



SCUBA Dalışlarının Solunum Fonksiyonlarına Akut Etkisi

Bengüsu Mirasoğlu¹, Şahin Özen², Şamil Aktaş³,

Özet

Amaç: Dalış, solunan gaz yoğunluğunun artışı, soğuk ve kuru hava soluma, immersiyonun etkisi, oksijen toksisitesi, kabarcıkların akciğerlerde filtrasyonu gibi nedenlerle solunum fonksiyonlarında değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişiklikler daha çok az sayıda profesyonel dalgıçı ilgilendiren derin ve özel dalışlarda incelenmiştir ve çoğunlukla uzun süreli etkiler araştırılmıştır. Günümüzde milyonlarca insanın giderek artan bir yoğunlukla katıldığı SCUBA dalışları hakkında araştırma ise oldukça azdır. Bu çalışmada kısa süre yapılan SCUBA dalışlarının solunum fonksiyonları üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem: Bu çalışma Beden Eğitimi Yüksek Okulu öğrencilerinin 5 günlük dalış eğitimleri sırasında 49'u erkek 24'ü kadın 73 sporcu üzerinde yürütülmüştür. Beş gün boyunca her gün sabah dalışlardan önce ve akşam tüm dalışlar tamamlandıktan sonra solunum fonksiyon testleri yapılmıştır. Dalış verileri dalış bilgisayarları ile toplanmıştır. Çalışma sonunda solunum parametrelerinde günlük ve dönemlik değişimler incelenmiştir.

Bulgular: Ölçümler boyunca solunum parametrelerinden hacim değerlerini ilgilendiren FVC ve FEV₁ değerlerinde anlamlı değişiklikler saptanmamıştır. Akım hızlarını ilgilendiren PEF değerlerinde beş gün boyunca anlamlı bir değişiklik olmazken FEF₂₅₋₇₅'in beş gün boyunca azalma eğiliminde olduğu ve bu azalmanın dalışların son günü anlamlılık kazandığı görülmüştür.

Sonuçlar: Kısa süreli SCUBA dalışlarının akciğer kapasitelerinde değişikliğe sebep olmadığı ancak küçük hava yollarında daralmaya yol açabileceği gösterilmiştir. Ardışık SCUBA dalışlarının kısa dönemde etkisinin araştırıldığı çalışma olmaması nedeni ile bu sonuç oldukça önemlidir. Etkilerin geçici olup olmadığı ve dalış derinlikleri ya da süreleri gibi faktörlerle ilişkisinin araştırılması için ileri çalışmalar gereklidir.

Anahtar Kelimeler

Rekreasyonel dalış,
Akciğer hacmi,
Akım hızları,

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 22.07.2018
Kabul Tarihi: 22.10.2018
Online Yayın Tarihi: 23.10.2018

DOI:10.18826/useeabd.446699

Acute Effects of SCUBA Diving on Respiratory Functions

Abstract

Aim: Diving causes changes in respiratory functions due to increase in density of the breathing gas, inhaling cool and dry air, immersion effect, oxygen toxicity, bubble filtration through lungs. These changes were studied only in deep and specialized dives which are performed mostly by professional divers and generally long term effects of diving on lungs were analyzed. Studies about SCUBA dives that became an interest to millions of people lately are scarce. The aim of this study is to evaluate the effects of short-term SCUBA diving on respiratory functions.

Methods: This study was conducted on 73 School of Sports Training students (49 male, 24 female) during a five day diving course. Respiratory function tests were carried out daily before morning dives and after afternoon dives for five days. Diving data were collected by dive computers all through the study period. At the end of the course, daily and periodic changes in respiratory parameters were investigated.

Results: It was found that FVC and FEV₁ values which are related to lung volumes did not change significantly all through the dives. No significant change was observed in PEF values, as FEF₂₅₋₇₅ values decreased through five days and the difference was significant on the fifth day.

Conclusion: This study showed that short term SCUBA diving does not affect lung volumes but it may cause an obstruction in the small airways. This result is important due to there are not any studies that evaluate acute effects of consecutive SCUBA dives. Further studies are needed to investigate whether the effects are temporary and their relationship with factors such as dive or durations.

Keywords

Recreational diving,
Lung volumes,
Respiratory flow,

Article Info

Received: 22.07.2018
Accepted: 22.10.2018
Online Published: 23.10.2018

DOI:10.18826/useeabd.446699

The role and contributions of each authors as in the section of IJSETS Writing Rules "Criteria for Authorship" is reported that: **1. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection, writing of the paper and final approval of the version to be published paper; **2. Author:** Data collection, preparation of the paper according to rules of the journal, final approval of the version to be published paper; **3. Author:** Statistical analysis, interpretation of the data and final approval of the version to be published paper;

¹Faculty of İstanbul Medical, İstanbul University, İstanbul/Türkiye, bengusu.mirasoglu@istanbul.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-2062-0229

²Faculty of Sports Sciences, Marmara University, İstanbul/Türkiye, sozen@marmara.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-2859-3413

³Faculty of İstanbul Medical, İstanbul University, İstanbul/Türkiye, saktas@istanbul.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-9242-3179

GİRİŞ

Dalış insan fizyolojisinde pek çok değişikliğe sebep olmaktadır. Bunların başında da solunum sisteminde oluşan değişiklikler gelir. Dalış sırasında akciğerler, artmış oksijen parsiyel basıncına, daha yoğun, soğuk ve kuru bir solunum gazına (çoğu kez hava), artmış solunum yüküne ve dekompresyon sırasında oluşan mikro kabarcıklara maruz kalır. Bu faktörler solunum fonksiyonları üzerindeki uzun ve kısa dönem etkileri merak uyandıran bir konudur.

