

Ölümcül Dalış Kazalarında Boğulma Derinliğinin Belirlenmesinde Planktonik Organizmalar Yardımcı Olabilir mi?

Can Planktonic Organisms be Useful for Determining the Drowning Depth in Fatal Diving Accidents?

Ahmet Höbek, Akın Savaş Toklu, Neslihan Balkis-Ozdelice, Benin Toklu Alıçlı

Öz: Amaç: Tetikleyici neden farklı olsa da ölümcül dalış kazalarının büyük bir bölümü boğulma ile sonuçlanmaktadır. Boğulmanın gerçekleştiği derinliği bilmek, kaza nedenlerinin aydınlatılmasına önemli katkıda bulunabilir. Bu deneysel çalışmada, ölümcül dalış kazalarında, boğulma derinliğinin tespitinde planktonik organizmaların kullanılıp kullanılmayacağına tespiti amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Bunun için Marmara Denizi'nde yüzeyden ve 30 metre derinlikten alınan su örneklerindeki planktonik organizmalar incelenmiştir. Ayrıca Wistar Albino türü 8 bireyden oluşan iki gruptan ilkinde bulunan sıçanların yüzeyden alınan su örneği içinde ve diğer grupta bulunan sıçanların ise 30 metre derinlikten alınmış su örneği içinde, bir basınç odasında 4 ATA basınç altında boğulmaları sağlanmış ve boğulan sıçanların akciğerlerinde planktonik organizmalar araştırılmıştır. **Bulgular:** Sıçanların boğulma sonrası yapılan otopsielerde akciğerlerinde planktonik organizmaya rastlanmamış, 4 ATA basınç altında boğulan gruptaki sıçanların akciğerlerinin daha şişkin ve kanamalı olduğu gözlemlenmiştir. Akciğerlerde planktonik organizmaya rastlanmaması, sıçanların çok az miktarda sıvı aspire etmesinden ve örnekteki plankton yoğunluğunun düşüklüğünden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. **Sonuç:** Dalış bölgelerindeki planktonik organizmaların, belirli derinliklere yaptıkları mevsimsel ve günlük göçlerinin belirlenmesi, ölümle sonuçlanan dalış kazalarında boğulma derinliğinin tespitine yardımcı olabilir. Ancak bu deneysel çalışmada boğulan sıçanların akciğerlerinde planktonik organizma tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Diurnal Göç, Dalış Kazası, Boğulma, Planktonik Organizmalar.

Abstract: **Objective:** Although the triggering factors are various, most of the fatal diving accidents result in drowning. If drowning depth is known, it will contribute the clarification of underlying reasons of the accidents. In this experimental study, it has been investigated whether planktonic organisms can be used to determine the drowning depth in diving accidents. **Materials and Methods:** Planktonic organisms in water samples taken from the surface and 30 meters depth of Marmara Sea were investigated. In addition, rats in one of the two groups of 8 Wistar Albino species were drowned in the water sample obtained from surface and rats in the second group were drowned in the water sample obtained from 30 meters depth at a pressure of 4 ATA in a hyperbaric chamber and planktonic organism was investigated in the lungs of drowned rats. **Results:** In the autopsies planktonic organism was not found in the lungs of rats. It was observed that the lungs of the rats that drowned at 4 ATA were more bulging and bleeding. The absence of a planktonic organism in the lungs was thought to be due to the fact that the rats aspirated a very small amount of water and the plankton density in the samples was low. **Conclusion:** The determination of seasonal and daily migration of planktonic organisms to particular depths at dive sites can help to determine the depth of drowning in fatal diving accidents. However, in this experimental study, no planktonic organism was detected in the lungs of drowned rats.

Keywords: Diurnal Migration, Diving Accidents, Drowning, Planktonic Organisms.

DOI: 10.17986/blm.2020.v25i1.1359

Ahmet Höbek: Uzm. Dr. Özel İstanbul Hiperbarik Oksijen Yara Tedavi Merkezi, Okmeydanı, İstanbul
Eposta: hobekahmet@mynet.com
ORCIDiD: <https://orcid.org/0000-0003-0943-2427>

Akın Savaş Toklu: Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı, İstanbul
Eposta: astoklu@istanbul.edu.tr
ORCIDiD: <https://orcid.org/0000-0003-4900-8559>

Neslihan Balkis-Ozdelice: İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul
Eposta: neslbalk@istanbul.edu.tr
ORCIDiD: <https://orcid.org/0000-0001-8030-7480>

Benin Toklu Alıçlı: Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul
Eposta: benin@istanbul.edu.tr
ORCIDiD: <https://orcid.org/0000-0002-9538-7396>

Bildirimler

* Sorumlu Yazar

Finansal Destek

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir mali destek kullanımı bildirmemişlerdir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Etik Beyan

Bu makale "Farklı Derinliklerde Boğulan Sıçanların Akciğerlerde Tespit Edilen Planktonik Organizmalar Yardımıyla Boğulma Derinliği Tespit edilebilir mi?" isimli uzmanlık tezinin yeniden düzenlenmesi ile oluşturulmuştur.

