

TÜRKİYE DENİZLERİNDE TEHLİKELİ TÜRLER:

Ekoloji, Sağlık ve Yönetim Yaklaşımları

**Dangerous Marine Species of the Turkish Seas:
Ecology, Health, and Management**

Editörler

İlayda Destan ÖZTÜRK

Özgür Deniz TEZCAN

**TÜRKİYE DENİZLERİNDE
TEHLİKELİ TÜRLER:
Ekoloji, Sağlık ve Yönetim Yaklaşımları**

**Dangerous Marine Species in the Turkish Seas:
Ecology, Health, and Management**

Editörler

**İ. Destan ÖZTÜRK
Özgür Deniz TEZCAN**

Yayın No: 76

İstanbul, 2025



TÜRKİYE DENİZLERİNDE TEHLİKELİ TÜRLER:

Ekoloji, Sağlık ve Yönetim Yaklaşımları

Editörler
İ. Destan ÖZTÜRK
Özgür Deniz TEZCAN

Bu kitabın bütün hakları Türk Deniz Araştırmaları Vakfı'na aittir. İzinsiz basılamaz, çoğaltılamaz. Kitapta bulunan makalelerin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. Vakıf kitap içeriği konusunda hiçbir sorumluluk taşımaz. Kitabın basılması, yazarların görüşlerinin kabul edildiğini anlamına da gelmez.

All rights of this book are reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means without the prior permission from the TUDAV. The responsibility of the book belongs to the authors. TUDAV is not responsible for the content of the book. The publication of the book does not mean that the opinions of the authors are accepted.

Copyright © Türk Deniz Araştırmaları Vakfı

ISBN: 978-975-8825-73-8

Kapak Fotoğrafı: Yusuf Kayaoğlu

Kapak Tasarımı: Yazın Öztürk

Kaynak Gösterme: Öztürk, İ.D., Tezcan, Ö.D. (Editörler) (2025). Türkiye Denizlerinde Tehlikeli Türler: Ekoloji, Sağlık ve Yönetim Yaklaşımları. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), Yayın No: 76, İstanbul, Türkiye.

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV)

P.K. 10, Beykoz 34820 / İstanbul, TÜRKİYE

Tel: 0216 424 07 72, Faks: 0216 424 07 71

tudav@tudav.org

 /tudav  /TudavTudav  YouTube/TÜDAV  /turkdenizarastirmalarivakfi

ÖNSÖZ

Türkiye Denizlerinde Tehlikeli Türler: Ekoloji, Sağlık ve Yönetim Yaklaşımları başlıklı kitap Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmaların derli toplu bir özeti olarak değerlendirilebilir. Batı ülkelerinde medical oşinografi olarak bilinen bu dal ülkemizde çok bilinmiyor. Oysa tropik sulardan gelen yabancı deniz canlıları ile Türkiye denizlerinde yaşayan zararlı deniz canlıları son zamanlarda sıkça görülmeye başlanınca bu konu önem kazanmıştır. Sorun bir sağlık tehditi olarak görülmeye başlanmış ancak turizm ve balıkçılık sektörü de bu olumsuz gelişmelerden etkilenmiştir. Başta iklim değişikliğinin etkisi ve Süveyş Kanalı'ndan gelen canlıların artışı nedeniyle zararlı ve tehlikeli deniz canlıları sularımızda daha fazla görülmektedir. Yaz ayları başta olmak üzere bazı denizanaları, balon ve aslan balıkları sularımızda artmakta tatil yapmak üzere denize girenler ise tedirgin olmaktadır.

Bütün bu nedenlerle vakfımız, tehlikeli deniz canlıları adıyla bir çalıştay düzenleyerek değişik disiplinlerden gelen araştırmacıların bu konudaki birikimlerini paylaşmalarını, olgular üzerinden bilgi alışverişinde bulunmalarını ve gelecekte denizlerdeki tehlikenin büyümesi halinde yapılması gerekenleri tartışmak üzere bir araya gelinmiştir. Sorunun büyüklüğü ve önemi nedeniyle de çalıştayın bir kitap haline getirilmesi planlanmıştır.

Bu kitabın hazırlanmasına ve editörlüğüne katkıda bulunan Dr. Özgür TEZCAN ile Dr. İlayda Destan ÖZTÜRK'e çok teşekkür ediyorum. Bu iki araştırmacı olmazsa kitabın yayınlanması mümkün olmazdı. Kitabın amatör denizcilere, akademisyenlere, dalgıçlara, balıkçılara ve tüm deniz severlere faydalı olmasını diliyorum.

Prof.Dr. Bayram ÖZTÜRK
Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Başkanı
Beykoz, Aralık 2025

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
İstilacı Sokar, Aslan balığı ve Zehirli Balon Balıklarının Farklı Sektörlerde Ekonomik Kullanım Alanları Cemal TURAN, Ali UYAN, Servet Ahmet DOĞDU, Funda TURAN, Ayşegül ERGENLER.....	1
İklim Değişikliği Sürecinde Türk Denizlerinde Zararlı Alg Çoğalmaları (ZAÇ), Toksik Algler ve Geleceğe Yönelik Tehdit Senaryoları Muharrem BALCI, Turgay DURMUŞ, Rabia SEZGİN, Uğur ATAĞLI.....	27
Tehlikeli Deniz Canlılarına Tıbbi Yaklaşım Açısından Deneyimlerimiz Selin Gamze SÜMEN.....	58
Ülkemiz Sularında ve Dünyada Köpek Balığı Karşılaşmaları Tolga TAYMAZ.....	66
Yabancı ve İstilacı Deniz Canlılarının Oluşturduğu Sağlık Sorunları Tolga TAYMAZ.....	92
Türkiye Sularında Kemikli Balık Zehirlenmeleri Tunahan ŞEN.....	123
Denizaneları, Dün, Bugün ve Yarın Özgür Deniz TEZCAN.....	135
Dünyada ve Ülkemizde İğneli Vatoz Zehirlenmeleri: Denizlerde Sessiz Tehdit Esra ERSÖZ GENÇ.....	144
Acil Tıp Bakış Açısı ile Tehlikeli Deniz Canlısı Zehirlenmelerine Yaklaşımında Türkiye’de Güncel Durum Burcu YILMAZ.....	148
Dünyada Denizanası Zehirlenmeleri Gülçim KOCAİRİ.....	158

Tehlikeli Deniz Canlıları: Türkiye’deki Mevcut Politikalar ve Uygulamalar	
Merve KARAKUŞ.....	164
Halk Sağlığı Perspektifinden Ulusal Denizanası İzleme Programı: YaYakarsa?	
İ. Destan ÖZTÜRK.....	171
Halk Sağlığı Bakışıyla Değişen Çevre Koşulları ve Ülkemiz Sularında İstilacı Deniz Canlıları	
Çağatay GÜLER.....	178

TÜRKİYE DENİZLERİNDE TEHLİKELİ TÜRLER:

**Ekoloji, Sağlık ve Yönetim
Yaklaşımları**

İstilacı Sokar Aslan Balığı ve Zehirli Balon Balıklarının Farklı Sektörlerde Ekonomik Kullanım Alanları

Cemal TURAN*, Ali UYAN, Servet Ahmet DOĞDU,
Funda TURAN, Ayşegül ERGENLER

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Moleküler Ekoloji ve Balıkçılık Genetiği Laboratuvarı, İskenderun, Hatay

*cemal.turan@iste.edu.tr

Özet

Sokar aslan balıkları ve zehirli balon balıkları dünya genelinde istilacı ve yırtıcı türler olarak tanınmaktadır. Scorpaenidae familyasına ait *Pterois* genusunda geçerli 12 adet tür bulunmaktadır. Bunlar arasında *Pterois miles* ve *P. volitans* olmak üzere iki tür, Türk deniz suları için istilacı yabancı türler olarak bildirilmiştir. Aslan balıklarının dorsal, pelvik ve anal yüzgeçlerinde zehir salgılayan dikenler bulunmasına rağmen, bu dikenler dikkatlice çıkarıldıktan sonra aslan balığı eti insan tüketimi için uygundur. Aslan balığının zehirli dikenlerinden elde edilen homojenatların biyoaktivitesi 1950'lerden beri çeşitli araştırmaların konusu olmuş ve deniz kökenli doğal bir kaynak olarak biyomedikal uygulamalarda kullanılabileceği kanıtlanmıştır. Aynı zamanda, aslan balığı dikeninin şekli, geri kazanılabilir enjektör iğneleri ve sterilize edilebilir şırınga pistonları tasarlamak için bir ilham kaynağı olmuştur ve böylece biyomedikal ve kesici atık bertaraf maliyetlerinin azaltılacak olması öngörülmektedir. Dahası, genellikle çıkarılıp atılan aslan balığının yüzgeçleri ve dikenleri mücevher yapımında kullanılmaktadır. Tetraodontidae familyasına ait balon balıkları ise geçerli 27 cins ve 193 tür ile temsil edilmektedir. Türkiye denizlerinde *Lagocephalus lagocephalus*, *L. sceleratus*, *L. suezensis*, *L. guentheri*, *Sphoeroides pachygaster*, *Torquigener flavimaculosus* ve *Tylerius spinosissimus* olmak üzere 7 balon balığı türü dağılım göstermektedir. Tetraodontidae familyasına ait türler vücutlarında Tetradotoksin adı verilen güçlü deniz paralitik toksin bulundurmaktadır. Bu nedenle Uzakdoğu ülkelerinde tüketilen birkaç cins dışında ticari değerleri yoktur. Ancak bünyelerinde hali hazırda yüksek miktarda bulunan, kolajen, jelatin ve hidroksihepatit gibi doğal bileşikler ilaç ve biyomedikal uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma hem biyomedikal alanlardaki kullanımları hem de biyoilham için uygunlukları nedeniyle, bu istilacı türleri ekonomiye kazandırmak ve popülasyonlarını kontrol etmek için alternatif yönetim eylemlerini değerlendirmeye odaklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Aslan balığı, balon balığı, ekonomik potansiyel, doğal kaynak

Giriş

Hayvanlar aleminde zehirli organizmalar birçok canlı grubunda temsil edilmektedir. Evrim sırasında bu canlılar, zehir üretimi ve enjeksiyonu için özel organlar geliştirmiştir (Mebs 1994; Utkin 2015). Zehir, hayvanlarda, organizma tarafından avını öldürmek ve organizmayı yırtıcıların saldırılarına karşı savunmak için enjekte edildiğinde normal fizyolojik süreçleri bozan moleküller içeren özel

bir bezden salgılanır (Arbuckle 2017; Gokulalakshmi ve diğ. 2018; Schendel ve diğ. 2019).

Geçmişten günümüze, Dünya çapında çeşitli karasal organizma türlerinin zehirlerinde bulunan muazzam biyomedikal potansiyel derinlemesine araştırılmıştır (Church ve Hodgson 2002; Ziegman ve Alewood 2015). Bu organizmaların arasında en çok bilinen ve çalışılanlar yılanlar, akrepler ve örümceklerdir (King 2015; Lopes-Ferreira ve diğ. 2014; Ortiz ve diğ. 2015; Casewell ve diğ. 2017; Ashwood ve diğ. 2020; Carroll ve diğ. 2022). Ancak denizel organizmaların biyomedikal potansiyeli ile ilgili bilimsel boşluk, karasal organizmalara kıyasla nispeten fazladır. Bu aykırı durum, deniz canlılarının çok büyük bir epidemiyolojik tehdit oluşturmaması, içerdikleri toksik bileşenlerin aşırı dengesizliği ve zehrin çıkarılması, izolasyonu ve depolanmasıyla ilişkili zorluklar gibi çeşitli nedenlerle açıklanabilir (Campos ve diğ. 2017; White ve Meier 2017; Gorman ve diğ. 2020; Brighton Ndandala ve diğ. 2023).

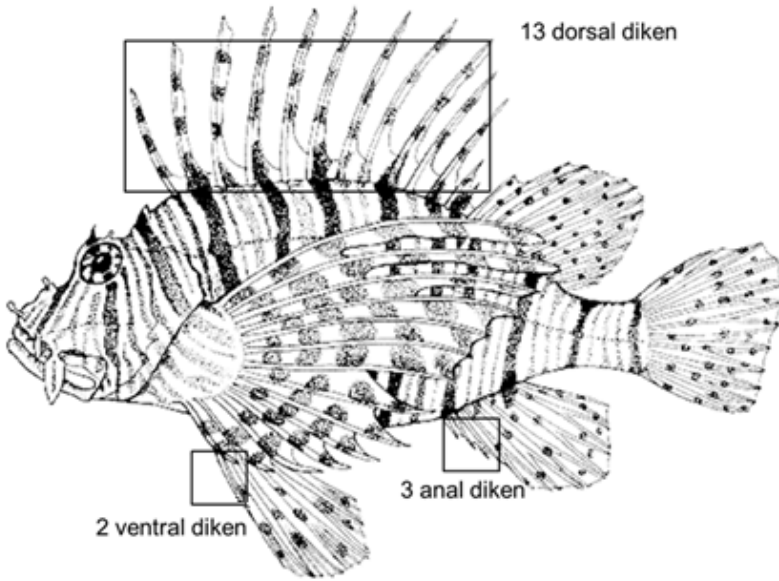
Deniz canlıları arasında kıkırdaklı balıklar ve kemikli balıklar (Ergüden ve diğ. 2024; Turan ve diğ. 2024a, b; Turan ve diğ. 2025), tüm zehirli omurgalıların yarısından fazlasını oluşturur (Nelson 1984). Zehirli balıkların oluşturduğu toksisite, güçlü bir fizyolojik aktiviteye işaret etmektedir. Dolayısıyla, balık zehrindeki toksik maddelerin değerli biyomedikal bileşikler içermesi son derece olasıdır (Sivan 2011). Smith ve Wheeler (2006) yaklaşık 1,1 milyon hizalanmış baz çiftini temel alarak gerçekleştirdikleri filogenetik analizde, aslan balığı, balon balığı, iskorpit, kelebek balığı, çarpan balığı ve bazı köpek balığı, vatoz, kimera, çizgili yılan balığı, cerrah balığı ve horozbina türleri de dahil olmak üzere 12 klad içindeki 1200'den fazla balığın zehirli olduğunu öne sürmüşlerdir.