Dalışın solunum fonksiyon parametreleri üzerine etkileri konu alan pek çok kesitsel (cross-sectional) ve boyamsal (longitudinal) araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu profesyonel dalgıçlar ve askeri dalgıçlar üzerinde yürütülmüş ve dalışın bu bireyler üzerinde etkilerini incelemiş ve karşılaştırmıştır (Sames, Gorman, Mitchell, Zhou, 2018; Voortman, Van Ooij, van Hulst ve diğ., 2016). Bunların dışında tek dalışın etkileri satürasyon dalışları gibi çok derin ve uzun dalışlarda araştırılmıştır (Thorsen, Segadal, Stuhr ve diğ., 2006). Ayrıca az da olsa serbest dalışın etkilerini araştıran çalışmalar da vardır (Diniz, Farias, Pereira ve diğ., 2014). Bu çalışmaların bir kısmı bazı açılardan çelişkili sonuçlar ortaya koysa da genel olarak dalışın solunum üzerine uzun dönemde hafif fakat belirgin bir etkisi bulunduğu ve bu etkinin yaşla birlikte artarak emeklilik döneminde belirginleştiği gösterilmiştir. Bu değişikliklerin çoğu hafiftir ve dalgıcın yaşam kalitesini etkilemez ancak ilerleyen dönemlerde dalgıcın sonraki sağlığını etkileme riski her zaman vardır (Tetzlaff, Thomas, 2017).

Öte yandan dünyada yapılan dalışlar ağırlıklı olarak sportif ve eğlence amaçlıdır. Bunlara donanımlı dalış ya da SCUBA (*Self Contained Underwater Breathing Apparatus*) dalışı ismi verilmektedir. Bu dalışlar, etkisi araştırılmış olan dalış gruplarına göre pek çok açıdan (derinlik, süre ve yapıldığı ortam) oldukça farklıdır. Sportif dalgıçların sayısı son yıllarda askeri ve profesyonel dalgıçlarla kıyaslanamaz şekilde artmıştır (Participation in recreational diving report, 2015). Mesleğe başlamadan ve başladıktan sonra da düzenli aralıklarla sağlık kontrolünden geçen bu dalgıçların aksine sportif dalgıçlar için hiçbir tıbbi kontrol zorunluluğu yoktur. Bu sayede hiçbir kısıtlama olmaksızın her yaş grubundan, her türlü hastalığı olan birey dalış yapabilmektedir. Tüm bunlara rağmen sportif dalışların solunum fonksiyonları üzerine etkileri araştırılmamıştır. Bu çalışmada kısa süreli SCUBA dalışlarının solunum fonksiyonları üzerine etkisi ve bu etkilerin dalış parametreleri ile ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Etik Kurulu'na görüşülmüş ve 2439 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Çalışma grubu ve dalış planı

Çalışma, Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi dalış kulübünün 2013 Haziran'da düzenlediği dalış gezisi sırasında yürütüldü. Ölçümler dalış gezisine katılmış olan ve hepsi elit atlet öğrenciler ile yapıldı. Tamamı en az Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (TSSF) 1 yıldız belge sahibi olan öğrencilerin bir kısmı dalış seviyelerini geliştirmek üzere eğitim almakta iken bir kısmı da eğitim vermekteydi. Öğrencilere çalışma hakkında bilgi verilerek yazılı onamları alındı ancak beklenen sonuçlar açıklanmadı. Çalışma, üniversite kulüplerinin rutin dalış eğitimlerine yönelik olarak planlandığından, dalış türü, dalış sıklığı, dalış derinliği vs gibi konularda herhangi bir uyarı yapılmadı, değişiklik önerilmedi. Dalışlarda tam donanımlı SCUBA malzemeleri ıslak elbise ile birlikte kullanıldı. Tüm öğrencilerin benzer dalış malzemesi ve ıslak elbise kullanması sağlandı. Dalış yapılan dönemde su sıcaklığı 18-23 °C arasında değişmekteydi. Tüplerin dolusunda kullanılan kompresörün bakımı ve filtresinin değişimi dalış yapılan dönemden hemen önce yapılmıştı.

Dalışlar sırasında her dalgıcı sol koluna Suunto marka D9tx (Finlandiya) model dalış bilgisayarı taktı. Her günün sonunda dalış bilgisayarlarında saklanan dalış bilgileri, cihazın kendine ait bilgisayar programını taşıyan bir dizüstü bilgisayarına yüklendi. Dalış bilgisayarından her 10 saniyede bir elde edilen derinlik ve zaman verileri; yüzeyi terk ile yüzeye varış arasında geçen süre (Toplam Dalış Zamanı, TDZ); dalınan en fazla derinlik (Maksimum Derinlik, MD) elde edildi.

Solunum Fonksiyon Testi Ölçümleri

Dalgıcılarda beş gün boyunca sabah dalışa başlamadan önce solunum fonksiyon testi ölçümleri yapıldı. Bu ölçümler her gün son dalış bitiminden sonra en geç bir saat içinde tekrarlandı. Solunum fonksiyon testi ölçümlerinde Schiller marka SP-1 model spirometre (Baar, İsviçre) kullanıldı. Cihaz her sabah ilk

ölçümden önce kalibre edildi. Solunum fonksiyon testi parametrelerinden “hacim” değerlendirmeleri için FVC (zorlu vital kapasite) ve FEV₁ (1. Saniye zorlu ekspirasyon hacmi) parametreleri ölçüldü. Solunum fonksiyonlarının “akım” özelliğinin değerlendirilmesi için ise PEF (ekspirasyon tepe akım hızı), ve FEF₂₅₋₇₅ (zorlu ekspirasyon ortası akımı-%25-75) parametreleri kullanıldı. Dalış yapılan bölgede ve tekne üzerinde gerçekleşmesi imkânsız bulunan DLCO ölçümleri ve egzersiz kapasitesini değerlendirecek ölçümler çalışmamıza katılamamıştır.

İstatiksel Analiz

Solunum fonksiyon testi parametrelerinin her biri için tüm katılımcılara ait beş günlük dalış öncesi ve sonrası ölçümler ve dalış bilgisayarından sağlanan dalışa ilişkin veriler Microsoft Excel 2016 programına aktararak işlendi. Demografik bilgiler ve her bir parametrenin günlük değerleri ortalama ve standart sapma (SS) olarak verildi. İstatistik değerlendirme, MedCalc istatistik programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılım gösterdiği Kolmogorov-Smirnov testi ile gösterildi. İstatiksel analiz için demografik verilerin ve dalış bilgilerinin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi ve ki kare testi, parametrelerin günlük değerlerinin karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümler Anova testi kullanıldı. Tüm karşılaştırmalarda istatistik açıdan anlamlılık p<0,05 düzeyinde kabul edildi.