Geliş: 18.11.2019

Düzeltilme: 02.12.2019

Kabul: 13.01.2020

p-ISSN: 1300-865X

e-ISSN: 2149-4533

www.adlitipbulteni.com

1. Giriş

İnsanoğlunun soluğunu tutarak suya ilk kez ne zaman daldığı kesin olarak bilinmemesine rağmen, ilk dalışların günümüzden 5000 yıl kadar eskilere dayandığı belirtilmektedir. İlk dalış denemelerinin sığ sulardan inci, sünger, mercan gibi ticari değeri yüksek malların çıkarılması amacıyla yapıldığı bilinmektedir. Yunan'lı tarihçi Herodot, Pers Kralı Xerxes'in M.Ö. 5. yüzyılda batık bir defineyi bulması için Scyllias ve Cyana adlı baba kız dalgıcı görevlendirdiğinden bahseder (1). Günümüzde uygun gaz karışımları, yöntem ve donanım ile 300-400 metre derinliklere kadar, askeri ya da profesyonel amaçlı dalış yapılabilmektedir (2).

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, tüm dünyada meydana gelen yaralanmalı kazaların %9'unun boğulma kaynaklı olduğu, 1-24 yaş aralığında ölüme yol açan ilk on neden arasında yer aldığı ve her yıl 372.000 kişinin suda boğulduğu bildirilmiştir (3). Dalış aktivitesi, fizyolojik koşullardan farklı ortamda gerçekleştiğinden, yaralanma veya ölüm ile sonuçlanan olaylar meydana gelmekte, olayı başlatan nedenler çok çeşitli olmasına karşın, kazaların büyük bir bölümünde nihai ölüm nedeninin boğulma olduğu belirtilmektedir (4). Ülkemizde yapılan bir çalışmada da ölümlerle sonuçlanmış dalış kazalarında, boğulma en sık ölüm nedeni olarak bildirilmiştir (5).

Suda boğulma, su içindeyken bir süre soluk tutmayı takiben, istemsiz olarak soluk alınması ile başlar. Bunu takiben, sıvının orofarinks veya larinkse ulaşması esnasında, refleks olarak laringospazm gelişir. Bu sırada kişi soluk almak istese de laringospazm nedeniyle akciğerlere ya çok az miktarda sıvı aspire edilir, ya da akciğerlere hiç sıvı geçişi olmaz. Akciğerlerin havalanamaması sonucunda alveollerde ve kanda oksijen seviyesi düşerek hipoksemi, karbondioksit seviyesi yükselerek hiperkarbi ve asidoz gelişir. Zamanla solunum hareketlerinde belirgin artış görülse de larinks düzeyindeki obstrüksiyon ve sıvı içinde bulunulması nedeniyle ventilasyon gerçekleşmez. Kanda düşen oksijen seviyesi nedeniyle larinks kaslarına giden oksijen de azalır ve kaslarda enerji üretimi gerçekleşemez. Bu nedenle laringospazm ortadan kalkar ve kişinin akciğerine bir miktar sıvı girmeye başlar (6).

