



T. C.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DENİZCİLİK MESLEK YÜKSEKOKULU

XVI. SUALTI BİLİM VE TEKNOLOJİSİ
TOPLANTISI SBT'2013

2- 3 KASIM 2013

DERLEYEN

Öğr. Gör. Necdet UYĞUR

MUSTAFA YAZICI DEVLET KONSERVATUARI
KONFERANS SALONU
İSKENDERUN 2013

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Akın Savaş TOKLU

Prof. Dr. Altan LÖK

Prof. Dr. Ayşe Bahar YILMAZ

Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK

Prof. Dr. Cemal TURAN

Prof. Dr. Cengiz METİN

Prof. Dr. İbrahim CENGİZLER

Prof. Dr. Nergis GÜNSENİN

Prof. Dr. Şamil AKTAŞ

Doç. Dr. Ufuk KOCABAŞ

Doç. Dr. Yavuz MAZLUM

Doç. Dr. Deniz ERGÜDEN

Doç. Dr. Murat EĞİ

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Akın Savaş TOKLU

Doç. Dr. Yavuz MAZLUM

Öğr. Gör. İlker MERT

Öğr. Gör. Necdet UYGUR

Öğr. Gör. Menderes ŞEREFLİŞAN

Nursen N. GÜŞÜM

Önder ÇAYLI

Doğancan SIRTIKARA

Hakan BOZKURT

Mustafa ARİF KOCA

SUNUŞ

Mustafa Kemal Üniversite'si ev sahipliğinde 16.'sı yapılan "Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı" (SBT) ülkemizde sualtı faaliyetlerini kapsayan en önemli organizasyondur. Bu organizasyon; araştırmacıları, akademisyenleri, amatör-profesyonel dalgıçları, fotoğrafçıları, kameramanları, sualtı çalışmaları için gereken teknolojiyi üreten kuruluşları ve sualtına gönül vermiş olanları buluşturan bir platformdur. İlki 1997 yılında yapılan, öneriler doğrultusunda giderek içeriği ve katılımcı profili geliştirilen SBT 2013'ün sektöre faydalı olabilmesi için tüm çabalar gösterilmiştir.

Bu toplantıda tebliğ ve bildiri sunumlarına, sualtı camiasının gündemini oluşturan güncel olaylara, temel bilimler konusunda geçmişten günümüze değişen ve gelişen konulara, belgesel-slayt- video gösterimlerine, sualtı arkeolojisi, hidrolojisi, dalış fizyolojisi, sualtı hekimliği, oşinografi, deniz biyolojisi ve su ürünleri ile ilgili farklı konulara yer verilmiştir.

Üniversite ve sektörü bir araya getiren SBT 2013'ün düzenlenmesinde her türlü maddi ve manevi katkıyı sağlayan, ülkemizde tek olan bu aktivitenin değerini takdir edip desteğini esirgemeyerek bize güç veren ve bu organizasyonun yurtdışı- yurtiçi katılımcılar için ücretsiz olmasını sağlayan sponsor firma ve kurumlar (ATAKAŞ Şirketler Grubu, ASSAN PORT İskenderun, Çağan Dalgıçlık Sualtı Hizmetleri, Deniz Ticaret Odası İskenderun Şubesi, Boğaziçi Sualtı Araştırma Merkezi, Bestaş) şükranlarımızı sunarız.

Sunulan bildirilerin derlendiği bu bildiri kitabının ileriki SBT'ler için bir kaynak olması ve alana ışık tutması dileğiyle, tüm emek verenlere teşekkür ederiz.

Doç.Dr. Yavuz MAZLUM

SBT'2013 Düzenleme Kurulu Adına

İÇİNDEKİLER

Ne Soluyoruz? Ne Solmalıyız? Aslıcan ÇAKKALKURT.....	1
Dalış Bilgisayarlarının Dalış Profillerini Veri Tabanlarına Cep Telefonları Aracılığı İle Yüklemleri İçin Donanım Geliştirilmesi S. Murat EĞİ, Tamer ÖZYİĞİT.....	6
Fizyolojik Veri Toplamak İçin Sualtı Ekipmanı Geliştirme Kiti Miraç MEMİŞOĞLU, Coentin ALTEPE, Tamer ÖZYİĞİT, S. Murat EĞİ.....	11
Balıkçılıkta Barotravma Aydın DEMİRCİ, Emrah ŞİMŞEK, Seyfettin ULUÇ.....	21
İskenderun Körfezi'ndeki Doğal Resifler Ve Hayalet Ağlar Aydın DEMİRCİ, Necdet UYGUR, Emrah ŞİMŞEK, Menderes ŞEREFİLİŞAN, Yavuz MAZLUM..	27
Türkiye Denizlerindeki Hint Pasifik Kökenli Leseptiyen Balık Türlerinin 2013 Revizyonu Ve Geçiş Yolları Deniz ERGÜDEN, Halit FİLİZ, Cemal TURAN.....	34
<i>Amphistegina Lobifera</i> Larsen'nın Türkiye Kıyılarındaki Yayılımı Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, M. Baki YOKEŞ, Feyza DİNÇER, Volkan DEMİR.....	44
Kısa Süreli Scuba Dalış Eğitimlerinin Solunum Fonksiyonlarına Etkisi Şamil AKTAŞ, Şahin ÖZEN, Birol ÇOTUK.....	52
Tekrarlanan Soluk Tutmaların Suüstü Ve Sualtı Sporcularındaki Kalp Atım Hızı Ve Soluk Tutma Süresine Etkisinin Karşılaştırılması Şahin ÖZEN, Emrah CAN, Abdurrahman KEPOĞLU, Şamil AKTAŞ, H. Birol ÇOTUK.....	72
Dalış Kazaları Analizi Eylem KOCA, Nadir ARICAN, Akın Savaş TOKLU.....	82
Bir Arama-Kurtarma Operasyonu: Vaka Çalışması Necdet UYGUR, İlker MERT, Yavuz MAZLUM	93

NE SOLUYORUZ? NE SOLUMALIYIZ?

Aslıcan ÇAKKALKURT

Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği

ÖZET

Dalış sırasında yaşam kaynağımız tüplerde basınç altında sıkıştırılmış olan havadır ve dalış tüpleri sadece hava saflık standartlarını sağlayan hava ile doldurulabilir. Dış ortamda bulunan havanın basınç altında sıkıştırılma işlemi kompresör olarak bilinen ve günümüzde endüstriyel gelişmelere paralel olarak birçok sektörde kullanılan cihazlarla yapılmaktadır. Normalde temiz olan hava kompresörden geçerken bile kirlenebilmektedir. Solunabilir kalitede hava içerisindeki CO (karbonmonoksit), CO₂ (karbondioksit), su buharı, yağ buharı, O₂ (oksijen) ve hidrokarbonlar belirli seviyelerde olmalıdır. Standartlara uygun olmayan hava CO, CO₂ ve oksijen zehirlenmesi, bazı akciğer hastalıkları ve derinlik sarhoşluğu olarak da bilinen nitrojen narkozu gibi istenmeyen rahatsızlıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle dalış tüplerinin doldurulması sırasında temiz havanın, doğru şekilde çalışan bir kompresörden geçtiğinden emin olunmalı ve yapılacak olan hava analizleri ile ilgili kamu kurumları ve özerk federasyonlar tarafından belirli aralıklarla denetlenmelidir. Bu konu ile ilgili düzenleme ülkemizde Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği ve Özel Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezleriyle İlgili Yönetmelik olmak üzere iki yönetmelikte yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: kompresör, hava analizi, oksijen, nitrojen, karbondioksit

GİRİŞ

Son yıllarda sosyoekonomik gelişmeler ülkemizde de profesyonel ve sportif amaçlı dalışlarda azımsanmayacak ölçüde artış sağlamıştır. Denizlerin gizemini araştırmak, sualtının derinliklerine inmek insanoğlunun yeryüzüne alışkın fizyolojisinin sualtına adapte olması güçlüğünü de beraberinde getirmektedir. Sualtında yaşam kaynağımız SCUBA (self contained underwater breathing apparatus- kendi kendine yetebilen solunum aygıtı) tüplerinde basınç altında sıkıştırılmış solunum havasıdır ve bunun tek yaşam kaynağımız olması nedeniyle hiperbarik havanın nasıl temin edildiği, ne içerdiği, fiziksel ve kimyasal özellikleri son derece önemlidir. Bu nedenle sualtı ile ilgilenen, profesyonel veya sportif amaçlı dalış yapan herkes ne soluduğunu ve ne soluması gerektiğini bilmelidir.

KOMPRESÖRLER

Basınçlı havanın yani kompresörlerin kullanılmadığı sektör yok denecek kadar azdır. Bu kadar yaygın kullanımı nedeniyle de çok sayıda yayında kompresörlerle ilgili bilgilere ulaşmak mümkündür.

Kompresörlerin çalışma ilkesi iki gaz kanunu ile yakın ilişkilidir. Boyle-Mariotte Kanunu'na göre sabit sıcaklık altında ideal gazların basınçları ve hacimleri çarpımı eşittir. Yani gazların basınçları arttıkça hacimleri azalmakta, basınçları azaldıkça hacimleri artmaktadır. Gay-Lussac Kanunu ise ideal bir gazın sabit hacim altında sıcaklığı ile basıncının doğru orantılı olduğunu ifade etmektedir. Yani bir gazın hacmi değişmediği sürece, sıcaklığı arttıkça basıncı artmakta, sıcaklığı azaldıkça basıncı

azalmaktadır; aynı şekilde basınç arttıkça sıcaklık artmakta, basınç azaldıkça ise sıcaklık azalmaktadır.

Kompresörleri birçok biçimde gruplandırma olanağı vardır, pistonlu-vidalı, seyyar-sabit, yağlı-yağsız, hava-soğutmalı, tek kademeli-çok kademeli gibi tanımlara sıkça rastlarız.¹

Bir kompresör sistemi temel olarak, emiş fanları, soğutma sistemleri, filtre sistemleri, emniyet sistemleri, motor bölümü ve tahliye sistemlerinden oluşmaktadır. Oldukça gürültülü çalışan bu cihazların içinde susturucu da yer almaktadır.

Kompresör bloğu içinde yer alan yağ; aşınma ve çizilmeye karşı koruma sağlayarak sistemin verimli çalışmasına yardımcı olur. Bu nedenle motor ve kompresör bloğunun yağ seviyesi de mutlaka kontrol edilmelidir. Dalış tüplerinin dolun işlemi sırasında her ne kadar dikkat edilse de; havanın yağ ile temas riskine karşı, kompresör bloğunun yağı motor yağından farklı olarak içilebilir nitelikte mineral ya da sentetik yağ olmalıdır.²

Kompresör Filtreleri

Tüm kompresörlerde bloğu korumak için filtreler kullanılır. Dalış tüplerinde tüpe basılan havanın su altında yaşam kaynağımız olması nedeniyle bu tüplerin doldurulmasında kullanılan kompresörlerde filtre sistemi daha fazla önem kazanmaktadır. Tüpe su, yağ ve yağ buharı asla temas etmemelidir. Bu amaçla emme filtreleri, iç su ayırıcıları ve kimyasal (tripleks) filtreler kullanılmaktadır.²

Emme filtreleri, adından da anlaşılacağı gibi birinci kademenin hava emiş hattında yer alırlar ve havada bulunan fiziksel parçacıkların tutulmasını sağlarlar. İç su ayırıcıları ise havanın akış yönünü değiştirerek hem suyun hem de yağın ayrıştırılmasına yardımcı olurlar. Genellikle birinci kademedeki sonra bir adet olabileceği gibi her kademe sonunda da yer alabilirler. Kimyasal filtre ise sistemde yer alan son filtredir. Fiziksel parçalar, su ve yağ buharının tutulmasını sağladıkları için tripleks filtre olarak da adlandırılırlar.²

Kompresörler çalıştırılmadan önce...

- Motor ve kompresör yağı seviyesi kontrol edilmeli
- Yeterli yakıt olup olmadığına dikkat edilmeli
- Kompresörün eğimli olmayan ve tozlanmayan bir zemine kurulduğundan emin olunmalı
- Egzost gazının yönü ile rüzgarın yönü aynı olmalı
- Asla çalışan makineye yakıt ikmal yapılmamalıdır.²

HAVA SAFLIK STANDARTLARI

Solunabilir kalitede hava istenildiğinde hava içerisindeki CO, CO₂, su buharı, yağ buharı, O₂ ve hidrokarbonlar belirli seviyelerde olmalıdır.

- } O₂ %20-22
- } CO₂ <500ppm
- } CO <10 ppm

- } Hidrokarbonlar <25 ppm
- } Yağ buharı <5 mg/m³
- } Koku ve tat olmamalı

Dalış amaçlı olarak hava saflık standartları içinde en sık CGA Grade E standardı kullanılmaktadır. Ülkemizde bu konu ile ilgili düzenlemeye iki yönetmelikte rastlanmaktadır. Bunlar, Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği ve Özel Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezleriyle ilgili Yönetmeliktir.³

Karbonmonoksit

Kimyasal boğucu gazlar içinde yer alan karbonmonoksit karbon içeren bileşiklerin tam olarak yanmaması sonucu ortaya çıkan bir gazdır. İlk kez 1857 yılında Claude Bernard doku hipoksisinin toksik etkilerini tanımlamış ve 1895 yılında Haldane CO toksisitesinin mekanizmasını ortaya koymuştur.

CO zehirlenmesi vücuttaki birçok sistemi ilgilendiren bulgularla ortaya çıkabileceğinden “binyüzlü hastalık” olarak da adlandırılmaktadır; kokusuz, renksiz ve tatsız bir gazdır.³

Karbondioksit

CO₂, kokusuz, renksiz ve yanmayan bir gazdır. Hayvan ve bitki yaşam döngüsünde fotosentezde önemli rol oynar. Solunum için en güçlü uyarıcıdır, çözünürlüğü oksijenin 20 katıdır ve kanda hem serbest olarak bulunmakta hem de çözünmüş olarak hemoglobin ile taşınmaktadır. Klinik bulgular CO₂ retansiyon derecesine bağlıdır; hafif asidozdan ani bilinç kaybına kadar değişebilmektedir.³

Yağ buharı

Yağ buharı seviyesinin dalış amaçlı solunum havasında ‘0’ seviyelerinde olması arzu edilir. Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği’ne göre 5 mg/m³e kadar yağ buharı seviyeleri kabul edilebilir sınırlar içindedir. Yağ buharı solunması bir şikayete neden olmayabileceği gibi, herhangi bir akciğer hastalığı bulgusu ile de ortaya çıkabilir.³

Su buharı

Solunum havasında belirli miktardaki su buharı dalgıç için yararlıdır. Su buharı solunum havasını nemlendirerek dalgıcın rahat etmesini sağlar. Sıcaklık hızlı şekilde azaldığında su buharı buz kristallerine dönüşür. Buzlanma nedeniyle dalgıcın hava soluduğu devre ve ekipmanlarında tıkanma ve yıpranma ortaya çıkabilir.³

Oksijen

Dalış sırasında oksijen zehirlenmesi, oksijenin solunum gazındaki yüzdesine, parsiyel oksijen basıncına ve maruz kalma süresine bağlıdır. Oksijen zehirlenmesinin merkezi

sinir sistemi (MSS) üzerindeki etkileri Paul Bert, solunum sistemi üzerindeki etkileri ise Lorrain Smith etkisi olarak bilinmektedir. MSS üzerindeki toksik etkiler normal atmosfer basıncından daha yüksek basınçlarda oksijen solunmasına bağlıdır. Akciğerler ve görme üzerindeki etkileri ise sıklıkla normal atmosfer basıncında uzun süre oksijen maruziyetine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Zehirlenme bulguları sıklıkla yüzde solukluk, terleme, kalp hızında azalma, hıçkırık, davranış değişiklikleri, baş dönmesi, ağız çevresi kaslarda seğirme, nöbet geçirme, kulak çınlaması, görme alanında daralma, uyuşukluk, karıncalanma, göğüs ağrısı ve solunum sıkıntısı şeklinde görülmektedir.

Oksijen zehirlenmesi konvülziyon yani nöbete neden olduğundan özellikle parsiyel oksijen basıncının yüksek değerlere ulaştığı derin dalışlar sırasında dikkatli olunmalıdır. Bunun dışında, kapalı ve yarı-kapalı devre ile yapılan dalışlarda, satürasyon dalışlarında, oksijen ile yapılan dekompresyonlarda ve nitrox gibi karışım gaz dalışlarında da oksijen zehirlenmesine rastlanabilir. 1996 yılında yayınlanmış bir olgu sunumunda⁴ 47 yaşında bir dalıcının 'teknik' mağara dalışı sırasında %50/50 oksijen/nitrojen gaz karışımı soluduğu ve 47 metreye 19 dakika dip zamanlı gerçekleştirdiği dalışının ölümle sonuçlandığı bildirilmektedir. Olay sonrası dalış ekipmanı incelenmiş ve dalıcının dalışın büyük bölümünde %50/50 oksijen/nitrojen gaz karışımına maruz kaldığı saptanmıştır. 2.9 ATA basınçta oksijen solunmasına bağlı oksijen zehirlenmesi sonucu dalışın ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir.

Nitrojen

Hava ile yapılan dalışların 30 metre gibi sığ bir derinlikle sınırlanmasının nedeni derinlik arttıkça artan parsiyel nitrojen basıncının narkotik etkiye neden olmasıdır. Solunum havasındaki nitrojen yüzdesinin artması veya parsiyel nitrojen basıncı artışı nitrojen narkozu olarak bilinen belirti ve bulguların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Nitrojen narkozundan ilk etkilenen öğrenme, değerlendirme, karar verme gibi yüksek beyin işlevleridir.

Nitrojen narkozunun etki mekanizmasına ilişkin olarak son yıllarda en çok kabul gören mekanizma kritik hacim teorisi olup; bu teoriye göre hücre yağlarında, özellikle sinir hücre yağlarında eriyen gazlar, örneğin nitrojen, sinir hücreleri arasındaki mesafede belirli bir genişlemeye yol açmakta, böylece sinir iletisi yavaşlamaktadır.

30 metreden daha derin dalışlarda görme ve işitme yetenekleri bozulurken, 50 metrenin altına inildiğinde uyku hali ve halüsinasyonlar gelişmektedir. 90 metreden daha derine yapılan dalışlar ise bilinç kaybı ve ölümle sonuçlanabilmektedir.

Hava Kullanan İşletmelerin Kullanılabilir Hava Saflık Değerlerinin Ölçülmesi³

İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen bir tez çalışmasında profesyonel veya sportif amaçlı dalış yaptıran 60 işletmenin hava kaynakları üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada işletmeler ile yapılan anket ve hava analizleri sonuçları kullanılarak, işletmelerin hizmet alanları, kompresör çalışma yılları, kompresör bakım tarihleri ve kompresör filtre değişim

tarihleri ile karbondioksit, karbonmonoksit, yağ buharı ve su buharı değerleri arasında ilişki olup olmadığında bakılmıştır.

Hava analizleri sırasında 30 profesyonel dalış işletmesinden 15'inde karbondioksit seviyesi üst sınır olan 1000 ppm değerinin üzerinde saptanmıştır (ortalama 1650 ppm). Aynı şekilde karbonmonoksit seviyesi ise üst sınır 10 ppm olması gerekirken 3 işletmede bu değer üzerinde (ortalama 26.25 ppm). Bazı standartlarda CO üst sınırının 5 ppm olduğu düşünülürse çalışmada elde edilen ortalama değer oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışmaya katılan 30 sportif amaçlı dalış işletmesinin hava analizlerine bakıldığında ise karbondioksit seviyesi 11 işletmede 1000 ppm'in üzerinde, karbonmonoksit seviyesi ise 1 işletmede 10 ppm'in üzerindedir. Su buharı ve yağ buharı seviyelerinin ise standartlar içinde olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada solunum havası olarak hiperbarik hava kullanan dalış işletmelerinin hava saflık değerlerinin sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi amacıyla daha kapsamlı standartların oluşturulması ve dalış işletmelerinin de bu konu ile ilgili kurumlar tarafından daha sık, faaliyet sırasında ya da tarihi belli olmayan kontroller ile denetlenmesi gerektiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- 1- Basınçla Hava Tesisatı ve Kompresörler. TMMOB Kasım 2005
- 2- Acar Ö. Basınçlı Hava Üreticileri, Kompresörler
- 3- Kurt AE. Hiperbarik hava kullanan işletmelerin solunabilir hava saflık değerlerinin ölçülmesi. Uzmanlık Tezi, İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı, 2007.
- 4- Lawrence CH. Med J Aust 1996; 165 (5): 262. A diving fatality during a oxygen toxicity during a "technical" dive.

DALIŞ BİLGİSAYARLARININ DALIŞ PROFİLLERİNİ VERİ TABANLARINA CEP TELEFONLARI ARACILIĞI İLE YÜKLEMELERİ İÇİN DONANIM GELİŞTİRİLMESİ

S. Murat EĞİ¹, Tamer ÖZYİĞİT²

¹ Galatasaray Üniversitesi, MTF, Bilgisayar Mühendisliği. Bölümü, megi@gsu.edu.tr

² Galatasaray Üniversitesi, MTF, Bilgisayar Mühendisliği. Bölümü, tozyigit@gsu.edu.tr

ÖZET

Dekompresyon hastalığı araştırmaları için geniş veri tabanlarına ihtiyaç duyulur. Bu veri tabanlarına dalış profillerinin yüklenmesi mevcut kablolu ya da infrared sistemlerde veri toplanmasının pratiklikten uzaklaştırmaktadır. veri toplanmasını cep telefonları aracılığı ile hızlandırılabilmesi için wifi tabanlı veri aktarımı idealdir. Zira tüm akıllı cep telefonları bu standarda uymaktadır. Bu çalışmada mevcut dalış bilgisayarlarının kablolu veri aktarımı sağlayan çıkışlarına takılacak bir wifi adaptörü tasarlanmış, ve üretiminin fizibilitesi gerçekleştirilmiştir. verilerin yaygın kullanılan veri tabanı formatlarına çevriminin yanı sıra PDF ve CVS gibi formatlar da hedeflenmiştir. Önerilen sistem her ne kadar kullanım kolaylığı da getirirse, dalıcıya ek maliyet getirdiğinden kullanımının yaygınlaşması için dalış bilgisayarı üreticilerinin ya da dekompresyon ile ilgili araştırma yapan kuruluşların sübvansiyonu gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: sualtı, vurgun, dekompresyon hastalığı

GİRİş

Sportif SCUBA dalış güvenliği ile ilgili dünyada 2 adet büyük veri tabanı bulunmaktadır. DL7 formatında dalış kaydeden bu veri tabanlarından birinde 200 000 diğerinde ise 90 000 dalış bulunmaktadır [1,2]. Güncel vurgun riskinin 4/10 000 civarında olduğu düşünöldüğünde toplanan verilerin miktarı yetersizliği aşıkardır ve veri miktarının hızlı artmamasının temel nedeni dalış bilgisayarlarından veri aktarımının pratik olmamasıdır [3-5]. Dalış bilgisayarları vurgundan korunmak amacı ile dalgıçların kullandığı vazgeçilmez bir donanım haline gelmiştir. Bu özelliklerinin yanı sıra dalış sırasında derinlik / zaman profillerini de kaydederler. Dalış sonrasında bu veriler bir kablo ve bir yazılım aracılığı ile bir bilgisayara aktarılır. Bu işlem ek kablo maliyeti ve zaman kısıtları nedeni ile çok kullanışlı değildir. Bu araştırma projesinde dalış bilgisayarlarının seri iletişim portlarına doğrudan monte edilecek ve verileri wifi veya Bluetooth ile cep telefonlarına aktaran bir cihaz geliştirilmesi hedeflenmektedir.

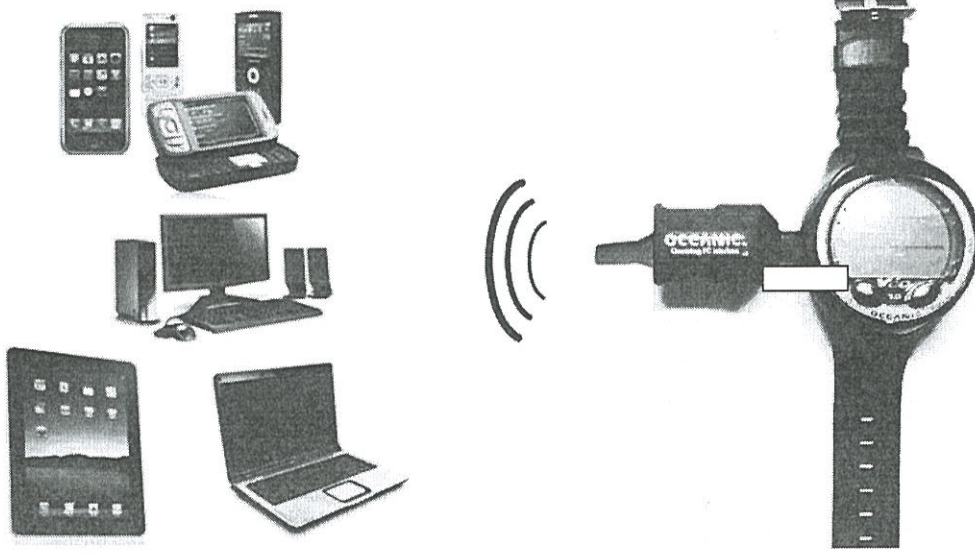
GEREÇ VE YÖNTEM

Öncelikle en yaygın dalış verilerini saklama formatı olan DL7 özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra DL7 formatını kullanan, web tabanlı iki veri tabanının yapısı incelenmiştir. Bu iki veritabanından birincisi DAN (Divers Alert Network) Europe vakfına ait DSL (Diving Safety Laboratory) ve DAN USA vakfına ait PDE (Project Dive Exploration) veritabanlarıdır. Üçüncü aşamada ise piyasada mevcut dalış bilgisayarlarının en yaygın kullanılanlarından ikisi seçilmiştir. Bu dalış bilgisayarlarının profil saklama formatı hakkında bilgi edinilmiştir. Dördüncü aşamada dalış bilgisayarlarının seri iletişim portlarına doğrudan monte edilecek ve verileri wifi (IEEE 801.11 b/g) ile cep telefonlarına aktaran cihazın tasarımı gerçekleştirilmiştir.

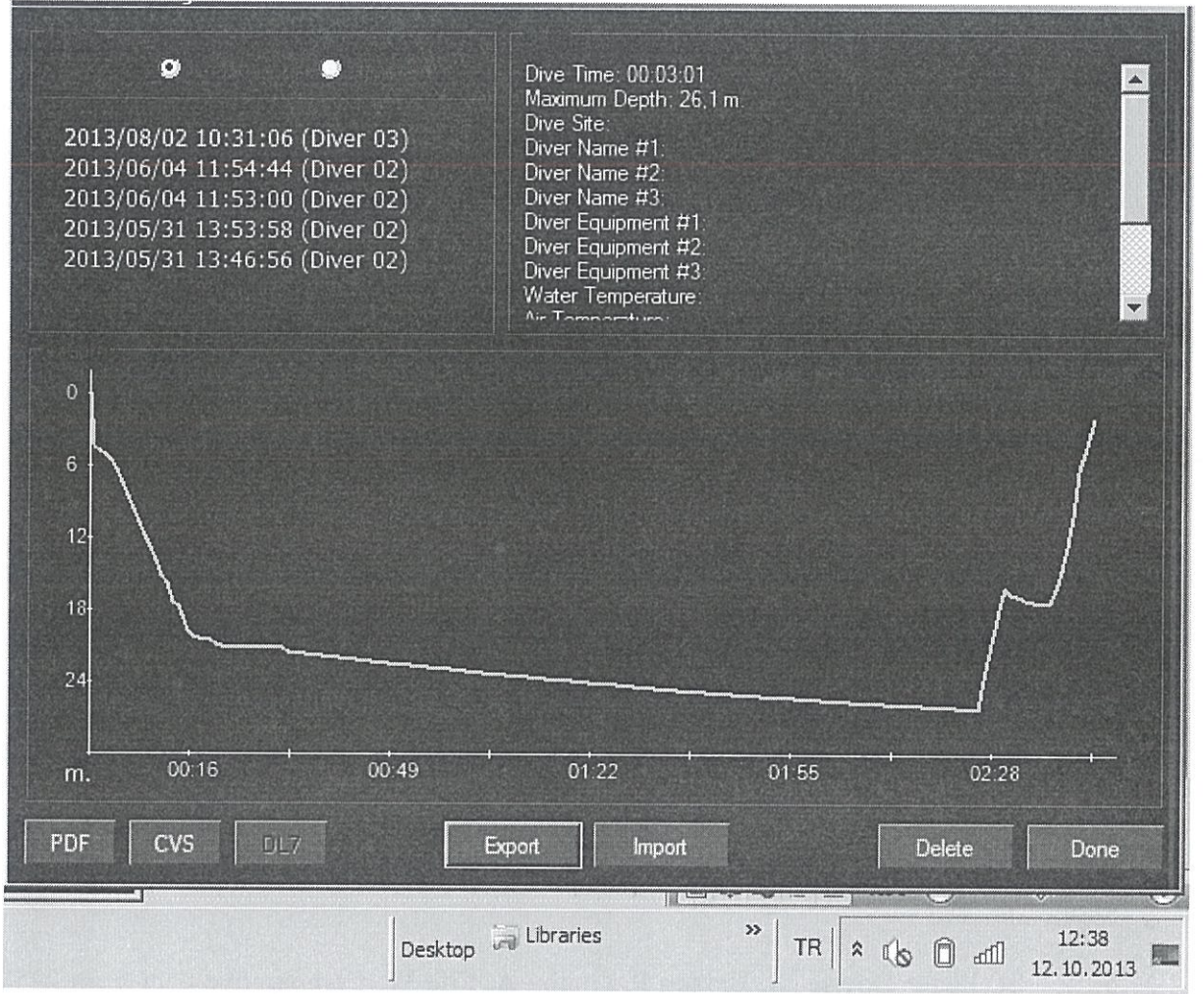
BULGULAR

Tasarımda kullanılan parçalar ve maliyetleri Tablo 1 de gösterilmiştir. Baskı devre tasarımı yapılmış ve imalat aşamasına getirilmiştir. DL7 formatına çevrim ise masaüstü yazılım ile gerçekleştirilmektedir (Resim 2). DL7 formatının yanı sıra dalış kayıtlarının PDF ve CVS (Microsoft Office, Excel yazılımı tarafından okunabilir) dönüşümleri de gerçekleştirilmiştir..

Sıra No	Adı	Tanımı ve İşlevi	Miktar	Fiyat
1	RN131C	WiFly GSX gömülü 802.11 ağ modülü	1	39 \$
2	LED	Durum göstergesi için ışık LED	1	0.2\$
3	Kondansat ör	Gürültü baskılama	3	0.01 \$
4	Direnç	Gerilim dengesi	2	0.01 \$
5	CR123	Batarya	1	3 \$
6	BH1	Batarya haznesi	1	1 \$
7	16f688	Flash mikrodenetçi	1	2.7\$



Resim 1. Dahş bilgisayarına monte edilen wifi çevirici



Resim 2. Dalış kayıtlarının farklı formatlara çevrimi için kullanıcı arayüzü

TARTIŞMA ve SONUÇ

Tasarlanan sistem veri toplama etkinliğini büyük oranda artırabilme potansiyeline sahiptir. Ancak etkin kullanımı için son kullanıcıya ulaşma maliyetlerinin düşürülmesi gerekmektedir. Tasarlanan modülün parça maliyeti 45,92 Amerikan doları tutmaktadır. Buna ek olarak baskı devre, dizgi, konektör ve kutulama maliyetleri eklenmelidir. Bu maliyetler toplam üretim adedine bağlı olarak 12 ila 25 dolar arasında değişecektir. Dalıcıların dekompresyon hastalığı araştırmalarını güçlendirme potansiyeli de olsa bu tip bir maliyeti kendi ceplerinden karşılama olasılığı çok düşüktür. Bu nedenle, sistemin üretime geçebilmesi için dekompresyon araştırmalarını sürdüren DAN gibi kuruluşların ya da dalış bilgisayar üreticisi gibi ekonomik paydaşların yatırım ve sübvansiyonu ile dalıcılara ücretsiz dağıtılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Galatasaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri bütçesinden desteklenene 12.401.006 kodlu ve “Dalış bilgisayarlarının dalış profillerini veri tabanlarına cep telefonları aracılığı ile yüklemeleri için donanım geliştirilmesi” projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. <http://www.diversalertnetwork.org/research/downloads/index.asp>
2. <http://www.daneurope.org/web/guest/invia-il-tuo-profilo>
3. P; Dunford, R; Sayer, M; Pollock, N; Nord, D; Vann, R. Predicted probability of decompression sickness in 159 treated cases with documented dive profiles. Abstract of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. Annual Scientific Meeting, Las Vegas, Nevada, USA.2009
4. Jodi Hawes, E. Wayne Massey, Neurologic Injuries from Scuba Diving, Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, Volume 20, Issue 1, Sayfa 263-272
5. St. Leger Dowse M, Bryson P, Gunby A, Fife W. Comparative data from 2250 male and female sports divers: diving patterns and decompression sickness. Aviat Space Environ Med 2002; 73:743-9.

FİZYOLOJİK VERİ TOPLAMAK İÇİN SUALTI EKİPMANI GELİŞTİRME KİTİ

M. MEMİŞOĞLU¹, C.K. ALTEPE¹, T. ÖZYİĞİT², S.M. EĞİ³

⁽¹⁾ Boğaziçi Sualtı Araştırma Merkezi, Boğaziçi Uluslararası Eğitim Danışmanlık Merkezi ve Tic Ltd, Yavuztürk Sok. Yavuz apt. No:32/1 Söğütlüçeşme, Kadıköy İstanbul

⁽²⁾ Galatasaray Üniversitesi, MTF Endüstri Müh.

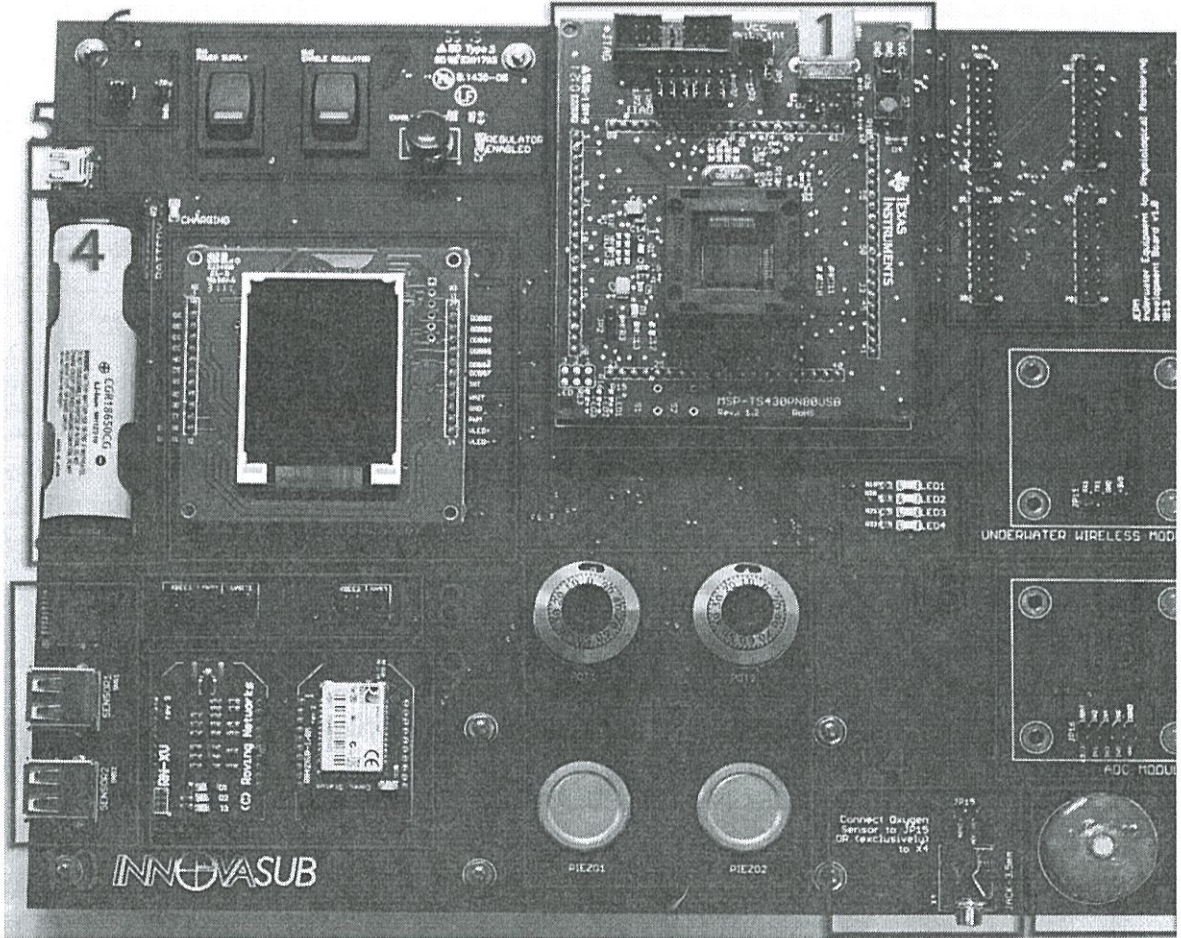
⁽³⁾ Galatasaray Üniversitesi, MTF Bilgisayar Müh.

GİRİŞ

Sualtında çalışan elektronik cihaz dendiğinde dalgıçlarca en çok kullanılan ekipmanlardan birisi dalış bilgisayarıdır. Dalış bilgisayarları, bir sualtı elektronik ekipmanı olarak dalgıçların tehditlerinden biri olan dekompresyon hastalığından korunmaları için kolaylık sağlar. Temel olarak görevi tabloların matematiksel modellerini kullanarak dokuların gaz yüklerini hesaplamaktır. Bu hesaplara göre dalgıçları yönlendirmek ve sonraki dalışlar için dalgıca bildirim yapmaktır. Dalış bilgisayarlarının bir başka görevi dalgıçların yaptığı dalışların kaydını tutmaktır. Görüleceği üzere sualtı ekipmanı olarak dalış bilgisayarları temel görevler bakımından farklılıklar göstermemektedir. Dalgıcın vücut ısısı, kas hareketi gibi fizyolojik verilerini toplamak için uygulamaya göre modifiye edilemezler. Bu gibi uygulamaları gerçekleştirmek için araştırmacıların hizmetine sunulabilecek bir geliştirme kartı üretilmiştir. Fizyolojik Veri Toplamak için Sualtı Ekipmanı Geliştirme Kartı, sualtı teknolojileri konusunda yapılacak bilimsel araştırmalara, ArGe çalışmalarına katkı sağlamak adına geliştirilmiştir. Bu kart, dalgıcın sualtı fizyolojisini izlemek için gerekli tüm donanım ve yazılımları bir araya getirmeyi amaçlamıştır. Tüm aksesuarları, dökümanları, örnek kodlarıyla beraber geliştirme yapmaya hazır bir kit oluşturmak hedeflenmiştir. Bu bildiri, geliştirme kitinin dizayn aşamasını ve fonksiyonlarını içermektedir.

YÖNTEM

Böyle bir geliştirme kitinin piyasada benzeri bulunmamaktadır. Mikroişlemci üreticileri tarafından Geliştirme Kiti olarak çıkartılan ürünler genel olarak su üstü uygulamalarının geliştirilmesi için uygundur. Bu sebepten ötürü sualtın koşullarına uyum sağlayacak elektronik ekipmanların geliştirilebilmesine imkan verecek yeni ve farklı bir geliştirme kiti üzerinde çalışılmıştır. Tasarım aşamasında, gerçekleştirilmek istenen fonksiyonlar gözetilmiş ve buna göre donanım tasarımları yapılmıştır.



Resim 1. Geliştirme kiti genel görünüm

- 1 MSP-TS430PN80USB Hedef Kartı
- 2 INT018ATFT LCD Ekran. 1.8" TFT, 160x128 RGB
- 3 Genişletme Kartı MSP430 80 pin
- 4 CGR18650CG Lityum İyon Şarj edilebilir pil
- 5 Mini-USB
- 6 Referans pini (GND)
- 7 Güç Kaynağı kontrolü için açma/kapama düğmeleri
- 8 Ayarlar
- 9 XBEE, WiFi, Bluetooth için UART çıkışları
- 10 USB ile UART çıkışları
- 11 Sualtı kablosuz iletişim modülü için konnektör
- 12 Potansiyometre ve Piezo düğmeler
- 13 LED
- 14 Oksijen sensörü girişi
- 15 Genel amaçlı ADC girişi
- 16 MS5541C basınç sensörü

Bu donanım tasarımlarında basınç sensörü, potansiyometre, ekran, pil gibi başlıca elemanlar ele alınmış ve uygulanmıştır. İlk olarak, sualtına özel uygulamalar için basınç ve sıcaklık sensörü eklenmiştir. Buna ek olarak, basınç ve sıcaklık sensörünün simülasyonunu yapabilmek amacıyla iki adet potansiyometre eklenmiştir. Yine sualtına özel uygulama olması adına koşullara uygun olarak piezo düğmeler tercih edilmiştir. Son olarak sualtı elektronik cihazlarında sıklıkla kullanılan ıslak devre uygulaması eklenmiştir. Su ile temas ile aktif olan bir devre tasarımı mevcuttur.

