İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ARAŞTIRMA / RESEARCH
DOI: 10.26650/IUITFD.2019.0045
İst Tıp Fak Derg 2019 / J Ist Faculty Med 2019

TÜRKİYE - YUNANİSTAN DOĞALGAZ HATTI BAKIM ÇALIŞMALARI İÇİN YAPILAN DERİN DALIŞLARIN MEDİKAL ANALİZİ

MEDICAL ANALYSIS OF THE DEEP DIVES PERFORMED DURING TURKEY - GREECE NATURAL GAS PIPELINE MAINTENANCE

Bengüsu MİRASOĞLU[1], Şamil AKTAŞ[1]

[1]İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors: B.M. 0000-0002-2062-0229; Ş.A. 0000-0002-9242-3179

Cite this article as: Mirasoglu B, Aktas S. Medical analysis of the deep dives performed during Turkey - Greece natural gas pipeline maintenance. J Ist Faculty Med. Published online August 26, 2019. doi: 10.26650/IUITFD.2019.0045

ÖZET

Amaç: Güney Avrupa Gaz ringinin bir parçasını oluşturan Türkiye - Yunanistan Doğalgaz Boru Hattı 297 km uzunluğunda olup, 17 kilometrelik bölümü sualtındadır. Boru hattının periyodik bakımları yapılmakta olup sualtındaki bakım derin dalış operasyonları içermektedir. Çalışmamızda, bu özellikli operasyonun medikal açıdan değerlendirmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Dalışlar RV DERİNSU gemisinde Deep Offshore firmasınca yapılmıştır. Dalışlarda altı profesyonel dalgıç görev almıştır. Dalışlar sırasında hava ve helyum/oksijen gaz karışımları kullanılmıştır. Bir basınç odasının hazır bekletildiği dalış operasyonlarına fakültemiz tarafından tıbbi danışmanlık hizmeti verilmiştir.

Bulgular: 45'i hava, 35'i helyum/oksijen karışımı ile 58,7 metreye kadar varan toplam 80 dalış yapılmış; 2 orta kulak sıkışması, bir frontal sinüs sıkışması ve bir nitrojen narkozu olgusu dışında dalışa bağlı herhangi bir kaza veya hastalık gelişmemiştir.

Sonuç: İyi planlanmış, uygun donanım kullanarak ve güvenli dalış kurallarına uygun olarak yapılan dalışlarda olası kaza ve hastalık riskleri ortadan kaldırılabilir. Benzer operasyonlar ülkemizde nadir yapılmakta olup, konuyla ilgili tıbbi referans oluşturması açısından çalışma önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Derin dalış, karışım gaz dalışı, boru hattı, tıbbi danışmanlık

ABSTRACT

Objective: The Turkey - Greece Natural Gas Pipeline which is a part of the Southern Europe Gas Corridor is 297 km long - 17 kilometers of which is under the Marmara Sea. Maintenance of and repairs to the pipeline are carried out regularly. Underwater maintenance and repair necessitate deep diving operations. The object of this study is to analyze this remarkable diving operation from a medical perspective.

Material and Method: The diving operation was performed by the company Deep Offshore using the RV DERINSU boat. Six professional divers worked in the Project. Air and helium/oxygen mixtures appropriate to diving depth were used for breathing gas and a multiplace chamber was kept on the boat. Medical support was provided by the Istanbul Faculty of Medicine.

Results: A total of 80 dives of depths up to 58.7 meters were performed. Forty-five were air dives and the rest were performed with helium/oxygen mixtures. There were two cases of middle ear barotrauma, one case of frontal sinus barotrauma and one case of nitrogen narcosis. No other diving related injury or disease was reported.

Conclusion: The risk and prevalence of diving related injuries can be minimized by well-planned operations carried out in compliance with safe diving procedures using appropriate equipment. Deep diving operations are rare in our country so the present study may stand as a medical reference for the topic.

