayesinde güvenli bir spor dalı olarak bilirse de farklı fiziksel koşullarda gerçekleştirilen ve gün geçtikçe daha yaygın hale gelen dalış aktivitesi gerekli eğitim ve planlamalar doğru yapılmadığında çeşitli dalış kazalarına; bu kazalara bağlı dalış hastalıkları ve ölümlerine neden olabilmektedir.

Dünya çapında yapılan tüm dalışların ve bu dalışlarda gerçekleşen kazaların kayıt altına alınması çok zor olduğundan bu durumla ilgili geniş kapsamlı veri bulunamamaktadır. Bununla birlikte dalış kazalarının önüne geçilebilmesi için kazaya neden olan faktörlerin bilinmesi, buna uygun tedbirlerin alınması, eğitimlerin ve kontrollerin doğru planlanması gerekmektedir. Bu konuya olan gereksinimin artmasıyla birlikte dalış kazalarının ayrıntılı bir şekilde araştırılması ve değerlendirilmesi amacıyla dünya çapında çeşitli kuruluşlar tarafından bilgi toplanmaktadır. Tüm dünyada faaliyet gösteren Divers Alert Network (DAN) bunların başında gelmektedir ve topladığı verilerin değerlendirildiği raporları belirli aralıklarla yayınlamaktadır. Aynı amaç doğrultusunda Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ve Birleşik Krallık'ta bulunan British Sub-Aqua Club (BSAC) organizasyonları da faaliyet göstermektedir.

DAN tarafından yayınlanan raporlara göre sadece 2016 yılında dalıŖa bağlı 169 ölüm olgusu bildirilmiŖken bu sayı 2017 yılında 228 olarak bildirilmiŖtir (1, 2). DalıŖ kazalarının sebepleri araŖtırıldıęında eğitim düzeyi, deneyim, dalıcının kronik hastalıkları, dalıŖ donanımı gibi nedenler sıralanmaktadır. DAN'ın ayrıntılı raporlandırması sayesinde bu ölümlerin ve kazaların hangi yaŖ grubunda ve eğitim düzeyinde daha fazla olduğu, hangi zaman dilimlerinde ya da dalıŖ türlerinde daha fazla gerekleŖtięi gibi veriler de ortaya çıkmaktadır. Bu veriler sayesinde kazaya sebep olan durumların farkedilmesi sağlanıp, alınabilecek önlemler gözler önüne serilmektedir.

DalıŖa olan ilginin ve ihtiyacın artmasıyla birlikte dalıcı ve dalıŖ sayılarında görülen artış, tüm dünyada bu alanda daha detaylı araŖtırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir. Ancak bu araŖtırmalar sayesinde dalıŖ güvenliği ile ilgili nelere dikkat edilmesi gerektiği anlaşılabilir, uygun tedbirler alınabilir, eğitim planlamaları doğru yapılabilir ve kazaların önüne geçilebilir.

Dünya'da olduğu gibi ölkemizde de dalıŖ kazaları hakkında yeterli sayıda alıŖma ve veri bulunmamaktadır. Bu alıŖmanın hedefi, benzer veri tabanlarını da dikkate alarak oluşturduğumuz anket alıŖması ile ölkemizde daha önce gerekleŖmiŖ olan dalıŖ kazalarının, bu kazalara neden olan sebeplerin detaylı Ŗekilde araŖtırılması ile hangi durum ve koŖulların bu kazaları tetiklediğini ortaya çıkarmak ve tekrarlarının önlenmesine katkı sağlamaktır.

II. GENEL BİLGİLER

A. DALIŞ FİZİĞİ

Dalış rölatif olarak güvenilir bir spordur fakat farklı fiziksel koşullarda, farklı fizyolojik temellere dayandığından çeşitli kaza riskleri içerir. Bu kazaların anlaşılabilmesi için dalış fiziğinin ve normal çevre koşullarından farklarının iyi biliniyor olması gerekmektedir.

1. Basınç

Birim alana etki eden kuvvet basınç olarak tanımlanmaktadır. Birim olarak pounds per square inch (psi), bar ve atmosfer (atm) dalışta kullanılan başlıca basınç birimleridir. Dalgıca sualtındayken etki eden basınç, yeryüzünü çevreleyen atmosferin yaptığı basınç ile dalgıcın bulunduğu derinliğin üzerindeki suyun yaptığı basıncın (hidrostatik basınç) toplamıdır ve ATA (atmosfer absolut veya mutlak basınç) olarak adlandırılır.

a. Atmosferik Basınç

Yeryüzünü çevreleyen atmosferin uyguladığı basınçtır. Atmosferik basıncın değeri deniz yüzeyinde 1 atm olarak sabit olup hava koşullarıyla oluşan küçük farklılıklar ihmal edilebilir.

$$1 \text{ atm} = 10 \text{ metre deniz suyu (msw)} (33 \text{ feet}) = 14,7 \text{ psi}$$

b. Barometrik Basınç

Temel değeri atmosferik basınçla aynıdır ve cıva sütunu yüksekliğiyle açıklanır.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg (milimetre cıva)} = 1.013 \text{ milibar}$$

c. Geyç (Gösterge) Basıncı

Atmosferik veya barometrik basıncın üzerinde ölçülen basınçtır; ölçülen basınç ile var olan atmosferik basınç arasındaki pozitif farkı belirtir.

d. Mutlak Basınç

Gösterge basıncı ile atmosferik basıncın toplamıdır.

e. Hidrostatik Basınç

Sıvıların oluşturduğu basınçtır. 10 metre (m) derinlikteki su sütununun yaptığı hidrostatik basınç yaklaşık 1 atm olup, bu derinlikteki mutlak basınç atmosferik basınç ve hidrostatik basıncın toplamına eşittir. (1 atm + 1 atm = 2 ATA)

2. Gaz Kanunları

a. Boyle-Mariotte Kanunu

17. yüzyılda yaşamış olan İngiliz kökenli İrlandalı kimyacı ve felsefeci Robert Boyle, yaptığı deneylerde kütlesi değişmeyen bir gazın sıcaklığın sabit olduğu koşullarda, hacmi ile mutlak basıncının ters orantılı olduğunu göstermiştir. Yani çevre basıncında artış olduğu durumlarda gaz hacimleri küçülecek, azalma olduğu durumlarda ise genişleyecektir. Boyle Gaz Kanunu, dalış sırasında gelişen iniş ve çıkış barotravmalarının temelini oluşturan kanundur ve aşağıdaki formül ile ifade edilebilir.

$$P \times V = \text{Sabit veya } P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \text{ (T sabit)}$$

(P: Basınç, V: Hacim, T: Sıcaklık)

b. Gay-Lussac Gaz Kanunu

Gazların basınçları ile sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi açıklayan kanuna göre, sabit hacimli bir gazın basıncı ile sıcaklığı doğru orantılıdır. Bu kanun dalış tüpüne hava doldurulurken basınç değişmediği için tüpün ısınmasını açıklayabilir. Bu gaz kanunu şu formül ile ifade edilebilir:

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2 \text{ (V sabit)}$$

c. Charles Gaz Kanunu

Charles kanununa göre sabit basınç altında, hacim sıcaklıkla doğru orantılıdır. Bu kuralın formülü aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2 \text{ (P sabit)}$$

d. Dalton Kanunu

Bir gaz karışımının toplam basıncı, karışımı oluşturan gazların herbirinin oluşturduğu basınçların toplamına eşittir ve şu formülle ifade edilebilir:

$$P_{\text{Toplam}} = P_1 + P_2 + P_3 \dots$$

Havanın içeriğindeki oksijen yüzdesini %21 kabul ettiğimizde deniz seviyesindeki hava basıncı 1 atm (760 mmHg) olduğundan Dalton kanununa göre oksijenin kısmi basıncı 0,21 atm (160 mmHg) olarak hesaplanabilir. Hava basıncının kalan 0,79 atm'lik kısmı ise nitrojen ve diğer gazlara aittir.

Dalışa bağlı olarak gelişen dekompresyon hastalığı, nitrojen narkozu gibi patolojilerde solunan gaz içerisindeki nitrojen ve helyum gibi inert gazların kısmi basınçları önemlidir.

e. Henry Gaz Kanunu

Henry gaz kanununa göre sabit sıcaklıktaki bir sıvının içerisinde çözünecek gazın miktarı, o gazın kısmi basıncı ve o sıvı içerisindeki çözünürlüğü ile doğru orantılıdır. Gazın sıvı üzerindeki basıncı arttırılırsa çözünürlüğü de artar.

Bu gaz kanunu, dalış esnasında vücudumuzda oluşan tepkimeyi kısaca ifade etmektedir. Çözünen gaz akciğerlerden kana ve sonra da dokulara nüfus eder. Dalış hastalıklarından olan dekompresyon hastalığının fizyopatolojisinde etkili en önemli kanunlardan biri olan Henry kanunu uyarınca, bir dalgıcın dalış derinliği arttıkça ve dalış süresi uzadıkça vücut dokularında daha fazla gaz çözünecektir. Dalışın sona ermesi ve çıkışın başlamasıyla birlikte dokularda çözünen azot gazı vücuttan atılmaktadır. Uygun olmayan dalış profili, hızlı çıkış gibi nedenler sebebiyle dokularda çözünen gazın çıkış esnasında yeterince dışarı atılamaması sonucu dekompresyon hastalığı ortaya çıkabilir.

B. BASINCIN FİZYOPATOLOJİK ETKİLERİ

1. Barotravmalar

Boyle Gaz Kanununa göre; sıcaklık sabit olmak üzere herhangi bir gazın hacmi basınçla ters orantılı olarak değişir. Kısacası basınç arttıkça gazın hacmi azalır, azaldıkça gazın hacmi de artar. İnsan vücudunda orta kulak boşluğu, sinüsler, akciğerler, gastrointestinal sistem gibi gaz boşlukları vardır. Ayrıca dalış sırasında dalış donanımlarının oluşturduğu gaz boşlukları (maske, kuru elbise) mevcut olacaktır. Dalış sırasında bu gaz boşlukları ile çevre basıncı eşitlenebilmelidir. Barotravma kapalı gaz boşluklarında basınç-hacim değişikliklerine bağlı olarak gelişen ve basıncın eşitlenememesi sonucu oluşan doku hasarı ile seyreden tıbbi tablodur. Barotravma dalışta en sık iniş sırasında basınç eşitleyememe nedeniyle gaz boşluklarında oluşan negatif basınçla oluşabileceği gibi, çıkış sırasında bu boşlukta genişleyen

gazın dışarı verilememesi sonucu da oluşabilir. DAN'ın her yıl yayınladığı raporlara göre de dalış hastalıkları ve yaralanmaları içerisinde en sık görülen patoloji barotravmalardır (2). Yaralanmaların yaklaşık %80'i kulak ve sinüs barotravmasına bağlıdır; %15'i arteriyel gaz embolisi (AGE) de dahil olmak üzere pulmoner barotravmaya bağlıdır. Kalan %5'lik hasar gastrointestinal, diş, maske veya giysi sıkışması barotravmasından kaynaklanır.

a. Kulak Barotravmaları

(1). Orta Kulak İniş Barotravması

Barotravmalar içerisinde en sık görülen türüdür. Dalışta derinliğin artmasıyla birlikte dış ortam basıncı artar ve dalgıcın kulaklarında dolgunluk hissi ortaya çıkar. Bu durumu ortadan kaldırmak için yutkunma, valsalva, frenzel gibi manevralarla östaki borusu açılmakta, bu da timpanik membranın her iki tarafında yani orta kulak boşluğu ile dış kulak yolu arasında basıncın eşitlenmesini sağlamaktadır. Östaki tüpü, farinks ve orta kulak arasında basınç gradiyenti 10-30 mmHg olduğunda açılır. Östaki borusu kapanmasına yol açan üst solunum yolu enfeksiyonu, allerji, polip, sigara kullanımı, anatomik varyasyon gibi nedenlerle veya daha nadir olarak östaki disfonksiyonu gibi nedenlerle iki ortam arasındaki basınç eşitlenmesi sağlanamaz ise dalgıcın kulağında dolgunluk hissi oluşacaktır. İnişe devam edilirse öncelikle ağrı hissi gelişecek, basınç artışı ile timpanik membranda içe çökme ve küçük hemorajiler ortaya çıkacaktır ve basınç eşitlenmesi sağlanmaz ise orta kulak boşluğuna kanama olacak, en sonunda da timpanik membranda rüptür gözlenecektir. Rüptür olduğunda basınç farkı ortadan kalkacağı için ağrı kaybolur ancak dalışta suyun orta kulak boşluğuna girmesi ile kalorik vertigo gelişebilir.

(2). Orta Kulak Çıkış Barotravması

Seyrek görülen bir barotravma türüdür. Dalışta çıkış esnasında çevre basıncının azalmasıyla birlikte orta kulak boşluğundaki hava östaki tüpü aracılığıyla pasif olarak dışarı çıkar. Konjesyon ve östaki blokajı nedeniyle açılmazsa, içeride hapsolmuş havanın hacminin artmasıyla travma oluşur. Ağrı, tinnitus, vertigo, timpanik membran rüptürü veya işitme kaybı gibi klasik orta kulak barotravması semptomları izlenebilir.

Sağ ve sol orta kulaklar arasındaki oluşacak olan basınç farkı çıkışta daha sık olarak gelişen alternobarik vertigo oluşmasına neden olabilir. Eşik basınç farkı 35-40 mmHg'dır. Orta kulakta artan basıncın vestibüler irritasyonu sonucu gelişir. Bu durum dalışta

oryantasyon bozukluğu nedeniyle tehlikeli sonuçların oluşmasına, kazaların ve yaralanmaların meydana gelmesine sebep olabilir. Vertigo başlangıcı genellikle aniden olur ve kısa sürelidir. Etkilenen kulakta tıslama şeklinde bir ses duyulabilir. Dalgıç çıkışı durdurur ve birkaç metre derine inerse vertigo ortadan kalkar.

(3). İç Kulak Barotravması

Genellikle orta kulak barotravmasına bağlı olarak gelişir. İç kulakta gaz boşluğu yoktur fakat orta kulaktaki eşitleme sorunları iç kulaktaki oval pencere, yuvarlak pencere veya vestibüler membran rüptürüne neden olabilmektedir. Bu durum fizyopatolojisindeki temel olan perilenfatik fistüle sebep olur ve iç kulak barotravması gelişir. Dalış sırasında rüptür en çok sıg sulara gerçekleşmektedir. İç kulak barotravması en sık yuvarlak pencerede görülür.

İç kulak barotravmasında kohlear (işitme organı) ve vestibüler (denge organı) hasar birlikte %50, kohlear hasar %40, vestibüler hasar %10 oranında görülmektedir. Semptom olarak hastalarda en çok tıkanma hissi, tinnitus, bulantı, kusma, vertigo, koordinasyon bozuklukları, nistagmus görülebilir. Özellikle yüksek frekanslarda ya da total frekanslarda sensorinöral işitme kaybına neden olabilir (3). Ayırıcı tanı yapılırken iç kulak dekompresyon hastalığı mutlaka düşünülmelidir.

(4). Dış Kulak Barotravması

Dış kulak yolu normalde çevre ile bağlantılı olduğundan dalış esnasında buradaki havanın yerini su almaktadır. Ancak bu kanal serumen, kulak tıkacı, sıkı oturan dalgıç başlığı vb. nedenlerle tıkalıysa su dolamaz ve zar ile tıkaç arasında hava dolu bir boşluk oluşur. İniş sırasında çevre basıncı artar ve bu boşlukta hacim azalarak negatif basınç oluşur. Membran dışa doğru bombeleşir, çevre dokularında şişme ve kanama meydana gelir. Dalışa devam edilirse membranda rüptür meydana gelebilir. Seyrek görülen bir durumdur.

b. Sinüs Barotravması

Sinüslerdeki hava ostiumlar sayesinde kendiliğinden atmosfer basıncıyla eşitlenebilir. Dalış sırasında kulak eşitlemek için yapılan valsalva manevrası, sinüslerdeki basıncın da dış ortam ile eşitlenmesine yardım eder. Ancak kronik sinüzit, allerjik rinit, nazal polip, dekonjestanların uzun süre kullanımı gibi nedenlerden dolayı ostiumların tıkanması durumunda bu hava geçişi sağlanamaz ve içeri hapsolan hava basınç değişiminden etkilenir.

Sinüslerdeki hava basıncı çevre basıncıyla eşitlenemediğinde vakum etkisi yaratır ve basıncı dengeleyebilmek için sinüs içine kanama söz konusu olabilir.

İniş esnasında gelişen sinüs barotravması, orta kulak barotravmasından sonra ikinci sıklıkta görülür, ayrıca nadir olarak çıkış esnasında da gözlenebilir. İniş sırasında mukozada konjesyon, ödem ve hemoraji oluşabilir. Çıkış sırasında da buradaki havanın hacminin artmasına bağlı olarak kan ve mukoza parçaları burundan ya da orofarenksten dışarı atılabilir. En sık semptomlardan biri olan ağrı genellikle frontal sinüs üzerinde, retroorbital ya da maksiller sinüs üzerinde hissedilir.

c. Akciğer Barotravmaları

Akciğer barotravmaları iniş ve çıkış barotravması olarak iki şekilde görülebilir ve sonuçlarciddi sağlık sorunları yaratabilmektedir. İniş barotravması daha nadir görülmektedir.

Akciğer iniş barotravması (negatif pulmoner barotravma veya akciğer sıkışması) nefes tutularak yapılan serbest dalışlardaki dalgıçlarda görülebilmektedir. Dalış esnasında akciğerler dış ortam basıncının artmasına bağlı olarak hacimce küçülecektir. Akciğer hacminin rezidüel volüme gelinceye kadar küçülmesi normal şartlarda bir sorun yaratmaz. Ancak bu limit aşılsa göğüs kafesi ve akciğerler daha fazla sıkılaşmayacağı için alveol içlerinde oluşan negatif basınç nedeniyle alveol içi ödem ve kanama görülebilmektedir (4). Semptom olarak dalgıçlarda göğüs ağrısı, solunum sıkıntısı, hemoptizi ve şok tablosu gelişebilmektedir. Tedavide %100 oksijen solunumu, sıvı replasmanı, aralıklı pozitif basınçlı solunum ve şok tedavisi gerekebilmektedir (5). Dalgıcın total akciğer kapasitesinin yüksek ve rezidüel volümünün düşük olması avantaj sağlamaktadır. Dalış sırasında periferik vazokonstriksiyon, hidrostatik basınç artışı, suyun kaldırma kuvveti gibi nedenlerden dolayı bir miktar kan vücutta periferden gövdeye doğru kaymaktadır. Bu sebepten akciğerlere gelen kanın miktarında artış olabilmekte ve böylece rezidüel hacmin daha da küçülebilmesiyle serbest dalıcılar akciğer hacimlerine göre hesaplanan limitlerden daha derinlere dalabilmektedir.

Akciğer çıkış barotravmaları hayatı tehdit eden en ciddi barotravma formudur. SCUBA (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus) dalgıçlarında, boğulma ile beraber en sık görülen ölüm nedenleri arasındadır. Normal şartlarda bu dalışlarda akciğer hacimlerinde değişiklik görülmemektedir fakat derindeyken alınan hava çıkış esnasında hava yolu tıkanıklığı [kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), astım, bül, bleb vb. lezyonlar], yüksek çıkış hızı gibi nedenlerle hava hapsine neden olursa basınç artışı sonucu

(transpulmoner basınç farkı >80 mmHg) akciğer dokuları hasar görür ve barotravma gelişir (6).

Alveollerin yırtılması sonucunda dört farklı klinik prezentasyon gelişebilir. Bunlar: Akciğer doku hasarı, mediastinal amfizem, pnömotoraks ve hava embolisidir (7, 8).

(1). Pnömotoraks

Pnömotoraks parietal ve visseral plevra tabakaları arasında hava bulunması durumudur. Acil servise başvuran akut dispne şikayetlerinin nedenleri arasında yer alıp; künt ya da penetran travmalarda, iyatrojenik olarak, KOAH'ta, metastatik akciğer kanserlerinde, kistik fibroziste, nekrotizan pnömonilerde, irtifa değişikliklerinde (uçak seyahatleri, dalış vb) veya primer spontan olarak gelişebilir (9).

Karakteristik bulgu olarak ani başlayan göğüs ağrısı, dispne ve takipne mevcuttur. Plevral boşluktaki hava, özellikle hızlı çıkış esnasında genişleyerek tansiyon pnömotoraksa yol açabilir. Tansiyon pnömotoraks pnömotoraksın ölümcül bir versiyonudur. Tansiyon pnömotoraks akciğerden ya da göğüs duvarından plevral boşluğa tek yönlü hava kaçağı olduğunda gelişir. Plevral boşluktan dışarıya kaçamayan hava plevra yaprakları arasında artmaya devam eder ve etkilenen akciğeri sıkıştırmaya başlar. Mediasten karşı tarafa doğru itilir, venöz dönüş azalır ve diğer akciğer de sıkışmaya başlar. Sonuç olarak şok (obsturiktif şok olarak sınıflandırılır) venöz dönüşte azalma ve kardiyak outputta azalma ile meydana gelir. Dalış esnasında akciğer çıkış barotravmasına bağlı pnömotoraks gelişimini önlemek için çıkış sırasında normal nefes alıp verme devam etmeli, acil çıkış gereken durumlarda aralıksız nefes verilmelidir (10).

(2). Arteriyel Gaz Embolisi

AGE, alveol içindeki havanın hacim artışı sonucunda, alveol duvarlarının rüptüre olması ve beraberinde hasarlanan vasküler yapılar içine gaz girmesiyle olmaktadır. Arteriyel dolaşıma katılmış olan bu gaz kabarcıkları kan akımının tıkanmasına neden olur. Bulunduğu bölgede iskemi, koagülasyon kaskadının aktivasyonu, hemoraji, endotelyal hasar ve inflamasyona yol açabilmektedir.

Pulmoner venler aracılığıyla sistemik dolaşıma geçen gaz kabarcıkları özellikle beyin ve koroner damarlara ulaştığında ciddi sonuçlara yol açabilmektedir. Kabarcıklar kan dolaşımı daha fazla olduğundan beyne sık olarak gitmekte ancak damarlar aracılığıyla her dokuya

dağılabilmektedir. Hastalığın şiddeti ve kliniği, tıkanan damarların genişliğine, tutulan organ sayısı ve önemine göre değişmektedir. Santral sinir sistemi (SSS) ve kardiyak tutulum en fazla ölümlü seyreden türdür. Serebral arteriyel gaz embolisinde bilinç kaybı, paralizisi, güçsüzlük, pareteziler, vertigo, konvülsiyonlara neden olabilirken koroner dolaşımında gaz embolisi gelişirse, göğüs ağrısı, disritmi ve ani ölümler görülebilmektedir. Sualtı hastalıkları içinde en acili ve mortalitesi en yüksek olanıdır (5). Dalış ilişkili ölümlerde boğulmadan sonraki en sık ölüm sebebi olarak tanımlanmaktadır (11).

(3). Mediastinal Amfizem

Genellikle zorlu solunumun yapıldığı dalışlarda veya çok hızlı çıkışlardan sonra görülmektedir. Alveolün parçalanmasıyla açığa çıkan hava kabarcıkları interstisyel akciğer dokusuna, hiler bölgeden mediastene, boyuna, supraklaviküler bölgeye yayılabilmektedir. Kan damarları ve solunum yollarının etrafını saran gevşek dokudan mediastinal alana yayılan kabarcıklar pnömoperikardiyuma, hatta hava karın boşluğuna kadar ulaşıp pnömoperitoneuma neden olabilmektedirler.