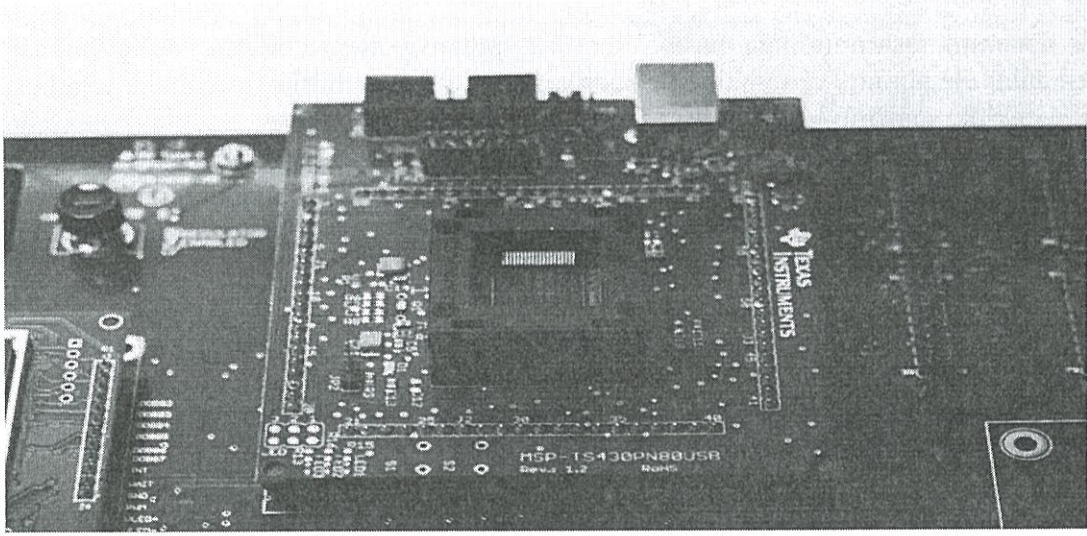
Kit üzerinde kullanılan mikroişlemcinin bir sorun sonrasında değiştirilmesine olanak sağlamak ve geliştirme sırasında debug yapılabilmesi adına Texas Instruments tarafından temin edilen Hedef Kartlar tasarımı kullanılmıştır. Bununla beraber kart üzerinde programlama yapılabilmektedir.

Kullanıcılara sualtında belli çıktılarını gösterebilmek adına kit üzerine TFT ekran eklenmiştir. TFT ekran seçiminde gündüz güneş ışığı yansımalarında problem teşkil eden OLED teknolojisi düşünülmemiştir. Güç kaynağı olarak lityum iyon şarj edilebilir piller tercih edilmiştir. Seri iletişim yoluyla mikroişlemci ile haberleşme imkanı sunmak adına iki adet UART girişi eklenmiştir. Bu girişlere WiFi ve Bluetooth modülleri hem uygulama örneği olarak hem de aksesuar olarak ilave edilmiştir. Kablosuz modüller sayesinde insan vücudundan EKG, puls oximetre gibi ekstra veriler alınıp farklı uygulamalar geliştirilmesi hedeflenmiştir. Kablosuz iletişim modüllerinden başka tasarım olarak, sualtında fizyolojik verilerin kaydedilebilmesini olanak sağlamak adına mikro sd soket eklenmiştir. Oksijen, nem sensörü gibi ölçümü istenen farklı değerler için analog dijital çevirici bölümü eklemiştir. Son olarak, mikroişlemci üzerindeki tüm bacaklara ulaşarak kitin büyütülebilmesi sağlanmıştır.

FONKSİYONLAR

Hedef Kart

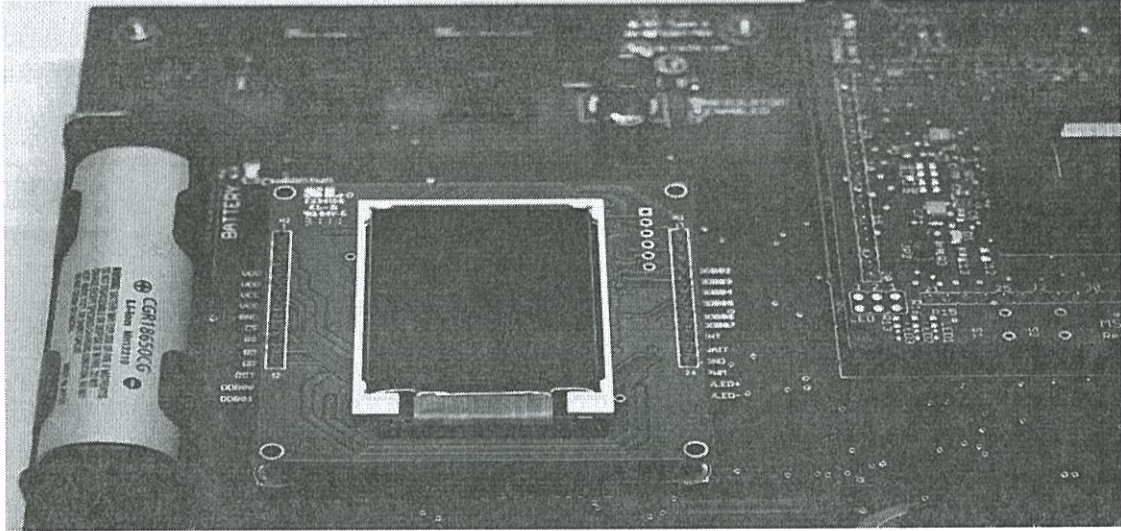
Texas Instruments tarafından geliştirilen MSP-TS430PN80USB hedef kartı tüm MSP430 80N paketleri ile uyumludur. Ancak, geliştirme kiti MSP430F5529 mikroişlemci için tasarlanmış ve optimize edilmiştir. Kart üzerine gerçek zaman ölçümü için 32.768 Hz ve USB iletişimi sağlamak adına 4 Mhz olmak üzere iki adet kristal osilatör eklenmiştir.



Resim 2. MSP-TS430PN80USB Hedef kartı

LCD Ekran

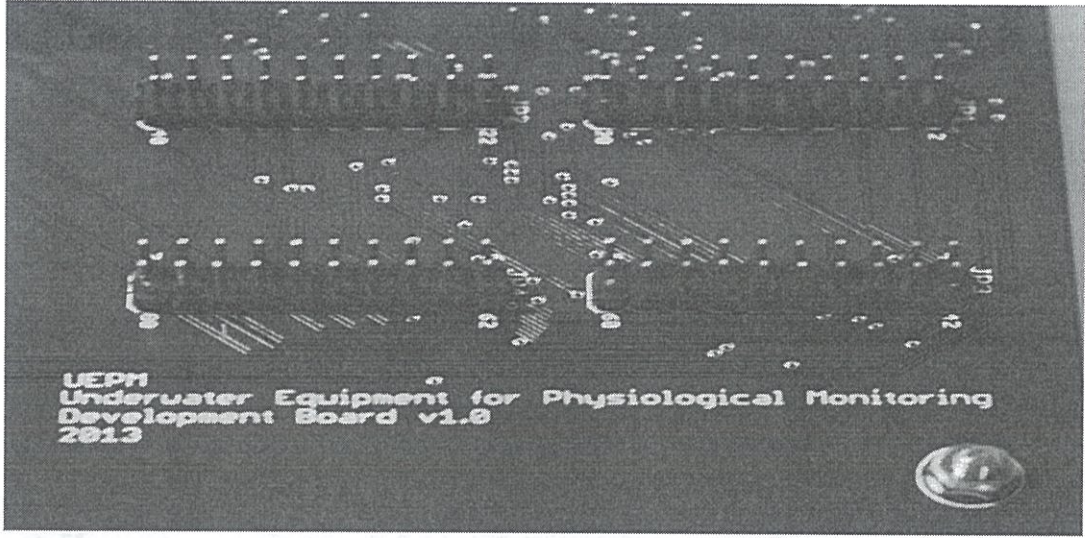
Ekran olarak INT018ATFT kod ismiyle TFT ekran eklenmiştir. 160x128 çözünürlük uygulamalar için yeterli görülmüştür.



Resim 3. LCD ekran

Genişleme Pinleri

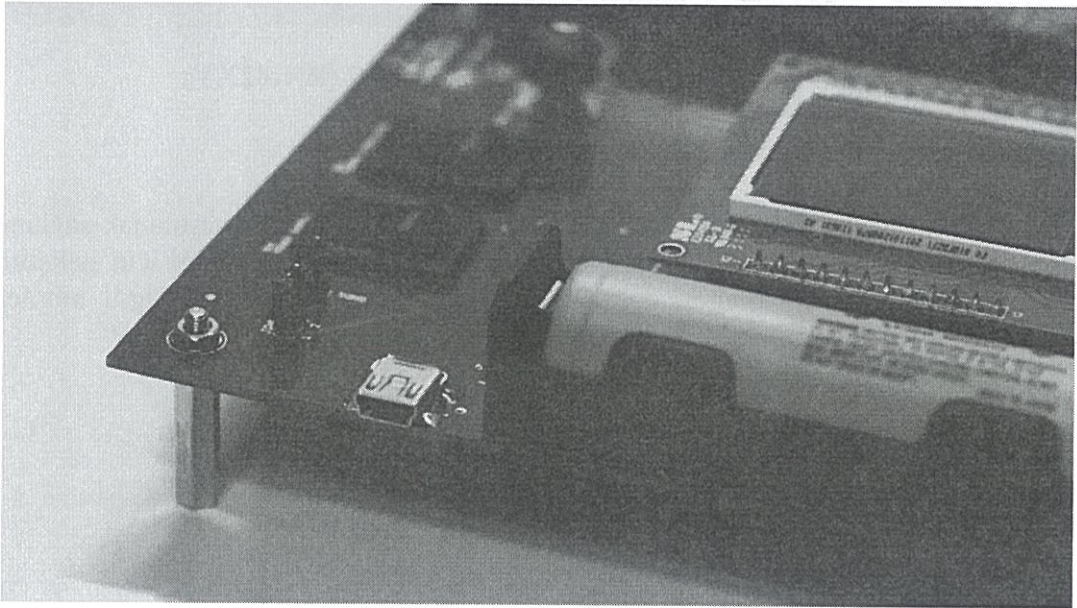
MSP430 işlemcinin her bacağına erişim sağlamak, farklı uygulamalar için genişlemeye olanak kılmak adına bacaklar konnektörler aracılığıyla kullanıma sunulmuştur.



Resim 4. Gelişleme pinleri

Pil ve Şarj Devresi

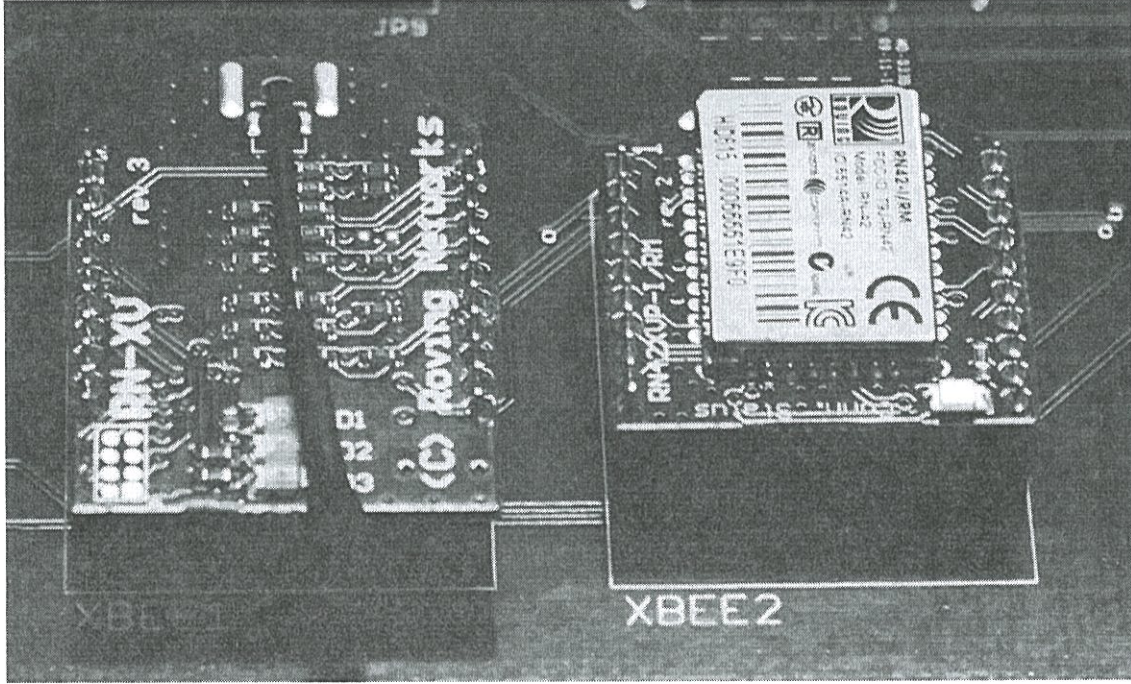
Kart üzerinde kullanılan pil CGR18650CG seri nolu 18650 paket türünde lityum iyon pildir. Bu Şarj edilebilir, tek hücreli bir 2.000 mAh kapasiteli lityum iyon bataryadır. Nominal gerilimi 3.7 voltur. Ancak şarj dolum durumuna bağlı olarak 4.2 volt ile 2.7 volt arasında değişmektedir.



Resim 5. Lityum iyon pil ve Mini-USB ile şarj devresi

Seri Haberleşme

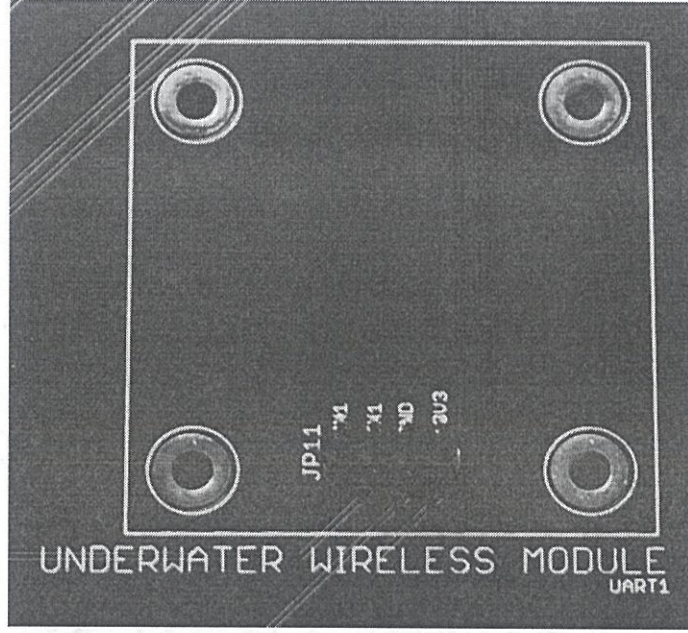
Kart üzerinde UART1 ve UART2 olarak iki adet seri iletişime olanak sağlayan konnektör eklenmiştir. Bu konnektörlere XBEE, RN-171, RN-42 gibi ghz kablosuz modüller eklenebilmektedir.



Resim 6. XBEE1 (RN-171XV) ve XBEE2 (RN-42XV)

Sualtı Kablosuz İletişim Modülü Konnektörü

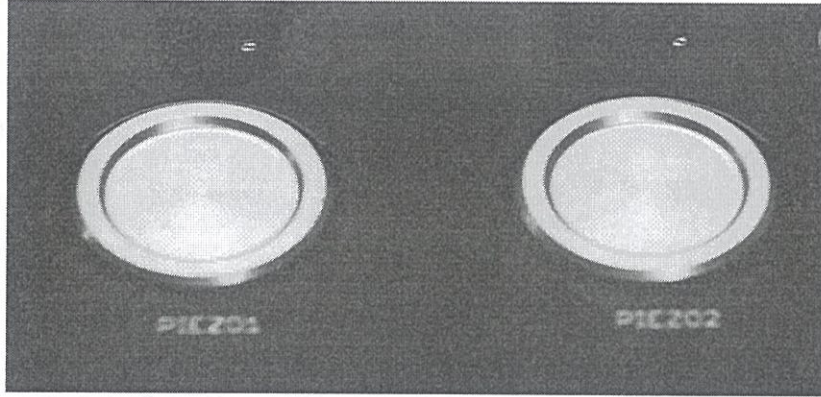
Sualtında düşük frekanslarda iletişim sağlamak için modül eklemeye olanak sağlamak adına kart üzerinde konnektör eklenmiştir. Böylece tuzlu suda iletişim için geliştirme yapılması sağlanmıştır. Örneğin, dalgıcın tüpünden hava durumu ile ilgili bilgilerin alınması ile ilgili bir uygulama yapılabilmektedir.



Resim 7. Sualtı kablosuz iletişim modülü için konnektör

Piezo Düğme

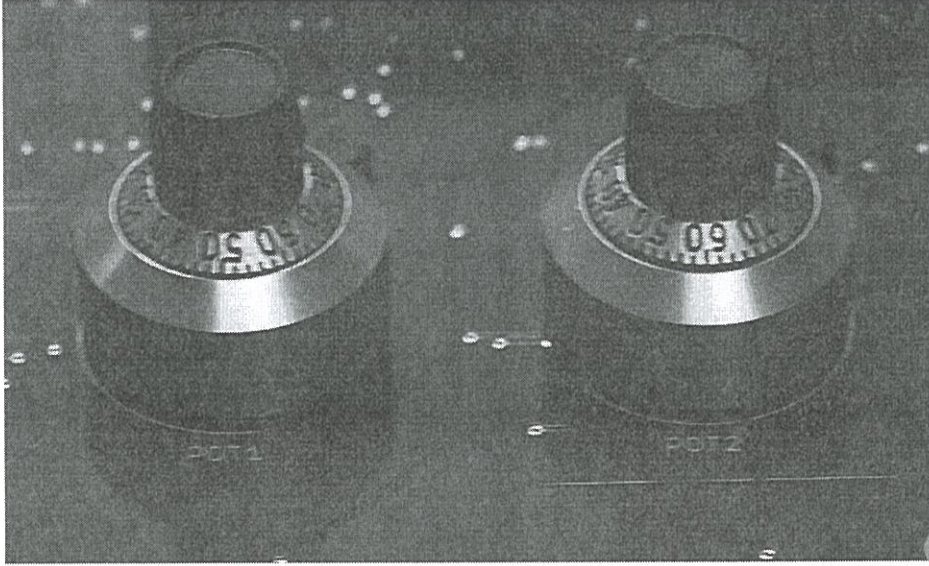
Kit üzerinde kullanılacak düğmeler için en önemli kıstas sualtı koşullarına uygun olup olmadığıdır. Bu doğrultuda Piezo düğmeler tercih edilmiştir. Düğmeler tamamen su geçirmez ve sualtında kolaylıkla kullanılabilir.



Resim 8. PIEZO1 ve PIEZO2 Piezo düğmeler

Potansiyometre

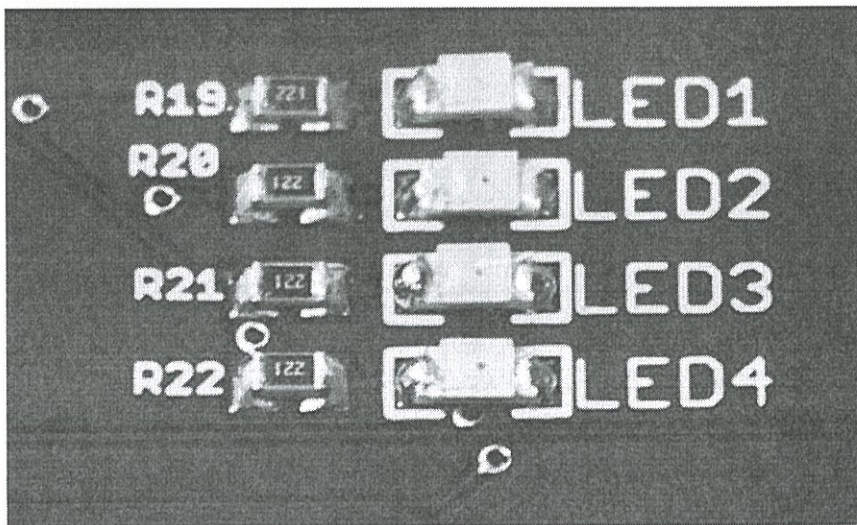
Kit üzerinde basınç, sıcaklık, gaz tankı kapasitesi vb. Değerlerin simülasyonunu gerçekleştirebilmek adına 2 tane potansiyometre eklenmiştir.



Resim 9. POT1 ve POT2 potansiyometre

LED

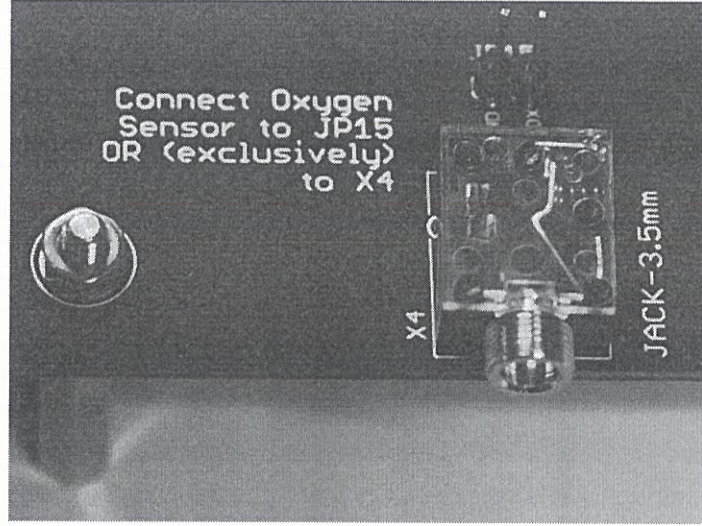
Genel amaçlarla kullanmak adına geliştirme kitine 4 adet led eklenmiştir. Basit bilgilerin aktarılması için kullanılabilirler. Bunun yanında yazılım geliştirmesi sırasında yazılımcıya yol göstermek için tercih edilebilir.



Resim 10. LED1, LED2, LED3 ve LED4

Oksijen Sensör

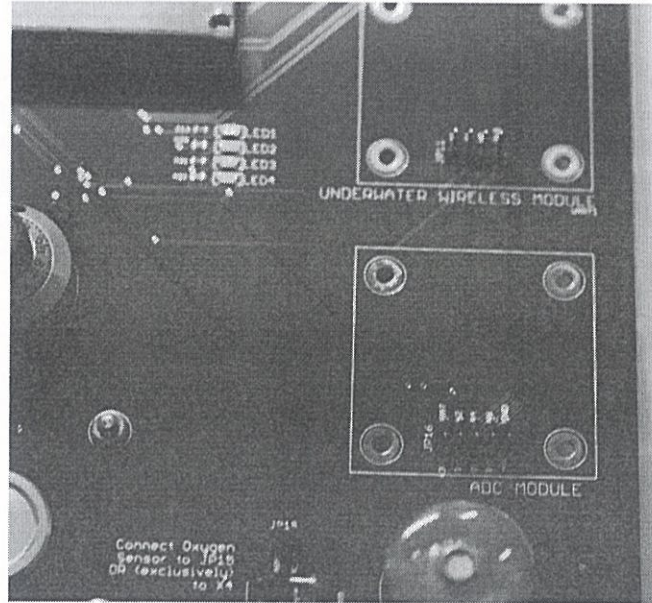
Geliştirme kiti ile gerçekleştirilebilecek sualtı uygulamalarından birisi de oksijen sensör ölçümleri ile ilgili olabilir. Bu durumda oksijen sensörlerinden 12 bit çözünürlükte okuma gerçekleştirebilmeye yarayan sensör girişi, kit üzerine eklenmiştir.



Resim 11. Oksijen sensörü için bağlantı

Genel Amaçlı ADC Girişi

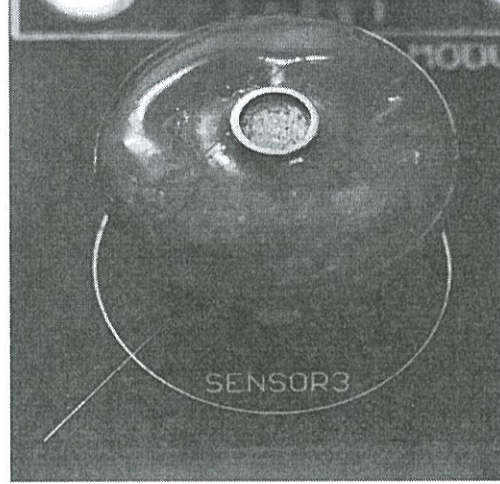
Oksijen sensörü girişinin yanında genel amaçlı 6 adet 12 bit çözünürlükte analog dijital çevirici girişi için modül yeri eklenmiştir. Bu yere takılacak modül ile bir çok farklı sensörden okuma gerçekleştirilebilecektir.



Resim 12. ADC girişi

Basınç Sensörü

Yuvarlak PCB üzerine montajlanmış Intersema MS5541C basınç sensörü kart üzerine eklenebilmektedir. Basınç sensörlü pcb, aksesuar olarak kit içine dahil edilmiştir.



Resim 13. Basınç sensörü

TARTIŞMA

Kart üzerindeki genişletme konnektörleri ile karta yeni özellikler kazandırılması planlanmaktadır. Örneğin, günümüzde her geçen gün daha yaygın olarak kullanılan Bluetooth LE versiyonu eklenebilecektir. Ayrıca bu modül ile ilgili yazılım kütüphaneleri oluşturulacaktır.

SONUÇ

Yapılan donanım çalışmaları sonrasında geliştirme kiti kullanılarak bir çok uygulama yapılabilecektir. Bu doğrultuda örnek denemeler gerçekleştirilmiştir. Basınç sensöründen veri okuma, ekranda görüntüleme, oksijen sensörü değerlerini kaydetme gibi yazılımlar ve uygulamalar geliştirilmiştir. Bu uygulamaların geliştirilmesinde Code Composer Studio (CCS) yazılım geliştirme aracı kullanılmıştır. Geliştirme sırasında bir lisans alınmamıştır. CCS yazılımı, kod limitli geliştirmeye izin vermektedir.

Balıkçılıkta Barotravma

Aydın DEMİRCİ¹, Emrah ŞİMŞEK², Seyfettin ULUÇ³

Mustafa Kemal Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi

¹ademirci@mku.edu.tr

²esimsek@mku.edu.tr

³ulucseyfettin@gmail.com

ÖZET

Denizel canlı kaynaklar kullanımında ekosistemin korunması ve sürdürülebilirlik kavramları öne çıkmaktadır. Trol balıkçılığı demersal kaynakların kullanımında en önemli av aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Trol balıkçılığının canlıya etkisi olan birçok faktörü vardır. Bu faktörlerin başında basınç değişikliği gelmektedir. Trol balıkçılığında basınç farkından dolayı canlılarda barotravma meydana gelmektedir. Barotravmaya maruz kalmış bir balıkta görsel olarak, hava kesesinin genişleyerek mideyi dışarı itmesi, gözlerin normal pozisyonundan kayması, pulların dizilişinin bozulması görülürken, oksijensizlik ve diğer fizyolojik etkilere bağlı davranış bozukluğu söz konusudur. Bu çalışmada barotravmanın canlıda doğrudan ve dolaylı şekilde oluşturduğu etkiler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Barotravma, hava kesesi, basınç değişimi

Giriş

Balıkçılık sonucunda avlanan bireylerin bazen canlılığını devam ettirmesi istenir. Şöyle ki, kültür çalışmaları için anaç temini, akvaryumlar için canlı balık sağlanması canlı balık isteğine başta gelen ticari örneklerdir. Ekosistem yaklaşımı açısından istenmeyerek tesadüfi olarak avlanan tür ya da küçük bireylerin tekrar denizde bırakılarak canlı kalması istenir. Ayrıca farklı balıkçılık araştırmalarında canlı balık ihtiyacı avcılık yoluyla doğadan temin edilir. Fakat doğadan yakalanan balığın canlılığını devam ettirmesi türler arasında farklılık gösterse de genel anlamda kolay değildir. Burada bir dizi etmen söz konusudur. Kemikli balıklar için bu etmenlerden belki de en önemlisi ani basınç düşmesine bağlı barotravmadır.

Balıkçılıkta barotravma, yaralanma veya bozukluk olarak tanımlanmaktadır. Anatomik bir yapının, vücudun dokusunun ani basınç azalmasından dolayı etkilenmesi, ve bazı organların zarar görmesi anlamına gelmektedir. Bunun yanı sıra bu ani değişim strese de neden olarak bazı fizyolojik sorunlar olabilmektedir. Dolayısıyla barotravmanın etkileri fiziksel yaralanma veya davranış değişikliği olarak da sınıflanabilir. Bu bağlamda, balıklarda barotravmanın etkileri, basınç değişimine maruz

kalma, balığın fizyolojisi ve fizyolojik durumuna bağı olarak son derece değişken olabilir [10].

Balıkların maruz kaldığı basınç değişikliği kaynaklanan barotravma dekompresyon ve mekanik olmak üzere iki genel kategoriye ayrılabilir. Dekompresyon ani ve davranış bozukluğu olarak ikiye ayrılabilir. Çoğu zaman bu etkiler birbirinden bağımsız olarak değil, canlı üzerinde birlikte kompleks bir etki olarak karşımıza çıkabilir [12].

Dekompresyon

Aslında dekompresyon vurgun olarak bildiğimiz ani basınç düşmesine bağı olarak bazı gaz kabarcıklarının artması ile meydana gelen dalış rahatsızlığıdır. Bu durum balıklarda söz konusu olabilmektedir avcılığa bağı olarak balık avlandığı derinlikten hızlı bir şekilde su yüzeyine alındığında hava içeren vücut yapıların değişikliklere maruz kalması nedeniyle bir hacim genişlemesine neden olur.

Bu esnada; fizik ilkeleri doğrultusunda balık yapısında hacmi ile hava dolu bir organların özellikle yüzme kesesi arasındaki ilişki bilimsel anlamda Boyle Hacim Kanunu söz konusudur. Canlı üzerine hareket sonucunda etki eden basınç değişimi ile canlının kan ve diğer vücut sıvılarına etki eden basınç arasındaki ilişki ise Henry yasası olarak tanımlanmıştır..

Genel olarak, bir balık için hızlı dekompresyon sırasında meydana gelen basınç değişiklikleri sadece barotravma oluşumuna neden olmaz, aynı zamanda hava dolu yapılarda yaralanma ve genişlemeye neden olur. Burada değişikliğin büyüklüğü ve yönü önemlidir [7].

Balığın vücut içerisinde herhangi bir hava dolu olan yapısının hacminde bir artış var ise dış basınç azalır. Hacmindeki değişim (V) basınç değişikliğinin (P) büyüklüğü ile orantılıdır ($P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ Boyle yasası). Hacmindeki değişim oranı esas olarak basınç değişim hızı ile aynıdır. Aynı zamanda, kan hacmindeki artış kanda serbest gaz kabarcıklarının oluşumuna neden olur. Artan kan hacmi arterler ve damarlar üzerinde baskıya neden olur ve balığın hayatta kalması için gerekli iç organları ve biyolojik süreçlerin işlevini bozabilir ($P_1 \times C_2 = P_2 \times C_1$ Henry yasası). Bu fiziksel olaylar, sık görülen dekompresyon barotravma yaralanmaları, morarma, organlara ciddi fiziksel hasar ve dolaşım sistemi tıkanıklığı olarak sıralanabilir [4; 8; 11; 13].

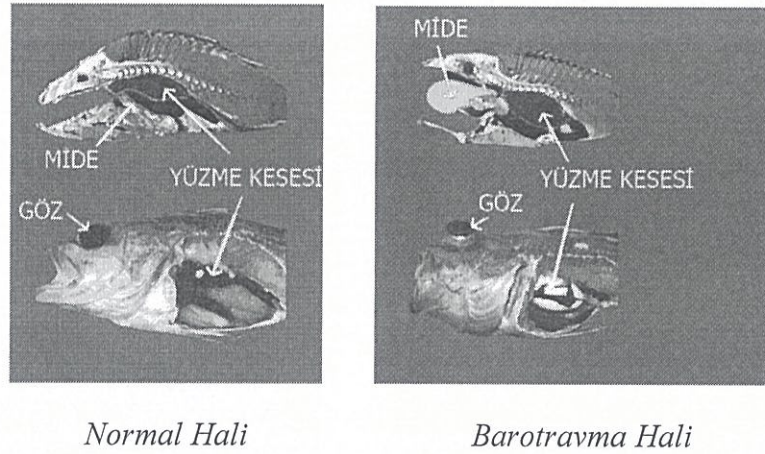
Balık için, bu basınç değişimlerine maruz kalmadan önceki yaşadığı ve beslendiği derinlik yaralanma ve ölüm oranları büyüklüğünü etkileyen önemli bir faktör olduğu uzun süredir bilinmektedir [1; 2; 3; 4; 5; 6; 11].

Hızlı Dekompresyon

Hızlı dekompresyon, bir balık üzerine etki eden statik basınçta bir düşüş anlamına gelir. Tipik olarak daha fazla veya daha az hızlı olabilmektedir. Bazı araştırmacılara göre "felaket dekompresyon" olarak literatürde yer almıştır [11].

Şekil 1’de herhangi bir basın değişikliği olmayan resmi ile barotravmaya maruz kalmış ve bazı vücut organlarındaki değişimler gözükmektedir. Burada basınç değişikliği ile özellikle hava kesesini şişmesi ve mideyi ağza doğru itmesi söz konusudur. İlk bakışta midenin şişmiş bir halde ağızdan çıkması ve görünür hale gelmesi balığın hareketini sınırlar. Hareketsizlik ölüm olarak algılanabilir. Ayrıca dışarı çıkan organın hava kesesi olduğu şeklin de yanlış bir algı vardır. Hatta balığı yaşatma düşüncesi ile bazı durumlarda hava kesesi diye midenin delindiğine rastlanılmıştır.

Barotravmaya değişim gösteren diğer bir organ ise gözdür. Göz vücut içinden uygulanan basınç ile dışarı doğru çıkar ve eksaftalmus söz konusu olur.



Şekil 1. Barotravmaya Maruz Kalmış Balıktaki Morfolojik Değişimler

Davranış Bozukluğu

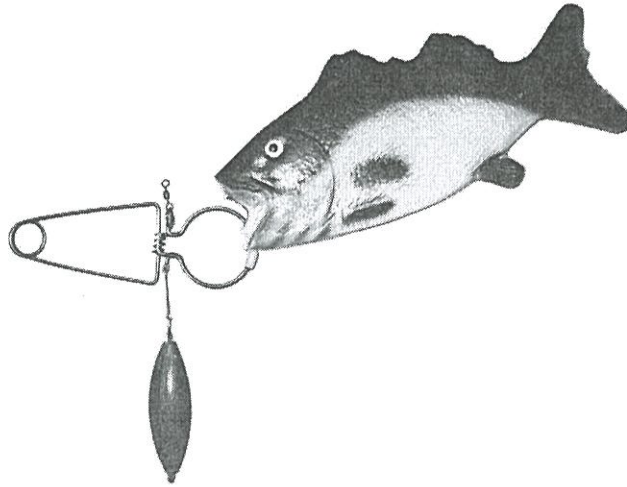
Baratravmanın etkileri sadece bu iki organda meydana gelen değişiklik olarak sınırlanabilir. Dolaşım sistemindeki fizyolojik farklılıkların, mekanik sinyal mekanizmasının ve balığın yaşadığı ortamın balık yaralanmasında önemli bir etkisi olduğu tam olarak ölçülemese de var olduğu kabul edilir. Basınç farkı yeterince büyük ise, vücudun herhangi bir organ ya da doku bölgesinde mekanik yaralanmalara neden olabilir. Yapılan gözlemlerde davranış bozukluğunun, mekanik sinyal özelliklerine ek olarak, balıkların tür, yaş ve fizyolojik durumuna bağlı olabileceği bildirilmiştir [9; 14; 15]

Davranış bozukluğu avcılık esnasında diğer bir sürü etki ile birleşmektedir. Örneğin balığın yorulması, av aracı ve insan teması, ezilme vb. söz konusudur. Oluşan davranış bozukluğuna basınç farkının ne derece ve nasıl etkili olduğu tam olarak bilinmemektedir.

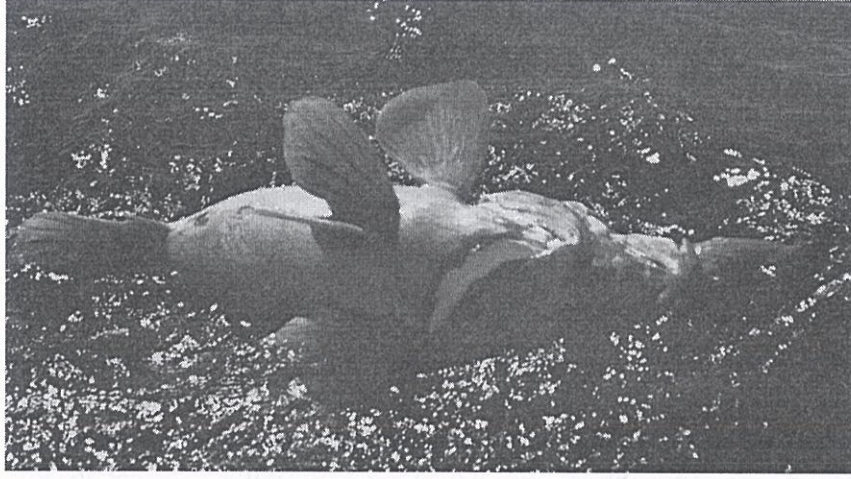
Barotravmanın Önlenmesi ve Tedavisi

Öncelikle doğal ortamdan yakalanan balığın yaşatılması isteniyorsa barotravmanın engellenmesi düşünülmelidir. Bunu için tüplü dalışlardaki derinlik bekleme çizelgesine benzer bir düzenleme mantıklı olacaktır. Bu zamana kadar yapılan çalışmalar da birçok balık türünde hava kesesini ani şişmesi genelde 3-4 bar basınç altında, başka bir ifade ile 30-40 metre derinlikte meydana geldiği gözlenmiştir [7]. Şayet balık bu derinlikteki basınç altında belli bir süre bekletirse barotravmanın oluşması engellenebilir. Bu bekleme süreci ve derinliği tam olarak bilinmesi gerekmektedir. Bununla birlikte balık tür ve boyuna göre belirlenmelidir. Bu sebeple konu üzerinde kapsamlı deneysel araştırmalar ihtiyaç vardır.

Fakat deniz ortamında av aracında bu basınç dengelemesi yapmak çoğu zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca başka bir dizi soruna yol açabilir. Bu sebeple avlanan balığın şayet denize bırakılacaksa bunun için Şekil 2'de görünen Bırakma Kurşununa benzer ekipmanlar kullanılması gerekir. Bu sayede balık vücut basınç dengesi için gerekli olan derinliğe ulaştırılarak canlı kalması sağlanır. Aksi taktirde hava kesesini kullanamayan balık denize atılsa bile Şekil 3'de görüldüğü üzere derine dalamayarak canlı kalmayacaktır.



Şekil 2. Balık Bırakma Kurşunu



Şekil 3. Barotravma Nedeniyle Su Üstünde Kalan Kaya Balığı

Bir başka yöntemse sulu basınç kabine (IGLO) benzer, basınçlı akvaryumlar kullanılabilir. Bu sayede balık tekrar denize bırakılmadan daha kontrollü bir şekilde basınç dengelemesi yapılabilir. Bu sistem içinde ilave oksijen ve su sıcaklığı seviyesi kontrolü ile daha da sağlıklı sonuçlar alınabilir.

Ülkemizde deniz balıkları üretiminde artan anaç balık ihtiyacı, deniz akvaryumlarının sayısı bu alandaki çalışmalara ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca ekosistem duyarlılığı yaklaşımı doğrultusunda doğal stokların korunması için özellikle koruma altındaki türler ve küçük bireylerin denize döndüklerinde canlı kalması istenmektedir. Bu bağlamda avcılıktaki diğer faktörlerde dikkate alınarak araştırmalara devam edilmelidir.

KAYNAKLAR

- 1-Abernethy CS, Amidan BG, Cada GF (2001) Laboratory studies of the effects of pressure and dissolved gas supersaturation on turbine-passed fish. PNNL-13470, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA.
- 2-Abernethy CS, Amidan BG, Cada GF (2002) Simulated passage through a modified kaplan turbine pressure regime: A supplement to Laboratory studies of the effects of pressure and dissolved gas supersaturation on turbine-passed fish. PNNL-13470-A, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA.
- 3-Abernethy CS, Amidan BG, Cada GF (2003) Fish passage through a simulated horizontal bulb turbine pressure regime: A supplement to "Laboratory studies of the effects of pressure and dissolved gas supersaturation on turbine-passed fish." PNNL-13470-B, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA.

- 4-Beyer DL, D'Aoust BG, Smith LS (1976) Decompression-induced bubble formation in salmonids: Comparison to gas bubble disease. *Undersea Biomed Res* 3:321–338.
- 5-Cada FG (1990) A review of studies relating to the effects of propeller-type turbine passage on fish early life stage. *N Am J Fish Manage* 10:418–426.
- 6-Cada GF, Coutant CC, Whitney RR (1997) Development of biological criteria for the design of advanced hydropower turbines. Report DOE/ID-10578, Idaho Operations Office, US Department of Energy, Idaho Falls, ID.
- 7-Carlson TJ (2012) Barotrauma in Fish and Barotrauma Metrics in The Effects of Noise on Aquatic Life, pp 229-234, DOI 10.1007/978-1-4419-7311-5_51
- 8-Cramer FK, Oligher RC (1964) Passing fish through hydraulic turbines. *Trans Am Fish Soc* 92:243–259.
- 9-Keevin TM, Hempen GL (1997). The environmental effects of underwater explosions with methods to mitigate impacts. A Manual Published by the US Army Corps of Engineers, St. Louis District, St. Louis, MO.
- 10-McKinstry C, Carlson TJ, Brown, RS (2007) Derivation of mortal injury metric for studies of rapid decompression of depth acclimated physostomous fish. PNWD-1708, Battelle-Pacific Northwest Division, Richland, WA.
- 11-Rummer JL, Bennett WA (2005) Physiological effects of swim bladder overexpansion and catastrophic decompression on red snapper. *Trans Am Fish Soc* 134:1457–1470.
- 12-Sutherland DF (1972) Immobilization of fingerling salmon and trout by decomposition. Technical Report NMFS SSRF-655, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA.
- 13-Tsvetkov VI, Pavlov DS, Nezdolij VK (1972) Changes in hydrostatic pressure lethal to the young of some freshwater fish. *J Ichthyol* 12:307–318.
- 14-Weston DE (1960) Underwater explosions as acoustic sources. *Proc Phys Soc* 76:233–249.
- 15-Yelverton JT, Richmond DR, Hicks W, Saunders K, Fletcher ER (1975) The relationship between fish size and their response to underwater blast. Report DNA 3677T, Defense Nuclear Agency, Washington, DC.

İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEKİ DOĞAL RESİFLER VE HAYALET AĞLAR

Aydın DEMİRÇİ¹, Necdet UYGUR², Emrah ŞİMŞEK³, Menderes ŞEREFLİŞAN⁴, Yavuz MAZLUM⁵

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, ademirci@mku.edu.tr

² Mustafa Kemal Üniversitesi Denizcilik Meslek Yüksekokulu, nuygur@mku.edu.tr

³ Mustafa Kemal Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, esimsek@mku.edu.tr

⁴ Mustafa Kemal Üniversitesi Denizcilik Meslek Yüksekokulu, msereflisan@mku.edu.tr

⁵ Mustafa Kemal Üniversitesi Denizcilik Meslek Yüksekokulu, ymazlum@mku.edu.tr

ÖZET

Kıyı balıkçılığının yoğun olduğu bölgelerde çözüm bekleyen konulardan biri doğal resif alanlarının korunması ve hayalet ağlardır. Resifler birçok balık ve diğer deniz canlı türleri için üreme ve beslenme alanlarıdır. Bu sahalardaki tür zenginliği doğal hayatın devamlılığı açısından büyük önem arz edip mutlaka korunmalıdır. Aşırı avcılık ve azalan stoklar av miktarındaki düşüş ile balıkçıları daha yeni sahalara yöneltmiştir. Gemi seyir ve akustik cihazların yaygınlaşması ile birlikte yeni sahalara bulunmuştur. Resif alanları kayalık yapısıyla birçok balıkçılık faaliyeti için zor alanlardı. Çünkü bu alanlarda balık ağları kayalıklara takılmakta ve av takımları suda kalmaktaydı. Gelişen teknoloji aşırı avcılığa neden olmanın yanı sıra balıkçıların daha önce rahat av yapamadıkları bu alanda yoğun avcılık faaliyetlerine sebep olmuştur. Kabul edilemez bu yaklaşım resif alanlarını avcılık sonu denizde kalan balık ağları ile kaplı hale gelmiştir. Balıkçılık araştırmalarında bu duruma Hayalet Ağ-Avcılık (Ghost Fishing) denmektedir.

Bu çalışma kapsamında İskenderun Körfezi'nde uzatma ağları başta olmak üzere gırgır, trol, sepet ve olta takımları resif alanlarını kirletmiş olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışmada söz konusu resif alanlarının tespiti ve sürdürülebilir ekosistem yaklaşımı doğrultusunda gerekiyorsa temizliği hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İskenderun Körfezi, sualtı, doğal resifler, hayalet ağlar, hayalet avcılık, sürdürülebilir ekosistem.

GİRİŞ

Denizler, evsel ve endüstriyel atıklar için ideal bir çöplük durumundadır çünkü atıkların denizlerde kolaylıkla yok olduğu düşünülmektedir. Fakat bu durum sadece kıyısularda değil açık denizlerde de çok miktarda kirletici varlığında artışa neden olmaktadır [1].

Deniz ortamında kayalık alanlar sert substratum olarak nitelendirilir. Barındırdığı pek çok alg grubu, süngerler, mercanlar, denizşakayıkları, kurtlar, yumuşakçalar, derisi dikenliler, krustaseler ve balıklar ile en yüksek biyolojik çeşitliliğe sahiptir [4]. Bu alanlar üzerinde buldukları bitki ve hayvan türleri ile resif olarak adlandırılır ve özellikle kıyısul bölgedeki deniz cennetleri olarak isimlendirilir [6].

Birçok deniz canlısı için üreme ve beslenme alanlarıdır. Larva ve genç bireylerin saklanma ve korunma sahalarıdır. Ekosistem yaklaşımı doğrultusunda sadece balık stoklarının korunması nedeniyle dahi olsa bu alanların öncelikli korunması gerekmektedir. Bu sahalardaki tür zenginliği doğal hayatın devamlılığı açısından da mutlaka korunmalıdır [3]. Ayrıca deniz altında görülmesi gerekli olan bu renklilik dalış turizmi açısından da son derece önemlidir.

Tüm dünyada, insan popülasyonlarının kıyısal bölgelerde yaşamaya karşı bir eğilimleri vardır. İnsan faaliyetleri, deniz ekosistemlerini beş temel sınıf altında gruplandırılabilir şekilde bozup hasar verebilir: kaynakların aşırı tüketilmesi, fiziksel değişimler, deniz kirliliği, yabancı türlerin girişi ve küresel atmosferik değişimler. Bu etkiler deniz canlıları için vazgeçilmez öneme sahip olan resif alanlarında ciddi tahribata neden olmaktadır.

İskenderun Körfezi ve Doğu Akdeniz kıyılarımızda resif alanları yapılan gözlemlerde oldukça kötü değişimlere özellikle son yıllarda maruz kaldığı görülmektedir [5]. Yukarıda bahsedilen olumsuz insan etkileri oldukça yoğun olarak bu kıyılarımızda karşı çıkmaktadır. Aşırı avcılık ve azalan stoklar tarafların memnuniyetsizliği her türlü platformda karşılaşılan bilindik bir sorundur. Bölgedeki sanayileşme ve artan ticarete bağlı olarak yoğunlaşan gemi trafiği etkileri aşikârdır. Bunun yansısı Kızıldeniz menşeli bir çok yabancı tür bu bölgelerde ciddi popülasyon oluşturmaktadır.

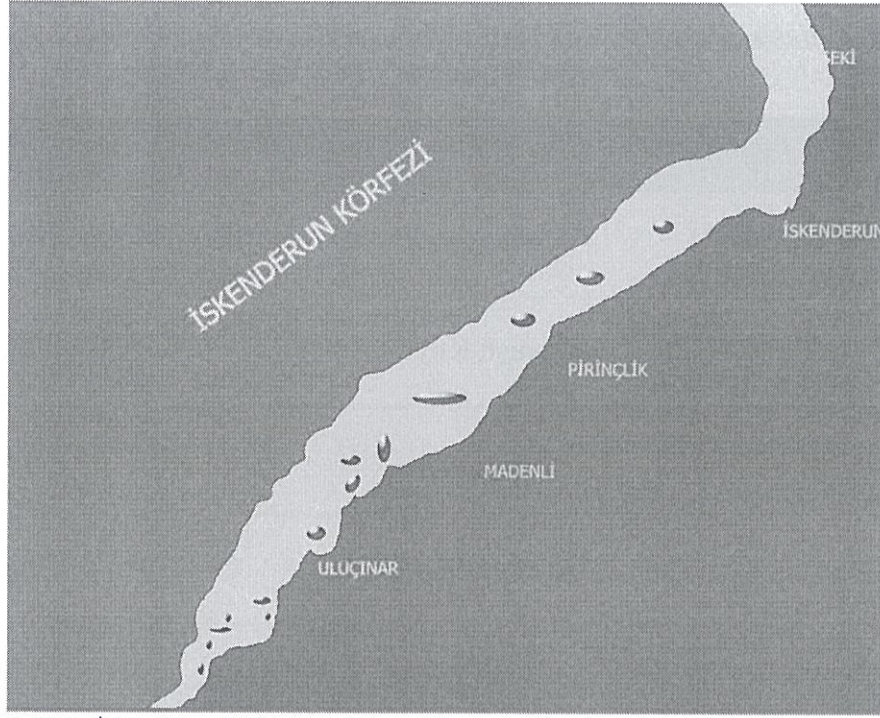
Bu bilindik genel sorunların yansısı, bölgede resif alanlarını avcılık sonu denizde kalan balık ağları ile kaplı hale gelmiştir. Balıkçılık araştırmalarında bu duruma **Hayalet Ağ-Avcılık** (Ghost Fishing) denmektedir [5].

Bölgemizde, aşırı avcılık ve azalan stoklar av miktarındaki düşüş ile balıkçıları daha yeni sahalara yöneltmiştir. Gemi seyir ve akustik cihazların yaygınlaşması ile birlikte yeni sahalara bulunmuştur. Resif alanları kayalık yapıyla birçok balıkçılık faaliyeti için zor alanlardı. Çünkü bu alanlarda balık ağları kayalıklara takılmakta ve av takımları suda kalmaktaydı. Bu durum ağ fiyatları yüksekken balıkçılar açısından tolere edilememekteydi. Sentetik malzemenin tekstil sektöründe yaygınlaşması balık ağ hammaddelerini oldukça ucuzlattı [3]. Bu fiyat düşüşüne bağlı olarak, yaygınlaşma balıkçıların denize çok daha fazla ağ kullanmasına neden oldu. Ayrıca balıkçılar açısından avcılık sonunda bunların belli bir kısmının suda kalması önemli bir sıkıntıya neden olmamaya başladı [2]. Teknolojik gelişmeye bağlı olarak su altı akustik cihazların kullanılması balıkçıların bu kayalıklarda daha rahat avcılık yapmasına neden oldu.

Bölgede uzatma ağları başta olmak üzere gırgır, trol, sepet ve olta takımları resif alanlarını kirletmiş olduğu bilinmektedir. Bu alanların tespiti, sürdürülebilir ekosistem yaklaşımı doğrultusunda gerekiyorsa temizliği ve hatta koruma altına alınması yönünde bir dizi araştırma alt yapı oluşturmak nedeniyle bir ön çalışma niteliğindedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ön etüt çalışması olarak düşünülen bu araştırmada İskenderun Körfezi'nin doğu ve Samandağ Körfezi kıyı kesimindeki 0-50 m derinlik sahasındaki bölge gözlemlere dayalı olarak analiz edilmiştir. Bu alan Şekil 1'deki haritada gösterilmektedir. Bu esnada daha önceki balıkçı ve dalış bilgileri toparlanmıştır.



Şekil 1. İskenderun Körfezi içerisinde bilinen resifler (topuk kayaları)

Araştırma amaçları doğrultusunda kayalıklar harita üzerinde belirlenmiş. Bu haritalara ait son iki yıl içindeki görüntüler sunulmuştur.

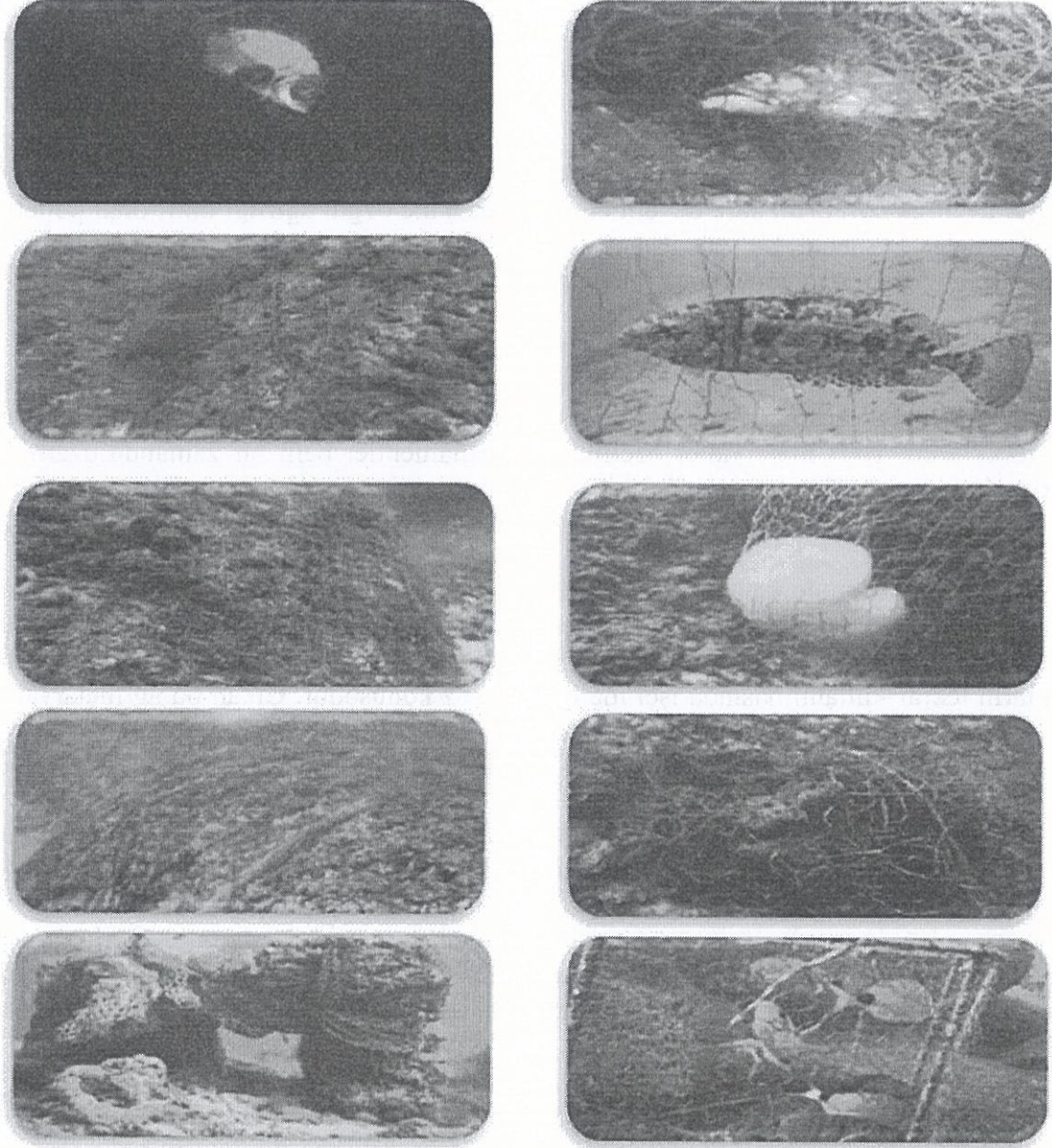
BULGULAR

Bu çalışma ile bölge sualtı dip yapısı hakkındaki farklı kaynaklardaki bilgiler toplanmıştır. Bu sayede bölgedeki resif alanları Şekil 1 de verilen haritada toplanabilmıştır. Şekil 1'de işaretlenen alanlar daha çok topuk kayası olarak isimlendirdiğimiz bölgelerdir. Bu bölgelere ait tam net olarak açıklanamasa da yoğun bir hayalet ağ olduğu söylenebilir. Harita gösterilen alana ek olarak Akıncı Burnundan sonraki alandaki sualtı yamaçlarında oldukça yoğun bir hayalet olduğu bilinmektedir.

Tablo 1. Kesin olarak bilinen resif alanlarındaki Av aracı türleri, bulunduğu derinlikler mevki adı ve koordinatları

Koordinat	Mevki Adı	Derinlik (m)	Av Aracı
35°59,107'N- 035°57,479'E	Karamağara	30	Gırgır ağı
35°57,685'N- 035°55,730'E	Kamışlı Koyu	35	Gırgır ağı
35°57,194'N- 035°55,271'E	Uzunkaya	40	Uzatma ağı
36°00,249'N- 035°58,616'E	Doğruca Burnu	25	Uzatma ağı
36°10,254'N- 035°52,469'E	Hırlavuk Burnu	17	Trol-Uzatma
36°17,569'N- 035°46,340'E	Kale Resifi	27	Uzatma ağı
36°17,867'N- 035°46,648'E	Kale	18	Parakete
36°24,046'N- 035°50,912'E	Arsuz Artemis	17	Uzatma-Parakete

Şekil 2’de ise bu alanlara ait sualtı fotoğrafları sunulmaktadır.



Şekil 2. Araştırma sahasındaki bazı hayalet ağlar.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma sahasının kıyı bölgesindeki yoğun nüfus ve buna bağlı olarak deniz kaynaklarına talep oldukça fazladır. Bu alandaki balıkçı sayısı 10000’e yakındır. Ayrıca balıkçı tekne sayısı 700 civarındadır. Bu sınırlı alandaki yoğun balıkçılık faaliyetleri ekosistem yaklaşımı doğrultusunda yönetilmesi gereken resif alanlarının olumsuzluklarına neden olmaktadır. Bu olumsuzlukların en önemlilerinden bir tanesi

hayalet ağlardır. Bölgedeki resif alanlarının tamamına yakınında balıkçı takımlarına ait kalıntılar mevcuttur. Bu ağ takımlarının bölgeye etkileri farklılık gösterebilmektedir. Bu etkiler de: av aracının denizde kalan miktarı, yapım materyali farklılığa neden olmaktadır. Hayalet ağlar buldukları ortamda balık avlamaya devam ederek popülasyona zarar vermekle birlikte avlanan türlerin değerine bağlı olarak ekonomik kayba da neden olabilir. Hayalet avcılık bölgede leşçi türlerin artmasına neden olarak doğal ekosistemin dengesinin bozulması yönünde olumsuzluğu vardır. Hayalet av aracının avcılığa devam edebilmesi için belli bir miktarda sualtında kalması gerektiği aşikardır. Ayrıca kullanılan özellikle ağ materyalinin özgül ağırlığı ve lif yapısı önemlidir. Lif yapısı pürüzsüz olup ülkemizde kullanılması yasak olan monofilament ağlar avcılığa çok uzun süre devam etmektedir. Yine özgül ağırlığı hafif olan polietilen malzemeler herhangi bir yüzdürücü kuvvete ihtiyaç duymadan su içerisinde askıda kalarak hayalet avcılığa neden olmaktadır.

Bu hayalet avcılığın etkisi haricinde resif alanların yabancı ağ materyalleri ile kaplanması görüntü kirliliğine neden olmaktadır. Bu materyallerin çoğunluğu sentetik olup plastikten yapılmıştır ve uzun süre denizde çözülmeyecekler ve resifin üzerinde kalacaklardır. Bazı materyaller özellikle multifilamentler belli bir zamanda üzerindeki yosunlaşmaya bağlı olarak doğal bir görünüm alabilmektedir. Fakat bu görüntü daha önceki renkli ve canlı resif görüntüsüyle karşılaştırılmaz.

Deniz dibinde kalan bu av araçlarının hala kullanılabilir olmasına bağlı olarak ekonomik değerleri de söz konusudur. Ağ materyali çok farklı amaçlarla balıkçılıkta kullanılabilir durumdadır. Bunların kg fiyatı 10 ila 20 TL arasında değişebilir. Fakat ağların tekrar kullanılmasında işçi maliyetleri söz konusudur. Çıkan bu ağ materyalinin geri dönüşümde değerlendirilmesinin daha doğru olacağı kanaatindeyiz. Fakat kurşun, halat ve yüzdürücüler azımsanamayacak bir değere sahiptir.

Bölgede kapsamlı bir saha çalışması ile deniz dibinde olan av araçlarının miktarı, buldukları bölgeler, bunların temizlenme gereklilikleri ve temizlenme yöntemlerinin belirlenmesi adına kapsamlı bir çalışma yapılmalıdır. Bu sayede hem ekosistem yaklaşımı doğrultusunda resiflerin temizlenmesi hem de buldukları ortama zarar veren av aracı materyalinin ekonomik olarak değerlendirilmesi söz konusu olacaktır. Ayrı bir çalışma ile bu ortamların tekrar kirletilmemesi için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- 1-Ayaz, A., Ünal, V., Özekinci, U., 2004. An investigation on the determination of amount of lost set net which cause to ghost fishing in İzmir Bay (in Turkish). E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 21 (1-2): 35-38.
- 2-Ayaz, A., Acarli, D., Altinagac, U., Ozekinci, U., Kara, A., Özen, O. 2006a. Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in Izmir Bay, Turkey. Fisheries Research, 79(3), 267-271.

- 3-Ayaz, A., Özekinci, U., Altınağaç, U., Özen Ö., 2006b. An investigation on ghost fishing of circular fish traps used in Turkey (in Turkish). E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23 (1-3): 351-354.
- 4-Kelleher, G., (1999) Guidelines for Marine Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- 5-Özyurt, C.E., Akamca, E., Kiyaga, V.B., Taşlıe, I A.S., 2008. İskenderun Körfezi'nde Bir Balıkçılık Sezonunda Kaybolan Sepet Tuzak Oranı ve Kayıp Nedenleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 25 (2): 147-151
- 6-Tuzcu, S., Karabıyıkoglu, M., 1991. Resifler, Genel Karakterleri, Fasiyesleri, Evrimi ve Ekonomik önemi. Jeoloji Mühendisliği. 38, 5-38

TÜRKİYE DENİZLERİNDEKİ HİNT PASİFİK KÖKENLİ LESEPSİYEN BALIK TÜRLERİNİN 2013 REVİZYONU VE GEÇİŞ YOLLARI

Deniz ERGÜDEN¹, Halit FİLİZ², Cemal TURAN¹

¹MKÜ, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun/Hatay, derguden@mku.edu.tr

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Kötekli, Muğla, halit.filiz@mu.edu.tr

¹MKÜ, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun/Hatay, cturan@mku.edu.tr

ÖZET

Her yıl ülkemiz sahillerine özellikle Kızıldeniz'den Süveyş Kanalı yolu ile lesepsiyen (göçmen) türlerin giriş yapmasıyla birlikte, ülkemiz balık faunasının tür kompozisyonunda sürekli değişimler olmaktadır. Süveyş Kanalı'nın açılması ile Akdeniz'e giren Kızıldeniz kökenli türlerin sayısındaki artış günümüzde pek çok ekoloğun dikkatini çekmektedir. Lesepsiyen türlerden özellikle balıklar araştırmacıların ilgisini daha çok cezbetmektedir. Lesepsiyen balıkları ve onların etkilerini doğru yorumlayabilme ve anlayabilme yeteneğimiz öncelikle Türkiye denizlerindeki lesepsiyen balık tür sayısının kesin olarak belirlenmesine bağlıdır. Bu çalışma Türkiye denizlerinde dağılım gösteren lesepsiyen balık türlerinin sayısını net bir biçimde ortaya koymak ve geçiş yollarını belirlemek için gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: lesepsiyen balık türleri, revizyon, geçiş yolları, Türkiye

GİRİŞ

15 Ağustos 1869 yılında Süveyş Kanalı'nın açılmasıyla birlikte Akdeniz, dünyada insan müdahalesinden kaynaklanan en büyük ekolojik değişimlerden birine sahne olmuştur. Akdeniz ile Kızıldeniz arasındaki coğrafik engelin kalkmasıyla birlikte her iki ortam arasında göç olayı meydana gelmiştir. Bu göç olayı, Nil Nehri üzerine yapılan Asuwan Barajı'nda su tutulmaya başlanmasıyla birlikte, olumlu yönde etkilenecek, daha da hız kazanmıştır [1].

Kızıldeniz'den Akdeniz'e doğru gerçekleşen göç olayı Por [2] tarafından, Süveyş Kanalı'nın açılması için büyük uğraşlar veren Fransız mühendis ve diplomat Vicomte Ferdinand Marrie de Lesseps anısına, "Lessepsiyen Göç" ve bu yolla geçiş yapan türler de "Lessepsiyen Göçmen" olarak adlandırılmıştır.

Kızıldeniz'den Akdeniz'e geçiş yapmış olan lesepsiyen türler, ya hemen batıya yönelerek Afrika kıyıları veya saat yönü tersinde Mısır, İsrail, Lübnan, Suriye ve Türkiye kıyıları takip ederek yayılım göstermektedirler [3]. Bu nedenle de, doğal olarak doğudan batıya doğru gidildikçe lesepsiyen tür sayısında ve yoğunluğunda bir azalış gözlenmektedir.

Doğu Akdeniz ile Kızıldeniz'in benzer abiyotik faktörlere sahip olmaları ve yabancı göçmen türlerin beslenme alışkanlıkları, habitatları ve dağılım gösterdikleri derinlikler itibariyle Akdeniz de uygun alanlar bulabilmeleri, bu türlerin göçlerini hızlandırıcı yönde etki etmektedir [4]. Akdeniz'e geçiş yapan bu türler, Akdeniz'in güney kıyılarından çok kuzey kıyılarına izleyerek batıya doğru yayılmaktadırlar [5].

Süveyş Kanalı'nın açılması ile Akdeniz'e giren Hint-Pasifik kökenli türlerin sayısındaki artış günümüzde pek çok ekoloğun dikkatini çekmektedir. Lesepsiye türlerden özellikle balıklar araştırmacıların ilgisini daha çok cezbetmektedir.

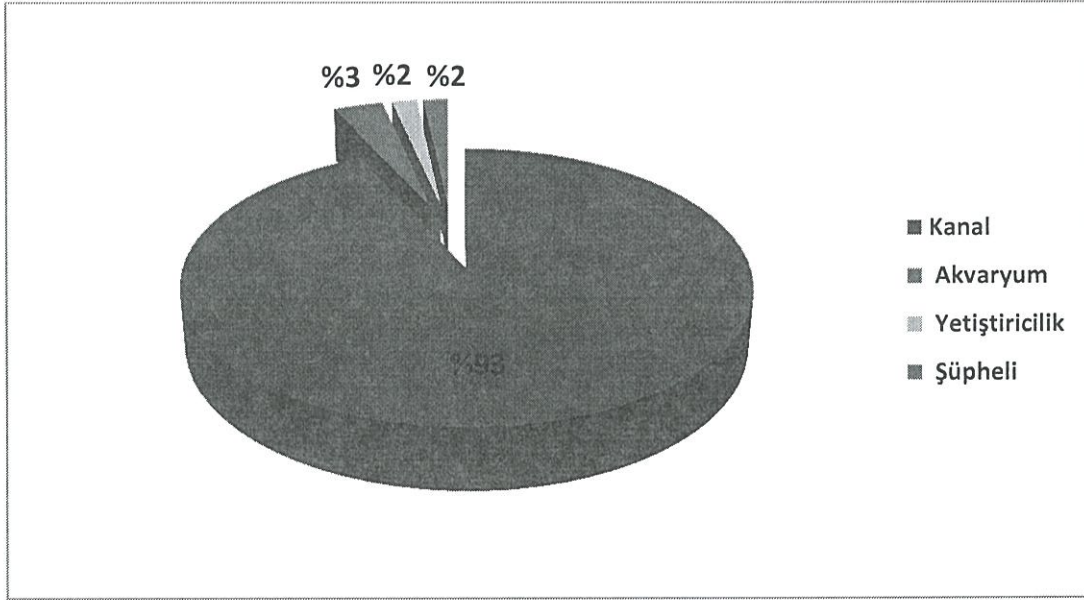
Bilindiği gibi her yıl ülkemiz sahillere Kızıldeniz'den Süveyş Kanalı yolu ile yeni türlerin giriş yapmasıyla birlikte balık faunasının tür kompozisyonunda sürekli değişimler olmaktadır. Bu çalışmada Türkiye denizlerinde dağılım gösteren lesepsiye balık türlerinin sayısını net bir biçimde ortaya koymak ve geçiş yollarını belirlemek amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında 2013 yılına kadar lesepsiye balıklar ile ilgili yapılan çalışmalar (tür kaydı, biyolojik, ekolojik vb.) gözden geçirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar tarafından yürütülen çeşitli projelerin (BAP, TÜBİTAK vb.) veri seti incelenmiştir. Bunlardan ayrı olarak, Kuzeybatı Levantin ve Güney Ege'deki balıkçılardan türlerin rastlanma ve bolluğu ile ilgili doğrulama görüşmeleri yapılmıştır. Bu veriler ışığında lesepsiye balık türlerinin 2013 revizyonu hazırlanmıştır. Tür doğrulaması ve geçiş yolu belirlenirken, bir türün en az 3 farklı çalışmada yer almış olması, yürütülen projelerin verisinde rastlanılması gibi kriterler dikkate alınmıştır.

BULGULAR

Bu envanter çalışması ile Türkiye denizlerinden kaydı verilen Hint-Pasifik kökenli balık türlerinin 2013 yılı listesi güncellenmiş ve geçiş yolları belirtilmiştir. Türkiye ihtiyofaunasına katılmış olan 59 Hint-Pasifik kökenli balık türünün 55 (% 93,2)'i Süveyş Kanalı yoluyla giriş yaparken (Lesepsiye Göç), 2 tür (% 3) [*Heniochus intermedius* Steindachner, 1893 ve *Platax teira* (Forsskål, 1775)] akvaryum kaçağı ve 1 tür (% 2) [*Liza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845)] de yetiştiricilik faaliyetleri yoluyla gelmiştir [6, 7, 8]. *L. haematocheila* Azak Denizi ve Karadeniz'de kültür balıkçılığı için insanlar tarafından getirilmiş ve balık çiftliklerinin yıkılmasından sonra Marmara Denizi ve Ege Denizi'ne giriş yapmıştır [9], (Şekil 1). Akşiray [10] tarafından verilen *Hyporhamphus affinis* (Günther, 1866)'e şu ana hiç kadar rastlanılmadığından bu türün şüpheli olduğu düşünülmektedir. 2013 revizyonu hazırlanırken daha önceden Bilecenoğlu ve ark [11]) tarafından yanlış olarak bildirilen 6 tür (*Platycephalus indicus* Linnaeus, 1758), *Tylosurus choram* (Rüppell, 1837), *Crenidens crenidens*, (Forsskål, 1775) *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816), *Epinephelus tauvina* Forsskål, 1775) ve *Parupeneus barberinus* (Lacepède, 1801), ise liste dışı bırakılmıştır.



Şekil 1. Hint-Pasifik kökenli balık türlerinin (n= 59) Türkiye denizlerine geçiş yolları

Daha önceleri farklı araştırmacılar tarafından Bilecenoğlu ve ark. [11]; 37 tür, Fricke ve ark. [12]; 41 tür, Bilecenoğlu [13]; 49 tür, Filiz ve ark. [14]; 52 tür, Erguden ve Turan, [15, 16]; 61 tür) verilen farklı lesepsiye balık tür sayıları, kesin bir tür listesinin ortaya konmasını gerekli kılmıştır. Bu gereklilik sonucu yürütülen bu çalışmada, eldeki veriler ışığında 2013 itibariyle Türkiye kıyılarında 33 familyaya ait toplam 55 lesepsiye balık türünün varlığı doğrulanmıştır. Bu türlerin adları, ilk kayıt yılı ve kaynağı, Türkiye denizlerindeki dağılımı ve ekonomik önem durumları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye denizlerine Süveyş Kanalı yolu ile geçen ve doğrulanmış 55 Hint Pasifik kökenli balıkların denizlerimizdeki dağılımı ve ekonomik önem durumu

Tür	İlk Kayıt Yılı	Kaynak	Türkiye Denizlerindeki Dağılımı	Ekonomik Önem Durumu
<i>Equulites klunzingeri</i>	1943	Erazi [17]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Siganus rivulatus</i>	1947	Has & Steinitz [18]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Atherinomorus forskali</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Hemiramphus far</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Stephanolepis diaspros</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Lagocephalus spadiceus</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege, Marmara	Yok
<i>Sargocentron rubrum</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Upeneus moluccensis</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Upeneus pori</i>	1950	Koswig [19]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Dussumieria elopsoides</i>	1953	Ben Tuvia [20]	Akdeniz	Var
<i>Liza carinata</i>	1956	Koswig [21]	Akdeniz	Var
<i>Sphyræna chrysotaëina</i>	1957	Akyüz [22]	Akdeniz, Ege, Karadeniz	Var
<i>Cynoglossus sinusarabici</i>	1957	Akyüz [22]	Akdeniz	Yok
<i>Saurida undosquamis</i>	1966	Ben Tuvia [23]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Siganus luridus</i>	1973	Ben Tuvia [24]	Akdeniz, Ege	Var

<i>Herklotsichthys punctatus</i>	1984	Whitehead ve ark. [25]	Akdeniz	Var
<i>Apogon pharonis</i>	1987	Mater & Kaya [26]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Pelates quadrilineatus</i>	1987	Mater & Kaya [26]	Akdeniz	Yok
<i>Oxyurichthys papuensis</i>	1992	Kaya ve ark. [27]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Alepes djedaba</i>	1994	Güçü ve ark. [28]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Scomberomorus commerson</i>	1994	Güçü ve ark. [28]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Callionymus filamentosus</i>	1994	Güçü ve ark. [28]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Sillago sihama</i>	1994	Güçü ve ark. [28]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Pempheris vanicolensis</i>	1994	Güçü ve ark. [28]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Etrumeus teres</i>	1997	Başusta ve ark. [29]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Himantura uarnak</i>	1998	Basusta ve ark. [30]	Akdeniz	Yok
<i>Parexocoetus mento</i>	2000	Avşar ve Çiçek [31]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Petrosirtes ancyllodon</i>	2000	Taşkavak ve ark. [32]	Akdeniz	Yok
<i>Pteragogus pelycus</i>	2000	Taşkavak ve ark. [32]	Akdeniz	Yok
<i>Lagocephalus suezensis</i>	2002	Bilecenoğlu ve ark. [33]	Akdeniz	Yok
<i>Sphyræna flaviacauda</i>	2002	Bilecenoğlu ve ark. [33]	Akdeniz	Var
<i>Fistularia commersonii</i>	2002	Bilecenoğlu ve ark. [33]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Hippocampus fuscus</i>	2004	Gökoğlu ve ark. [34]	Akdeniz	Yok
<i>Torquigener filavimaculosus</i>	2005	Bilecenoğlu [35]	Akdeniz	Yok
<i>Lagocephalus sceleratus</i>	2005	Akyol ve ark. [36]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Apogon queketti</i>	2006	Eryılmaz ve Dalyan [37]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Parupeneus forsskali</i>	2006	Çınar ve ark. [38]	Akdeniz	Var
<i>Monotaxis grandoculis</i>	2007	Bilecenoğlu [39]	Akdeniz	Yok
<i>Nemipterus randalli</i>	2008	Bilecenoğlu & Russel [40]	Akdeniz, Ege	Var
<i>Vanderhorstia mertensi</i>	2008	Bilecenoğlu ve ark. [41]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Apogon smithi</i>	2008	Goren ve ark. [42]	Akdeniz	Yok
<i>Pomadasystridens</i>	2009	Bilecenoğlu ve ark. [43]	Akdeniz	Var
<i>Champsodon nudivittis</i>	2009	Çiçek & Bilecenoğlu [44]	Akdeniz, Ege	Yok
<i>Trachurus indicus</i>	2009	Dalyan & Eryılmaz [45]	Akdeniz	Var
<i>Apogon fasciatus</i>	2010	Turan ve ark. [46]	Akdeniz	Yok
<i>Tylerius spinosissimus</i>	2010	Turan ve Yağlıoğlu [47]	Akdeniz	Yok
<i>Decapterus russelli</i>	2010	Akamca ve ark [48]	Akdeniz	Var
<i>Trypauchen vagina</i>	2011	Akamca ve ark [49]	Akdeniz	Yok
<i>Synanceia verrucosa</i>	2012	Bilecenoğlu [50]	Akdeniz	Yok
<i>Champsodon capensis</i>	2012	Dalyan ve ark [51]	Akdeniz	Yok
<i>Cylichthys spilostylus</i>	2012	Erguden ve ark. [52]	Akdeniz	Yok
<i>Chanos chanos</i>	2012	Özvarol & Gökoğlu [53]	Akdeniz	Var
<i>Champsodon vorax</i>	2013	Gökoğlu & Özvarol [54]	Akdeniz	Yok
<i>Scarus ghobban</i>	2013	Turan ve ark. [55]	Akdeniz	Var
<i>Stolephorus insularis</i>	2013	Per comm.	Akdeniz	Yok

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu güne kadar rapor edilen Hint-Pasifik kökenli göçmen türlerin dağılımından da anlaşılacağı üzere yabancı göçün etkileri daha çok ülkemizde Akdeniz kıyılarında ve Ege'de görülmektedir. Fakat yeni bir ortama göç eden tüm türler bu ortama yerleşmek

hususunda her zaman başarılı olamamaktadırlar [24]. Akdeniz'e Süveyş Kanalı yoluyla geçen Hint-Pasifik kökenli balık türleri içerisinde Türkiye denizlerinde yalnızca bir veya iki defa örneklenmiş 8 tür bulunmaktadır. Bu türler; *Himantura uarnak*, *Atherinomorus lacunosus*, *Parupeneus forskalli*, *Alepes djeddaba*, *Sphyaena flavicauda*, *Synanceia verrucosa*, *Chanos chanos* ve *Cylichthys spilostylus*'tur.

Ben-Yami ve Glaser [56]'e göre, insan eliyle veya doğal olaylar sonucu, bir şekilde birbiri ile irtibatlı hale gelmiş iki farklı su kütlelerinin birinden diğerine geçiş yapmış olan bir türün yeni ortamında başarılı olarak, belli bir populasyon büyüklüğüne erişebilmesi için, yeni ortamın taban yapısı, besin maddesi farklılıkları ve hidrolojik koşullar gibi engellerin üstesinden gelmesi gerekmektedir. Her bir tür için bu ekolojik engellerin şiddeti farklılık gösterebilmektedir. Yani bir tür için sorun olmayabilen ve kolayca üstesinden gelinebilen ekolojik bir engel, başka bir türün aynı ortama girmesini mümkün kılmayabilmektedir.

Golani [57]'ye göre de bir türün yeni bir ekosistemde yerleşebilmesi için bazı yeteneklere sahip olması gerekmektedir. Ben-Tuvia [24] da bu durumu başarılı bir göçün yalnız erişkinlerin Akdeniz'e geçişi ile değil, aynı zamanda yeni ekosistemin çeşitli ekolojik şartlarına uyum gerektireceği ile açıklamıştır. Ben Tuvia [24] ayrıca göçün seçmeli bir kavram olduğunu ve ekolojik şartlar ile sınırlı olduğunu belirtmiştir.

Bilindiği üzere canlıların uyum yetenekleri yeni bir ekosisteme yerleşmeyi etkileyen önemli bir faktördür. Başarılı türlerin birçoğu öyriterm ve öyrihalin türler olup bu türler Akdeniz'deki beslenme ve habitat biçimleri gibi diğer ekolojik şartlara uyum sağlayabilmektedirler. Ayrıca bu türler yumurtlama zamanlarını Akdeniz'in şartlarına uygun olarak düzenleyebilmektedirler [4, 57].