BULGULAR

Genel özellikler: Çalışmaya 49’u erkek (%67,12), 24’ü kadın (%32,88) 73 elit sporcu katıldı. Katılımcıların yaş ortalaması 25,1±6,1 yıl, boy ortalaması 176,2±7,7 cm ve vücut ağırlığı 75,5±15,9 kg idi. Dalışlar sırasında 15 katılımcı eğitmen olarak görev aldı. Eğitmenlerin 4’ü kadın (%16,7) 11’i erkek (%22,4) idi. Eğitmenler ve öğrenciler arasında cinsiyet dağılımı yönünden istatistiksel bir fark saptanmadı. (p=0,569) Katılımcıların dalış bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen katılımcıların demografik özellikleri ve dalış bilgileri

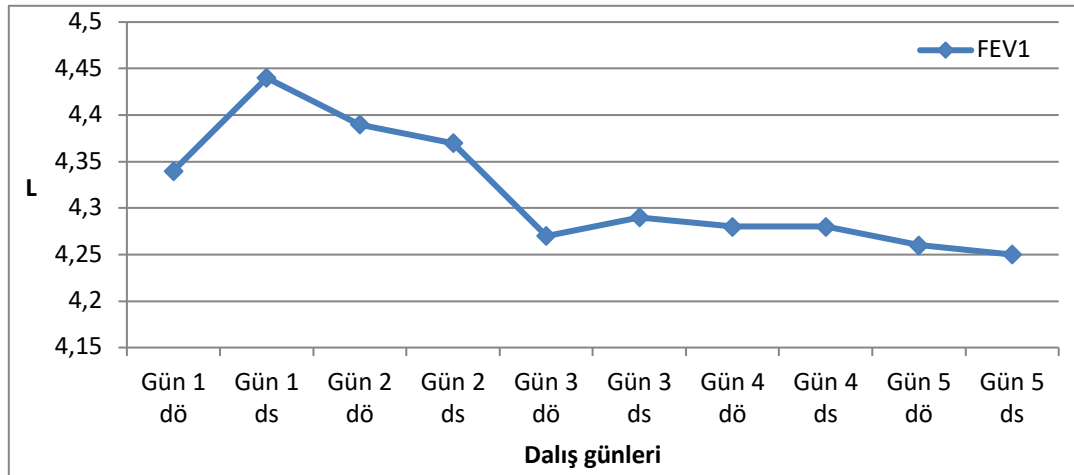
	KADIN (n=24)	ERKEK (n=49)
Eğitmen	4 (%16,7)	11(%22,4)
Yaş (yıl)	22,7 ± 3,4	26,3 ± 6,8
Boy (cm)	168,9 ± 6,5	179,8 ± 5,3
Vücut ağırlığı (kg)	59,6 ± 6,2	85,6 ± 12,6
Günlük dalış sayısı	2,4 ± 0,7	2,5 ± 0,5
Günlük maksimum derinlik (mt)	21,7 ± 3,4	22,6 ± 5,7
Günlük toplam dalış zamanı (dk)	74,2 ± 7,3	76,6 ± 6,4

Çalışmaya katılan erkekler kadınlardan istatistiksel olarak daha yaşlı (p=0,017), daha uzun (p<0,0001), ve daha ağır (p<0,0001) idi. Kadın ve erkek katılımcılar arasında eğitmen oranı açısından fark olmamakla beraber her iki grubun günlük dalış sayıları, dalınan maksimum derinlikleri ve dalış zamanları benzer saptandı. (Sırası ile p=0,486; 0,489; 0,155) Dalış performansları açısından kadın ve erkek katılımcılar arasında fark yoktu.

Solunum fonksiyonları

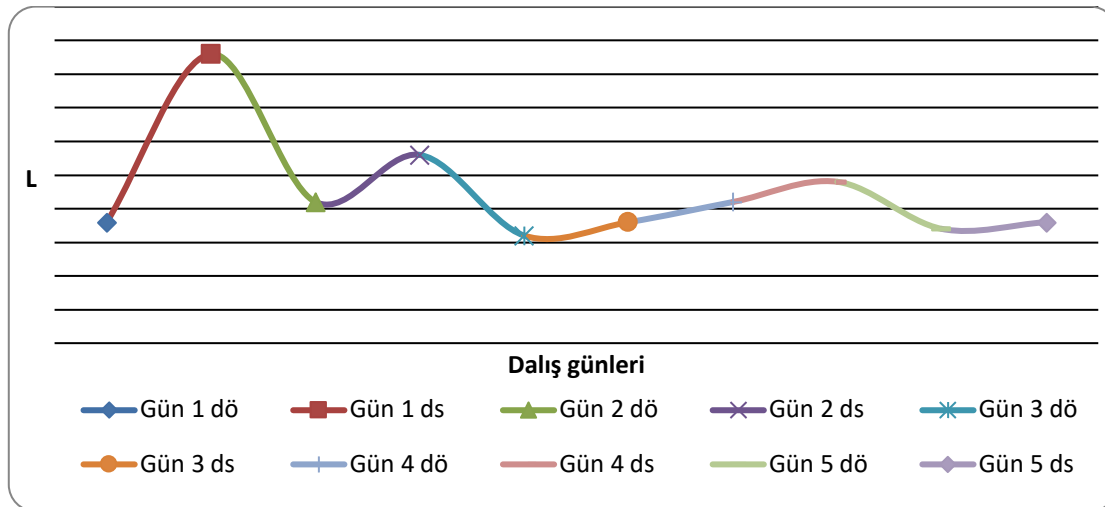
Her bir parametre için tüm katılımcıların her gün dalış öncesi ve sonrası ölçümlerini içeren tablolar ve bu değerlerin karşılaştırma sonuçlarını içeren tablolar ilave materyal olarak sunulmuştur.