Kasım 1869'da Süveyş Kanalı'nın açılması, tropikal Kızıldeniz'i ılıman Akdeniz'e bağlamış ve böylelikle, istilacı ve yırtıcı özelliklere sahip aslan balığı ile balon balığı gibi türlerin Akdeniz'e geçiş yaparak biyoçeşitliliği önemli ölçüde etkileyen yerleşik popülasyonlar oluşturmalarına yol açmıştır (Zenetos ve diğ. 2012; Otero ve diğ. 2013; Johnston ve Purkis 2014; Poursanidis 2015; Farrag ve diğ. 2016; Gürlek ve diğ. 2016; Eagderi ve diğ. 2019; Ragkousis ve diğ. 2020; Turan 2020; Turan ve diğ. 2014, 2016, 2018, 2020, 2024a; Doğdu ve diğ. 2021a; Uyan ve diğ. 2024).

Scorpaenidae familyasının Pteroinae alt familyasına ait aslan balıkları geçerli 8 genusa sahiptir. Bunlardan *Pterois* genusu doğrulanmış 12 tür ile temsil edilmekte olup (Fricke ve diğ. 2025), *Pterois miles* ve *P. volitans* en istilacı türler olarak kabul edilmektedir (Morris ve diğ. 2009; Schofield 2010; Johnston ve Purkis 2014; Poursanidis 2015). *P. miles*, Süveyş Kanalı üzerinden Akdeniz'e giriş yapmasının ardından ilk olarak İsrail kıyılarından (Golani ve Sonin 1992), ardından kuzeye doğru Lübnan (Bariche ve diğ. 2013) ve Kıbrıs sularından bildirilmiştir (Evripidou 2013; Oray ve diğ. 2015). Türkiye deniz sularında, *P. miles* ilk olarak Turan ve diğ. (2014) tarafından İskenderun Körfezi'nden

bildirilmiş, batıya doğru Mersin (Yağlıoğlu ve Ayas 2016) ve Antalya Körfezleri (Özbek ve diğ. 2017) ve Türkiye'nin Güney Ege kıyılarına doğru yayılmıştır (Turan ve Öztürk 2015; Bilge ve diğ. 2016; Özgül 2020; Oruç ve diğ. 2022). Son durumda 2023 yılında Edremit Körfezi'nden Alkan ve diğ. (2023) tarafından kaydedilen *P. miles* Türkiye'nin Kuzey Ege kıyılarına doğru dağılımını genişletmiştir. *P. volitans* ise, Akdeniz'de ilk olarak Gürlek ve diğ. (2016) tarafından İskenderun Körfezi'nde bildirilmiş ve bunu Gökoğlu ve diğ. (2017)'nin Antalya Körfezi'nden ve Ayas ve diğ. (2018)'in Mersin Körfezi'nden bildirilen kayıtları takip etmiştir. Son on yılda aslan balıkları yaşam alanlarını Orta Akdeniz'e kadar genişletmiş ve yayılımını Batı Akdeniz'e doğru devam ettirmektedir (Turan 2020; Ulman ve diğ. 2020).

Aslan balıkları, kayalık ve çamurlu zeminlerde, mangrov, deniz çayırı ve mercan resiflerinde 90 m derinliğe kadar ılık deniz sularında yaşarlar (Albins ve Hixon, 2008; Ferreira ve diğ. 2015). Balıklar, karidesler ve yengeçler gibi ağızlarına sığan her şeyi tüketen fırsatçı avcılardır (Cote ve diğ. 2013; Andradi ve diğ. 2017). Ayrıca dişi bireyler yumurtlama başına 40.000 adete kadar yumurta üretebilirler (Cote ve diğ. 2013). Yumurta kümeleri, avlanmayı önleyen toksik mukusla kaplıdır (Mulgrew 2020). Aslan balığının dorsal, ventral ve anal yüzgeçlerine bağlı 18 adet zehir salgılayan dikenli olup, bunlardan 13'ü dorsal yüzgeçte, 3'ü anal yüzgeçte ve 2'si de ventral yüzgeçte bulunur (Şekil 1). Balıkçılar, dalgıçlar ve yüzücüler yanlışlıkla dikenlere bastığında, ellediğinde ve tenleri dikenler tarafından delindiğinde zehre maruz kalabilirler (Haddad Junior 2021).



Şekil 1. Zehirli aslan balığı dikenlerinin gösterimi. Görsel FAO'dan uyarlanmış (Alıntı: Carpenter 2002), işaretlemeler yazarlar tarafından eklenmiştir.

Aslan balığı zehri asetilkolin ve nörotoksin içerdiğinden dolayı şiddetli ağrı, ateş, kusma, baş dönmesi hatta kalp aritmileri ve akciğer ödemi gibi sistemik etkilere neden olabilir (Hornbeak ve Auerbach 2017). Ancak literatürde aslan balığı yaralanmaları nedeniyle ölüm bildirilmemiştir (Haddad ve diğ. 2015a, b). Zehirli dikenlerin dikkatlice çıkarılmasından sonra aslan balığı eti insan tüketimi için uygundur (Haddad ve diğ. 2015b). Aslan balığının zehirli dikenlerinden elde edilen homojenatların biyoaktivitesi 1950'lerden beri çeşitli araştırmaların konusu olmuştur (Church ve Hodgson 2002). Son zamanlarda, aslan balığının zehirli dikenlerinin antikanser, antikoagülan, antioksidan, antiviral ve antibakteriyel bileşikler içerdiği ve deniz kökenli doğal bir kaynak olarak biyomedikal uygulamalarda kullanılabileceği kanıtlanmıştır (Memar ve diğ. 2016; Sayed ve diğ. 2016; Sommeng ve diğ. 2019a, b, c, d; Becerra-Amezcu ve diğ. 2020; Sommeng ve diğ. 2020a, b). Ayrıca, aslan balığının diken yapısı, geri kazanılabilir enjektör iğneleri ve sterilize edilebilir şırınga pistonları tasarlanırken fayda sağlayacak ilham kaynağı sunabilir ve bu sayede, biyomedikal atık ve kesici-delici atık bertaraf maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlayabilir (Galloway ve Porter 2019). Bunun yanı sıra, genellikle çıkarılıp atılan yüzgeçleri ve dikenleri takı yapımında değerlendirilebilmektedir (Kleitou ve diğ. 2019).

Tetraodontidae familyasına ait balon balıkları ise geçerli 27 cins ve 193 türe sahip olup (Fricke ve diğ. 2025), bunların arasında en az 10 tanesi Doğu Akdeniz'de bulunur (Farrag ve diğ. 2016). Türkiye denizlerinde *Lagocephalus lagocephalus*, *L. scleratus*, *L. suezensis*, *L. guentheri*, *Sphoeroides pachygaster*, *Torquigener flavimaculosus* ve *Tylerius spinosissimus* olmak üzere 7 balon balığı türü dağılım göstermektedir (Turan ve diğ. 2018, 2024a).

Bu istilacı türler, İsrail, Lübnan, Türkiye, Kıbrıs ve Yunanistan gibi Doğu Akdeniz havzasının birçok ülkesinin kıyılarında büyük popülasyonlar oluşturmuşken, Mısır ile Libya kıyıları boyunca ve tüm Tunus kıyı şeridi boyunca hızla batıya doğru yayılmaktadır (Soussi ve diğ. 2014; Ergüden ve diğ. 2017). Birkaç büyük türü, özellikle Çin, Kore, Japonya ve Tayvan'da lezzetli bir yiyecek olarak insan tüketimi için uygunken, çoğu balon balığı türünün ticari değeri yoktur (Turan ve diğ. 2017).

Balon balıkları halk sağlığı, biyoçeşitlilik ve balıkçılık kaynakları üzerinde en fazla olumsuz etkileri olan istilacı ve yırtıcı türlerdir (Zenetos ve diğ. 2012; Otero ve diğ. 2013; Farrag ve diğ. 2016; Yalnız ve diğ. 2017; Ragkousis ve diğ. 2020; Doğdu ve diğ. 2021a). Balon balıkları, hedef dışı olması nedeniyle biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkiler yaratmasıyla birlikte, pasif av araçlarına ve bu araçlara takılan hedef türlere zarar vererek balıkçılar için ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Turan 2010; Ünal ve diğ. 2015; Farrag ve diğ. 2016; Doğdu ve Turan 2024). Ayrıca, derilerinde ve iç organlarında tetrodotoksin (TTX) adı verilen çok güçlü bir denizel parolitik nörotoksinin bulunmasından dolayı insan sağlığı için çok tehlikelidir (El-Sayed ve diğ. 2003; Sato ve diğ. 2008; Ayas ve diğ. 2019; Doğdu ve diğ. 2019; Köşker ve diğ. 2019; Akbora ve diğ. 2020; Doğdu ve Turan

2021). Mevcut Avrupa Birliği mevzuat hükümlerine göre, Tetraodontidae familyasına ait zehirli türler ve bunlardan elde edilen ürünlerin gıda olarak piyasaya sürülmesi yasaktır (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2004). Ancak bu balığın tüketilmemesi ve avlanmaması Akdeniz'deki popülasyonunun artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla çeşitli denizel organizmaların olduğu gibi balon balıklarının da ekonomiyi kazandırılması son derece önem arz etmektedir.

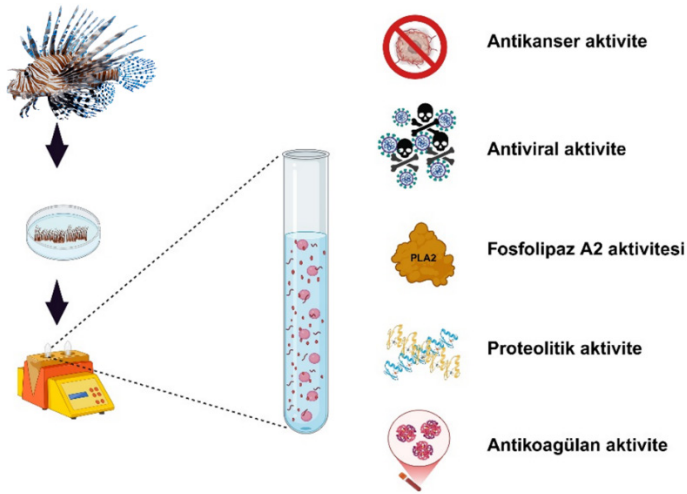
Denizel türler, biyomedikal endüstrisinde çok çeşitli özelliklere sahip potansiyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Süngerler ve yumuşak mercanlar terapötik amaçlar için en yaygın kullanılan biyomateryal kaynaklarıdır. Öte yandan, balık ve krustasea türlerinin önemli bir miktarı ticari olarak işlenir ve bu sayede deri, kafa, yüzgeçler, omurga ve pullar gibi birçok atık biyomateryal olarak ekonomiye kazandırılmaktadır (Lagopati ve diğ. 2023; Doğu ve diğ. 2024b). Bu biyomateryallerin en kullanışlılarından biri olarak kabul görmüş kolajen, çok çeşitli endüstriyel uygulamalarda değerlendirilmektedir (Schmidt ve diğ. 2016). Kolajen, yaygın olarak inek ve domuz gibi kara hayvanlarının deri ve kemiklerinden izole edilmektedir ve gıda, kozmetik ve biyomedikal endüstrilerinde kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle balon balığı gibi ekonomik olmayan türler ile ekonomik değeri yüksek olan çipura ve morina balığı gibi balıkların atıklarından üretilen kolajen ürünlerinde artış görülmektedir (Jeevithan ve diğ. 2013).

Öte yandan, denizel organizmalardan elde edilen biyoseramik malzemeler, uyaranabilirlikleri ve işlevsellikleri sayesinde biyomedikal, diş hekimliği ve ortopedi alanlarındaki uygulamalarda kendine yer bulmuştur (Lee ve diğ. 2013; Mojahedian ve diğ. 2016). Balon balığı dişlerinin çok güçlü bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda balon balığı dişleri, doğal biyoseramik olabilecek karakteristik özelliklere sahip olması bakımından insan dişleri ile benzerlik göstermekte ve bu yönüyle diş endüstrisi için oldukça uygun bir biyomateryal olarak değerlendirilebilmektedir (Srivastava ve diğ. 2015; Doğu ve diğ. 2021a). Balon balığı dişlerinin bu özelliği, daha ileri biyoseramik uygulamalarda kullanılmasını teşvik edecek ve önemli kazanımlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Bu çalışma hem biyomedikal alanlardaki kullanımları hem de biyoilham açısından uygunlukları nedeniyle, istilacı statüdeki aslan balığı ve balon balığının ekonomiye kazandırılması ve popülasyonlarının kontrol altına alınması için alternatif yönetim eylemlerinin değerlendirilmesi üzerinde durmuştur.