Kanalın açılmasından günümüze kadar geçen süre de lesepsiyen göç artan bir ivme ile devam etmekte ve bu göçü engellemek mümkün gözükmemektedir. Lesepsiyen balıkları ve onların etkilerini doğru yorumlayabilme ve anlayabilme yeteneğimiz öncelikle Türkiye denizlerindeki lesepsiyen balık tür sayısının kesin olarak belirlenmesine bağlıdır. Bu çalışma ile Türkiye denizlerinde dağılım gösteren lesepsiyen balık türlerinin sayısı ve dağılımı güncel olarak ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, "lesepsiyen tür" terimi yerine, "Hint-Pasifik kökenli tür" teriminin kullanılması daha doğru olacaktır. Zira Akdeniz havzasında Süveyş Kanalı yolu ile geçiş yapmamış türler de bulunmaktadır. Aynı coğrafik kökeni paylaşmalarına karşın, Kanal yoluyla geçenleri ayrı biçimde isimlendirmek hatta "lesepsiyen" terimini coğrafik bir köken gibi kullanmak hatalı gibi gözükmemektedir. Bu nedenle, listelerde türlerin coğrafik kökeni (Hint-Pasifik) belirtilerek geçiş yolunun (Süveyş Kanalı, balast suyu vb.) belirtilmesi bizce daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Halim Y, Morcos SA, Rızkala S, El-Sayed MKH. The impact of the Nile and the Suez Canal on the living marine resources of the Egyptian Mediterranean waters

- (1958-1986) in the effect of riverine inputs on coastal ecosystems and fisheries resources. FAO Fisheries Technical Paper. No. 349. FAO, Rome, 1995, p: 133
2. Por FD. Lessepsian migration: The influx of Red Sea biota into the Mediterranean by Way of the Suez Canal. Springer-Verlag, Berlin, 1978, p: 223
 3. Golani D, Orsi-Relini L, Massutí E, Quignard JP. CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean. Vol.1. Fishes. F. Briand (ed.), CIESM, Monaco, 2002, p: 254
 4. Golani D. Lessepsian fish migration-characterization and impact on the Eastern Mediterranean Workshop on Lessepsian Migration Proceedings, 20-21 July 2002, Gökçeada, Turkey, Turkish Marine Research Foundation, 2002, pp: 1-9
 5. Ben-Tuvia A. Man made changes in the Eastern Mediterranean Sea and their effect on the fishery resources. Marine Biology, 1973; 19: 197-203
 6. Ünsal S. Türkiye denizleri için yeni bir kefal balığı türü: *Mugil so-iuy* Basilewsky. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 1992; 16: 427-432
 7. Gökoglu M, Bodur T, Kaya Y. First record of the Red Sea bannerfish (*Heniochus intermedius* Steindachner, 1893) from the Mediterranean Sea. Israel Journal of Zoology, 2003; 49: 324-325
 8. Bilecenoglu M, Kaya M. A new alien fish in the Mediterranean Sea *Platax teira* (Forsskal, 1775) (Osteichthyes: Ephippidae). Aquatic Invasions, 2006; 1(2): 80-83
 9. Kaya M, Mater S, Korkut AY. A new grey mullet species "*Mugil so-iuy* Basilewsky" (Teleostei: Mugilidae) from the Aegean coast of Turkey. Turkish Journal of Zoology, 1998; 22: 303-306
 10. Akşıray F. Türkiye Deniz Balıkları Anahtarı. I. U. Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, İstanbul, 1954, pp: 1-227
 11. Bilecenoglu M, Taşkavak E, Mater S, Kaya M. Checklist of the marine fishes of Turkey. Zootaxa, 2002; 113: 1-194
 12. Fricke R, Bilecenoglu M, Sari HM. Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) 706, 2007, p: 169
 13. Bilecenoglu M. Alien marine fishes of Turkey – an updated review. In: Fish Invasions of the Mediterranean Sea: Change and Renewal, D. Golani & B. Appelbaum-Golani (Eds). Pensoft, Sofia, Moscow, 2010, pp: 189-217
 14. Filiz H, Özkan Ö, Yapıcı S, Bilge G, Cerim H. Güney Ege'de trol kompozisyonundaki Lessepsiyen balık türleri. FABA 2012 Sempozyumu Özet Kitapçığı, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir, 2012, p: 43

15. Ergüden D, Turan C. İskenderun ve Mersin Körfezi'ndeki yabancı balık faunasındaki son gelişmeler. FABA 2012 Sempozyumu Özet Kitapçığı, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir, 2012, p: 5
16. Ergüden D, Turan C. Recent developments in alien fish fauna of the Gulf of Iskenderun and Mersin. Research Journal of Biological Sciences, BİBAD, 2013; 6(1): 14-19
17. Erazi RAR. *Leiognathus mediterraneus* nov. sp.. Comptes Rend. Soc. Turq. Sci. Phys., 1943; 10: 49-53
18. Haas G, Steinitz, H. Erythrean fishes on the Mediterranean coast of Palestine. Nature, 1947; 160: 28
19. Kosswig C. Erythraische fische im Mittelmeer und an der grenze der Agais. Syllogomena Biologica, Festschrift Kleinschmidt, 1950; 203-212
20. Ben-Tuvia A. Mediterranean fishes of Israel. Bulletin of the Sea Fisheries Research Station, 1953; 8: 1-40
21. Kosswig C. Facts and problems offered by the erythrean invaders into the Mediterranean. Balık ve Balıkçılık, 1956; 4(9): 31-37
22. Akyüz E. Observations on the Iskenderun red mullet (*Mullus barbatus*) and its environment. GFCM Proceedings and Technical Papers, 1957; 4(38): 305-326
23. Ben-Tuvia A. Red Sea fishes recently found in the Mediterranean. Copeia, 1966; 2: 254-275
24. Ben-Tuvia A. Immigration of fishes through the Suez Canal. Fishery Bulletin, 1978; 76(1): 249-255
25. Whitehead PJP, Bauchot ML, Hureau JC, Nielsen J, Tortonese E. (eds.) 1984-1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, p: 1473
26. Mater S, Kaya M. Türkiye'nin Akdeniz sularında yeni kaydedilen üç balık türü, *Sudis hyalina* Rafinesque, *Pelates quadrilineatus* (Bloch), *Apogon nigripinnis* Cuvier (Teleostei), hakkında. Doga-Türk Zooloji Dergisi, 1987; 11(1): 45-49
27. Kaya M, Mater S, Benli HA. A new Indo-Pacific gobiid fish *Oxyurichthys papuensis* (Val., 1837) for eastern Mediterranean coasts of Turkey. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 1992; 33: 298
28. Gücü AC, Bingel F, Avsar D, Uysal N. Distribution and occurrence of Red Sea fish at the Turkish Mediterranean coast-northern Cilician Basin. Acta Adriatica, 1994; 34(1/2): 103-113

29. Basusta N, Erdem Ü, Mater S. Iskenderun Körfezi'nde yeni bir Lesepsiyen göçmen balık türü; kızıl gözlü sardalya, *Etrumeus teres* (Dekay, 1842) Akdeniz Balıkçılık Kongresi, İzmir, 1997, pp: 921-924
30. Başusta N, Erdem Ü, Kumlu M. Two new fish records for the Turkish seas: round stingray *Taeniura grabata* and skate stingray *Himantura uarnak* (Dasyatidae). Israel Journal of Zoology, 1998; 44: 65-66
31. Avsar D, Çiçek E. A new Lessepsian immigrant for the Cilician basin in eastern Mediterranean; flying fish (Exocoetidae: *Parexocoetus mento* (Valenciennes, 1846)). Obelia, 2000; 26: 89-95
32. Taskavak E, Bilecenoglu M, Basusta N, Mater S. Occurrence of *Pteragogus pelycus* Randall, 1981 (Teleostei: Labridae) and *Petroscirtes ancyllodon* Rüppell, 1838 (Teleostei: Blenniidae) at the eastern Mediterranean coast of Turkey. Acta Adriatica, 2000; 41(2): 53-58
33. Bilecenoglu M, Taskavak E, Kunt KB. Range extension of three Lessepsian migrant fish (*Fistularia commersoni*, *Sphyræna flavicauda*, *Lagocephalus suezensis*) in the Mediterranean Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2002; 82: 525-526
34. Gökoglu M, Bodur T, Kaya Y. First records of *Hippocampus fuscus* and *Syngnathus rostellatus* (Osteichthyes: Syngnathidae) from the Anatolian coast (Mediterranean Sea). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2004; 84: 1093-1094
35. Bilecenoglu M. Observations on the burrowing behaviour of Dwarf Blasop, *Torquigener flavimaculosus* Hardy & Randall, 1983 (Osteichthyes: Tetraodontidae) along Fethiye Coasts, Turkey. Zoology in the Middle East, 2005; 35: 29-34
36. Akyol O, Ünal V, Ceyhan T, Bilecenoglu M. First Record of the silverside blasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), in the Mediterranean Sea. Journal of Fish Biology, 2005; 66: 1183-1186
37. Eryilmaz L, Dalyan C. First record of *Apogon queketti* Gilchrist (Osteichthyes: Apogonidae) in the Mediterranean Sea. Journal of Fish Biology, 2006; 69: 1251-1254
38. Çınar ME, Bilecenoglu M, Öztürk B, Can A. New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. Aquatic Invasions, 2006; 1(2): 84-90
39. Bilecenoglu M. First record of *Monotaxis grandoculis* (Forsskal, 1775) (Osteichthyes, Lethrinidae) in the Mediterranean Sea. Aquatic Invasions, 2007; 2(4): 466-467

40. Bilecenoglu M, Russell BC. Record of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 (Nemipteridae) from Iskenderun Bay, Turkey. *Cybium*, 2008; 2: 279-280
41. Bilecenoglu M, Yokes MB, Eryigit A. First record of *Vanderhorstia mertensi* Klausewitz, 1974 (Pisces, Gobiidae) in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions*, 2008; 3(4): 475-478
42. Goren M, Yokes B, Galil BS, Diamant A. Indo-Pacific cardinal fish in the Mediterranean Sea-new records of *Apogon smithi* from Turkey and *A. queketti* from Israel. *Marine Biological Association of the United Kingdom, Marine Biodiversity Records*, 2008; 2: 1-4
43. Bilecenoglu M, Kaya M, Eryigit A. New data on the occurrence of two alien fishes, *Pisodonophis semicinctus* and *Pomadasys stridens* from the Eastern Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 2009; 10(2): 151-155
44. Çicek E, Bilecenoglu M. A new alien fish in the Mediterranean Sea: *Champsodon nudivittis* (Actinopterygii: Perciformes: Champsodontidae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 2009; 39: 67-69
45. Dalyan C, Eryilmaz L. The Arabian scad *Trachurus indicus* Nekrasov, 1966, a new Indo-Pacific in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 2009; 74: 1615-1619
46. Turan C, Yaglioglu D, Erguden D, Gurlek M, Sonmez B. First record of the Broad-banded Cardinal fish *Apogon fasciatus* (White, 1790) from Turkey. *Mediterranean Marine Science*, 2010; 11(2): 369-372
47. Turan C, Yaglioglu D. First record of the spiny blaasop *Tylerius spinosissimus* (Regan, 1908) (Tetraodontidae) from the Turkish coasts. *Mediterranean Marine Science*, 2011; 12(1): 247-252
48. Akamca E, Mavruk S, Özyurt CE, Kıyağa VB, Manaşırılı M. Two new Lessepsian species found in the north-eastern Levantine Basin: Broadbanded Cardinalfish (*Apogon fasciatus* (White, 1790)) and Indian Scad (*Decapterus russelli* (Rüppell, 1830)) (Osteichthyes). *Zoology in the Middle East*, 2010; 51: 116-118
49. Akamca E, Mavruk S, Özyurt CE, Kıyağa, VB. First record of the Indo-Pacific burrowing goby *Trypauchen vagina* (Bloch and Schneider, 1801) in the North-Eastern Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions*, 2011; 6(Suppl. 1): 19-21
50. Bilecenoglu M. First sighting of the Red Sea originated stonefish (*Synanceia verrucosa*) from Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 2012; 18(1): 76-82
51. Dalyan C, Yemiskan E, Eryilmaz L. A new record of gaper (*Champsodon capensis* Regan, 1908) in the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 2012; 28(5): 834-835.

52. Erguden D, Bayhan YK, Turan C. First record of spotbase burrfish *Cyclichthys spilostylus* (Leis & Randall, 1982) (Osteichthyes: Diodontidae) from the marine waters of Turkey. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 2012; 42(2): 137-140
53. Özvarol Y, Gökoglu M. First record of the Indo-Pacific Milkfish, *Chanos chanos* (Forskål, 1775), in the Turkish Mediterranean Sea. *Zoology in the Middle East*, 2012; 55: 135-136
54. Gökoglu M, Özvarol Y. Additional records of *Champsodon vorax* and *Champsodon capensis* (Actinopterygii: Perciformes: Champsodontidae) from the eastern Mediterranean Sea. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 2013; 43(1): 79-82
55. Turan C, Erguden D, Gurlek M, Yaglioglu D, Uygur N. First record of the blue-barred parrot fish, *Scarus ghobban* Forsskål, 1775 from Turkish marine waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 2013, 29: 1-3 In press
56. Ben-Yami M, Glaser T. The invasion of *Saurida undosquamis* (Richardson) into the Levant Basin an example of biological effect of interoceanic canals. *Fishery Bulletin*, 1974; 72(2): 359-373
57. Golani D. Impact of Red Sea fish migrants through the Suez Canal on the aquatic environment of the Eastern Mediterranean. *Yale F & ES Bulletin*, 1998; 375-387

AMPHISTEGINA LOBIFERA LARSEN'NİN TÜRKİYE KIYILARINDAKİ YAYILIMI

Engin MERİÇ¹, Niyazi AVŞAR², M. Baki YOKEŞ³, Feyza DİNÇER⁴, Volkan DEMİR⁵

¹ Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4, 34710 Kadıköy, İstanbul, barutif@istanbul.edu.tr

² Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, avsarn@cukurova.edu.tr

³ Haliç Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, bakiyokes@halic.edu.tr

⁴ Nevşehir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, fdincer@nevsehir.edu.tr

⁵ İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, volkandemir@istanbul.edu.tr

ÖZET

Araştırma, Türkiye kıyı alanlarında, Akdeniz'de Samandağ, İskenderun Körfezi, Mersin, Antalya kıyıları ve Fethiye Körfezi ile Marmaris Körfezi'nden itibaren Doğu Ege Denizi'nin muhtelif körfezleri ve Marmara Denizi'nde bazı noktalarda 1986-2010 yılları arasında yapılmış olan çalışmalar sonucunda *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin farklı zaman ve noktalarda değişik özellikler sunarak geniş bir yayılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Gerek iklimsel özellikler ve gerekse tuzluluk değişimleri dikkate alındığında bu farklılığın normal olduğu düşünülebilirse de, esasta değinilen noktasal alanlarda ortaya çıkan farklı ekolojik özellikler nedeniyle bu dağılım özelliğinin gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır. Bu konuda en büyük etken deniz içindeki soğuk veya sıcak su kaynakları olup, bunların sahip oldukları doğal ve yapay kimyasal özellikler, yayılımdaki başlıca etken özelliğini taşımaktadır. Yine *Amphistegina lobifera* Larsen bireyleri kavkılarında yapılmış olan mikroprob analizi farklı bölgelerden alınan bireylere ait kavkıların kimyasal olarak büyük bir ayrıcalık göstermediklerini kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Amphistegina lobifera*, foraminifer, Akdeniz, Ege Denizi, Marmara

GİRİŞ

Amphistegina Pasifik ve Hint okyanusları ile Kızıldeniz' de yaygın olarak dağılım gösteren ve çapı 1 mm' ye ulaşabilen merceksi kavkıya sahip iri bir bentik foraminifer cinsidir [Foto 1,2]. Değişik şartlara uyum sağlayabilen cins Türkiye Akdeniz kıyılarında geniş bir yayılım sunmaktadır. Bunun dışında Doğu Ege Denizi'nin farklı noktaları ile Güney Marmara ve Haliç' te (İstanbul) yakın geçmişte var olan noktasal alanlardaki ekolojik koşul değişimleri nedeni ile yayılım alanını genişletmiştir.

Başta Akdeniz olmak üzere Ege Denizi'nin muhtelif noktalarından alınan genç çökel örneklerinin bentik foraminiferleri incelendiğinde *Amphistegina lobifera* Larsen'nin Samandağ ve İskenderun (Antakya) kıyılarında geniş bir yayılım ve bolluk sunduğu gözlenmiştir [1, 2, 3, 4]. Daha batıya yöneldiğinde Mersin batısı ve Silifke doğusunda Cennet ve Cehennem olarak

adlandırılan alanın güneyinde Narlıkuyu ve güneybatısında Kızlar Hamamı olarak isimlendirilen kıyı alanında çok bol olarak rastlanılmasa da, söz konusu bentik foraminifer yayılım sunmaktadır.

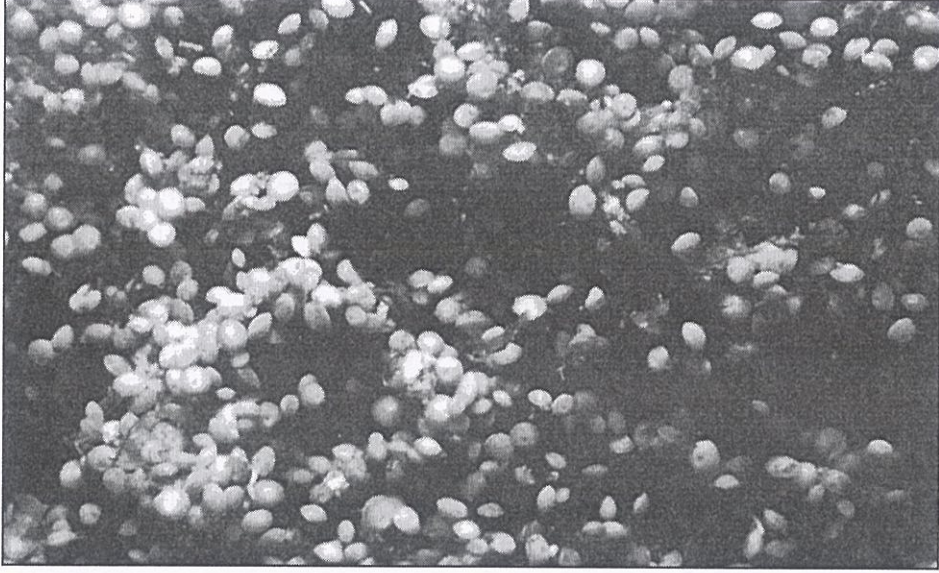


Foto 1. *Amphistegina lobifera*'nın Üç adalar Antalya kıyılarındaki dağılımı

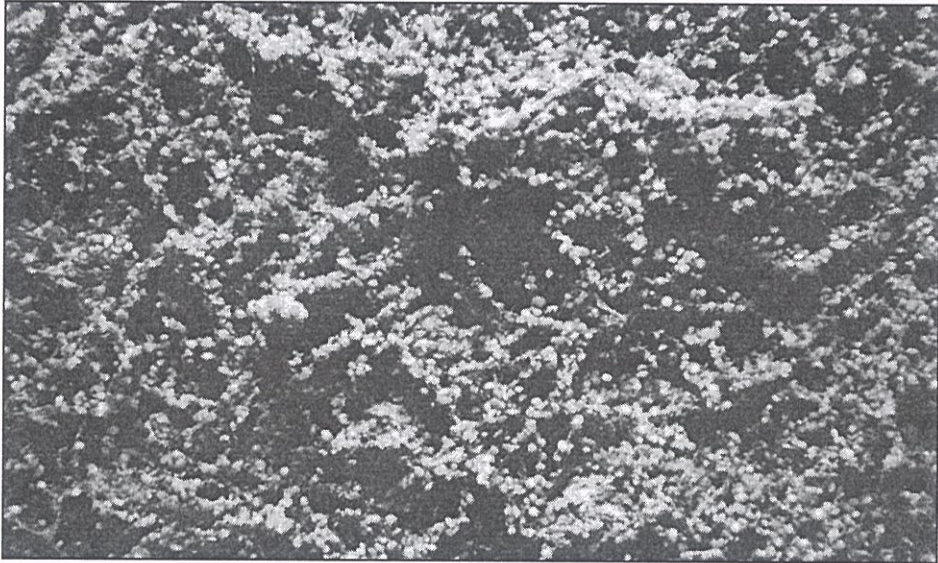


Foto 2. *Amphistegina lobifera*'nın İskenderun kıyılarında algler üzerinde yayılımı

Çalışılan bölge olarak Antalya doğusunda Side kıyılarında zengin bir foraminifer topluluğu birlikteliğinde oldukça fazla sayıda ve iri bireyler ile varlığını ortaya koymaktadır. Antalya Körfezi güneybatısında üç adalar ve beş adalar çevresi ile Kekova, Kaş ve Kalkan kıyılarında

anormal derecede bol miktarda ve iri boyutlu *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin yayılımı dikkati çeker [5, 6]. Daha batıda ise Fethiye Körfezi'nde aynı özelliklerin gözlenmemesine karşın yine çok sayıda denilebilecek şekilde bir bolluk sunar.

Doğu Ege Denizi güney kıyılarında Marmaris, Datça ve Gökova körfezlerinde zayıf bir topluluk ile temsil edilen bu cins ve tür daha kuzey kesimlerde, özellikle deniz içindeki sıcak su kaynakları çevresinde zengin bir topluluk oluşturur. Kuşadası Körfezi ve Karaburun Yarımadası kuzeybatı kıyıları bu konudaki en güzel örnekleri teşkil eder [7, 8, 9]. Kuşadası Körfezi'ndeki sıcak su kaynağı çevresinde 5 gr sediman örneğinde sayısal olarak 1954 gibi birey topluluğu oldukça bol denilebilecek özelliktedir. Bu alanda bol sayıda *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin gözlenmesine karşın, Büyük Menderes ağzında, Dilek Milli Parkı güneybatısında yapılan çalışmada incelenen 16 örnekten yalnız birinde tek bir fert bulunmuştur [10]. Buna karşın yine Karaburun Yarımadası üzerindeki Ilıca Körfezi'nde deniz içinde oldukça sıcak bir kaynağın varlığına rağmen incelenen 38 örnekte herhangi bir *Amphistegina lobifera* Larsen bireyine rastlanılmamıştır [11]. Fakat Karaburun Yarımadası kuzey kesiminde Ege Denizi kıyılarında oldukça bol denilebilecek miktarda bireyleri gözlenmiştir. Daha kuzey alanda Ayvalık yakınlarında Alibey ve Maden adaları çevresinde yapılan çalışmada ise incelenen dört kordan birine ait tek bir örnekte yine bir adet *Amphistegina lobifera* Larsen bireyi bulunmuştur [8]. En kuzey alanda ise Gökçeada güneydoğusundaki bir istasyonda oldukça bol sayıda *Amphistegina lobifera* Larsen bireyleri gözlenmiştir [12].

Marmara Denizi'nde ise Armutlu Yarımadası batısında tek bir istasyonda tipik Akdeniz canlıları ile birlikte çok az sayıda da olsa *Amphistegina lobifera* Larsen'nin varlığı gözlenmiştir [13]. Bilindiği gibi Armutlu Yarımadası kaplıcalarının varlığı açısından oldukça zengindir. Karadaki sıcak su çıkışlarının benzeri olarak deniz içinde de bu tip gelişimlerin varlığı bilinmektedir. Sonuçta böyle bir sıcak su çıkışı çevresinde gelişen foraminifer topluluğu *Amphistegina lobifera* Larsen'nin da bu alanda yaşamasına imkân sağlamıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Akdeniz'de Samandağ, İskenderun Körfezi, Mersin, Antalya kıyıları ve Fethiye Körfezi ile Marmaris Körfezi'nden itibaren Doğu Ege Denizi'nin muhtelif körfezleri ve Marmara Denizi'nde bazı noktalarda 1986-2010 yılları arasında yapılmıştır (Şekil 1). Çalışılan bölgelerden serbest dalış yöntemi, grep ve boru çakılarak genç çökel örnekleri derlenmiştir. 5'er gr olarak tartılar ıslak örneklerin üzerine %10'luk H₂ O₂ ilave edilerek 24 saat bekletilmiş ve bunu takiben 0.063 mm'lik elekte tazyikli su ile yıkanmış, 50 °C'lık etüvde kurutulduktan sonra 2.00, 1.00, 0.500, 0.250, 0.125 mm'lik eleklerde elenmiştir. Örnekler binoküler mikroskopta incelenerek içermiş oldukları foraminiferler ayıklanmıştır.

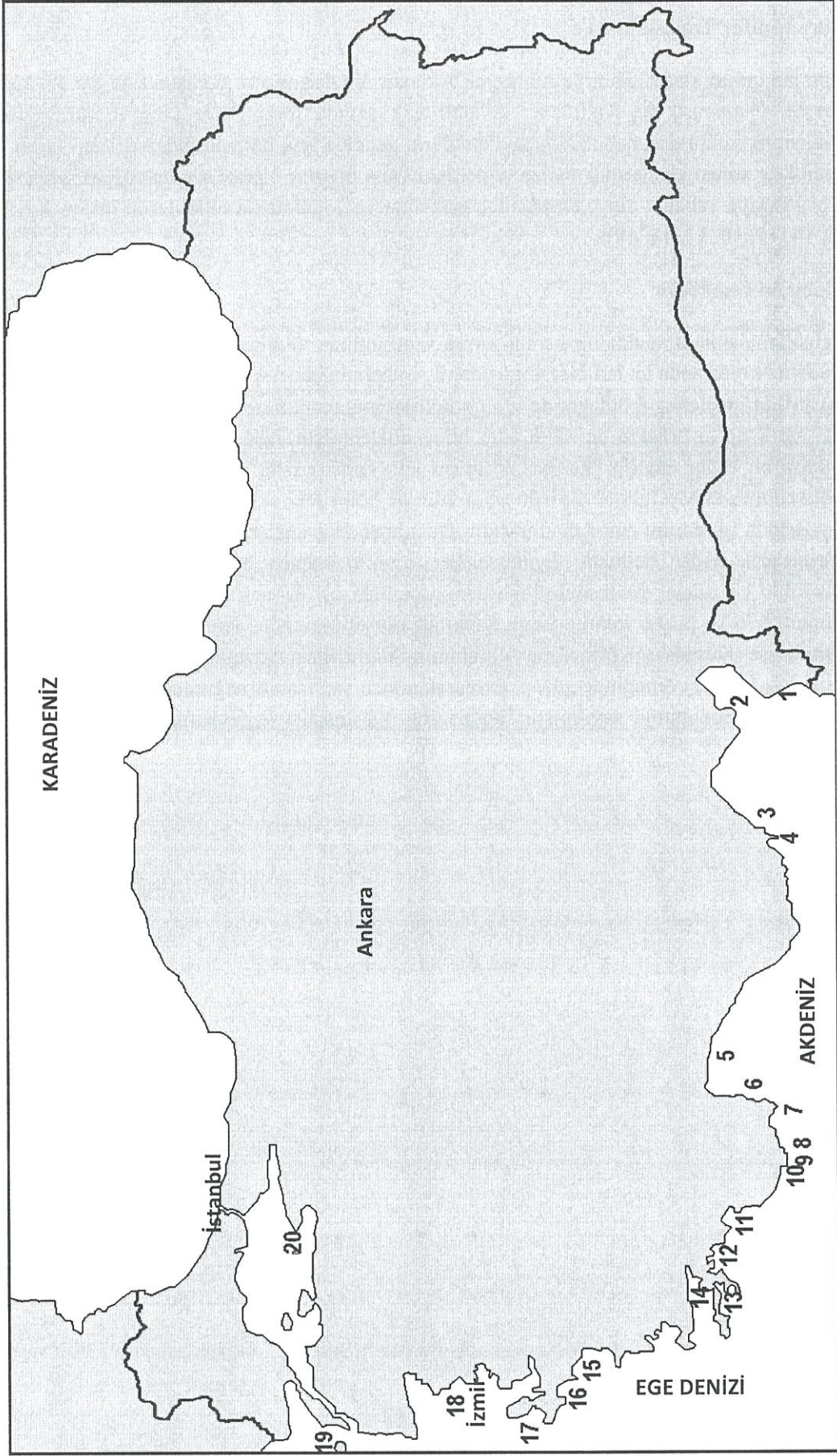
BULGULAR

Foraminifer Toplulukları

Yapılan çalışmalarda Türkiye'nin gerek Akdeniz kıyılarında ve gerekse Ege Denizi kıyılarında Pasifik Okyanusu ve Kızıldeniz kökenli çok sayıda foraminifer cins ve türlerinin varlığı gözlenmiştir. Bu durum söz konusu denizlerin genelde kıyı bölgelerinde var olan farklı ekolojik özellikler sunan alanlarında aynen çöllerdeki vaha benzeri olarak *Amphistegina lobifera* Larsen gibi bölgeye yabancı cins ve türlerin yaşamakta ve çoğalmakta olduklarını ortaya koymaktadır [6, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Bölgesel Özellikler

Çalışılan alanlar arasında bir karşılaştırma yapıldığında *Amphistegina lobifera* Larsen'nin Doğu Akdeniz kıyılarında en bol olarak gözlenmiş olduğu bölge Asi Deltası'dır. Burada yapılmış olan çalışmada incelenen 8 örnekte de varlığı belirlenmiş olup, 5 no' lu örnekte 348, 6 no'lu örnekte 317 ve 7 no'lu örnekte de 4408 adet birey gözlenmiştir. Yine bu alan için dikkati çeken en önemli bir diğer özellik Pasifik Okyanusu için karakteristik bir foraminifer olan *Pararotalia calcariformata* McCulloch' nın 300 aşkın bireyle bölgedeki varlığıdır [4, 18]. Antalya güneybatı kıyılarında ise durum çok daha farklıdır. Üç adalar, Beş adalar, Kekova ve Kaş kıyılarında kum oluşturacak kadar bollukta *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin varlığı saptanmıştır. Özellikle Üç adalar çevresinde yine deniz içindeki bir kaynak çevresinde 5 gr olarak tartılan kumun 3.76 gr'ını bu foraminiferin kavkuları oluşturmaktadır. Ege Denizi kıyılarındaki benzer durum ise Kuşadası Körfezi ile Karaburun Yarımadası kuzeybatı kıyılarında gözlenmiştir. Kuşadası Körfezi örneğinde yine 5 gr olarak alınan sediman örneğinde 1954 adet *Amphistegina lobifera* Larsen bireyi sayılmıştır. Karaburun Yarımadası kuzeybatısında ise bu değer 500'e ulaşmaktadır [5, 9].



Şekil 1. *Amphistegina lobifera* Larsen'in Türkiye Kıyılarındaki Dağılımı : 1- Samandağ, 2- Iskenderun Körfezi, 3- Narlıkuyu, 4- Kızlarhamamı,

5- Side, 6- Üç adalar, 7- Beş adalar, 8- Kekova, 9- Kaş, 10- Kalkan, 11- Fethiye Körfezi, 12- Marmaris Körfezi, 13- Datça Körfezi, 14- Gökova Körfezi, 15- Kızılcadası Körfezi 16- Riuviik Menderes ağız 17- Karahırun varımadası 18- Alihev Maden Adaları 19- Gökceada 20 - Armutlu Yarımadası

SONUÇLAR

Türkiye kıyılarında günümüze dek yapılmış olan çalışmalarda Hatay sahillerinden itibaren Akdeniz kıyılarında geniş bir yayılım sunarak bazı alanlarda aşırı bir çoğalma gösterdiği ortaya konulmuştur. Özellikle Asi Deltası ve güneybatı Antalya kıyılarında gözlenen anormal bolluk deniz içindeki karstik kaynakların varlığı ve kaynak sularındaki aşırı pestisit miktarının bu konuda etken olduğu düşünülür. Aynı durum Kuşadası Körfezi için de geçerli olabilir.

Keza günümüze dek göçmen foraminiferler ile ilgili olarak yapılmış olan çalışmalarda *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin 1869 yılında Süveyş Kanalı'nın açılmasından sonra diğer pek çok canlı grupları gibi Akdeniz'e ulaştığı ve yayıldığı düşünülmüştür[20]. Fakat Mersin yöresinde Akkuyu Nükleer Santral inşası için yöreden derlenen ve İstanbul Haliç'te Metro Köprüsü nedeni ile denizde yapılan sondajlardan elde edilmiş olan örneklerin incelenmesi sonucunda adı geçen foraminiferin oldukça uzak denilebilecek bir geçmişte Akdeniz'e ulaşarak Marmara Denizi'ni aşip Haliç'e girmiş olduğu belirlenmiştir. Bu sondajlardan derlenmiş olan örneklerde, çok sayıda jips kristalinin varlığı, bu alanda yakın geçmişte sıcak su kaynaklarını bulunduğunu kanıtlamaktadır [21]. Akkuyu yöresinde yapılmış olan çalışmalarda söz konusu bentik foraminiferin günümüz 227,3±17,8 yıl öncesi bu alanda yaşamış olduğu anlaşılmıştır [22]. Yine İstanbul Haliç sondajlarında ki varlığı bu foraminiferin muhtemelen 6.000 yıl önce bu alana girmiş olduğunu ortaya koymaktadır [21].

KAYNAKLAR

1. Avşar N, Meriç E. İskenderun Körfezi'nde bentik foraminifer dağılımı. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 1996; 220-224.
2. Avşar N. Doğu Akdeniz kıyı bölgesi bentik foraminiferleri. Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound), 1997; 31, 67-81, Adana.
3. Avşar N, Meriç E, Ergin M. İskenderun Körfezi'ndeki bentojenik sedimanların foraminifer içeriği. H. Ü. Yerbilimleri, 2001; 24, 97-112, Ankara.
4. Meriç E, Avşar N, Yokeş M B, Dinçer F, Karhan S Ü, Kalkan E, Demir V. Benthic Foraminiferal assemblages from the eastern Levantine coast of Turkey. Journal of Marine Biological Association UK-2, 2013.
5. Meriç E, Avşar N, Nazik, A, Yokeş, B, Dinçer, F. A review of benthic foraminifers and ostracodes of the Antalya coast. Micropaleontology, in: Recent benthic foraminifera along the southwest coasts of Antalya (SW Turkey) and the impact of alien species on autochthonous fauna (eds. E. Meriç and M. B. Yokeş), 2008; 54 (3-4), 187-197.

6. Meriç E, Avşar N, Yokeş B. Some alien foraminifers along the Aegean and southwestern coasts of Turkey. *Micropaleontology*, in: Recent benthic foraminifera along the southwest coasts of Antalya (SW Turkey) and the impact of alien species on autochthonous fauna (eds. E. Meriç and M. B. Yokeş), 2008; 54 (3-4), 307-349.
7. Meriç E, Avşar N, Bergin F. Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey) Systematics and Autoecology, Chamber of Geological Engineers of Turkey and Turkish Marine Research Foundation Publication. 2004; No: 18, 306 pages and 33 plates, İstanbul.
8. Meriç E, Avşar N, Barut İ F, Yokeş M B, Taş S, Eryılmaz M, Dinçer F, Bircan C. Kuşadası (Aydın) deniz dibi mineralli su kaynağı çevresi bentik foraminifer topluluğu hakkında görüş ve Yorumlar. *Sualtı Bilim ve Teknolojisi (SBT) Bildiriler Kitabı*, 2009; 80-92, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Lefkoşa, K. Kıbrıs.
9. Meriç E, Avşar N, Nazik A, Yokeş B, Dora Ö, Barut İ F, Eryılmaz M, Dinçer F, Kam E, Aksu, A, Taşkın H, Başsarı A, Bircan C, Kaygun A. Karaburun Yarımadası kuzey Kıyılarındaki oşinografik özelliklerinin bentik foraminifer ve ostrakod toplulukları üzerindeki etkileri. *M. T. A. Dergisi*, 2012;145, 22-47, Ankara.
10. Avşar N, Meriç E, Çevik M G, Dinçer F. Büyük Menderes Nehri öntü (Batı Türkiye) kıta Sahaneliği bölgesi güncel bentik foraminifer toplulukları. *H. Ü. Yerbilimleri*, 2009; 30 (2),127-144, Ankara.
11. Meriç E, Avşar N, Nazik A, Yokeş B, Barut İ F, Eryılmaz M, Kam E, Taşkın H, Başsarı A, Dinçer F, Bircan C, Kaygun A. Ilıca Koyu (Çeşme-İzmir) bentik foraminifer-ostrakod toplulukları ile Pasifik Okyanusu ve Kızıldeniz kökenli göçmen foraminiferler ve anormal bireyler. *M. T. A. Dergisi*, 2012; 145, 62-78, Ankara.
12. Meriç E, Avşar N, Mekik F, Yokeş B, Barut İ F, Dora Ö, Suner F, Yücesoy-Eryılmaz F, Eryılmaz M, Dinçer F, Kam E. Alibey ve Maden adaları (Ayvalık-Balıkesir) çevresi genç çökellerinde gözlenen bentik foraminifer kavkılarındaki anormal oluşumlar ve nedenleri. *T. J. Bülteni*, 2009; 52(1), 31-84, Ankara.
13. Meriç E, Avşar N, Kılınçaslan Y. Gökçeada (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *T.J.B.*, 2001; 44 (2), 39-63, Ankara.
14. Meriç E, Avşar N, Nazik A, Alpar B, Yokeş B, Barut İ F ve Ünlü S. Gemlik Körfezi yüzey çökellerinin foraminifer, ostrakod ve mollusk faunası, foraminifer kavkılarında gözlenen morfolojik anomaliler ile bölgenin sedimentolojik, hidrokimyasal ve biokimyasal özellikleri. *M. T. A. Dergisi*, 2005; 131, 21-48, Levha 1-4, Ankara.
15. Meriç E, Yokeş M B, Avşar N, Bircan C. An oasis for alien benthic foraminifera in the Aegean Sea. *Aquatic Invasions*, 2010; 5 (2), 191-195.
16. Meriç E, Yokeş B, Avşar N, Dinçer F. Ege Denizi Türkiye kıyıları bentik Foraminifer topluluğunda gözlenen yeni göçmenler (2008-2010). *Sualtı Bilim ve Teknolojisi (SBT) Bildiriler Kitabı*, 2010; 80-90, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

17. Meriç E, Yokeş B, Avşar N. A new guest in Ilıca Bay (Çeşme-İzmir-Turkey): *Coscinospira acicularis*. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 2011; 4, e94, 1-5.
18. Meriç E, Yokeş B, Avşar N, Kırıcı-Elmas E, Dinçer F. A new record in eastern Aegean Sea (Turkey): *Polymorphina fistulosa*. Marine Biodiversity Records,1-3, Marine Biological Association of the United Kingdom, 2012; doi:10.1017/s1755267212000863, 5, e103; published on line.
19. Meriç E, Yokeş M B, Avşar N, Kırıcı-Elmas E, Dinçer F, Karhan S Ü, Kalkan E, Demir,V. First report of *Pararotalia calcariformata* from the Hatay costline (Turkey-northeastern Mediterranean). Marine Biodiversity Records,1-4, Marine Biological Association of the United Kingdom, 2013; doi:10.1017/S1755267212001108, 6, e31; published online.
20. Zenatos A, Meriç E, Verlaque M, Galli P, Boudouresque C-F, Giangrade A, Çınar M. E. and Bilecenoğlu M. Additions to the annotated list of marine alien biota in the Mediterranean.with special emphasis on Foraminifera and Parasites. Mediterranean Marine Science, 2008; 9 (1), 119-165.
21. Suner F, Meriç E, Avşar N, Önal B Ç. Haliç (İstanbul-Kuzeybatı Türkiye) Holosen Çökellerinde jips oluşumu ile bentik foraminifer ve ostrakod topluluğu ilişkisi, T. P. J. D. Bülteni, 2012; 23 (1), Ankara.
22. Meriç E, Yokeş M B,Avşar Güleç-Kıyak N, Öner E, Nazik A, Demirtaşlı E, Dinçer F, Öztürk M. Z. *Amphistegina lobifera* Larsen Akdeniz'e Süveyş Kanalı yolu ile mi ulaştı? 2013 (yayınlanmamış veri).

KISA SÜRELİ SCUBA DALIŞ EĞİTİMLERİNİN SOLUNUM FONKSİYONLARINA ETKİSİ

Şamil AKTAŞ¹, Şahin ÖZEN², Birol ÇOTUK²

¹ İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, saktas@istanbul.edu.tr

² Marmara Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, sahin_ozen@hotmail.com, hbcotuk@marmara.edu.tr

ÖZET

Dalış, solunan gaz yoğunluğunun artışı, soğuk ve kuru hava soluma, immersiyonun etkisi, oksijen toksisitesi, kabarcıkların akciğerlerde filtrasyonu gibi nedenlerle solunum fonksiyonlarında değişikliklere yol açmaktadır. Dalışın yol açtığı solunum fonksiyon değişiklikleri daha çok az sayıda profesyonel dalgıcı ilgilendiren derin ve özel dalışlarda incelenmiş, dalışın akciğerler üzerine uzun dönem etkileri araştırılmıştır. Günümüzde milyonlarca insanın giderek artan bir yoğunlukla katıldığı kısa süreli SCUBA dalışları yeterince incelenmemiştir.

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 sabah ve akşam amatör, sportif kurallara uygun olarak yapılan dalışlar öncesinde ve sonrasında solunum fonksiyon testleri yapılmış, dalış verileri dalış bilgisayarları ile toplanmıştır. Çalışma sonunda solunum parametrelerinde günlük ve dönemlik değişimler incelenmiş, bu değişikliklerin dalış parametreleriyle ilişkisi araştırılmıştır.

Ölçümler boyunca solunum parametrelerinden hacim değerlerini ilgilendiren FVC ve FEV₁ değerleri ile akım değerlerini ilgilendiren FEF₅₀, FEF₇₅ ve FEF₂₅₋₇₅'in anlamlı biçimde değiştiği saptanmıştır. Dört günlük dalışların FEF₅₀, FEF₇₅ ve FEF₂₅₋₇₅'de birikici bir biçimde azalmaya yol açması küçük hava yollarında daralmaya işaret etmiştir. Bununla birlikte bu değişikliklerin dalış parametreleriyle ilişkisi ortaya konamamıştır.

Anahtar Kelimeler: dalış, solunum fonksiyon testi

GİRİŞ

Dalış birçok fiziksel ve fizyolojik anormallikleri nedeniyle solunum sistemi ve akciğerler üzerine etkilere sahiptir. Bunlar arasında basınç artışı, solunan gazın yoğunluğu, kuru ve soğuk oluşu, tüp havasında bulunabilen zararlı gazlar ve yağ, artmış oksijen parsiyel basıncı, egzersiz yükü, immersiyon, dekompresyon hastalığına da yol açan kabarcıkların akciğerde tutulması, akciğer barotraumaları sayılabilir.