Keywords: Deep diving, mixed gas diving, pipeline, medical consultancy

İletişim kurulacak yazar/Corresponding author: bengusu.mirasoglu@istanbul.edu.tr

Başvuru/Submitted: 11.06.2019 • **Kabul/Accepted:** 12.07.2019 • **Online Yayın/Published Online:** 26.08.2019
©Telif Hakkı 2019 J Ist Faculty Med - Makale metnine jmed.istanbul.edu.tr web sayfasından ulaşılabilir.
©Copyright 2019 by J Ist Faculty Med - Available online at jmed.istanbul.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye-Yunanistan doğalgaz boru hattı, Avrupa Birliği'nin INOGATE (Avrupa'ya Ülkelerarası Petrol ve Doğalgaz Taşınması) projesi kapsamında yer alan Güney Avrupa Gaz Ringi'nin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Azerbaycan'ın Şahdeniz bölgesi gazını Yunanistan'a ve Adriyatik altından yapılacak bağlantı ile İtalya'ya taşıyacak hattın fizibilite çalışmaları 2002 yılında tamamlanmış, 2005 yılında temeli atılmış ve 2007 yılında yapımı tamamlanarak gaz arzına başlanmıştır.

Türkiye-Yunanistan doğalgaz boru hattı toplam 297 kilometre uzunluğundadır. Türkiye'de kara hattı 193 km, Marmara Denizi altında kalan geçişi 17 km, Yunanistan'da 86,5 km kara hattı ve 450 metrelik Meriç Nehri geçişi bulunmaktadır. 17 kilometrelik Marmara Denizi sualtı geçişi Çanakkale, Biga ilçesi ile Tekirdağ'ın Şarköy ilçeleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Boru hattının bakımları periyodik olarak yapılmakta olup sualtında bulunan kısmın bakımı BOTAŞ tarafından üstlenilmiştir. Borunun bakımı için yapılan dalışlar Derinsu Sualtı Mühendislik firmasına ait 45 metre uzunluğundaki RV DERİNSU isimli araştırma ve inceleme gemisinden, Deep Offshore firması dalgıçları tarafından yapılmıştır (Resim 1).

Ülkemiz dört tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen profesyonel dalış faaliyetleri açısından çok aktif değildir. Özellikle derin dalışlara ve karışım gaz dalışlarına ihtiyaç duyulan projeler oldukça nadirdir. Konuyla ilgili medikal analiz ve bilgi de ulusal literatürde oldukça azdır. Bu çalışmada, ülkemizde ender yapılan projenin dalış ve dalıcı sağlığı açısından analizi yapılmaktadır.

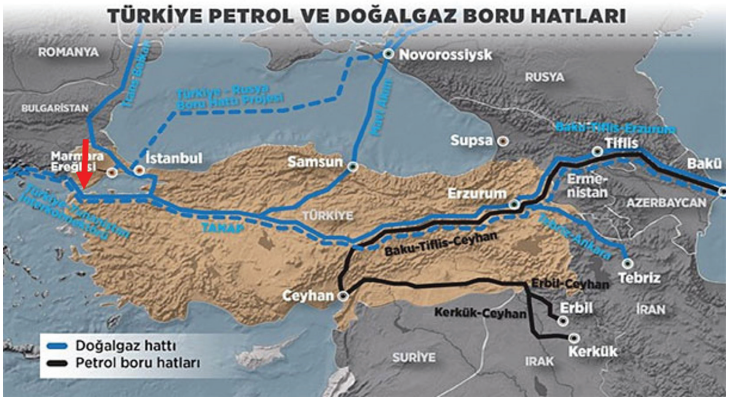
GEREÇ VE YÖNTEM

Dalgıçlar

Dalışların tümü İstanbul Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sualtı Teknolojisi mezunu 1. Sınıf Dalgıç ve Basınç Odası Operatörü belgeli 6 dalgıç tarafından yapıldı. Dalgıçlara bir dalış proje sorumlusu ve bir dalış amiri eşlik etti. Dalgıçların tümü erkek, yaş ortalamaları 35,0±3,5 yıldı. Dalgıçların beden kitle indeksi (BKİ) ortalaması 23,4'tü. Meslek deneyimleri ise ortalama10,2±2,6 yıldı. Dalgıçların tamamı medikal olarak dalışa uygunluk açısından taranmış ve herhangi bir engel durum saptanmadığını belirtir belge sahibi idi.

Dalış operasyonları

Dalışlar RV DERİNSU gemisine yerleştirilmiş Deep Off-shore firmasına ait karışım gaz dalış takımları, derin su



Şekil 1: Dalış çalışmasının yapıldığı bölge kırmızı ok ile gösterilmiştir.



Resim 1: Dalışların yapıldığı RV DERİNSU gemisi.