FEV₁: Sabah ve akşam ölçümleri karşılaştırıldığında, değerlerde günlük artma ya da azalma olmakla birlikte hiçbir günde anlamlı farklılık saptanmadı. (Tüm günler için p=1,000). (Tablo 2) Beş gün boyunca ölçülen tüm FEV₁ değerleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, birinci gün dalış sonrası ölçümde artış sonrasında dalgalı bir seyir ile azalma izlendi. (Şekil 1) Birinci gün dalış sonrası ölçülen FEV₁; 3. gün dalış öncesi (p=0,008), 4. gün dalış öncesi ve sonrası (p=0,014 ve 0,041) ve 5. gün dalış öncesi ve sonrası (p=0,037 ve 0,032) ölçülenlerden anlamlı şekilde fazla idi. Ayrıca 2. gün dalış öncesi FEV₁ ile 3. gün dalış öncesi FEV₁ arasında anlamlı fark (p=0,03) saptandı. Yine de beşinci gün sonunda ulaşılan değer başlangıç değeri ile karşılaştırıldığında anlamlı azalma saptanmadı. (p=1,000) (Tablo 4)

Şekil 1: FEV₁ değerlerinin günlük dalış öncesi ve sonrası değişimleri. dö: dalış öncesi; ds: dalış sonrası, L: litre**Tablo 2.** Beş gün boyunca ölçülen FEV₁, FVC ve FEV₁/FVC değerlerinin günlük dalış öncesi ve dalış sonrası ortalamaları ve gün içi değişimlerinin karşılaştırmaları. L: litre

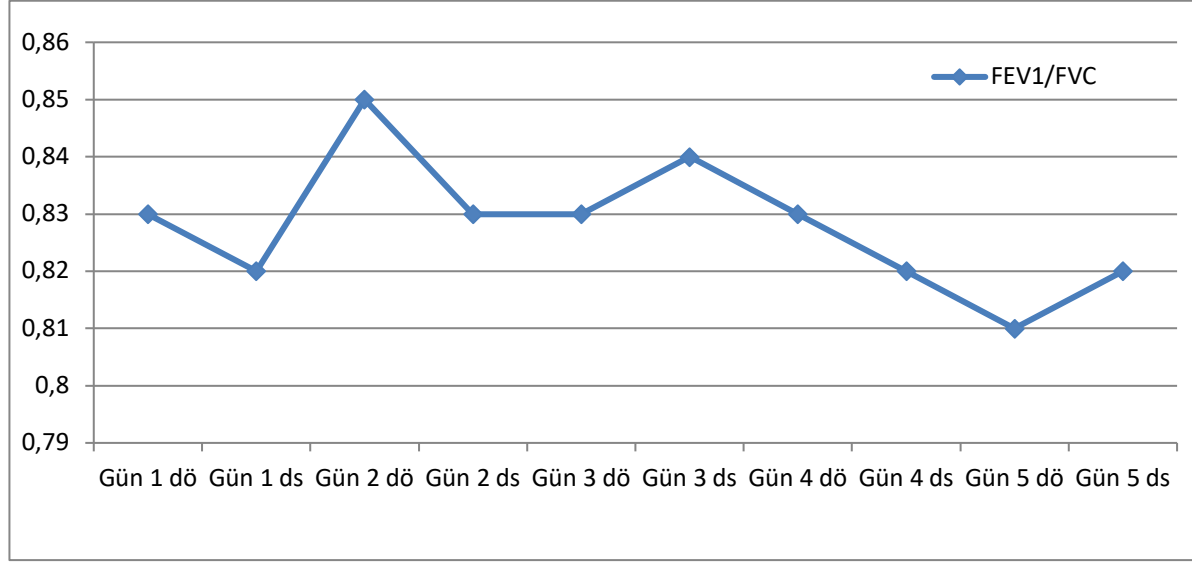
	FEV ₁ (L)			FVC (L)			FEV ₁ /FVC		
	Dalış Öncesi	Dalış Sonrası	P	Dalış Öncesi	Dalış Sonrası	P	Dalış Öncesi	Dalış Sonrası	P
Gün 1	4,34±0,84	4,44±0,81	1,000	5,18±1,04	5,43±1,02	0,087	0,83±0,13	0,82±0,08	1,000
Gün 2	4,39±0,78	4,37±0,85	1,000	5,21±0,97	5,28±1,06	1,000	0,85±0,07	0,83±0,09	1,000
Gün 3	4,27±0,82	4,29±0,87	1,000	5,16±1,03	5,18±1,10	1,000	0,83±0,08	0,84±0,09	1,000
Gün 4	4,28±0,86	4,28±0,82	1,000	5,21±1,02	5,24±1,03	1,000	0,83±0,09	0,82±0,08	1,000
Gün 5	4,26±0,89	4,25±0,85	1,000	5,17±1,07	5,18±1,01	1,000	0,81±0,13	0,82±0,08	1,000

FVC: Sabah ve akşam ölçümleri karşılaştırıldığında, değerlerde günlük artma ya da azalma olmakla birlikte hiçbir günde anlamlı farklılık saptanmadı. (Birinci gün p=0,087, diğer günler için p=1,000). (Tablo 2) Beş gün boyunca ölçülen tüm FVC ölçümleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, birinci gün dalış sonrası ölçümde artış sonrasında dalgalı bir seyir ile azalma izlendi. (Şekil 2) Birinci gün dalış sonrası FVC değeri, 2. gün dalış öncesi (p=0,031); 3. gün dalış öncesi ve sonrası (p=0,008 ve 0,029); 4. gün dalış öncesi (p=0,001) ve 5. gün dalış öncesi ve sonrası (p=0,005 ve 0,011) ölçümlerinden anlamlı olarak daha yüksek saptandı. Beşinci gün sonunda ölçülen değer ile başlangıç değerleri arasında ise anlamlı bir fark yoktu. (p=1,000) (Tablo 4)

Şekil 2: FVC değerlerinin günlük dalış öncesi ve sonrası değişimleri. dö: dalış öncesi; ds: dalış sonrası, L: litre