Uzun yıllardır profesyonel ve askeri dalgıçların ve son yıllarda bazı amatör sportif dalgıçların dalgıçlığa başlama ve rutin kontrollerinde solunum sistemi muayenesi ve bu muayene içinde solunum fonksiyon testleri uygulanmaktadır. Elde edilen verilerle çeşitli grupların karşılaştırıldığı “cross-sectional” çalışmalar (1,2) ve aynı dalgıç popülasyonuna uygulanan “longitudinal” çalışmalarda (3, 4) dalışın solunum

fonksiyonları üzerine uzun dönem etkilerinin bulunduğu gösterilmiştir. Çalışmaların bir kısmında “tek dalışın” etkileri araştırılmıştır. Ancak bu tip çalışmalar genellikle derin ve uzun saturasyon dalışlarına yöneliktir. Amatör sportif dalış sınırlarına giren kısa süreli ve sığ dalışların solunum fonksiyonları üzerine etkileri çok az çalışmaya kaynaklık etmiştir. Oysa son yıllarda profesyonel ve askeri dalış popülasyonu ile karşılaştırılmayacak kadar fazla sayıda kişi amatör sportif dalışlara başlamaktadır. Bu grubun dalışa başlama muayeneleri zorunlu ve sınırları kesin belirlenmiş olmadığından her yaş grubundan ve her sağlık düzeyinde kişi dalabilmektedir. Bu çalışmamızda bir hafta süreli örnek bir sportif dalış kursuna katılan amatör sporcularda solunum fonksiyonlarının nasıl değiştiği, bu değişikliklerle dalışın hangi parametrelerinin ilişkili olduğu araştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Kısa süreli scuba dalışlarının solunum fonksiyonları üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışma Marmara Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'nun (MÜ, BESYO) ihtisas veya seçmeli olarak Sualtı ve Cankurtarma Dalı'nı seçmiş öğrencileri üzerinde üç ayrı dalış kampında yürütüldü. Daha önce en az 1 yıldız dalış brövesine sahip 49'u erkek, 24'ü kadın 73 elit sporcunun yaş ortalaması 25,10±6,11 yıl, boy ortalaması 176,20±7,65 cm ve vücut ağırlığı 75,46±15,91 kg idi. Çalışma için İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Yerel Etik Kurulu'na başvuruldu ve bu Kurul'un 26.06.2009 tarihli ve 07 sayılı toplantısında görüşülerek 2439 sayılı kararı ile Etik Kurul uygunluğu alındı. Öğrencilere çalışma hakkında bilgi verilerek yazılı onamları alındı. Çalışmadan 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 (Self Containing Underwater Breathing Apparatus) malzemeleri ıslak elbise ile birlikte kullanıldı. Dalış yapılan dönemde su sıcaklığı 18-23 °C arasında değişmekteydi. Tüplerin dolumunda kullanılan kompresörün bakımı ve filtresinin değişimi dalış yapılan dönemden hemen önce yapılmıştı. Dalıcılarda 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 İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalına ait Schiller marka SP-1 model spirometre 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 seçilerek kullanıldı. Solunum fonksiyonlarının “akım” özelliğinin değerlendirilmesi için ise PEF (ekspirasyon tepe akım hızı), FEF₂₅ (zorlu ekspirasyon akımı-%25), FEF₅₀ (zorlu ekspirasyon akımı-%50), FEF₇₅ (zorlu ekspirasyon akımı-%75) ve FEF₂₅₋₇₅ (zorlu ekspirasyon ortası akımı-%25-75) parametreleri kullanıldı. Ölçüm değişiklikleri iki ayrı grup için de karşılaştırılacağından aynı zamanda bu

değerlerin cinsiyet, yaş, boy, vücut ağırlığı ve ırk özellikleri ile düzeltildiği nomogramlara uygun olarak oranlanan parametreler de (%FVC, %FEV₁, %PEF, %FEF₂₅, %FEF₅₀, %FEF₇₅ ve %FEF₂₅₋₇₅) çalışmada kullanıldı. Dalışlar sırasında dalıcıların sol kollarına Suunto marka D9tx model dalış bilgisayarı takıldı. 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 ile yüzeyi terk ile yüzeye varış arasında geçen süre (Toplam Dalış Zamanı, TDZ), dalınan en fazla derinlik (Maksimum Derinlik, MD) elde edildi. Ayrıca korelasyonda hem süre hem de dalınan derinliğin birlikte değerlendirilebilmesini sağlamak için dalış bilgisayarından her on saniyede bir alınan derinlik verileri kullanıldı ve bu verilerle su altında derinliğin fonksiyonuna göre geçirilen toplam süre “sualtı alan” adı verilerek kullanıldı.

Çalışmada son olarak denekler, dalma sporuna yeni başlayan ve henüz eğitim aşamasında olanlar ile bunları eğitenler olarak ikiye ayrıldı. Her iki grubun solunum fonksiyon parametrelerindeki değişikliklerin varsa farklı dalış özelliklerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı göre karşılaştırılması yapıldı.

a) Veri değerlendirme ve istatistiksel analiz

Solunum fonksiyon testi değerleri ve dalış bilgisayarından sağlanan dalışa ilişkin veriler Microsoft Excel 2007 programına aktarılarak işlendi. Tüm ölçüm sonuçları ortalama \pm SD (standart sapma) olarak verildi. İstatistik değerlendirme, SPSS 17 istatistik programı kullanılarak yapıldı. Solunum fonksiyon testi parametrelerinde denekler kendi içinde karşılaştırıldığından gerçek değerler ve nomogramlara göre belirlenen yüzde değerler kullanıldı. Değerlendirmelerde öncelikle beş gün boyunca solunum parametrelerindeki sabah akşam ölçümleri arasındaki oynamalar tekrarlayan ölçümler için Anova testi ile araştırıldı. Her gün içinde sabah ve akşam ölçümlerindeki farklılıklar eşleşmiş örneklerde parametrik incelemeye olanak sağlayan T testi ile karşılaştırıldı. Yine dört günlük dalışın birikici etkisini ortaya koymak için ilk gün sabah ölçümü ile beşinci gün sabah ölçümü değerleri T testi ile karşılaştırıldı.

Çalışma boyunca solunum fonksiyon parametrelerindeki değişiklik ile dalış sayısı, maksimum derinlik, toplam dalış zamanı ve su altında geçirilen alanın korelasyonuna aynı istatistik programında Pearson korelasyon testi ile bakıldı. Solunum fonksiyon parametrelerindeki değişikliklerin dalış özellikleri ile ilişkilendirilebilmesi için ayrıca grup eğiticiler ve öğrenciler olarak ikiye ayrıldı ve bu gruplar arasında eşleşmemiş gruplarda parametrik karşılaştırmaya olanak sağlayan T testi kullanıldı. Tüm karşılaştırmalarda istatistik açıdan anlamlılık $P < 0,05$ düzeyinde kabul edildi.

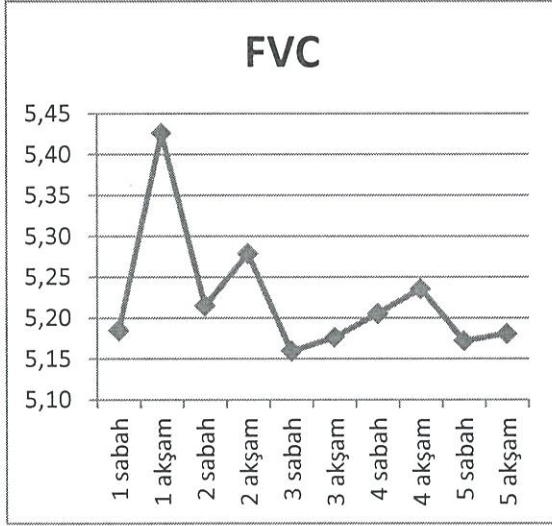
BULGULAR

a) Solunum fonksiyon testi sonuçları

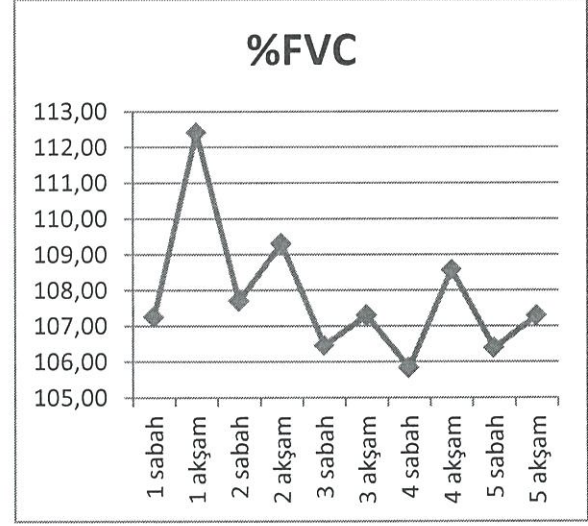
Yetmiş üç sporcuya ait sabah ve akşam ölçülen solunum fonksiyon testi parametrelerinin ortalamaları **Tablo 1**'de izlenmektedir.

Tablo 1. Sabah ve akşam ölçülen solunum fonksiyon testi sonuçlarının ortalama ve standart sapmaları

ORT±SD	1. sabah	1. akşam	2. sabah	2. akşam	3. sabah	3. akşam	4. sabah	4. akşam	5. sabah	5. akşam
FVC	5,18 1,04	5,43 1,02	5,21 0,97	5,28 1,06	5,16 1,03	5,18 1,10	5,21 1,02	5,24 1,03	5,17 1,07	5,18 1,01
FVC%	107,25 13,26	112,42 11,75	107,71 10,91	109,32 11,60	106,46 11,33	107,31 11,96	105,84 15,89	108,58 12,86	106,39 12,19	107,29 12,26
FEV ₁	4,34 0,84	4,44 0,81	4,39 0,78	4,37 0,85	4,27 0,82	4,29 0,87	4,28 0,86	4,28 0,82	4,26 0,89	4,25 0,85
%FEV ₁	105,65 13,25	108,25 12,17	106,64 12,40	106,28 12,87	103,64 12,70	103,96 13,52	103,89 13,99	104,16 12,77	102,79 14,33	102,86 13,42
PEF	8,36 1,99	8,47 2,01	8,53 1,94	8,49 2,00	8,40 1,96	8,52 1,83	8,21 2,00	8,34 1,86	8,32 2,10	8,26 1,92
%PEF	93,14 19,08	94,12 19,15	95,00 18,59	94,43 18,98	93,03 18,66	94,44 17,69	90,98 20,17	93,15 17,77	92,14 20,01	91,87 17,51
FEF ₂₅	7,53 1,83	8,51 9,29	7,59 1,91	7,53 1,94	7,45 1,92	7,53 1,86	7,30 1,90	7,44 1,84	7,34 1,89	7,28 1,78
%FEF ₂₅	95,84 20,60	94,81 21,65	96,53 22,48	95,31 22,26	94,65 22,19	95,56 21,67	91,59 21,05	94,73 21,25	92,84 21,41	93,26 21,20
FEF ₅₀	5,25 1,36	5,23 1,38	5,33 1,50	5,21 1,55	5,03 1,47	5,03 1,60	5,04 1,53	4,97 1,36	4,98 1,44	4,90 1,39
%FEF ₅₀	99,11 23,25	98,40 23,74	100,50 25,64	97,87 26,54	95,53 24,13	94,84 27,89	94,59 26,93	93,84 24,53	93,57 25,29	90,90 25,72
FEF ₇₅	2,49 0,85	2,40 0,80	2,52 0,78	2,37 0,84	2,27 0,76	2,27 0,94	2,37 0,88	2,25 0,81	2,24 0,82	3,49 11,12
%FEF ₇₅	98,78 30,80	94,65 29,38	99,37 28,89	94,02 33,84	91,46 28,70	89,75 34,27	92,70 30,73	89,50 30,01	87,85 29,09	85,94 29,88
FEF ₂₅₋₇₅	4,72 1,27	4,64 1,30	4,74 1,40	4,59 1,37	4,50 1,29	4,46 1,46	4,52 1,42	4,41 1,29	4,43 1,33	4,32 1,27
%FEF ₂₅₋₇₅	99,72 23,69	96,41 26,25	100,85 24,83	96,55 25,77	95,10 24,96	93,95 28,02	94,37 25,76	93,68 24,57	93,05 24,57	91,80 24,27



Grafik 1. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam FVC ortalama değerleri

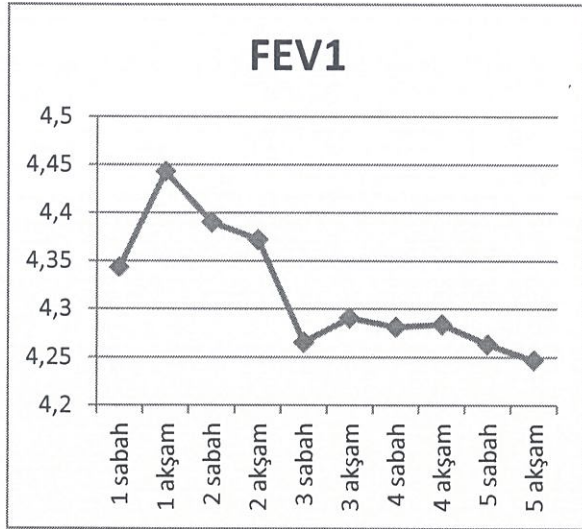


Grafik 2. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam %FVC ortalama değerleri

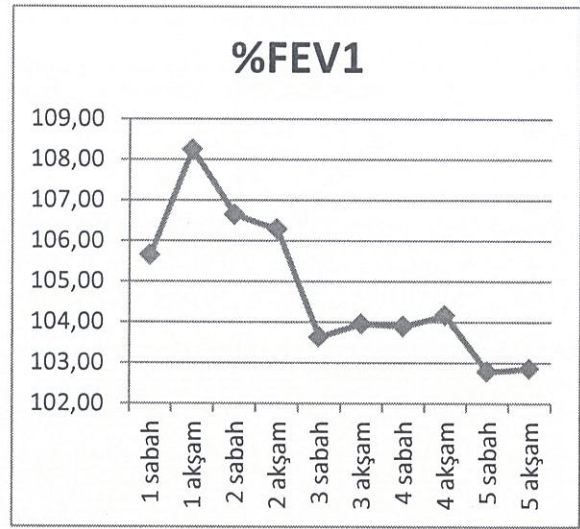
Gerek FVC gerek %FVC değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermiştir ($p=0,000$). Ancak günlük karşılaştırmalar yapıldığında FVC ve %FVC değerlerinin yalnızca 1. gün akşamı anlamlı düzeyde arttığı görülmektedir ($P=0,002$). Diğer günlerdeki değişiklikler istatistik açıdan anlamsızdır ($P>0,05$). İlk gün sabah ölçümü ile 5. gün sabah ölçümü arasında istatistik açıdan fark bulunmamaktadır ($P>0,05$).

FEV₁ ve %FEV₁

Dalgıçların beş gün boyunca sabah ve akşam ölçülen FEV₁ ve %FEV₁ değerlerindeki değişim **Grafik 3** ve **4**'de gösterilmektedir.



Grafik 3. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam FEV₁ ortalama değerleri

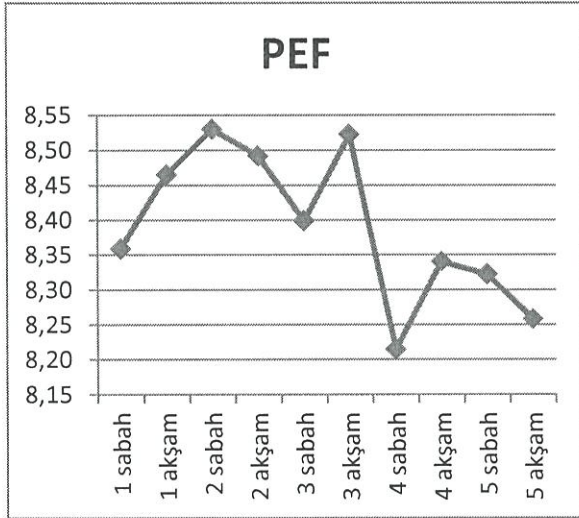


Grafik 4. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam %FEV₁ ortalama değerleri

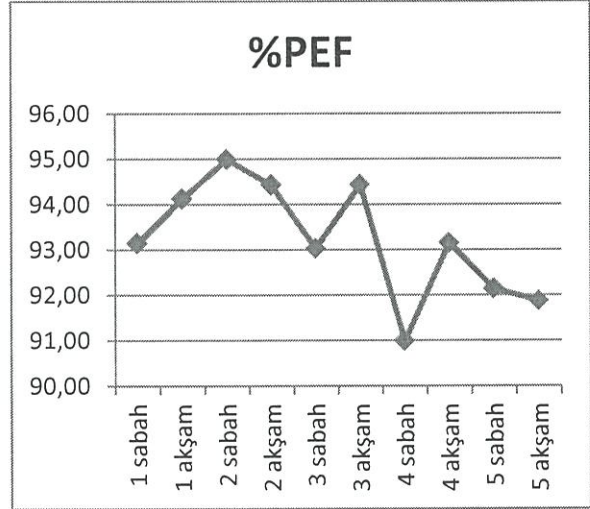
Gerek FEV₁ gerek %FEV₁ değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermiştir (p=0,000). Ancak günlük karşılaştırmalar yapıldığında FEV₁ ve % FEV₁ değerlerindeki sabah-akşam değişiklikleri istatistik açıdan anlamsızdır (P>0,05). İlk gün sabah ölçümü ile 5. gün sabah ölçümü arasında istatistik açıdan fark bulunmamaktadır (P>0,05).

PEF ve %PEF

Dalgıçların beş gün boyunca sabah ve akşam ölçülen PEF ve %PEF değerlerindeki değişim **Grafik 5** ve **6**'da gösterilmektedir.



Grafik 5. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam PEF ortalama değerleri

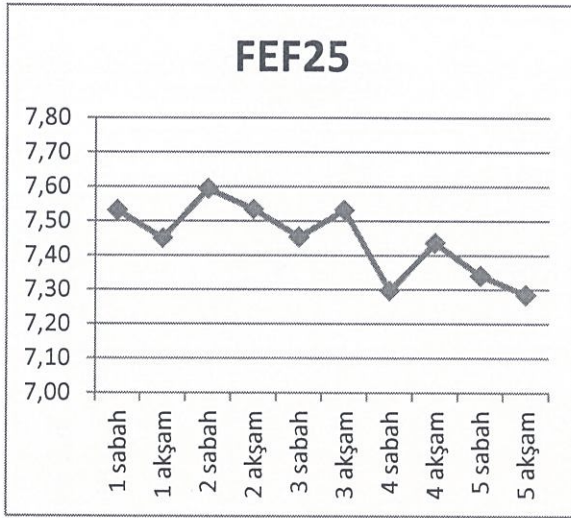


Grafik 6. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam %PEF ortalama değerleri

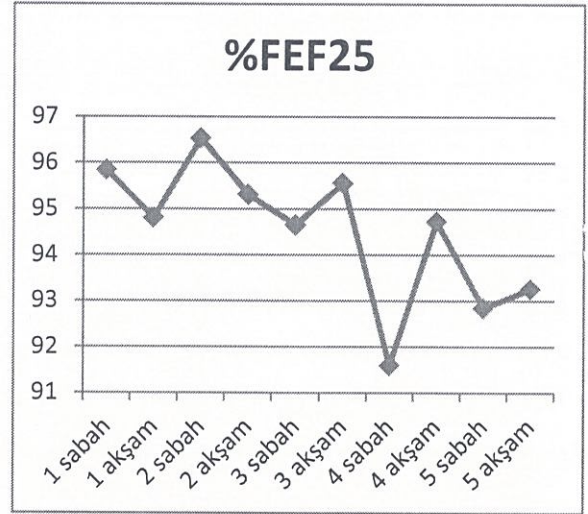
Gerek PEF gerek %PEF değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermemiştir ($P>0,05$). Günlük karşılaştırmalar yapıldığında da PEF ve %PEF değerlerindeki sabah-akşam değişiklikleri istatistik açıdan anlamsızdır ($P>0,05$). İlk gün sabah ölçümü ile 5. gün sabah ölçümü arasında istatistik açıdan fark bulunmamaktadır ($P>0,05$).

FEF₂₅ ve %FEF₂₅

Dalgıçların beş gün boyunca sabah ve akşam ölçülen FEF₂₅ ve %FEF₂₅ değerlerindeki değişim **Grafik 7** ve **8**'de gösterilmektedir.



Grafik 7. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam FEF₂₅ ortalama değerleri

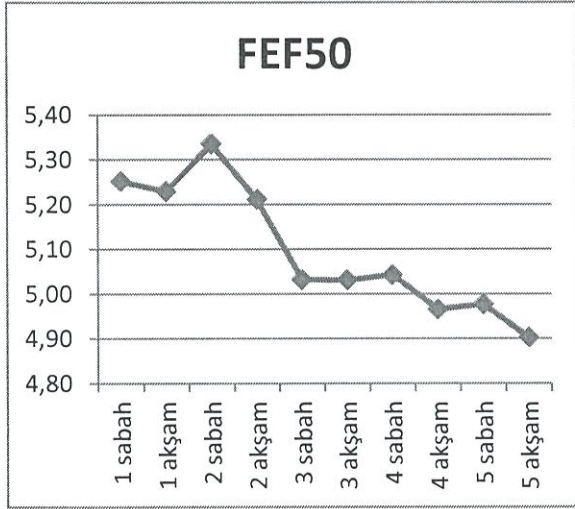


Grafik 8. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam %FEF₂₅ ortalama değerleri

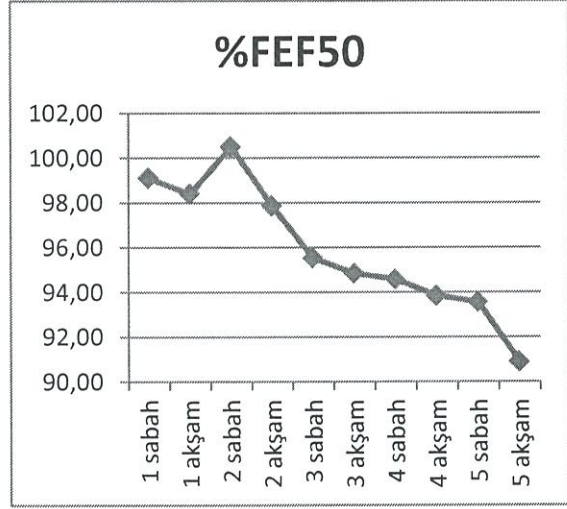
Gerek FEF₂₅ gerek %FEF₂₅ değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermemiştir ($P>0,05$). Günlük karşılaştırmalar yapıldığında da FEF₂₅ ve %FEF₂₅ değerlerindeki sabah-akşam değişiklikleri istatistik açıdan anlamsızdır ($P>0,05$). İlk gün sabah ölçümü ile 5. gün sabah ölçümü arasında istatistik açıdan fark bulunmamaktadır ($P>0,05$).

FEF₅₀ ve %FEF₅₀

Dalgıçların beş gün boyunca sabah ve akşam ölçülen FEF₅₀ ve %FEF₅₀ değerlerindeki değişim **Grafik 9** ve **10**'da gösterilmektedir.



Grafik 9. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam FEF₅₀ ortalama değerleri

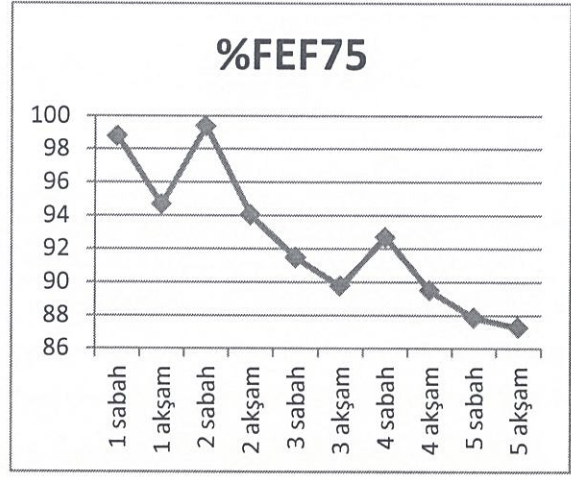
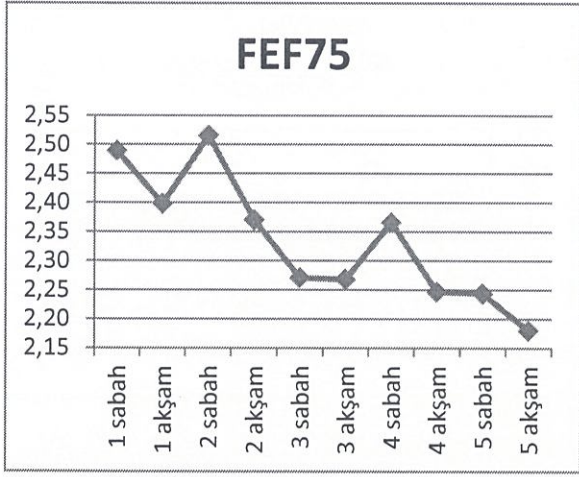


Grafik 10. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam %FEF₅₀ ortalama değerleri

Gerek FEF₅₀ gerek %FEF₅₀ değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermiştir (P=0,000). Ancak günlük karşılaştırmalar yapıldığında FEF₅₀ ve % FEF₅₀ değerlerindeki sabah-akşam değişiklikleri istatistik açıdan anlamsızdır (P>0,05). İlk gün sabah ölçümüne göre FEF₅₀ ve %FEF₅₀ değerleri 5. gün sabah ölçümünde istatistik açıdan anlamlı düzeyde düşük ölçülmüştür (sırasıyla P=0,011 ve P=0,006).

FEF₇₅ ve %FEF₇₅

Dalgıçların beş gün boyunca sabah ve akşam ölçülen FEF₇₅ ve %FEF₇₅ değerlerindeki değişim **Grafik 11** ve **12**'de gösterilmektedir.



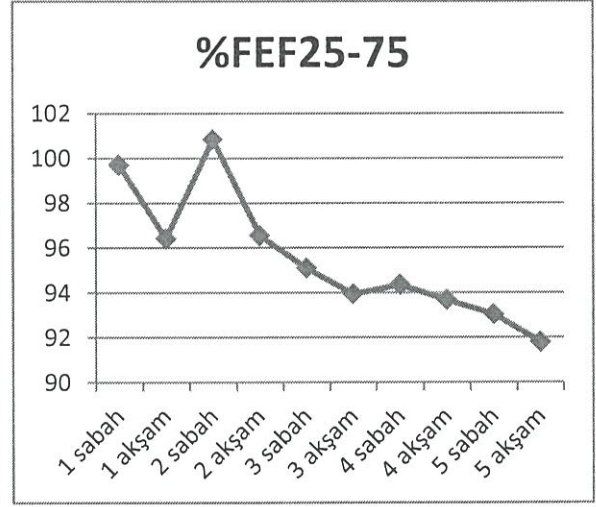
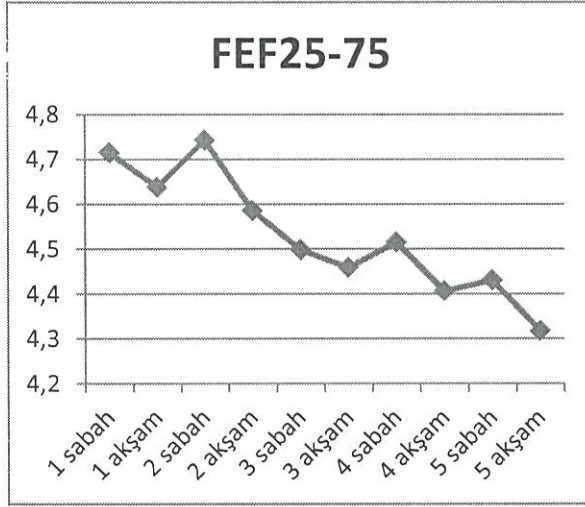
Grafik 11. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam FEF₇₅ ortalama değerleri

Grafik 12. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam %FEF₇₅ ortalama değerleri

Gerek FEF₇₅ gerek %FEF₇₅ değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermiştir (P=0,000). Ancak günlük karşılaştırmalar yapıldığında FEF₇₅ ve % FEF₇₅ değerlerinin yalnızca 2. gün akşamı anlamlı düzeyde azaldığı görülmektedir (sırasıyla P=0,01 ve P=0,039). Diğer günlerdeki değişiklikler istatistik açıdan anlamsızdır (P>0,05). İlk gün sabah ölçümüne göre FEF₇₅ ve %FEF₇₅ değerleri 5. gün sabah ölçümünde istatistik açıdan anlamlı düzeyde düşük ölçülmüştür (P=0,000).

FEF₂₅₋₇₅ ve %FEF₂₅₋₇₅

Dalgıçların beş gün boyunca sabah ve akşam ölçülen FEF₂₅₋₇₅ ve % FEF₂₅₋₇₅ değerlerindeki değişim aşağıdaki **Grafik 11** ve **12**'de gösterilmektedir.



Grafik 11. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam FEF₂₅₋₇₅ ortalama değerleri

Grafik 12. Beş gün boyunca ölçülen sabah ve akşam % FEF₂₅₋₇₅ ortalama değerleri

Gerek FEF₂₅₋₇₅ gerek % FEF₂₅₋₇₅ değerlerinde beş gün boyunca sabah ve akşam yapılan tekrarlayan ölçümler anlamlı derecede farklılık göstermiştir (P=0,000). Ancak günlük karşılaştırmalar yapıldığında FEF₂₅₋₇₅ ve % FEF₂₅₋₇₅ değerlerinin yalnızca 2. gün akşamı anlamlı düzeyde azaldığı görülmektedir (sırasıyla P=0,039 ve P=0,002). Diğer günlerdeki değişiklikler istatistik açıdan anlamsızdır (P>0,05). İlk gün sabah ölçümüne göre FEF₂₅₋₇₅ ve % FEF₂₅₋₇₅ değerleri 5. gün sabah ölçümünde istatistik açıdan anlamlı düzeyde düşük ölçülmüştür (sırasıyla P=0,002 ve P=0,001).

b) Solunum fonksiyon parametrelerindeki değişikliklerin dalış ile korelasyonu

Yetmiş üç sporcunun beş gün boyunca yaptıkları dalışlara ait verilerin ortalamaları ve standart sapmaları **Tablo 2'**de yer almaktadır.

Tablo 2. Günlük dalış verileri ortalamaları ve standart sapmaları.

ORT \pm SD	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	Ort
Dalış sayısı	2,16	2,41	2,38	2,34	1,70	2,20
	1,07	1,25	0,99	1,08	1,33	0,91
Maksimum derinlik (mt)	13,62	16,31	19,77	21,53	22,59	18,76
	4,52	5,35	5,80	6,67	10,75	6,62
Toplam dalış zamanı (dk)	55,66	57,75	57,81	57,29	37,25	53,15
	32,78	30,73	28,99	26,77	24,82	22,72
Su altı alan	26071,23	29647,14	34469,30	35429,03	25716,26	31162,43
	16820,82	14943,17	17037,75	16620,05	18582,26	18582,26

Dalgıçların solunum fonksiyon parametrelerindeki günlük sabah-akşam değişimleri günlük dalış verileri ile karşılaştırıldığında yalnızca ikinci gün FVC, %FVC, FEV₁ ve %FEV₁ ile ilişki bulundu. Ancak bu ilişki de beklenenin aksine zayıf bir negatif korelasyon olarak gerçekleşti. Bu solunum parametrelerinde diğer günlerde ve diğer solunum parametrelerinde ise tüm günlerde dalış verileri ile solunum parametreleri arasında korelasyon saptanmadı.

Tüm dalışlar tek gün içinde yapılmış gibi karşılaştırma yapıldığında dalış sayısı ile FVC, PEF, %PEF ve %FEF₂₅ arasında ve toplam dalış sayısı ve günlük ortalama dalış sayısı ile PEF arasında bir korelasyon saptandı. Ancak bu ilişki de zayıf ve beklenenin aksine negatif yöndeydi.

c) Eğitmen ve öğrencilerin karşılaştırılması

Solunum parametrelerindeki değişikliklerin dalışla ilişkilendirilmesi için dalış grubunun ikiye ayrılarak çalışılması sonucunda her iki grubun tanımlayıcı ve dalış özellikleri **Tablo 3'**de yer almaktadır.

Tablo 3. Eğitmen ve öğrenci grupların tanımlayıcı ve dalış özellikleri

	EĞİTMEN	ÖĞRENCİ
n	15	58
Cinsiyet	K: 4 (%22,2) E: 11(%61,1)	K: 20 (%34,5) E: 38 (%65,5)
Yaş (yıl)	24,80 ± 6,39	25,18 ± 6,07
Boy (cm)	177,20 ± 8,13	175,93 ± 7,57
Vücut ağırlığı (kg)	75,93 ± 12,06	75,34 ± 16,65
Günlük ortalama dalış sayısı	3,84 ± 1,23	1,78 ± 0,69
Günlük ortalama maksimum derinlik (mt)	25,70 ± 8,10	17,00 ± 6,50
Günlük ortalama toplam dalış zamanı (dk)	92,32 ± 29,14	43,02 ± 20,20
Günlük ortalama su altı alan	260232,93 33718,33	123169,17 38072,27

Her iki grubun cinsiyet dağılımı, yaş, boy ve vücut ağırlıkları arasında bir fark bulunmazken ($P>0,05$); eğitmen grubun dalış sayısı, daldıkları maksimum derinlikleri, dalış zamanları ve su altı alanları öğrenci gruba göre belirgin biçimde yüksekti (tümü $P=0,000$).

Her iki grup birbirleri ile günlük solunum fonksiyon parametrelerindeki değişiklikler açısından karşılaştırıldığında ikinci gün FVC ve %FVC değişiklikleri açısından anlamlı farklılık saptandı (sırasıyla $P=0,023$ ve $P=0,01$). Yine dördüncü gün PEF ve %PEF değerleri ($P=0,000$ ve $P=0,004$) ve FEF₂₅ ve %FEF₂₅ değerleri açısından da iki grup arasında farklılık bulunmaktaydı ($P=0,003$ ve $P=0,037$). Bu anlamlı farklılıklarda her iki gruptaki günlük solunum parametrelerindeki değişiklik ters yönde gerçekleşmişti. Bu farklılıklar dışında iki grup arasında diğer günlerde hiçbir parametre açısından istatistik farklılık saptanmadı.

TARTIşMA VE SONUÇ

Dalışın SCUBA dalışı da dahil olmak üzere tüm türleri anormal fiziksel ve fizyolojik ortam nedeniyle solunum sistemini etkiler. Bu alanda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Gerek tek bir dalışın etkisi, gerek dalış yaşamının uzun süreli etkileri başlıca solunum

fonksiyon testleri aracılığıyla çalışılmıştır. Soluk tutarak yapılan en basit dalışlardan karışım gaz kullanılan derin saturasyon dalışlarına kadar birçok dalış türü, solunum sistemi üzerine etkileri açısından çalışılmıştır. Profesyonel dalgıçlarda ve askeri dalgıçlarda dalışa başlama muayenelerinin ve rutin kontrol muayenelerinin sınırları kesin belirlenmiş şekilde zorunlu oluşu ve bu muayenelerde akciğerlerin radyolojik incelemesinin yanında solunum fonksiyon testlerinin de bulunuşu da uzun yıllardır yeterli veri birikimine katkıda bulunmuştur.

Uzun dönemli sonuçları ortaya koyan çalışmaların birçoğu farklı grupların karşılaştırılmasına dayanan “cross-sectional” çalışmalardır. Bu tarz çalışmalar doğal olarak birçok değişken ve sakıncayı da içinde taşımaktadır. Kontrol grubunun uygunluğu bir yana, dalış popülasyonunun özellikleri de kesin olarak biçimlendirilememektedir. Yaşa bağlı olarak normal değişiklikler, dalış sıklığı, dalınan derinlikler, iş türünün farklılıkları, uzun dönemli çalışmalarda belirsizlikler yaratmaktadır. Aynı grup üzerinde yapılan uzun dönemli “longitudinal” çalışmalarda da benzer sorunlar ortaya çıkmaktadır. Genellikle profesyonel dalgıçlarda olduğu gibi dalış kayıtları sağlıklı bir biçimde tutulmuş olsa bile her bir dalgıcın uzun dönemli dalış yaşamında yaptığı dalışlar diğerleri ile örtüşmeyebilmektedir. Amatör SCUBA dalgıçlarında bu sorun daha belirgindir. Yapılan dalışlar daha dar sınırlar arasında bulunsa da dalış kayıtları güvensizdir ve dalış sıklığı dalgıçlar arasında olduğu kadar aynı dalgıcın dönemleri arasında da çok büyük oynamalar gösterir.

Çalışmamızda kişisel özellikleri birbirine oldukça yakın sağlıklı denekler kullanıldı. Dalış özellikleri mümkün olduğunca kayıtlı bir biçimde sağlandı. Böylece belirsizliklerin birçoğu kontrol altına alınmaya çalışıldı. Sabah ve akşam ölçümleri, tek dalışla yapılan çalışmalarda olduğu gibi daha sağlıklı sonuçlar verdi. Bununla birlikte tüm hafta boyunca yapılan dalışların incelenmesiyle tek dalışın etkileri yanında kısa dönem birikici etkiler de yorumlanmaya çalışıldı.

Dalışın solunum fonksiyon parametreleri üzerine etkileri konusundaki çalışmaların çoğu bu işi profesyonel olarak yapan çalışma gruplarına ait uzun dönem etkileri belirleme amacı taşır. Yine tek dalışın etkileri de saturasyon dalışları gibi çok derin dalışlarda yürütülmüştür. Kısıtlı bir popülasyonun katıldığı bu dalışların aksine amatör, sportif, eğlence amaçlı SCUBA dalışları günümüzde milyonlarca insan tarafından yapılmaktadır. Ülkemizde Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu’na (TSSF) kayıtlı 80 bin civarında SCUBA dalgıcı bulunmaktadır. Tatillerde veya dalış gezilerinde yapılan bu dalışlar belirli özelliklerle taşır. Bir öğrenci sualtı kulübünün yaptığı dalı gezisi bu tip bir dalışın tüm özelliklerini taşır. Standart bir öğrenci kulübü dalışları genellikle öğrenim dönemini kapsayan sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında güney sahillerinde gerçekleştirilir. Dalış çalışmaları genellikle 4-7 gün sürer. 1 yıldız balıkadam adaylarının katıldığı dalışlar daha kalabalıktır ve 40-80 kişiye kadar katılım sağlanır. Standart bir dalış eğitiminde katılımcıların dalış derinlikleri, dalış süreleri ve günlük dalış sayıları genellikle benzerdir. Ancak eğitmenler daha fazla sayıda dalış yapmak

zorunda kalırlar. Normal scuba dalışlarında izin verilen en derin dalış 30 metre ile sınırlandırılmıştır. 1 yıldız eğitiminde maksimum dalış derinliği 15 mt, 2 yıldız dalış eğitiminde 30 metredir. 2 yıldız dalış eğitimi sırasında nitrojen narkozu belirtilerini göstermek amacıyla 42 metreye dalınan istisnai bir eğitim dalışı da yer almaktadır. Dalış süreleri nadiren bir saati bulur. Günlük dalış sayısı ise eğitmenler hariç en fazla ikidir. Günün ilk dalışı daha derine, ikinci dalış ise daha sığa yapılır. Derin dalışın (42 mt) yapıldığı gün ve dönüşü geçilecek gün en fazla bir dalışa izin verilir. Eğer dönüş uçakla veya irtifaya çıkmayı gerektirecek bir yolculuk güzergahından yapılacaksa son gün dalışa izin verilmez.

Dalışın solunum fonksiyon testleri üzerine etkilerini ortaya koymayı amaçlayan ve sonuçları birbirini destekleyen veya birbiri ile çelişen çok sayıda çalışmanın ortak sonucu şu şekilde özetlenebilir (5):

“Dalışın akciğerler üzerine uzun dönemde hafif fakat belirgin bir etkisi bulunmaktadır. Bunlar yaşla birlikte, emeklilik döneminde belirginleşmektedir.”

“Değişikliklerin dalış kazası geçirmemiş veya çevresel zararlı etkilere uğramamış dalgıçlarda da gözlemlendiği hakkında kanıtlar bulunmaktadır.”

“Bu değişikliklerin çoğu hafiftir ve dalgıcın yaşam kalitesini etkilemez. Bununla birlikte değişikliklerin doğası gereği dalgıcın sonraki sağlığını etkileyebilir.”

Çalışmamızda FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅, FEF₅₀, FEF₇₅, ve FEF₂₅₋₇₅ gibi tek bir spirometre ile ölçülebilecek kolaylıktaki parametreler değerlendirilmiştir. Dalış yapılan bölgede ve tekne üzerinde gerçekleşmesi imkansız bulunan DLCO ölçümleri ve egzersiz kapasitesini değerlendirecek ölçümler çalışmaya katılamamıştır.

Ülkemizde bu alanda yapılan ilk çalışma bir doçentlik tezidir. Çimşit, Türk, Libyalı ve İngiliz dalgıç balıkadamlarda yaptığı karşılaştırmalı çalışmada benzer özelliklere sahip olmalarına rağmen etnik özelliklerin önemli farklılıklara yol açtığını ortaya koymuştur. Ayrıca dalgıçlarda meslek süreleri arttıkça FVC, FEV₁ ve maksimum solunum kapasitelerinin arttığını göstermiştir. 80 metreye kadar olan maksimum dalış derinliklerinin bu değişiklikler üzerine etkili olmadığı, dalış süresinin daha önemli olduğu belirtilmiştir (6).

Basınçlı hava ile yapılan dalışlar, solunum sistemi üzerine birçok faktör aracılığıyla etki eder. Basınç ve buna bağlı olarak solunan havanın yoğunluğu, regülatör ve diğer cihazların yol açtığı solunum direnci ve yarattığı ölü boşluk, solunan havanın soğuk ve kuru oluşu, egzersiz yükü, solunum ritm ve karakterinin değişmesi, immersiyon bunlar arasındadır. Ayrıca solunan gazların parsiyel basınçlarının artışına bağlı etkiler de gözlenir. Artmış oksijen parsiyel basıncı, hiperoksinin akciğer dokusu üzerine etkileri en belirgindir. Tüplere doldurulan basınçlı hava yetersiz ve bakımsız kompresör nedeniyle istenilen temizlikte olmayabilir. Karbonmonoksit ve karbondioksit yanında aromatik

gazlar, su buharı ve yağlar solunum havasına karışarak akciğer dokusunda zararlı etkilere yol açabilir. Solunan gazı oluşturan inert gazlar da önemlidir. Hava solunduğunda nitrojen artan derinlikle birlikte narkotik etkiler gösterirken, bu etkiden korunmak için kullanılan diğer inert gazların fiziksel özellikleri de birbirinden oldukça farklıdır. Özellikle 700 metrelere kadar dalışı olanaklı kılan helyumun düşük moleküler ağırlığı nedeniyle solunuma uygun bir yoğunluk içermesine rağmen ısı transferi çok daha fazladır. 150 metrenin altında yapılan karışım gaz dalışlarında nitrojen narkozundan korunulmasına rağmen solunum mekaniğini de etkileyebilecek Yüksek Basınç Sinirsel Sendromuna (HPNS) yol açar. Ayrıca dekompresyon hastalığında dokularda oluşan gaz kabarcıklarının akciğerde tutulması da derin ve uzun süreli dekompresyon gerektiren dalışlarda solunum sistemi etkileri ortaya çıkarır (7-11). Çalışmamızda bu faktörlerin bir kısmı seçilen derinlik, dip zamanı ve kullanılan solunum gazı nedeniyle kapsam dışıdır.