Hiç semptom vermeyebilir veya durumun ciddiyetine göre hemen ya da saatler sonra ortaya çıkabilen bulgulara rastlanabilir. Hava kabarcıkları boyuna doğru yayıldığında hasta boyunda dolgunluk hissi, dispne, seste değişiklik ve yutma güçlüğünden yakınabilir. Kabarcıkların yayıldığı alanlarda subkütan krepitasyon bulunabilir. Substernal ağrı ve öksürük gibi semptomlar mediastinal amfizemi işaret edebilmektedir. Yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi (HRCT), mediastinal amfizemin yaygınlığını ve varlığını belirlemede değerli bir görüntüleme yöntemidir (12). Radyolojik olarak subkütan ve mediastinal alanlarda hava saptanabilir. Amfizeme pnömotoraks veya gaz embolisinin eşlik edebileceği unutulmamalıdır, bu yüzden ek olarak araştırılmalıdır (5).

C. DALIŞTA SOLUNAN GAZLARIN FİZYOPATOLOJİK ETKİLERİ

1. Nitrojen Narkozu

Nitrojen deniz seviyesinde solunduğunda havanın yaklaşık %79'unu oluşturan renksiz, kokusuz, tatsız bir gazdır. Canlı metabolizmasında herhangi bir reaksiyona katılmadığı için inert gaz olarak bilinmektedir. Dalış esnasında yüksek basınç altında ise alkol benzeri narkotik etki gösterebilmektedir. Narkozla ilişkili diğer inert gazlar arasında neon, argon, kripton ve ksenon bulunmaktadır. 30 metreye yapılan bir dalışta basınç 4 ATA olduğunda

nitrojenin kısmi basıncı 3,2 ATA olur ve narkotik etkisi görülmeye başlayabilir. Belirtiler hafif öfori, entelektüel becerilerde bozuklukla başlayıp, halüsinasyon, oryantasyon kaybı, motor koordinasyon bozukluğu gibi ciddi semptomlara ilerleyebilmektedir. Bu semptomlar dekompresyon ile geri dönüşümlü olmaktadır.

Ortaya çıkan etkilerin alkolünkine benzerliği nedeni ile martini etkisi olarak da bilinen nitrojen narkozu duyarlılığı kişilere, zamana, dalış koşullarına göre farklılıklar gösterebilmektedir. Narkoz dalınacak olan noktaya ilk defa dalınıyorsa ve acemilerde daha sık izlenir. Sık yapılan dalışlar sonrasında tolerans geliştiği düşünülmektedir. Aynı kişide farklı zamanlarda, farklı şekillerde etki edebilmektedir. Narkoza duyarlılıkta belirgin bireysel farklılıklar vardır fakat 60-70 metrede hemen hemen herkes belirli ölçüde etkilenmektedir. Nitrojen narkozunda ölüm, şiddetli narkozla ilişkili bilinç kaybından veya dalış sırasında bir tür kazaya yol açan ciddi şekilde bozulmuş muhakemeden kaynaklanabilmektedir (13). Bu yüzden hava ile yapılabilecek maksimum dalış derinliği ilgili mevzuatla sportif ve rekreasyonel dalış yapanlarda 30 metre, profesyonel dalış yapanlarda 50 metre ile sınırlandırılmıştır.

2. Oksijen Toksisitesi

Oksijen, dünyada en yaygın olarak bulunan ve kullanılan terapötik ajanlardan biridir. Bununla birlikte, oksijenin spesifik biyokimyasal ve fizyolojik etkileri yüksek dozlarda yan etkilere neden olabilmektedir. Bu toksisiteden korunmak için aerop canlılarda antioksidan savunma sistemleri bulunmaktadır fakat bu sistem oksijen parsiyel basıncı normal atmosferik düzeyin üstüne çıktığında yetersiz kalabilmektedir (5). Hiperoksinin etkilerinin biyokimyasal temeli, serbest oksijen radikallerin oluşumu olarak bilinmektedir. Bu radikallerin reaksiyonları sonucunda hücre sinyallerinin modülasyonlarında oksidatif hasar, hücre nekroz veya apoptozuna yol açan hücrel tepkiler tetiklenebilmektedir. İnsan vücudu maruz kalma türüne bağlı olarak farklı şekillerde etkilenebilmektedir. Atmosferik basınçtan daha yüksek kısmi basınçlara kısa süreli maruz kalma, en yaygın olarak dalgıçlarda veya hiperbarik oksijen tedavisinde (HBOT) görülen merkezi sinir sistemi toksisitesine yol açabilmektedir. Pulmoner toksisite, normal atmosfer basıncında yüksek oksijen seviyelerine daha uzun süre maruz kalmaktan kaynaklanır (14).

a. Pulmoner Oksijen Toksisitesi

Pulmoner oksijen toksisitesi, akciğerlerin normal atmosfer basıncında yüksek oksijen seviyelerine sürekli maruz kalması sonucu gelişmektedir. Deniz seviyesinde yüzde kırktan daha fazla oranda oksijen yirmi dört saatten fazla solunduğunda akciğerler için zehirleyicidir (15). Oksijen toksisitesinin gelişme hızı, doğrudan solunan oksijenin kısmi basıncı ile ilgilidir. Süreye de bağlı olmakla birlikte genellikle oksijen konsantrasyonu %50'den az olduğunda meydana gelmez.

Pulmoner toksisitenin ilk belirtisi trakeobronşiyal irritasyondur, klinik olarak ise belirgin substernal ağrı veya plöritik ağrı olarak ortaya çıkabilmektedir. 24 saat boyunca %100 oksijene sürekli maruz kaldıktan sonra akciğer fonksiyonlarında azalma ortaya çıkabilmektedir. Ölümcül olmayan oksijen konsantrasyonlarına uzun süre maruz kalmak alveollerin sönmesi (atelektazi), kronik pulmoner fibroz, takipne ve ilerleyici hipoksemiyle birlikte amfizem ile sonuçlanabilmektedir (14).

b. Santral Sinir Sistemi Oksijen Toksisitesi

Santral sinir sistemi toksisitesi genellikle atmosfer basıncının üzerinde yüksek konsantrasyonlarda oksijene kısa süreli maruziyetten kaynaklanır. Toksisitesinin klinik belirtileri tünel görüşü, kulak çınlaması, mide bulantısı, mimik kaslarında seğirme, baş dönmesi ve kafa karışıklığı gibi değişikliklerle başlayabilmektedir. Bunu tonik klonik nöbetler ve ardından bilinç kaybı izleyebilir. Nöbetlerin başlangıcı, kısmi oksijen basıncına ve maruz kalma süresine bağlıdır. Bununla birlikte, başlangıçtan önceki maruziyet süresi bireyler arasında ve hatta aynı bireyde dahil farklılıklar gösterebilmektedir.

Hava solunan dalışlar sırasında, oksijen kısmi basıncı 1,4-1,6 ATA'yı aştığında bu belirtiler ortaya çıkabilmektedir. Bu yüzden hava ile 60 metrenin altına yapılan dalışlar dalıncıyı artan oksijen toksisitesi tehlikesine maruz bırakacaktır (14).

3. Dekompresyon Hastalığı

Dekompresyon hastalığı (DH), primer olarak ortam basıncındaki azalmanın ardından kanda ve/veya dokuda çözünmüş olan inert gazlardan (nitrojen, helyum) oluşan kabarcıkların neden olduğu bir hastalıktır. Kabarcıklar ilk olarak 1670 yılında Robert Boyle'nın yılanlar üzerinde yaptığı hayvan deneyinde gözlemlenmiştir. Boyle deneyinde yılanları basınca maruz

biraktıktan sonra dekomprese etmiş ve gözlerinde aköz hümör içerisinde gaz kabarcığı oluştuğunu saptamıştır.

Modern teknoloji, çoğu dalgıç için, dalış sürelerini derinlik ve dalış tablolarına göre hesaplamak zorunda kalmadan dalış ve dekompresyon sürelerini doğru bir şekilde takip edebilen dalış bilgisayarlarını kullanmalarına izin verir. Dalış bilgisayarlarındaki gelişmelere rağmen, dalgıçlarda ya kendi hatalarından ya da dekompresyon kurallarına uymamaktan dolayı dekompresyon hastalığı görülebilmektedir. Bir dalgıç, dekompresyon tablolarında belirtilen dalış süresi ve derinliğine bağlı kalsa bile, dalış tabloları hatasız değildir ve yine de hastalık oluşabilmektedir (16).

Dekompresyon hastalığı sıklıkla dalgıçlarda yüzeye çıktıktan sonra görülür, ancak basınçsız veya yarı basınçlı uçaklarda çalışan havacılar da veya uzay yürüyüşleri için dekompresyon yapan astronotlarda da oluşabilir (17). Dekompresyon hastalığı en önemli dalış hastalıklarından biridir ama insidansı düşüktür. İnsidansı spor amaçlı yapılan dalışlar için 2-4/10.000 dalış, ticari dalgıçlar arasında ise 1.4-10.3/10.000 dalış olarak tahmin edilmektedir (18). Beklendiği gibi, insidans dip zamanına ve derinliğine bağlı olarak değişmektedir (19). Erkeklerde DH riski kadınlara göre 2,5 kat daha fazladır.

Henry Gaz Kanunu'na göre dalışın iniş fazı sırasında inert gazlar dalgıcın vücut sıvılarında ve dokularında çözünmektedir. Bu gazların çözünmesi dalış derinliği, dalış süresine de bağlı olarak dokuların daha fazla gaz absorbe edemeyeceği tam doyma durumuna (satürasyon) kadar devam edebilmektedir. Dalgıç çıkış fazına geçtiğinde çevre basıncının azalmasıyla birlikte dalgıcın dokularında çözünmüş halde bulunan inert gazların kısmi basıncı, solunan gazdaki kısmi basınçtan daha yüksek hale gelir (süpersatürasyon). Gradient farkına bağlı olarak dokulardaki inert gaz pasif difüzyonla kana, kandanda akciğerlere, akciğerlerden de dışarıya difüzyon ve solunumla atılmaya başlar. Haldane hipotezine göre dokular ile çevre basıncı arasındaki bu gradient farkı iki katının üzerine çıkarsa (kritik aşırı doyma oranı 2/1) kabarcıklar oluşmaya başlamaktadır (20). Dokular ayrı ayrı incelendiğinde ise her bir derinlik için dokuların kritik aşırı doyma oranının farklı olduğu ortaya çıkmaktadır. Beyin, kalp, akciğer, böbrek, karaciğer gibi kan akımının yüksek olduğu dokulardan inert gaz absorpsiyonunun ve eliminasyonunun hızlı olduğu görülürken ligamentler, tendonlar ve yağ doku gibi daha az kanlanan dokularda daha yavaş olduğu görülmektedir. Vücutta oluşan gaz

kabarcıkları teorik olarak intrasellüler, ekstrasellüler, intravasküler, ekstrasellüler tüm kompartmanlarda gelişebilirler.

a. Kabarcıkların Hasar Mekanizmaları

Dalışın dekompresyon fazında hücreye daha önce girmiş olan inert gazın yeterli hızda atılamaması sonucunda intrasellüler kabarcıklar oluşabilmektedir. Dekompresyonun devam etmesiyle bu kabarcıklar genişlemeye devam eder ve hücrenin de şişmesine neden olur. Sonuçta mekanik yolla verdiği zararlar membranın parçalanmasına sebep olabilmektedir. Ekstrasellüler kabarcıklar da aynı şekilde genişlemeleri sonucunda hücrelere baskı yapabilmekte ve perfüzyonun bozulmasına neden olabilmektedir. Ayrıca buradan kan dolaşımına geçerek embolilere neden olabilmektedir.

İntravasküler kabarcıklar mekanik etki ile obstrüksiyona neden olabilir. Biyokimyasal etki ile inflamatuvar reaksiyonlara, lökosit, trombosit ve fibrin sisteminde tepkimelere, lökositlerin damar endoteline adhezyonuna, hücre agregasyonuna ve intravasküler koagülasyona neden olabilmektedir. Endotel hasarı ve kompleman sistemi aktivasyonuna yol açarak, staz, ödem, iskemi, hipoksi, hemoraji ve sonunda da doku yıkımına sebep olabilmektedir. Bu intravasküler kabarcıklar daha çok venöz sistemde oluşmaktadır. Yüksek hidrostatik basınç ve inert gazların daha düşük kısmi basınçlarda olması dolayısıyla arteriyel sistemde kabarcık oluşumu daha azdır.

b. Dekompresyon Hastalığı Kliniği

Dekompresyon hastalığında klinik belirtiler iki kategoriye ayrılır. Bunlardan Tip 1 kas-iskelet, eklem, kutanöz, lenf sistemini tutan genellikle uzuv veya eklem ağrısı ile birlikte görülen şeklidir. Tip 2 ise spinal, serebral, kardiyopulmoner, vestibüler ve diğer sistemleri tutan, semptomların daha ciddi olduğu şeklidir. Genellikle önemli miktarda atlanan dekompresyon duraklarının olduğu veya aşırı derin ve uzun dalışlarla ortaya çıkar. Tip II dekompresyon hastalığının venöz kabarcıkların sağdan sola şantından da kaynaklandığı düşünülmektedir (21).

Dekompresyon hastalığı kutanöz sistemde kaşıntı, scarlatiniform (kızamık benzeri) döküntü, erisipeloid döküntü ve cutis marmoratus şeklinde görülebilir. Erisipeloid döküntü geniş plaklar oluşturabilen papüller şeklinde görülebilmektedir ve sistemik DH bulgusudur. Cutis marmoratus ciddi bir DH bulgusudur. Bu lezyonlar deriden daha sıcak ve dokunmakla

ağrılıdırlar. İnvasküler ve ekvasküler gaz kabarcıklarının varlığını işaret etmektedir. Ayrıca kutanöz DH’de lenfatik obstrüksiyona bağı olarak sıklıkla ekstremiteelerde ödem ve portakal kabuğı görünümü görülebilmektedir.

Kas-iskelet sistemi DH genellikle uzuv veya eklem ağrısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Dalış türü ve şekline göre farklı lokalizasyonlarda görülebilmektedir. Rekreasyonel dalışlarda sıklıkla üst ekstremitede omuzlarda görülürken; saturasyon dalgıçlarında, havacılar ve basınçlı tünel işçilerinde dekompresyon yaparken oturmaları ekstremiteye giden dolaşımı engellediğı için en sık alt ekstremitede diz ve kalçada görülmektedir. Klasik olarak bu ağrı, onu kas-iskelet travması veya yaralanmasından ayıran hareket açıklığı testinden etkilenmez (22). Tedavi edilmemesi halinde kronik ağrı ve disbarik osteonekroz gelişme riski vardır.

Nörolojik DH’de belirtiler satıha geldikten sonra ne kadar erken ortaya çıkarsa klinik tablo o kadar ağır ve prognoz o kadar kötü olmaktadır. Spinal DH olarak görülen formu tipik olarak dalıştan sonra ilk bir saat içinde parapleji olarak ortaya çıkmaktadır. Öncesinde bele ve sırtta yayılan kuşak şeklinde tariflenen ağrı, bacaklarda uyuşma, karıncalanma şikayetleri olmaktadır. Tutulum genellikle yama tarzında olmaktadır. Motor ve duyu kusurları değışken ve çok seviyeli olabilmektedir. Üriner retansiyona bağı glob vezikale, defekasyon güçlüğü, rektal inkontinans ve impotans görülebilmektedir. Serebral DH’de sıklıkla orta serebral ve vertebrobaziller arter tutulumu görülmektedir. Tek veya çift taraflı skotom, afazi, disleksi, agnozi, migren, konfüzyon, kovülsiyon, sensorinoral bozukluklar görülebilmektedir. Serebral DH’yi akciğer barotravmasına bağı AGE’den ayırt etmek mümkün olmayabilir fakat tedavi prensipleri aynı olduğundan tedavi başlanması için zaman kaybı yaratmaz. İç kulak DH genellikle yo-yo dalışlarda, 100 metreden daha derin ve solunum gazı olarak helyumun kullanıldığı dalışlarda veya dalış sırasında helyumdan azota geçilmesi halinde görülebilmektedir. Kohlea ve vestibüler sistem birlikte veya ayrı ayrı olarak tutulabilir. Semptom olarak tinnitus, vertigo, bulantı, kusma ve senkop olabilmektedir. İç kulak barotravmasıyla karışabilmektedir. Ayırıcı tanıda dalış anamnezi tanıyı koymada en önemli faktördür. Semptomların dalışın hangi aşamasında başladığı, dalış derinliği ve dekompresyon limitlerine uyulup uyulmadığı mutlaka sorgulanmalıdır.

c. Dekompresyon Hastalığı Tanı ve Tedavisi

Dekompresyon hastalığı, çoğı spesifik olmayan birçok olası semptomu olan son derece değışken bir hastalıktır. Belirtilerin tümü tek başına görünebilir, ancak semptomların

kombinasyonları çok yaygındır. Bu tür kombinasyonlar, tanıyı açıklamakta yardımcı olabilir. Örneğin, dalıştan sonra izole bir monoartropati, kas zorlanması gibi alternatif bir tanı şüphesini uyandırırken, yamalı parestezi ve eritematöz bir döküntü ile birlikte olan monoartropati, DH tanısı lehine çok daha fazla şüphe yaratacaktır (23). Teşhisi doğrulayan laboratuvar testleri veya diğer araştırmalar yoktur. Dekompresyon hastalığının ispatı, semptomların rekompresyonla hafiflemesidir. Manyetik rezonans görüntüleme veya bilgisayarlı tomografi DH'deki kabarcıkları zaman zaman belirleyebilir, ancak bunlar tanı için kullanılmaz ve kesinlikle DH'yi ekarte etmemelidir (24).

Tedavide en önemli aşama tanının zamanında konulması ve rekompresyon tedavisinin yapılacağı merkeze hemen ulaşımın gerçekleştirilmesidir. Tedavinin temel dayanağı, dalgıcın yüksek kısmi basınçlarda %100 oksijenle basınç odasında rekompresyon edilmesidir. Bu tedavi kabarcık boyutunu küçültür ve kabarcıklardaki inert gazın (genellikle nitrojen) difüzyon gradyanını artırır (25). Bu durum iskemi ve hipoksinin rahatlamasına yol açar ve normal doku fonksiyonunu eski haline getirir. Hiperbarik oksijen tedavisi çoğu DH olgusunda mortalite ve morbiditeyi azaltma potansiyeline sahiptir (16).

d. Dekompresyon Hastalığı Riski ve Önlenmesi

Dalgıcı dekompresyon hastalığına yatkın hale getirebilecek risk faktörleri mevcuttur. Dalgıcın fiziksel performansında yetersizlik, ileri yaş, obezite, dehidratasyon, fiziksel yaralanma, dalış öncesi ve sonrasında alkol kullanımı, tekrarlayan dalışlar ve dalış sonrası irtifaya çıkmak dekompresyon hastalığı insidansının artmasına neden olabilecek risk faktörlerinden bazılarıdır (22). Daha genç, daha zayıf veya aerobik olarak daha zinde dalgıçların, daha yaşlı, daha şişman veya fiziksel olarak zayıf dalgıçlara kıyasla daha az kabarcık ürettiği gösterilmiştir (26).

Dekompresyon hastalığı riski bazı önlemler alınarak azaltılabilmektedir. Dalgıçlar, son dalışlarından sonraki 24 saat içinde uçuş yapmaktan kaçınılmalıdır. Dalış profillerine göre, dekompresyon tabloları veya bilgisayarların verdiği uçuş yasağı süresini daha uzun tutmak DH riskini azaltabilir. Daha konservatif bir dalış tablosu veya dalış bilgisayarını ayarı kullanmak da riski aynı şekilde azaltacaktır. Hava yerine oksijenle zenginleştirilmiş gazın kullanılması, izobarik dekompresyon, derinde oksijen solumak da aynı şekilde inert gaz yükünü ve dekompresyon hastalığı riskini azaltabilir. Soğuğa maruz kalma, ağır egzersiz, yakın zamanda alkol kullanımı ve dehidratasyon riski artırır, bu yüzden kaçınılmalıdır. Bazı

araştırmalar dalıştan birkaç saat önce yapılan egzersizin koruyucu olabileceğini, dalıştan sonra yapılan egzersizin ise DH riskini artırabileceğini göstermektedir (24, 27).

D. DALIŞ TÜRLEĞİ

Dalış aktivitesi yapılıő amacına göre farklı biçimlerde yapılabilmektedir. En sık serbest ve donanımlı dalış olarak gruplandırılmaktadır.

1. Serbest Dalış

Daha çok sportif ya da zıpkınla balık avlamak amacıyla yapılan, istenirse maske, Şnorkel ve palet kullanılabilen herhangi bir hava kaynağına bağlı olmaksızın nefes tutarak yapılan dalış türüdür. Avcılık olarak kullanımında, 2000 yıllık tarihi olduğu savunulan Japon ‘Ama’ dalgıçlarının varlığı bilinmektedir. Sportif amaçla yapıldığında dalgıçlar açık suda veya havuzlarda daha derinlere veya daha uzun mesafelere ulaőmaya çalıőmaktadırlar. Serbest dalış alanında farklı kategorilerde ölkemizin ev sahipliği yaptığı Dünya Őampiyonaları yapılmaktadır.

Literatürde serbest dalış kazaları ile ilgili literatürler incelendiğinde, serbest dalış kazalarının diğerlerine kıyasla daha mortal seyrettiği görölmektedir. Örneğin DAN’ın 2004-2017 tarihleri arasında topladığı verileri göre serbest dalışta %73’ü fatal seyreden toplamda 995 kaza meydana gelmiştir. Bu fatalite oranının doğruluğu tartıőmalıdır çünkü sadece 2017 yılındaki verilere bakıldığında toplam 140 kazadan 52’si (%37) ölümlle sonuçlanmıőtir. Veri toplamadaki farkındalığın artıőıyla birlikte daha fazla veriye ulaőılması bu iki orandaki deđiőikliđi açıklamaktadır (2).

2. Donanımlı Dalış

Donanımlı yani aletli dalış tekniğinde dalgıcın su altında nefes almak için bağlı olduğu bir hava kaynağı mevcuttur. Donanımlı dalış sistemi kendi içinde SCUBA ve Satıhtan İkmalli Dalış Sistemi (Yüzey Destekli Dalış) olarak iki gruba ayrılır.

a. SCUBA Dalışı

SCUBA sistemi hiçbir yere ya da hava kaynağına bağlı kalmaksızın yalnızca depoladığı hava ile dalgıcın su altında bağımsız hareket edebilmesini sağlayan sistemdir. Emile Gagnon ve Jacques Cousteau tarafından 1943 yılında geliőtirilen aletli dalış sistemleri ile modern aletli dalış teknikleri ortaya çıkmıőt, bugün dünyada 10 milyonun üzerinde sertifikalı dalgıç olmasını sađlamıőtir. İcadından bu yana eğlence, keőtif, bilim ve askeri amaçlı birçok sebeple

kullanılmaktadır. Rekreatyoneel amaçlı tüplü dalışta tûpün içerisinde yüksek basınçta atmosfer havası kullanılabileceği gibi, askeri, bilimsel, keşif amaçlı daha derin ve uzun süreli dalışlarda oluşabilecek hastalıklardan korunmayı sağlamak için oksijen ve nitrojen oranının seyreltilmesini sağlayan trimiks (nitrojen + helyum + oksijen), helioks (helyum + oksijen) ve nitroks (nitrojen + oksijen) gibi gaz karışımları da kullanılabilir.