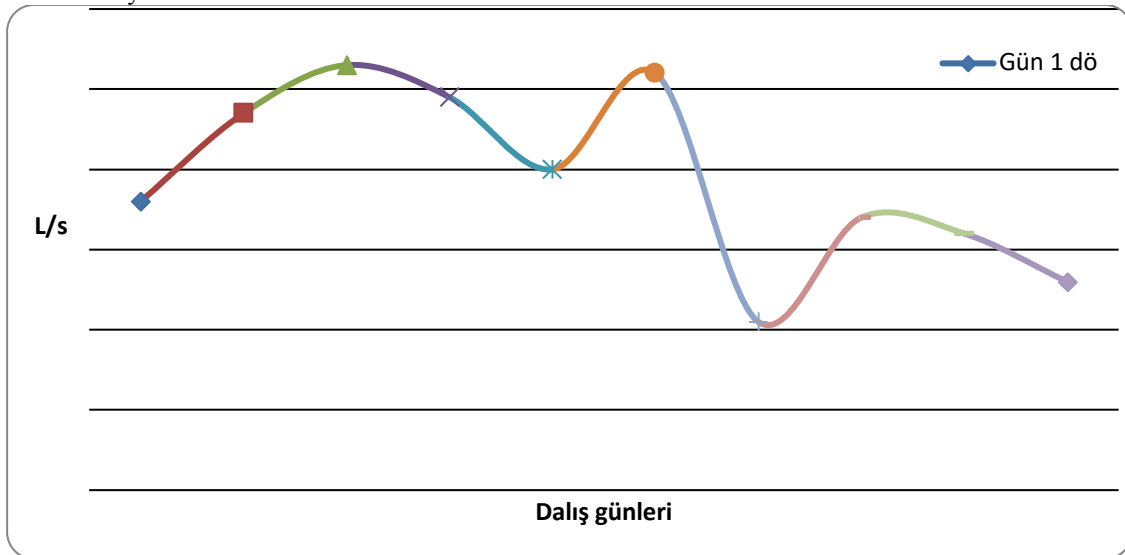
FEV₁/FVC: Sabah ve akşam ölçümleri karşılaştırıldığında, değerlerde günlük artma ya da azalma olmakla birlikte hiçbir günde anlamlı farklılık saptanmadı. (Tüm günler için p=1,000). (Tablo 2) Beş gün boyunca tüm FEV₁/FVC oranları birbirleri ile karşılaştırıldığında ise dalgalı bir seyir izlemekteydi. (Şekil 3) En yüksek oran ikinci gün dalış öncesi ölçüldü ancak bu sadece 1. gün dalış sonrası, 4. gün dalış sonrası ve 5. gün dalış sonrası oranlardan istatistiksel olarak fazla idi. (sırası ile p=0,0001; 0,025; 0,008) Diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı artma ya da azalma saptanmadı. Başlangıç değeri ile beşinci gün dalış sonrası oranı arasında da anlamlı bir değişiklik saptanmadı. (p=1,000) (Tablo 4)

Şekil 3: FEV₁/FVC oranının günlük dalış öncesi ve sonrası değişimleri. dö: dalış öncesi; ds: dalış sonrası



PEF: Dalış öncesi ve dalış sonrası ölçülen PEF değerlerinin beş gün boyunca anlamlı bir değişiklik göstermedi (tüm günler için p=1,000) (Tablo 3). Günlük karşılaştırmalar yapıldığında ise dalgalı bir seyir görülmekle beraber hiçbir ölçüm arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkı bulunmadı (tüm ölçümler için p>0,05). (Şekil 4) Beşinci gün ölçümleri ile başlangıç ölçümü arasında da istatistik açıdan fark bulunmamaktaydı (p=1,000). (Tablo 4)

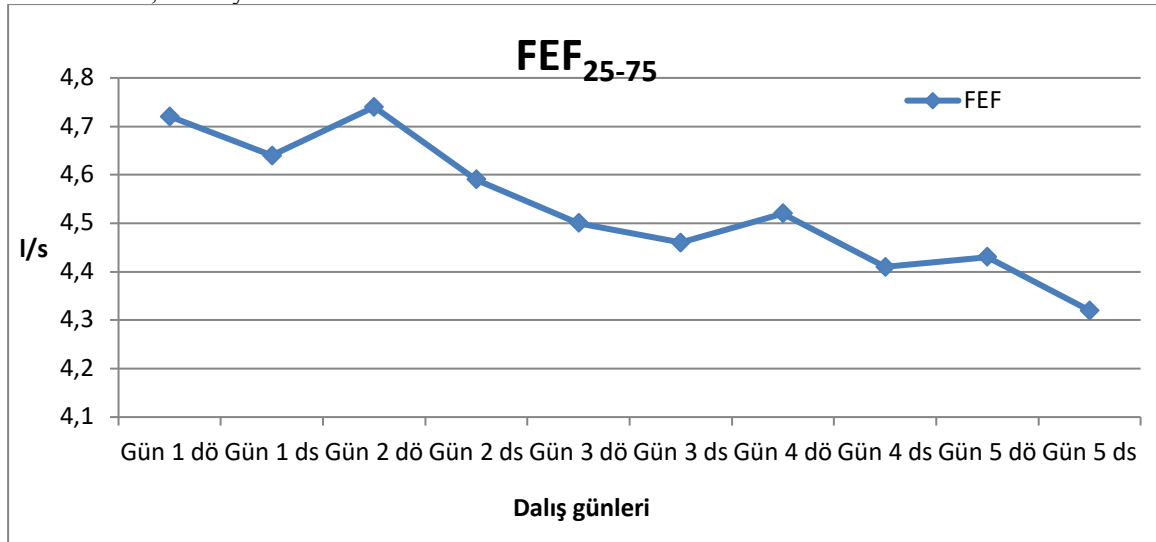
Şekil 4: PEF değerlerinin günlük dalış öncesi ve sonrası değişimleri. dö: dalış öncesi; ds: dalış sonrası; L: litre; s: saniye



Tablo 3. Beş gün boyunca ölçülen PEF ve FEF₂₅₋₇₅ değerlerinin günlük dalış öncesi ve dalış sonrası ortalamaları ve gün içi değişimlerinin karşılaştırmaları. L: litre