Aslan Balığının Ekonomik Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Stratejiler

Aslan balığının zehir bezinin iyi tanımlanmış bir yapı olmadığı göz önüne alındığında, zehri saf halde toplamak teknik olarak zordur. Bu nedenle, zehir çalışmaları zehirli dikenlerinden elde edilen homojenatlar kullanılarak yürütülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Aslan balığı zehirli dikenlerinden elde edilen homojenatların biyoaktiviteleri.

Memar ve diğ. (2016), *Pterois russelli* türünün dikenindeki zehrin proteolitik, fosfolipaz, hemolitik, koagülasyon, ödem yapıcı ve dermonekrotik aktivitelerini incelemişlerdir. Zehirde fosfolipaz A2 (PLA2) aktivitesi tespit edilmiş, insan plazmasındaki koagülasyon 7 ve 14 saniye sonra görüntülenmiştir. Kazein üzerinde 30 mg'a kadar proteolitik aktivite göstermiş ve en yüksek ödem yapıcı aktivite Balb/c farelerinde enjeksiyondan 2 gün sonra 20 mg'da tespit edilmiştir. Sayed ve diğ. (2016), *P. miles* dikeninde bulunan zehrin insan karaciğer kanseri hücre hattına (HepG2) karşı antikanser aktivitesini araştırmışlardır. Ham zehirli diken homojenatının 7,5 µg/ml'ye kadar çok düşük konsantrasyonlarda HepG2 kanser hücre hatları üzerinde antikanser etki gösterdiği bulunmuştur. Sommeng ve diğ. (2019a), *P. volitans* dikeninin zehrinden izole edilen fosfolipaz A2'nin (PLA2) insan immün yetmezlik virüsü üzerindeki antiviral aktivitesini incelemişler ve zehirdeki PLA2'nin SRV2-A549 hücre hatları üzerinde güçlü bir inhibisyon gösterdiğini belirlemişlerdir. Sommeng ve diğ. (2019b), *P. volitans* dikeninin zehrinden elde edilen ekstraktın rahim ağzı kanseri hücre hattına (HeLa) karşı biyoaktivitesi üzerine çalışmışlardır. HeLa hücrelerinde en yüksek inhibisyon yüzdesinin, zehir ekstraktının en yüksek dozunda %17-19'a ulaştığı bulunmuştur. Sommeng ve diğ. (2019c), *P. volitans* dikenindeki zehrin antioksidan aktivitesini ve biyoaktif bileşenlerini araştırmışlardır. Zehrin zayıf antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (LC-MS) analizi sonucunda yazarlar, Valin, L-arginin, Dekanol aseglumat, İzatin, Hernandiyon, Sauvagnin, Hippadin, Melanin ve Silostazol gibi çeşitli biyoaktif bileşiklerin varlığını ortaya çıkartmışlardır. Becerra-Amezcuca ve diğ. (2020), *P. volitans* dikeninden izole edilen zehrin beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerini model organizma olarak kullanılan zebra balığının beyinde incelemişlerdir. Zehir, zebra balığı embriyolarında asetilkolinesteraz (AChE) ve nikotinik asetilkolin reseptörlerinin (nAChR) α2 alt biriminin ifadesini artırırken,

bu reseptörlerin işlevini baskılamış ve dopaminerjik nöronlara da zarar vermiştir. Yazarlar bu etkilerin, kolinerjik ve dopaminerjik sistemlerin etkileşimi yoluyla gelişimsel bozukluklara neden olabileceğini ancak, zehrin benzer ama ters etki yapan Alzheimer hastalığı ile ilişkili farmasötik potansiyel üzerindeki etkilerinin keşfedilmesine katkı sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Zehrin aynı zamanda, insanlardaki $\alpha3\beta2$ nAChR'lerin asetilkoline (ACh) verdiği yanıt da F2 adlı zehir fraksiyonu tarafından bloke edildiği tespit edilmiştir. Bu da yazarları, F2 fraksiyonunun nAChR alt birimlerine özgü bağlanma niteliğinden ötürü ilaç geliştirme araştırmalarında araç olarak kullanılabileceği ve daha fazla incelenmesi gerektiği sonucuna ulaştırmıştır.

Öte yandan, biyoilham için uygunlukları nedeniyle, dikenlerin ve yüzgeçlerin kullanımı aslan balığı istilasını önlemek için başka bir olası strateji olabilir. Kirpi dikenli, kaktüs ve bal arısı iğneleri gibi yapıların spinal mekanizmasını inceleyen araştırmacılar, dikenlerin hipodermik iğneler gibi biyomedikal cihazların tasarımından ilham alabileceğini savunmaktadırlar (Cho ve diğ. 2012; Bai ve diğ. 2015; Sahlabadi ve diğ. 2017). Ancak aslan balığı dikenleri içi boş, tırtıklı veya dikenli değildir ve bunun yerine yanlardaki oluklar aracılığıyla zehir salgılar. Bu nedenle, aslan balığı dikeninin yapısı, biyomedikal atıkları azaltacak ve yüksek maliyetli atık bertaraf maliyetlerini düşürecek geri kazanılabilir enjektör iğneleri ve sterilize edilebilir şırınga pistonları tasarlamada bir biyoilham kaynağı olarak değerlendirilebilir (Galloway ve Porter 2019). Dahası, aslan balığının yüzgeçlerinden ve dikenlerinden tasarlanan takılar da gün geçtikçe popülerlik kazanmaktadır. Zehirli dikenler ve istenmeyen yüzgeçler balığın tüketimi için temizlenirken çıkarılır ve atılırlar. Bu atıklar, takı tasarımı için satılabilir ve bu da avlanan aslan balığının fiyatını %61'e kadar artırabilir (Şekil 3) (Karp ve diğ. 2015; Kleitou ve diğ. 2019).



Şekil 3. Aslan balığı yüzgeçleri kullanılarak yapılan takılar (Alıntı: Anonim 2025a).

Bu nedenle, aslan balığının zehirli dikenlerinden elde edilen biyoaktif bileşiklerin çeşitli biyomedikal alanlarda değerlendirilmesi ve biyoilham ve takı tasarımı için uygunlukları nedeniyle dikenlerin ve yüzgeçlerin kullanımı aslan balığı istilasına uğramış alanlardaki popülasyonları baskılayarak tehdit altındaki biyolojik çeşitliliği korumak için alternatif bir yönetim stratejisi olabilir.

Balon Balığının Ekonomik Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Stratejiler

Balon balıkları, vücutlarında insan sağlığı için çok tehlikeli bir paralitik nörotoksin olan tetrodotoksin (TTX) içermesine rağmen, bu bileşik sağlık sektöründe ilaç olarak belirli ağrıların tedavisinde ve ilaç araştırmalarında kullanılmaktadır. Aynı zamanda deri, diş ve kemik gibi yan ürünleri kolajen, jelatin ve hidroksiapatit gibi bileşikler bakımından zengin bir potansiyel sunabilir. Bu durum, onları özellikle biyomedikal ve farmasötik alanlarda alternatif bir doğal kaynak olarak değerlendirmeye uygun hale getirmektedir (Şekil 4). Ancak, bu konuda yapılan çalışmalar şu anda izolasyon ve karakterizasyon ölçeğinde yoğunlaşmış olup, yaygın endüstriyel üretim seviyesine henüz erişmemiştir. Ayrıca balon balığı dişlerinin dentin dokuları toksikoloji çalışmalarında ağır metal biyo birikimlerinin tespiti için indikatör doku olarak kullanılabileceği de ortaya konulmuştur.

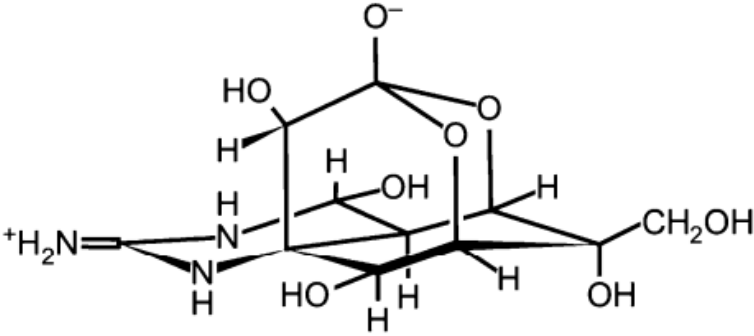


Şekil 4. Balon balığı yan ürünlerinin ekonomik olarak kullanım potansiyelleri.

Tetrodotoksin (TTX)

Balon balığının derisinde ve iç organlarında bulunan tetrodotoksin (TTX) adı verilen çok güçlü bir denizel kaynaklı paralitik nörotoksin, insan sağlığı açısından

son derece tehlikeli olup varlığı uzun zamandır bilimsel olarak belgelenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Tetrodotoksinin kimyasal yapısı (Nagashima ve Arakawa, 2016)

Diodontidae familyasına ait kirpi balıkları, *Hapalochlaena* türü mavi halkalı ahtapotlar, *Nassarius* türü deniz salyangozları, mangrov at nalı yengeci (*Carcinoscorpius rotundicauda*) gibi denizel türlerde de TTX bulunmuştur, ancak balon balığı türleri en kötü şöhretli TTX kaynağıdır (Miyazawa ve Noguchi 2001). Güçlü bir sodyum kanalı inhibitörü olan TTX kas ve sinir dokularında felce neden olur. İnsanlar için siyanidden yaklaşık 1200 kat daha toksiktir ve bilinen bir panzehri yoktur (Hwang ve Noguchi 2007). TTX'in kökeni kesin olarak bilinmemekle birlikte, muhtemel bir senaryoya göre TTX sentezine ilişkin genler evrim sürecinde türler arasında yatay olarak aktarılmış olabilir. Buna göre TTX'in kökeninin, dışsal (ekzojen), içsel (endojen) ya da toksini ürettiği bildirilen mikroorganizmalar ile onu taşıyan canlılar arasındaki simbiyotik ilişkiler olmak üzere bu üç mekanizmadan herhangi birine veya bunlar arasındaki bir kombinasyona bağlı olabileceği öne sürülmüştür (Jal ve Khora 2015). Oldukça toksik bir zehir olmasına ve kökeni hakkındaki belirsizliklere rağmen TTX, kanıtlanmış güçlü bir ağrı kesici özelliği sayesinde bazı ağrıların tedavisinde kullanılmaktadır (Hagen ve diğ. 2008; Nieto ve diğ. 2012; Bane ve diğ. 2014). Aynı zamanda TTX'in kanser kaynaklı ağrıları hafifletmek için kullanımı da araştırılmaktadır (Berde ve diğ. 2011; Newman ve Cragg 2014). Çok düşük ve kontrollü dozlarda nörolojik araştırmalarda ve farmasötik modellemelerde de kullanım potansiyeli bulunmaktadır (Couvreur 2017; Mannal 2022; Sultana ve diğ. 2022).

Kolajen ve Jelatin

Kolajen, çok çeşitli endüstriyel uygulamalara sahip olduğu için en kullanışlı biyomateryallerden biridir (Schmidt ve diğ. 2016). Hayvan derisi ve kemisinin bağ dokusunda bulunan önemli bir temel proteindir ve toplam proteinlerin yaklaşık %30'unu oluşturur (Ogawa ve diğ. 2003; Li ve diğ. 2013). Vücutta ilaçlar, proteinler ve genler için bir taşıyıcı sistem olmasının yanı sıra, insan derisi, kan damarları ve bağ dokuları ile benzer işlev gösterebilecek alternatif bir

biyomateryal olarak da kullanılmaktadır (Gomez-Guillen ve diğ. 2011). Jelatin, kısmen hidrolize edilmiş bir kolajen formudur ve gıda ve ambalaj endüstrilerinde yaygın olarak kullanılır. Aynı zamanda jelatin, ilaç ve gıda sektöründe, etken maddeleri küçük kapsüller içerisine yerleştirerek korumayı amaçlayan mikrokapsülleme işlemlerinde ve film oluşturma özelliği sayesinde tablet ve kapsüllerin dış yüzeylerinin kaplanması da kullanılmaktadır (Jeevithan ve diğ. 2013).

Balıklar bolluğu, hastalık bulaşma riski olmaması, dini kısıtlamaların olmaması ve daha yüksek kolajen verimi potansiyeli nedeniyle kolajen kaynakları için en iyi seçimdir. Ancak balon balığı gibi ticari açıdan değerli olmayan türlerden elde edilen deri kolajeninin özellikleri hakkında sınırlı araştırma bulunmaktadır. Nagai ve diğ. (2002), *Takifugu rubripes* derisinden Tip I kolajeni elde etmişlerdir ve bulguları, bu türün derisinin çeşitli uygulamalar için alternatif bir kolajen kaynağı olma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Iswariya ve diğ. (2018), *Lagocephalus inermis* derisinden Tip I kolajeninin izolasyonunu ve karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, *L. inermis* derisinden elde edilen kolajenin memeli hayvanların kolajenine alternatif olarak değerli bir ürün olabileceğinin ve aynı zamanda doğal atıkların yönetimi ve ekolojik sorunların azaltılmasına katkı sunabileceğinin altı çizilmiştir. Chen ve diğ. (2019), *Takifugu flavidus* derisinden elektrodializ yöntemi ile Tip I kolajeni çıkarttıkları çalışmalarında artan tüketici kolajen talebini karşılamak için potansiyel bir alternatif kaynak olabileceğini öne sürmüşlerdir. Doğdu ve diğ. (2019), *L. sceleratus* derisinden kolajen ve jelatin elde etmiş ve bileşenlerini karakterize etmişlerdir. Tip I kolajende yüksek verim elde edilmiş olup, balon balığı derisinin önemli ve alternatif bir kolajen kaynağı olabileceğini vurgulamışlardır.