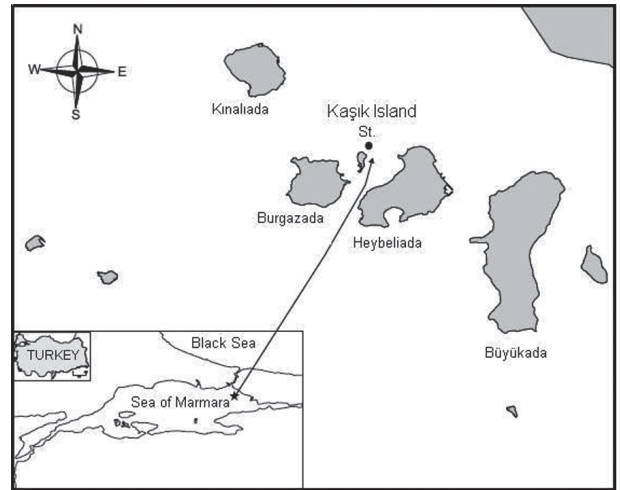
Ölümlerle sonuçlanmış bir dalış kazasında, boğulmanın gerçekleştiği derinlik konusunda fikir sahibi olmak, kazanın oluş şekli ve nedeni konusunda değerli ipuçları verebilir. Dalış kazalarında, kaza nedenini tespit etmek, dalış güvenliği açısından var olan bilgilere ek bilgi sağlayarak, dalış güvenliğinin artırılmasına katkıda bulunabilir. Cesedin bulunduğu derinlik, her kazada boğulma ile gelişen ölüm olayının gerçekleştiği derinlik olmayabilir. Suda boğulma olgularının %85-90'ında akciğerlere sıvı aspirasyonu söz konusuysa, %10-15'inde aspirasyonun

gerçekleşmediği, solunum yollarına ve akciğerlere aspire edilen sıvı miktarının da kişiden kişiye farklılık gösterdiği bilinmektedir (7, 8, 9). Diyatomların, boğulma tanısında kullanılan en önemli tanı araçlarından biri olabileceği görülmüş (10,11) ve iç organlarda tespit edilen planktonik organizmalar, suda bulunan cesetlerin ölüm nedeninin boğulma olup olmadığı, boğulma bölgesi ve derinliği konusunda değerli ipuçları verebildiği için uzmanlar tarafından ölümün ve mekanizmasının aydınlatılmasında kullanılmaktadır (12, 13, 14, 15, 16).

Bu çalışmada, yüzeyde ve 30 metre derinlikte boğulan sıçan akciğerlerinde planktonik organizmaların varlığı araştırılarak, boğulma derinliğinin belirlenmesinde kullanılabilirliği tartışılmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Marmara Denizi'nden alınan örnekler kullanılarak yapılan bu araştırmanın ön çalışması Kaşıkçı Adası bölgesinden alınan örneklerle, ana çalışması ise Tuzla açıklarından alınan örneklerle gerçekleştirilmiştir. Ön çalışma için yüzeyden ve 30 metre derinlikten 2 litre, ana çalışma için yüzeyden ve 30 metre derinlikten 60 litre su örneği nansen şişesi kullanılarak alınmıştır (Şekil 1). Alınan su örneklerine kloroplastların görünürlüğünün artırılması amacı ile lügol solüsyonu ilave edilmiştir (17,18).



Şekil 1. Marmara Denizi'ndeki çalışma istasyonu

Çalışmada Wistar Albino türü 16 sıçan kullanılmıştır. Sıçanlar her birinde sekiz sıçan olmak üzere iki gruba ayrılmıştır (Grup-1 ve Grup-2). Yüzeyden alınan su örneği içinde Grup-1'deki sıçanların 1ATA basınç altında (deniz yüzeyindeki 1 atmosfer çevre basıncı altında meydana gelen sıvı aspirasyonu koşullarını simüle edecek biçimde), 30 metre derinlikten alınan su örneği içinde Grup-2'deki sıçanların 4 ATA basınç altında (sualtıta 30 metre derinlikte 4 atmosfer çevre basıncı altında meydana gelen

sıvı aspirasyonu koşullarını simüle edecek biçimde), 38x25x15 cm boyutlu plastik kafesler içinde 60x40x24 cm boyutundaki plastik kap içine batırılmak suretiyle boğulmaları sağlanmıştır. Basıncı ortam, İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda bulunan çift bölmeli çok kişilik basınç odasında sağlanmıştır.