	PEF			FEF ₂₅₋₇₅		
	Dalış Öncesi	Dalış Sonrası	p	Dalış Öncesi	Dalış Sonrası	p
Gün 1	8,36±1,99	8,47±2,01	1,000	4,72±1,27	4,64±1,30	1,000
Gün 2	8,53±1,94	8,49±2,0	1,000	4,74±1,40	4,59±1,37	1,000
Gün 3	8,40±1,96	8,52±1,83	1,000	4,50±1,29	4,46±1,46	1,000
Gün 4	8,21±2,0	8,34±1,86	1,000	4,52±1,42	4,41±1,29	1,000
Gün 5	8,32±2,1	8,26±1,92	1,000	4,43±1,33	4,32±1,27	1,000

FEF₂₅₋₇₅: Sabah ve akşam ölçümleri karşılaştırıldığında, dalış öncesi ölçümleri hep sonrası ölçümlerden daha yüksek olmakla birlikte hiçbir günde anlamlı farklılık saptanmadı. (Tüm günler için p=1,000) (Tablo 3) Beş günlük ölçümler değerlendirildiğinde FEF değerlerinde sadece 2. gün dalış öncesi bir artış olurken diğer günlerde düzenli bir azalma eğilimi olduğu görüldü. (Şekil 5) İstatistiksel olarak anlamlı azalma ise birinci gün dalış öncesi ile 4. ve 5. gün dalış sonrası (p=0,022 ve 0,0008); 2. gün dalış öncesi ile 4. Gün dalış öncesi (p=0,005) ve yine 4. ve 5. gün dalış sonrası (p=0,016 ve p<0,001) ölçülen değerlerde saptandı. Başlangıç ile son gün değerleri arasında yukarıda belirtildiği üzere anlamlı düşüş vardı. (Tablo 4)

Şekil 5. FEF₂₅₋₇₅ ölçümlerinin beş günlük dalış öncesi ve sonrası değişimleri. dö: dalış öncesi; ds: dalış sonrası; L: litre; s: saniye**Tablo 4.** Tüm parametrelerin başlangıç ve son değerlerinin karşılaştırması.

	Gün 1 Dalış Öncesi	Gün 5 Dalış Sonrası	p
FEV1	4,34±0,84	4,25±0,85	1,000
FVC	5,18±1,04	5,18±1,01	1,000
FEV1/FVC	0,83±0,13	0,82±0,08	1,000
PEF	8,36±1,99	8,26±1,92	1,000
FEF ₂₅₋₇₅	4,72±1,27	4,32±1,27	0,001

TARTIŞMA

Dalışın solunum sistemi ve fonksiyonları üzerine birçok etkisi olduğu bilinmektedir. Basınç artışı ve buna bağlı olarak solunan havanın yoğunluğunun artması, solunum direncinde artış ve hava yollarında oluşan ölü boşluklar, solunan havanın soğuk ve kuru oluşu, egzersiz yükü, solunum ritm ve karakterinin değişmesi ile immersiyon bu etkilerin ortaya çıkmasında önemli faktörlerdir. Ayrıca solunan gazların parsiyel basınçlarının artışına bağlı etkiler de gözlenir (Wilson, 2011).

Bir gazın solunum yollarından akışı için gereken basınç, gazın fiziksel özellikleri ve akım hızı ile doğrudan ilişkilidir. Gazın fiziksel özelliklerinden dalış sırasında en fazla etkileneni gazın yoğunluğudur. Bu yoğunluk artan çevre basıncı ile direkt orantılıdır. Gazın yoğunluğunun artması solunmasını zorlaştırır ve solunum direncini artırır. Yapılan çalışmalarda solunum kapasitesinin gaz dansitesinin karekökü ile ters orantılı olduğu gösterilmiştir (Tetzlaff, Thomas, 2017). Direncin artmasına bir sebep de regülatörün kendisidir. Warkander, Hagasawa ve Lundgren (2001) inspiratuar ve ekspiratuar kabul edilebilir en düşük direnci saptamak için basınç odası içinde hava soluyan 5 dalgıcı 4,5 metreye ve 57 metreye daldırmışlar ve VO₂ max'larının %60'ı oranında egzersize almışlardır. Kullanılan regülatörün inspirasyon veya ekspirasyon yönüne değişen şiddette direnç uygulama sonucunda özellikle inspirasyon direncine karşı dispne skorunda, end-tidal CO₂ oranında ve istemli maksimum soluma oranlarında değişimler sağlamışlardır. Artmış solunum direncinin yanında solunum ekipmanından kaynaklanan ölü boşluk da su altında solunum yükünün artmasında rol oynar.

SCUBA tüpü içine kompresör aracılığıyla doldurulan havanın nemi alınır. Bu kuru havanın sıcaklığı dalış sırasında hızla su sıcaklığına düşer. Basıncı hava, regülatörün birinci ve ikinci kademelerinden geçerek dalınan derinlikteki basınca eşitlenir. Gazın basıncındaki bu azalma gazın daha da soğumasına yol açar. Böylece dalış sırasında solunan hava soğuk ve kurudur. Solunum yollarında soğuk havanın ısıtılması ve kuru havanın nemlendirilmesi evaporasyon yoluyla ısı kaybına yol açar. Soğuk hava solunarak yapılan dalışlarda çok kısa sürede bol miktarda sekresyon ortaya çıkar. Bu sekresyon hava yollarında tıkanma ile solunum sıkıntısına yol açar. Kuru ve soğuk hava ile yapılan dalış çalışmalarında akciğer kapasitelerinde ve akım parametrelerinde azalmalar birçok çalışma ile gösterilmiştir (Uhligh, Muth, Tetzlaff ve diğ., 2014).