Resim 2: Tüm dalışlar dalış sepeti (stage) ile yapıldı.

dalış takımları, sualtı görüntüleme ve haberleşme sistemleri ve dalış sepeti kullanılarak yapıldı. Dalışlarda Kirby Morgan firmasına ait Superlite 37 model dalış başlığı ve stand-by dalgıçlar için ise Band Mask 28 model dalış başlığı kullanıldı (Resim 2, 3). Dalınan derinliğe göre hava, 85,5/14,5 derin helyum/oksijen karışımı (Heliox) ve 90 feet'ten (27,5 mt) daha sığ derinliklerde 50/50 Heliox solundu. Hava ile yapılan dalışlarda Amerikan Donanması, Standart Hava Dekompresyon Tabloları, Heliox ile yapılan dalışlarda ise Amerikan Donanması, Yüzey Beslemeli Helyum/Oksijen Dalışları Dekompresyon Tabloları kullanıldı (1). Her dalış günü öncesinde, o gün yapılması planlanan çalışmalar ile ilgili bilgilendirme toplantısı yapıldı. Her dalış öncesinde ise dalgıçlar ile o dalıştaki görevleri detaylıca tartışıldı. Dalışların bir kısmında su içi dekompresyon yapılırken önemli bir kısmında basınç odasında yüzey dekompresyonu yapıldı. Her dalgıç günde en fazla bir kez dalış yaptı.

Gemi üzerinde yüzey dekompresyonu yapmak ve olası bir dalış hastalığının tedavisi için HyTech firmasına ait çift bölmeli, 3 kişilik bir dalgıç basınç odası bulunduruldu (Resim 4). Basınç odasının ana bölmesi tüm dalış operasyonları süresince 50 feet'te basınçlanmış olarak hazır bekletildi. Yüzey dekompresyonu sırasında dalgıçlar ön bölmede 50 feet derinliğe alınarak, ana bölmeye geçmeleri sağlandı.

Dalış yapılan bölgede su sıcaklığı dipte 13-15°C; su içi dekompresyon durağında 11-14°C arasındaydı. Görüş mesafesi derinlik ve günden güne değişiklik göstermekle birlikte 3-6 metre arasında değişmekteydi.



Resim 3: Dalışlarda yüzeyden beslemeli derin dalış takımları kullanıldı.



Resim 4: Tüm dalışlarda stand-by bir dalgıç ve basınç odası güvenlik açısından hazır olarak bekletildi.

Medikal destek

Proje için İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı tarafından tıbbi danışmanlık hizmeti verildi ve dalışlar sırasında Anabilim Dalı'ndan bir uzman hekim gemide bulundu. Her dalış gününde dalgıçların genel sağlığı kontrol edildi. Dalışlar sırasında ve sonrasında dalgıçlar olası dalış hastalığına karşı gözlendi. Tüm sağlık sorunları not edildi.

BULGULAR

19 Nisan – 30 Mayıs 2019 tarihleri arasında toplam 80 dalış yapıldı. Dalışların 45'i (%56,3) hava 35'i (%43,7) Heliox dalışıydı. Hava dalışlarının toplam dip zamanı 985 dakika, toplam dalış zamanı 2154 dakika iken Heliox dalışlarının toplam dip zamanı 689 dakika, toplam dalış zamanı 4748 dakikaydı. Hava dalışlarının maksimum derinlik ortalaması 39,4±11,2 metre (17,8-48,6 mt); Heliox dalışlarının maksimum derinlik ortalaması 53,9±4,4 metreydi (32,3-58,7 mt).

Hava dalışlarının 33'ü (%73,3) dekompresyon durağı gerektiren dalışlardı. Bunların 20'si su içinde, 13'ü basınç odasında yüzey dekompresyonu şeklinde gerçekleştirildi. Heliox dalışlarının ise tümü dekompresyon durağı gerektiren dalışlar olup hem su içinde, hem de basınç odasında yüzey dekompresyonu şeklindeydi.

Dalışlar sırasında en sık rastlanan sağlık sorunu orta kulak barotravmasıydı. Proje dalışlarında bir dalgıçta dalışın başlangıcında, diğerinde yüzey dekompresyonu için basınç odasında dalarken kulak sıkışması ortaya çıktı, ancak dalışlar sorunsuz tamamlandı. Dalış sonrası yapılan otoskopik muayenede timpanik membranlarda hafif hiperemi bulguları saptandı. Dalgıçlara nazal dekonjestan sprey verildi. Ertesi gün yapılan dalışlarda sorun yaşanmadı. Bir dalgıçta inişin başlangıcında frontal sinüs sıkışması görüldü, ancak daha sonra sinüs eşitlendi. Dalışın sonrasında ve sonraki dalışlarda sorun yaşanmadı.