SCUBA dalış sistemi “Açık Devre” ve “Kapalı Devre” olmak üzere iki farklı sistemden oluşur.

(1). Açık Devre

Açık devre SCUBA sisteminde tüpten solunan gaz dalgıç tarafından kullanıldıktan sonra egzoz vasıtasıyla atılır. Basit ve bakımı kolay sistemlerdir fakat oksijenin çoğu kullanılmadan atılmış olacağı için solunum gazı tüketimi açısından verimsizdirler.

(2). Kapalı Devre

Dalış esnasında ekshalasyon gazından CO₂ tutulumunu, inhasyon gazına O₂ eklemeyi sağlayarak solunan gaz karışımını yeniden kullanılabilir hale getiren sistemlerdir. Bu sistemlerin asıl amacı kullanılan solunum gazını daha verimli şekilde kullanabilmektir. Bu sayede maliyeti azaltıp, dalış süresinin de uzaması sağlamaktadır. Ayrıca dalış esnasında solunumla gaz kabarcığı oluşturmadan dalış yapılabileceği için bu sessiz ortam birçok kullanım alanında avantaj sağlamaktadır.

Kapalı devre solunum cihazları, açık devreye göre daha karmaşık cihazlardır, bu nedenle daha yüksek bir elektronik ve mekanik arıza riskine sahiptirler. Bu durum kapalı devre solunum cihazlarında ölüm oranının açık devreye göre on katı kadar fazla olmasına neden olmaktadır (28). Kapalı devre sistemlerin riskleri arasında karbondioksit toksisitesi, oksijen toksisitesi, kostik kokteyl ve hipoksi de yer almaktadır.

b. Satıhtan İkmalli Dalış Sistemi

Satıhtan ikmelli dalış sistemi, yüzeyde herhangi bir platformdan sağlanan solunum gazının hortum ve başlık vasıtası ile dalgıca ulaştırılması tekniğine dayanan bir dalış türüdür. Bu dalış sisteminde gaz kaynağı dalgıçtan bağımsız ve kesintisizdir. Dalışın türüne göre çeşitli gaz karışımları (helyum, nitrojen ve oksijen karışımları, hava) kullanılabilir. Salyangoz ve deniz patlıcanı gibi su ürünleri toplayan dalgıçların kullandığı, yüzeyde bir

kompresörün ürettiği basınçlı havayı soludukları nargile sistemi de yüzey destekli dalış sistemi sayılabilmektedir.

E. DALIŞ KAZALARI

Dalış kazaları alınan tüm önlemlere rağmen gerçekleşebilmekte, insidansı dalıcı ve dalış sayılarının artmasıyla artmaktadır. Son yıllarda farkındalık, teknoloji ve güvenli dalış tekniklerindeki gelişmeler de artış göstermiştir. Bu durumun kaza ve ölüm oranlarında azalma sağlamasını gerektirdiği düşündürse de rekreasyonel tüplü dalış ölümlerinin oranı 100.000 dalışta yaklaşık iki ölümlerle sabit kalmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) DAN yılda 1000'den fazla dalışla ilgili yaralanma/hastalık tespit etmektedir. Yine ABD'de dalış acilleri yılda 1000'den fazla acil servis başvurusundan sorumludur (29). Farklı dalış türlerini, bunlarla ilişkili riskleri, dalış sırasında kazaya ve ölüme yol açabilecek faktörleri tespit etmek önemlidir. Kazaların nedenleri anlaşılabilirdiğinde dalış kazası riskini önemli ölçüde azaltabilecek güvenlik tedbirlerinin alınması sağlanabilir.

Dalış kazaları, kazalardaki morbidite ve mortalite oranları hakkında yapılan araştırmalar sınırlıdır. Dalışçıların nasıl veya neden kazaya uğradıklarına ve öldüklerine dair sistematik bir veri toplama sistemi mevcut değildir. En güvenilir bilgi kaynakları DAN, PADI ve BSAC gibi dalış dernekleri tarafından yayınlanan yıllık raporlardır.

DAN tarafından yayınlanan '2019 Annual Diving Report' verilerine bakılacak olursa 2017 yılında, önceki üç yılın ortalamasına kıyasla (2014-2016) %11 daha fazla olgu, %8 daha fazla danışma, %15 daha fazla takibin yapıldığı görülmektedir. Geçmişte olduğu gibi, en yaygın dalış hastalığı barotravma olup, bunu dekompresyon hastalığı, deniz canlılarına bağlı zehirlenmeler ve immersiyona bağlı akciğer ödemi izlemektedir. Bunlara travmalar, ağır ekipmanların taşınmasına bağlı fiziksel zorlanmalar, ekipman giyerken oluşan yaralanmalar ve teknedeki yaralanmalar da dahil edilebilir.

1. Dalış Kazaları Risk Faktörleri

Dalış kazaları için risk faktörleri insana, çevresel koşullara ve ekipmana bağlı faktörler olarak sınıflandırılabilir. İnsan faktörleri arasında yaş, cinsiyet, sağlık sorunları, dalış sertifikası düzeyi yer almaktadır. Çevresel ve ekipman faktörleri arasında dalış profili, suya giriş şekli (kıyı, iskele, bot ya da gemiden), dalış sırasında efor, dalış kıyafeti ve koruyuculuğu, suyun sıcaklığı ve dalış sırasında solunan gaz (hava, nitroks vb.) yer almaktadır. Havanın beklenmedik anda kesilmesi ya da bitmesi, denge problemleri gibi hızlı

çıkışa neden olabilecek faktörler insan, çevresel ya da ekipman faktörlerine bağlı gelişebilir (30).

a. Dalgıca Bağlı Risk Faktörleri

(1). Yaş ve Cinsiyet

Yaşın kendisi dalış için doğrudan bir risk değildir ancak dalgıcın yaşı ile değişen sağlığı, kronik hastalıkları, fiziksel uygunluğu dalışı riskli hale getirecek şekilde etkileyebilir. Bu yüzden dalış kazaları ve buna bağlı ölümler ilerleyen yaşlarda daha sık görülmektedir.

Dalgıcı nüfusunda erkeklerin sayısının kadınların sayısından yüksek olduğu bilinmektedir. Bu yüzden dalış kazalarının ve ölümlerinin araştırıldığı çalışmalarda cinsiyet oranına bakıldığında erkeklerde daha sık olduğu görülmektedir.

Avustralya'daki 2001-2013'teki dalış ölümlerini araştıran bir çalışmada hayatını kaybeden 126 SCUBA dalgıcının ortalama yaşı 44, %79'nun ise erkek olduğu saptanmıştır. Kadınlardaki mortalite artışı ise kadın dalgıcı nüfusundaki artışa bağlanmıştır (31).

DAN'ın 2019 yılında yayınladığı 500 rekreasyonel dalış kazasına ait çalışmada cinsiyeti bilinen 474 kişinin 321'inin (%68) erkek ve 153'ünün (%32) kadın olduğu, ortalama yaşın ise 45 olduğu olarak bildirilmiştir (2).

(2). Dalgıcın Tıbbi Geçmişi

Dalış güvenliği açısından dalgıçların fiziksel ve ruhsal olarak sağlıklı olmaları istenmektedir. Araştırmalar, ölümcül dalış kazalarının nedenleri arasında sualtında karşılaşılan tıbbi sorunların üst sıralarda olduğunu göstermektedir. Dalgıçlar ve özellikle de dalgıçları muayene eden hekimler önceden var olan sağlık sorunlarının dalış kazaları ve ölümleri açısından son derece önemli olduğunu bilmelidirler.

Sağlık açısından ölümcül de olabilen dalış kazası riskini artıran çok sayıda durum söz konusu olabilir; düşük efor kapasitesi, kronik hastalıklar, kalp ve akciğerlerin yapısal anormallikleri ve kardiyovasküler hastalık için çoklu risk faktörleri (obezite, diyabet, hipertansiyon, sigara içme vb) gibi. Dalış esnasında söz konusu olan efor, basınç etkisi, soğuk suyun etkileri ve emosyonel streslerin kardiyovasküler hastalıkların kendini gösterme olasılığını artıracak ve dalgıçlarda ölüm nedeni olabileceği unutulmamalıdır.

Lippmann ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada 126 ölümcül dalış kazasının 46 (%37) sında dalgıçların tıbbi geçmişlerinde bir hastalık olduğu saptanmıştır. 32 (%25) olguda ölüm iskemik kalp hastalığı, aritmi gibi kardiyak nedenlere bağlanmıştır. Şüpheli 6 olguda da kardiyak bir olayın ölüme neden olabileceğinden şüphelenilmiştir. Bu 38 olgunun yapılan otopsileri sonucunda birçok kişide birden fazla kardiyak patolojiye rastlanılmıştır (%68 olguda 75% den fazla darlık yaratan aterom, %61 olguda iskemi, %47 olguda kardiyomegali). Ayrıca 12 dalgıçta hipertansiyon, 3 dalgıçta astım, 2 dalgıçta diyabet, 3 dalgıçta nöbet/epilepsi öyküsünün mevcut olduğu bildirilmiştir (32).

(3). Dalgıçın Sertifikası ve Tecrübesi

Dalgıçlara aldıkları eğitime, yerine getirdikleri becerilere ve tecrübe düzeylerine göre farklı düzeylerde sertifikalar verilmektedir. Fakat dalgıçın uzun süre dalışa ara verdiği durumlarda beceri ve yetkinliklerinin olumsuz yönde etkilendiği bilinmektedir. Uzun süre pratik yapılmadığı durumlarda dalış becerilerinin zamanla kötüleşmesi kaçınılmazdır. Dalış kaza raporlarında dalgıçların deneyimli olsa dahi, pratik yapmadıklarında zorluk yaşadıkları görülmektedir. Bu nedenle dalıştan uzun süre uzak kalan kişilerin, dalıştan önce kontrollü bir şekilde alıştırma yapması ve bilgilerini tazelemesi önerilmektedir. Bu sayede oluşabilecek bazı kazaların önüne geçmek mümkün olacaktır.

ABD ve Kanada'da on yıllık dönemdeki dalış ölümlerini araştıran bir çalışma sertifikasız dalgıçların, sertifikalı dalgıçlara göre daha fazla güvenlik kuralını ihlal ettiğini göstermektedir (33). Eğitimi ve sertifikası olmayanların dalışlarında riskli durumların ve kazaların gelişme ihtimalinin daha yüksek olacağı aşikardır.

b. Dalışa Bağlı Risk Faktörleri

(1).Dalışın Yapıldığı Yer ve Zaman

Farklı bir ortam ve koşulda dalış yapmak, dalınan yerdeki sualtı topografyasını bilmemek, dalış uygulamalarındaki farklılıklar, kültürel farklılıklar, farklı dilde iletişim sorunları gibi durumlar dalış kazaları için risk faktörü oluşturabilmektedir. Bir dalgıçın balık ağlarına, demirleme halatlarına (ilişkene) dolaşması veya mağaralara, batıklarda bir bölüme ve buzaltına hapsolmesi dalış kazalarında tetikleyici rol oynamaktadır. Özellikle mağara dalışları yüksek riskli dalışlar olarak kabul edilmektedir. Genelde tek bir giriş ve çıkış noktasının olması, düşük ışık seviyesi nedeniyle görüşün kötü olması, dar geçitlerden

geçilmesi gibi nedenler dalış sırasında ekipman kaybına, solunan gazının tükenmesine veya paniğe yol açabilmekte, bu da dalış kazası riskini arttırmaktadır. Bu yüzden dalgıcın dalış yapacağı alan hakkında önceden bilgilendirilmesi, dalış yapacağı ortama aşına olmasını sağlayacak ve oluşabilecek olumsuz durumlara karşı tedbirli olmasına katkıda bulunacaktır.

Dalış kazaları mayıs ayından ağustos ayına değişiklikler göstermektedir. Bazı zamanlarda sayı olarak benzerlik gösterse de mayıs ayında gerçekleşen olayların dekompresyon hastalığı veya ölüm gibi daha ciddi sonuçlandığı görülmektedir. Bu yüzden dalış sezonunun başında özellikle dikkatli olunması gerekmektedir, gerekirse de kısa tazeleme eğitimleri yapılmalıdır (34).

(2).Dalıştaki Konum

Kazanın oluştuğu dalış aşamaları dalıştan önce yüzeyde, sualtında, dalıştan sonra yüzeyde ve sudan çıkışta olarak kategorize edilmektedir. Kazanın dalışın hangi aşamasındayken dalgıcı etkilediği çok önemlidir. Sualtındayken meydana gelen olaylar daha geç anlaşıldığı için dalgıca yardım etmek daha zor olabilmektedir ve bu durum mortalite oranlarını arttırmaktadır. Dalgıcın olay anında şikayetinin tam olarak ne olduğu bilinemediği için alınacak önlemler yetersiz kalabilmektedir. Dalış öncesi ve sonrası veya yüzeyde meydana gelen olaylar ise daha çok morbidite ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca bu olayları analiz etmek daha kolay olup, önlem için gerekli veriler sağlanabilmektedir.

(3).Suya Giriş Şekli

Dalış, yapıldığı coğrafyaya ve koşullara göre bir kıyıdan başlayarak yapılabileceği gibi gemiden veya bottan da yapılabilmektedir. Suya giriş şekli oluşabilecek dalış kazalarını da etkilemektedir. Kıyıdan yapılan dalışlarda ekipmanı taşımak fiziki hasarlara neden olabileceken, bottan yapılan dalışlarda yetersiz ekipman tedariğine bağlı olaylar meydana gelebilmektedir.

Suya giriş şekli dalışın başlama noktasını da değiştireceği için dalgıcı psikolojik açıdan etkilemektedir. Kıyıdan yapılan dalışlar daha sığ derinliklerde yapılacağı için dalgıcın stresi daha az olacakken, gemi veya bottan yapılan dalışlar bilinmeyen ve daha derin noktalarda yapılacağı için dalgıçta anksiyeteye neden olmaktadır. Buna bağlı olarak dalgıcın dalış sırasında oluşabilecek tehlikeli durumlarda doğru karar verme yetisi etkilenmektedir.

(4).Dalış Derinliği

Bir dalışta kaza ve ölüm riski derinlik arttıķa artış göstermektedir. Derin dalışlar, nitrojen narkozu, daha fazla gaz tknetimi, oksijen toksisitesi ve uzun dekompresyon süreleri gibi önemli sorunları beraberinde getirir ve bu sorunlar ortaya çıktığında dalgıķ yüzey ekibinin desteğinden ve ilk yardımdan uzakta kalmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile dalış bilgisayarları, kapalı devre dalış sistemleri gibi ekipmanların kullanımının artması yapılan dalışların derinliğini arttırmakta, buna bağlı olarak da kaza riski yükselmektedir.

BSAC'ın yaptığı bir araştırmada dalışların %89'u 0-40 metre aralığında yapılmış ve gerçekleşen ölümlerin %62'si bu aralıkta meydana gelmiştir. Dalışların sadece %11'i 40 m'den daha derinde gerçekleşmişken, ölümlerin %38'i bu aralıkta meydana gelmiştir. Bu rakamlara göre 40 metreden derin dalışlarda ölüm riski 3,5 kat daha fazladır (35).

(5).evresel Faktörler

Dalış kazalarının neredeyse yarısında çeşitli çevresel faktörlerin tetikleyici olduğu görülmektedir. Özellikle deneyimsiz dalgıķların yaşadığı olaylarda bu koşulların iki kat daha fazla rol oynadığı düşünülmektedir. Soğuk su ve buna bağlı ısı yalıtımı ihtiyacı, zorlu ve değişken koşullar, görüşün kötü olması, güçlü akıntılar, dalgalı yüzey koşulları gibi durumlar dalışta risk oluşturmaktadır (36). Çevresel faktörlere örnek vermek gerekirse görüşün kötü olması dalgıcın yönünü bulmada zorluk yaratabilecekken, aşırı güçlü akıntılar dalgıcın fazla efor sarfetmesine, yorulmasına, solunum gazının planlanandan erken bitmesine neden olabilecektir. Soğuk su dalgıķta hipotermiye neden olabilecek buna bağlı fizyolojik sorunlar ortaya çıkabilecektir. Bu tetikleyici etkenler istenmeyen durumların oluşmasına neden olacaktır.

Kaza sırasındaki görüş, deniz koşulları, akıntı, dalış elbisesi, kullanılan regülatör hakkında veri toplamak oldukça zordur. Yapılan çalışmalarda da en çok bu konularda bilgi açığının olduğu görülmektedir (2).

(6).Eşli Dalış Sistemi

Dalışta kendi kendine yetebilmek, yedek ekipman taşımak önemli bir güvenlik önlemidir. Bunlara rağmen deneyimli, dikkatli bir dalış eşi acil bir durumda hayat kurtarmaktadır. Eşli dalış sistemi, bir dalgıcın ekipmanının arızası, sıkışması, ilişkene dolaşması, solunum gazının bitmesi, farklı deniz koşulları gibi sorunlarla karşılaşıldığında

dalış güvenliğinin önemli bir parçası olabilmektedir (31). Eşli dalış kazanın olduğu anda kurtarma ve ilk yardım yönetiminin ulaşması için gereken süreyi azaltacaktır. Mortalite ve morbiditeyi azaltmak için bu önemlidir. Bu yüzden tüm dünyada rekreasyonel dalışlarda tek dalmak ilgili mevzuatlar gereğince yasaklanmıştır.

Kazazedelerin %65'i kaza anında yalnızken, %17'si kaza sırasında arkadaşlarından ayrılmıştır (37). Japonya'da 2017 yılında 16 dalış kazası ölümünün 10'u (%63) tek başına dalış yaparken veya dalış eşinden ayrıldığı anda meydana gelmiştir (2).

(7).Dalış Amacı

Hangi amaçla dalış yapıldığı dalış kazalarında önemli bir faktör olarak görülmektedir. Dalış sırasında dalgıcın gerek fiziksel kondisyonu gerek psikolojik durumu gerekse eğitim düzeyi kazanın oluşmasını tetiklemektedir.

Serbest dalışta dalgıçlar dalış derinliklerini ve dalış sürelerini kondisyon durumlarına göre kendileri belirlemektedir. Dalgıçlar arasında rekabet ortamı olduğundan dalgıçlar daha derine daha uzun süreli dalışlar yapabilmek için kendi limitlerini zorlamaktadır. Kişiler üzerinde artan stres faktörü özellikle yarışma esnasında doğru karar vermelerini etkilemektedir. Kendi limitlerinden daha derine dalışlar yapmak olumsuz sonuçlara neden olacaktır.

Zıpkınla balık avı sırasında da benzer durumlar görülebilmektedir. Dalgıç dalış sırasında avın peşindeyken adrenaline bağlı olarak fazladan geçen zamanı ve eforun farkına varmamakta, bu durum ani bilinç kaybına bağlı kazalara ve ölümlere neden olabilmektedir. Ayrıca zıpkınla yapılan dalışlarda dalış eşi olmadığı ve dalgıç herhangi bir güvenlik hattına bağlı olmadığı için mortalite oranı daha fazla olmaktadır.

Toplayıcılık amacıyla dalış yapan kişilerin çoğu gerçek bir dalış eğitimi almadan dalışa başlamakta ve işlerini yapmaktadır. Eğitimdeki yetersizlik nedeniyle yapacakları eylemlerin sonucunu veya dalış sırasında oluşacak terslikleri nasıl yöneteceklerini bilmedikleri için bu dalgıçlar kazaya açık hale gelmektedir.

Saturasyon dalışı veya kapalı devreyle yapılan derin dalışlarda gerek derinliğe bağlı psikolojik etkenler gerek sorun olduğunda dalgıca ulaşmadaki zorluklar nedeniyle dalışlar daha riskli olabilmektedir. Ayrıca derinlere yapılan dalışlarda solunum gazının erken bitmesi, nitrojen narkozu, oksijen toksisitesi gibi durumlar da daha sık görülmektedir.

c. Ekipmana Bağlı Risk Faktörleri

Ekipmanla ilgili problemlerin en önemli özelliği, hemen hepsinin gerekli tedbirler alındığında önlenabilir olmasıdır. Lippman ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada ölen dalgıçların ekipmanları incelendiğinde %33'ünde arıza bulunduğu bildirilmiştir. Bu arızalar incelendiğinde solunum gazı kontaminasyonu ve regülatör, denge yeleği, basınç göstergesi arızalarıyla karşılaşılmıştır. Regülatör arızalarının çoğu su aspirasyonuna neden olan ağızlıklar nedeniyle, denge yeleği arızalarının çoğu ise inflatör/deflatör mekanizmalarını içermektedir. Ayrıca bir olguda solunum gazında fazla miktarda bulunan yağın, dalgıçta mide bulantısı sonucu hızlı çıkışa ve AGE'ye neden olduğu gösterilmiştir (31). 2012-2018 arasındaki 500 rekreasyonel dalış kazası ile ilgili bir raporda olguların 77'sinde ekipman problemi tespit edilmiş, bu olguların %16 sında regülatörün serbest akışa geçmesi, %12'sinde ise denge yeleği arızası söz konusu olmuştur (2).

Deneyimli dalgıçlar ekipmanda oluşacak terslikleri daha kolay fark edebilecekken acemi dalgıçlarda bu durum tersine olacaktır. Bu yüzden acemi kişilerin daha dikkatli olması gerekmektedir. Uzun süre dalışa ara veren kişilerin ekipmanlarında kullanmamaya bağlı sorunlar meydana gelebilmektedir. Kaza riskini en aza indirmek için dalış öncesi ekipmanlarda uygun inceleme ve bakım yapılması gerekmektedir.

d. Dalış ve Diğer Aktiviteler Arasındaki Risk Farkı

Tüm dünyada eğlence ve profesyonel amaçlı risk içeren birçok aktivite yapılmaktadır. Bu tür faaliyetler arasındaki ölüm oranlarının karşılaştırılması, güvenlik göstergelerini değerlendirmek açısından faydalıdır, ancak maruziyetlerin farklı olduğu dikkatli bir şekilde kabul edilerek yapılmalıdır. Dalış gibi çoğu spor aktivitesinde ölüm riski, sanılanın aksine şaşırtıcı derecede düşüktür.

Bileşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Yönetimi 2001 verilerine göre rekreasyonel dalış, motorlu araç kazaları ve koşu sırasındaki genel ölüm oranları benzerlik göstermektedir (37). Aktivitelerdeki ölüm oranlarının karşılaştırılarak analiz edildiği bir başka çalışmada ise aktivite başına ölüm oranı kaya tırmanışında 1/320.000, SCUBA dalışında 1/200.000, binicilikte 1/175.418, kapalı devre ile dalışta 1/18.750, kite surfing için 1/16.666 ve base jumping için 1/2.314 olarak verilmiştir. Bu rakamlara bakıldığında tüplü dalışın diğer aktivitelere kıyasla tehlikeli bir spor olmadığı anlaşılmaktadır. Kapalı devre solunum cihazı

ile yapılan dalışların daha derine ve daha uzun sürelerde yapıldığı ve ekipmanların daha kompleks olduğu düşünülürse, dalıştaki ölüm oranının yüksek olması şaşırtıcı olmamaktadır.

2. Kaza Oluş Mekanizması

Dalış güvenliği dalıştan önce, dalış sırasında ve sonrasında ortaya çıkan birçok faktörden etkilenebilir. Bunlar dalıcı sağlığı, organizasyon, planlama, iletişim ve denetim, ekipman sorunları, acil durumdaki karar mekanizmaları ve çevresel faktörler olabilir. Dalışta oluşabilecek güvenlik sorunları ve olaylar bazen dalgıcın kendisine, bazen ise çevresel koşullara bağlı oluşabilir.