Su içinde boyuna kadar immersiyon, su yüzeyinde olan ağız ile akciğer ortası hizasında 20-25 cmH₂O'luk bir basınç farkı yaratır. Bu şekilde negatif basınçta soluma, akciğer hacimlerinin azalıp solunum direncinin artmasına ile solunum yükünün artmasına neden olur (Agostoni, Gurtner, Torri ve diğ., 1966). Ayrıca karın ve ayaklar daha aşağıda olduğundan hidrostatik basınç bu bölgeler üzerinde daha belirgindir ve bu basınç nedeniyle toraks içine taşınan kan miktarında artış olur. Kanın toraks içine doğru yer değiştirmesi kardiovasküler yükü artırır. SCUBA dalışında olduğu gibi su içine tam batmada bu değişiklikler azalır. Yine de normal dalışlarda sıkça gözlendiği gibi su içinde tam yatar pozisyonda olmadıkça ağızda bulunan regülatör ile daha aşağıda bulunan akciğer orta hattı arasında basınç farkı oluşabilir. Uzun süreli negatif basınçta solumak, solunum fonksiyonlarında değişikliklere yol açabilir. Dalınan suyun soğuk olması da hem hiperventilasyona yol açarak hem de vazokonstriksiyonu artırarak bu değişikliklerin daha belirgin olmasına neden olur. (Tipton, 2016). SCUBA ekipmanı, dalış elbisesi, ağırlıklar özellikle de sıkı giyilmişse göğüs çevresinde baskıya neden olurlar ve solunum yükünü arttırlar.

Dalış sırasında gazların parsiyel basınçlarının artışı da solunum fonksiyonlarını etkileyebilir. Bunların başında da oksijen ve nitrojen gelir. Oksijenin parsiyel basıncının artması ile oluşan hiperoksi akciğer dokusunda oksidatif strese ve havayollarında inflamasyona sebep olur. (Van Ooij, Hollmann, van Hulst, Sterk, 2013). İnert bir gaz olan nitrojenin ise parsiyel basıncının artması ile dokularda çözünürlüğü artar. Çıkış sırasında basıncın azalması ile birlikte de dokulardan vasküler sisteme geri atılır. Bu sırada venöz sistemde sessiz mikrokabarcıklar oluşur ve bu kabarcıklar arteryel dolaşıma geçmemeleri için akciğerlerden filtre edilir. Bu filtrasyonunun da akciğer vasküler yapısında inflamasyona oluşturabileceği ve solunum fonksiyonları üzerine etkisi olabileceğinin gösteren çalışmalar vardır. (Thom, Milovanova, Bogush ve diğ., 2012) Daha derin dalışlarda ise nitrojenin narkotik etkilerinden kurtulmak için helyum gibi gazlar kullanılabilir. Fiziksel özellikleri farklı olan bu gazların da solunum fonksiyonları üzerine benzer etkiler vardır.

Tüm bunların yanında tüplere doldurulan basınçlı hava yetersiz ve bakımsız kompresör nedeniyle istenilen temizlikte olmayabilir. Karbonmonoksit ve diğer aromatik gazlar, su buharı ve yağlar solunum havasına karışarak akciğer dokusunda zararlı etkilere yol açabilir.

Dalışın solunum fonksiyonları üzerine etkileri sıklıkla askeri ve profesyonel dalgıçlarda incelenmiştir. Çalışmalarda çoğunlukla bir grupta yıllar içinde birikici etki araştırılmıştır. Daha eski çalışmalarda ise uzun süredir dalış yapmakta olan bireyler, dalış yapmayanlarla karşılaştırılmıştır. (Voortman ve diğ., 2016; Sames, Gorman, Mitchell ve diğ., 2009). Sonuçlar çelişkilidir; bazı çalışmalarda hiçbir etki gösterilememişken bazılarında solunum fonksiyonlarında gerileme olduğuna dair bulgular vardır. (Pouget, Pouget, Lucas, Uguen, Henckes ve diğ., 2014). Bu çalışmaların

nereyse tamamı dalışın uzun dönem etkileri ile ilgilidir. Spesifik olarak SCUBA dalışlarının etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır ve bir kısmı yine askerler ve profesyonel dalgıçlar ile yapılmıştır. (Tetzlaff, Theysohn, Stahl, Schlegel, Koch, Muth, 2006) Rekreatif amaçla yapılan SCUBA dalışlarını konu alan az sayıdaki çalışmada solunum fonksiyonlarında bozulma olduğu gösterilmiştir. (Lemaître, Tourny-Chollet, Lemouton, 2006) Ancak bunlar da uzun süredir dalış yapmakta olan deneyimli dalgıçlardaki birikici etkiyi inceleyen çalışmalardır. SCUBA'nın kısa sürede solunum üzerine etkisi bilinmemektedir.

Ardışık SCUBA dalışlarının solunum fonksiyonlarını akut olarak nasıl etkilediğinin araştırıldığı çalışmamızda küçük hava yollarında daralmayı işaret eden bulgular saptanmıştır. Küçük hava yollarında akımı gösteren FEF₂₅₋₇₅ değerlerinde günler içerisinde azalma olmuş ve başlangıç ve son gün değerleri arasında anlamlı bir fark oluşmuştur. Bu dalışın küçük hava yollarında minimal daralmaya sebep olduğunu göstermektedir. FEV₁ ve FVC değerlerinde oluşan azalma ise ilk günde oluşan artışın ardından gelmektedir. Dolayısı ile gerçek bir azalma olduğunu söylemek mümkün değildir. Aynı zamanda bu sürede FEV₁/FVC oranı ve PEF'te değişiklik olmayışı da obstrüksiyon gelişmediğini göstermektedir. İlk dalış gününün ardından oluşan hacim artışları oluşan solunum yüküne cevap olarak solunum kaslarının daha kuvvetli kasılmasına bağlı olduğu düşünülebilir. (Lemaître ve diğ., 2006) Sonrasında, fonksiyonların normale dönmesi ise adaptasyon gelişmesi olarak yorumlanabilir.