Dalışlarda herhangi bir dekompresyon hastalığı belirtisi gözlenmedi. Dalgıçlar özellikle uzun dip zamanlı ve dekompresyon zamanlı Heliox dalışlarında üşümeden yakınmalarına rağmen hipotermiye girmediler. Hava ile 48,7 metreye yapılan bir dalışta dalışın sonuna doğru nitrojen narkozu belirtileri ortaya çıktı ancak dalış ve görev sorunsuz tamamlandı.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği'ne göre 30 metreden derine yapılan dalışlarda yüzeyden beslemeli dalış sistemleri kullanılması, 40 metreden derine yapılan dalışlarda stage (dalış sepeti) kullanılması, 50 metreden daha derine yapılan dalışlarda ise helyum/oksijen karışımları ile dalış yapılması zorunludur. Yine aynı yönetmelik uyarınca 40 metreden derine yapılan dalışlar ile her türlü karışım gaz dalışlarında dalış bölgesinde basınç odası, basınç odası operatörü ve sualtı hekimi bulundurulması zorunluluğu bulunmaktadır (2). Türkiye-Yunanistan Doğalgaz Boru Hattı Dalış çalışmalarında tüm bu yönetmelik gerekleri yerine getirilmiştir.

Normal şartlar altında inert bir gaz olan nitrojenin, artan basınç ile beraber narkotik özelliği ortaya çıkmaktadır. İlk metrelerde hipoksi ve alkol alımına, daha derinlerde ise anesteziklerin ve halusinojenik ilaçların etkisine benzer belirtiler veren bu durum nitrojen narkozu olarak adlandırılmaktadır. Soğuk ve bulanık sularda, ağır iş yükü varlığında nitrojen narkozunun arttığı düşünülmektedir. Narkoz ile kognitif fonksiyonlarda belirgin bozulma izlenmekte ve el becerilerinde bozulma olmaktadır (3). Bu durum, özellikle dalgıcın bireysel performansının önemli olduğu mevcut projedeki gibi görevlerde dezavantaj oluşturur. Güvenli dalış kuralları gereğince rekreasyonel tüplü dalış bu nedenle 30 metre derinlik ile sınırlandırılmıştır. Yüzey beslemeli profesyonel dalışlarda ise 50 metreye kadar hava ile dalışlara izin verilmektedir. Bu derinlikten aşağıdaki derinliklerde narkotik potansiyeli düşük helyum gazı karışımlarının solunum gazı olarak kullanılması zorunluluktur. Belirlenmiş derinlik limitleri altında kalınsa da narkoz oluşabilme riski vardır (4). Diğer yandan tecrübeli ve eğitimli dalgıçlarda narkoz belirtileri olsa bile, önceden tüm

ayrıntıları ile belirlenmiş bir görev varsa, bunu sorunsuz tamamlayabildikleri görülmüştür. Proje sırasında yalnızca bir dalgıçta bir dalış sırasında (1/80) narkoz belirtileri görülmüştür. Bu, benzer hatta daha sığ derinliklerde yapılmış çalışmalarla karşılaştırıldığında beklenenden düşük bir orandır (5). Her dalış günü öncesi yapılan bilgilendirme toplantıları ve her dalış öncesi beklenen görevin dalgıç ile detaylı şekilde tartışılmasının narkoz ile ilgili sorun yaşanmamasında etkili olduğu düşünülebilir.

Öte yandan artan derinlik ile birlikte parsiyel basıncı artan oksijen de toksik hale gelmektedir. Bu nedenle dip karışım gaz içerisinde oksijenin parsiyel basıncının 1,3 ATA'nın üzerine çıkmasına izin verilmez. Böylece derinliğe bağlı olarak 90/10 Heliox (%90 Helyum-%10 Oksijen) ile 60/40 Heliox (%60 Helyum- %40 Oksijen) arasında kalan karışımlardan biri seçilir (1). Çalışmamızda, 50 metreye kadar olan derinlikler için hava; 50 metreyi geçen derinliklerde ise %85,5 helyum-%14,5 oksijen karışımı kullanılmıştır. Bu dip karışımı ile bir yandan nitrojen narkozu, bir yandan da oksijen toksisitesi riskleri ortadan kaldırılmıştır. Çıkış sırasında ise 90 feet'ten (27,5 mt) daha sığ derinliklerde yüzeye kadar 50/50 Heliox solundu. Böylece bir yandan oksijenin parsiyel basıncı arttırılarak dip gazının %14,5 olan oksijen basıncının yol açacağı hipoksi riskinden, bir yandan da vücuttan helyum atımı hızlandırılarak dekompresyon hastalığından korunulması sağlanmıştır.