Suda boğulma gerçekleşikten yaklaşık iki saat sonra, sıçanlara otopsi yapılmıştır. Sıçanların batinları, supine pozisyonunda ksifoidin hemen altında açılan insizyonla her iki yana genişletilerek tamamen açılmıştır. Cilt insizyonu yukarı doğru genişletilerek, cilt torakal ve servikal alanda her iki yana sıyrılmıştır. Diyafragma, her iki akciğer tabanı korunacak şekilde kot bileşkesinden kesilerek toraks boşluğuna alttan ulaşılmıştır. Daha sonra her iki parasternal hat üzerinden makasla kesilerek manibrium sterniyi de içine alacak şekilde sternal kapak kaldırılmıştır. Her iki göğüs boşluğundaki sıvı miktarları makroskopik olarak değerlendirilmiş ve künt disseksiyon ile özefagusun ayrılan trakea, bifurkasyonun 0.5 cm üzerinden 2 seviyede bağlanarak, bağlama noktaları arasından kesilip larinksten ayrılmıştır. Künt disseksiyona devam edilerek, akciğerler trakea ile birlikte temiz bir petri kabı içine alınmıştır. Makroskopik incelemelerden sonra, aspirasyonu muhtemel sıvıyı da içeren akciğerlerde planktonik organizma tespitine yönelik olarak, her bir akciğer dokusu bir dermatom bıçağı yardımı ile küçük parçacıklara ayrılarak (yaklaşık 0,5x0,5 mm), 10 ml hacimli, içinde 2 cc %10'luk formol solüsyonu bulunan şişelere koyulmuştur.

Parçalara ayrılarak %10'luk formol içerisinde muhafaza edilmiş akciğer dokusu, İ.Ü. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı plankton araştırma laboratuvarında incelenmiştir. Deniz suyu numunelerinde incelenecek örnekler ise bir haftalık çökertme işlemine tabi tutulmuş, daha sonra sifonlama yapılarak üst kısımdaki fazla su alınmıştır. Dipte kalan planktonik organizmalarca zengin olduğu düşünülen kısma %4'lük formaldehit ilave edilmiştir. Türlerin belirlenmesi, faz-kontrast inverted mikroskop altında yapılmıştır.

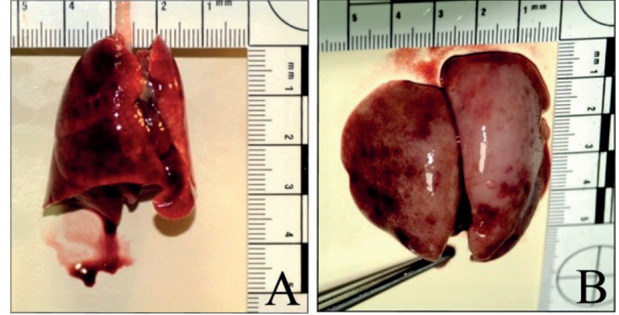
Etik Beyan

Bu makale "Farklı Derinliklerde Boğulan Sıçanların Akciğerlerde Tespit Edilen Planktonik Organizmalar Yardımıyla Boğulma Derinliği Tespit edilebilir mi?" isimli uzmanlık tezinin yeniden düzenlenmesi ile oluşturulmuştur.

3. Bulgular

Her iki gruptaki sıçanlar immersiyondan yaklaşık 3 dakika sonra boğulmuşlardır. Boğulma işleminden iki saat sonra yapılan otopsi esnasında, makroskopik

incelemelerde 4 ATA basınç altında boğulan sıçanların akciğerlerinin hacminin daha büyük olduğu, akciğer yüzeyinde yer yer kanama odaklarının varlığı gözlenmiştir. 1 ATA basınç altında boğulan sıçanlarda ise akciğerlerinin hacimce diğer gruba oranla daha küçük olduğu ve akciğer yüzeyinde peteşiyal kanamalar bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 1 ATA (A) ve 4 ATA (B) basınç altında boğulan sıçanların akciğerleri.

Yüzey suyundan alınan örnek içinde 22 fitoplanktonik (Şekil 3) ve 5 zooplanktonik takson tespit edilirken, 30 metreden alınan su örneğinde ise sadece 7 fitoplanktonik taksona rastlanmıştır. Tespit edilen diyatomların üçünün hem yüzey suyu örneğinde hem de 30 metreden alınan su örneğinde bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Formaldehit çözeltisi içerisinde saklanmış olan parçalanmış akciğerlerin incelenmesi sonucunda ise herhangi bir plankton türüne rastlanmamıştır.

Tablo 1. Ön ve ana çalışmada alınan su örneklerinde tespit edilen planktonik organizmalar.