Önceki araştırmalar, ekonomik değerinin düşük olması ve denizlerde bol miktarda bulunması nedeniyle balon balığı derisinden elde edilen kolajenin, sığır ve domuz derisinden elde edilen kolajen için doğal bir alternatif kaynak olduğunu ortaya koymuştur.

Hidroksiapatit (HA)

Dünya çapında balık tüketimi arttıkça, işlenmiş balıklardan kaynaklanan atık miktarı da yükselmiştir. Ancak bu atıklar, kolajen, jelatin ve kitosan gibi biyoaktif bileşiklerin yanı sıra enzimler, yağ asitleri, antioksidanlar ve kalsiyum fosfatlar gibi mineraller açısından da değerlidir (Atef ve Ojagh 2017; Boichicchio ve diğ. 2020). Geleneksel olarak kimyasal yollarla elde edilen kalsiyum fosfatlar, doğal olarak hayvan kemikleri, diş minesi ve deniz canlılarının kabuklarında da bulunur. Hidroksiapatit (HA), insan kemigi ve diş yapısına benzerliği nedeniyle bu alanda en çok incelenen kalsiyum fosfat türüdür (Li ve diğ. 2019). Kimya, tıp ve biyomühendislik gibi birçok alandaki önemli uygulamalarda da kullanımı bulunmaktadır. Hidroksiapatit, doğal formda bulunması nedeniyle en çok araştırılan kalsiyum fosfattır. Ortalama olarak, HA kemik ağırlığının %50-70'ini

temsil eder ve yüksek osteoiletkenlik, biyobozunurluk, biyouyumluluk ve biyoaktif özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Khandelwal ve Prakash 2016). Ayrıca, normal sıcaklıklarda ve pH 4-12 arasındaki kararlılığı, onu çok çeşitli kullanımlar için uygun bir biyomateryal haline getirir. Son zamanlarda, HA'ya olan ilgi, hemostatik özellikleri ve kemik iyileştirme işlevleri nedeniyle artmıştır (Pokhrel, 2018).

Hidroksiapatit ve ilişkili kalsiyum fosfat seramik malzemeler, doğal kemiğe yapısal benzerlikleri nedeniyle yaygın bir şekilde implant materyali olarak kullanılmaktadır. Denizel organizmalardan elde edilen biyoseramik malzemeler, uyarlabilirlikleri ve işlevsellikleri sayesinde biyomedikal, diş hekimliği ve ortopedi alanlarındaki uygulamalarda kendine yer bulmuştur (Lee ve diğ. 2013; Mojahedian ve diğ. 2016). Kimyasal yapısında ana elementi kalsiyum olan kemik veya biyokütlelerden elde edilen ve sentetik forma göre daha iyi metabolik aktiviteye sahip olan doğal HA, çeşitli biyomedikal uygulamalarda kullanılmak üzere sentezlenebilmektedir (Williams 2009). HA ve kalsiyum fosfat seramik malzemeler, kusursuz biyoaktiviteye sahip oldukları için genellikle diş tedavilerindeki implant uygulamalarında kullanılır (Venkatesan ve Kim 2015).

Balon balığı dişlerinin yüksek bir dayanıklılığa sahip olması ve insan dişleri ile benzer biyoseramik özellikler göstermesi, bu yan ürünün potansiyel bir biyomateryal olarak diş endüstrisindeki uygulamalar için önemli avantajlar sunabileceğini göstermektedir (Srivastava ve diğ. 2015; Doğdu ve diğ. 2024b). Doğdu ve diğ. (2021a), *L. sceleratus* dişlerinin elementel bileşimini ve diş hekimliği uygulamalarında doğal biyoseramik olarak potansiyel kullanımını incelemişlerdir. Sentezlenen HA üzerinde uygulanan ICP-MS testinde, dişlerin elementel bileşimi %52 kalsiyum, %39 fosfat, %2,5 mangan, %1,5 magnezyum, %1 titanyum, %0,8 vanadyum ve %3,2 diğer elementler olarak belirlenmiş, Ca/P atomik oranı 1,32 olarak hesaplanmıştır. Çalışma, *L. sceleratus* dişlerinin biyomedikal ve diğer endüstriyel amaçlar için dolgu maddeleri, implantlar, kemik tozu ve protezlerin üretimi için doğal, orijinal ve alternatif bir kaynak olabileceğini ortaya koymuştur (Şekil 6).



Şekil 6. (A) *L. sceleratus* dişlerinin dış görünümü, (B) Toz haline getirilmiş dişler, (C) Dolgulu dişlerin nihai şekli (Doğdu ve diğ. 2021a).

Doğdu ve diğ. (2024), *L. suezensis*, *L. guentheri*, *Sphoeroides pachygaster* ve *Torguigener favimaculasus* elementel bileşimini ve diş hekimliği uygulamalarında doğal biyoseramik olarak potansiyel kullanımını incelemişlerdir. Bu dört türen sentezlenen HA üzerinde uygulanan ICP-MS testinde Ca/P atomik oranı sırasıyla 1,58, 1,64, 1,67 ve 1,47 olarak hesaplamışlardır. Yapılan analiz sonunda, ekonomik değeri olmayan balon balığı dişlerinin, doğal hidroksiapatit ihtiyacı için biyomedikal ve çeşitli diğer endüstrilerde bir doğal alternatif kaynak olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Ağır Metal Biyoindikatörü Olma Potansiyeli ve Aksesuar

Ağır metallerin çevreye salınımı doğal olaylardan ve antropojenik etkilerden kaynaklanmaktadır (Moiseenko ve Kudryavtseva 2001). Ağır metaller, ağırlıklarına göre farklı kimyasal formlarda su ekosistemlerine dağılır ve süreçlere katılır. Metal birikiminin büyük ölçüde insan kaynaklı olması nedeniyle, çevre sağlığı açısından etkisinin izlenmesi kaçınılmazdır. Bazı ağır metaller, örneğin bakır (Cu), çinko (Zn), demir (Fe), krom (Cr) ve selenyum (Se) canlılar için düşük dozlarda elzemdir. Ancak kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), arsenik (As) ve nikel (Ni) gibi ağır metallerin yaşamsal bir işlevi yoktur. Belirli bir konsantrasyonun ardından birikerek toksik etki gösterir, metabolik ve fizyolojik değişikliklere ve hatta ölüme neden olur (Duruibe ve diğ. 2007). Balıklar, insan tüketiminde önemli bir protein kaynağı olması ve sucul ekosistemlerde çevrenin ve besin zincirinin durumunu yansıtmasından dolayı kirlilik izleme çalışmalarında biyoindikatör olarak kullanılır (Authman ve diğ. 2015).

Akdeniz için istilacı ve yabancı konumda olan ve besin zincirinde avcıları bulunmayan balon balıklarının yan ürünü olan dişlerinin dentin dokusundaki potansiyel ağır metal birikimi sucul ortam için doğal bir şelasyon süreci olarak değerlendirilebilir. Bu anlamda gerçekleştirilmiş ilk çalışmada, Doğdu ve diğ. (2021b) *L. sceleratus*, *L. spadiceus*, *L. suezensis* ve *T. flavimaculosus* türlerinin dentin dokularındaki ağır metal birikimlerini, karaciğer, solungaç, kas ve beyin dokularındaki birikimler ile paralel olarak incelemişlerdir. Analiz edilen bu dört balon balığı türünün dentin dokularında, diğer dokularda olduğu gibi ağır metal tespit edilmiştir. Dentin dokusundaki ağır metal seviyelerinin özellikle beyinle benzer olduğu bulunmuştur. Mevcut çalışma, balon balığının dentin dokularının toksikoloji çalışmalarında ağır metal biyobirikimlerinin tespiti için indikatör doku olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Ayrıca, balon balığının derisi tabaklanarak tasarlanan çanta, cüzdan ve popülerlik kazanmaktadır. Balon balıklarının ekonomik değeri olmadığı göz önüne alındığında aksesuarların da dahil olduğu birçok ekonomik girdi oluşturma potansiyeli göz ardı edilmemelidir (Şekil 7).



Şekil 7. Balon balığı derilerinin cüzdan, anahtarlık ve çanta yapımındaki kullanımı
(Alıntı: Anonim 2025b).

Sonuç ve Öneriler

Türkiye denizleri için istilacı ve yırtıcı özellikteki aslan balığı ve balon balığı türleri, yerli türler üzerindeki fırsatçı beslenme tercihleri ve yırtıcı türler tarafından besin olarak oldukça nadiren tercih edilmeleri nedeniyle hem ekolojik hem de ekonomik açıdan sularımızda olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Ancak bu istilacı ve yabancı türlerin yayılması, alternatif yöntemlerle ekonomiye kazandırılarak önlenabilir.

Aslan balığından ekonomik faydalar elde edebilmek için, onun aslında çok lezzetli bir balık olduğunun ve dikenleri çıkarıldıktan sonra insan tüketimi için güvenli olduğunun benimsenmesini sağlamak gerekecektir. Ayrıca küçük ölçekli, rekreasyonel ve zıpkınla aslan balığı avcılığı gibi teşvikler, uzun vadede popülasyonları sürdürülebilir şekilde bastırmak için etkili ve düşük maliyetli bir yöntem olabilir. Önceki çalışmalarla ortaya konulmuş aslan balığından elde edilen biyoaktif maddelerin ilaç keşif çalışmalarında yeni bakış açılarıyla kullanımını artırmak ve çeşitli biyomedikal ürünlerin geliştirilmesinde ilham almak, bu türe ticari önem vererek yayılmasını önlemede etkili bir strateji olabilir.

Balon balığı ise insan tüketimine uygun olmadığı için bu türlerden elde edilen biyomalzemelerin ilaç keşif çalışmalarında kullanımını artırmak ve çeşitli ürünlerin geliştirilmesinde ilham almak, bu türe ticari önem vererek yayılmasını önlemede etkili bir strateji olabilir. Ülkemizde balon balığı türlerinin daha fazla yayılmasına karşı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından bazı bölgelerde bu balıkları avlayan balıkçılara balık başına para ödemesi yapılarak sınırlı da olsa bir yönetim çalışması yürütülmektedir.

Sonuç olarak, biyologlar, mühendisler, farmakologlar ve tıp doktorları arasındaki daha fazla iş birliği ve biyomedikal ve biyolojik yararlanma uygulamaların geliştirilmesi bu istilacı ve yabancı türlerin istilalarının önlenmesi için faydalı olacaktır.

Kaynakça

Akbora, H.D., Kunter, İ., Erçetin, T., Elagöz, A.M., Çiçek, B.A. (2020) Determination of tetrodotoxin (TTX) levels in various tissues of the silver cheeked puffer fish (*Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789)) in Northern Cyprus Sea (Eastern Mediterranean). *Toxicon* 175: 1-6.

Albins, M.A., Hixon, M.A. (2008) Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 367(2008): 233-238.

Alkan, Ö., Ayaz, A., Altınağaç, U., Özekinci, U., Çakır, F., Daban, İ.B., Şen, Y., Uğur G.E., Ayaz O. (2023) Aslan balığı *Pterois miles* (Bennett, 1828)'nın, Edremit Körfezi'nden ilave kaydı. *Doğanın Sesi* 6(12): 19-28.

Andradi-Brown, D.A., Vermeij, M.J., Slattey, M., Lesser, M., Bejarano, I., Appeldoorn, R., Exton, D.A. (2017) Large-scale invasion of western Atlantic mesophotic reefs by lionfish potentially undermines culling-based management. *Biological Invasions* 19(3): 939-954.

Anonim (2025a) Mevcut adres: <https://www.lionfishcaribbean.com/> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2025).

Anonim (2025b) Mevcut adres: <https://www.buyukalanya.com/balon-baligi-kadin-cantasindan-sonra-cuzdan-ve-anahtarlik-da-oldu/109039/> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2025).

Arbuckle, K. (2017) Evolutionary context of venom in animals. *Evolution of Venomous Animals and Their Toxins* 24: 3-31.

Ashwood, L.M., Norton, R.S., Undheim, E.A., Hurwood, D.A., Prentis, P.J. (2020) Characterising functional venom profiles of anthozoans and medusozoans within their ecological context. *Marine Drugs* 18(4): 202.

Atef, M., Ojagh, S.M. (2017) Health benefits and food applications of bioactive compounds from fish byproducts: A review. *Journal of Functional Foods* 35: 673-681.

Authman, M.M.N., Zaki, M.S., Khallaf, E.A., Abbas, H.H. (2015) Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution, *Journal of Aquaculture Research and Development* 6(4): 1-13.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (2004) Hayvansal kökenli gıdalar için özel hijyen kuralları belirleyen 29 Nisan 2004 tarihli ve (EC) No 853/2004 sayılı Tüzük. Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, L 139, 55–205. Mevcut adres: <https://eur->

lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32004R0853 (Erişim tarihi: 10 Mayıs 2025).

Ayas, D., şen Ağılıkaya, G. Yağlıoğlu, D. (2018) Kırmızı aslan balığı *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758)'ın Kuzeydoğu Akdeniz'deki yeni kaydı. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 6(4): 871-877.