Dalgıç ölümleriyle ilgili yapılan bazı araştırmalarda, olayda etkisi olan durumları tanımlamak için “olaylar zinciri analizi” kullanmıştır. Bu analizin kullanımı ABD’de gerçekleşen dalış ölümleriyle ilgili bir raporla başlamıştır ve dört kategoriden oluşmaktadır (38). Bu kategoriler tetikleyici durum, hasara neden olan etken, hasara neden olan yaralanma ve ölüm nedeni şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca bu olaylara zemin hazırlayan durumlar da predispozan faktörler olarak ayrıca gruplandırılmış ve analize dahil edilmiştir.

Predispozan Faktörler: Dalıştan önce ve/veya tetikleyici durum meydana gelmeden önce mevcut olan, olay veya kaza zincirindeki bileşenlerle ilgili olduğuna inanılan faktörlerdir. Kronik hastalıklar, dalış organizasyonu ve planlaması, eğitim, tecrübe, ekipmanın uygunluğu, denetim, iletişim ve koordinasyon gibi durumlara bağlı oluşacak sorunları içermektedir.

Tetikleyici Durum: Sıradan bir dalışı acil duruma dönüştüren en erken tanımlanabilir olay olarak tanımlanmaktadır. Dalışla ilişkili çevresel faktörler, dalgıcın efor kapasitesi, solunan gazın durumu, ekipman problemleri, anksiyete ve panik gibi psikolojik faktörler, dalgıcın dikkatsizliğine bağlı olayları içeren durumlardır.

Hasara Neden Olan Etken: Yaralanma veya hastalığa neden olan eylem veya durumdur (tetikleyici ile ilişkili). Dalgıcın veya diğer kişilerin bir eylemi (hızlı çıkış, dekompresyon durağı ihlali, yüzdürme problemleri vb.), ekipmanın işlevi (kurulumun yanlış yapılması vb.), tıbbi bir durumun etkisi veya çevresel (olumsuz deniz koşulları, zararlı deniz canlıları vb.) olabilir.

Hasara Neden Olan Yaralanma: İş göremezlikten doğrudan sorumlu olan yaralanma veya durumdur. Bunlardan en belirgin olanları asfiksi, kardiyak nedenler, pulmoner

barotravmaya bağlı olan ya da olmayan serebral AGE, immersiyon pulmoner ödem, travma ve dekompresyon hastalığıdır.

Ölüm Nedeni: Doktor tarafından belirlenen nedendir. Sebebi sakatlığa neden olan yaralanma veya yaralanmaya sekonder boğulma olabilir. Boğulma dışında kardiyak nedenler, serebral AGE, travma örnek verilebilir (39).

Bunları örneklendirerek açıklamak gerekirse şu şekilde sıralama yapabiliriz:

- 1) Dalgıcın ekipmanındaki basınç göstergesinin hatalı olması (predispozan faktör)
- 2) Dalış sırasında havasının bitmesi (tetikleyici durum),
- 3) Acil çıkış yapması (hasara neden olan etken),
- 4) Serebral arteriyel gaz embolisi gelişmesi (hasara neden olan yaralanma)
- 5) Dalgıcın bilincini kaybetmesi ve ardından boğulması (ölüm nedeni) (36) .

Denoble ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada 1992-2003 yılları arasında 947 rekreasyonel açık devre tüplü dalış ölümlerinde dalış ölümlerinin nedenleri araştırılmıştır. Bu sıralamaya göre analiz edilen olayların oranlarına bakıldığında tetikleyici durumlarda %41 oranla en sık gazın bitmesi, %20 oranla sıkışma, %15 oranla ekipman sorunları; hasara neden olan etkenlerde %55 oranla acil çıkış, %27 oranla gazın bitmesi, %13 oranla yüzerlilik problemi; hasara neden olan yaralanmalarda %33 oranla asfiksi, %29 oranla AGE, %26 oranla kardiyak olaylar; ölüm nedeni olarak da %70 oranla boğulma, %14 oranla AGE, %13 kardiyak olayların neden olduğu görölmüştür (38). Ölüm nedeniyle ilgili sıralama DAN 2019 ve 2018 raporlarında değişmiş, kardiyak sorunlar boğulmadan sonra ikinci sırada yer almıştır.

3. Dalış Kazalarına Bağlı Ölümler

Dalış genel olarak güvenli kabul edilse de oluşabilecek dalış kazaları potansiyel olarak ciddi ve hatta ölümcül sonuçlanabilir. Alınan tüm önlemlere rağmen her yıl dalış kazasına bağlı ölümler rapor edilmektedir. Dalışta ölüme yol açabilecek çok sayıda olay, gerçek ölüm nedenini açıklamaya çalışırken araştırmacılara zorluk çıkarmaktadır. Bu nedenle dalış kazalarının multidisipliner incelenmesinde kolluk kuvvetlerinin, sualtı hekimlerinin ve adli patologların değerlendirmesi ve yorumları olayın aydınlatılması açasından önemlidir. Ne yazık ki dalış kazalarından sonra yapılan otopsilerin çoğu dalış fiziği ve fizyolojisine aşına olmayan patologlar tarafından yapılmakta, bu da kazaların aydınlatılmasında sorunlara neden olmaktadır. Ana ölüm nedeninin yeterli bir şekilde tanımlanmasına rağmen, sonuçta ölüme

yol açan temel olaylar zinciri hakkında ek bilgi edinmek bazen zor olmaktadır. Ölümcül dalış kazalarında olaylı dalışın profili, uygun otopsi teknikleri ile yapılan inceleme, postmortem radyografik görüntüleme kazanın nedenlerini aydınlatmak açısından önemlidir.

Dalışla ilgili ölümlerin çoğunda tanımlanan ölüm nedeni boğulmadır, ancak esas olarak boğulmaya yol açan olayların sırasını belirlemek gerektiğinden sonuçlar eksik olabilir. Diğer ölüm nedenlerini ise dalgıcın kronik hastalıkları (özellikle kardiyovasküler hastalıklar), pulmoner barotravmaya bağlı AGE, travma gibi durumlar oluşturmaktadır.

Denoble ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 1992-2003 yılları arasında gerçekleşen 947 ölümcül dalış kazasında ölümün gerçekleşmesinde etkili olan problemler asfiksi, AGE, kardiyak problemler, travma, dekompresyon hastalığı, açıklanamayan bilinç kaybı olarak tespit edilmiştir. %70 olguda ölüm nedeni olarak boğulma raporlanmıştır (38).

ABD’de 2006-2015 yılları arasında 563’ü rekreasyonel dalış olmak üzere toplamda 658 dalış ölümü gerçekleşmiştir. Bu verilere bakıldığında rekreasyonel dalışta ölüm oranı milyonda 1,8 olarak görülmektedir. Ölüm oranı her ne kadar düşük gibi görülsede acil servise başvuru durumuna göre incelendiğinde her 1000 başvurunun 47’si ölümle sonuçlanmıştır. Bu durum aslında kazaların sonucunun ne kadar ciddi olduğunu göstermektedir (40).

DAN 2017 yılında Dünya çapında dalış ile ilgili 228 ölüm bildirimini almıştır. Dalış kazalarındaki ölüm nedenleri araştırıldığında en yaygın ölüm nedeninin boğulma olduğu görülmektedir çünkü suda dalgıcın bilicini etkileyen herhangi bir durum boğulma ile sonuçlanmaktadır. Genellikle solunum gazının bitmesi, bilinç kaybına ve ardından boğulmaya yol açmaktadır. Diğer nedenler arasında kalp hastalığı veya akut kardiyak olaylar boğulmaları takip etmektedir. Arteriyel gaz embolisi, ciddi dekompresyon hastalığı da diğer ölüm nedenleri arasında yer almaktadır (2).

BSAC verilerine bakılacak olursa 2019 yılında Birleşik Krallık’ta dalışla ilgili 13 ölüm bildirilmiştir. Bu dalgıçlardan 10’unun BSAC üyesi olduğu tespit edilmiştir. Birleşik Krallık’taki BSAC ölümlerinin önceki on yıllık ortalaması, yılda 5,7 ölümdür (34).

4. Dalış Kazaları İçin Alınabilecek Önlemler

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte dalış ekipmanlarında da çeşitli gelişmeler meydana gelmiştir. Modern ekipmanlar sayesinde dalgıçlar daha güvenli dalış imkanına sahiptirler. Örneğin dalış bilgisayarlarındaki gelişmelerle dekompresyon kurallarına uygun dalışlar

yapılabilmekte ve dalgıçlarda dekompresyon hastalığı insidansı azalmaktadır. GPS (Global Positioning System) sayesinde ise dalış sırasında yön ya da dalış noktasını bulma konusunda sorunlar ortadan kalkmıştır. Soğuk su dalgıçta hipotermiye, kardiyovasküler hastalıkları tetiklemeye neden olabilmektedir. Dalış kıyafetlerindeki yenilikler sayesinde dalgıçta ısı kaybı önlenmekte ve oluşacak komplikasyonların önüne geçilmektedir.

İnternetteki gelişme sayesinde artık hemen her yerde istenilen bilgilere hızlı bir şekilde ulaşılmaktadır. Dalgıçlar rehber, konum bilgisi, hava durumu gibi bilgilere daha rahat ulaşmakta, bu sayede daha iyi ve güvenli koşullarda dalış yapmaktadır.

Dalışta kullanılan gazın zehirli gazlar ile kontamine olmaması önemlidir. Aksi takdirde dalış sırasında zehirlenmeler, mide bulantısı sonrası kusmaya bağlı aspirasyona söz konusu olabilir. Bu yüzden solunum gazınının zaman zaman analizi yapılmalı; bu konuda yeterli donanıma sahip personel tarafından kompresörün doğru şekilde yerleştirilmesi, bakımı ve denetimi sağlanmalıdır.

Dalış öncesi kontrol listesi kullanımı gibi uygulamaların rutin hale getirilmesi birçok dalış kazasının önüne geçecektir. Özellikle kalabalık dalış gruplarında karışıklıklar yüzünden veya uzun zaman sonra yapılan dalışlarda unutmaya bağlı olarak ekipmanla ve temel eğitimle ilgili bazı eksiklikler gözden kaçabilmektedir. Eğer bir kontrol listesi kullanılırsa dalış organizasyonu eksiksiz olarak yerine getirilebilir, olumsuz durumların oluşması engellenebilir. Ekipman bakımlarının düzgün yapılması, uygun solunum gazı kullanılması, dalış koşullarının uygunluğunun kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi ve dalgıçların uygun eğitimi dalış kazalarının azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Dalgıcın dalış sahasını ve dalıştaki çevre koşullarını önceden bilmesi dalış planlamasını daha doğru yapmasına, gerekli tedbirleri almasına ve psikolojik olarak hazır olmasına katkı sağlayacak, dalgıcın farkındalık düzeyi artacak, dalış sırasındaki aksilikler karşısında daha dikkatli olmasını sağlayacaktır. Ayrıca dalgıcın psikolojik olarak hazır olması paniği önleyecek ve hızlı çıkış gibi tetikleyici durumların oluşmasını engelleyecektir.

Kardiyak hastalıklarla artan dalış kazası insidansı, dalgıçların ve dalışa uygunluk muayenesi yapan hekimlerin dalışla ilişkili potansiyel olarak önemli kardiyak risk faktörleri hakkında eğitilmesiyle azaltılabilir (37).

Ölüm oranlarını azaltmak için olası müdahaleler şunları içerir:

1. Başlangıç eğitiminden sonra dalış becerilerini sürdürmek için fırsatlar sağlamak
2. Sağlıklı bir yaşam tarzını sürdürmek ve kardiyovasküler risk faktörlerinin kontrol etmek
3. Dalgıcın yaşı, sağlığı ve fiziksel uygunluğuna göre dalış planlanması yapmak

5. Dalış Kazaları İçin Dünya’da Yapılan Araştırmalar

Dalış bazen hastalıklara, yaralanmalara ve ölüme neden olabilen tehlikeleri içeren bir aktivitedir. Bu kazaların nedenini anlamak ve önlem alabilmek için rekreasyonel tüplü dalgıçlar arasındaki ölümlerin sayısı, dünya çapında çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından araştırılmaktadır.

Uygun veriler Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada için DAN, İngiliz dalgıçlar için BSAC, Avrupa ve Asyadaki dalgıçlar için DAN Asia-Pacific ve DAN Europe'dan edinilmektedir. Diğer dalış kaza bildirim sistemleri ise Amerika Birleşik Devletleri Ticaret Bakanlığı bünyesi içinde yer alan NOAA, ABD’de 27 milyondan fazla sertifikalı dalgıcı bulunan PADI, ABD İçişleri Bakanlığı Sahil Güvenlik Komutanlığı ve Donanma Güvenlik Ofisi’ne ait sistemlerdir. Bu sistemlere yapılan bildirimler detaylı şekilde analiz edilmekte ve her yıl dalış kazalarıyla ilgili raporlar yayınlanmaktadır. Bu analizler ile kazaların tekrarının önlenmesi amaçlanmakta, gerekli tedbirlerin alınması sağlanmaktadır.

Ülkemizde ise bugüne kadar gerçekleşmiş dalış kazalarıyla ilgili herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından veri kaydı yapılmamıştır.

F. DALIŞ KAZALARINA BAĞLI OLUŞABİLECEK DİĞER HASTALIKLAR

1. İmmersiyon Pulmoner Ödem

Bir kişi boyuna kadar suya daldırıldığında, artan basıncın venöz sistem üzerindeki etkisi 600-700 ml kanın periferden santrale kaymasına neden olur ve intratorasik kan hacmi artar. Bu kayma normal kalpte iyi tanımlanmış Starling mekanizması tarafından yönetilir, ancak fonksiyon bozukluğuna sahip bir sol ventrikülde bu miktardaki hacim kayması akut kalp yetmezliği ile sonuçlanabilir. Normal sol ventrikül fonksiyonuna sahip bazı dalgıçlar, akut kalp yetmezliğine benzer bir klinik sendroma yatkın görünmektedir. Bu fenomen immersiyon pulmoner ödem (IPE) olarak tanımlanmıştır ve nedeni tam olarak bilinmemektedir. IPE'nin olası nedenleri arasında yüksek inspiratuar dirençten kaynaklanan negatif hava yolu basıncı yer almaktadır. Negatif basınçlı pulmoner ödem adı verilen bu fenomen anestezi

prosedürlerinde tanımlanmıştır. Son veriler ayrıca, sol ventrikül gevşemesindeki bozulmanın, egzersiz sırasında sol ventrikül diyastol sonu basıncının yükselmesine ve ardından pulmoner venöz hipertansiyona neden olarak pulmoner ödemde rol oynayabileceğini düşündürmektedir. İmmersiyon pulmoner ödem olgularının çoğunda kardiyak fonksiyon normal bulunur (37).

Semptomlar genellikle ani başlangıçlıdır ve dispne, öksürük, hemoptizi şeklinde görülmektedir. Bunlara wheezing ve göğüs sıkışması eşlik edebilir. Oksijen saturasyonu genellikle %92'nin altında görülmektedir. Muayene sırasında akciğer bazallerinde kreptasyon, ronküs duyulmaktadır. Natriüretik hormonların artması ve antidiüretik hormonun baskılanmasından dolayı dalgıçlarda diürez meydana gelmektedir (41). Çoğu olguda semptomlar 48 saat içerisinde kendiliğinden gerilemektedir. Tedavide ilk olarak dalgıç sudan hemen çıkarılmalıdır. Periferik vazokonstriksiyonu azaltmak için sıcak bir ortam sağlanmalı, wetsuit gibi sıkı kıyafetleri varsa çıkarılmalıdır. Dalgıcın kliniğine göre tedavi yaklaşımı değişebilmektedir. Dalgıca %100 oksijen desteği sağlanmalı, gerekli durumlarda medikal tedavi olarak diüretik ve β_2 agonistler eklenmelidir.

2. Boğulma

Boğulma, bir sıvı içinde bulunmaya bağlı solunumun bozulmasıdır ve önemli bir küresel sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre boğulma, dünya çapında yılda 372.000 kişinin hayatına mal olan ciddi ve ihmal edilmiş bir halk sağlığı tehdididir. Düşük gelirli ülkeler, erkekler, çocuklar ve gençler arasında boğulma riski daha yüksektir (42). Bunlara ek olarak alkol kullanımı, düşük eğitim düzeyi, kırsal bölgede yaşamak, balıkçılık vb. gibi deniz ve suyla ilgili meslek sahibi olmak, çocukların denetimsiz bırakılması, su sporlarıyla ilgilenmek olarak sıralanabilir. Alkol ve ilaç kullanımı kusma, periferik vazodilatasyon, koruyucu gırtlak reflekslerinin zayıflaması ve riskli davranışlarla boğulma riskini artırır.

Boğulmanın yaygın nedenleri arasında hipotermi, panik, intihar, inert gaz narkozu, nefes darlığı, hiperventilasyon, CO, CO₂ ve O₂ zehirlenmesi nedeniyle bilinç kaybı, solunum gazının kesilmesi sayılabilir (43). Boğulmaların %90'ından fazlasının önlenemez olduğu tahmin edilmektedir. Kişide gelişecek merkezi sinir sistemi hasarını kaza anındaki oksijensiz geçirilen süre belirlemektedir. Oksijen yetersizliğine bağlı gelişen beyin hasarı, nörolojik belirtiler ve ölümün temel nedenidir. Beş dakika içerisinde beynin yetersiz oksijenlenmesine bağlı olarak söz konusu hasarlar gelişebilmektedir. Bu kişilerde klinik, konfüzyondan

oryantasyon bozukluğuna, nöbetten komaya ve sonunda ölüme kadar gitmektedir (44). Erken dönemde kurtarılan kazazedenin kliniğinde ise dispne, taşıpne, retrosternal göğüs ağrısı, kanlı köpüklü balgam, siyanoz görülmektedir.

Kişi sualtında kaldıktan sonra başlangıçta refleksiyle nefesini tutar. Bu süre zarfında sık sık su yutmaktadır. Nefes tutulamaz ana gelindiğinde kişi istemsiz olarak soluk alır ve belirli miktarda su hava yolları ile temas eder (aspirasyon). Miktarı genellikle çok olmayan bu su, öksürük refleksini oluşmasına neden olur ve buna laringospazm eşlik etmektedir. Nefes tutma devam ettikçe ve laringospazm hava yollarını tıkadıka hipoksi ve hiperkapni gelişir. Refleks laringospazm, suyun akciğerlere girmesini geçici olarak önlemektedir fakat beyinde hipoksinin başlamasıyla bu spazm ortadan kalkmaktadır. Kişi kurtarılmazsa hipoksemi saniyeler, dakikalar içinde bilinç kaybına yol açar. Boğulmanın fizyopatolojisinde dikkate alınması gereken olay ise hipoksik kardiyak arrestin genellikle bir bradikardi ve nabızsız elektriksel aktivite periyodundan sonra ortaya çıkmasıdır (45).

Boğulmada temel yaşam desteğinde ‘Airway-Breathing-Circulation’ yani ABC sırası izlenmektedir. Öncelikle havayolu açıklığı sağlanmalı, yapay solunum başlanmalı daha sonra göğüs kompresyonu uygulanmalıdır. Temel yaşam desteğinde bilinen 30/2 kuralından farklı olarak boğulmalarda öncelikle 5 yapay solunum uygulanır, daha sonra CPR (Cardiopulmonary Resuscitation) 30 göğüs kompresyonu, 2 yapay solunum olarak devam etmektedir. Başta yapay solunumun beş kez olmasının nedeni havayollarını tıkayan sıvıya bağlı olarak akciğer direncindeki artışı yenmek ve alveollerde oksijenlenmeyi sağlamaktır (46). Kazazedede herhangi bir yaşam belirtisi görülene, kurtarıcı yorulana veya ileri yaşam desteği ulaşana kadar temel yaşam desteği devam etmelidir. Tedavi sresinde yapılan en büyük yanlış akciğerlerden sıvı çıkarmaya çalışmaktır. Heimlich manevrası ise artık önerilmemektedir. Tamamen asemptomatik kişiler bile en az 5-7 saat gözlem altında tutulmalıdır.

3. Sığ Su Bayılması

Sığ su bayılması, serbest dalışta çıkış sırasında bilinç kaybının gelişmesidir. Her derinlikte görülebilir fakat basınç farklarının ilk metrelerde en yüksek seviyede olmasından dolayı en sık yüzeyde ilk birkaç metrede görülmektedir. CO₂’nin solunumu tetikleyecek düzeye gelmemesinden kaynaklanır çünkü CO₂ en önemli merkezi solunum tetikleyicisidir. Sığ su bayılması hipoksiye bağlı bilinç kaybı ve boğulma ile sonuçlanabilmektedir.

Dalgıçların dalış öncesi yaptığı hiperventilasyon bu olayı tetiklemektedir. Hiperventilasyon ile arteriyel karbondioksit seviyesinde azalma sağlanarak solunum merkezinin uyarılması gecikir, fakat kanın doymuş oksijen saturasyonuna sahip olması nedeniyle hiperventilasyonla oksijen alımını çok az bir miktar arttırılmaktadır. Artan oksijenin etkisi önemsiz seviyededir. Vücuttaki metabolik oksijen tüketimine bağlı arteriyel pO₂ azalmaktadır. Ayrıca çıkış sırasında basıncın azalması nedeniyle akciğerlerde oksijenin kısmi basıncı düşmekte, kanda ve dokularda oksijen yetersizliği ortaya çıkmakta, böylece dalgıcın bayılmasına sebep olmaktadır (41).

Hiperventilasyon dışında sık sık yapılan derin dalışlar, dehidratasyon, yorgunluk, aşırı yemek yemek ve psikolojik faktörler de sığ su bayılması oluşmasını kolaylaştırmaktadır.

4. Hipotermi ve Hipertermi

İnsan vücudu 37 °C'lik kor sıcaklığını korumaya çalışmaktadır ve bunun için vücutta soğuk havalarda kaslarda kasılma, sıcak havalarda terleme gibi çeşitli fizyolojik durumlar meydana gelmektedir. Günlük hayatta dört farklı şekilde ısı kaybına maruz kalınmaktadır. Bunlar radyasyon (çevreye ısı yayma), evaporasyon (buharlaşıma), konveksiyon (taşınım) ve kondüksiyondur (iletim).

Çoğu dalgıç, cilt sıcaklığının altındaki suya dalar ve bu nedenle dalış sırasında vücuttan ısı kaybetmektedir. Dalış ortamında kondüksiyon ve konveksiyon ısı kaybının ana yollarıdır. Suyun ciltle temasını en aza indirmek genel koruma yöntemidir.

Rekreasyonel dalgıçlar çok çeşitli su sıcaklıklarına maruz kalmaktadır. Koruyucu giysiler olmadan, su sıcaklığı termonötr sıcaklığın (34-35°C) altına düştüğünde hipotermi gelişebilir. Su sıcaklığının 10 °C'nin altında olduğu dalışlarda, uzun süreli maruz kalmalarda, termal stabiliteyi korumak için dalgıç giysisine sıcak su dolaştırılmaktadır. Bu yüzden su sıcaklığının 10 °C olabileceği kuzey yarımküre denizlerinde ve göllerde dalış, özel dalış giysisi gerektirmektedir. Ancak su sıcaklığının 26 °C olduğu tropik bölgelerde dalış yaparken bile uygun termal koruma olmazsa kondüksiyon ve konveksiyon ile ısı kaybı meydana gelmektedir.