Taksa	Yüzey suyu	30 m derinlik
FİTOPLANKTON		
Dinophyceae (Dinoflagellat)		
<i>Alexandrium minutum</i> Halim, 1960	*	
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent, 1881	*	
<i>Kofofidinium velleoides</i> Pavillard, 1929	*	
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid and Swezy, 1921	*	
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède and Lachmann) Kofoid & Michener, 1911 and Michener	*	
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834	*	
<i>Protoperdinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech, 1974	*	
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez, 2013	*	
Bacillariophyceae (Diyatom)		
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey, 1937	*	
<i>Chaetoceros</i> sp.	*	*

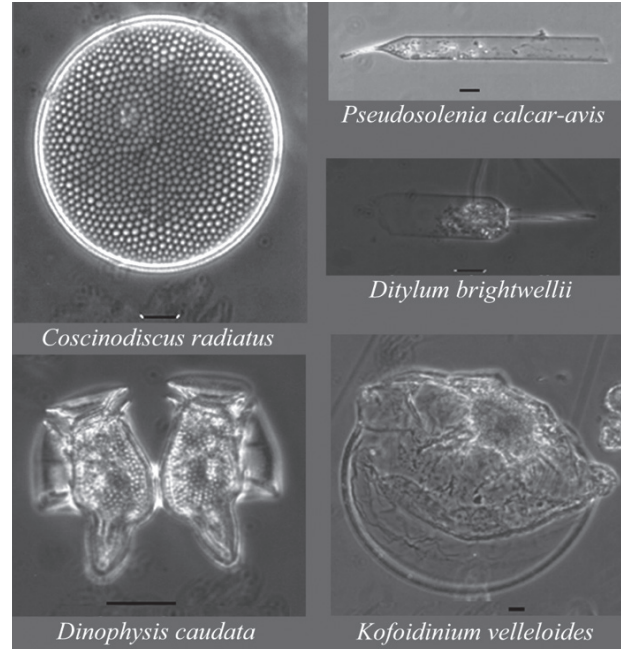
(devam ediyor)

<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg, 1840	*	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	*	
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	*	
<i>Dactylioselen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle, 1996	*	
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow, 1885	*	
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H.Peragallo, 1892	*	
<i>Hemialus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck, 1882		*
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	*	
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986	*	*
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) G.R. Hasle, 1993	*	
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G. Sundström, 1986 (= <i>Rhizosolenia calcar-avis</i> Schultze)		*
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey, 1856		*
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell, 1858	*	*
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873		*
<i>Thalassiosira</i> sp.	*	
Euglenophyceae		
<i>Eutreptiella</i> sp.	*	
ZOOPLANKTON		
Ciliophora		
Silli siliyat	*	
<i>Amphorellopsis tetragona</i> (Jørgensen) Kofoid and Campbell, 1929	*	
Cladocera		
<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1949	*	
Apendicularia		
<i>Oikopleura</i> sp.	*	
Copepoda		
Kopepod Naupli	*	

4. Tartışma

Adli tıp uygulamalarında, olay yeri incelemesi, tanık ifadeleri, otopside tespit edilen makroskopik bulgular, ayrıntılı toksikolojik analizin yanı sıra biyolojik delillerden de yararlanılmakta, sudan çıkartılan cesetlerde ölüm nedeni ve mekanizmasının aydınlatılmasında planktonik organizmalara yönelik yapılan incelemeler önemli katkı sağlamaktadır (13,19).

Suda boğulma tanısında diyatom tespiti 50 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır (20). Kanada'da yapılan bir çalışmada 771 suda boğulma olgusu retrospektif olarak incelenmiştir. Bu olguların 738'i tatlı suda boğulmuş olup



Şekil 3. Deniz suyu örneklerinde rastlanan bazı fitoplankton türleri (skala=20 µm)

bu olguların 205'inin kemik iliğinde diyatom tespit edilmiş, boğulma ortamındaki diyatom yoğunluğu ile diyatom testi sonuçları arasında, diyatom testinin güvenilirliğini arttıran korelasyon varlığı bildirilmiştir (21). Başka bir çalışmada, 133 suda boğulma olgusunun 81'inde, boğulmanın gerçekleştiği sudan örnek alınarak inceleme yapılmış ve 70 örnekte diyatom bulunmuştur. Ancak, diyatom bulunan su örneğinde boğulan 70 olgunun, 51'inin kan ve dokularında diyatom tespit edilemezken, 19'unun kan ve dokularında diyatom tespit edilmiştir (22). Bir suda boğulma olayı araştırılırken, olay bölgesindeki plankton yoğunluğu ne kadar fazla ise diyatom testinin pozitif çıkma olasılığı da o kadar yüksek olacaktır.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, İstanbul Adli Tıp Kurumu Morg İhtisas Dairesi'ne getirilen ölümle sonuçlanmış üç dalış kazasından birine yapılan otopsi sırasında gerçekleştirilen diyatom incelemesinde, akciğerlerde 20'den fazla diyatom, karaciğerde 1-2 diyatom, beyinde 1-2 diyatom, kemik iliğinde ise 3-4 diyatom tespit edilmiştir. Akciğer doku preparatları ile diğer doku preparatlarındaki diyatomların karakteristik olarak benzer olmaları nedeniyle dalgıcın sıvı aspirasyonu sonucu öldüğü kanısına varılmıştır (23).