Ayas, D., Gürlek, M., Çiftçi, N., Doğdu, S.A., Akbora, H.D., Moez, S., Turan, C. (2019) Length-weight relationships of pufferfish species (Tetraodontidae Bonaparte, 1832) from Mersin Bay, Northeastern Mediterranean Sea. Next Generation Biometry Workshop and Course, İskenderun, Türkiye, 04-06 October 2019, pp. 18-25.

Bai, F., Wu, J., Gong, G., Guo, L. (2015) Biomimetic “cactus spine” with hierarchical groove structure for efficient fog collection. *Advanced Science* 2: 1500047.

Bane, V., Lehane, M., Dikshit, M., O’Riordan, A., Furey, A. (2014) Tetrodotoxin: Chemistry, toxicity, source, distribution and detection. *Toxins* 6(2): 693-755.

Bariche, M., Torres, M., Azzurro, E. (2013) The presence of the invasive lionfish *Pterois miles* in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science* 14(2): 292-294.

Becerra-Amezcu, M.P., Hernández-Sámano, A.C., Puch-Hau, C., Aguilar, M.B., Collí-Dulá, R.C. (2020) Effect of *Pterois volitans* (lionfish) venom on cholinergic and dopaminergic systems. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 77: 103359.

Berde, C.B., Athiraman, U., Yahalom, B., Zurakowski, D., Corfas, G., Bognet, C. (2011) Tetrodotoxin-bupivacaine-epinephrine combinations for prolonged local anesthesia. *Marine Drugs* 9(12): 2717-2728.

Bilge, G., Filiz, H., Yapıcı, S., Gülşahin, A. (2016) On the occurrence of the devil firefish *Pterois miles* (Scorpaenidae), from the southern Aegean Sea with an elaborate occurrences in the Mediterranean coast of Turkey. HydroMediT 2016 2nd International Congress on Applied Ichthyology and Aquatic Environment, Messolonghi, Greece 10-12 November 2016, pp. 324-327.

Bochicchio, B., Barbaro, K., De Bonis, A., Rau, J.V., Pepe, A. (2020) Electrospun poly (d, l-lactide)/gelatin/glass-ceramics tricomponent nanofibrous scaffold for bone tissue engineering. *Journal of Biomedical Materials Research Part A* 108(5): 1064-1076.

Brighton Ndandala, C., Mustapha, U. F., Wang, Y., Assan, D., Zhao, G., Huang, C., Mkuye, R., Huang, H., Li, G., Chen, H. (2023) The perspective of fish venom: An overview of the physiology, evolution, molecular and genetics. *Frontiers in Marine Science* 10: 1085669.

Campos, F.V., Menezes, T.N., Malacarne, P.F., Costa, F.L., Naumann, G.B., Gomes, H.L., Figueiredo, S.G. (2017) A review on the *Scorpaena plumieri* fish venom and its bioactive compounds. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 22: 35.

Carpenter, K.E. (2002) The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony Fishes Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO, Rome, Italy.

Carroll, A.R., Copp, B.R., Davis, R.A., Keyzers, R.A., Prinsep, M.R. (2022) Marine natural products. *Natural Product Reports* 39(6): 1122-1171.

Casewell, N.R., Visser, J.C., Baumann, K., Dobson, J., Han, H., Kuruppu, S., Morgan, M., Romilio, A., Weisbecker, V., Mardon, K., Ali, S.A., Debono, J., Koludarov, I., Que, I., Bird, G.C., Cooke, G.M., Nouwens, A., Hodgson, W.C., Wagstaff, S.C., Cheney, K.L., Vetter, I., van der Weerd, L., Richardson, M.K., Fry, B.G. (2017) The evolution of fangs, venom, and mimicry systems in blenny fishes. *Current Biology* 27(8): 1184-1191.

Chen, J., Li, M., Yi, R., Bai, K., Wang, G., Tan, R., Sun, S., Xu, N. (2019) Electrodialysis extraction of pufferfish skin (*Takifugu flavidus*): A promising source of collagen. *Marine Drugs* 17(1): 25.

Cho, W.K., Ankrum, J.A., Guo, D., Chester, S.A., Yang, S.Y., Kashyap, A., Karp, J.M. (2012) Microstructured barbs on the North American porcupine quill enable easy tissue penetration and difficult removal. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(52): 21289-21294.

Church, J.E., Hodgson, W.C. (2002) The pharmacological activity of fish venoms. *Toxicon* 40(8): 1083-1093.

Cote, I.M., Green, S.J., Hixon, M.A. (2013) Predatory fish invaders: insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biological Conservation* 164: 50-61.

Couvreux, P. (2017) Ultrasound-triggered pain relief. *Nature Biomedical Engineering* 1(8): 625-626.

Doğdu, S.A., Turan, C., Ayas, D. (2019) Isolation and characterization of collagen and gelatin from skin of silver cheeked pufferfish *Lagocephalus sceleratus* for

pharmaceutical and biomedical applications. *Natural and Engineering Sciences* 4(3): 308-314.

Doğdu, S.A., Turan, C., Depci, T., Ayas, D. (2021a) Natural hydroxyapatite obtained from pufferfish teeth for potential dental application. *Journal of Ceramic Processing Research* 22(3): 356-361.

Doğdu, S.A., Çiftçi, N., Ayas, D., Turan, C. (2021b) Potential usage of pufferfish dentin as a metal accumulation indicator. *Journal of Water Chemistry and Technology* 43(3): 269-275.

Doğdu, S.A., Turan, C. (2021) Authentication and traceability of pufferfish species using DNA sequencing. *Pakistan Journal of Marine Sciences* 30(1): 1-11.

Doğdu, S.A., Turan, C. (2024) Length-weight relationship of diamondback puffer *Lagocephalus guentheri* from the northeastern Mediterranean Sea. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* 9(3): 326-333.

Doğdu, S.A., Turan, C., Depci, T. (2024a) Extraction and characterisation of type I collagen from the scales of redcoat *Sargocentron rubrum*. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* 9(4): 616-622.

Doğdu, S. A., Turan, C., Depci, T., Bahçeci, E., Sangün, K., Ayas, D. (2024b) Hydroxyapatite production and characterization from four pufferfish species teeth. *Journal of Ceramic Processing Research* 25(1): 85-91.

Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C., Ekwurugwu, J.N. (2007) Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of Physical Sciences* 2(5): 112-118.

Eagderi S., Fricke R., Esmaeili H.R., Jalili P. (2019) Annotated checklist of the fishes of the Persian Gulf: Diversity and conservation status. *Iranian Journal of Ichthyology* 6(Suppl): 1-171.

Ergüden, D., Kabaklı, F., Uyan, A., Doğdu, S.A., Karan, S., Gürlek, M., Turan, C. (2017) New record of diamondback puffer *Lagocephalus guentheri* Miranda Ribeiro, 1915 from the North-eastern Mediterranean, Turkey. *Natural and Engineering Sciences* 2(3): 67-73.

Ergüden, D., Turan, C., Ergüden, S., Ayas, D. (2024) Occurrence of the Indo-Pacific Stonefish, *Synanceia verrucosa* Bloch and Schneider, 1801 in the northeastern Mediterranean Sea. *Tethys Environmental Science* 1(3): 144-151.

El-Sayed, M., Yacout, G.A., El-Samra, M., Ali, A., Kotb, S.M. (2003) Toxicity of the Red Sea pufferfish *Pleuranacanthus sceleratus* "El-Karad". *Ecotoxicology and Environmental Safety* 56(3): 367-372.

Evripidou, S. (2013) Toxic Lionfish makes its way to Cyprus waters. Mevcut adres: www.cyprus-mail.com/cyprus/toxicLionfish-makes-its-way-cyprus-waters/20130220 (Erişim tarihi: 22 Şubat 2013).

Farrag, M., El-Haweet, A.A., Moustafa, M.A. (2016) Occurrence of puffer fishes (Tetraodontidae) in the eastern Mediterranean, Egyptian coast-filling in the gap. *BioInvasions Record* 5(1): 47.

Ferreira, C.E., Luiz, O.J., Floeter, S.R., Lucena, M.B., Barbosa, M.C., Rocha, C. R., Rocha, L.A. (2015) First record of invasive lionfish (*Pterois volitans*) for the Brazilian coast. *PloS One* 10(4): e0123002.

Fricke, R., Eschmeyer, W.N. Van der Laan, R. (2025) Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references. Mevcut adres: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (Erişim tarihi: 12 Mayıs 2025).

Galloway, K.A., Porter, M.E. (2019) Mechanical properties of the venomous spines of *Pterois volitans* and morphology among lionfish species. *Journal of Experimental Biology* 222(6): jeb197905.

Gokulalakshmi, E., Sri Kumaran, N., Vijayara, R. (2018) A mini review on bioprospecting of fish venom. *International Journal of Creative Research Thoughts* 6(2): 1177-1181.

Golani, D., Sonin, O (1992) New records of the Red Sea fishes, *Pterois miles* (Scorpaenidae) and *Pteragogus pelycus* (Labridae) from the eastern Mediterranean Sea. *Japanese Journal of Ichthyology* 39(2): 167-169.

Gomez-Guillen, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.A., Montero, M.P. (2011) Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids* 25(8): 1813-1827.

Gorman, L.M., Judge, S.J., Fezai, M., Jemaa, M., Harris, J.B., Caldwell, G.S. (2020) The venoms of the lesser (*Echiichthys vipera*) and greater weeverfish (*Trachinus draco*)-a review. *Toxicon* X: 100025.

Gökoğlu, M., Teker, S., Julian, D. (2017) Westward extension of the lionfish *Pterois volitans* Linnaeus, 1758 along the Mediterranean coast of Turkey. *Natural and Engineering Sciences* 2(2): 67-72.

Gürlek, M., Ergüden, D., Uyan, A., Doğdu, S.A., Yağlıoğlu D., Öztürk B., Turan C. (2016) First record red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1785) in the Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences* 1(3): 27-32.

Haddad Junior, V. (2021) Injuries by Aquatic Vertebrate Animals. In: Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals, (ed., Haddad Junior, V.), Springer, Switzerland, pp. 91-300.

Haddad, V., Lupi, O., Lonza, J.P., Tyring, S.K. (2015a) Tropical dermatology: marine and aquatic dermatology. *Journal of the American Academy of Dermatology* 61: 733-750.

Haddad, V., Stolf, Jr., H.O., Risk, J.Y., França, F.O., Cardoso, J.L. (2015b) Report of 15 injuries caused by lionfish (*Pterois volitans*) in aquarists in Brazil: A critical assessment of the severity of envenomations. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 21: 1-7.

Hagen, N. A., du Souich, P., Lapointe, B., Ong-Lam, M., Dubuc, B., Walde, D., Love, R., Ngoc, A.H. (2008) Tetrodotoxin for moderate to severe cancer pain: A randomized, double blind, parallel design multicenter study. *Journal of Pain and Symptom Management* 35(4): 420-429.

Hornbeak, K.B., Auerbach, P.S. (2017) Marine Envenomation. *Emergency Medicine Clinics of North America* 35(2): 321-337.

Hwang, D.F., Noguchi, T. (2007) Tetrodotoxin poisoning. *Advances in Food and Nutrition Research* 52: 141-236.

Iswariya, S., Velswamy, P., Uma, T. S. (2018) Isolation and characterization of biocompatible collagen from the skin of puffer fish (*Lagocephalus inermis*). *Journal of Polymers and the Environment* 26(5): 2086-2095.

Jal, S., Khora, S.S. (2015) An overview on the origin and production of tetrodotoxin, a potent neurotoxin. *Journal of Applied Microbiology* 119(4): 907-916.

Jeevithan, E., Qingbo, Z., Bao, B., Wu, W. (2013) Biomedical and pharmaceutical application of fish collagen and gelatin: A review. *Journal of Nutritional Therapeutics* 2(4): 218-227.

Johnston M.W., Purkis S.J. (2014) Are lionfish set for a Mediterranean invasion? Modelling explains why this is unlikely to occur. *Marine Pollution Bulletin* 88 (1-2): 138-147.

Karp, P., Fruitema, M., Chapman, J., Curtis-Quick, J., Spencer, E., Saul-Demers, N. (2015) Incentivizing Lionfish Removal Through Development of Markets for Jewelry. Mevcut adres: https://www.car-spaw-rac.org/IMG/pdf/5_phil_karp_egcfi-lf_jewelry-fpr_presentation.pdf (Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025).

Khandelwal, H., Prakash, S. (2016) Synthesis and characterization of hydroxyapatite powder by eggshell. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering* 4(2): 119-126.

King, G. (2015) Venoms to Drugs: Venom as a Source for the Development of Human Therapeutics. Royal Society of Chemistry, London, UK.

Kleitou, P., Hall-Spencer, J., Rees, S., Sfenthourakis, S., Demetriou, A., Chartosia, N., Jimenez, C., Hadjioannou, L., Petrou, A., Christodoulides, Y. (2019) Tackling the lionfish invasion in the Mediterranean. 1st Mediterranean Symposium on the Non-Indigenous Species, Antalya, Turkey, 17-18 January 2019, pp. 65-70.

Köşker, A.R., Özoğul, F., Ayas, D., Durmuş, M., Uçar, Y., Regenstein, J.M., Özoğul, Y. (2019) Tetrodotoxin levels of three pufferfish species (*Lagocephalus* sp.) caught in the North-Eastern Mediterranean Sea. *Chemosphere* 219: 95-99.