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. Bir basınç odası içinde 49,5 atmosferlik (488 metre) basınç altına alınan 6 dalgıçta yaptırılan egzersiz tolerans testi solunum fonksiyonlarının bozulmasıyla sonuçlanmıştır. Maksimum istemli ventilasyon (MVV) normalin %45'ine düşmüştür. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) artmış, zorlu ekspirasyon oranları azalmıştır. Orta düzeyde yapılan bir egzersizde bile dalgıçlarda ciddi dispne yakınmaları ile senkop gelişmiştir. Bu durum yazarlar tarafından havaya oranla 8 kat daha yoğun olan gazın solunmasına bağlı mekanik nedenlerle açıklanmıştır (12).

On metreye ortalama 53 dakika daldırılan 9 dalgıcın ve 50 metreye ortalama 38 dakika daldırılan 17 dalgıcın çalışma öncesi ve dalış sonrası 2. ve 24. saatte yapılan solunum fonksiyon testleri ve DLCO testlerinin karşılaştırılmasında; FVC'de, FEV₁'de, FEF₂₅₋₇₅'de ve DLCO'da istatistik olarak anlamlı düşüşler saptanmıştır. Tek dalışın dalıştan sonra bir saat için yol açtığı bu değişiklikler su içinde bulunmaya ve artmış solunum direncine bağlanmıştır (13). Solunan gazın yoğunluğunun artışına ek olarak regülatör ve solunum ekipmanının yol açtığı direnç de önem kazanır (14).

Çalışmamızda dalınan derinlik, derin saturasyon dalışlarıyla karşılaştırıldığında oldukça sığ olmasına rağmen solunan gazın yoğunluğu belirgin biçimde artmaktadır. Ayrıca kullandığımız son ürün regülatörlerin solunum dirençleri oldukça düşük olmasına ve subjektif olarak herhangi bir yakınmaya yol açmamasına rağmen ek bir direnç oluşturmaktadır. Çalışmamız sonucu solunum parametrelerinde saptanan değişimler bu yoğunluk ve direnç artışı ile ilişkili olabilir.

SCUBA tüpü içine kompresör aracılığıyla doldurulan havanın nemi alınır. Bu kuru hava dalış sırasında hızla su sıcaklığına düşer. Basıncılı hava regülatörün birinci ve ikinci kademelerinden geçerek dalınan derinlikteki basınca eşitlenir. Gazın basıncındaki bu

azalma fiziksel olarak 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 açarken bazı yakınmalar da görülür. Soğuk gaz soluyarak yapılan dalışlarda orta düzeydeki ısı kayıpları üst solunum yollarında yakınmalar oluştururken, daha yüksek düzeylerde ısı kayıpları alt solunum yolları yakınmalarına da yol açar. Özellikle derin dalışlarda inert gaz olarak kullanılan helyum, nitrojene göre daha fazla ısı transferine yol açar. Isıtılan ve nemlendirilen gaz miktarı da dalınan derinlikle orantılı olarak artmıştır (15). Soğuk hava solunarak yapılan dalışlarda çok kısa sürede bol miktarda sekresyon ortaya çıkar. Bu sekresyon hava yollarında tıkanma ile solunum sıkıntısına yol açar (15, 16). Kuru ve soğuk hava ile yapılan dalış çalışmalarında akciğer kapasitelerinde ve akım parametrelerinde azalmalar birçok çalışma ile gösterilmiştir (17-21). Çalışmamızda dalışlar sırasında solunan hava kuruydu. Dalış yapılan bölgede su sıcaklığı derinlikle değişmekle birlikte tüm hafta boyunca 18-23 °C arasında saptandı. Tüp içindeki havanın genleşmesi sırasında daha da soğuyacağı göz önünde bulundurulursa her iki faktörün de çalışma sonucu elde ettiğimiz değişimlere kaynak oluşturabileceği kabul edilebilir.

Normal atmosferik basınçlar altında oksijenin toksik etkilerinden korunmaya yeterli olan antoksidan savunma sistemleri, dalışlar sırasında olduğu gibi artmış oksijen parsiyel basıncında yeterli olmayabilir. Solunan havanın %21'i oksijen olduğundan yaklaşık 40 metreye yapılan hava dalışında sağlanan oksijen parsiyel basıncı, yüzeyde %100 solumaya eşdeğerdir. Bu nedenle oksijenin toksik etkilerinden korunmanın yolu derin dalışlarda oksijen yüzdesini, basıncı belirli bir düzeyde sabit tutacak şekilde ve derinlikle orantılı olarak azaltmaktır. Bununla birlikte derin dalışlarda solunan gazın yoğunluğunun artışı ve iş yükü nedeniyle oksijen parsiyel basıncı genellikle normal değeri olan 0,21 ATA'nın üzerinde tutulur. Dalışlarda karşılaşılan solunum fonksiyon değişimlerinden hiperoksiyi sorumlu tutan birçok çalışma bulunmaktadır (22-27). Çalışmamız sırasında oksijen parsiyel basıncı (pO_2) deniz yüzeyinde 0,21 atmosfer ile 40 metre derinlikte 1,0 atmosfer arasında değişmektedir. Bu değer deniz yüzeyinde %100 oksijen solumaya eşdeğerdir. Bununla birlikte dalış süreleri pulmoner oksijen toksisite belirti ve bulgularının ortaya çıkabilmesi için çok kısa sürmüştür.

Su içinde boyuna kadar immersiyon, su düzeyinde olan ağız ile akciğer ortası hizasında 20-25 cmH_2O 'luk bir basınç farkı yaratır. Karın ve ayaklar daha aşağıda olduğundan hidrostatik basınç bu bölgeler üzerinde daha belirgindir. Negatif basınçta soluma ve daha aşağılarda bulunan organlara hidrostatik basınç nedeniyle toraks içine taşınan kan miktarının yarattığı solunum fonksiyon değişimleri belirgindir. SCUBA dalışında olduğu gibi su içine tam batmada bu değişiklikler azalır. Bununla birlikte 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.

Dekompresyon hastalığı sırasında ortaya çıkan veya hastalık gelişmeden de ortaya çıkabilen ve bu nedenle sessiz kabarcık adını alan kabarcıkların akciğer kapillerlerinde filtre edilmesi sırasında oluşan akciğer hasarları ve solunum fonksiyon değişimleri de çalışmamız dışında tutulabilir. Bu tip etkiler daha çok derin dalışlarda ve uzun süreli dalış zamanlarında gözlenmiştir (11, 26, 28, 29). Çalışmamızda dalınan derinlikler sessiz kabarcık oluşumuna da, dekompresyon hastalığı gelişimine de yetecek derinliktedir. Bununla birlikte dekompresyon hastalığının diğer bileşeni olan dip zamanı çok kısadır. Dalışların çoğu sıfır dekompresyon limitlerinde gerçekleşmiştir. Dalış kayıtları tutmak için çalışmamızda kullandığımız dalış bilgisayarları da ihmal edilen bir çıkış beklemesinin bulunmadığını göstermektedir. Bu düzeyde dalışlarda dekompresyon hastalığı gelişme riski ve sessiz kabarcık gelişme riski çok düşüktür. Olabilecek kabarcık miktarı da solunum fonksiyonlarını etkilemeyecek düzeyde beklenir.

Çalışmamızda sabah ve akşam ölçümleri arasında ortaya çıkan ve kapasitelerde azalma ve uç hava yollarında daralmayı işaret eden değişiklikler yukarıda bahsedilen etki mekanizmalarından biri veya birkaçı tarafından gerçekleştirilmiş olabilir. Çalışmamızın bir diğer amacı sabah-akşam ölçümlerinde sağlanan bu değişikliklerin beş gün gibi kısa dönem içinde birikici bir etki yaratıp yaratmadığının ortaya konmasıydı. İlk gün sabah ölçümü ile son gün sabah ölçümü değerleri birçok parametrede düzenli bir değişim gösteriyor izlenimi verse de yalnızca FEF₅₀, FEF₇₅ ve FE₂₅₋₇₅ gibi uç hava yollarında anlamlı düşmeler görülmüştür.

Çalışmamızda sabah ve akşam ölçülen solunum fonksiyon testi değerleri arasında anlamlı farklılıklar saptanmasına rağmen bunların dalışla ilişkili parametreler ile korelasyonu kurulamamıştır. Dalış sayısı, derinlik, dipte geçen süre yanında her ikisinin etkisini birden değerlendirilebileceğini düşündüğümüz sualtı alanı açısından yalnızca bir gün FVC, %FVC, FEV₁ ve %FEV₁ ile ilişki bulundu. Ancak bu ilişki de beklenenin aksine zayıf bir negatif korelasyon olarak gerçekleşti. Yine dalış karakterleri belirgin biçimde farklı olan iki grubun karşılaştırılması da istenilen ilişkiyi göstermedi. Bu durumun nedenleri arasında öncelikle sabah ve akşam değerleri arasındaki farkın dalış dışı günlük faaliyetlerle ilişkili olabileceği, ya da dalışla ilişkili ise bizim değerlendirdiğimiz parametreler dışındaki faktörlerle ilişkili olabileceği ileri sürülebilir. Bunu yanında çalışmamızın kurgusu da bu korelasyonun gerçekleşmemesine etki etmiş olabilir. Yapılan dalışlar, kulüp dalışlarının düzeni gereği benzer dalışlardır. Bir gün içinde tüm dalıcılar benzer derinliklere ve benzer sürelerle dalmışlardır. Bu nedenle solunum fonksiyon değerlerinde farklılık saptanmasına rağmen korelasyon bakılmasında sonuç alınamayabilir.

Sonuç olarak çalışmamızda dalış parametreleri ile korelasyonu kurulamasa da beş gün gibi kısa süreli dalışların birikici bir etki yaratarak literatürle uyumlu biçimde küçük hava yollarında daralmalara yol açtığı gösterilmiştir. Bu daralmanın klinik olarak önemi üzerine görüş bildirmek zordur. Yine de küçük hava yollarındaki daralma, dalış sonunda çıkışa geçildiğinde hava hapsine yol açarak akciğer barotravmasına yol açabilir. Bu

nedence solunum fonksiyonlarını etkileyen dalışla ilişkili faktörlerin belirlenmesi, özellikle hava hapsine yatkınlığı bulunan kişilerde önem taşımaktadır.

DESTEK

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje no: 14563.

KAYNAKLAR

1. Reuter M, Tetzlaff K, Steffens JC, Gluer CC, Faeseke KP, Bettinghausen E, Heller M. Functional and high-resolution computed tomographic studies of divers lungs. *Scand J Work Environ Health*. 1999 Feb; 25(1):67-74.
2. Thorsen E, Segadal K, Kambestad B, Gulsvik A. Divers' lung function: small airways disease? *Br J Ind Med*. 1990 Aug; 47(8):519-23.
3. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T. Lung function over the first 3 years of a professional diving career. *Occup Environ Med* 2000; June; 57:390-395.
4. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T, Kjuus H. Lung function over six years among professional divers. *Occup Environ Med* 2002 April; 59:629-633.
5. Reed JW, Thorsen E. Long-term pulmonary effects of diving. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:375-394, 1999.
6. Çimşit M. Hiperbarik ortam koşullarının akciğer fonksiyonları üzerindeki etkilerinin Türk, Libyalı ve İngiliz dalgıç-balıkadamlarda karşılaştırmalı tetkiki. Doçentlik Tezi, İstanbul Tıp Fakültesi, 1980.
7. Clarke JR, Flook V. Respiratory function at depth. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:1-71, 1999.
8. Lundgren CEG. Immersion effects. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:91-128, 1999.
9. Parker JC, Taylor AE. Oxygen toxicity. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:165- 210, 1999.
10. Lanphier EH, Bookspan J. Carbon dioxide retention. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:211- 236, 1999.
11. Brubakk AO, Flook V, Vik A. Gas bubbles and lungs. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:237- 294, 1999.
12. Spaur WH, Raymond LW, Knott MM, Crothers JC, Braithwaite WR, Thalmann ED, Uddin DF. Dyspnea in divers at 49.5 ATA: mechanical, not chemical in origin. *Undersea Biomed Res*. 1977 Jun; 4(2):183-98.

13. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T, Melbostad E, Tynes T, Westrum B.: Divers' pulmonary function after open-sea bounce dives to 10 and 50 meters. *Undersea Hyperbaric Medicine* 1996 Jun; 23(2):71-5.
14. Warkander DE, Nagasawa GK, Lundgren CE. Effects of inspiratory and expiratory resistance in divers' breathing apparatus. *Undersea Hyperbaric Medicine* 2001 Summer; 28(2):63-73.
15. Flynn Et. Temperature effects. In: *The Lung at Depth*. Lundgren CEG, Miller JN (eds). Marcel Dekker Inc, New York. p:129-164, 1999.
16. Hayes PA, Padbury EH, Florio JT, Fyfield TP. Respiratory heat transfer in cold water and during rewarming. *J Biomech Eng* 1982; 104:45-49.
17. Ronnestad I, Thorsen E, Segadal K, Hope A. Bronchial response to breathing dry gas at 3.7MPa ambient pressure. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994; 69(1):32-5.
18. Thorsen E, Ronnestad I, Segadal K, Hope A. Respiratory effects of warm and dry air at increased ambient pressure. *Undersea Biomed Res*. 1992 Mar; 19(2):73-83.
19. Burnet H, Lucciano M, Jammes Y. Respiratory effects of cold-gas breathing in humans under hyperbaric environment. *Respir Physiol*. 1990 Sep; 81(3):413-23.
20. Ronnestad I. Effects of dry and humidified breathing gas (air) at 37°C on pulmonary function in hyperbaric conditions. In: *Proceedings of the XI. Annual Meeting of European Underwater and Biomedical Society*. 21-23 Aug 1985, Göteborg, Sweden. p: 71-79.
21. Tetzlaff K, Friege L, Koch A, Heine L, Neubauer B, Struck N, Mutzbauer TS. Effects of ambient cold and depth on lung function in humans after a single scuba dive. *Eur J Appl Physiol* 2001; 85:125-129.
22. Eckenhoff RG, Dougherty JH Jr, Messier AA, Osborne SF, Parker JW. Progression of and recovery from pulmonary oxygen toxicity in humans exposed to 5 ATA air. *Aviat Space Environ Med*. 1987 Jul; 58(7):658-67.
23. Reed JW, Elliott C, Thorsen E. Increased lung compliance in response to moderate hyperoxic exposure. *Undersea Hyperbaric Medicine*. 2001 Spring; 28(1):19-23.
24. Tetzlaff K, Friege L, Reuter M, Haber J, Mutzbauer TS, Neubauer B. Expiratory flow limitation in compressed air divers and oxygen divers. *Eur Respir J*. 1999 Jun; 13(6):1496-7.
25. Suzuki S. Probable lung injury by long-term exposure to oxygen close to 50 kilopascal. *Undersea Hyperbaric Medicine*. 1994 Sep; 21(3):235-43.
26. Thorsen E, Segadal K, Kambestad BK. Mechanism of reduced pulmonary function after a saturation dive. *Eur Respir J*. 1994 Jan; 7(1):4-10.
27. Suzuki S, Ikeda T, Hashimoto A. Decrease in the single-breath diffusing capacity after saturation dives. *Undersea Biomed Res*. 1991 Mar; 18(2):103-9.
28. Flook V. Lung function in diving-state of the art and unsolved problems. In: *Proceeding of the XIXth Annual Meeting of EUBS*. 17-20 Aug 1993. Trondheim, Norway. P: 57-65.
29. Thorsen E, Risberg J, Segadal K, Hope A. Effects of venous gas microemboli on pulmonary gas transfer function. *Undersea Hyperbaric Medicine*. 1995 Dec; 22(4):347-53.

TEKRARLANAN SOLUK TUTMALARIN SUÜSTÜ VE SUALTI SPORCULARINDAKİ KALP ATIM HIZI VE SOLUK TUTMA SÜRESİNE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Şahin ÖZEN¹, Emrah CAN¹, Abdurrahman KEPOĞLU¹, Şamil AKTAŞ², H. Birol ÇOTUK¹

¹Marmara Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

²İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, tekrarlanan soluk tutmalarda soluk tutma süresinin kaçınıcı soluk tutmaya kadar arttığını ve bu soluk tutmalar esnasındaki nabız değişimlerini ortaya koymaktır. Bu çalışma, 17 genç ve sağlıklı erkek sporcu üzerinde yürütüldü. Sporcuların dokuzu soluk tutma ile ilişkili sualtı hokeyi ve sualtı rugby sporcusu; diğer sekizi ise doğrudan soluk tutma ile ilişkili olmayan yüzme, paletli yüzme, sutopu, kano, kürek gibi su üstü sporlarından gönüllü olarak seçildi. İlk soluk tutmadan önce 2 dakika boyunca dinlenme kaydı alındı. Daha sonra denekler 10 kez soluk tutturuldu ve soluk tutma aralarında 2 dakika dinlendirilerek kayıt alındı. Onuncu son soluk tutmanın ardından kayıt 2 dakika daha sürdürüldü. Soluk tutmalar sırasında kalp hızı ölçümleri bir kalp hızı monitörü kullanılarak kaydedildi. Elde edilen veriler kişisel bilgisayara aktarıldı ve bir veri tabanı ve istatistik programı aracılığıyla çalışıldı. Tüm grup birlikte ele alındığında tekrarlayan soluk tutma süreleri istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı, soluk tutma sırasında nabız değerlerinin düştüğü ve bu düşüşlerin su altı grubunda daha belirgin izlendiği görüldü. Soluk tutma sırasında nabız değerlerinin dinlenme dönemlerine göre azaldığı görüldü. Tekrarlayan soluk tutmalarda soluk tutma süresinin arttığı, bunun 4. soluk tutmaya kadar istatistik olarak anlamlı olduğu, bu anlamlılığın sualtı sporları ile uğraşan grupta görüldüğü söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Soluk tutma, Kalp hızı, Serbest dalış, Hipoksi, Bradikardi.

GİRİŞ ve AMAÇ

Çok eski tarihlerden beri insanların yaptıkları dalışlarda daha derine dalış yapabilmek ve dalınan derinlikte daha uzun süre kalabilmek en temel amaçlar olmuştur. Eskiden dalınan derinlik ve o derinlikte kalınabilen maksimum süre sınırlıydı ve insanlar dalış limitlerini zorlayacak teknolojiye sahip değillerdi fakat günümüz teknolojisiyle gelişen sualtı soluma cihazlarıyla yüzlerce metrelere dalabilmek ve haftalarca sualtında yaşam sürdürebilmek mümkün hale gelmiştir. Oysa bu tür cihazlar kullanmadan; yalnızca soluk tutarak yapılan dalışlarda hem dalınan derinlik, hem de sualtında kalınan süre kabaca soluk tutma süresi ile sınırlanmaktadır. Soluk tutarak yapılan dalışlar, derin ve uzun süre dalmanın amaçlandığı çeşitli serbest dalış stillerini, zıpkınla balık avı, sualtı ragbisi, sualtı hokeyi gibi sporları kapsamaktadır. Bu tip sporlarla uğraşan sporcular daha derine dalmak ve daha uzun süre sualtında kalmak için çeşitli antrenman yöntemleri kullanmaktadırlar. Fiziksel gelişime yönelik genel

antrenmanların yanında bu özel sporlarda solunum ve dolaşım kapasitelerinin artırılması ve soluk tutma süresinin uzatılması özel bir önem taşır.

Serbest dalış disiplinlerine yönelik çalışmaların ana konusunu soluk tutma fizyolojisine yönelik çalışmalar tutmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle birden fazla soluk tutturularak ya bunların ortalaması ya da maksimumu kullanılır. Ancak tekrarlayan soluk tutmaların soluk tutma süresini etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle çoğu ölçümde 3-5 kez soluk tutturulur ve genellikle 2-5 dakikalık aralar verilir. Ancak soluk tutma süresinin kaçınıcı soluk tutmaya kadar arttığı; soluk tutmalar arasında verilen dinlenme süresinin ne olması gerektiği ve yine iki grup karşılaştırılırken bu etkinin sıfırlanması için ne kadar süre ara verilmesi gerektiği gibi bilgiler daha çok gözleme ve genel kabullere bağlıdır. Bu alanda yapılmış ve istatistiksel olarak kanıtlanmış veriler açısından büyük bir eksik bulunmaktadır. Çalışmamızda bu tür çalışmalara temel oluşturacak konulardan birinin, soluk tutma süresinin, kaçınıcı soluk tutmaya kadar arttığı ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Bu deneysel çalışmanın ana amacı; karada tekrarlayan soluk tutmaların soluk tutma süresini nereye kadar arttırdığını ortaya koymaktır. Çalışmanın ara amaçları ise;

- A- Tekrarlayan soluk tutmalarda soluk tutma süresinin artıp artmadığını saptamak,
- B- Eğer tekrarlayan soluk tutmalarda soluk tutma süresi artıyorsa bunun kaçınıcı soluk tutmaya kadar olduğunu saptamak,
- C- A ve B maddelerindeki iki amacı su üstü sporcuları ve su altı sporcuları açısından ayrı ayrı yorumlamak ve bu iki grubu karşılaştırmak,
- D- Tekrarlayan soluk tutmalar sırasında nabzın ne düzeyde değiştiğini saptamak,
- E- Eğer soluk tutma sürerken nabız azalıyorsa (bradikardi) bu azalmanın tekrarlayan soluk tutmalarla değişip değişmediğini saptamak,
- F- D ve E maddelerindeki iki amacı su üstü ve su altı sporcuları açısından ayrı ayrı yorumlamak ve bu iki grubu karşılaştırmak,
- G- Nabız değişimi ile soluk tutma süresi arasında ikili ilişki olup olmadığını saptamak,
- H- G maddesindeki sonuçları su üstü ve su altı sporcuları açısından ayrı ayrı yorumlamak ve bu iki grubu karşılaştırmak.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, 17 erkek sporcu üzerinde yürütülmüştür. Sporcuların dokuzu soluk tutma ile ilişkili sualtı hokeyi ve sualtı rugby sporcusu; diğer sekizi ise doğrudan soluk tutma ile ilişkili olmayan yüzme, paletli yüzme, sutopu, kano, kürek gibi suüstü sporlarından seçildi. Tümü erkek olan sporcuların genel özellikleri **Tablo 1**'de gösterilmiştir. Çalışmaya katılan sporculara çalışmanın amacı ve beklenen sonucu dışında ayrıntılı bilgi verildi ve tümü gönüllü olarak bu çalışmaya katıldılar.

Tablo 1. Sporcuların genel özellikleri

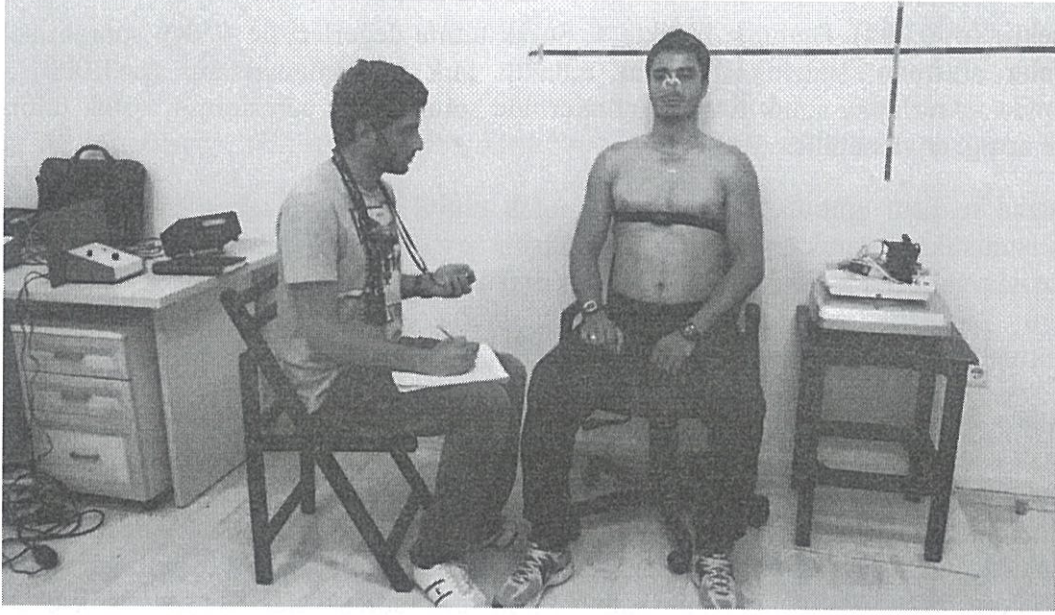
	N	
Suüstü sporcuları		8
	Yaş (Yıl ort±SD)	22,00 ± 2,51
	Boy (cm ort±SD)	186,50 ± 3,63
	Vücut ağırlığı (Kg ort±SD)	80,63 ± 3,89
Sualtı sporcuları		9
	Yaş (Yıl ort±SD)	24,00 ± 4,97
	Boy (cm ort±SD)	181,44 ± 3,50
	Vücut ağırlığı (Kg ort±SD)	82,44 ± 14,95
Tüm sporcular	N (toplam)	17
	Yaş (Yıl ort±SD)	23,06 ± 4,02
	Boy (cm ort±SD)	183,82 ± 4,32
	Vücut ağırlığı (Kg ort±SD)	81,59 ± 10,92

Ölçümler sırasında nabız ve soluk tutma sürelerini ölçmek amacıyla Polar Marka, S810i model kalp hızı monitörü kullanıldı. Soluk tutma süreleri ayrıca Casio marka, HS-70W model kronometre ile de denetlendi.

Deney karada, oturur pozisyonda, ardı sıra 10 soluk tutma işleminden oluşmaktadır. Deneklerden soluk tutma sırasında burunluk kullanmaları, soluk tutma öncesi hiperventilasyon yapmamaları, soluk kapasitelerinin yaklaşık %80'ine denk gelen tam fakat zorlu olmayan derin bir soluk almaları, soluk tutma sonunda istemsiz kasılmaların başladığı anda soluk tutmayı sonlandırmaları istendi. Bu kurallar ölçüm öncesi tekrarlandı ve ayrıca deneyi yapan tarafından da denetlendi.

Soluk tutma ölçümlerinden önce kalp hızı monitörünün bantı **Şekil 1**'de görüldüğü gibi göğüs duvarı üzerine yerleştirildi. İlk soluk tutmadan önce 2 dakika boyunca dinlenme kaydı alındı. Daha sonra denekler 10 kez soluk tutturuldu ve soluk tutma aralarında 2 dakika dinlendirilerek kayıt alındı. Onuncu son soluk tutmanın ardından kayıt 2 dakika daha sürdürüldü.

Elde edilen veriler bir aktarıcı aracılığıyla bir kişisel bilgisayar üzerinde kurulu bulunan Polar ProTrainer 5 programına kaydedildi. Her bir soluk tutma süresi ve soluk tutmalar sırasında, öncesinde ve sonrasındaki ortalama nabız değerleri program üzerinden alınarak Microsoft Excel 2007 veritabanı programına aktarıldı. Verilerin istatistik değerlendirilmeleri bilgisayar ortamında yapıldı.



Şekil 1. Soluk tutma ve kalp hızı kayıt ölçümü

İstatistiksel incelemede; grupların tekrarlayan ölçümlerinde anlamlılığı Genel Doğrusal Model’de Tekrarlayan Ölçümler Testi ve veriler parametrik olmasına rağmen denek sayısının azlığı da dikkate alınarak nonparametrik eşleşmiş çoklu ölçüm yöntemi olan Friedman testi ile değerlendirildi. Gruplarda tekrarlayan ölçümlerde farklılık saptanmışsa bu farklılığın hangi aşamada ortaya çıktığı Tekrarlayan Ölçümler Testinde Bonferroni testi ile; Friedman Testi kullanıldığında ise her bir ölçüm tek tek nonparametrik eşleşmiş ikili grup karşılaştırma testi olan Wilcoxon testi ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki karşılaştırmalarda bağımsız örneklem T testi kullanıldı. Ancak veriler parametrik olmasına rağmen denek sayısının azlığı dikkate alınarak nonparametrik testlerle sınıandı. Bu durumda bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında Mann Whitney U Testinden yararlandı. Ayrıca soluk tutma süreleri ile bradikardik yanıt arasındaki ilişki açısından; her bir soluk tutma için korelasyon ve her grup için tüm soluk tutmalar ile bradikardik yanıtlar regresyon ve korelasyon analizleriyle değerlendirildi.

BULGULAR

Tümü erkek olan deneklerin, su üstü ve su altı gruplara ayrıldığında yaş, boy ve vücut ağırlığı açısından karşılaştırıldıklarında yaş ve vücut ağırlığı ortalamalarının istatistik olarak anlamlı bir farklılıklarının olmadığı ($P = 0,322$ ve $P = 0,744$) ancak boy uzunluğu ortalamalarının gruplar arasında anlamlı derecede farklı olduğu ($P = 0,011$) saptandı.

Su üstü sporları ile uğraşan sporcuların ve su altı sporları ile uğraşan sporcuların çalışma öncesi ilk nabız değerleri ortalaması ile ilk soluk tutma süresi ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklı değildi (nabız $p = 0,278$, soluk $p = 0,624$).

Tüm grup birlikte ele alındığında tekrarlayan soluk tutma süreleri istatistiksel olarak anlamlı derecede artmaktadır ($p = 0,000$). Soluk tutma süreleri kendileri arasında karşılaştırıldığında 4. soluk tutma kendinden önceki değerlerden anlamlı derecede

yüksektir ($p < 0,005$). Bununla birlikte 4. Soluk tutma değerleri ile 4.'den sonraki soluk tutmalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p = 1,000$). Bu durumda tekrarlayan soluk tutma ölçümlerinde soluk tutma süresinin 4. soluk tutmaya kadar arttığı söylenebilir.

Yalnızca su üstü grubu ele alındığında soluk tutma süresinin tekrarlayan ölçümlerde artışı istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır ($p = 0,140$). Tekrarlayan ölçümler kendi aralarında yalnızca 1.-3. ($p = 0,030$); 1.-4. ($p = 0,012$); 2.-4. ($p = 0,017$) ve 2.-6. ($p = 0,017$) anlamlı bir artış saptanmış, diğer soluk tutma sürelerindeki değişimler anlamlı bulunmamıştır.

Yalnızca su altı grubu sporcuların tekrarlayan soluk tutma süreleri ise anlamlı derecede artmıştır ($p = 0,000$). Soluk tutma süreleri 5. ölçüme kadar artış göstermektedir. Ancak 4. soluk tutma ile 5. soluk tutma arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamaktadır ($p = 0,342$). Oysa 4. Soluk tutma süresi, kendinden önce gelen tüm soluk tutmalardan anlamlı derecede yüksektir ($p < 0,05$). Bununla birlikte 4. Soluk tutma süresi ile kendinden sonra gelen tüm soluk tutmaların süresi arasında istatistiksel fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). 3. soluk tutmanın ise hem 4., hem 5. hem de 6. soluk tutmadan istatistiksel olarak anlamlı derecede kısadır. (sırasıyla $p = 0,013$, $p = 0,008$, $p = 0,024$).

Her bir grubun tekrarlayan soluk tutmalar sırasında bir önceki ölçümle arasındaki farklar alınarak iki grup karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda her bir soluk tutmalar arasındaki farklar açısından su üstü grubu ile su altı grubu arasında hiçbir ölçüm arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Soluk tutma sırasında nabız değerleri düşmekte, bu düşüşler su altı grubunda daha belirgin izlenmektedir.

Soluk tutma sırasında nabız değerleri dinlenme dönemlerine göre azalmaktadır. Ancak bu azalmalar giderek belirsizleşmektedir. Bu açıdan incelendiğinde tüm grupta ($p = 0,000$), su üstü grupta ($p = 0,028$) ve su altı grupta ($p = 0,009$) tekrarlayan soluk tutmalar sırasında nabız değişiminin istatistik olarak anlamlı derecede belirsizleştiği görülmektedir.

Soluk tutma sırasında nabızda azalma açısından su üstü ve su altı grubu karşılaştırıldığında aralarında hiçbir soluk tutma sırasında anlamlı fark bulunmadığı görülmektedir ($p > 0,05$).

Nabız başlangıç değerleri kişiden kişiye değişebildiği için soluk tutma sırasındaki nabız azalması bu kez de aritmetik fark açısından değil; oransal fark açısından, yüzde azalma olarak değerlendirildi.

Tekrarlayan soluk tutmalar sırasında bradikardi yanıtı aritmetik fark incelemesinde olduğu gibi oransal farklılıkta da her grupta anlamlı biçimde azalmaktadır: Tüm grupta $p = 0,000$, Su üstü grubu $p = 0,031$ ve Su altı grubu $p = 0,007$.

Tekrarlayan soluk tutmalar sırasında su altı grubunda bradikardik yanıt su üstü grubuna göre daha belirgin biçimde sürmektedir. Ancak her iki grup birbirleri ile karşılaştırıldığında hiçbir soluk tutma ölçümünde iki grup arasında istatistik fark saptanmamıştır ($p > 0,05$).

İstatistik çalışmada son olarak soluk tutma süresi ile bradikardik yanıt arasında ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan korelasyon incelemesi sonucunda hiçbir grupta hiçbir soluk tutma ölçümü sırasında, soluk tutma süresi ile bradikardik yanıtın ilişkisi bulunamamıştır (**Tablo 2**).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Su üstü	0,710	0,726	0,264	0,843	0,248	0,072	0,318	0,437	0,660	0,763
Su altı	0,670	0,084	0,372	0,637	0,296	0,466	0,780	0,280	0,327	0,183
Tümü	0,937	0,362	0,554	0,567	0,963	0,563	0,450	0,704	0,979	0,540

Her bir sporcunun tüm soluk tutmaları ile bu soluk tutmalar sırasında saptanan nabız değerlerindeki aritmetik azalmalar bir arada değerlendirildi ve bu amaçla regresyon ve korelasyon analizleri yapıldı. Tüm grubun ele alındığı regresyon analizinde anlamlı bir ilişki bulunmadı ($R=0,067$, $p=0,383$). Tüm grubun korelasyonu da anlamsızdı ($p=0,383$). Su üstü grubun tüm soluk tutmaları bir arada ele alındığında regresyonda anlamlı bir ilişki saptandı ($R=0,330$, $p=0,003$), (**Tablo 3**). Ancak bu ilişkinin yönü ters korelasyon olarak gerçekleşti. Su altı grubunun tüm soluk tutmaları ise daha belirsiz bir anlamlılıkta fakat doğru yönde saptandı

($R=0,222$, $p=0,036$),(**Tablo4**).

Tablo 3. Soluk tutmalar sırasında su üstü grubu soluk ve nabız regresyonu

		Nabızsüstu	Soluksüstu
Nabızsüstu	Pearson Correlation	1	-,330**
	Sig. (2-tailed)		,003
	N	80	80
Soluksüstu	Pearson Correlation	-,330**	1
	Sig. (2-tailed)	,003	
	N	80	80

Tablo 4. Soluk tutmalar sırasında su altı grubu soluk ve nabız regresyonu

		nabızsualtı	soluksualtı
nabızsualtı	Pearson Correlation	1	,222*
	Sig. (2-tailed)		,036
	N	90	90
soluksualtı	Pearson Correlation	,222*	1
	Sig. (2-tailed)	,036	
	N	90	90

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda deney grubu, iki alt gruba ayrıldığında yaş ve vücut ağırlığı açısından değil ancak boy uzunluğu açısından istatistik anlamlı bir farklılık saptandı, ancak bu farklılığın ölçümünü yapacağımız parametreler ile doğrudan ilişkisi düşünülmedi. Her iki grubun çalışma başlangıcındaki ilk soluk tutma süreleri ve nabız değerleri de birbirlerinden farklı değildi. Tüm bu eşitlikler çalışma sırasında grup seçiminin çalışmayı yürütmek açısından uygun olduğunu gösteriyordu.

Tekrarlayan soluk tutmaların, soluk tutma süresini uzattığı uzun bir süredir bilinmektedir. Mekanizması net olmayan bu etki “kısa süreli antrenman” olarak da adlandırılmaktadır (14,15,20). Schagatay ve arkadaşlarının yapmış oldukları ve çalışmamızda olduğu gibi 2 dakikalık dinlenme molalarının verildiği bir soluk tutma çalışmasında ardışık beş soluk tutma serisinde fizyolojik kesilme noktası değerlendirildiğinde ilk üç soluk tutmada sürenin arttığı, daha sonraki soluk tutmalarda ise artışın görülmediği bildirilmiştir. Bu çalışmada gerçek kesilme noktası dikkate alındığında ise ardışık beş soluk tutmada da soluk tutma süresi artmaya devam etmektedir (18).

Çalışmamızda soluk tutma sınırı için “fizyolojik kesilme noktası” kullanılmıştır. Bunun nedeni bu sınırın subjektif olmamasıdır. Oysa fizyolojik kesilme noktasından sonraki mücadele fazı hem fizyolojik hem de psikolojik faktörlerle uzatılabilir. Bu nedenle mücadele fazında izlenen karın kasılmalarından, Müller ve Valsalva manevralarından kaçınılmıştır. Deneklerden istemsiz kas kasılmalarının başlamasıyla soluk tutmalarının sonlandırılmaları istenmiş ve göz ile de bu kontrol yapılmıştır. Sporcuların karın kasılmalarını denetlemek için karın kaslarının hareketini kaydeden bir aygıt da kullanılabilir, ancak bu çalışmamızda bu tarz bir aygıt kullanılmamış, deneklerin testin biçimi ile ilgili olarak iyi bir biçimde bilgilendirilmeleri ve yakından kontrolleri tercih edilmiştir.

Dalan memelilerde ve dalgıçlarda serbest dalış bir seri dalış ve soluk tutma şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu durumda soluk tutmalar arasındaki dinlenme fazı genellikle dalınan derinliğe ve bir önceki soluk tutma süresine göre ayarlanarak uzayıp kısalmaktadır. Çalışmamızda daha önceki laboratuvar çalışmalarında da takip edilmiş olan ve serbest dalışlarda genellikle uygulanan iki dakikalık ara seçilmesi tercih edilmiştir (17,18).

Çalışmamızda tüm grup için soluk tutma süresi yaklaşık 5. soluk tutmaya kadar artıyordu, ancak istatistik anlamlılık 4. soluk için elde edildi. Su üstü grubunda da soluk tutma süresi artmakla beraber bu durum istatistik olarak anlamlı değildi. Su altı grubunda ise soluk tutma süresi artışı istatistik olarak belirgindi. Bu durumda 2 dakika aralarla fizyolojik sınıra kadar soluk tutma çalışmalarında en az 4 soluk tutma ölçümünün yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu gereklilik özellikle sualtı sporları ile uğraşan sporcu grupları ile çalışma yapılacaksa daha da önemlidir. Su üstü sporcularında tekrarlayan soluk tutmalar ile soluk tutma süresinde görülen artış istatistik düzeyde anlamlı değildir, ancak yine de her iki grubun birikici artışları karşılaştırıldığında sualtı grubu lehine fark bulunamamıştır. Bu durumda su üstü sporları ile uğraşan sporcularda soluk tutma çalışması yapılacaksa tekrarlayan soluk tutmaların önemi olmadığını söylemek zordur. Denek sayısının azlığı da dikkate alındığında bu yargıyı kesinleştirmek için daha geniş serilerde çalışma yapmak önerilebilir.

Deneklerimizin soluk tutma sırasındaki kalp hızlarının yüzde düşüş oranları, gruba ve tutulan solukun sırasına bağlı olarak yaklaşık olarak %2-18 arasında değişmektedir. Bu değer Schagatay'ın çalışmasında tariflediği her gün dalış yapan Endonezyalı dalgıçların %45'lik, İsveç Sualtı Ragbisi sporcularının %36 değerlerinden çok, %18-26'lık düşüşe sahip genç dalgıç olmayan gruba yakındır (17). Denek grubumuz aktif sporculardan oluşmakla ve bir kısmı da sualtı sporcusu olmakla birlikte soluk tutma süresi açısından da düşük kapasitelidir. İleride yapılacak çalışmalarda daha belirgin farklılıklar saptamak için uzun süre soluk tutma kapasitesine sahip "zıpkınla avcılık" veya "serbest dalış" grubu sporcuların seçilmesi daha uygun olacaktır.

Kıyan ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada bir hafta gibi kısa bir sürede ve günde yalnızca üç kez dalarak dalış derinliğinin anlamlı biçimde artırılabilceği ortaya konulmuştur (16). Bu çalışmada dalış derinliği artışı sağlayan faktörün solunum ve dolaşım kapasiteleri ile ilgili olmadığı, doğrudan soluk tutma süresinin artışına bağlı olduğu belirlenmiştir. Soluk tutma süresi artışı da bu çalışmada gösterildiği gibi kan karbondioksit düzeyine karşı gelişen toleransın bir sonucudur.

F. Toka'nın uzmanlık tezi çalışmasında üç gün gibi kısa süreli ve günde üç kez yapılan az tekrarlı kara ve su içi soluk tutma antrenmanları ile soluk tutma süresinin anlamlı biçimde arttığı gösterilmiştir. Bu çalışmada yapılan soluk tutma antrenmanının kara veya su içi olmasının bir farkı gözlenmemiştir (19).

Soluk tutma süresi ile kalp hızındaki azalma arasındaki ilişki ele alındığında yalnızca sualtı grubunda soluk tutma süresi arttıkça bradikardinin de belirginleştiği bulundu. Ancak bradikardinin soluk tutma süresini arttırdığı mı, yoksa soluk tutma süresinin artışı ile bradikardinin belirginleştiği mi kesin değildir. Şekil 6' daki grafik incelendiğinde bradikardik cevabın V harfi şeklinde elde edildiği görülecektir. Bu durumda daha fazla soluk tutulduğunda daha derin bir bradikardi yanıtı alınacağı açıktır.