Dekompresyon duraklarının bir kısmının veya tümünün basınç odası içinde oksijen solutularak yapılması "yüzey dekompresyonu" olarak adlandırılır. Bu dekompresyon türünde dalgıç su içinde 40 feet (12 mt) ve daha derin dekompresyon beklemelerini yaptıktan sonra daha sığda yapması gereken beklemeleri atlayarak bir dakika içinde yüzeye gelir, en fazla 3,5 dakika içinde dalış giysilerini çıkararak basınç odası içine girer ve burada 50 feet'e (15 mt) daldırılarak %100 Oksijen solumaya başlar. Yaptığı dalışa göre 5 dakikalık hava molaları ile bölünen 30 dakikalık oksijen soluma periyotları ile dekompresyonunu tamamlar (1). Yüzey dekompresyonun, DH açısından fazladan riski olmadığı ve güvenli olduğu başka çalışmalarda da bildirilmiştir (6).

Yüzey dekompresyonunun dalgıç açısından birçok avantajı bulunmaktadır: dalgıcın su içinde geçirdiği süre kısalır, güvenliği artar, soğuk su dalışlarında hipotermi riskini ortadan kaldırır, dalgalı denizlerde dekompresyon için güvenli dalış derinliği sağlanamazken basınç odasında dekompresyon durağı derinliği sabit tutulur, eğer medikal tedavi gerekirse bu mümkün hale gelir. Ayrıca dalgıcın dekompresyonu sırasında geminin seyir yapabilmesi ve diğer su içi faaliyetlerin yürütülmesi gibi operasyonel avantajları da vardır. Hatta ortamda ikinci basınç odası varlığında, yüzey dekompresyonu yapmakta olan dalgıcın basınç odasından çıkması beklenmeden diğer dalış başlayabilir ve çalışmalar ara vermeksizin sürdürülebilir (1).

Öte yandan yüzey dekompresyonu uygulaması için basınç odası ve deneyimli personel gibi birçok gereklilik bulunmaktadır. Su içinde 40 feet terkten basınç odasında 50 feet'te oksijen solumaya başlayana kadar geçen süre 5 dakikayı geçtiği takdirde daha uzun süre yüzey dekompresyonu, hatta tedavi tablosu uygulama zorunluluğu bulunmaktadır. Bu durum personelin deneyimli olmasını zorunlu kılmaktadır.

Genel olarak dalışlarda en sık rastlanan sorun orta kulak barotravmasıdır (7). İniş sırasında basınç artışı ile orta kulak içinde bulunan kapalı hava hacmi Boyle Gaz Kanunu uyarınca küçülmek zorundadır. Bu hacim değişikliğini önlemenin yolu östaki kanalı aracılığıyla orta kulağa hava yollamaktan geçer. Dalgıçlar tarafından kulak eşitleme/kulak açma olarak tanımlanan bu işlem yutkunma veya Valsalva manevrasıyla gerçekleştirilir. Östaki kanalının herhangi bir sebebe dayanan disfonksiyonu halinde kulak eşitlenemez ve orta kulak içine kanamadan timpanik membran rüptürüne kadar varan barotravmalar ortaya çıkar. Benzer mekanizma ile gerçekleşen paranazal sinüs barotravmaları da sıklık açısından orta kulak barotravmalarını izler (8-10).

Suyun özgül ısısı havaya göre bin kat, ısı iletim hızı 25 kat daha fazla olduğu için dalışlar sırasında hipotermi bir sorun oluşturabilir. Hipotermi ile el becerileri ve kognitif fonksiyonlarda bozulma olabilir; bu da proje güvenliği açısından risk oluşturur. Bu nedenle dalgıçlar yalıtım sağlayan ıslak elbise ya da vücutlarının su ile temasını tamamen ortadan kaldıran kuru tip elbise kullanırlar. Artan derinlikte solunan gazın yoğunluğunun artması, normal şartlarda ısı kaybı yolu olarak ihmal edilen solunum yolundan ısı kaybını önemli hale getirir. Solunum yolundan ısı kaybı hem konveksiyon hem de evaporasyon ile gerçekleşir. Nitrojen gibi diğer inert gazlara oranla ısı transfer özelliği daha fazla olan helyum karışımı ile yapılan dalışlarda hipotermi riski belirgin olarak daha yüksektir (11). Özellikle uzun süreli, derin heliox dalışlarında dalgıçlara ek ısıtma yöntemleri uygulanması gerekebilir. Proje süresince dalış süreleri bir saati bulmasına rağmen ıslak elbise ile dalış yapan dalgıç da dahil hiçbir dalgıçta hipotermi belirtisi oluşmamıştır.