Lagopati, N., Pippa, N., Gatou, M.A., Papadopoulou-Fermeli, N., Gorgoulis, V. G., Gazouli, M., Pavlatou, E.A. (2023) Marine-originated materials and their potential use in biomedicine. *Applied Sciences* 13(16): 9172.

Lee, J.C., Hou, M.F., Huang, H.W., Chang, F.R., Yeh, C.C., Tang, J.Y., Chang, H.W. (2013) Marine algal natural products with anti-oxidative, anti-inflammatory, and anti-cancer properties. *Cancer Cell International* 13(1): 1-7.

Li, Z.R., Wang, B., Chi, C.F., Zhang, Q.H., Gong, Y.D., Tang, J.J., Luo, H.Y., Ding, G.F. (2013) Isolation and characterization of acid soluble collagens and pepsin soluble collagens from the skin and bone of Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*). *Food Hydrocolloids* 31(1): 103-113.

Li, T.T., Ling, L., Lin, M.C., Jiang, Q., Lin, Q., Lou, C.W., Lin, J.H. (2019) Effects of ultrasonic treatment and current density on the properties of hydroxyapatite coating via electrodeposition and its in vitro biomineralization behavior. *Materials Science and Engineering: C* 105: 110062.

Lopes-Ferreira, M., Grund, L.Z., Lima, C. (2014) *Thalassophryne nattereri* fish venom: from the envenoming to the understanding of the immune system. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 20: 1-12.

Mannal, N. (2022) A sweet race to death? Dopaminergic midbrain neurons in the substantia nigra show complex glucose sensing abilities: a multi-electrode array analysis. Universität Ulm, Institute of Applied Physiology, Baden-Württemberg, Doctoral Dissertation, 133 p.

Mebs, D. (1994) The strategic use of venoms and toxins by animals. *Universitas* 3: 213-222.

Memar, B., Jamili, S., Shahbazzadeh, D., Bagheri, K.P. (2016) The first report on coagulation and phospholipase A2 activities of Persian Gulf lionfish, *Pterois russelli*, an Iranian venomous fish. *Toxicon* 113: 25-31.

Miyazawa, K., Noguchi, T. (2001) Distribution and origin of tetrodotoxin. *Journal of Toxicology: Toxin Reviews* 20(1): 11-33.

Moiseenko, T.I., Kudryavtseva, L.P. (2001) Trace metal accumulation and fish pathologies in areas affected by mining and metallurgical enterprises in the Kola Region, Russia. *Environmental Pollution* 114(2): 285-297.

Mojahedian, M., Fahimipour, F., Larsen, K.L., Kalantar, M., Bastami, F., Omatali, N. (2016) Ethanol-based sol-gel synthesis of nano-crystalline hydroxyapatite with different calcium phosphorus ratios (Ca/P). *Journal of Ceramic Processing Research* 17(11): 1138-1142.

Morris J.A.J., Akins J.L., Barse A., Cerino D., Freshwater D.W. Green S., Muñoz R., Paris C., Whitfield P.E. (2009) Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 61: 1-6.

Mulgrew, B. (2020) Putting the Cat Back in the Bag: Turning the Invasive Lionfish Scourge Into a Conservation Opportunity. *UC San Diego: Center for Marine Biodiversity and Conservation*. Mevcut adres: <https://escholarship.org/uc/item/9k7915x0> (Erişim tarihi: 10 Mayıs 2025).

Nagai, T., Araki, Y., Suzuki, N. (2002) Collagen of the skin of ocellate puffer fish (*Takifugu rubripes*). *Food Chemistry* 78(2): 173-177.

Nagashima, Y., Arakawa, O. (2016) Pufferfish poisoning and tetrodotoxin. In: *Marine and freshwater toxins*. Springer, Dordrecht, pp. 259-284.

Nelson, J.S. (1984) *Fishes of the World* (3rd ed). Wiley, New York, USA.

Newman, D.J., Cragg, G.M. (2014) Marine-sourced anti-cancer and cancer pain control agents in clinical and late preclinical development. *Marine Drugs* 12(1): 255-278.

Nieto, F.R., Cobos, E.J., Tejada, M.Á., Sánchez-Fernández, C., González-Cano, R., Cendán, C.M. (2012) Tetrodotoxin (TTX) as a therapeutic agent for pain. *Marine Drugs* 10(2): 281-305.

Ogawa, M., Moody, M.W., Portier, R.J., Bell, J., Schexnayder, M.A., Losso, J.N. (2003) Biochemical properties of black drum and sheepshead seabream skin collagen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(27): 8088-8092.

Oray, I.K., Sınay, E., Karakulak, F.S., Yıldız, T. (2015) An expected marine alien fish caught at the coast of Northern Cyprus: *Pterois miles* (Bennett, 1828). *Journal of Applied Ichthyology* 31(4): 733-735.

Ortiz, E., Gurrola, G.B., Schwartz, E.F., Possani, L.D. (2015) Scorpion venom components as potential candidates for drug development. *Toxicon* 93: 125-135.

Oruç, A.Ç., Genç, T.Ş., Özgül, A., Lök, A. (2022) The northernmost dispersal record of the lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) for the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39(1): 84-87.

Otero, P., Rodríguez, P., Botana, A.M., Alfonso, A., Botana, L.M. (2013) Analysis of natural toxins. In: Liquid Chromatography, (eds., Fanali, S., Chankvetadze, B., Haddad, P.R., Poole, C., Riekkola, M.L.), Elsevier, pp. 411-430.

Özbek, E.O., Mavruk, S., Saygu, I., Öztürk, B. (2017) Lionfish distribution in the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 23: 1-16.

Özgül, A. (2020) Occurrence of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the coast of Aegean Sea (Turkey): The northernmost dispersal record. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(3): 313-317.

Pokhrel, S. (2018) Hydroxyapatite: preparation, properties and its biomedical applications. *Advances in Chemical Engineering and Science* 8(4): 225-240.

Poursanidis D. (2015) Ecological Niche Modeling of the invasive lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Mediterranean Sea. 11th Panhellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Mytilene, Lesvos Island, Greece, 13-17 May 2015, pp. 621-624.

Ragkousis, M., Abdelali, N., Azzurro, E., Badreddine, A., Bariche, M., Bitar, G., Crocetta, F., Denitto, F., Digenis, M., El Zrelli, R., Ergenler, A., Fortič, A., Gerovasileiou, V., Grimes, S., Katsanevakis, S., Koçak, C., Licchelli, C., Loudaros, E., Mastrototaro, F., Mavrič, B., Mavruk, S., Miliou, A., Montesanto, F., Ovalis, P., Pontes, M., Rabaoui, L., Sevingel, N., Spinelli, A., Tiralongo, F.,

Tsatiris, A., Turan, C., Vitale, D., Yalçın, F., Yapıcı, S., Zenetos, A. (2020). New Alien Mediterranean Biodiversity Records (October 2020) *Mediterranean Marine Science* 21(3): 631-652.

Sahlabadi, M., Gardell, D., Attia, J. Y., Khodaei, S. Hutapea, P. (2017) Insertion mechanics of 3D printed honeybee-inspired needle prototypes for percutaneous procedure. Design of Medical Devices Conference, Minnesota, USA, 10-13 April 2017, pp. 1-2.

Sato, K. I., Akai, S., Shoji, H., Sugita, N., Yoshida, S., Nagai, Y., Suzuki, K., Nakamura, Y., Kajihara, Y., Funabashi, M., Yoshimura, J. (2008) Stereoselective and efficient total synthesis of optically active tetrodotoxin from D-glucose. *The Journal of Organic Chemistry* 73(4): 1234-1242.

Sayed, A.A., Yousef, M., Grubich, J. (2016) Identification of Red Sea lionfish venom-protein and assessing its anti-cancer efficacy. *Egyptian Journal of Pure and Applied Science* 54(2): 57-66.

Schendel, V., Rash, L.D., Jenner, R.A., Undheim, E.A. (2019) The diversity of venom: the importance of behavior and venom system morphology in understanding its ecology and evolution. *Toxins* 11(11): 666.

Schmidt, M.M., Dornelles, R.C.P., Mello, R.O., Kubota, E.H., Mazutti, M.A., Kempka, A.P., Demiate, I.M. (2016) Collagen extraction process. *International Food Research Journal* 23(3): 913.

Schofield P.J. (2010) Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions* 5(Supplement 1): 117-122.

Sivan, A. (2011) New perspectives in plastic biodegradation. *Current Opinion in Biotechnology* 22(3): 422-426.

Smith, W.L., Wheeler, W.C. (2006) Venom evolution widespread in fishes: A phylogenetic road map for the bioprospecting of piscine venoms. *Journal of Heredity* 97(3): 206-217.

Sommeng, A.N., Arya, R.M.Y., Ginting, M.J., Pratami, D.K., Hermansyah, H., Sahlan, M., Wijanarko, A. (2019a) Antiretroviral activity of *Pterois volitans* (red lionfish) venom in the early development of human immunodeficiency virus/acquired immunodeficiency syndrome antiretroviral alternative source. *Veterinary World* 12(2): 309.

Sommeng, A.N., Sari, M., Ginting, M.J., Sahlan, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A. (2019b) The influence of heating process on anticancer activity of *Pterois volitans* (red lionfish) venom extraction against human cervical carcinoma cell. In: AIP Conference Proceedings, AIP Publishing LLC., p. 030022.

Sommeng, A.N., Pratiwi, I., Ginting, M.J., Sahlan, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A. (2019c) The effects of heating process on protein isolation of lionfish (*Pterois volitans*) spines venom extract to antioxidant activity assay. In: AIP Conference Proceedings, AIP Publishing LLC., p. 020007.

Sommeng, A.N., Tafsili, M.A.B., Ginting, M.J., Sahlan, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A. (2019d) Utilization of lionfish (*Pterois volitans*) venomous spines with effective purification as an alternative antiretroviral HIV/AIDS. In: AIP Conference Proceedings, AIP Publishing LLC., p. 030016.

Sommeng, A.N., Ramadhan, M.Y.A., Larasati, R., Ginting, M.J., Sahlan, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A. (2020a) Extraction of PLA2 and antibacterial activity test of lionfish (*Pterois volitans*) spine venom. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, p. 012040.

Sommeng, A.N., Eka, A.K., Ramadhan, M.Y.A., Ginting, M.J., Sahlan, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A. (2020b) Protein isolation and identification of *Pterois volitans* spine venom coagulant activity. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, p. 012039.

Souissi, J.B., Rifi, M., Ghanem, R., Ghazzi, L., Boughedir, W., Azzurro, E. (2014) *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) expands through the African coasts towards the Western Mediterranean Sea: A call for awareness. *Management of Biological Invasions* 5(4): 357-362.

Srivastava, A., Srivastava, A., Srivastava, A., Chandra, P. (2015) Marine biomaterials in therapeutics and diagnostic. In: Springer Handbook of Marine Biotechnology, (ed., Kim, S.K.), Springer, Germany, pp. 1247-1263.

Sultana, A., Zare, M., Thomas, V., Kumar, T.S., Ramakrishna, S. (2022) Nano-based drug delivery systems: Conventional drug delivery routes, recent developments and future prospects. *Medicine in Drug Discovery* 15: 100134.

Turan, C. (2010) Status and trend of Lessepsian species in marine waters of Turkey. *FAO-EastMed Technical Document* 4: 109-118.

Turan, C. (2020) Species distribution modelling of invasive alien species; *Pterois miles* for current distribution and future suitable habitats. *Global Journal of Environmental Science and Management* 6(4): 429-440.

Turan C., Ergüden D., Gürlek M., Yağlıoğlu D., Uyan A., Uygur N. (2014) First record of the Indo-Pacific lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Osteichthyes: Scorpaenidae) for the Turkish marine waters. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 20(2): 158-163.

Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M. (2016) Climate change and biodiversity effects in Turkish seas. *Natural and Engineering Sciences* 1(2): 15-24.

Turan, C., Gürlek, M., Ergüden, D., Uyan, A., Karan, S., Doğdu, S.A. (2017) Assessing DNA barcodes for identification of pufferfish species (Tetraodontidae) in Turkish marine waters. *Natural and Engineering Sciences* 2(3): 55-66.

Turan, C., Gürlek, M., Başusta, N., Uyan, A., Doğdu, S.A., Karan, S. (2018) A checklist of the non-indigenous fishes in Turkish marine waters. *Natural and Engineering Sciences* 3(3): 333-358.

Turan, C., Uyan, A., Gürlek, M., Doğdu, S.A. (2020) DNA barcodes for identifications of two lionfish species *Pterois miles* (Bennett, 1828) and *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean. *FishTaxa* 16: 29-36.

Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Doğdu, S.A. (2024a) Checklist of alien fish species in the Turkish marine ichthyofauna for science and policy support. *Tethys Environmental Science* 1(2): 50-86.

Turan, C., Öztürk, B. (2015) First record of the lionfish *Pterois miles* (Bennett 1828) from the Aegean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 20(2): 334-388.

Turan, C., Uyan, A., Soldo, A., Doğdu, S.A., Ergüden, D. (2025). Checklist of cartilaginous species with current status and conservation strategies in Turkish marine waters. *Tethys Environmental Science* 2(1): 31-61.