Yapılan çalışma için öğrenci dalış kulübünün seçilme nedeni rekreatif dalışlara uygun bir örnek olmasıdır. Sportif ya da rekreatif dalışlar, kısıtlı bir topluluğun katıldığı ve bir amaca yönelik yapılan askeri ve profesyonel dalışlardan aksine genellikle daha kısa süreli, daha sık ve sıklıkla tatillerde yapılan eğlence amaçlı dalışlardır. Bir öğrenci kulübünün yaptığı dalış gezisi bu tip bir dalışın tüm özelliklerini taşır. Genellikle 4-7 gün süren bu katılımcıların dalış derinlikleri, dalış süreleri ve günlük dalış sayıları benzerdir. Dalış derinlikleri 1 yıldız dalgıçlar için 15 mt, 2 yıldız dalgıçlar için 30 mt ile sınırlı iken dalış süreleri nadiren bir saati bulur. Günlük dalış sayısı ise eğitmenler hariç en fazla ikidir; ilk dalışı daha derine, ikinci dalış ise daha sık yapılır. Eğitmenler ikiden fazla sayıda dalış yapmak zorunda kalabilirler. Bu özellikler tatillerinde dalış gezilerine giden sportif dalgıçların yaptığı dalışlarla oldukça benzerdir. Bu nedenlerle öğrenci kulübü tarafından düzenlenen geziler bizim çalışmamız için ideal bir ortam sağlamıştır.

Çalışmamızın sınırlılıkları da vardır. Bunların başında çalışmaya katılan grupta kontrol ölçümlerinin yapılamamış olmasıdır. Dalışlardan bir süre sonra yapılacak kontrol spirometri ile dalış ile oluşan değişikliklerin normal sınırlara dönme eğilimi gösterilebilir, bu sayede etkinin kalıcı ya da geçici olması ile ilgili fikir edinilebilir. Zamansal kısıtlamalar nedeniyle kontrol ölçümleri yapılamamıştır. Her ne kadar çalışma grubu, sportif dalgıçları iyi temsil etse de beden eğitimi meslek okulu öğrencilerinden oluştuğu için genel olarak düzenli sağlık kontrollerinden geçen, fit ve çoğunlukla genç bireylerden oluşmaktadır. Bu da sonuçlarda bias (tek yanlılığa) neden olmuş olabilir. Değerlendirilirken bu durum göz önünde tutulmalıdır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak çalışmamızda ardışık SCUBA dalışlarının küçük hava yollarında daralmaya yol açtığı ancak büyük hava yolları ve akciğer hacimlerine bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Eğlence amaçlı yapılan SCUBA dalışlarının etkilerini inceleyen araştırmalar oldukça az olup genellikle deneyimli dalgıçlarda birikici etki konu alınmıştır. Bu çalışma kısa dönemde etkileri göstermesi açısından literatürdeki tek örnek olması nedeniyle önemlidir. Etkinin ne kadar süre devam ettiği ya da normal değerlere dönme eğilimi ileri çalışmalar ile araştırılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından Desteklenmiştir. Proje numarası: 14563'tür.

KAYNAKÇA

Agostoni E, Gurtner G, Torri G, et al. (1966). Respiratory mechanics during submersion and negative-pressure breathing. *J Appl Physiol*; 21: 251–258.

- Diniz CM, Farias TL, Pereira MC et al. (2014). Chronic adaptations of lung function in breath-hold diving fishermen. *Int J Occup Med Environ Health*, 27: 216–223.
- Lemaître F, Tourny-Chollet C, Lemouton MC. (2006) Ventilatory functions in experienced recreational scuba diver: Evidence of small airways disease? *Int J Sports Med*, Nov;27(11):875-9
- Pougnnet R, Pougnnet L, Lucas D, Uguen M, Henckes A et al. (2014). Longitudinal change in professional divers' lung function: literature review. *Int Marit Health*, 65, 4: 223–9 DOI: 10.5603/IMH.2014.0042
- Sames C, Gorman DF, Mitchell SJ, et al. (2009). The long-term effects of compressed gas diving on lung function in New Zealand occupational divers: a retrospective analysis. *Diving Hyperb Med*, 39: 133–137. 69
- Sames C, Gorman DF, Mitchell SJ, Zhou L. (2018). Long term changes in spirometry in occupational divers: a 10-25 year audit. *Diving Hyperb Med*, 3:10-16
- Sports and Fitness Industry Association (2015). Participation in recreational diving report, USA
- Tetzlaff K, Theysohn J, Stahl C, Schlegel S, Koch A, Muth CM. (2006) Decline of FEV1 in scuba divers. *Chest*, 130: 238–243
- Tetzlaff K, Thomas PS. (2017). Short- and long-term effects of diving on pulmonary function. *Eur Respir Rev*, 26:160097
- Thom SR, Milovanova TN, Bogush M et al. (2012). Microparticle production, neutrophil activation, and intravascular bubbles following open-water SCUBA diving. *J Appl Physiol*, 112: 1268-78
- Thorsen E, Segadal K, Stuhr LEB et al. (2006). No changes in lung function after a saturation dive to 2.5 MPa with intermittent reduction in PO₂ during decompression. *Eur J Appl Physiol*, 98: 270-5
- Tipton MJ. (2016). Environmental extremes: origins, consequences, and amelioration in humans. *Exp Physiol*, 101: 1-14
- Uhlig F, Muth CM, Tetzlaff K, et al. (2014). Lung function after cold-water dives with a standard scuba regulator or full-face-mask during wintertime. *Diving Hyperb Med*, 44: 70–73
- Van Ooij PJ, Hollmann MW, van Hulst RA, Sterk PJ. (2013). Assessment of pulmonary oxygen toxicity: relevance to professional diving; a review. *Respir Physiol Neurobiol*, 189: 117–128
- Voortman M, Van Ooij PJAM, van Hulst RA et al. (2016). Pulmonary function changes in Navy divers during their Professional careers. *Undersea Hyperb Med*, 43: 649-57
- Warkander, D.E., Nagasawa GK, Lundgren CE. (2001). Effects of inspiratory and expiratory resistance in divers' breathing apparatus. *Undersea Hyperbaric Medicine*, 28(2):63-73.
- Wilson A. (2011). Prevalence and characteristics of lung function changes in recreational scuba divers. *Prim Care Respir J*, 20: 59–63

Correspondence to:

İstanbul Üniversitesi
İstanbul Tıp Fakültesi
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı
İstanbul/Türkiye
E-mail:

CITATION OF THIS ARTICLE

Mirasoğlu, B., Özen, Ş., & Aktaş, Ş. (2018). SCUBA Dalışlarının Solunum Fonksiyonlarına Akut Etkisi, *Int J Sport Exer & Train Sci*, - IJSETS, 4 (3), 105-113. DOI: 10.18826/useeabd.446699