Başlangıçta hipotermide yargılama, yakın hafıza ve konuşmada bozukluklar görülmektedir. Hipotermi derinleşirse klinik tablo ölüme kadar ilerlemektedir. Düşük vücut sıcaklığı, sistemik dirençte ve kan basıncında artışa, deride ve iskelet kasında

vazokonstriksiyona neden olmaktadır. Periferik vazokonstriksiyon dalgıçta merkezi kan akımında ve renal perfüzyonda artışa, bu nedenle diürece sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak da dalgıçta hipovolemi meydana gelmektedir.

Aşırı hipoterminin kardiyak etkileri iyi tanımlanmış olmasına rağmen, bu durum rekreasyonel dalışta nadirdir. Koroner hastalığı olan bireylerde sistemik dirençteki ve kan basıncındaki artış miyokard iskemisini ve ardından anjina veya iskeminin neden olduğu aritmileri indükleyebilmektedir (47).

Termoregülatuar merkezin vücut sıcaklığını dengelemekte yetersiz kalması sonucu vücut sıcaklığının 40 °C'nin üzerine çıkmasına hipertermi denilmektedir. Dalışta özellikle tropikal bölgelerde aşırı çevre sıcaklığına, tekne üzerinde uzun süre güneş altında kalmaya, dehidratasyona, koruyucu giysiye bağlı olarak görülmektedir. Ayrıca salisilat ve antikolinerjik ilaç zehirlenmelerinde de meydana gelmektedir. Semptomlar güçsüzlük, kas krampları, kusma, ishal, baş ağrısı gibi olabileceği gibi hipotansiyon, konvülziyon, komaya kadar ilerlemektedir.

III. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09/07/2021 tarih ve 14 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuştur. (Ek 1)

Bu tez çalışmasında Türkiye'de dalış türü farketmeksizin profesyonel, rekreasyonel ya da mesleki amaçlı dalışlar sırasında gerçekleşen dalış kazaları hakkında, çevrimiçi yapılan anket formuyla veri toplanmış ve incelenmiştir. Çalışmada ele alınan kazalar, bir sağlık sorununa ya da ölüme yol açanlar olabileceği gibi, herhangi bir sağlık sorununa yol açmayan kazaları da içermektedir. Çalışmaya kazayı geçiren veya kazaya şahit olan kişiler gönüllülük esasıyla dahil edilmiştir. Katılımcılar çalışmaya katılmak istediklerine dair çevrimiçi onam formunu onaylayarak ankete katılmışlardır. (Ek 2)

Çalışmaya dahil edilme kriteri;

- Serbest dalış, SCUBA veya satıhtan beslemeli dalıştan birini yapıyor olmak
- 18 yaşından büyük olmak

Çalışma dışı bırakılma kriteri;

- 18 yaşından küçük olmak

Dalış kazalarını araştırmak için tarafımızdan anket formu hazırlanırken örnek olması amacıyla DAN, BSAC gibi kuruluşlar tarafından aynı amaç için kullanılan anket formları ve verileri incelenmiştir. Kendi ülke şartlarımız da düşünülerek kapsamlı, anlaşılır ve amaca yönelik bir form oluşturulmuştur. Çalışmanın duyurusu TSSF'nin internet sayfası üzerinden, elektronik posta gruplarından, sosyal paylaşım sitelerinden ve polikliniğimize başvuran dalgıçlar aracılığıyla yapılmıştır. Gönüllü dalgıçlar çevrimiçi formu 3 Aralık 2020 ve 3 Mart 2022 tarihleri arasında doldurmuştur. Konuyla ilgili ek soru, görüş veya bildirim olan kişiler için ayrı bir elektronik posta adresi oluşturulmuş, bu adrese gönderecekleri elektronik posta yoluyla iletişime geçmeleri istenmiştir.

Anket formunda kazazedenin demografik verilerine, dalış eğitim düzeyi ve tecrübesine, medikal özgeçmişine yer verilmiştir. Dalışla ilgili olarak da kullanılan dalış ekipmanları, dalışın zamanı, yeri, profili ve yapıldığı fiziki koşullar detaylı olarak sorgulanmıştır. Anketi dolduran kişiye ait iletişim bilgileri sadece olası gerekli durumlarda kendisi ile iletişimde kullanılmak üzere temin edilmiştir.

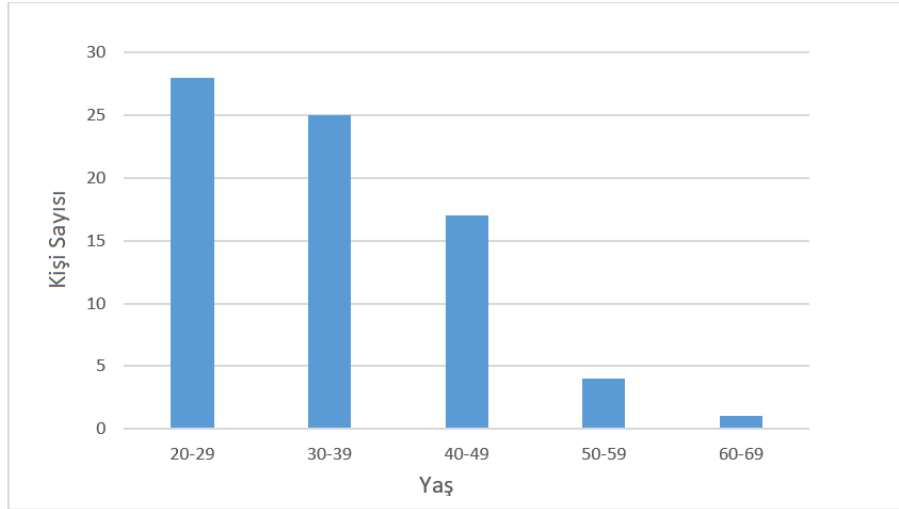
Çevrimiçi veri toplama formuna girilen veriler Microsoft Office Excel programına alınmış ve analiz edilmiştir. Elde edilen veriler incelenerek kaza geçiren dalgıçların demografik bulguları, eğitim düzeyleri, dalış tecrübeleri ve özgeçmişleri, kaza ile sonuçlanan dalışın özellikleri, türü ve amacı, çevre koşulları, donanım arızaları ve dalış sırasında yaşanan sorunlar değerlendirilmiştir.

IV. BULGULAR

Ülkemizde gerçekleşen dalış kazaları ile ilgili veri toplamak için oluşturulan anket formuna dalgıçlar çevrimiçi olarak 3 Aralık 2020 ve 3 Mart 2022 tarihleri arasında erişebilmiştir. Çalışma retrospektif olarak ülkemizde gerçekleşen dalış kazalarını analiz etmeyi amaçlamıştır. Anket formu kaza geçiren ya da kazaya tanık olan kişiler tarafından doldurulduğu ve bu kazaların bir kısmı ölümlle sonuçlandığı için kazazedeye ait bazı veriler eksik kalmıştır. Belirlenen süre sonunda toplamda 80 kaza ile ilgili veriler çalışmaya dahil edilmiştir.

Demografik Bulgular

Çalışmadaki 80 dalgıcın 60'ı (%75) erkek, 20'si (%25) kadındı. Yaşlarına bakıldığında 4 dalgıcın yaşı bildirilmemiş olup, yaşı bildirilen diğer dalgıçlar arasında en küçük yaş 20, en büyük yaş 68 idi. Kadınların yaş ortalaması 32 (n=19), erkeklerin yaş ortalaması 35 (n=57) idi.



Şekil 1. Dalgıçların yaşa göre dağılımı (n=76)

Kazaların 75'inde kazazedenin boyu ve kilosu ile ilgili veri mevcuttu. Boy ortalaması 173 cm, kilo ortalaması 78 kg idi. Beden kitle indeksi minimum 17,1 kg/m², maksimum 35,4 kg/m² olarak hesaplandı. Ortalama beden kitle indeksi (BKI) 25,8 kg/m² idi. Dalgıçların 26'sı (%35) fazla kilolu (BKI 25-29 kg/m²), 12'si (%16) obezdi (BKI ≥30 kg/m²).

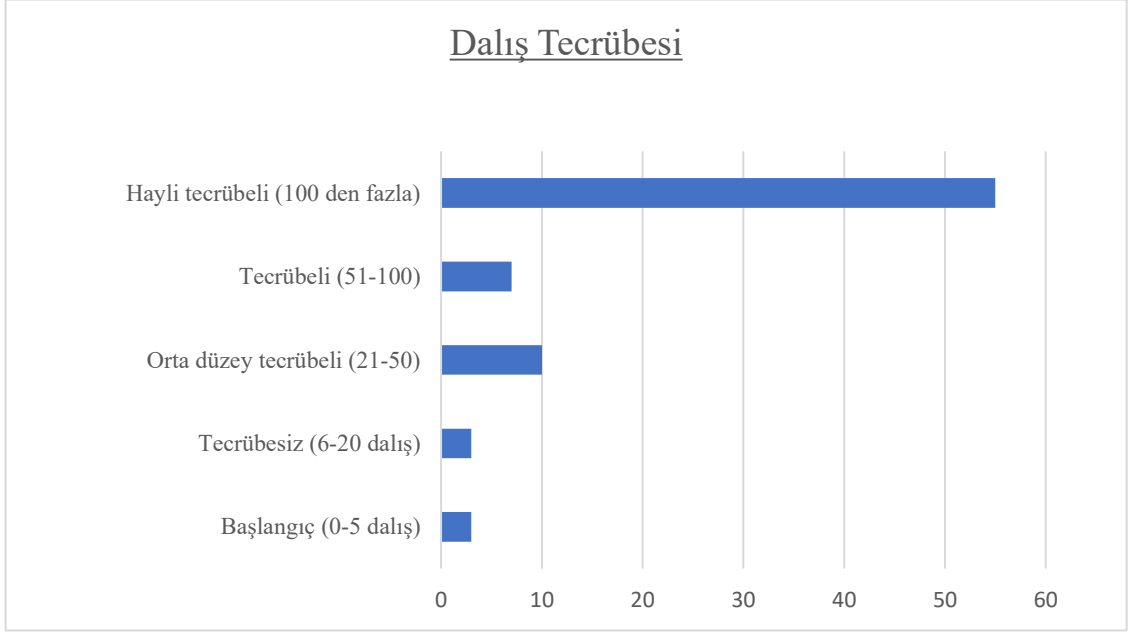
Eğitim Düzeyi ve Dalış Tecrübesi

Kazaların 76'sında kazazedenin eğitim düzeyi ile ilgili veri mevcuttu. Bu kazazedelerin 57'si (%75) üniversite, 16'sı (%21) lise, 2'si (%2,6) ortaokul ve 1'i (%1,3) ilkokul mezunuydu (Tablo 1).

Tablo 1. Dalgıçların eğitim düzeyi (n=76)

Eğitim Düzeyi	n
Üniversite	57
Lise	16
Ortaokul	2
İlkokul	1

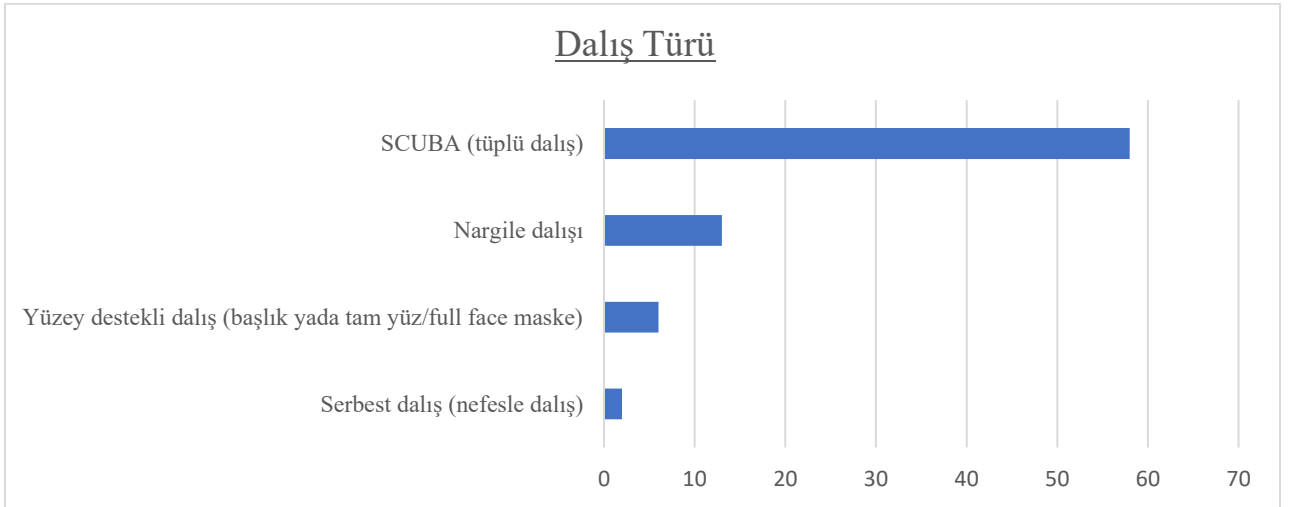
Dalış tecrübesi 79 kazazede için bildirilmiş idi. Bu kazazedelerin 55'i (%69,6) hayli tecrübeli (100'den fazla), 7'si (%8,8) tecrübeli (51-100), 10'u (%12,6) orta düzey tecrübeli (21-50), 3'ü (%3,7) tecrübesiz ve 4'ü (%5) başlangıç (0-5 dalış) düzeyindeydi (Şekil 2).



Şekil 2. Dalgıçların dalış tecrübelerine göre dağılımı

Kaza ile Sonuçlanan Dalışın Özellikleri

Kaza ile sonuçlanan 80 dalıştan 58'i (%78,5) SCUBA, 14'ü (%17,5) nargile, 6'sı (%7,5) yüzey destekli dalış (başlık ya da tam yüz/full face maske) dalışı ve 2'si (%2,5) serbest dalış olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Kaza ile sonuçlanan dalışların türlerine göre dağılımı (n=80)

Amaçlarına göre değerlendirildiğinde dalışların 32'si (%40) rekreasyonel/sportif aktivite, 24'ü (%30) sualtı inşaatı, arama, kurtarma vb. gibi diğer sualtı işleri, 12'si (%15) eğitim, 9'u su ürünleri toplamak (%11,25), 2'si (%2,5) zıpkınla balık avlamak ve 1'i (%1,25) arkeolojik çalışma amaçlı yapıldığı saptanmıştır. Rekreasyonel/sportif aktivite amaçlı yapılan dalışlardan 2'si mağara, 2'si batık dalışı, sualtı işleri amacıyla yapılan dalışlardan 4'ü batık dalışıydı (Tablo 2).

Tablo 2. Kaza ile sonuçlanan dalışların amacı (n=80)

Dalış Amacı	n
Rekreasyon / sportif (eğlence, fotoğraf video çekme amaçlı)	32
Sualtı inşaatı, arama, kurtarma vb. gibi diğer sualtı işleri	24
Eğitim (dalış eğitimi esnasında yapılan dalışlar)	12
Su ürünleri toplamak (salyangoz, patlıcan, sünger vb.)	9
Zıpkınla balık avlamak	2
Arkeolojik çalışma	1

Dalışların 78'i (%97,5) denizde, 2'si (%2,5) baraj gölünde gerçekleşmiştir. Baraj gölündeki dalışlar profesyonel amaçlı yapılmıştır. Her iki baraj dalışında soğuk su, kısıtlı görüş hikayesi mevcuttu. Baraj gölünde yapılan 1 dalış 301-900 m rakımda gerçekleşmiştir. Geri kalan 79 dalış deniz seviyesinde yapılmıştır. Dalışın yapıldığı su koşulları 43 kazada sakin, 19 kazada hafif dalgalı, 4 kazada şiddetli dalgalı olarak belirtilmiştir. Kazaların 14'ü soğuk suda, 12'si akıntılı denizde, 10'u görüşün kısıtlı olduğu ortamda meydana gelmiştir. Dalışların 73'ü gündüz saatlerinde yapılmışken, 4'ü gece yapılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Kaza ile sonuçlanan dalış ortamının fiziksel koşulları

Kaza ile Sonuçlanan Dalış Ortamının Fiziksel Koşulları							
Suyun Durumu		Dalış Saati		Yapıldığı Ortam		Rakım	
Sakin	43	Gündüz	73	Deniz	78	Deniz Seviyesinde	79
Hafif Dalgalı	19						
Şiddetli Dalgalı	4						
Soğuk Su	14	Gece	4	Baraj Gölü	2	990 metre	1
Akıntılı	12						
Kısıtlı görüş	10						

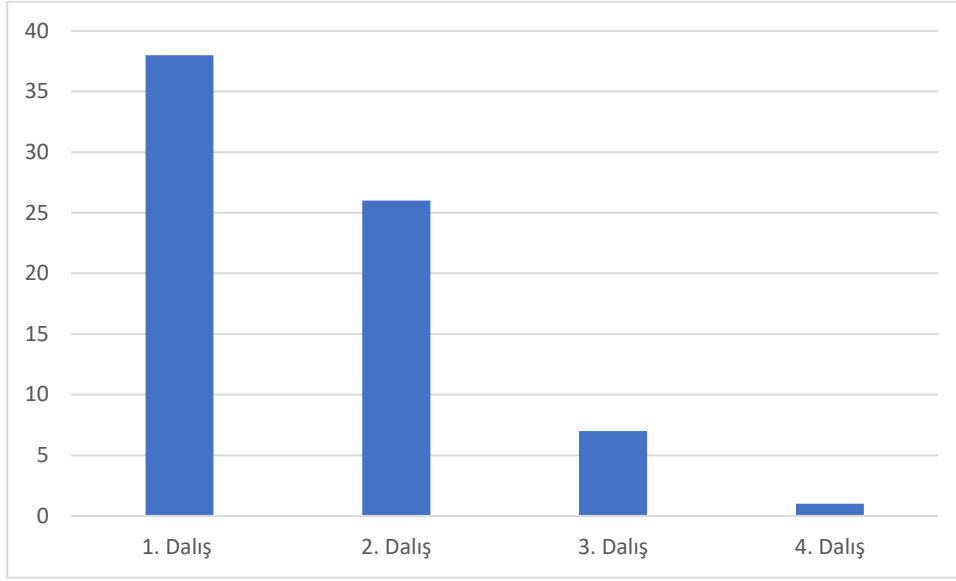
Seksen kazanın 78'inde (%97,5) ıslak elbise kullanıldığı, 2'sinde (%2,5) kuru elbise kullanıldığı, 74'ünde (%94,8) hava solunduğu, 4'ünde (%5,2) dalışta havayla birlikte nitroks solunduğu, 2'sinde nefes tutularak dalış yapıldığı belirtilmiştir.

Suya giriş kazaların 65'inde (%81) tekneden, 10'unda (%12,5) kıyından ve 5'inde (%6) duba/şat/platformdan yapılmıştır. Kazaların 58'inde (%72,5) kazazedenin dalış eşi mevcutken, 22'sinde (%27,5) kazazede yalnız başına dalmıştır. Bu 22 dalışın 11'inde dalışlar nargile ile (diğer sualtı işleri veya su ürünleri toplamak amaçlı) yapılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Suya giriş şekli ve dalış eşi durumu (n=80)

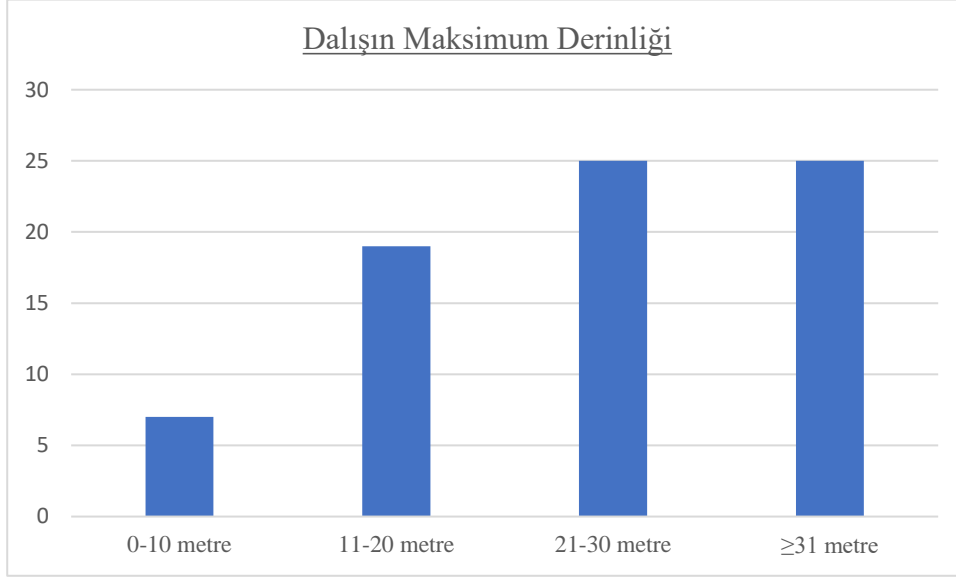
Suya Giriş Şekli	n	Dalış Eşi	n
Tekneden	65	Dalış eşi var	58
Karadan	10	Dalış eşi yok	22
Duba/Şat/Platform	5		

Kazalı dalışın günün kaçınıcı dalışı olduğu ile ilgili 72 veri mevcuttu. Yetmiş iki kazanın 38'inde kaza 1. dalışta (%52,7), 26'sında 2. dalışta (%36,1), 7'sinde 3. dalışta (%9,7) ve 1'inde (%1,3) 4. dalışında meydana gelmiştir (Şekil 4).



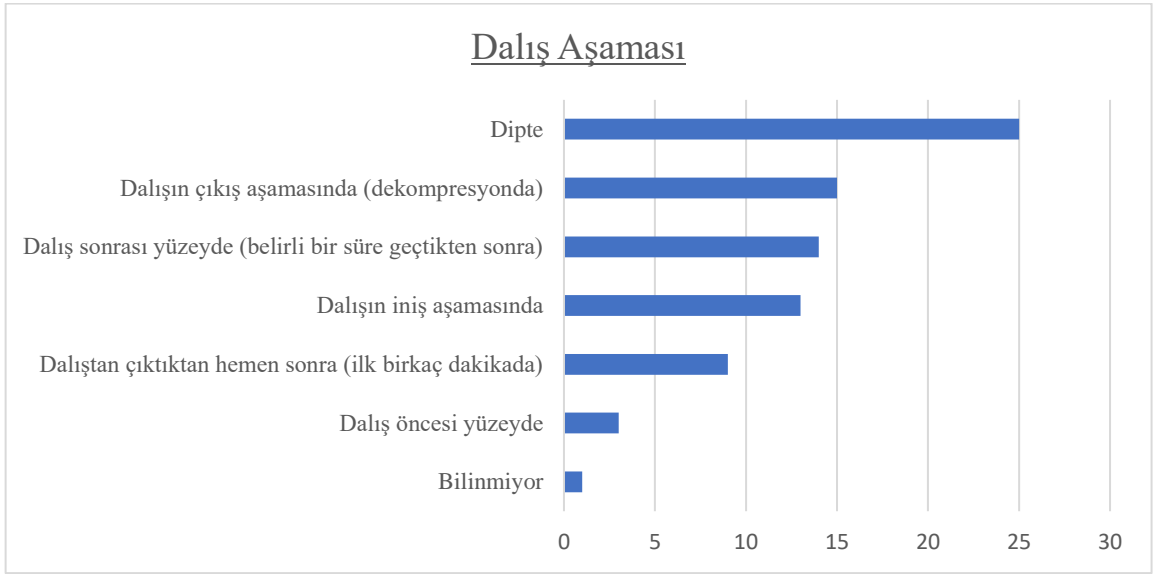
Şekil 4. Kazalı dalışın günün kaçınıcı dalışı olduğu

Kaza ile sonuçlanan dalışların maksimum derinlikleri sorgulandığında 76 veri elde edilmiştir. Dalışların maksimum derinlik ortalamasının 29 m olduğu saptanmıştır. Dalışlar minimum 2 metre, maksimum 127 metreye yapılmıştır. 0-10 m aralığında 7 (%9,2) dalış, 11-20 m aralığında 19 (%25) dalış, 21-30 m aralığında 25 (%32,9) dalış ve ≥ 31 m 25 (%32,9) dalış yapılmıştır (Şekil 5).