Sonuç olarak tekrarlayan soluk tutmalarda soluk tutma süresinin arttığı, bunun 4. soluk tutmaya kadar istatistik olarak anlamlı olduğu, bu anlamlılığın sualtı sporları ile uğraşan grupta görüldüğü söylenebilir. Tekrarlayan soluk tutmalarda nabız değerleri %2-18 arasında azalmaktadır. Tekrarlayan soluk tutmalarda bradikardik yanıt giderek azalmaktadır. Sualtı grubunda bradikardik yanıt daha sürekli olmakla birlikte iki grup arasında fark bulunmamaktadır. Nabız değerleri ile soluk tutma süresi arasında yalnızca

sualtı grubu sporcularında düz yönlü bir ilişki saptanmıştır.Çalışmanın farklı özellik taşıyan sporcu gruplarında tekrarlanması ve etkinin sıfırlanması için ne kadar süre gerektiğine yönelik çalışmaların da yapılması önerilir.

KAYNAKLAR

1. Aktaş Ş.: Akciğerler ve dalış, Balıkadamlar Spor Kulübü Seminer Notları,2001
2. Aktaş Ş.: Sualtı Hastalıkları Ders Notları. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD.
3. Andersson J., Schagatay E., Gislen A., Holm B.: Cardiovascular responses to cold-water immersions of the forearm and face, and their relationship to apnea. Eur J Appl Physiol(2000) 83:566-572.
4. Andersson J., Schagatay E., Gustafsson P., Örnham H.: Cardiovascular effects of “buccal pumping” in breath-hold divers. EUBS 1998, p:103-106.
5. Çimşit M.: Hiperbarik Tedavinin Tarihçesi. In: Hiperbarik Tıp. (Ed): M Çimşit, Eflatun Yayınevi, s: 1-2, 2009
6. Erelel M., Arseven O.: Solunum fizyolojisi. In: Akciğer Hastalıkları, (Ed): O Arseven, Nobel Tıp Kitapevleri, s: 31-43, 2002.
7. Gökhan N.: Akciğer ventilasyonu. In: Tıbbi Fizyoloji. (çeviri) (Ed): CA Guyton, Nobel Tıp Kitapevleri, s: 669-688, 199
8. Gökhan N.: Gaz değişiminin fiziksel ilkeleri. In: Tıbbi Fizyoloji. (çeviri) (Ed): CA Guyton, Nobel Tıp Kitapevleri, s:689-703, 199
9. Gökhan N.: Solunum regülasyonu. In: Tıbbi Fizyoloji. (çeviri) (Ed): CA Guyton, Nobel Tıp Kitapevleri, s:719-734, 199
10. Gökhan N.: Sualtı fizyolojisi ve öteki hiperbarik koşullar. In: Tıbbi Fizyoloji. (çeviri) (Ed): CA Guyton, Nobel Tıp Kitapevleri, s:767-776, 199
11. Hlastala M.P., Berger A.J.: Pulmonary anatomy and microstructure. In: Physiology of Respiration. (Eds): MP Hlastala, AJ Berger. Oxford University Press, p: 3-21, 1996.
12. Hlastala M.P., Berger A.J.: Reflexes from the airways and lungs and autonomic regulation. In: Physiology of Respiration, (Eds): MP Hlastala, AJ Berger. Oxford University Press, p: 196-208, 1996
13. Tiryaki-Sönmez G. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Bolu, S: 196-198, 2002

14. Health JR, Irvin CJ. An increase in breath-hold time appearing after breath holding. *Respir Physiol.* 1968; 4:73-77.
15. Hentsch U, Ulmer HV. Trainability of underwater breath-holding taim. *Int J Sport Med.* 1984; 5:343-347.
16. Kıyan, E., Aktaş, Ş., Özen, Ş., Toka F., Kıyan, A.: Dalış derinliğini arttırmaya yönelik kısa süreli serbest dalış antrenmanı (II): Soluk tutma süresini etkileyen faktörler. *Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı, SBT2001, 9-11 Kasım 2001, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Toplantı Kitabı, (Eds): Toker, K., Turan, O. s:124-131, 2001.*
17. Schagatay E, Andersson J. Diving response and apneic time in humans. *Undersea Hyper Med* 1998; 25: 13-19.
18. Schagatay E, Van Kampen M, Andersson J. Effects of repeated apneas on apneic time and diving response in non-divers. *Undersea Hyper Med* 1999; 26(3): 143-149.
19. Toka, F.: Kısa süreli suiçi ve kara egzersizlerinin nefes tutma süresi ve solunum parametrelerine etkisi. *İstanbul Tıp Fakültesi, Deniz ve Sualtı Hekimliği Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi. 2001.*
20. Vasar E, Kingisepp PH. Physiological characteristics of repeated breath holding. *Adv Physiol Sci.* 1980; 10:639-646.

DALIŞ KAZALARI ANALİZİ

Eylem Koca¹, Nadir Arıcan², Akın Savaş Toklu¹

¹İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı

²İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı

ÖZET

Dalış aktivitesi, doğası gereği risk taşımakta ve, oluşan kazaların bazıları ölümcül seyredebilmektedir. Dalış kazaları ve ölümler ile ilgili veriler bazı ülkelerdeki kuruluşlar tarafından toplanmakta ve değerlendirilmektedir. Konuyla ilgili en geniş veri Amerika ve Kanada'lı dalıcılardan Divers Alert Network (DAN) tarafından toplanmıştır. İngiliz dalıcılar için British Sub Aquatic Club (BSAC), Asya ve Pasifik ülkelerindeki dalıcılar için de DAN Asya-Pasifik veri toplayıp değerlendirmiştir. Dalışa bağlı yıllık fatalite oranı 100.000 dalgıçta DAN raporlarında 16,4, BSAC raporlarında 14,4 olarak belirtilmiştir. Ülkemizde henüz yeterli veri tabanı bulunmamaktadır. Bu çalışmada dalış kazalarıyla ilgili literatür incelemesi yapılarak Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu'na yansıyan 12 dalış kazası incelenmiştir.

GİRİŞ

Dalış aktivitesi doğası gereği, diğer macera sporlarında da olduğu gibi belirli oranda risk taşımaktadır. Ancak bu risk kıyaslandığında diğer bir çok aktiviteden görece daha düşüktür. İnsan bedeni su altında yaşamaya uygun olmadığından, dalgıçlar beraberinde taşıdıkları ekipmana bağımlıdırlar. Uygun eğitim sonrası uygun donanımla, emniyet kurallarına uyularak yapılan bir dalışın tehlikesi minimum olmasına karşın, zaman zaman ölümcül seyreden kazalar söz konusu olmaktadır. Dalış kazalarının oluşumuna katkıda bulunan faktörlerin tespit edilmesi halinde, kazaların oluşmaması için önlem almak da mümkün olacaktır. Sportif SCUBA ('Self Contained Underwater Breathing Apparatus) dalış aktivitesi esnasında meydana gelen kaza ve ölümler ile ilgili veriler bazı ülkelerdeki kuruluşlar tarafından toplanmakta ve değerlendirilmektedir. Ülkemizde dalış kazalarıyla ilgili bir veri tabanı oluşturma girişimi yapılmışsa da henüz anlamlı sonuç çıkarmaya yeterli veri toplanmamıştır. Uygulamada bir dalış kazası meydana geldiğinde zaman zaman Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (TSSF) olayı soruşturmakta, bazen de özellikle kazanın ölümcül seyretmesi veya şikayette bulunulması halinde adli makamlar olayı soruşturmaktadır. Bu çalışmada TSSF'ye yansımış veya TSSF tarafından soruşturulmuş dalış kazalarına ait dokümanlar ve ölümcül seyreden dalış kazalarıyla ilgili daha önce yayınlanmış raporlar incelenmiş, kaza analizlerinde yaşanan güçlükler, analiz sonuçları ve bu sonuçların kazaları önlemeye katkısı araştırılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

TSSF'ye akseden dalış kazaları, arşivde bulunan dosyalar içindeki ifade tutanakları, olay yeri ve dalış donanımları inceleme raporları, adli raporların da yer aldığı tıbbi

belgeler, kişi ve kurum adları saklı tutularak incelenmiştir. İncelenen kazalarda muhtemel etkili faktörler ele alınarak, benzer kazaların önlenmesi için göz önünde bulundurulması gerekenler tartişılmıştır.

Ayrıca, ölümcül seyreden dalış kazalarıyla ilgili daha önce yayınlanmış raporlar incelenerek, elde edilen veriler dalış kazalarını ve sonucu etkileyen faktörler açısından değerlendirilmiş, sonuçların kazaları önlemeye yönelik katkısı tartişılmıştır.

BULGULAR

TSSF'ye akseden dalış kazaları: TSSF' ye yapılan müracaatla 12 soruşturma dosyası elde edilmiştir. Bu dosyaları oluşturan kazaların 9'u ölümcül seyretmiş, diğer 3 kazanın 2 sinde gerekli ilkyardıma ve tedavi sonrası, olgular herhangi bir kalıcı sağlık sorunu bulunmaksızın iyileşmiş, kurtulan diğer olgunun ise son hali hakkında dosyada bilgi yer almamıştır. Kazalar hakkında dosyadaki mevcut belgelerden yararlanılarak hazırlanmış özet bilgiler TSSF den alınan klasördeki sırasına göre aşağıda sıralanmıştır.

Kaza-1: 33 yaşında 1* CMAS belgesine sahip erkek dalıcı günün ikinci dalışı olarak beş kişilik bir grup içinde maksimum derinliği 13,7 m olan bir dalış gerçekleştirmiştir. Bu dalışın 10. dakikasında 7-8 m'lerde rahatsızlık hissetmesi sonucu dalış eşi ile birlikte çıkışa geçmiştir. 5-6 metrelere geldiklerinde çıkış hızı artmış ve dalgıç su yüzeyine çıktığı anda bilinci kaybolmuştur. Tekneye alınan dalgıca hemen temel yaşam desteği (yapay solunum ve kalp masajı) uygulanmıştır. Yapay solunum ve kalp masajı ile solunum ve dolaşımı geri gelen dalgıç sahil güvenlik aracılığı ile hastaneye sevk edilmiş, iki gün hastanede tedavi gördükten sonra şifa ile taburcu olmuştur. Kaza soruşturma dosyasında tanık ifadeleri yer almakta, fakat ekipman incelemesi, tıbbi değerlendirme belgeleri yer almamaktadır.

Kaza-2: 68 yaşında PADI Open Water belgesine sahip erkek dalıcı olaylı dalışın 5. dakikasında 10 m'de anormal davranışlar sergilemeye başlamış ve 15 m derinliğe doğru kaymıştır. Bu derinlikte dalış eşi tarafından yakalanan kişiyi fark eden dalış lideri gözlerdeki ifade ve davranıştan bir panik hali olduğunu gözlemiştir. Dalgıca kontrollü biçimde yüzeye çıkarmakta olan dalış lideri son 1 m ye gelindiğinde bilincin kaybolduğunu ifade etmiştir. Tekneye ıkarılan dalgıcın solunum ve dolaşımının kaybolduğu tespit edilince temel yaşam desteği verilmiştir. Deniz yoluyla gelen bot ambulansa devredilen kişi yapılan tüm müdahalelere rağmen kurtarılamamıştır. Dosyada yer alan dalış donanımı inceleme raporunda anormal bir bulgu yer almamaktadır. Ölü muayene tutanağında kesin ölüm nedeninin belirlenebilmesi için klasik otopsiye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Adli otopsi raporu dosyada bulunmadığından kesin ölüm nedeni bilinmemektedir.

Kaza-3: 62 yaşında PADI Dive Master belgesine sahip erkek dalgıç maksimum dalış derinliği 30 m olan bir dalış gerçekleştirilmiştir. 20 m ye yükseldiklerinde dalgıç bir problemi olduğunu ve el işaretiyle yukarı çıkmak istediğini ifade etmiştir. Dalış eşiyle

birlikte kontrollü bir şekilde yüzeye çıkarılmaya başlayan dalgıcın henüz sualtındayken burnunda kan görüldüğü ve solunum problemi yaşadığı ifade edilmiştir. Dalış eşinin ifadesine göre dalgıç 10 saniye kadar sonra bilincini kaybetmiş, yüzeye 5 m kala da bilinçsiz bir şekilde kusmuştur. Olay başlangıcından yüzeye çıkana kadar yaklaşık bir dakika geçtiği, yüzeyde kişinin bilincinin olmadığı, solunum ve dolaşımın durmuş olduğu belirtilmiştir. Temel yaşam desteği uygulanan dalgıcın solunum ve dolaşımı geri gelmemiş durumda sağlık ekibine teslim edilmiş ve ambulans ile hastaneye kaldırılmıştır. Dalış donanımlarının incelemesinde anormal bir durum tespit edilmediği belirtilmiştir. Ölü muayene tutanağında kesin ölüm sebebi kalp krizine bağlı solunum ve dolaşım durması olarak belirlenmiş ve klasik otopsi yapılmasına gerek olmadığı belirtilmiştir. Ölen dalgıcın eşinden soruşturma esnasında alınan bilgilere göre, dalgıcın daha önceden kalp hastalığı bulunduğu öğrenilmiştir.

Kaza-4: 37 yaşında daha önce dalış eğitimi almamış erkek tanıtım dalışı yapmak üzere beraberindeki PADI Dive Master bir dalgıç, kursiyer bir başka dalgıç ve tanıtım dalışı yapacak diğer bir kişiyle toplam dört kişi yapan bir ekiple 2,5-3 m derinliğe inerek, yatay 70 m ilerliyorlar. Dönüş esnasında tanıtım dalışı yapalardan birisi göğüs bölgesinde kalp hizasını eliyle işaret ederek dalış liderine göstermiş ve sonra ağızından regülatörü çıkarmıştır. Dalış eğitmeni regülatörü tekrar ağızına takmaya çalıştıysa da başarılı olamamıştır. Bunun üzerine dalış lideri sorunlu kişiyi bacağından tutarak yukarı çıkarmış, ağırlıklarını atarak su yüzeyine sırtüstü yatırmıştır. Yaklaşık iki dakika içinde kıyıya getirilen kişinin solunum ve nabzının bulunmadığı tespit edilmiştir. Temel yaşam desteği uygulanan kişi 10 dakika içinde sağlık ekibine teslim edilmiş ve hastaneye kaldırılmış ancak müdahalelere rağmen kurtarılamamıştır. Yapılan otopsisinde kesin ölüm nedeni belirlenememiş, boğulmaya ait bazı bulgular olduğu ve kesin ölüm nedeninin alınan doku örneklerinin incelenmesinden sonra belirlenmesinin daha uygun olacağı rapor edilmiştir. Doku örneklerinin histopatolojik incelemesinde kalp, akciğer ve beyinde vasküler konjesyon, akciğerlerde ödem ve amfizömatöz değişiklikler tespit edilmiştir. Ayrıca verilen adli raporda kanda 0,40 promil alkol bulunduğu belirtilmiştir.

Kaza-5: 49 yaşında 2* CMAS dalıcı belgesine sahip erkek bazı ifadelerine göre 39,8 m, bazı ifadelerine göre ise 60 m maksimum derinliği olan, toplam dalış süresi 65 dakikaya ulaşan dekompresyonlu bir dalış yapmıştır. Yüzeye geldikten 15-20 dk sonra dalgıçta bulantı, kusma, baş dönmesi şikayetleri olmuştur. Muayeneyi kabul etmeyen dalgıç daha sonra günün 2. dalışını da gerçekleştirmiştir. Dalgıcın karısı, kocasının şikayetlerini, tansiyon problemi yaşıyor olabileceğine bağlamış ve doktor kontrolüne gerek görmediklerini belirtmiştir. Tekne limana geldikten sonra dalgıcın yakınmalarının düzelmemesi üzerine, dekompresyon hastalığı düşünülerek bir hiperbarik tedavi merkezindeki doktor ile iletişime geçilmiş ve ambulansla sevk edilmiştir. Sevk esnasında doktorun önerisiyle %100 oksijen solutulan dalgıca Tip 2 dekompresyon hastalığı tanısıyla rekompresyon tedavisi uygulanmıştır. Nihayi sonuçla ilgili sonuç dosyada yer almamakla birlikte tedavi sonrasında sekel kalmayacağını düşünülüyor belirtilmiştir.

Kaza-6: 26 yaşında PADI Rescue Diver belgeli kadın dalgıç 22-23 m'lere yaptığı ikinci dalışta herhangi bir sorun yaşamamış, çıkış esnasında güvenlik dekosunu yaparak dalışı sonlandırmıştır. Dosyada birinci dalışla ilgili bir bilgi bulunmamaktadır. İkinci dalış sonrası limana yanaştıktan sonra tekneden ayrılan dalgıç 10 dakika sonra geri gelerek ayaklarında karıncalanma ve uyuşma olduğunu söylemiştir. Kendisine teknede aspirin alması önerilerek bir hiperbarik tedavi merkezine başvurması önerilmiştir. Dalgıcın bundan sonraki takibi ile ilgili dosyada başka bir belgeye rastlanmamıştır.

Kaza-7: 28 yaşında erkek dalış kursu aldığı sırada diğer bir kursiyer ve eğitmen eşliğinde 4-5 metrelere eğitim dalışı yapmıştır. Bazı ifadeler göre 12, bazı ifadeler göre 6-7 dakika sonra eğitmen arkasına baktığında (arada sırada arkasına bakmakta olduğunu ifade etmiştir) dalgıcın hareketsiz olarak durduğunu ve regülatörünün ağzında olmadığını belirtmiştir. Eğitmen regülatörü takmaya çalışmışsa da başarılı olamamıştır. Bunun üzerine acilen yüzeye çıkıldığında dalgıcın nabzının atmadığı tespit edilmiş ve temel yaşam desteği verilmiştir. Solunum ve dolaşımı geri gelmeyen kişinin 6 dakika sonra sağlık ekibine devredildiği ifade edilmektedir. Sağlık ekibinin, muayenede ölümün gerçekleşmiş olduğunu tespit edilmesi gerekçesiyle yeniden canlandırma girişiminin yapılmadığı ifade edilmektedir. Dosyada adli rapor ya da otopsi raporu bulunmamaktadır. Donanım incelmesinde herhangi bir anormal duruma rastlanmadığı belirtilmiştir.

Kaza-8: Dosyada yaşıyla ilgili bir evrak bulunmayan erkek dalgıcın 9 m derinliğe 35 dakika dip zamanlı bir dalıştan sonra 7 metreden normal bir şekilde yüzeye geldiği, ancak çıkış esnasında soluk tuttuğunun yüzeye geldikten sonra anlaşıldığı, solunumu ve nabzı devam eden dalgıcın 20 metre uzaklıktan kıyıya getirildiği, ve 10 dakika içinde sağlık ekibine teslim edildiği ifade edilmektedir. Dalgıcın sevk edildiği hastanenin yoğun bakımında amfizeme bağlı solunum sisteminin yetersiz kalması ve beyin ödemi oluşması nedeniyle öldüğü belirtilmektedir. Dosyada dalış donanımının inceleme ve adli tıp raporu bulunmamaktadır.

Kaza-9: 33 yaşında 1* CMAS belgesine sahip erkek dalgıcının, 2* CMAS dalgıcı eğitimi çerçevesinde maksimum dalış derinliği 28,8 m olan bir dalışın yaklaşık 5-7. dakikasında, 25 metrede maske tahliye işlemi yapmaya başladığı ifade edilmiştir. Yardım için yanına gidildiğinde maskesinde az bir su bulunan dalgıçta kısa sürede bilinç kaybı gelişmiş ve regülatör ağzından düşmüştür. Yardıma gelen dalgıç kendi yedek hava kaynağını vermek istemiş ancak başarılı olamamıştır. Yüzeye gelindiğinde nabzı ve solunumu olmayan, ağzından köpük, kusmuk ve kan gelen dalgıca teknede temel yaşam desteği uygulanmış, nabız ve solunumu geri gelmeyen dalgıç yaklaşık 48 dakika sonra da sağlık ekibine teslim edilmiş, müdahalelere rağmen kurtulamamıştır. Dalış donanımı muayenesinde herhangi bir anormal duruma rastlanmamıştır. Otopside alınan doku örneklerinin histopatolojik incelemesinde akciğerlerde amfizömatöz değişiklikler, kanama odakları ve yabancı cisim (besin veya su bitkisi aspirasyonu) tespit edilmiştir.

Otopsi raporunda kişinin ölümünün suda boğulmaya bağlı mekanik asfiksiden ileri geldiği rapor edilmiştir.

Kaza-10: 37 yaşında, erkek, 1* CMAS belgesine sahip dalıcı, beraberindeki beş kişi ile birlikte maksimum derinliği 18 metre olan, dip zamanıyla ilgili bilgi verilmeyen bir dalış gerçekleştirmiştir. Bir ara dalgıcın 14 metrelerden hızla yüzeye doğru yükseldiği gözlenmiştir. Eğitmen tarafından yakalanmaya çalışılmış ise de başarılı olunamamış ve dalgıç yüzeyde, denge yeleği şişik, yüzü koyun, ağız ve burundan köpüklü sıvı gelir halde, bilinci kapalı vaziyette bulunduğu belirtilmiştir. Dalgıç 15-20 metre mesafe yüzülerek kıyıya getirilmiş, nabız ve solunumunun durmuş olduğu belirlenmiş, sağlık ekibi gelene kadar temel yaşam desteği verilmiştir. Sağlık ekipleri olay yerine ulaştıklarında dalgıçta da herhangi bir yaşamsal fonksiyon tespit edilmediğini ifade etmişlerdir. Otopsi raporunda ölüm nedeni boğulma olarak belirtilmiştir. Tutanaklarda ilk yardım yapan kişi aspire edilen sıvının çıkartılması için dalgıcın yüz üstü vaziyete getirip kaldırdığını ifade etmiştir. İfadelerde planlanan dalışta eşleşme ile ilgili bir bilgiye rastlanmamıştır. Dalış donanımlarında herhangi bir anormal bulguya rastlanmamıştır

Kaza-11: 31 yaşında, erkek 1* CMAS belgesine sahip dalıcının, 18 metreye planlanan bir dalışın başlamasından 3-4 dakika sonra 16-17 m'lere gelindiğinde, ağzında regülatör olmadığı dalış lideri tarafından fark edilmiştir. Durumu fark eden dalış lideri, hızla problem yaşayan dalgıcın yanına gelmiş ve regülatörü tekrar ağzına almasına yardımcı olmaya çalışmıştır. Yardımcı olan dalgıç regülatörü geri verirken ilk defasında serbest akış yaptırmadığını ifade etmiştir. Bu denemeden sonra problem yaşayan dalgıç regülatörü kendi eliyle tekrar ağzından çıkarmıştır. Regülatörü tekrar alması için yapılan girişimler sonuçsuz kalmıştır. Bu esnada dalgıcın gözlerinin büyüdüğü ve panik halinde olduğu ifade edilmektedir. Bu durum 14 m'lerden 6 m ye kadar devam etmiş, 6 m den sonra ise ağızda regülatör olmaksızın satha gelindiğinden bahsedilmektedir. Yüzeyde gelen dalgıçta hırıltılı şekilde solunumunun olduğu ve ağzından beyaz köpükler çıktığı ifade edilmiştir. Bir tanık ifadesinde dalgıcının karnının şişmiş olduğu da yer almaktadır. Dalgıca kıyıya getirildikten hemen sonra solunumunun olmaması nedeniyle yapay solunum uygulanmıştır. İlk tur yapılan temel yaşam desteğinden sonra solunum ve dolaşımın geri geldiği ve dalgıcın koma pozisyonuna getirildiği ve kısa süre sonra bölgeye gelen sağlık ekibine teslim edildiği ifade edilmiştir. Ancak ambulans ekibin gözlem raporunda vakada solunum ve dolaşımın olmadığı, göz bebeklerinin sabit genişlemiş olduğu belirtilmiştir. Hastaneye nakledilen dalgıcın burada yapılan müdahalelere rağmen kurtarılamadığı belirtilmiştir. Yapılan ölü muayenesinde dalgıcın suda boğulmaya bağlı solunum ve dolaşım yetmezliği sonucu ölmüş olabileceği, kesin ölüm nedeninin anlaşılması için klasik otopsi yapılması gerektiği belirtilerek, dalgıç Adli Tıp Kurumuna sevk edilmiştir. Dosyada otopsi raporu bulunmamaktadır. Donanım incelemesinde dalıcının regülatör ağızlığında bulunan iki dişlikten birisinin kopmuş, diğerinin kopmak üzere olduğu dışında herhangi bir anormal bulgu tespit edilmemiştir.

Kaza-12: 36 yaşında erkek, erkek 3* CMAS belgesine sahip dalıcı, dalış eşinin ifadesine göre 200 bar hava bulunan 12 litrelik bir tüple 42 m ye bir dalış yapmıştır. Her iki dalıcının da yanlarında içinde %50 Oksijen % 50 Nitrojen içeren küçük hacimli bir nitroks tüpü taşıdıkları da ifade edilmektedir. Dalışın 7-8. dakikasında birinci dalgıç havasının 100 bara indiğini belirtince çıkışa geçilmiş, 21 metre de 1 dakika yatay yüzüştten sonra 18 metreye gelindiğinde ise aynı dalgıç havasının bittiğini işaret etmiştir. İkinci dalgıç da kendi havasının 40 bar'a inmesi sebebiyle nitroks tüpünden solumaya başlamış, diğer dalgıca beraberindeki nitroks karışımından solumasını önermiştir. Birinci dalgıç nitroks tüpünün vanasını açamayınca diğeri yardım etmiş, ancak birinci dalgıcın regülatörü ağızına ters aldığı ifade edilmiştir. Bu esnada işaretle sorun olmadığını belirtmesi üzerine 5-6 metrelere geldiği, ancak ikinci dalgıcın denge yeleşinin birden bire şişmesi sonucu yüzeye fırladığı, daha sonra denge yeleşindeki gazı boşaltarak 12 m seviyelerine düşmüş olan diğer dalgıcı yakalayabildiği, çıkış için aşırı efor sarf etmelerine rağmen yükselmeyip 18 metrelere düşüldüğü, bu esnada birinci dalgıcın nitroks gazının da bittiği, diğer dalgıcın az kalmış olan havasını diğerine uzattığı, beraberce yukarı gelmeye çalıştıkları ancak başarılı olamadıkları ifade edilmiştir. İkinci dalgıç, kendisinin soluduğu nitroks gazının da bir müddet sonra bitmesi üzerine birinci dalgıcın ağırlığını atarak beraber yükselmeye çalışıldığını, ancak kendisinin de sıvı aspire ettiğini, daha sonra hatırlamadığı biçimde yüzeye geldiğini, yanında dalış eşinin bulunmadığını görünce acil yardım istediğini, bu esnada kendisinin kanlı balgam çıkardığını, bu nedenle aşağıda kalan dalgıcı aramak için dalışına teknedekiler tarafından müsaade edilmediğini, birinci dalgıcın teknede bulunan diğer dalgıçlar tarafından yüzeye getirildiğini ifade etmiştir. Tutanaklarda birinci dalgıcın 30 m derinlikte ağızında regülatör olmaksızın hareketsiz biçimde bulunduğu, kurtarmayı yapan dalgıçların dalgıcı ekipmanla birlikte çıkarmayı başaramadıklarından ekipmanları dipte bırakmak suretiyle çıkarılabildiği belirtilmiştir. Yüzeye geldiğinde solunumu ve dolaşımı bulunmayan dalgıca teknede temel yaşam desteği verilmiş, solunumu ve dolaşımı geri gelmememiş vaziyette sağlık ekibine teslim edilmiştir. Daha sonrasında yapılan müdahaleler de sonuçsuz kalmış ve birinci dalgıç ölmüştür. Kaza sonrası TSSF nin yaptığı incelemelerde olay günü yapılan dalışın 50 metreye planlandığı önceden hazırlanan dalış akış tablosundan (runtime table) anlaşılmıştır. Ancak dalışta kullanılan bilgisayarların kayıp olması nedeniyle olaylı dalışın gerçek dalış derinliği belirlenememiştir. Olaydan bir hafta sonra dipte bırakılan dalış ekipmanında hem hava tüpünün, hem de nitroks tüpünün boşalmış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca birinci dalgıcın derinlik gösteren herhangi bir geyci veya bilgisayarı olmadan dalış yaptığı tespit edilmiştir. Olaylı dalışta kullanılmayıp bir gün önceki yapılan dalışlarda kullanılan dalış bilgisayarından elde edilen verilere göre, bir gün önceki yapılan dalışlarında ifade tutanaklarında belirtilen derinliklere değil, sportif dalış derinliği limitlerinden daha derinlere yapıldığı anlaşılmıştır. Dosyada otopsi raporu bulunmadığından kesin ölüm nedeni bilinmemektedir.

Ölümlerle sonuçlanmış dalış kazalarıyla ilgili yayınlanmış raporlar: İnternet üzerinden yapılan araştırmada ulaşılan ölümcül dalış kazalarıyla ilgili raporlardan elde edilen özet bilgiler aşağıda sıralanmıştır. Bu raporlar DAN (Divers Alert Network) ABD-Kanada, DAN Avrupa, DAN Asya-Pasifik, BSAC (The British Sub-Aqua Club)'a üye dalgıçlardan elde edilen verilerle hazırlanmıştır.

DAN'ın 2006 yılında yayınlamış olduğu raporda, ölümcül seyreden 88 kazanın %14 ünde, havanın/solunum gazının bitmesi kazayı tetiklemiş olup, daha az sıklıkla görülen diğer tetikleyici faktörler olarak güçlü akıntı (%10), dalışta var olan bir hastalık (%9), bir mağara ya da batıkta sıkışıp kalma (%9) ve dalış donanımı problemleri (%8) olarak sıralanmıştır. Dalışta önceden var olan sağlık problemleri arasında ölümcül dalış kazasına en sık kalp hastalıkları neden olmuş, bunu hipertansiyon izlemiştir. Aynı raporda ölüm nedeni olarak boğulma %64 lük sıklıkla ilk sırada yer almıştır [1].

Denoble ve arkadaşlarının 2008 yılında yayınladığı raporda yıllık fatalite oranı 100.000 dalışta 16,4 olarak belirtilmiştir. Raporda ölümlerin %31'ini 50 yaş ve üzeri bireylerin oluşturduğu, 30'lu yaşlardaki erkekler için göreceli riskin kadınlardan 6 kat daha fazla olduğu, fakat 60 yaş sonrasında her iki cinsiyet için riskin hemen hemen eşit olduğu belirtilmiştir. Fatalite oranı genç erkeklerde 100.000 de 7 iken 60 yaş üstü erkeklerde 33 e yükselmiştir. Kadınlarda ise 30-39 yaş grubunda bu rakam 3 iken 60 yaş ve üzerinde 29,1'e yükselmiştir. Bu raporda dalıştan kaynaklanan 947 ölüm olgusunun yapılan analizinde %70 olguda ölüm nedeni boğulma olarak tespit edilmiştir. Boğulmayı sırasıyla arteriyel gaz embolisi (AGE) ve kardiyak problemlerin takip ettiği bildirilmiştir. Kazayı tetikleyen faktörler incelendiğinde en sık olarak hava/solunum gazı bitmesi (%41), bunu takiben sualtında sıkışma veya ilişkene dolaşma (%19), daha az sıklıkla da ekipman problemleri (%16) üst sırada yer almaktadır. Ölümcül sağlık sorunlarına neden olan faktörlerden hızlı çıkış en üst sırada yer almaktadır (%60). Bunu solunum gazının tükenmesi (%20) ve yüzerlik problemleri (%14) takip etmektedir. Dalışa bağlı ölümlerde, kardiyak olaylar ile ilişkili ölümler 50 yaş ve üstü dalgıçlarda 12,9 kat daha fazla bulunmuştur [2].

DAN Avrupa verilerinden hazırlanan raporda 1996-2008 yılları arasında ortaya çıkan 144 ölümcül dalış kazası incelenmiş, ölüm nedeni olarak 112 olguda (%70) boğulma, %13 olguda kardiyak nedenler, %12 oranında AGE bildirilmiştir [3].

Cumming ve arkadaşları tarafından yayınlanan raporda BSAC dalgıçlarında fatalite oranı 100.000 dalışta 14,4 olarak bildirilmiştir. İncelenen 140 ölümcül kazanın analizinde ölümlerin %27'sinin dalışa bağlı olmayan, dalışta daha önceden var olan bir sağlık probleminden kaynaklandığı, bunu rebreather kullanımı (%10,7) ve donanım problemlerinin (%9,1) takip ettiği görülmüştür. Bu raporda hava/solunum gazının bitmesi dördüncü sırada (% 8,6) yer almaktadır [4].

Lippmann'ın DAN Asya-Pasifik verileriyle ilgili yayınladığı raporda Avusturyalı dalgıçlarda SCUBA'ya bağlı fatalite oranları 100.000 dalışta 0,7 ve 100.000 dalışta 8,5

olarak belirtilmiştir. Bu rapor 1972-2005 yılları arasında ölümlerle sonuçlanmış 351 kazanın incelenmesiyle hazırlanmış olup kazayı tetikleyen faktörler sıklık sırasıyla ekipman problemleri (%15), hava/solunum gazıyla ilgili nedenler (%15), kötü su koşulları (%13), anksiyete/stress (%9), aşırı efor (%9), diğer nedenler (tekne'ye çarpma, kusma, sıvı aspirasyonu, intihar girişimi) (%22), tanımlanamayan etkenler (%17) olarak sıralanmıştır. Ölüm nedeni olarak %50 sıklıkla boğulma ilk sırada, bunu AGE (%19) ve kardiyak sorunlar (%14) takip ettiği belirtilmiştir [5]

TARTIŞMA ve SONUÇ

Dalış kazaları, kazaya neden olan tetikleyici faktörden başlayarak ölüme kadar gidebilen bir olaylar zinciri olarak nitelendirilebilir. Zinciri oluşturan halkalarından birinin kırılmasıyla kazaların ölümlerle sonuçlanmasını engellemek mümkün olabilir. Kazaların analizi benzer kazaların önlenmesiyle ilgili ipuçları verebilir ve alınacak önlemler ile ilgili yol gösterici özellik taşıyabilir. Ülkemizde henüz dalış kazalarıyla ilgili geniş bir veri tabanı bulunmamaktadır.

Bir kazadan ders çıkarılabilmesi için, kazanın her yönüyle araştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu araştırma tanıkların ifadesini, kazazedenin dalış deneyimini, kazanın meydana geldiği dalış profili ile ilgili bilgileri, kazaya karışan dalgıcın sağlık durumuyla ilgili bilgileri, dalış donanımlarının muayenesini, tıbbi ve adli raporları içermelidir. TSSF den elde edilen dosyalardan bazı kazalar için kısıtlı bilgiye ulaşılabilmektedir. Aşağıda dosyalarda yer alan dalış kazaları, bulgulardaki kaza numaralarına göre tartışılmıştır.

Kaza-1 de 5-6 metrelerden yüzeye hızlı çıkış söz konusudur. Basınç değişiklikleriyle hacim değişikliklerinin daha fazla olduğu sığ derinliklerde, çıkış esnasında gerektiği durumlarda denge yeleğinin içindeki genişleyen havanın dışarı verilmesi gerektiği dalış eğitimlerinde önemle vurgulanmalıdır. Ender de olsa bazı durumlarda donanım arızası nedeniyle bu işlemin yapılamadığı bilinmektedir. Bu kazada donanım incelemesiyle ilgili bir bilgi dosyada yer almamıştır. Kazayı başlatan neden farklı olsa da sağlık sorununa yol açan neden büyük olasılıkla kontrolsüz çıkıştır. Dalış eğitimlerinde yüzerlik kontrolüne gereken önemin verilmesi bazı dalış kazalarının önlenmesine katkıda bulunabilir. Böyle bir olguda hızlı çıkış akciğer barotravmasına yol açmış olabilir, ancak dosyada bunu destekleyen bir belge ya da bulgu bulunmamaktadır.

Kaza-2 ile ilgili dosyada otopsi raporu yer almadığı için kesin ölüm nedeni bilinmemektedir. Ancak ifadeler dikkate alındığında; bir metreye kadar kontrollü çıkış yapıldığı, bu esnada dalgıcın soluk alıp verdiği anlaşılmaktadır. Dalgıç yüzeye geldiğinde ağızdan burundan köpüklü sıvı gelmesi gibi, boğulmayı düşündürecek bir bulgudan bahsedilmemektedir. Dalgıcın ileri yaşta olması, dalgıcın tıbbi bir problemin yaşanmış olma ihtimalini düşündürmektedir. İleri yaştaki dalgıcıların sualtında efor

kapasitesini sınırlayabilecek veya bilinç kaybına yol açabilecek bir hastalığı bulunmadığına dair sağlık kontrolünden geçmeleri bazı dalış kazalarını önleyebilir.

Kaza-3 de gelişme şekline bakıldığında dalış profili ve donanımla ilgili bir sorun yaşanmadığı görülmektedir. Eldeki veriler değerlendirildiğinde kazayı, dalgıca ait bir sağlık probleminin başlatmış olabileceği olasılığı yüksektir. Daha önce kardiyak sorunları olduğu söylenen birinin burnunun kanaması hipertansiyonu akla getirebilir. Hipertansiyon nedeniyle serebrovasküler sorun yaşayan birinin kusması da sık görülen bir durumdur. Bir önceki kazada belirtildiği gibi ileri yaştaki dalıcıların sağlık kontrolünden geçmeleri, mevcut sağlık sorunlarından dolayı ortaya çıkabilecek kazaları önleyebilir.

Kaza-4 de dalış grubunun bir PADI Dive Master belgesine sahip dalıcı, bir kursiyer ve iki tanıtım dalışı yapmak isteyen kişiden oluştuğu anlaşılmaktadır. Tanıtım dalışlarının birebir bu konuda özel eğitim almış kişilerce yapılması bu tür kazaların önlenmesine katkıda bulunacaktır. Alınan kan örneğinde 0,40 promil etil alkole rastlanmıştır. Dalgıcın alkollü olmasının kazanın gelişmesine katkıda bulunma ihtimali vardır. Hiçbir dalış aktivitesi alkollü iken yapılmamalıdır.

Kaza-5 de belirtilen dalış derinliğine ve dalış süresine bakıldığında dalış profilinin sportif dalış limitlerini bir hayli zorladığı açıkça görülmektedir. Buna rağmen ilk başta ortaya çıkan belirtilerin dalışa bağlı olabileceği düşünülmemiş, belirtilerin tansiyon probleminden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Dalış sonrası ortaya çıkan her türlü şikayet, aksi ispat edilemiyorsa dalışa bağlı bir hastalık lehine yorumlanmalı ve zaman geçirmeden bir hiperbarik tedavi merkeziyle irtibata geçilmelidir.

Kaza-6 daki dalgıcın birinci dalışıyla ilgili bilgi dosyada yer almamaktadır. Ancak ikinci dalışın dekosuz bir dalış olduğu, ifadelerde sadece emniyet dekosu yapıldığının belirtilmesinden anlaşılmaktadır. Bu kazada dalış profilinde ve dalış esnasında bir anormallik gözlenmemiştir. Bazen beklenmedik bir anda, bariz risk içermeyen bir dalıştan sonra da dekompresyon hastalığının ortaya çıkabileceği akılda tutulmalı, görülmesi halinde zaman geçirmeden rekompresyon tedavisi imkanları araştırılmalıdır.

Kaza-7 bir eğitmen ve iki kursiyerin eğitim dalışı esnasında meydana gelmiş olup, kazadan etkilenen dalgıcın eğitmenin görüş alanı dışında bulunduğu, yine eğitmenin ifadelerinden anlaşılmaktadır. Çok kısa zaman dilimlerinin hayati önem taşıyacağı sualtı ortamında, özellikle dalışa yeni başlamak için eğitim alan adaylar çok yakın gözlem altında tutulmalı, görüş alanından çıkmasına müsaade edilmemelidir. İfade tutanaklarına bakıldığında 15 dakika kadar sonra dalgıcın sağlık personeline teslim edildiği, ancak ölümün gerçekleşmiş olduğu gerekçesiyle yeniden canlandırma girişimlerinin yapılmadığı ifade edilmiştir. Özellikle boğulma olgularında bazen anlamlı gecikmeye rağmen yapılan canlandırma girişimlerinden yüz güldürücü sonuç alındığı akılda tutulmalıdır.

Kaza-8 in soruşturma dosyasında bulunan dokümanlar kısıtlıdır. Amfizeme bağlı solunum sistemi yetmezliği ve beyin ödemi tanımı, vakanın akciğer barotravması neticesinde kaybedilmiş olabileceğini düşündürmektedir. Olayın 7 metre derinlikten yüzeye gelirken gerçekleştiği düşünüldüğünde, sığ derinliklerden çıkarken dahi akciğer barotravmasının gelişebileceği hatırlanmalıdır.

Kaza-9 da hayatını kaybeden dalgıca ait otopsi bulgularından, dalgıcın boğularak öldüğü anlaşılmaktadır. Muhtemelen 25 metrede yapılan maske tahliye işlemi esnasında dalgıç sıvı aspire etmiş, takip eden öksürük, hava yolu spazmı gibi olaylar zinciriyle de boğulma gerçekleşmiştir. Normalde burundan soluk alıp verildiği için, başlangıç eğitimlerinde maske tahliyesi becerisinin ilk aşamasında burundan sıvı aspirasyonu sık görülmektedir. Bu nedenle eğitimlerde burun suyla temas halinde iken regülatörden soluma egzersizlerine ayrıca önem verilmelidir.