Turan, C., Doğdu, S., Şenli, H., Bilgin, K. (2024b). Extension of the Striped Eel Catfish *Plotosus lineatus* to the western Mediterranean Sea (Antalya Bay, Türkiye). *Tethys Environmental Science* 1(4): 164-170.

Ulman, A., Tunçer, S., Kızılkaya, İ.T., Zilifli, A., Alford, P., Giovos, I. (2020) The lionfish expansion in the Aegean Sea in Turkey: a looming potential ecological disaster. *Regional Studies in Marine Science* 36: 101271.

Utkin, Y.N. (2015) Animal venom studies: Current benefits and future developments. *World Journal of Biological Chemistry* 6(2): 28-33.

Uyan, A., Turan, C., Doğdu, S., Gürlek, M., Yağlıoğlu, D., Sönmez, B. (2024) Genetic and some bio-ecological characteristics of Lessepsian lizardfish *Saurida*

lessepsianus from the northeastern Mediterranean Sea. *Tethys Environmental Science* 1(1): 1-16.

Ünal, V., Göncüoğlu, H., Durgun, D., Tosunoğlu, Z., Deval, C., Turan, C. (2015) Silver-cheeked toadfish, *Lagocephalus sceleratus* (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae), causes a substantial economic losses in the Turkish Mediterranean coast: A call for decision makers. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 45(3): 231-237.

Venkatesan, J., Kim, S.K. (2015) Marine biomaterials. In: Springer Handbook of Marine Biotechnology, (ed., Kim, S.K.), Springer, Germany, pp. 1195-1215.

White, J., Meier, J. (2017) Handbook of clinical toxicology of animal venoms and poisons. CRC Press, Florida, USA.

Williams, D.F. (2009) On the nature of biomaterials. *Biomaterials* 30(30): 5897-5909.

Yağlıoğlu D., Ayas D. (2016) New occurrence data of four alien fishes (*Pisodonophis semicinctus*, *Pterois miles*, *Scarus ghobban* and *Parupeneus forsskali*) from the north eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay, Turkey). *Biharean Biologist* 10(2): 150-152.

Yalnız, Ş. Ç., Turan, F., Doğdu, S.A. (2017). Maturation and gonad development of yellowspotted puffer *Torquigener flavimaculosus* (Osteichthyes: Tetraodontidae) from Iskenderun Bay, North-eastern Mediterranean. *Natural and Engineering Sciences* 2(3): 1-11.

Zenetos, A., Gofas, S., Morri, C., Rosso, A., Violanti, D., Raso, J.G., Çınar, M.E., Almogi-Labin, A., Ateş, A.S., Azzurro, E., Ballesteros, E., Bianchi, C.N., Bilecenoglu, M., Gambi, M.C., Giangrande, A., Gravili, C., Hyams-Kaphzan, O., Karachle, P.K., Katsanevakis, S., Lipej, L., Mastrototaro, F., Mineur, F., Pancucci-Papadopoulou, M.A., Ramos Esplá, A., Salas, C., San Martín, G., Sfriso, A., Streftaris, N., Verlaque, M. (2012) Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Mediterranean Marine Science* 13(2): 328-352.

Ziegman, R., Alewood, P. (2015) Bioactive components in fish venoms. *Toxins* 7(5): 1497-1531.

İklim Değişikliği Sürecinde Türk Denizlerinde Zararlı Alg Çoğalmaları (ZAÇ), Toksik Algler ve Geleceğe Yönelik Tehdit Senaryoları

Muharrem BALCI^{1*}, Turgay DURMUŞ¹, Rabia SEZGİN²,
Uğur ATAĞLI^{2,3}

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

³ Marmara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İstanbul

*muharrem.balci@istanbul.edu.tr

Özet

İklim değişikliğinin denizel sistemler üzerindeki etkileri, sıcaklık artışı, tabakalaşmanın güçlenmesi, besin elementleri dengesizlikleri ve durağan su kütlelerinin yaygınlaşması gibi süreçler üzerinden zararlı alg çoğalmalarını (ZAÇ) ciddi biçimde etkilemektedir. Türk denizlerinde (Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz) son yıllarda artan ZAÇ olayları, toksin üretimi, çevresel koşullar, tür stratejileri ve olası gelecek senaryoları kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Marmara Denizi'nde gözlenen *Noctiluca scintillans*, *Prorocentrum micans*, *Pseudo-nitzschia multiseriata* ve *Cochlodinium* gibi türlerin varlığı ve aşırı çoğalmaları, fitoplankton kompozisyonunun sıcaklık, ışık ve besin koşullarına ne derece hassas yanıt verdiğini göstermektedir. Dinoflagellatlar hem planktonik hem bentik formlarıyla, mikсотrofik beslenme yetenekleri, dinlenme kistleri ve toksin üretimiyle öne çıkmakta ve değişen iklim koşullarında avantaj kazanmaktadır. Özellikle bentik dinoflagellatlar (*Ostreopsis*, *Gambierdiscus*, *Prorocentrum lima*) Akdeniz'de yayılım göstermekte, bu türlerin ılgan kuşaklara doğru kaymaları "tropikalleşme" olgusu ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, 2021 Marmara müsilağı gibi olaylar, fitoplankton artışlarının fiziksel ve biyokimyasal eşikleri nasıl aşabildiğini göstermiştir. Çalışmada, halk sağlığına yönelik potansiyel riskler, deniz ürünleri güvenliği, sucul biyolojik çeşitlilikteki kayıplar ve mavi ekonomi üzerindeki etkiler de ele alınmış; toksinler aracılığıyla gelişen insan sağlığı sorunları ve bu olaylara karşı Türkiye'deki mevcut izleme altyapısının yetersizlikleri tartışılmıştır. Gelecekte artması öngörülen ZAÇ sıklığına karşı alınması gereken önlemler, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve izleme-temelli yönetim modellerinin gerekliliğı vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Dinoflagellat, diyatom, fitoplankton, toksin, zararlı alg çoğalması

Giriş

Küresel iklim değişikliği, denizel ekosistemler üzerinde çok boyutlu etkiler yaratarak fitoplankton kompozisyonunun, birincil üretimin ve trofik yapıların değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimler, özellikle zararlı alg çoğalmaları (ZAÇ; İng. Harmful Algal Blooms – HABs) olarak bilinen olayların sıklık ve şiddetinde artışlara neden olmaktadır. ZAÇ'lar, fitoplanktonun bir veya birkaç türünün çevresel koşulların etkisiyle anormal şekilde çoğalmasıyla ortaya

çıkılmaktadır. Su kütlesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek ciddi çevresel, ekonomik ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler. Son otuz yıl içerisinde hem dünyada hem de Türkiye kıyı sularında bildirilen ZAÇ olaylarında önemli artışlar gözlenmiştir. Özellikle 2000 sonrası dönemde Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarında zararlı alg çoğalmaları rapor edilmiştir. Bu olaylar, sadece balık ölümleriyle değil, aynı zamanda kabuklu deniz ürünlerinde biriken toksinlerin insan sağlığına olumsuz etkileriyle de ilişkilidir. İklim değişikliğiyle birlikte, deniz yüzeyi sıcaklığındaki artış, su kolonunun durağanlaşması, okyanus asidifikasyonu, azot/fosfor oranlarındaki kaymalar ve küresel ısınmaya bağlı olarak azalan yağış ile nehir girdileri gibi birçok çevresel değişken, ZAÇ olaylarını destekleyen koşulların oluşumunu kolaylaştırmaktadır (Paerl ve Huisman 2008). Özellikle kıyıda açık bölgelerde veya nehir etkisinden uzak açık deniz yüzey sularında, azalan karışım ve tortu süspansiyonu su kolonundaki türbiditenin düşmesine ve buna bağlı olarak ışık geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır (Cloern 2001). Artan ışık geçirgenliği, ışığın daha derinlere ulaşmasını sağlayarak fotosentetik türler için uygun habitat aralığını genişletmektedir. Her ne kadar ötrofikasyon kısa vadede ışık geçirgenliğini azaltabilse de iklim kaynaklı bu fiziksel değişimler uzun vadede, ışık ihtiyacı yüksek bazı ZAÇ türlerinin çoğalmasını kolaylaştıran elverişli ortamlar yaratabilmektedir (Anderson 2014).

ZAÇ Olaylarının Ekolojik Temelleri, Tür Stratejileri ve Sınıflandırılması

Dünya nüfusu, sanayileşme ve buna bağlı olarak evsel ve endüstriyel atıkların süreklilik göstererek artması sonucunda, deniz ve kıyı sularında ortaya çıkan çevre kirliliği günümüzde küresel bir problem haline gelmiştir. Kıyısız sulara yaşanan kirlilik sonucunda sucul ekosistemlerde besin tuzlarının yoğunluğunun yükselmesi ve birincil üretimin artması ile ortaya çıkan ötrofikasyon, aşırı alg artışı olarak gözlemlenen bir süreçtir. Ötrofik sulara aşırı alg artışları, toplam algal biyokütleinin %80-90'nını oluşturan belirli bir türe veya gruba özgü mikroorganizmalar tarafından meydana getirilir. Mikroskopik tek hücreli algler, denizdeki besin ağını sürdüren birincil üretimin çoğundan sorumlu denizdeki fitoplanktonun ana bileşenidir. Fitoplankton topluluklarının önemli bir bölümünü oluşturan diyatomlar (Bacillariophyceae), silika (SiO₂) bazlı hücre duvarlarına sahip olup özellikle ılıman ve soğuk sulara yüksek birincil üretim kapasiteleriyle ekosistemin taşıyıcı gruplarından. Diyatomlar, özellikle ilkbahar ve sonbaharda görülen mevsimsel aşırı artışlarda baskın hale gelebilirler. Bazı diyatom türleri, ötrofik koşullarda yüksek silikat ve nitrat düzeylerine bağlı olarak hızla çoğalabilir ve bu artışlar zaman zaman oksijen azalması (hipoksi) gibi çevresel sorunlara neden olabilir. Ayrıca, belirli *Pseudo-nitzschia* türleri tarafından üretilen domoik asit gibi nörotoksinler, denizel besin zincirini ve insan sağlığını tehdit eden toksik algal artışlarına yol açabilir. Denizlerde toksin üreten ve ZAÇ olaylarında öne çıkan diğer önemli fitoplankton grubu ise Dinophyceae üyeleridir. Bu mikroorganizmalar olumsuz çevresel koşullarda kist oluşturarak onlarca yıl sürebilen dinlenme evresine geçer ve sedimentte birikirler.

Dinoflagellatların deniz sedimanında biriken dinlenme kistleri, uygun sıcaklık, ışık ve besin tuzlarının yeterli yoğunlukta olduğu koşullarda su kolonu boyunca tekrar aktif hale geçebilir ve aşırı artış yapabilirler. Zararlı alg çoğalmaları, fitoplankton türlerinden bazılarının (özellikle dinoflagellatlar, diyatomlar ve bazı raphidophyte/flagellate türleri) belirli çevresel koşullarda baskın hale gelerek biyokütlelerini hızlı biçimde artırmasıyla ortaya çıkar. Bu olaylar, ekosistem üzerinde çok çeşitli ve çok düzeyli etkiler yaratır. Fitoplankton topluluklarının yapısı ve dağılımı, başta sıcaklık, ışık, besin tuzları (özellikle nitrat, fosfat ve silikat), tuzluluk, su kolonunun durağanlığı ve akıntı dinamikleri gibi faktörlere bağlıdır. Dinoflagellatlar, özellikle durağan ve sıcak sulara iyi adapte olmuşlardır. Bu nedenle tabakalaşmanın arttığı su kütlelerinde dinoflagellat bazlı çoğalmalar daha baskın olmaktadır (Anderson ve diğ. 2002). Yüzey sıcaklıklarının artışı, termoklinin güçlenmesine ve karışımın azalmasına neden olurken, bu durum fotosentetik organizmaların üst tabakalarda yoğunlaşmasına yol açar. Ayrıca ötrofik koşullar — özellikle kentsel ve tarımsal kaynaklı azot-fosfor yüklerinin arttığı durumlar — dinoflagellatların ve diğer türlerin ani çoğalmalarını kolaylaştırır. Bazı türler, zararlı alg çoğalması (ZAÇ) oluşturma potansiyelini artıran özel adaptasyonlara sahiptir. Bu adaptasyonlar arasında, dinoflagellatların ışık ve besin gradyanlarına bağlı olarak dikey göç yapabilmesi hem fotosentez hem de fagositoz yoluyla mikсотrofik beslenme yeteneği, uygun olmayan çevre koşullarında sedimentte uzun süre canlı kalabilen dinlenme kistleri oluşturmaları ve bazı türlerin biyotoksin üreterek rekabet avantajı sağlaması yer alır. Zararlı alg çoğalmaları genel olarak iki gruba ayrılır. Birinci grup, toksin üreten türlerin çoğalmasıyla oluşan ve kabuklu deniz ürünleri yoluyla ya da aerosol maruziyetiyle insan sağlığına zarar verebilen toksik çoğalmalardır. İkinci grup ise toksik olmayan ancak aşırı biyokütleyle sudaki oksijen düzeyini düşüren (hipoksi) ve ışık geçirgenliğini azaltarak balık ölümleri ya da habitat tahribatına neden olabilen çoğalmalardır; *Noctiluca scintillans* bu duruma örnek gösterilebilecek bir türdür.