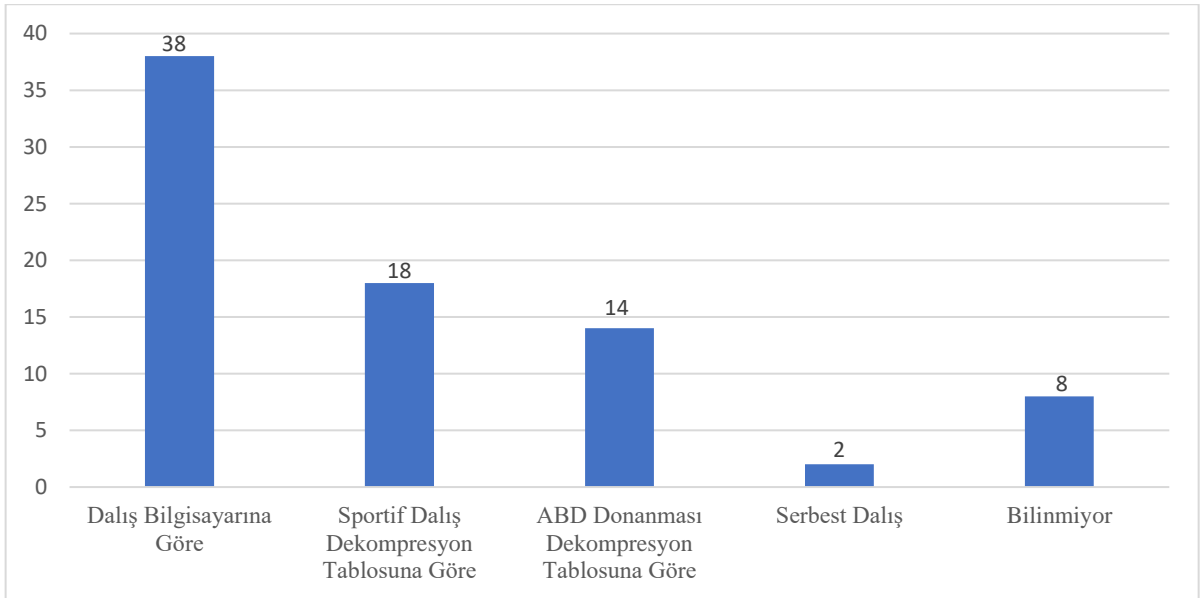
Şekil 5. Kaza ile sonuçlanan dalışın maksimum derinliği

Kazanın dalışın hangi aşamasında olduğuna bakıldığında sadece fatal sonuçlanan bir olguda durum bilinmiyordu. Kaza başlangıcı 25 olguda (%31,25) dipte, 15 olguda (%18,75) dalışın çıkış aşamasında (dekompresyonda) ve 14 olguda (%17,5) dalış sonrası yüzeyde (belirli bir süre geçtikten sonra) gerçekleşmiştir. Kazaların 13'ü (%16,25) dalışın iniş aşamasında gerçekleşmiş ve bunların çoğunu basıncın artmasına bağlı oluşan kulak ve sinüs barotravması oluşturmuştur. Dalış öncesi yüzeyde 3 (%3,75) kaza ve dalıştan çıktıktan hemen sonra (ilk birkaç dakikada) 9 (%11,25) kaza meydana gelmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Kazanın gerçekleştiği dalış aşaması (n=80)

Dalışlardaki dekompresyonun neye göre uygulandığı şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Dalışlarda kullanılan dekompresyon şekli (n=80)

Dalışlar sırasında yaşanan sorunlarla ilgili olarak en sık hızlı çıkış, ikinci olarak ise aşırı efor sarf etmek sorun olarak bildirilmiştir. Bunu solunum gazının yetersizliği veya kesilmesi

ve deko durağı kaçıırma problemleri takip etmiştir. Bunlar dışında yüzerlik (sephiye) problemleri, dalışta ilişkine takılma, uygun olmayan/kirlenmiş solunum gazı gibi sorunlar da mevcuttu. Hızlı çıkış söz konusu olan 28 dalışın %50'sinde sorunun solunum gazının yetersizliğı veya kesilmesi olduğı bildirilmiştir. Solunum gazının yetersizliğı daha çok planlanan dalış süresinin aşılmasına, aşırı efora ve dalış eşi ile paylaşmaya bağı görülürken, solunum gazının kesilmesi nargile dalışlarında ekipmanda yaşanan soruna, SCUBA dalışlarında dalış tüpü vanasının tam açılmamasına bağı yaşanmıştır. Dalgıçların yaşadığı sorunlar tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5. Dalış sırasında yaşanan sorunlar

Dalış Sırasında Yaşanan Sorunlar	
Hızlı çıkış	28
Dalış esnasında aşırı efor	25
Solunum gazının yetersizliğı veya kesilmesi	17
Deko durağı kaçıırma	14
Yüzerlik (sephiye) problemleri	10
Dalışta ilişkene (ağ, misina, batık vs) takılma	4
Uygun olmayan/kirlenmiş solunum gazı	3

Çalışmada kazanın olduğı dalışta ortaya çıkan ilk semptom ve sonrasında gelişen sağlık sorunu da sorulmuştur. Kazazedede oluşan ilk semptomlar en çok eklem ve kas ağrıları, nefes darlığı, kulak ağrısı ve bilinç kaybı gibi semptomlar olarak belirlenmiştir. Ortaya çıkan sağlık sorunu ise en çok dekompresyon hastalığı olarak saptanmıştır. Bunu kulak barotravması, bilinç kaybı/bayılma ve boğulma/boğulayazma takip etmiştir. Dalgıçlarda gelişen semptom ve sağlık sorunları tablo 6'da belirtilmiştir.

Tablo 6. Kaza sonrası dalgıçta görülen ilk semptom ve sağlık sorunu

Kaza Sonrası Görülen İlk Semptom		Kaza Sonrası Oluşan Sağlık Sorunu	
Eklem ve kas ağrıları	10	Dekompresyon hastalığı	22
Nefes darlığı	9	Kulak <u>barotravması</u>	8
Kulak ağrısı	8	Bilinç kaybı / Bayılma	7
Bilinç kaybı	7	Boğulma / <u>Boğulayazma</u>	4
Göğüs ağrısı	5	Ölüm	4
Baş ağrısı	5	Akciğer çıkış <u>barotravması</u>	3
Baş dönmesi / <u>Bayılayazma</u>	4	Sinüs <u>barotravması</u>	2
Hissizlik	3		
Panik / <u>Hiperventilasyon</u>	3		
Kaşınıtı / Kızarıklık	2		
Kolda şişme	1		
Omuzda çıkık ve <u>humerus kırığı</u>	1		

Dalgıçlara dalış kazasına neden olması açısından dalış donanımında herhangi bir arıza gelişip gelişmediği sorulduğunda 35 olayda böyle bir durumun söz konusu olduğu bildirilmişti. En sık yaşanan donanım sorunu 13 kazada görülen solunum gazının kesilmesi olarak belirlenmiştir. Bu 13 kazanın 3'ünde nargile hortumunda gelişen problem söz konusuydu. Bunu seçilen denge yeleği ve maskenin büyük olması, dar elbise, yeterli olmayan ağırlık alma gibi hatalı ekipman seçimi izlemiştir. Diğer donanım problemleri tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Dalış donanımında ortaya çıkan arıza

Dalış donanımında kazaya neden olan arıza	
Solunum gazının kesilmesi	13
Hatalı ekipman seçimi (Ağırlık fazlalığı, dar elbise vb.)	5
Dalış bilgisayarı arızası	4
Paletlerde sorun yaşanması	3
Denge yeleği inflatörünün takılması	3
Derinlik göstergesi arızası	2
Regülatörde serbest akış	1
Regülatörün su alması	1
Denge yeleği kamçısının atması	1
Alçak basınç kompresör arızası	1
"O" ring patlaması	1

Kazazedelerin 68'inde özgeçmişleri ile ilgili veri mevcuttu. 12'sinin (%15) daha önce dalış kazası geçirdiği, 56'sının (%70) herhangi bir kaza geçirmediği saptanmıştır. Geçirilen kazaların 6'sının dekompresyon hastalığı olduğu ve buna bağlı rekompresyon tedavisi gördüğü, 5'inin kulak barotravması ve 1'inin zararlı deniz canlıları ile ilgili olduğu görülmüştür. Sigara kullanma öyküsü sorgulandığında 35'i (%43,75) sigara kullanmakta, 42'si (%52,5) sigara kullanmamaktaydı.

Kazazedelerin kronik hastalıklarına bakıldığında 3 kişide hipertansiyon, 1 kişide tip 2 diyabetes mellitus, 1 kişide hipotiroidi, 1 kişide sağ dal bloğu öyküsü, 1 kişide anemi ve 1 kişide uyku apnesi ve testis kanseri nedeniyle bir yıl önce kemoterapi öyküsü mevcuttu. Kullanılan ilaçlara bakıldığında 2 dalgıçta hipertansiyon, 1 dalgıçta diyabet ve 1 dalgıçta hipotiroidiye bağlı düzenli ilaç kullanımı mevcuttu.

V. TARTIŞMA

Dalışa bağlı kazaların incelenmesi, bu kazalara yol açan davranış biçimlerinin analiz edilmesi, gelecekte oluşacak aynı türden kazalara karşı önlem alınması ve kaza riskinin en aza indirilmesi açısından önem taşımaktadır. Kazalara ve ölüme yol açan faktörler belirlenmeyip, önlem alınmadığı takdirde dalıcı ve dalış sayısının artışı ile birlikte dalış kazaları da artış gösterecektir (48). Dalıcı popülasyonunu bilgilendirmek amacıyla birçok ülkede dalışla ilgili kurum ve kuruluşlar, topladıkları kaza verilerini her yıl değerlendirip yayınlamaktadır. Ülkemizde ise dalışla ilgili herhangi bir kurum tarafından kullanılan aktif bir sistem veya veri tabanı bulunmamaktadır. 1996 yılında ülkemizde ilk dalış kazaları veri bankası oluşturulması planlanmış, ancak bu çalışmayla veri toplanarak yayınlanmış bir rapora rastlanmamıştır (49).

Çalışmamızda dalış türü fark etmeksizin ülkemizde şimdiye kadar gerçekleşmiş dalış kazaları çevrimiçi veri toplanarak analiz edilmiştir. Kaza geçiren dalgıçların demografik verileri, özgeçmişleri, dalış tecrübeleri ve eğitim düzeyleri, yapılan dalışın özellikleri, kazaya neden olan fiziksel ortam şartları ve dalış donanımı gibi teknik özellikler incelenmiştir. Formu dolduran kişi kaza geçiren dalıcının kendisi ya da dalıcının yakını, dalış amiri, bölgede bulunan kolluk kuvvetleri, dalış organizasyonundaki herhangi bir tanık olmuştur.

Ülkemizde dalış kazası geçirenlerin cinsiyet dağılımına bakıldığında %75'inin erkek, %25'inin kadın olduğu görülmüştür. Yaş ortalamasına bakıldığında ise kadınlarda ortalama yaş 32, erkeklerde ortalama yaş 35 olarak saptanmıştır. Dalışla ilgili yapılan epidemiyolojik araştırmalara ve dalış organizasyonlarındaki kayıtlara bakıldığında dalıcı nüfusunda erkek oranının kadın oranından fazla olduğu görülmektedir. PADI tarafından dünya çapında yapılan istatistiklerde 2008-2013 yılları arasında yapılan dalış sertifikasyonlarının %64-65'ini erkeklerin, %33-34'ünü kadınların oluşturduğu belirlenmiştir (50). Spor ve Fitness Endüstrisi Derneği (Sports and Fitness Industry Association), erkek dalgıçların ABD'de rekreasyonel dalış nüfusunun %64'ünü oluştururken, yılda 7 defadan fazla dalış yapanların %72'sini oluşturduklarını bildirmiştir (51). ABD ve Kanada'da 2006-2015 yılları arasında rekreasyonel SCUBA dalışlarında morbidite ve mortaliteyi değerlendiren bir araştırmada ortalama yaş 38, acil servise başvuran kişilerin ise %75'inin erkek olduğu görülmüştür (40). Boussuges ve arkadaşlarının SCUBA dalışından sonra kan dolaşımındaki bubble oluşumunu araştıran bir çalışmada 52 kadın ve 52 erkek dalgıç üzerinde çalışılmış ve 35 metreye yapılan 25 dakikalık bir dalış sonrası erkek dalıcılarda kadınlara göre daha fazla kabarcık tespit edilmiştir (52). Bu çalışmanın sonucu dekompresyon hastalığı gelişme riskinin erkeklerde daha fazla

olduğunu yönündedir. Dalış aktivitesinde erkek nüfusunun daha fazla olması ve erkeklerin risk alma potansiyelinin daha yüksek olması nedeniyle de dalış kazaları erkeklerde daha fazla görülüyor olabilir. Ayrıca sualtı işlerinde çalışan profesyonel dalgıçların zor koşullarda çalıştığı ve riskli işler yaptığı bilinmektedir. Bu kişilerin daha çok erkek olduğu düşünülürse dalış kazalarının erkek cinsiyette daha sık görülmesi doğal bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Çalışmamızda dalış kazası geçirenlerin ortalama yaşları diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. İleri yaş, olası kronik hastalıklar ve fiziksel yetersizlikler nedeniyle dalış kazası için risk faktörü olarak değerlendirilir. Bizim çalışmamızda dalış kazalarının en sık 20-29 yaş aralığında görülmüş olmasının nedeninin, araştırmaya katılan grubun çoğununda dalış amacının rekreasyonel/sportif olması ve bu amaçla yapılan dalışların gençler arasında daha yaygın olarak gerçekleştirilmesi olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızdaki kaza geçiren dalgıçların BKİ ortalamasının 25,8 kg/m² olduğu, %51'inin fazla kilolu veya obez olduğu saptanmıştır. DAN'ın 2019 yılında yayınladığı raporda, kilosunu bilen 474 dalgıcın rekreasyonel dalış kazasına ait raporunda BKİ ortalaması 27 kg/m² (fazla kilolu) olduğu görülmüştür (2). ABD'de son on yılda SCUBA dalışı sırasında ölen dalgıçların BKİ değerleri incelendiğinde artış saptanmıştır (53). Lippmann ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada 126 ölümcül dalış kazasındaki dalgıçların verileri incelendiğinde 83'ünün (%77) aşırı kilolu veya obez olduğu gösterilmiştir (32). Lippmann ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada ise şnorkel ve nefes tutarak yapılan dalışlarda kaza sonucu ölen 38 dalgıçtan 28'i (%73,6) aşırı kilolu veya obezdi (54). Bu durum aşırı kiloya bağlı kardiyak, metabolik diğer hastalıkların ve kondisyon yetersizliği gibi sorunların kazalarda etkili olabileceğini akla getirmektedir. Kilolu kişilerde dalış kazası prevalansının yüksek olması bunun bir risk faktörü olabileceğini göstermektedir (31). Ayrıca obez bireylerde obstrüktif uyku apnesi, diyabet, hipertansiyon ve yüksek kolesterol daha sık görülmekte ve bunlar koroner arter hastalığı riskini arttırmaktadır. Obezite ile ani kardiyak ölüm arasındaki ilişki de bunu desteklemektedir (55).

Çalışmada değerlendirilen dalgıçların eğitim düzeylerine bakıldığında %75'inin üniversite mezunu olduğu görülmüştür. Bu orandaki yükseklik çalışmadaki anketin çevrimiçi olarak yapılması, anketin ulaştığı kişilerin sosyoekonomik ve eğitim düzeyi açısından daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklanabilir. Dalış amacı olarak daha çok rekreasyonel/sportif aktivite değil de su ürünü toplayıcılığı yapanlara veya sualtı inşaat, arama, kurtarma vb. işlerde çalışanlara ulaşırsa bu oran azalabilir.

Dalgıçların dalış tecrübesi ve sertifika düzeyleri arttıkça dalış kazası gelişme ihtimalleri azalmaktadır. Sertifikasız dalgıçların sertifikalı dalgıçlara göre daha fazla güvenlik kuralını ihlal ettiğinden bahsetmiştik. 2012-2018 arasındaki 500 rekreasyonel dalış kazasını içeren raporda, sertifika düzeyi bilinen 301 kazanın 134'ünün (%45) bir yıllık sertifikası olduğu, 52'sinin (%17) ise iki yıllık sertifikaya sahip olduğu bildirilmiştir (2). Lippman ve arkadaşlarının 2001-2013 yılları arasında Avusturalya'da yaptığı çalışmada ise 126 ölümlü kazada dalgıçların 52'sinin (%41) acemi olduğu bildirilmiştir (31). Bu sayılar dalış deneyiminin kazalar üzerinde ne kadar önemli olduğunu yansıtmaktadır. Bizim çalışmamızda ise dalgıçların %69,6'sı hayli tecrübeli dalgıçlardı. Bunun sebebi ulaştığımız dalgıç nüfusunun yüksek eğitim düzeyi olabilir. Ayrıca çalışmamız çevrimiçi olarak internet üzerinden yapıldığı için, daha çok rekreasyonel/sportif amaçlı dalış gruplarına üye ya da meslek olarak profesyonel dalış yapan kişilere ulaşılmıştır. Bu kişiler de genellikle daha tecrübeli dalıcılar olmaktadır. Eğer rekreasyonel/sportif aktivite amaçlı dalış yapan dalgıçlara veya toplayıcılık yapan dalgıçlara daha fazla ulaşılsaydı bu oran daha düşük olabilirdi. Fakat dalgıçların tecrübelerinin artması sonucu özgüvenlerinin yükselmesi, riskli davranışlarda bulunma ihtimallerini de arttırabilir. Reil tarafından 101 erkek ve 59 kadın dalgıç üzerinde yapılan bir anket çalışmasında dalgıçların tecrübesi arttıkça riskli davranışlarda bulunma olasılığının arttığı gösterilmiştir (56). Ayrıca dalgıcın deneyimi kadar hangi sıklıkla dalış yaptığı da önemli bir unsurdur. Dalışa uzun süre ara verilmesi dalgıç ne kadar tecrübeli olursa olsun dalış becerilerinde ve yetkinliklerinde azalmaya neden olur ve dalgıcın kaza geçirme ihtimalini arttırır.

Dalışın yapılma amacı ve türü bize dalış profili, dalıştaki risk faktörleri ve dalgıcın fiziksel, ruhsal ve sosyokültürel durumuyla ilgili bilgi verebilir. Rekreasyonel/sportif aktivite amaçlı yapılan SCUBA dalışları daha güvenli koşullarda kurallara uyularak yapıldığından alınan riskler daha az iken, sualtı işlerinde çalışan dalgıçlarda dalış koşulları ve yaptıkları işler nedeniyle bu durum aynı olmayabilir. DAN 2016 yıllık dalış raporuna göre 146 ölümcül dalış kazasının %66'sı rekreasyonel/sportif amaçlı, %21'i ticari amaçlı ve %12'si eğitim amaçlı dalışlar sırasında gerçekleşmiştir (57). Lippmann'ın yüzey destekli solunum cihazıyla yapılan dalışlarda ölen 84 dalgıcın araştırıldığı bir çalışmada ise dalgıçların en az %50'si meslek olarak, %37 ise su ürünü toplamak veya gezi amaçlı rekreasyonel dalış yapmaktaydı (58). Bizim çalışmamızda dalış kazalarının rekreasyonel/sportif aktivite amaçlı yapılan dalışlarda, sualtı işlerinde çalışan dalgıçlardan sayıca daha fazla olduğunu göstermiştir. Bunun nedeni

çalışmamıza katılan rekreasyonel/sportif dalıcı sayısının, dalışı meslek olarak yapanlardan daha fazla olmasıdır. Ayrıca zıpkınla balık avlamada dalış sırasında aktif olma, ava odaklanma gibi nedenlerden veya serbest dalışlarda adrenalin düzeyi, fiziksel ve psikolojik stres düzeyi ile orantılı olarak dalış kazalarında artış olabilir. Yeni Zelanda’da şnorkelli yüzme ve nefes tutarak yapılan dalışlarda dalgıç ölümlerini araştıran bir çalışmada 2007’den 2016’ya kadar 38 (33 erkek, 5 kadın) dalgıç ölümü olduğunu, bu dalgıçların 29’unun avcılık yaptığını göstermektedir (54). Nefes tutarak yapılan bu dalış türünde dalgıç fizyolojisinin ve dalış için gerekli olan fiziksel kondisyonun daha farklı olması nedeniyle bu tür dalışlar herkes tarafından yapılamamaktadır, bu yüzden daha az bir kitleye hitap etmektedir. Ayrıca bu türde yapılan dalışlar sıklıkla tek başına yapılmakta, gerçekleşen dalış kazaları genellikle daha ciddi sonuçlanmakta ve mortal seyretmektedir. Bu yüzden çalışmamızda da olduğu gibi bu tür dalışı yapan dalgıç sayısı daha az ve bu nedenle daha az veri elde edilmektedir. Su ürünleri toplamak amacıyla yapılan nargile dalışlarında da dalgıçların dalış eğitimlerindeki yetersizlik nedeniyle dalış kazaları sık görülmektedir. Hatta bu grubun yaptığı dalışlarda dalış kuralları sık sık göz ardı edilmekte, izinsiz dalışlar yapılmaktadır. Ülkemizde sualtı hekimliği ve hiperbarik tıp bölümüne rekompresyon tedavisi için başvuran dekompresyon hastalığı tanılı dalgıçların büyük bir çoğunluğunu bu grup oluşturmaktadır. Bu kişiler herhangi bir dalış organizasyonuna üye olmadığı ve kuralları ihlal ederek dalış yaptıkları için çevrimiçi olarak yapılan anket çalışmasına bu grubun katılımı yeterince sağlanamamış olabilir.