Kaza-10 da otopsi sonucuna göre ölüm nedeni suda boğulma olarak belirtilmiştir. Bu sonuç dalgıcın su yüzeyinde bilinci kapalı vaziyette, ağız ve burundan köpüklü sıvı geldiği şeklindeki bulgularla uyumludur. Tutanaklarda ilk yardım yapan kişi aspire edilen sıvının çıkartılması için dalgıcın yüz üstü vaziyete getirip kaldırdığını ifade etmektedir. Bu durum boğulma olgularında yapılacak ilkyardım konusundaki bilgi ve eğitim yetersizliğini göstermektedir. Boğulmalarda yapılacak ilkyarımda akciğerlerden sıvı boşaltılmaya çalışılmamalıdır. Boğulmalarda temel yaşam desteği yapay solunumla başlamalıdır. Bu tür olgularda su yüzeyindeyken tecrübeli bir kişi tarafından uygulanacak yapay solunumunun yarar sağlayabileceği akılda tutulmalıdır. Yine ifadelerde dalgıcın yokluğunun 5-6 metre yükseldikten sonra fark edilmiş olduğunun belirtilmiş olması, dalış eşinin takip işlevini ihmal ettiği kanaati doğurmaktadır. Dalışta eşleşme sistemi ihmal edilmemeli, dalıcılar dalış eşlerini daima takipte olmalıdırlar.

Kaza-11'e ait belgelerdeki ifadelere bakıldığında dalgıcın herhangi bir nedenle panik yaşamış olabileceği, bu nedenle sıvı aspire edebileceği, belki de bu nedenle öksürük refleksi nedeniyle regülatörü ağızından çıkardığı, belirli bir süre ağızında regülatör olmaksızın, yani soluk alıp vermeksizin yükselerek yüzeye gelmiş olacağı ileri sürülebilir. Bu esnada dalgıcın sıvı aspirasyonu sebebiyle boğulduğunu düşünmek mümkün ise de, soluk vermeden yüzeye gelindiği için akciğerlerde genişleyen havanın alveolleri parçalayarak akciğer barotravmasına yol açması da olasıdır. Tutanaklarda yer alan ifadelerde regülatörü ağızında olmayan dalgıcın yüzeye getirilmesi esnasında, olması gerektiği gibi, hava yolunun açık tutacak pozisyonun sağlanması, göğsüne basınç uygulanması gibi bir işlemden bahsedilmemektedir. Temek yaşam desteği veren kişilerin nabız ve solunumu geri geldi şeklinde ifade ettiği dalgıçta sağlık ekibi nabız ve solunumun olmadığını, göz bebeklerinin sabit genişlemiş biçimde olduğunu ifade etmiştir. Bu tür durumlarda solunum durmuş olsa da akciğerlerden kısa süreyle hırıltı benzeri ses gelebilmektedir. Bu durum solunum olarak algılanmamalı, solunum durmuş olarak değerlendirilmelidir. Kıyıya gelene kadar su üstündeyken bir yapay solunum girişimi yapılmamıştır. Bir önceki kazada bahsedildiği gibi, su yüzeyindeyken tecrübeli

kişi tarafından yapılabilen yapay solunumun hayat kurtarıcı olabileceği akılda bulundurulmalıdır.

Kaza-12 de sözü edilen dalışın sportif dalış limitleri dışında yapıldığı, kullanılan donanımın sportif dalış kurallarına uygun olmadığı görülmektedir. Zaten her iki dalgıcın da havasının kısa sürede bitmesi, dalış derinliğinin limitlerin üzerinde olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca beklenmedik anda solunum gazının tükenmiş olması dalış planlanmasında yapılan bir hatanın göstergesidir. Her ne kadar tutanaklarda 18 metreden bahsedilmiş olsa da, ifadelerde belirtilen derinliklerle gerçek derinlik uyumlu olmadığından, % 50 oksijen içeren bir gaz karışımının sözü edilen derinliklerde solunması oksijen toksisitesi açısından sakıncalıdır. Bu kazada hava (solunum gazı) bitmesi nedeniyle başlayan olaylar zincirinin boğulmayla sonuçlanmış olduğunu söylemek mümkündür.

Elde ettiğimiz 12 kazaya ait verilerle bir genelleme yapmak yanlıştır. Ancak ölümcül seyreden 9 kazanın çoğunda ölüm nedeni boğulma olarak nitelenebilir. Bu bulgu dalış kazalarıyla ilgili yayınlanmış raporlarla uyumludur. Dokuz vakanın ikisinde ölen dalgıçlar ileri yaşta ve kardiyak sorunları mevcuttur. İleri yaşta dalış kazalarına bağlı ölüm riskinin arttığı, yayınlanan raporlarda da belirtilmiştir. İleri yaşta dalgıçlarda görülen en sık sağlık problemi başlıca kardiyak sorunlardır [2]. Ölüme yol açan sağlık sorununun ortaya çıkmasında havanın/solunum gazının bitmesi, hızlı çıkış yapılması önde gelen nedenlerdir. Tartışılan vakaların büyük bir bölümünde hızlı çıkış söz konusu olmuş, bir vakada da solunum gazının bitmesi kazanın ana nedeni olmuştur.

Ülkemizdeki dalış kazalarıyla ilgili değerlendirme yapabilmek için sürekli verilerin girilebildiği aktif bir veri tabanına ihtiyaç vardır. TSSF den elde edilen kaza dosyası sayısı kısıtlı sayıda olup, adli mercilere intikal etmiş ölümcül dalış kazalarıyla ilgili verilere ulaşılabilmesi halinde daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi mümkün olacak, dalış kazaların önlenmesine yönelik stratejilerin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

DESTEK

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje no: 30009

KAYNAKLAR

- 1) Vann RD, Freiburger JJ, Caruso JL et al. DAN Annual Diving Report. 2006 Edition
- 2) Denoble PJ, Pollock NW, Vaithyanathan P, Caruso JL, Dovenbarger JA, Vann RD. Scuba injury death rate among insured DAN members. *Diving and Hyperbaric Medicine*. 2008; 38: 182-188.
- 3) Denoble PJ, Marroni A, Vann RD. Annual Fatality Rates and Associated Risk Factors for Recreational Scuba Diving. *Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings* 2010; 73-86
- 4) Cumming B, Peddie C, Watson J. A review of the nature of diving in the UK. And of diving fatalities. *Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings* 2010; 99-119
- 5) Lippmann J. Diving Deaths Down Under. *Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings* 2010; 86-99

BİR SUALTI ARAMA-KURTARMA OPERASYONU: VAKA ÇALIŞMASI

Necdet UYĞUR¹, İlker MERT² Yavuz MAZLUM³

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Denizcilik MYO, İskenderun/Hatay, nuygur@mku.edu.tr

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Denizcilik MYO, İskenderun/Hatay, imert@mku.edu.tr

³Mustafa Kemal Üniversitesi, Denizcilik MYO, İskenderun/Hatay, ymazlum@mku.edu.tr

ÖZET

Sualtı arama kurtarma faaliyetleri deniz, göl, nehir, baraj ve sulama kanalları gibi değişik ortamlarda, koşullara bağlı olarak farklı arama-kurtarma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Arama ve kurtarma çalışmalarının ilk kuralı aranan nesnenin, kazazede, ceset veya herhangi bir metanın nerede kaybolduğunu tespit edip ve çalışmalara başlamaktır. Bu çalışma Elazığ'ın Palu ilçesine bağlı Beyhan beldesinde, Murat Nehri'ne düşen bir kamyonette bulunan iki şahsın aranmasını içermektedir. Arama kurtarma faaliyetleri sonucu elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arama Kurtarma, Akıntı, Nehir, Yan taramalı sonar,

GİRİŞ

Çoğu durumda nesne, kişi, silah, otomobil, tekne veya motor olsun battığı noktadaki su derinliğine eşit bir yarıçapta bulunabilir. Yani batmış olan bir nesnenin yeri yaklaşık olarak biliniyorsa arama kurtarma yöntemleri uygulanarak kısa sürede bulunabilir. Ancak bu arama ve kurtarma çalışmaları, suyun akış hızının çok fazla olduğu ve arazi şartlarının çok zor olduğu bir sucul ortamda dalış yapılarak kullanılan arama-kurtarma yöntemleri yeterli olmamaktadır.

MATERYAL VE METOT

Arama işlemlerinin yürütülmesi esnasında karmaşıklıkları ve zorlukları ortadan kaldırmanın en iyi yolu dikkatli ve planlı bir çalışmadır. Yapılacak olan çalışmalarda başarılı olmak için;

- Tüm bilgilerin kapsamlı analizi
- Benzer aramalardan çıkarılan dersler
- Uygulama becerisi
- Ayrıntılı planlama
- Operasyonel basitlik
- Doğru donanım seçimi
- Uzmanlık

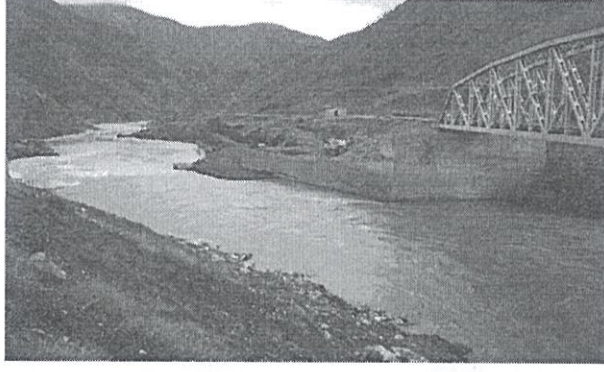
gibi kriterler dikkate alınmalıdır [1]. Ayrıca, detaylı bir arama sistemi oluşturmak için aşağıda listelenen faktörler dikkate alınmalıdır:

- Yan taramalı sonar veya başka yardımcı ekipmanların varlığı[2]
- Veri kalitesi
- Hedef özellikleri (boyut, malzeme ve dağılıma özellikleri)
- Su derinliği ve özellikleri
- Sualtı tabanı tipi ve topografya bilgisi
- Hava koşulları
- Coğrafi konum
- Ekipman mobilitesi

Aramanın yapıldığı ortam ortalama 5 metre derinliğe sahip 940 metre irtifada, yağmurlu, sert rüzgarlı, sıfır görüşe sahip, 9° C ortam sıcaklıkta, sert kayalık ve yer yer kumluk ortam koşullarına sahip Murat Nehridir. Arama esnasında, portatif yan taramalı sonar (GPS modüllü), Rafting botu, statik halat ve kanca sistemleri kullanılmış olup, arama yöntemi olarak mıknatısla arama ve çıplak göz ile tarama yöntemleri tercih edilerek kaybolan araç ve içerisinde bulunan şahıslar aranmıştır.

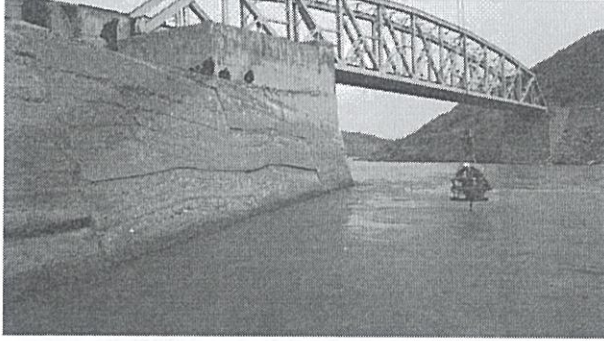
BULGULAR

Çalışma 2013 yılı Mart ayında, Elazığ İli Palu ilçesine bağlı Beyhan Beldesi sınırları içerisinde geçen Murat Nehri üzerinde kurulmakta olan baraj ve demiryolu inşaatı alanında meydana gelmiştir. Yüklenici inşaat firmasının iki personelinin kamyonetle nehre düştükleri yetkililer tarafından tespit edilmiş. Önce kendi imkanlarıyla sonra yerel görevli kurumlarında yardımıyla yapılan çalışmalara rağmen herhangi bir sonuç alınamamıştır. Elazığ Valiliği'nin talebi üzerine Mustafa Kemal Üniversitesi Denizcilik Meslek Yüksekokulu Sualtı Teknolojisi Programı Öğretim Elemanı ve öğrencilerinden oluşan altı kişilik bir ekip oluşturularak gerekli ekipman ve araç gereçler olay yerine intikal edilmiştir. Olay yerinde yapılan ön incelemede, aracın nehir kenarında yoldan çıkarak demiryolu köprüsünün ayağındaki bir duvar üzerinden burun üstü düştüğü, duvarda bıraktığı boya ve teker izlerinden ve çok uzaktaki bir Askeri Karakolun güvenlik kamerası görüntülerinden anlaşılmış ve aracın suya düştüğü nokta kesin olarak tespit edilmiştir. Aracın içinde kalan personelin mensubu oldukları şirketin Şantiyede uyguladığı emniyet tedbirleri gereği emniyet kemerlerinin büyük ihtimalle takılı olduğu ve bu sebeple aracın içinden çıkamayıp takıldıkları yönünde görüş bildirildiğinden öncelikle aracın aranmasına karar verilmiştir. Kayıp personelin araçta olmama ihtimaline karşılık yüzey aramasının yerel arama kurtarma timlerince yapılmasına karar verilmiştir. Aracın nehre düştüğü ve aramanın yapıldığı bölge Şekil 1' de gösterilmektedir.



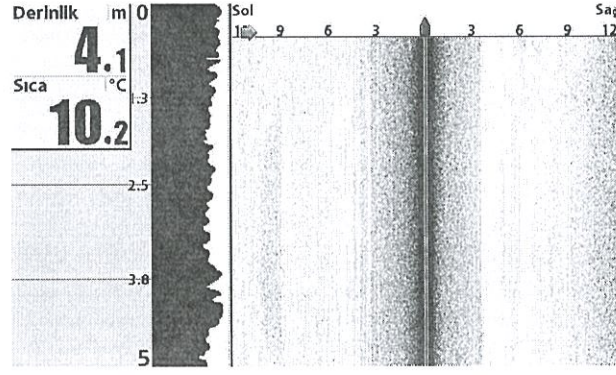
Şekil 1. Aracın nehre düştü bölge

Yapılan ön aramalar neticesinde ilk olarak aracın düştüğü noktada akıntı hızının *Scuba* yada *Satıhtan ikmali dalış sistemleri* ile yapılması risk oluşturduğundan sonar araması uygun görülmüş ancak sonarın suya bir vinç ve *Steyç (Sucul ortamlarda kullanılan bir tür asansör)* yardımıyla indirilebileceği düşünülerek bir arama düzeneği geliştirilmiştir. Sonar taramasında kullanılan vinç ve *Steyç* düzeneği Şekil 2' de verilmektedir.



Şekil 2. Sonar taramasında kullanılan vinç ve *Steyç* düzeneği

Yan taramalı sonar ile aracın düştüğü noktada yapılan taramalarda Şekil 3' de de görüldüğü gibi kaza ile ilgili herhangi bir unsura rastlanmamıştır. Sonar ile elde edilen görüntülerde rastlanılan ince ve uzun cismin raporlanabilmesi için ayrıca satıhtan ikmali dalış sistemi ile duvar dibinden dalgıç suya indirilmek suretiyle aracın düştüğü noktada elle ve gözle tarama yapılmıştır (Şekil 4).



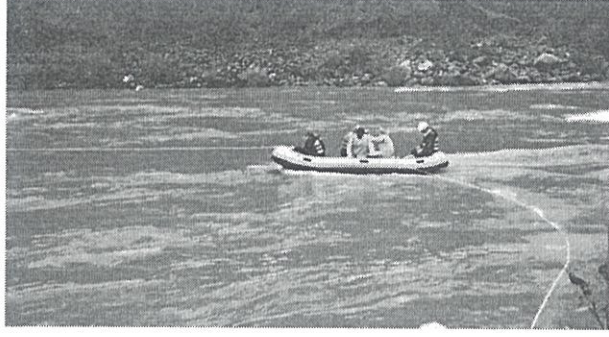
Şekil 3. Yan taramalı sonar ile elde edilen sualtı yüzey görüntüsü.

Aracın düştüğü noktada olmadığı dalgıç marifetiyle yapılan detaylı arama sonucu anlaşılmalı, kuvvetli akıntı sonucu araç ve içindeki personelin sürüklendiği tespit edilmiştir.



Şekil 4. Satihtan ikmelli dalış sistemi ile duvar dibinden dalmaya hazırlanan dalgıç

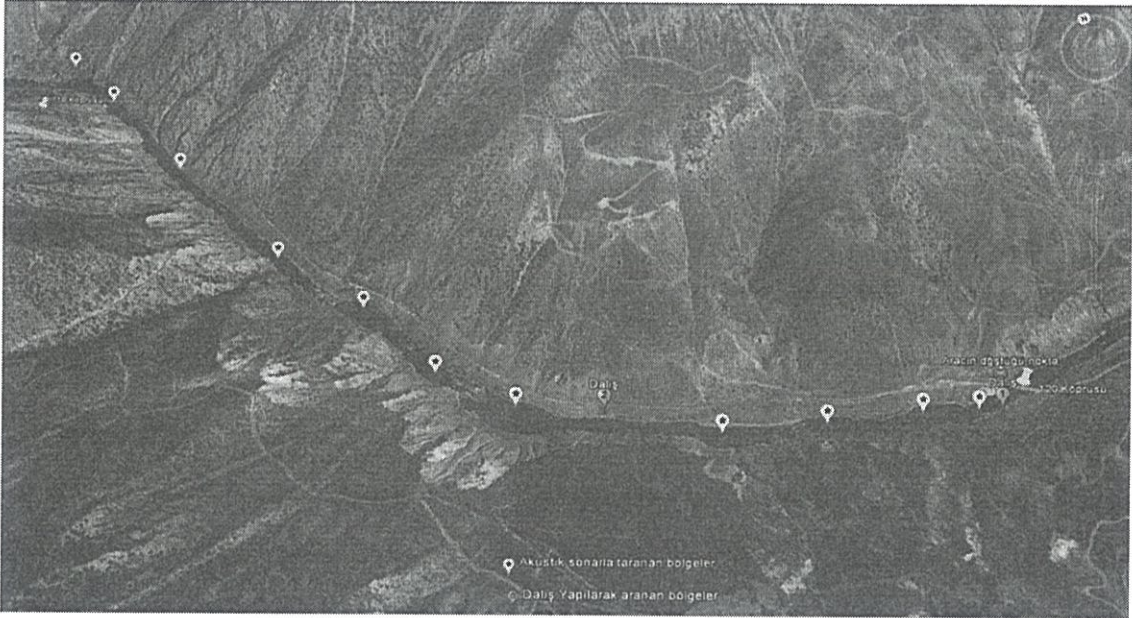
Olay yerinden *Derinasyon (Barajlarda kullanılan tünel sistemi)* tünellerine kadar yaklaşık 6 km² büyüklüğünde bir alana sahip nehir yatağı yaya olarak gözle tarama marifetiyle incelenmiştir. Nehir yatağının topoğrafik ve batimetrik yapısı ayrıca uydu fotoğraflarıyla incelenerek düşen aracın bulunması muhtemel yerler kestirilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalara bağlı olarak aracın sürüklenme sonrasında takılacağı muhtemel, derinliğin ani artış gösterdiği 4 bölge tespit edilmiştir. Böylece öncelikle baraj inşaatı *Derinasyon* tüneli önündeki ters akıntı oluşturan gölette tarama çalışması yapmaya karar verilmiş, gerekli teçhizat ve ekipmanlarla birlikte dalış ekibi belirlenen notaya intikal etmiştir. Rafting botu üzerinden, halatlarla kıydan bağlantılı olacak şekilde yan taramalı sonar yardımı ile arama çalışmalarına devam edilmiştir. Ancak bu bölgede herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Rafting botu üzerinde yapılan arama çalışmaları

Bu çalışmalarda portatif yan taramalı sonarla bir bulguya rastlandığı anda konumunun **GPS** yardımıyla markalanabilmesi için arama ekibi üzerinde **GPS** alıcısı bulunan kask kullanmış olup bu sayede şüpheli cisimlere ait görüntülerin bulunduğu konumlar anında markalanmıştır.

Nehir akış hızının ve debisinin yüksek oluşu çalışmaları olumsuz etkilediği için baraj sorumlularından olay yerinden daha geride olan barajda suyun tutulması istenmiştir. Bu şekilde suyun debisinin azalması sağlanarak dalış koşullarının iyileşeceği öngörülmüştür. Nehrin akış hızının yavaşlamasıyla birlikte sonar cihazı ve rafting botu ile olay yerinden yaklaşık 6 km lik bir mesafe birçok tarama gerçekleştirilmiştir. Sonar ile taranan ve dalış yapılan bölgeler Şekil 6'da verilmiştir. Ancak yan taramalı sonarın su yüzey gürültüsünden ve sudaki asılı partiküller nedeniyle olumsuz etkilendiği tespit edilmiş ve suyun akış hızının düşmesi ve daha berrak hale gelmesi için çalışmalara ara verilmiştir.



Şekil 6. Sonar ile taranan ve dalış yapılan bölgeler

SONUÇ

2013 Mart ayında Elazığ İli Palu ilçesine bağlı Beyhan Beldesi sınırları içerisinde geçen Murat Nehri üzerinde Baraj ve Demiryolu inşaatı yapan firmanın elemanlarından iki mühendisin kamyonetle nehre düştükleri bölgede nehir yatağında yaklaşık 6 km² büyüklüğünde olan bir alanda yapılan çıplak göz ve yan taramalı sonar ile gerek su üstü gerekse sualtında arama çalışmaları yapılmıştır.

Ancak aşağıda verilen nedenlerden dolayı arama çalışmaları başarılı olamamıştır:

- Olay mahallinde iklim koşullarının olumsuz olması
- Su akış hızının 7 knott/s hızına ulaşması
- Suyun çamurlu yapıda olması ve bu durumun hem çıplak gözle hem de sonar ile yapılan çalışmaları olumsuz etkilemesi
- Kaza yerinin topoğrafik yapısının bölgede araçla ile seyahat edilmesine uygun olmaması
- Nehir yatağı derinliğinin sürekli olarak değişkenlik göstermesi

Sonuç olarak bundan sonra yapılacak olan arama çalışmalarının başarılı olması için yukarıda belirtilen gerek iklimsel gerekse bölgesel zorlukların ve ulaşım koşullarının iyileşmesi ile kaybolan araç ve içerisinde bulunan iki personelin bulunması mümkün olabilir.

KAYNAKLAR

1. U.S. Navy Ship Salvage Manual Volume 4. Deep Ocean Operations. ftp://195.24.65.5/pub/dive/Books/English/Salvage_Manual/VOL4/CHAP2.PDF. Erişim 22.10.2013
2. Side Scan (Yan Taramalı) Sonar Nasıl Çalışır. <http://www.forumalev.net/genelbilgi-ve-ipucu/221867-sonar-nedir.html>. Erişim 22.10.2013

ATAKAŞ

ŞİRKETLER GRUBU



TİCARET VE NAKLIYAT A.Ş.



KÖMÜR SANAYİ VE TİC. A.Ş.



DIŞ TİCARET A.Ş.

MERKEZ ATAKAŞ TİC. VE NAK. A.Ş. TOROS STOK SAHASI	CAY MAH. SAHİL CAD. NO:24/1 İSKENDERUN/HATAY TEL: 0326 613 00 82 FAX: 0326 613 57 89 - 614 05 68 GSM: 0530 513 26 10 - 11 - 12
GERZE STOK SAHASI	SARIMAZI KÖYÜ CIVARI TOROS GÜBRE FABRİKASI SAHASI CEYHAN/ADANA TEL: 0322 634 20 19 FAX: 0322 634 20 46
SAMSUN STOK SAHASI	MUALLIMKÖY SAPAĞI KÖYÜ MEVKİİ TAŞANLI/GERZE/KOCAELİ TEL: 0262 724 89 16 PBX FAX: 0262 724 89 25 GSM: 0533 383 69 42 - 0533 382 96 31
ANKARA İRTİBAT BÜROSU	CUMHURİYET MAH. SAMSUN-ORDU KARAYOLU 14. KAT/TOROS TARIM SAN. FAB. SAHASI TEKEKÖY/SAMSUN TEL: 0362 256 08 02 PBX FAX: 0362 256 17 15
ATAKAŞ KÖM. SAN. TİC. A.Ş.	TURAN GÜNEŞ BIV. 5. CAD. NO:2/9 YILDIZ/CANKAYA/ANKARA TEL: 0312 442 38 73 FAX: 0312 442 38 74
PAYAS FABRİKA	KARŞI MAH. ŞÜKRÜ KANATLI CAD. ORGANİZE SAN. BÖLGESİ PAYAS/DÖRTYOLU/HATAY TEL: 0326 755 69 46 PBX FAX: 0326 755 69 48 GSM: 0533 650 58 77 - 78
GERZE FABRİKA	KARŞI MAH. ŞÜKRÜ KANATLI CAD. ORGANİZE SAN. BÖLGESİ PAYAS/DÖRTYOLU/HATAY TEL: 0326 755 69 46 PBX FAX: 0326 755 69 48 GSM: 0533 650 58 77 - 78
ATAKAŞ DIŞ TİC. A.Ş.	MUALLIMKÖY SAPAĞI KÖYÜ MEVKİİ TAŞANLI/GERZE/KOCAELİ TEL: 0262 724 89 20 PBX FAX: 0262 724 89 24
ATAKAŞ ÇELİK SAN. VE TİC. A.Ş.	FUUYA MAH. AVAZMADERE CAD. M. NAIM ATAKAŞ İŞ HANI NO:2 KAT:3 BEŞİKTAŞ/İSTANBUL TEL: 0212 227 35 05 PBX FAX: 0212 258 21 73
ATAKAŞ LİMAN İŞLETMECİLİĞİ VE TİC. A.Ş.	CAY MAH. SAHİL CAD. CELAL APT. ZEMİN KAT NO:28 İSKENDERUN/HATAY TEL: 0326 614 24 24 (pbx) - 0326 614 59 97 - 98 - 99 FAX: 0326 617 75 75 GSM: 0530 445 64 00
	CAY MAH. SAHİL CAD. CELAL APT. ZEMİN KAT NO:28 İSKENDERUN/HATAY TEL: 0326 614 24 24 (pbx) - 0326 614 59 97 - 98 - 99 FAX: 0326 617 75 75 GSM: 0530 445 64 00



ÇELİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.



LİMAN İŞLETMECİLİĞİ VE TİC. A.Ş.



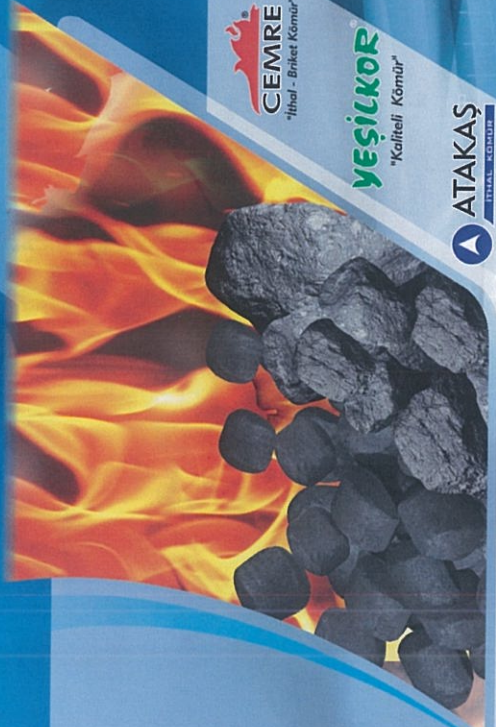
"İthal - Briket Kömür"



"Kaliteli Kömür"



İTİHAL - KÖMÜR



ASSAN PORT

Anadolu'nun Dünyaya Açılan
Yeni Kapısı



Yıllık 250.000 TEU
konteyner elleçleme kapasitesi

Proje yüklerde 300 ton'a kadar
tek parça kaldırma kapasitesi

Mobil liman vinçleri ile
daha hızlı tahliye ve yükleme

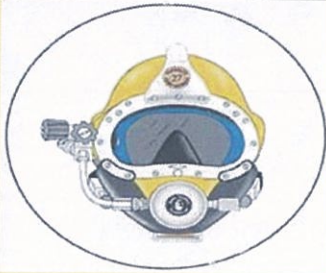
36°41'07"N, 36°11'41"E

Sarıseki Organize Sanayi Bölgesi | Phone : +90 - 326 - 629 40 00 | www.assanport.com
İskenderun / HATAY/ TÜRKİYE | Fax : +90 - 326 - 629 40 44 | info@assanport.com





**ÖZEL ADANA HİPERBARİK
OKSİJEN TEDAVİ ve
YARA BAKIM MERKEZİ**



PROSAT

Profesyonel Sualtı Adamları Topluluğu Derneği

KARAR SİZİN!



ORTALAMA DALIŞ BİLGİSAYARI

- ✗ Tek dekompresyon algoritması.
- ✗ Karşılaştırmalı dekompresyon bilgisi sağlamaz.
- ✗ Tek renkli ekran.
- ✗ Ekran nisbeten küçük olduğu için bilgileri görmekte güçlük çekilebilir.
- ✗ 1-4 düğme.
- ✗ Sanal dalış yoktur.
- ✗ Sualtı haritası yoktur.
- ✗ En derin deko durağı gösterilir.
- ✗ Dalış zamanı, deko zamanı, güvenlik durağı zamanı dakika olarak gösterilir.
- ✓ Sesli ve görsel alarmlar.
- ✗ Çıkış hızı bar grafiği ile gösterilir
- ✗ Ayar menülerine, düğmelere çok kere basılarak girilir.
- ✗ Dalış sırasında dalış profil grafiği yoktur.
- ✓ Pusula özelliği olabilir.
- ✗ Dalış profillerini görmek için kayıtların dalış sonrasında PC'ye kablo bağlantısı ile ve masaüstü yazılım kullanılarak aktarılması gerekir.
- ✗ Dalış sırasında ek bilgilere alternatif ekranlar açılarak ulaşılır
- ✗ Ekranı aydınlatmak için arka plan ışığını açmak gerekir.
- ✗ Dalış kayıtları PC bağlantı kablosu ve masaüstü yazılımı ile aktarılır.
- ✗ Deneme versiyonu yoktur.
- ✗ Aygıt yazılım güncellemesi PC bağlantısı ve masaüstü yazılımla yapılır.
- ✗ Geçmiş (History) menüsünde maksimum derinlik, toplam dalış zamanı bilgileri görüntülenir.



DIVEphone

- ✓ 4 farklı dekompresyon algoritması seçeneği.
- ✓ Dalış sırasında aynı anda iki algoritmanın dekompresyon bilgileri görüntülenir. Karşılaştırmalı dekompresyon bilgisi sağlar. Daha muhafazakâr olana uyularak dalış güvenliği artırılır.
- ✓ Renkli, yüksek çözünürlüklü ekran.
- ✓ Ekran büyük renkli ve ışıklıdır, dalış bilgilerini görmek kolaydır (gözleri çok rahat görmeyenler için bile).
- ✓ Dokunmatik ekran.
- ✓ Ekran dokunarak derinliğin ayarlanabildiği gelişmiş sanal dalış imkanı.
- ✓ Dalış öncesi sualtı haritaları görüntülenebilir.
- ✓ En derin 3 deko durağı gösterilir.
- ✓ Dalış zamanı, deko zamanı, güvenlik durağı zamanı dakika ve saniye olarak gösterilir.
- ✗ Görsel alarmlar.
- ✓ Çıkış ve iniş hızı metre/dakika veya feet/dakika ile gösterilir.
- ✓ Ayar menülerine menü ismine tek dokunuşla girilir.
- ✓ Dalış sırasında gerçek zamanlı dalış profili görüntülenir.
- ✗ Pusula özelliği yoktur.
- ✓ Dalış gruplarının profilinin plana uygunluğu anında ve kolayca kontrol edilebilir.
- ✓ Tüm dalış bilgisi tek ekrandır. Sualtında müdahale etmeye gerek yoktur.
- ✓ Kendinden ışıklı ekran sürekli aktiftir.
- ✓ Dalış kayıtları tek dokunuşla e-mail ile gönderilir. Ek kabloya gerek kalmadan dalış bilgilerine medikal personel tarafından da anında ulaşılabilir.
- ✓ Mobil yazılımın (Depth Monitor Uygulaması) deneme sürümü ile ürünü satın almadan, 30 metreye kadar sanal dalış yaparak denemek mümkündür.
- ✓ Depth Monitor Uygulama güncellemesi internet üzerinden doğrudan yapılır.
- ✓ Maksimum, minimum ve ortalama değerleri içeren ayrıntılı istatistikler görüntülenebilir.

INNOVASUB
.innovasub.com

Boğaziçi Uluslararası Eğitim
Danışmanlık Merkezi ve Tic. Ltd. Şti.

Adres: Rasimpaşa Mahallesi, Yavuztürk Sk. 32/1 Kadıköy 34716, İstanbul
Tel: +90 216 337 9559 - Faks: +90 216 330 2115 e-posta: info@innovasub.com



ÇAĞAN

DALGIÇLIK SUALTI HİZMETLERİ LTD. ŞTİ.



ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

ABS EUROPE
A DIVISION OF THE AMERICAN BUREAU OF SHIPPING



Lloyd's
Register



BUREAU
VERITAS



Şehit Pamir Caddesi
Mavi Merkez İşhanı Kat:2
No:28/12 İskenderun / TÜRKİYE

www.cagandalgic.com



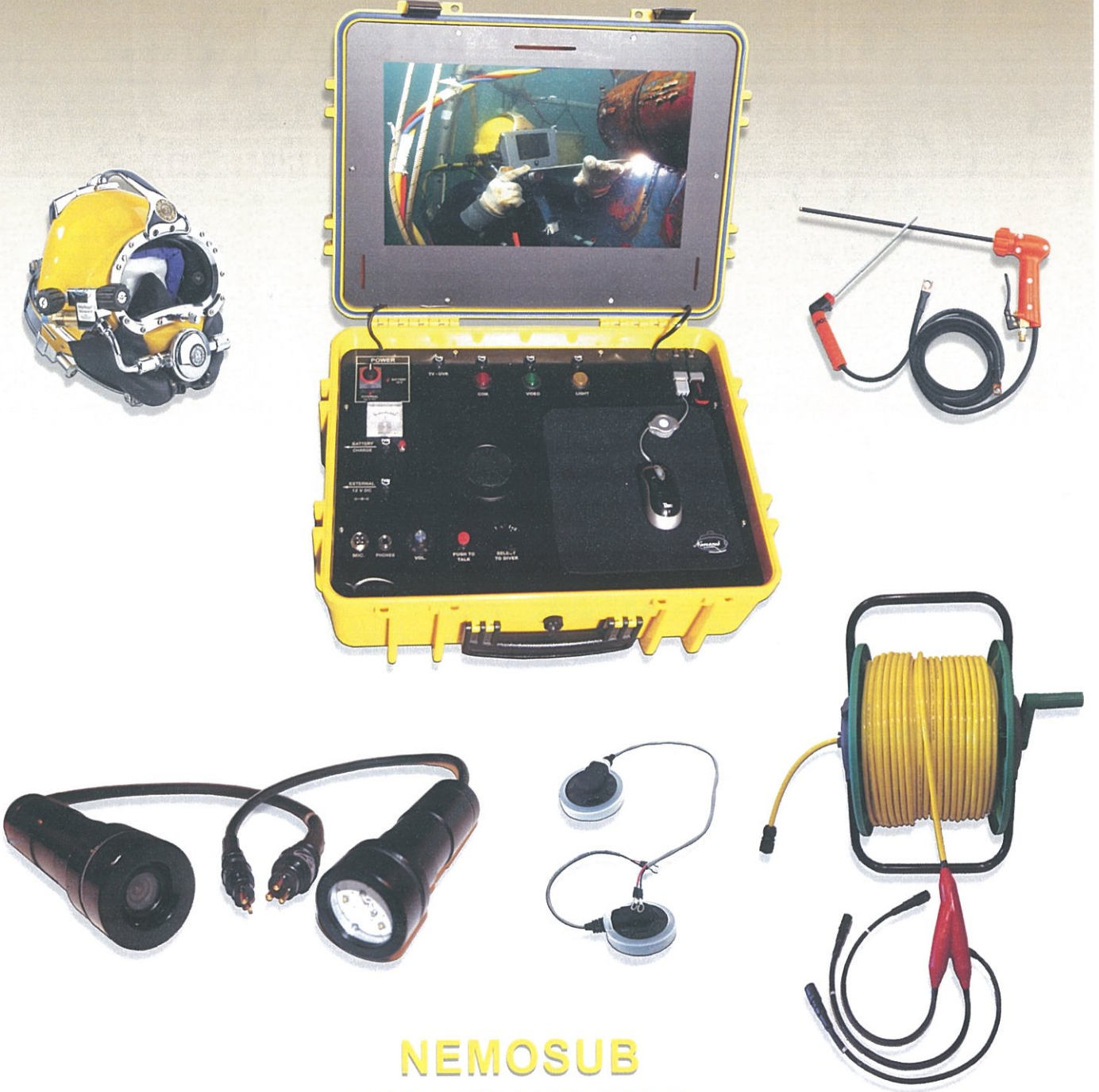
Tel: 0.326 613 55 72
0.326 617 17 66
Fax: 0.326 614 18 96

cagandalgiclik@ttmail.com



Sualtının 1001 çeşidi

www.dalismalzemeleri.com

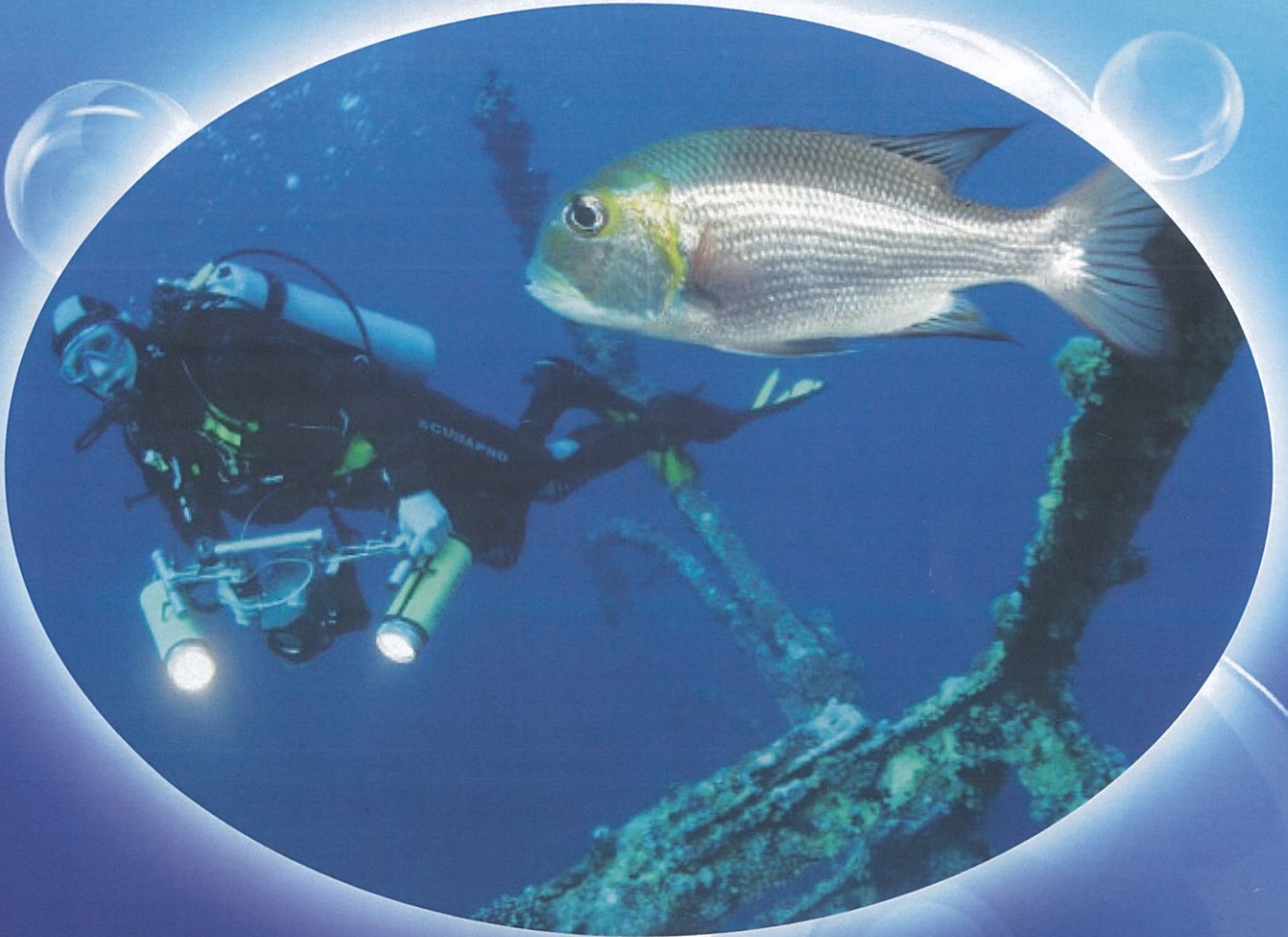


**NEMOSUB
UNDERWATER
VIDEO & LIGHTING SYSTEMS**



BESTAŞ A.Ş.
Siftah Sokak No:9 Kadıköy/İSTANBUL 0216 449 00 30

DOĞU AKDENİZ DALIŞ MERKEZİ



0326 212 33 77

0531 830 02 02



COLOR OFSET

MATBAACILIK YAYINCILIK
SAN. VE TIC. LTD. ŞTİ.

Hayellerinizi renklendirmek için bekliyoruz...



"Yapılan İş, İz bırakır"

Tel.: (0326) 615 10 70 - 615 20 70 - 616 38 78

Fax: (0326) 616 11 81 - 616 54 96

İSKENDERUN



COLOR OFSET

www.colorofset.com - colorofset@hotmail.com