Sonuç olarak, iyi planlanmış, uygun donanım kullanarak ve güvenli dalış kurallarına uygun olarak yapılan dalışlarda olası kaza ve hastalık riskleri ortadan kaldırılabilir. Buradaki gibi derin dalış ve karışım gaz dalışları ülkemizde ender olarak yapılmaktadır. Bu nedenle çalışmamız bu projelere medikal yaklaşım konusunda katkı sağlamakta ve referenas oluşturması açısından önem taşımaktadır.

Teşekkür: Botaş Genel Müdürlüğü'ne, Derinsu Sualtı Mühendislik firmasına, DeepOffshore firmasına, Dalış Amiri Sayın Zülküf Güneş'e ve Dalış Proje Sorumlusu Sayın Nurhan Tersakyan'a doğalgaz hattı bakım çalışması esnasında bu medikal analizi yapmamıza fırsat sundukları için teşekkür ederiz.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- Ş.A.; Veri Toplama- B.M.; Veri Analizi/Yorumlama- B.M., Ş.A.; Yazı Taslağı- B.M., Ş.A.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- Ş.A.; Son Onay ve Sorumluluk- B.M., Ş.A.; Malzeme ve Teknik Destek- B.M.; Süpervizyon- Ş.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Acknowledgement: We thank Botaş General Directorate, Derinsu Underwater Engineering, DeepOffshore company and diving supervisor Mr Zülküf Güneş and diving project officer Mr Nurhan Tersakyan for giving us opportunity of doing this medical analysis throughout the deep dives performed during Turkey – Greece natural gas pipeline maintenance.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study Ş.A.; Data Acquisition- B.M.; Data Analysis/Interpretation- B.M., Ş.A.; Drafting Manuscript- B.M., Ş.A.; Critical Revision of Manuscript- Ş.A., E.T.; Final Approval and Accountability- B.M., Ş.A.; Technical or Material Support- B.M.; Supervision- Ş.A.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support.

KAYNAKLAR

1. US Navy Diving Manual, Rev 7. (1 Aralık 2016).
2. Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği. Resmi Gazete No: 23098 Tarih: 2/9/1997.
3. Rocco M, Pelaia P, Di Benedetto P, Conte G, Maggi L, Fiorelli S et al. Inert gas narcosis in scuba diving, different gases different reactions. Eur J Appl Physiol 2019;119(1):247-55. [CrossRef]
4. Lafère P, Balestra C, Hemelryck W, Guerrero F, Germonpré P. Do Environmental Conditions Contribute to Narcosis Onset and Symptom Severity? Int J Sports Med. 2016;37(14):1124-8. [CrossRef]
5. Steinberg F, Doppelmayr M. Executive Functions of Divers Are Selectively Impaired at 20-Meter Water Depth. Front Psychol 2017;8:1000. [CrossRef]
6. Brubakk AO, Arntzen AJ, Wienke BR, Koteng S. Decompression profile and bubble formation after dives with surface decompression: experimental support for a dual phase model of decompression. Undersea Hyperb Med 2003;30(3):181-93.
7. Covington D, Pitkin A. Underwater nasal decongestant use: a novel approach to middle ear equalization. Undersea Hyperb Med. 2018;45(6):679-82.
8. Strauss MB. Problems associated with descent. In: Strauss MB, Aksenov IV (eds) Diving Science. Human Kinetics publ, Illinois, ABD, 1st ed. 2004.p: 249-264.
9. Molvaer O. Otorhinolaryngological aspect of diving. In: Brubakk A, Neuman T (eds) Bennett and Elliott's Physiology and Medicine of Diving. Saunders Ltd, 5th ed, 2002. p:227-64.
10. Edmonds C. Sinus barotrauma. In: Edmonds C, Bennett M, Lippmann J, Mitchell SJ (eds) Diving and Subaquatic Medicine. Fifth ed, CRC Press, Boca Raton, Florida. 2016.P: 103-14. [CrossRef]
11. Doolette DJ, Mitchell SJ. Recreational technical diving part 2: decompression from deep technical dives. Diving Hyperb Med 2013;43(2):96-104.