Adli Tıp Kurumu Morg İhtisas Dairesi'nde 2003-2007 yılları arasında kapsayan 5 yıllık süre içinde, İstanbul'da otopsi yapılan 433 boğulma olgusunun 300'ünde diyatom analizi negatif sonuç vermiş olup, negatiflik oranı toplamda %70 civarında bulunmuştur. Bu oran, tuzlu su olgularında (%72,5), tatlı su olgularına (%58,1) oranla daha yüksek olarak tespit edilmiştir (24).

Planktonik organizmaların, boğulmanın gerçekleştiği derinlik konusunda fikir verip vermeyeceği araştırılırken, su örnekleri kazadan hemen sonra alınmalıdır. Farklı zamanlarda su örneği alınması halinde, ya da boğulma gerçekleştikten sonra cesedin herhangi bir nedenle yer değiştirmesi halinde akciğerlerde bulunacak planktonik organizmaların, su örneğindeki planktonik organizmalar ile benzerlik göstermeyeceği akılda bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada farklı derinliklerden alınan su örneği içerisinde boğulmuş olan sıçanların akciğerlerinde hiçbir plankton örneği rastlanmamıştır. Bu durum plankton yoğunluğunun düşük olmasına bağlanabilir. Ayrıca su içerisinde bulunma süresi de önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir. Bu deneysel çalışmada yaklaşık 3 dakika içerisinde boğulma gerçekleşmiş olup, sıçanların immer-siyonda kaldığı süre kısıtlıdır. Pek çok boğulma olgusunda ceset bulununcaya kadar uzun bir süre geçmektedir. Bunun yanı sıra sıçanların akciğer kapasitelerinin küçüklüğü düşünüldüğünde, akciğer kapasitesi çok büyük olan insanda hem aspire edilen su miktarı ve hem de buna bağlı olarak planktonik organizmanın akciğerlere girme ihtimalinin çok daha yüksek olacağı aşikardır.

Suda boğulmalarda kanıt olarak kullanılan, günün farklı saatlerinde farklı derinliklere göç yapan planktonik organizma tespitinin, boğulmanın gerçekleştiği derinlik tayininde de kullanılıp kullanılmayacağı, farklı derinliklerde farklı türlerin yaşayıp yaşamadığının tespiti ile mümkündür. Bunun için incelenecek bölgelerde, farklı zamanlarda farklı derinliklerden alınan örneklerde planktonik organizma araştırılarak bir veritabanına sahip olunması önem taşımaktadır.

Diyatom testi ile tartışmalı durumlar da söz konusu olabilmekle birlikte, en önemli husus postmortem suda kalan cesetlerde diyatomların organlara ulaşip ulaşmadığıdır. Eskişehir’de yapılan bir çalışmada, su dışında ölen, postmortem 24 saat suda bekletilen 10 sıçanın birinin akciğerinde 7 adet, birinin akciğerinde 1 adet, birinin de kemik iliğinde 1 adet diyatom tespit edilirken, geri kalan 7 sıçanın herhangi bir organında diyatom tespit edilmemiştir. Postmortem 72 saat suda bekletilen 10 sıçanın 4’ünün akciğerlerinde sırasıyla 1, 7, 9 ve 10 adet diyatom tespit edilirken, geri kalan 6 sıçanın ise herhangi bir organında diyatom tespit edilmemiştir. Fakat suda boğulan 10 sıçanın hepsinin akciğerlerinde ve birçok akciğer dışı dokuda diyatom tespit edilmiş, ayrıca bu gruptaki sıçanların akciğerlerinde sayısal olarak da diğer gruplara göre oldukça fazla diyatom tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, suda boğulma olgularının dokularında tespit edilen diyatomların, postmortem suda kalan cesetlerde tespit

edilen diyatomlardan sayısal olarak daha fazla olduğu ve daha çok organda diyatoma rastlanabileceğini belirtilmiştir (25).