Çevresel faktörler oluşan dalış kazalarının neredeyse yarısında tetikleyici rol oynadığından dalış kazalarıyla ilgili oluşturulan tüm bildirim sistemlerinde bu konu detaylı olarak sorgulanmaktadır. Dalış yapılan bölgedeki koşullar, suyun durumu ve dip özelliklerinin sorgulanması oluşacak dalış kazalarının nedeni hakkında araştırmacılara bilgi sağlayacaktır. Hava sıcaklığı, su sıcaklığı, akıntı hızı, görüş mesafesi, dalışın yapıldığı ortam ve rakım gibi bilgiler dalış kazalarında tetikleyici faktörler hakkında bilgi sahibi olmamız açısından önemlidir. Avustralya’da 2001-2013 yılları arasında SCUBA dalışı sonucu 126 dalgıç ölümünün incelendiği bir çalışmada çevresel faktörlerin ölümlerin yarısından fazlasında rol oynadığı gösterilmiştir. Bu faktörler genel olarak akıntı, dalgalı deniz, zayıf görüş ve derinlik gibi olumsuz koşulları içermekteydi. Ayrıca tecrübesiz dalgıçlarda, tecrübeli dalgıçlara göre çevresel koşulların tetikleyici faktör olarak daha yüksek ilişkisi olduğu gösterilmiştir (36). Yayımlanan raporlarda kazaların oluştuğu çevre koşullarına bakılacak olursa, DAN 2019 yıllık dalış raporuna göre 70 ölümcül dalış kazasının çoğu okyanus/deniz ortamında (n=50, %71),

az bir kısmı tatlı sularda (n=12, %17) ve nehir/kaynaklarda (n=4, %6) meydana gelmiştir. 2012-2018 arasındaki gerçekleşmiş 500 rekreasyonel dalışla ilgili kaza raporundaki verilere göre ise kazaların %33'ü ≥ 27 °C, %23'ü 21-26 °C, %11'i 16-20 °C, %12'si 10-15 °C, %5'i 4-9 °C ve %2'si < 4 °C su sıcaklığında meydana gelmiştir (2). DAN 2016 yıllık dalış raporuna göre 146 ölümcül dalış kazasının %31'inde kısıtlı görüş, %37'sinde deniz koşulları ve %34'ünde akıntı dalgıç ölümlerinde rol oynamıştır (57). Bizim çalışmamızda kazayla sonuçlanan dalışların %97,5'i denizde, %98,75'i 0-300 metre rakımda gerçekleşmiştir. Dalışların sadece 14 tanesi soğuk suda yapılmışken diğer tüm dalışlar normal sıcaklıktaki sularda yapılmıştır. Ülkemizin coğrafi konumu sonucu üç tarafının denizlerle çevrili olması, Akdeniz ve Ege Denizine kıyısının olması nedeniyle dalışların çoğu denizlerde ve sıcak sularda yapılmıştır. Dalışların çoğu sakin sularda gerçekleştirilmiştir. Bu durum dalışların çoğunun rekreasyonel/sportif aktivite amaçlı olması ve coğrafi açıdan durgun suların olduğu denizlere kıyılarımızın olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Dalışın yapıldığı ortam kadar suya giriş şekli de önemlidir. Kıyıdan yapılan dalışlar ekipman taşımak açısından konforsuzdur ve dalgıçta ağır kaldırmaya bağlı fiziki hasara neden olabilir. Ancak kıyıdan yapılan dalışlar daha sığ dalışlar olacaktır ve dalgıçlar dalış öncesi alanı keşfedebilecektir. Bu iki durum dalgıç psikolojik olarak olumlu etkileyeceği ve dalış stresini azaltacağı için dalış kazası riskini azaltabilir. Tekneden yapılan dalışlar ise daha derin, dalış ortamı açısından daha riskli olacağı için bu dalışlarda panik atak, hızlı çıkış, dekompresyon hastalığı gibi daha ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Çalışmamızdaki kazalarda suya giriş şekli %81 tekneden, %12,5 kıyıdan idi. Buzzacott tarafından yayınlanan bir bildiri de 500 dalış kazasının yarısından fazlasında suya giriş şekli tekne olarak belirtilmiştir (59).

Dalgıç ne kadar deneyimli olursun olsun, hangi tür dalış olduğu fark etmeksizin, bazen olumsuz bir koşulda kendine yetemeyebilir. Bu durumda dalış eşinin varlığı hayat kurtarıcı olacaktır. Bu koşulun önemi mevzuata da yansımıştır. Mevzuata göre SCUBA dalışlarında, dalışın yalnız başına gerçekleştirilmesi yasaktır. 1980-2000 yılları arasında Yeni Zelanda'da dalış kazasına bağlı ölümlerin araştırıldığı bir çalışmada SCUBA dalışında kaza sonucu yaşamını yitiren olguların %78'inde kaza sırasında dalış eşinin olmadığı veya dalış esnasında dalış eşinden uzaklaştığı zamanlarda kazanın gerçekleştiği tespit edilmiştir (60). Avustralya'da 2001-2013 yılları arasındaki dalışa bağlı ölümlerin araştırılması, olay meydana geldiğinde dalgıçların sadece %28'inin dalış eşisiyle birlikte olduğunu göstermiştir (31).

Ülkemizde gerçekleşen dalış kazalarında, kurallara uyulması açısından bu oran nispeten daha iyi olmakla birlikte, bizim çalışmamızda kaza sırasında %27,5 olgunun dalış sırasında yalnız olduğu saptanmıştır. Bu olguların yarısının nargile dalışı yaptığı belirlenmiştir. Çalışmamız çevrimiçi olarak gerçekleştirildiği için çalışmaya katılan nargile dalışı yapan dalgıç sayısı düşüktür. Yani bu gruptan daha fazla veri elde edilseydi bu oranda artış görülebilirdi. Ülkemizde dekompresyon hastalığı görülen dalgıçların da çoğunun su ürünleri toplamak amacıyla dalış yapan dalgıçlar olduğu düşünülürse bu grubun dalış kurallarına ve limitlerine yeterince uymadığı düşünülebilir. Bu dalgıçlara dalış eğitimi verilir ve farkındalıkları arttırılırsa dalış kazalarının birçoğunun önüne geçilebilir.

Dalış kazalarının ve ölümlerinin çoğunun yaz aylarında (temmuz-eylül) meydana geldiği bilinmektedir. Dalış aktivitesi yaz aylarında daha fazla yapıldığı için bu şaşırtıcı bir durum değildir. DAN 2019 yıllık dalış raporu verilerine bakıldığında 2017'de gerçekleşen olayların yaklaşık yarısının dalgıcın dalış sahasını ilk ziyareti sırasında, genellikle bir dalış serisinin ilk gününde meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca 2012-2018 yılları arasındaki 500 rekreasyonel dalış kazasını içeren rapora göre her takvim ayında rapor edilen ortalama 42 olay mevcuttur. Kasım ayında 31 olayla en düşük sıklık kaydedilirken, bu rakam haziran ayında 50'ye çıkmakta, olayların çoğunun da ilk dalış gününde meydana geldiği görülmektedir. Japonya'da da 2017 yılındaki 16 dalış kazasına bağlı ölümün 9'unda (%56) olay günün ilk dalışında meydana gelmiştir (2). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde kazaların %52,7'si günün ilk dalışında, %36,1'i ikinci dalışta gerçekleşmiştir. Dalış aktivitesine uzun süre ara verilmesi ve bu yüzden dalış becerilerinde gerileme olması, yeni bir ortamda ilk kez dalış yapacak olmanın tedirginliği, ekipman eksikliklerinin dalış öncesi fark edilememesi ve kulak eşitleyememe gibi sağlık sorunları bu kazaların çoğunun ilk dalışlarda meydana gelmesine neden olabilir. Yılın ilk dalışından ya da yeni bir konumdaki ilk dalıştan önce dalış becerilerini hatırlatmak ve dalış yeri hakkında bilgi vermek için kısa bir eğitim yapılması oluşacak kazaları önleyebilir.

Dalış kazasının dalışın hangi aşamasında olduğunu bilmek, dalgıçta gelişen hastalığın tanısı hakkında fikir vereceği gibi, kazaların değerlendirilmesini de sağlayacaktır. İniş ve çıkış aşamasında oluşan sağlık sorunu çevre basıncındaki değişim nedeniyle barotravmalara bağlı olacak iken, dipte gerçekleşen dalış kazaları nitrojen narkozuna, dalıştan sonra yüzeyde olanlar ise dalış profiline bağlı olarak dekompresyon hastalığı veya arteriyal gaz embolisi nedeniyle olabilir. Bu sağlık sorunlarının hangi aşamada başladığını bilmek ve tanıyı doğru

koymak hayat kurtarıcı olabilir. Bu yüzden araştırmalarda hem dalgıcın dalış profili hem de dalışın hangi aşamasında kazanın gerçekleştiği sorgulanmaktadır. DAN 2019 yıllık dalış raporu verilerine bakıldığında 48 ölümcül dalış kazasında dalgıçların 21'inin (%44) dipteyken, 12'sinin (%25) dalışı takiben yüzeyde, 6'sının (%13) ise sudan çıkışta bilincini kaybettiği görülmektedir. Diğerlerinin ise 4'ü (%8) iniş sırasında, 4'ü (%8) çıkış sırasında ve 1'i (%2) dalıştan önce yüzeyde bilincini kaybetmiştir. Ölüme yol açan kritik sorunların 41'i sualtında, 7'si ise yüzeyde ortaya çıkmıştır (2). Bizim çalışmamızda da kazalar en çok %31,25 oranla dipteyken ve en az %3,75 oranla dalış öncesi yüzeyde meydana gelmiştir. Dalışta dipte geçirilen süre çoğu zaman dalışın süre olarak en uzun bölümüdür. Ayrıca hem psikolojik açıdan hem de yapılan işler bu aşamada olduğu için fiziksel açıdan en ağır şartlar bu zamanda olacaktır. Bu yüzden dalış kazalarının çoğu dipteyken gerçekleşmiş olabilir. Dalıştan önce yüzeyde görülen kazalar dalışa bağlı değil, daha çok hazırlık aşamasında ekipmana ya da dalışın yapıldığı platforma bağlı olarak gerçekleşmektedir. Bu yüzden en az bu aşamada görülmektedir, fakat bunların neler olduğu tespit edilirse önlenmesi en kolay olan kazalar bu gruptakiler olacaktır.

Dalış sırasında yaşanan sorunlar dalış kazalarını tetikleyen ana faktörlerdir. Barotravma, AGE veya dekompresyon hastalığı gibi dalış hastalıkları çoğu zaman bu nedenlere bağlı gerçekleşmektedir. Bunlar kimi zaman sakat bırakan ya da ölüme neden olan ciddi problemlere yol açmaktadır. Bu yüzden bu sorunları saptamak ve nedenlerini açığa çıkarmak oluşacak ciddi durumların önüne geçilmesini sağlayacaktır. Çalışmamızda en sık yaşanan sorun hızlı çıkış olarak tespit edilmiştir. Hızlı çıkış, orta kulak çıkış barotravması gibi basit hastalıklara neden olacağı gibi, AGE'ye bağlı ölüm gibi ciddi sonuçlara da neden olabilir. Hızlı çıkışın en sık nedeni solunum gazının yetersizliği ya da kesilmesiydi. Dalış süresinin doğru hesaplanmaması, dalış tüpü vanasının tam açılmaması gibi ekipman sorunları bu durumun ana nedeni olarak görülmüştür. Dalış sırasında yaşanan diğer bir sorun olan yüzerlik (sephiye) problemleri de dalgıçlardaki tecrübe eksikliği veya panik atak gibi durumların sonucunda gelişebilir, bu da en çok hızlı çıkışa neden olmaktadır. DAN '2019 Annual Diving Report' verilerinde de çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde, dalgıçlar tarafından bildirilen olay türleri arasında genellikle hızlı çıkışlar (%15), gazın bitmesi (%8), yüzerlik kontrolünün kaybı (%5) veya dalış tüpü vanası tam olarak açık değilken dalışa başlama (%2) yer almaktadır (2). Dalış öncesi ekipman kontrolünü sağlamak, dalış profilini doğru hesaplamak gibi eylemlerle ciddi sağlık sorunlarının önüne geçilebilir.

Dalış donanımında görülen çeşitli arızalar dalış kazalarına neden olmaktadır. Birçok kazada en sık karşılaşılan faktörlerden biri donanımla ilgili sorunlardır (36). Dalgıçların beceri düzeylerinin üzerinde veya aşına olmadıkları ekipmanlarla dalış yapmaları dalış sırasında paniğe ve karar vermede zorluklara neden olacaktır (29). Bu yüzden bizim çalışmamızda da Dünya'daki diğer bildirim sistemlerinin birçoğunda da dalış sırasında kullanılan donanım, dalış elbisesi, solunum aygıtı, solunum gazı gibi bilgiler ayrıntılı şekilde sorgulanmaktadır. Lippman'ın çalışmasında 1965-2019 yılları arasında Avustralya'da yüzey destekli solunum cihazıyla yapılan dalışlardaki 84 dalgıç ölümünde başlıca kompresörle ilgili olmak üzere ekipman sorunları olayların %48'inde hazırlayıcı ve %24'ünde tetikleyici faktör olarak tespit edilmiştir (58). Donanım arızasının dalgıç ölümlerinde doğrudan tetikleyici rol aldığını gösteren diğer çalışmalarda bu oran 1972-2005 yıllarında Avustralya'da %18, 1992-2003 yıllarında ABD'de %15, 1998-2009 yıllarında Birleşik Krallık'ta %20 ve 2001-2013 yıllarında Avustralya'da %8 olarak belirlenmiştir. Zaman içerisinde görülen bu azalma ekipman tasarımında, kalitesinde ve bakımındaki gelişmelere ve ekipmanın bölgesel kullanım farklılıklarına bağlanmıştır (31, 38, 61, 62). Çalışmamızda en sık görülen donanım sorunu solunum gazının kesilmesi, ikinci sırada ise hatalı ekipman seçimi yer almaktaydı. Solunum gazının kesilmesinin bir kısmı nargile hortumunda gelişen problem kaynaklı iken, bir kısmı dalış tüpü vanasının tam açılmaması sonucu olduğu saptanmıştır. Hatalı ekipman seçimindeki nedenler arasında denge yeleği ve maskenin büyük olması, dar elbise seçimi, ağırlığın fazla veya az olması gibi sorunlar mevcuttu. Veriler sayesinde dalışlar sırasında en çok hangi donanım sorunlarıyla karşılaşıldığını bilmek bu konuda farkındalığın artmasını sağlayacaktır. Bu sayede dalış öncesinde en çok nelere dikkat edilmesi, hangi konularda tedbirli olunması gerektiği bilinir. Nargile hortumunun kontrolünü sağlamak ya da uygun denge yeleği ve dalış elbisesi seçmek gibi dalış öncesi alınacak basit önlemlerle bu kazalar minimum düzeye indirilebilir.

Dalış kazası sonrası gelişen ilk semptomlar bize dalış hastalığı hakkında fikir vermektedir. Kulak ağrısı dalgıçtaki barotravmayı işaret ederken, eklem ve kas ağrısı ya da ciltte görülen değişiklikler dekompresyon hastalığını göstermektedir. DAN 2019 yıllık dalış raporu verilerine bakıldığında 2014-2017 yılları arasında en sık görülen dalış hastalığı barotravma, ikinci sıklıkta ise dekompresyon hastalığı yer almaktadır. Dekompresyon hastalığında ise en sık tip 2, ikinci sıklıkta kutanöz form dekompresyon hastalığı, daha sonra ise sadece ağrı şikayeti olan tip 1 görülmektedir (2). Bizim çalışmamızda tip 1 dekompresyon

hastalığının daha az görülmesinin nedeni dalış sonrası oluşan eklem ve kas ağrılarının dalgıçlar tarafından ciddiye alınmaması, dalıştaki efora bağlanması ve zamanla kendiliğinden geçmesi olabilir. Eğer bu semptomu olan tüm dalgıçlar dalış sonrası bir sağlık kuruluşuna başvurup rekompresyon tedavisi alsaydı, tip 1 dekompresyon hastalığı geçiren dalgıç sayısı da artmış olacaktı. Bizim çalışmamızda en sık görülen semptomlar sırasıyla eklem ve kas ağrısı, nefes darlığı ve kulak ağrısı iken, en sık görülen dalış hastalığı dekompresyon hastalığı ve kulak barotravması olarak belirlenmiştir. En sık görülen semptom eklem ve kas ağrısı olduğu için en sık görülen sağlık sorununun dekompresyon hastalığı olarak belirlenmesi olağandır. Ayrıca çalışmamızda dalış sırasında yaşanan sorunlar arasında en sık görülen problem de hızlı çıkış olarak saptanmıştır, bu yüzden dekompresyon hastalığının sık görülmesi normal olabilir. Dalış süresi ve derinliği fark etmeksizin dalgıç ister tecrübeli ister acemi olsun bazen grip nezle gibi ek hastalıklar yüzünden, bazen hızlı iniş ve çıkış gibi nedenler yüzünden dalgıçta barotravma gelişebilir. Dekompresyon hastalığında ise dalgıcın dalış profili önemlidir. Bu hastalığın gelişmesi için dalgıcın belli bir dalış derinliğinde, belli bir süre geçirmesi veya tekrarlayan dalışlar yapması gerekmektedir. Gempp ve arkadaşlarının spinal kord dekompresyon hastalığı olan 63 rekreasyonel dalgıç ile yaptığı çalışmada dalgıçların dalış profilleri incelendiğinde ortalama dalış derinlikleri 40 metre, ortalama dalış süreleri 30 dakika olarak saptanmıştır. Ayrıca on bir olguda tekrarlayan dalış öyküsünden bahsedilmiştir (63). Bu şekilde yapılan dalışlar daha nadir olduğu için, herhangi bir dalışta barotravmanın, dekompresyon hastalığına göre daha sık görülmesi beklenmektedir. Bizim çalışmamızda ise bu durum tam tersi olarak görülmüştür. DAN'ın çalışmasında tip 1 dekompresyon hastalarının semptomlarını ciddiye almaması sonucu bu hastalığın daha az sıklıkta görülmesi gibi bizim çalışmamızda da dalgıçlar kulak ağrısı, sinüs ağrısı gibi semptomları önemli görmeyip, dalış kazası olarak nitelendirmemiş olabilir. Bu da çalışmamızda barotravmanın, kaza sonrası sağlık sorunları sıralamasında ikinci olarak görülmesine neden olmuş olabilir.

Dalgıcın kronik hastalıklarının bilinmesi, dalış sırasında sağlık sorunu gelişip gelişmeyeceği konusunda fikir verebilir. BSAC, DAN ABD ve DAN Asya Pasifik'e ait dalış kazası bildirim formlarında olduğu gibi bizim çalışmamızda da kazazedenin tıbbi özgeçmişi sorgulanmıştır. Dalgıcın özellikle kardiyak hastalıkları, epilepsi, diyabet, astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi bir hastalığının olup olmadığının, herhangi bir tedavi görüp görmediğinin, dalış öncesi alkol veya herhangi bir ilaç etkisi altında olup olmadığı belirlenmesi önemlidir (64, 65). 35 yaş üstündeki dalgıçlarda koroner arter hastalığı ani

kardiyak ölüm için risk teşkil etmektedir. Bu yüzden koroner veya vasküler kalp hastalığı, kardiyak aritmi, konjenital kalp hastalığı bulunan kişiler dalış açısından değerlendirildiğinde egzersiz toleransları göz önünde bulundurulmalı ve dikkatli olunmalıdır (66). Kardiyak aritmiler özellikle soğuk su immersiyonda tetiklenmektedir. İmmersiyon sırasında venöz kan vücutta periferden merkeze doğru yönelir, bu da kardiyak önyükte ve kalbin iş yükünde artış meydana getirir. Aritmi gelişme olasılığı dalışla ilişkili hiperoksi ile de artabilmektedir (67-69). Lippmann ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ölümle sonuçlanan 38 dalış kazasının 30'unda dalgıçlarda ölüme neden olabilecek bir sağlık sorunu mevcuttu. Bunların içinde en yaygın olanı ise 18 olguda mevcut olan kardiyak nedenlerdi; 9 olguda orta ile şiddetli iskemik kalp hastalığı ve 13 olguda sol ventrikül hipertrofisi mevcuttu (54). Lippman'ın 126 dalgıç ölümünü araştırdığı başka bir çalışmada ise 45 yaş ve üzeri 66 dalgıçtan 26'sında kardiyak kaynaklı sorun var iken, 45 yaşından küçük 60 dalgıçtan sadece 6'sında bu sorun saptanmıştır. Buna göre en az 45 yaşında olmak ile kardiyak kaynaklı sağlık sorunu oluşması istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (36). Dalışa uygunluk muayenesi için hazırlanan rehberler, 45 yaş üzerindeki erkek ve 55 yaş üzerindeki kadın dalgıçlar için kardiyovasküler tarama önermektedir (70). Çalışmamızda özellikle iki dalgıcın dalış kazası öyküsünün kronik hastalıklarıyla ilişkili olduğu düşünülmüştür. Hipertansiyonu olan bir dalgıçta sualtındayken gelişen ani bilinç kaybı öyküsü mevcuttu. Yaşı 60 üzerinde olan erkeklerde, hipertansiyon ve aile öyküsü kardiyojenik senkop için yüksek risk faktörleridir (71). Bu dalgıç gelişen ani bilinç kaybı, dalış sırasındaki stres ya da aşırı efor sonucunda yüksek tansiyona bağlı olabileceği gibi, kontrolsüz kullanılan antihipertansif ilaçlara bağlı hipotansiyon nedeniyle de olabilir. Anemisi olan bir kadın dalgıcın da sualtındayken ani bilinç kaybı öyküsü mevcuttu. Kaza sonrası hastaneye sevk edilen dalgıcın yapılan tetkiklerinde Hb 6,5 g/dL olarak saptanmıştır. Bu durum dalgıcın anemisi nedeniyle kazanın geliştiğini desteklemektedir. 2010 yılında dünya nüfusunun yaklaşık üçte birinin (%32,9) anemik olduğu tahmin edilmektedir. Kadınlarda, hemen hemen tüm coğrafi bölgelerde ve çoğu yaş grubunda erkeklerden daha fazla anemi görülmektedir (72). Bilinç kaybı sualtında boğulma sonucu ölüme neden olabilir. Bu yüzden özellikle kadın dalgıçlarda özgeçmiş sorgulanırken bu konuya dikkat edilmelidir. Çalışmadaki diğer kronik hastalığı olan dalgıçların dalış hikayeleri incelendiğinde, diyabetes mellitus hastasının kulak barotravması geçirmesi gibi bazı kazaların hastalıkları ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

DAN Amerika Birleşik Devletleri tarafından kullanılan dalış kazası bildirim sisteminde, kişisel bilgiler sorgulandıktan sonra dalgıç veya formu dolduran kişiden bu dalışın türünün (serbest dalış, geri solumalı dalış sistemi veya açık devre scuba) seçilmesi istenmekte, bu seçimden sonra dalış türüne göre bildirim sisteminin soruları farklılık göstermektedir. DAN Asya-Pasifik bölümünün, iki adet dalış kazası bildirim sistemi bulunmakta; sistemden biri ölümlü sonuçlanan kazaları içermekte iken, ikincisi diğer kazalar için hazırlanmıştır. Bizim çalışmamızın eksikliklerinden biri bu ayrımın yapılmaması olmuştur. Bu ayrımın olmaması katılımcıların eksik bilgi vermelerine neden olmuş olabilir.

Dalış öncesi veya dalış esnasında egzersiz, dehidratasyon, alkol kullanımı dekompresyon hastalığı için predispozan faktörlerdir. Bu nedenle dalış öncesi sağlık durumu, kaza öncesi son 24 saatte alkol kullanımı, yorucu egzersiz, dinlenme ve yorgunluk durumu NOAA ve DAN Asya-Pasifik ölümcül olmayan kaza bildirim sistemlerinde ayrıntılı olarak sorgulanmaktadır. Çalışmamızda dalış kazası sonrası en sık görülen sağlık sorunu dekompresyon hastalığı olduğu halde bu predispozan faktörler sorgulanmamıştır. Bu yüzden ülkemizde bu hastalığa en çok hangi faktörün yatkınlık yaratmış olabileceği saptanamamıştır.

Çalışmamızın sadece çevrimiçi olarak yapılmış olması tüm dalıcı gruplarına ulaşılabilmesi açısından kısıtlılığa neden olmuştur. Örneğin rekreasyonel/sportif aktivite amacıyla dalış yapanlar sosyokültürel açıdan daha iyi durumda oldukları için daha fazla katılım sağlayabilmiş, fakat sık olarak dalış kazasına maruz kalan su ürünü toplayıcılığı yapan dalgıç grubu daha az katılım göstermiştir. Kliniğimizde dekompresyon hastalığı nedeni ile tedavi uyguladığımız kişilerin kayıtları incelendiğinde çoğunun su ürünü toplayıcılığı yapan dalgıçlar olduğu saptandığı için bu sonuca varılmıştır.