Diyatomlar biyolojik, ekolojik ve ekonomik yönden büyük öneme sahip, her türlü sucul ortamda yaşayabilen fotosentetik alglerdir. Diyatom hücresinin en tipik özelliği früstül=teka denen, az çok dayanıklı, hidrate olmuş silikattan yapıma, kutu benzeri bir dış iskelete sahip olmasıdır. Silis iskeletin kırılğan olmakla birlikte dayanıklı yapısı fosilize olmasını sağlar ve bu silis çeperden dolayı uzun yıllardan beri deniz sedimentlerinde kalıntı yaptıkları bilinmektedir (26,27). Denizlerde tür çeşitliliği açısından dinoflagellatlar da baskın olmasına rağmen, sahip oldukları silis çeperden dolayı dayanıklı yapıda olmaları nedeniyle diyatomlar, adli tıp çalışmalarında kadavralarda diğer gruplara oranla daha çok tercih edilmektedir.

Yukarıda belirtilen tüm bu değerlendirmeler çeşitli uzmanların yer aldığı multidisipliner bir yaklaşımı gerektirmektedir. Böyle bir ekipte ceset ve cesede ait müştemilatı detaylı değerlendirebilecek teknik bilgiye sahip bir uzman, cesedin bulunduğu yerde kriminal inceleme yapacak dalgıç polisler, cesedi inceleyecek adli tıp uzmanı ve laboratuvar desteğini sağlayacak, patolog, toksikolog ve hidrobiyoloğun görev alması yerinde olacaktır.

5. Sonuç

Her olguda tespiti mümkün olmasa da, organlarda diyatom tespiti boğulma sonucu gerçekleşen ölümlerde tanı için değerli bir bulgudur. Boğulma ile sonuçlanan dalış kazalarının aydınlatılmasında, boğulmanın gerçekleştiği derinliğin bilinmesi kazanın oluş şeklinin belirlenmesine önemli katkı sağlayacaktır. Kaza anında belirli derinliklerden alınan su numunelerinde bulunan diyatomların, kazazedinin akciğerlerinde bulunan diyatomlarla karşılaştırılması boğulma derinliği konusunda fikir verebilir. Denizlerde ve iç sularda diyatomların bulunduğu derinliğin günlük ve mevsimsel dağılımıyla ilgili oluşturulacak bir veritabanı, organlarda diyatom bulunması halinde boğulma derinliğinin tespitine yardımcı olabilir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışma, planktonik organizma içeriği yoğun sular da ve aspirasyon sıvısı ile akciğer dokusunda planktonik organizmaların tespitine yönelik farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak test edilmelidir. Su örneklerinde yapılan planktonik organizma tespiti deney öncesinde tekrarlanarak konfirme edilmesi deneyin güvenilirliğini arttıracaktır.