VI. SONUÇ

Gün geçtikçe dalış aktivitesine olan ilgideki artış dalış kazalarında da artışa neden olmaktadır. Her ne kadar diğer doğa sporlarına oranla daha az riske sahip olsa da, sonuçlarının daha ağır olması, sakatlığa ve ölüme yol açması nedeniyle dalış kazaları önemlidir. Dalış aktivitesi insan fizyolojisinin alıştığı çevresel koşullara göre çok farklı ortamlarda gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle belirli kurallara uyulmadığı takdirde kötü sonuçlara neden olabilecek kazalar yaşanabilmektedir. Kazaya neden olan faktörlerin tespiti, uygun tedbirlerin alınmasına, eğitimlerin ve kontrollerin doğru planlanmasına, dalış sırasında gelişecek olumsuz koşulların en aza indirilmesine ve gelecekte benzer kazaların önlenmesine katkı sağlayacaktır. Gelişmiş ülkelerde dalış kazaları ile ilgili veriler belli kuruluşlar tarafından dalış kazası bildirim sistemleri sayesinde toplanmakta ve değerlendirilmektedir. Ülkemizde henüz dalış kazalarının incelenmesi ve takip edilmesi için kullanılan standart bir dalış kazası bildirim sistemi mevcut değildir. Çalışmamız Türkiye’de geçirilmiş dalış kazalarını retrospektif olarak araştırmak için oluşturulan anketin ilk sonuçlarını içermektedir. Çalışmamız sonucunda ülkemizde dalış kazası geçiren dalgıçların demografik verilerini, hangi durum ve koşulların kazaya neden olabileceğini, hangi konularda daha dikkatli olunması gerektiğini saptamaya çalıştık.

Ülkemizde kaza geçiren dalgıçların yaş, cinsiyet, beden kitle indeksi verileri incelendiğinde diğer ülkelerdeki dalgıçlarla benzer olduğu görülmüştür. Kaza geçirilen dalışların özellikleri incelendiğinde kazanın en çok günün ilk dalışında ve dalgıç dipteiken meydana geldiği saptanmıştır. Bu sonuçlar da diğer ülkelerde yapılan araştırmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Koruyucu önlemlerin geliştirilmesini desteklemek için hangi dalgıç gruplarında kaza riskinin daha yüksek olduğunu belirlemek önemlidir. Bizim çalışmamızdaki veriler incelendiğinde rekreasyonel/sportif amaçlı dalış yapan grupta da dalış kazalarının meydana geldiği tespit edilmiştir. Dalış türlerine göre değerlendirildiğinde ise nargile dalışlarında yalnız dalma oranının ve ekipman arızası gelişme riskinin daha sık olduğu, eğitim düzeyinin ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu tür dalış yapan dalgıçlar kaza sonrası DH gibi ciddi sağlık sorunlarıyla karşılaştığı görülmüştür. Dalışlar sırasında en sık yaşanan sorun hızlı çıkış olarak tespit edilmiştir. Bunun en sık nedeni başta solunum gazının kesilmesi olmak üzere, yüzerliliği ayarlayamama ve panik atak gibi durumlardır. Hızlı çıkış, DH veya AGE gibi sonucu sakatlık ya da ölüm gibi ciddi sonuçlara neden olduğu için önemlidir. Diğer ülkelerdeki verilerden farklı olarak çalışmamızda dalış kazası geçiren

dalgıçların eğitim düzeyleri ve tecrübeleri yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni ise anketin internet üzerinden yapılması ve daha çok sosyokültürel seviyesi yüksek olan dalgıçların çalışmaya katılmasıdır.

Ülkemizde dalış kazalarıyla ilgili daha önceki yıllara ait veri olmadığı için çalışma sonucumuzla ilgili bir karşılaştırma yapılamamıştır. Bu analizler sistematik şekilde gelecek yıllarda yapılabilirse, zaman içerisinde dalgıçların demografik verilerindeki ya da kazaya neden olan durumlardaki değişimler saptanabilecek, kazaların önlenmesi için alınan tedbirlerin yeterliliği incelenebilecektir.

Çalışma çevrimiçi yapılan bir anket ile retrospektif gerçekleştirilmiştir. Daha doğru ve eksiksiz prospektif veriler elde edebilmek için ulaşımı kolay kullanıcı dostu bir sistem sağlanabilir. Herhangi bir dalış kazası sonrası dalış okullarına, profesyonel dalış şirketlerine ve dalgıçları tedavi eden sualtı hekimliklerine kazayla ilgili detaylar içeren bildirim yükü getirilmesi ile daha sağlıklı veriler ve daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilecektir.

VII. KAYNAKLAR

1. Buzzacott P, Denoble PJ. DAN Annual Diving Report 2018 Edition - A report on 2016 diving fatalities, injuries and incidents. Durham, NC: Divers Alert Network, 2018.
2. Denoble PJ. DAN Annual Diving Report 2019 Edition - A report on 2017 diving fatalities, injuries and incidents. Durham, NC: Divers Alert Network, 2019.
3. Freeman P, Edmonds C. Inner ear barotrauma. *Arch Otolaryngol.* 1972;95(6):556-63.
4. Kiyani E, Aktas S, Toklu A. Hemoptysis provoked by voluntary diaphragmatic contractions in breath-hold divers. *Chest.* 2001;120(6):2098-100.
5. Aktas S. Yüksek Basınçla İlişkili Patolojilere Yaklaşım. *Yogun Bakım Dergisi.* 2005;5(4):208-20.
6. Russi EW. Diving and the risk of barotrauma. *Thorax.* 1998;53 Suppl 2:S20-4.
7. Levett DZ, Millar IL. Bubble trouble: a review of diving physiology and disease. *Postgrad Med J.* 2008;84(997):571-8.
8. Tetzlaff K, Reuter M, Lepow B, Heller M, Bettinghausen E. Risk factors for pulmonary barotrauma in divers. *Chest.* 1997;112(3):654-9.
9. Noppen M, De Keukeleire T. Pneumothorax. *Respiration.* 2008;76(2):121-7.
10. US Navy Diving Manual. Revision 7 ed: U.S. Naval Sea Systems Command; 2016.
11. Casadesus JM, Aguirre F, Carrera A, Boadas-Vaello P, Serrando MT, Reina F. Diving-related fatalities: multidisciplinary, experience-based investigation. *Forensic Sci Med Pathol.* 2019;15(2):224-32.
12. Toklu A, Hobek A, Erelel M, Toker A. Pulmonary Barotrauma in a Free Diver Who Breathed Compressed Air at Depth: Case Report. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences.* 2012;32:255-9.
13. Kirkland PJ, Mathew D, Modi P, Cooper JS. Nitrogen Narcosis in Diving. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.* [Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29261931>.
14. Thomson L, Paton J. Oxygen toxicity. *Paediatr Respir Rev.* 2014;15(2):120-3.
15. Hedley-Whyte J. Pulmonary oxygen toxicity: investigation and mentoring. *Ulster Med J.* 2008;77(1):39-42.
16. Hall J. The risks of scuba diving: a focus on Decompression Illness. *Hawaii J Med Public Health.* 2014;73(11 Suppl 2):13-6.
17. Bennett M. Chapter 3: Decompression Sickness. In: Edmonds C, Bennett M, Lippmann J, Mitchell S, editors. *Diving and Subaquatic Medicine.* Fifth ed 2015. p. 123-203.
18. Luby J. A study of decompression sickness after commercial air diving in the Northern Arabian Gulf: 1993-95. *Occup Med (Lond).* 1999;49(5):279-83.
19. Pollock NW, Buteau D. Updates in Decompression Illness. *Emerg Med Clin North Am.* 2017;35(2):301-19.
20. Edmonds C. Decompression Theory & Physiology. In: Edmonds C, Thomas R, Pennefather J, McKenzie B, editors. *Diving Medicine for Scuba Divers.* Sixth ed 2015.
21. Clarke JR, Moon RE, Chimiak JM, Stinton R, Van Hoesen KB, Lang MA. Don't dive cold when you don't have to. *Diving Hyperb Med.* 2015;45(1):62.
22. Walker R. Chapter 2: Decompression Sickness: Clinical. In: Edmonds C, Lowry C, Pennefather J, Walker R, editors. *Diving and Subaquatic Medicine.* Fourth ed 2002. p. 137-66.
23. Bennett M. Chapter 3: Decompression Sickness: Manifestations. In: Edmonds C, Bennett M, Lippmann J, Mitchell S, editors. *Diving and Subaquatic Medicine.* Fifth ed 2015. p. 140-60.




24. Cooper JS, Hanson KC. Decompression Sickness. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. [Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30725949>.
25. Moon RE. Treatment of decompression illness. In: Bove AA, editor. Bove and Davis' diving medicine, 4th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2004. p. 195–224.
26. Carturan D, Boussuges A, Vanuxem P, Bar-Hen A, Burnet H, Gardette B. Ascent rate, age, maximal oxygen uptake, adiposity, and circulating venous bubbles after diving. *J Appl Physiol* (1985). 2002;93(4):1349-56.
27. Madden D, Thom SR, Dujic Z. Exercise before and after SCUBA diving and the role of cellular microparticles in decompression stress. *Med Hypotheses*. 2016;86:80-4.
28. Fock AW. Analysis of recreational closed-circuit rebreather deaths 1998-2010. *Diving Hyperb Med*. 2013;43(2):78-85.
29. Penrice D, Cooper JS. Diving Casualties. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. [Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29083771>.
30. Buzzacott P, Denoble PJ, Simon O, Dunford R, Vann RD. Dive problems and risk factors for diving morbidity. *Diving Hyperb Med*. 2009;39(4):205-9.
31. Lippmann J, Stevenson C, Taylor D. Scuba diving fatalities in Australia, 2001 to 2013: Diver demographics and characteristics. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(2):105-14.
32. Lippmann J, Taylor D. Medical conditions in scuba diving fatality victims in Australia, 2001 to 2013. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(2):98-104.
33. Rowley BM, Buzzacott P, Denoble PJ. Ten years of recreational diving fatalities in the United States and Canada: harvesters vs non-harvesters. *J Travel Med*. 2016;24(1).
34. Peddie C, Watson J British Sub-Aqua Club Diving Incident Report 2019.
35. Cumming B, Peddie C, Watson J A review of the nature of diving in the United Kingdom and of diving fatalities in the period 1st Jan 1998 to 31st Dec 2009 NC: British Sub-Aqua Club.
36. Lippmann J, Taylor D. Scuba diving fatalities in Australia 2001 to 2013: Chain of events. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(3):220-9.
37. Vann R, Lang M. Recreational diving fatalities. *Undersea & hyperbaric medicine : journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc*. 2011;38:257-60.
38. Denoble PJ, Caruso JL, Dear G, Pieper CF, Vann RD. Common causes of open-circuit recreational diving fatalities. *Undersea Hyperb Med*. 2008;35(6):393-406.
39. Lippmann J, Stevenson C, Taylor D, Williams J, Mohebbi M. Chain of events analysis for a scuba diving fatality. *Diving Hyperb Med*. 2017;47(3):144-54.
40. Buzzacott P, Schiller D, Crain J, Denoble PJ. Epidemiology of morbidity and mortality in US and Canadian recreational scuba diving. *Public Health*. 2018;155:62-8.
41. Bove AA. Diving medicine. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014 Jun 15;189(12):1479-86. doi: 10.1164/rccm.201309-1662CI.
42. David Meddings D, Hyder A, Ozanne-Smith J, Rahman A. Global report on drowning: preventing a leading killer. Geneva: World Health Organization, 2014.
43. Rusoke-Dierich O. Apnea-Diving. *Diving Medicine*. Deutschland: Springer-Verlag GmbH; 2017. p. 315-7.
44. Toklu A, Mirasoglu B. Suda boğulan/boğulayazan kişide neler oluyor? Çeken Akıntılar ve Suda Boğulmalar: İstanbul Afad Yayınları; 2015. p. 44-6.
45. Szpilman D, Morgan PJ. Management for the Drowning Patient. *Chest*. 2021;159(4):1473-83.
46. Truhlar A, Deakin CD, Soar J, Khalifa GE, Alfonzo A, Bierens JJ, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2015;95:148-201.

47. Tipton M, Mekjavic I, Golden F. Hypothermia. In Bove AA (ed). Bove and Davis' Diving Medicine. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004: Elsevier 2004, Chapter 13, p. 261-73.
48. Concannon D. Legal issues associated with diving fatalities: Panel discussion. In: Vann R, Lang M, editors. Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings 8-10 April 2010, Durham, NC. p. 41-58.
49. Aktas S, Ozkal U. Dalış kazaları veri bankası: HİTAM-DKB. 1. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı. İstanbul, 17-20 Ekim 1996, Bildiriler kitabı, p. 17-24.
50. Worldwide Corporate Statistics 2014, Data for 2008-2013. PADI [updated 20.02.2022]. Available from: https://www.padi.com/sites/default/files/documents/about-padi/statistics/PADI_2014_WW_Statistics.pdf.
51. Participation in recreational diving report. Silver Spring, MD: Sports and Fitness Industry Association; 2015.
52. Boussuges A, Retali G, Bodere-Melin M, Gardette B, Carturan D. Gender differences in circulating bubble production after SCUBA diving. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2009;29(6):400-5.
53. Buzzacott P. DAN Annual Diving Report 2017 Edition - A report on 2015 diving fatalities, injuries and incidents. Durham, NC: Divers Alert Network, 2017.
54. Lippmann J, Lawrence C, Davis M. Snorkelling and breath-hold diving fatalities in New Zealand, 2007 to 2016. *Diving Hyperb Med*. 2021;51(1):25-33.
55. Plourde B, Sarrazin JF, Nault I, Poirier P. Sudden cardiac death and obesity. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2014;12(9):1099-110.
56. Reil MM. The effect of sensation seeking and mortality salience on risk-taking behavior in scuba divers: New School University; 2005.
57. Buzzacott P. DAN Annual Diving Report 2016 Edition - A report on 2014 diving fatalities, injuries and incidents. Durham, NC: Divers Alert Network, 2016.
58. Lippmann J. Fatalities involving divers using surface-supplied breathing apparatus in Australia, 1965 to 2019. *Diving Hyperb Med*. 2021;51(1):53-62.
59. Buzzacott P, Bennett CM, Denoble PJ. Analysis of 500 self-reported recreational scuba diving incidents. In: Undersea Hyperbaric Medicine Society Scientific Annual Scientific Meeting., 28th Jun 2018, Orlando, Florida. 2018.
60. Davis M, Warner M, Ward B. Snorkelling and scuba diving deaths in New Zealand, 1980-2000. *SPUMS J* 2002;32: 70-80.
61. Cumming B, Peddie C, Watson J. A review of the nature of diving in the United Kingdom and of diving fatalities (1998-2009). In: Vann RD, Lang MA, editors. Recreational diving fatalities. Proceedings of the Divers Alert Network 2010 April 8–10 Workshop. Durham (NC): Divers Alert Network; 2005. p. 99–117.
62. Lippmann J, Baddeley A, Vann R, Walker D. An analysis of the causes of compressed-gas diving fatalities in Australia from 1972-2005. *Undersea Hyperb Med*. 2013;40(1):49-61.
63. Gempp E, Blatteau JE. Risk factors and treatment outcome in scuba divers with spinal cord decompression sickness. *J Crit Care*. 2010;25(2):236-42.
64. Caruso J. The Forensic Investigation of Recreational Diving Fatalities. In: Vann R, Lang M, editors. Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings 8-10 April 2010, Durham, NC. p. 34-40.
65. Lawrence C, Cooke C. Autopsy and the investigation of scuba diving fatalities. *Diving Hyperb Med*. 2006;36:2-8.
66. Bove AA. The Cardiovascular System and Diving Risk. In: Vann D, Lang M, editors. Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings 8-10 April 2010, Durham, NC. p. 74-184.

67. Bosco G, De Marzi E, Michieli P, Omar HR, Camporesi EM, Padulo J, et al. 12-lead Holter monitoring in diving and water sports: a preliminary investigation. *Diving Hyperb Med.* 2014;44(4):202-7.
68. Chouchou F, Pichot V, Garet M, Barthelemy JC, Roche F. Dominance in cardiac parasympathetic activity during real recreational SCUBA diving. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(3):345-52.
69. Eckenhoff RG, Knight DR. Cardiac arrhythmias and heart rate changes in prolonged hyperbaric air exposures. *Undersea Biomed Res.* 1984;11(4):355-67.
70. Mitchell SJ, Bove AA. Medical screening of recreational divers for cardiovascular disease: consensus discussion at the Divers Alert Network fatality workshop . *Undersea Hyperb Med.* 2011;38:289–96.
71. Ling L, Feng T, Xue X, Ling Z. Etiology, risk factors, and prognosis of patients with syncope: A single-center analysis. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2021 Nov;26(6):e12891.
72. Kassebaum NJ, Jasrasaria R, Naghavi M, Wulf SK, Johns N, Lozano R, Regan M, Weatherall D, Chou DP, Eisele TP, Flaxman SR, Pullan RL, Brooker SJ, Murray CJ. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood.* 2014 Jan 30;123(5):615-24.

VIII. EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı

	<p>T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ İstanbul Tıp Fakültesi Dekanlığı</p>	
Tarih ve Sayı: 27.07.2021-364026		
<p>Sayı :E-29624016-050.99-364026 Konu :Prof. Dr. Akın Savaş TOKLU hk.</p>		
<p>Sayın Prof. Dr. Akın Savaş TOKLU Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı</p>		
<p>İlgi : Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalının 21/05/2021 gün ve 210255 sayılı yazısı</p> <p>Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Dr. Ezgi AKPINAR' ın yürüteceği 2021/1237 dosya numaralı "Ülkemizde Gerçekleşen Dalış Kazaları Analizi" başlıklı çalışma, kurumumuzun 09/07/2021 tarih ve 14 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.</p> <p>Bilgilerinizi rica ederim.</p>		
<p>Prof. Dr. Ali Yağız ÜRESİN Kurul Başkanı</p>		
<p><small>Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.</small></p>		
<p><small>Belge Doğrulama Kodu :BSM26NY2T2 Pin Kodu :42262</small></p>	<p><small>Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-universitesi-ebys</small></p>	<p><small>Bilgi için : Cihan KILIÇ Dahili : 31346</small></p> 
<p><small>İstanbul Tıp Fakültesi Dekanlığı Çapa/Fatih/İSTANBUL Tel : 0 212 414 21 38/414 20 00-31561 Faks : 0 212 414 21 38 / 635 11 93 e-posta : itf-dekanlik@istanbul.edu.tr Elektronik Ağ : http://istanbul.tip.istanbul.edu.tr Kep Adresi : istanbuluniversitesi@hs01.kep.tr</small></p>		
<p><small>Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi kapsamında güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.</small></p>		

Ek 2. Anket Onam Formu

06.05.2021

DALIŞ KAZASI VERİ TOPLAMA FORMU

DALIŞ KAZASI VERİ TOPLAMA FORMU VE ONAMI

Her türlü kazalarda olduğu gibi, dalış kazalarında da kazaların ortaya çıkışında etkili faktörler ortaya konulabildiğinde, benzer kazaların tekrarlamaması için önlem almak mümkün olacaktır.

Ülkemizde şimdiye kadar dalış kazaları ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapılmamış olup yapılan tek çalışma, ölümlü sonuçlanmış dalış kazalarıyla ilgili yapılmış olup, çalışma ile ilgili yayınlanmış olan teze <http://sualti.org/wp-content/uploads/2016/02/Eylem-KOCA.pdf> adresinden ulaşabilirsiniz. Araştırmanın çıktılarından oluşan İngilizce makalenin özetine ise <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31166684/> adresinden ulaşabilirsiniz.

Yeni başlattığımız bu çalışmada ülkemizde gerçekleşmiş dalış kazaları ile ilgili veri toplamak, bu verilerin değerlendirilmesi ile de söz konusu kazaların ortaya çıkmasında etkili faktörleri tespit etmek amaçlanmıştır. Böylece benzer kazaların yaşanmaması için alınacak önlemler ortaya konulabilecektir.

Çalışma serbest dalış da dahil olmak üzere her türlü dalış (profesyonel, ticari, su ürünleri toplama amaçlı, balıkçılık amacıyla, amatör, sportif, rekreasyonel vs.) kapsamaktadır.

Bu araştırmaya katkı sağlamak üzere ele alacağımız dalış kazası kendi başınızdan geçebileceği gibi, tanıklık ettiğiniz bir kaza da olabilir. Söz konusu kazanın illa bir hastalıkla, sağlık sorunu ile ya da ölümlü sonuçlanması gerekmemektedir (Örneğin herhangi bir sağlık sorununa yol açmayan satha fırlama, dalış esnasında yaşanan ekipman problemi vs. bu araştırma için veri oluşturabilir).

Aşağıdaki sorular birçok dalış kazası senaryosu düşünülerek hazırlanmıştır. Çalışmaya katılma onayı ve iletişim bilgileri dışındaki sorular içerisinden sadece anlatacağımız dalış kazası ile ilgili soruları doldurup, diğerlerini boş bırakabilirsiniz. Kesin cevabını bilmediğiniz sorulara yaklaşık cevap da verebilirsiniz (Örneğin gününü bilmediğimiz tarih için ay ve yıl (Mayıs 2015), kesin yaşım bilmediğimiz durum için (25-30 yaşlarında), 1:80 boylarında vb.) Sorularda yer almayıp da sizin bilgi vermek istediğiniz bir konu olur ise lütfen anketin sonundaki kazanın özetlendiği bölüme yazınız.

Kişisel bilgileriniz hiçbir yerde paylaşılmayacak olup, sadece anlaşılmayan bir durum ya da detay bilgiye gerek duyulması halinde sizinle irtibata geçmek için kullanılacaktır.

Bu çalışma sonunda elde edilen verilerden çıkarılacak sonuçları içeren yayın sizlerle paylaşılacaktır.

Herhangi bir sorunuz var ise lütfen daliskazasi@outlook.com adresine e-posta göndererek iletişime geçiniz.

Dalış güvenliğine katkıda bulunmak için yapılan çalışmaya desteğiniz için teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Akın Savaş TOKLU - Dr. Ezgi AKPINAR
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi

* Gerekli

FORMU DOLDURANA AİT BİLGİLER

(Kaza sizin başınızdan geçmese de bir kazayla ilgili bilgi verebilirsiniz)

1. Yukarıda açıklaması yapılan çalışmaya katılmayı onaylıyorum *

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- EVET
 HAYIR

2. Formu dolduranın adı ve soyadı *

3. Formu dolduranın telefon numarası *

4. Formu dolduranın e-mail adresi *

IX. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

01.11.1992 tarihinde Ordu'da doğdum. Atatürk İlköğretim Okulu'nda eğitimimi tamamladıktan sonra Ordu Anadolu Öğretmen Lisesi'nde lise eğitimime başladım ve 2010 yılında mezun oldum. Lisans eğitimimi 2016 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tamamladım. 2016-2018 yılları arasında Ulubey Toplum Sağlığı Merkezi'nde mecburi hizmetimi tamamladım. 02.07.2018'de İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda tıpta uzmanlık öğrencisi olarak eğitimime başlamış olup devam etmekteyim.

Ezgi Akpınar

ezgiakpınar32@gmail.com