Kaynaklar

- History of diving, U.S. Navy Diving Manual. Revision 7, Chapter 1. Published By Direction of Commander, Naval Sea Systems Command, 01 December 2016; 1/1-1/31
- Saturation diving. U.S. Navy Diving Manual. Revision 7, Chapter 1. Published By Direction of Commander, Naval Sea Systems Command, 01 December 2016; 13/1-13/41
- WHO. Drowning. 2019 [Erişim Tarihi: 17 Haziran 2019]. https://www.who.int/violence_injury_prevention/drowning/en/
- Elliott, DH, Bennett, PB. Underwater Accidents. In: The Physiology And Medicine Of Diving. Eds: Peter Bennett and David H. Elliott, W.B. Saunders Company Ltd. 1993; pp.238-252.
- Koca E, Sam B, Arican N, Toklu AS. Evaluation of fatal diving accidents in Turkey. UHMS 2018; 45(6): 633-638.
- Lakadamyalı, H, Doğan, T. Türkiye’de bir turizm yöresinde suda boğulma olgularının irdelenmesi, Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi. 2008; 28: 143-148.
- Modell JH, Moya F. Effects of volume of aspirated fluid during chlorinated fresh water drowning. Anesthesiology. 1966; 27: 662-672. <https://doi.org/10.1097/0000542-196609000-00018>.
- Modell JH, Gaub M, Moya F, Vestal B, Swarz H. Physiologic effects of near drowning with chlorinated fresh water, distilled water and isotonic saline. Anesthesiology. 1966; 27: 33-41. <https://doi.org/10.1097/0000542-196601000-00007>.
- Modell, JH, Bellefleur M, Davis JH. Drowning without aspiration: Is this an appropriate diagnosis? Journal of Forensic Sciences. 1999; 44 (6): 1119-1123. <https://doi.org/10.1520/JFS14580J>.
- Lunetta P, Pentilla A, Hallfors G. Scanning and transmission electron microscopical evidence of the capacity of diatoms to penetrate the alveolo-capillary barrier in drowning. International Journal Legal Medicine. 1998; 111: 229-237. <https://doi.org/10.1007/s004140050159>.
- Hürlimann J, Feer P, Elber F, Niederberger K. Diatom detection in the diagnosis of death by drowning. International Journal Legal Medicine. 2000; 114: 6-14. <https://doi.org/10.1007/s004149900122>.
- Yoshimura S, Yoshida M, Okii Y, Tokiyasu T, Watabiki T, Akane A. Detection of green algae (Chlorophyceae) for the diagnosis of drowning. International Journal of Legal Medicine. 1995; 108: 39-42. <https://doi.org/10.1007/bf01845616>.
- Yorulmaz C. Suda Boğulma Tanısında Diatom Testinin Değeri. İstanbul Üniversitesi Dahili Tıp, Adli Tıp, Uzmanlık Tezi; 1996.
- Lunetta P, Modell JH. Macroscopical, microscopical, and laboratory findings in drowning victims. In: Tsokos Med. Forensic Pathology Reviews, Humana Press. 2005; 3: 3-77. https://doi.org/10.1007/978-1-59259-910-3_1.
- Yorulmaz C. Sudan Çıkarılan Cesetler. Adli Tıp Ders Kitabı. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi. 2011; 281: 217-233.
- Çiler FK, Çetin G. Comparison of diatoms which were obtained from the external surface of the body and internal organs in the corpses pulled out of water using colloidal silica gradient centrifuge method. Adli Tıp Bülteni. 2019; 24(2): 83-92. <https://doi.org/10.17986/blm.2019252241>.
- Balkis N. Seasonal variations of microphytoplankton assemblages and environmental variables in the coastal zone of Bozcaada Island In The Aegean Sea (NE Mediterranean Sea). Aquatic Ecology. 2009; (43) 249-270. <https://doi.org/10.1007/s10452-008-9175-x>
- Thronsen J. Preservation and storage. In: Sournia A (ed) Phytoplankton manual. UNESCO. 1978; 69-74.
- Yorulmaz C, Çakalır C. Suda Boğulma. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, Adli Tıp. 1999; 1: 459-474.
- Auer, A. Qualitative diatom analysis as a tool to diagnose drowning. American Journal Forensic Med Pathol. 1991; 12 (3): 213-218. <https://doi.org/10.1097/0000433-199109000-00009>.
- Pollanen MS, Cheung C, Chiasson DA. The Diagnostic Value of the Diatom Test for Drowning, 1. Utility: a retrospective analysis of 771 cases of drowning in Ontario, Canada. Journal Forensic Sci. 1997; 42 (2): 281-285. <https://doi.org/10.1520/JFS14111J>.
- Azparren JE, Vallejo G, Reyes E, Herranz A, Sancho M. Study of Diagnostic Value of Strontium, Chloride, Haemoglobin and Diatoms in Immersion Cases. Forensic Science International. 1998; 91(2): 123-132. [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(97\)00186-2](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(97)00186-2).
- Güven TA, Şam B, Şirin G. İstanbul’da tüplü dalış ölümleri. Adli Tıp Bülteni. 2004; 9 (2): 47-50. <https://doi.org/10.17986/blm.200492538>.
- Kumral B, Büyük Y, Fidancı G, Cun E, Özbay M, Cenger CD, Melez DO. İstanbul’da Otopsi Yapılmış Suda Boğulma Sonucu Ölüm Olgularında Diatom Varlığının Değerlendirilmesi. J For Med. 2011; 25 (1): 33-40.
- Kul GC. Diatom incelemelerinin suda boğulma tanısı açısından değerinin deneysel sıçan suda boğulma modelinde araştırılması. Uzmanlık Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı. 2005.
- Simpson TL, Volcani BE. Introduction. In Simpson, TL, Volcani BE. [Eds.] Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems. Springer-Verlag, New York.1981; 3-12. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5944-2_1
- Tréguer T, Nelson DM, Van Bennekom AJ, Demaster DJ, Leynaert A, Quéguiner B. The silica balance in the world ocean: a reestimate. Science. 1995; 268, 375-379. <https://doi.org/10.1126/science.268.5209.375>.