Türk Denizlerinde ZAÇ ve Toksin Üreten Türler

Türkiye, son yıllarda küresel ısınma ve antropojenik kirlilik baskısının da artmasıyla birlikte zararlı alg çoğalmalarının sıklığında ve şiddetinde belirgin artışların gözlemlendiği, üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olarak öne çıkmaktadır (Nümann 1955; Koray ve Büyükkışık 1988; Koray ve diğ. 1992; Eker ve Kıdeyş 2000; Koray ve Sabancı 2001; Koray ve diğ. 2002; Uysal ve diğ. 2003; Feyzioğlu ve Ögüt 2006; Taş ve Okuş 2004; Taş ve diğ. 2006, 2020; Tüfekçi ve diğ. 2010; Balkis ve diğ. 2011; Feyzioğlu 2013; Turkoğlu 2013, 2016; Kopuz ve diğ. 2014; Balkis-Ozdelice ve diğ. 2021; Ergul ve diğ. 2021; Yurga 2022a; Sabancı ve diğ. 2025). Akdeniz Havzası'nda yer alan konumuyla da hem Atlantik kökenli hem de Kızıldeniz kaynaklı istilacı türlerin etkisinde kalan karmaşık bir denizel biyocoğrafyaya sahiptir. Bir yarımada ülkesi olan Türkiye'nin Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'e açılan kıyıları, farklı oşinografik özellikler ve insan kaynaklı baskılar nedeniyle zararlı alg çoğalmaları açısından

farklı risk profillerine sahiptir. Türkiye denizlerinde ZAÇ olaylarına ilişkin kayıtlar 1950'li yıllardan bulunsa da (Nümann 1955), sistematik izleme faaliyetlerinin sınırlı olması nedeniyle erken dönem verileri büyük oranda noktasal gözlemlere dayanmaktadır (Nümann 1955; Koray ve Büyükkışık 1988; Koray ve diğ. 1992).

Akdeniz

Akdeniz, Türkiye'nin güney kıyılarını kaplayan, nispeten sıcak ve tuzlu bir deniz olup çoğunlukla oligotrofik özellik göstermektedir. Ancak, son yıllarda iklim değişiminin ve insan faaliyetlerinin (kıyasal kentsel gelişim, tarımsal ve evsel atık deşarjları vb.) etkisiyle Akdeniz'in trofik durumunun değişmeye başladığı ve deniz suyu sıcaklıklarındaki artış ile Lessepsiyen göçmenlerin istilasına birlikte Akdeniz'de bir "*tropikalleşme*" gözlemlendiği bildirilmektedir (Marampouti ve diğ. 2021). Bu durum, daha önce bölgedeki durgun sularda yaygın olmayan bazı zararlı türlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır.

Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında ilk bilimsel ZAÇ kayıtları sınırlıdır (Eker ve Kıdeyş 2000; Uysal ve diğ. 2003). Eker ve Kıdeyş (2000), bir dinoflagellat türü olan *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834 bolluğunun Mersin Körfezi'nde $90,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} seviyesine eriştiğini, Uysal ve diğ. (2003) ise yine aynı körfezde *Heterocapsa pygmaea* Lobelich III, Schmidt ve Sherley, 1981 bolluğunun 120×10^6 hücre L^{-1} seviyesine ulaşarak su renginin kırmızı-kahverengiye dönüştüğünü bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Polat ve diğ. (2006) tarafından İskenderun Körfezi'nde gerçekleştirilen çalışmada ise aralarında *Pseudo-nitzschia pungens*, *Dinophysis caudata*, *D. rotundata* ve *D. tripos* gibi potansiyel toksik türlerin de bulunduğu toplam 39 potansiyel zararlı türün bölgede varlığını bildirmişler ve kıyasal sulardaki kirlilik yükünün artmasıyla zararlı alg üremelerinde de artışlar görülebileceğine dikkat çekmişlerdir.

Ege Denizi

Ege Denizi, Akdeniz'in bir kolu olmakla birlikte kendine özgü bir yarı kapalı denizdir ve Türkiye'nin batı kıyılarını kapsar. Mevsimsel olarak durağanlaşabilen yapısı ve yaz aylarında artan antropojenik yük nedeniyle zararlı alg çoğalmaları için uygun koşullar sunar. Özellikle körfez sistemlerinde ve sığ koylarda ZAÇ olayları daha sık gözlenmektedir. Türk kıyı sularında özellikle ZAÇ riski açısından dikkat çeken alanlar ise İzmir Körfezi, Güllük Körfezi, Edremit ve Saros Körfezleridir. Ege Denizi'nde besin tuzları dağılımı kuzeyden güneye değişkenlik gösterirken (Küçüksezgin ve diğ. 1995), özellikle İzmir Körfezi gibi endüstriyel ve kentsel bölgelerde yerel ötrofikasyon görülebilmektedir (Koray ve diğ. 1992, 1996). Bu durum, bazı zararlı alg türlerinin Ege Denizi'nde dönemsel olarak çoğalmasına zemin hazırlamıştır (Nümann 1955; Koray ve Büyükkışık 1988; Koray ve diğ. 1992, 1996; Koray ve Sabancı 2001; Koray ve diğ. 2002; Bizsel ve Bizsel 2015; Yurga 2022b; Sabancı ve diğ. 2025).

Türkiye kıyılarındaki ilk zararlı alg çoğalması kaydı Nümann (1955) tarafından verilmiş ve İzmir Körfezi'nde toplu balık ölümleri görüldüğü bildirilmiştir. Suda yapılan incelemelerde, yoğun bir *Gymnodinium* topluluğunun bulunduğu rapor edilmiştir. Özellikle İzmir Körfezi, 20. yüzyılın ikinci yarısında yoğun kirlilik yükü altında kalmış ve 1980'lerde *Alexandrium minutum* Halim, 1960 gibi toksik dinoflagellat türlerinin varlığı burada rapor edilmiştir (Koray ve Büyükkışık 1988). Bu olayı takiben 1990'larda İzmir ve çevresinde *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834, *P. cordatum* (Ostenfeld) Dodge, 1976 (= *P. minimum*) gibi potansiyel zararlı türlerin mevsimsel olarak yüksek hücre yoğunluklarına ulaştığı bildirilmiştir (Koray ve diğ. 1992; Koray 2002). İzmir Körfezi'nin iç kesimleri 1990'larda zaman zaman kahverengi/kırmızı renk değişimine sahne olmuş, bunun sorumlusu olarak *Prorocentrum* türleri işaret edilmiştir. 2000'li yıllardan itibaren, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin Büyük Kanal Projesi kapsamında atıksu arıtma yatırımları ile İzmir Körfezi su kalitesinin kademeli olarak iyileştirilmesi hedeflenmiştir (Alpaslan 2013). Su kalitesinin iyileşmesi fitoplankton kompozisyonunu değiştirmiş, ancak potansiyel toksik türler varlığını sürdürmüştür. 2003-2011 döneminde İzmir Körfezi yüzey sedimanlarında yapılan bir çalışma, *Alexandrium* cinsine ait toksik dinoflagellatların kist formlarını tespit etmiştir (Aydın ve Uzar 2013). Bu kapsamda *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre ve Cookson) Wall, 1967, *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre ve Cookson) Wall, 1967 gibi dinoflagellat kistlerine ilaveten *Alexandrium catenella/tamarense* kompleksi ve *A. minutum* gibi parolitik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (PSP) toksini üretebilen türlerin kistleri bulunmuştur. Bu sonuçlar, İzmir Körfezi'nde geçmişte bu türlerin sporadik de olsa ürediğini ve potansiyel olarak toksin üretmiş olabileceğini göstermektedir. Yine Ege kıyılarında *Dinophysis acuminata* ve *D. caudata* gibi diyare edici kabuklu zehirlenmesine (DSP) yol açan dinoflagellatlar düşük yoğunluklarla kaydedilmiştir (Koray ve Sabancı 2004; Yurga 2022b).

Potansiyel toksin üreticisi (domoik asit) olan *Pseudo-nitzschia* türlerine de bu denizde rastlanmış olmasına rağmen şimdiye kadar bir aşırı çoğalma ya da toksin tespitine ilişkin bildirim bulunmamaktadır. Bu çalışmaların yanısıra, mikstrotrof bir dinoflagellat türü olan *Polykrikos hartmannii* Zimmermann, 1930'ye Ege Denizi'nde ilk kez Kasım 2023'te rastlanmış, türün bu dönemde aşırı çoğalma gerçekleştirdiği tespit edilmiş ve İzmir Körfezi'nin bazı bölgelerinde suyun kırmızı-turuncu renk almasına neden olduğu bildirilmiştir (Sabancı ve diğ. 2025). Yapılan incelemelerde iç körfez istasyonlarında hücre yoğunluğunun $4,8 \times 10^4$ hücre L^{-1} seviyesine çıktığı kaydedilmiştir (Sabancı ve diğ. 2025). *Polykrikos* türleri bilinen bir toksin üretmemekle birlikte, yüksek yoğunlukları balık larvaları için zararlı olabilmektedir (Tang ve diğ. 2013). İzmir'deki bu gözlem, Ege Denizi'nde değişen çevresel koşulların yeni bir dinoflagellat aşırı çoğalmasına imkan verdiğini göstermektedir.

Marmara Denizi, Haliç ve Boğazlar

Marmara Denizi, Karadeniz ile Ege Denizi'ni birleştiren ve tamamı Türkiye sınırları içinde kalan bir iç denizdir. Coğrafi konumu ve iki boğazla (Çanakkale Boğazı ve İstanbul Boğazı) farklı karakterlerdeki denizlere olan bağlantısı nedeniyle kendine özgü çift tabakalı su yapısı barındırmaktadır. Üst tabaka Karadeniz kaynaklı düşük tuzluluğa sahip bir su kütesiyken, alt tabaka ise Ege Denizi'nden gelen yüksek tuzluluğa sahip bir su kütesidir (Ünlüata ve diğ. 1990; Beşiktepe ve diğ. 1994; Chiggiato ve diğ. 2012). Bu keskin tabakalaşma (haloklin), Marmara Denizi'nde dikey karışımı sınırlayarak özellikle yaz aylarında yüzey sularında besin birikimine ve fitoplankton çoğalmalarına elverişli bir ortam yaratmaktadır. Ayrıca, Marmara bölgesindeki yoğun nüfuslu şehirlerdeki (İstanbul, Kocaeli, Bursa gibi) antropojenik baskılar ile buradaki sanayi tesisleri atıklarının da geçmiş senelerde yeterince arıtılmadan denize deşarjı, bu denizin yüksek miktarda besleyici madde ile yüklenmesine sebep olmuştur. Bu sebeple Marmara Denizi, zararlı alg çoğalmalarının Türkiye'de en sık gözlemlendiği deniz olarak öne çıkmaktadır.

Marmara Denizi hem Karadeniz'den hem de Ege Denizi'nden beslenen bir iç deniz olup, aynı zamanda yoğun kentsel ve endüstriyel atık girdilerine maruz kalmaktadır. Su kolonunda tabakalaşmanın artması ve yüzey sıcaklıklarının yükselmesi, dinoflagellat türlerinin lehine bir ortam oluşturmaktadır. Marmara Denizi'nde bilimsel literatürde kayıtlı ilk zararlı alg çoğalması, 1986 yılında İzmit Körfezi'nde gerçekleşen *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid ve Swezy, 1921 (= *N. miliaris*) aşırı çoğalmasıdır (Artüz ve Baykut 1986). İlgili çalışmada, İzmit Körfezi'nde *Noctiluca* bolluğunun aşırı artışı sonucu su yüzeyinde turuncu-kırmızı renklenme oluştuğunu rapor edilmiş ve bu durum Marmara Denizi için ilk "red-tide" kaydı olarak yayınlanmıştır (Artüz ve Baykut 1986). *Noctiluca scintillans*, toksik olmayan ancak yüksek yoğunluklara ulaştığında oksijen tüketimi ve amonyak salınımı nedeniyle balık ölümlerine yol açabilen bir türdür (Rameshkumar ve diğ. 2023). Marmara Denizi'ndeki kokolitoforlar üzerine gerçekleştirilen ilk çalışmada ise *Gephyrocapsa huxleyi* (Lohmann) Reinhardt, 1972 (= *Emiliania huxleyi*)'nin $1,44 \times 10^6$ hücre L^{-1} yoğunluğunda bir aşırı çoğalma gösterdiği rapor edilmiştir (Aubert ve diğ. 1990).

1990'lı yıllarda Marmara Denizi'nin doğu kısmı özellikle endüstriyel atıklarla aşırı yüklenmiş ve İzmit Körfezi hiperötrofik hale gelmiştir. Körfezin bu ortam koşullarına da bağlı olarak, Eylül 1999'da planktonik dinoflagellatlardan olan *Prorocentrum scutellum* Schröder, 1900 türünün aşırı çoğalması tespit edilmiştir (Taş ve Okuş 2004). Bu olayda, *P. scutellum* yoğunluğu doğu körfezde $4,1 \times 10^5$ hücre L^{-1} seviyelerine ulaştığı ve su renginin kahverengi gözlemlendiği kaydedilmiştir. Aynı dönemde *Prorocentrum micans* ve *P. cordatum* gibi türler de yaygın bulunmuştur (Taş ve Okuş 2004). Aktan ve diğ. (2005) 1999-2000 arasındaki çalışmalarında, İzmit Körfezi'nin bu süre zarfında sürekli dinoflagellatların baskın olduğu aşırı çoğalmalar gösterdiğini ve toplam 14

potansiyel zararlı fitoplankton türünü tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Aktan ve diğ. 2005).

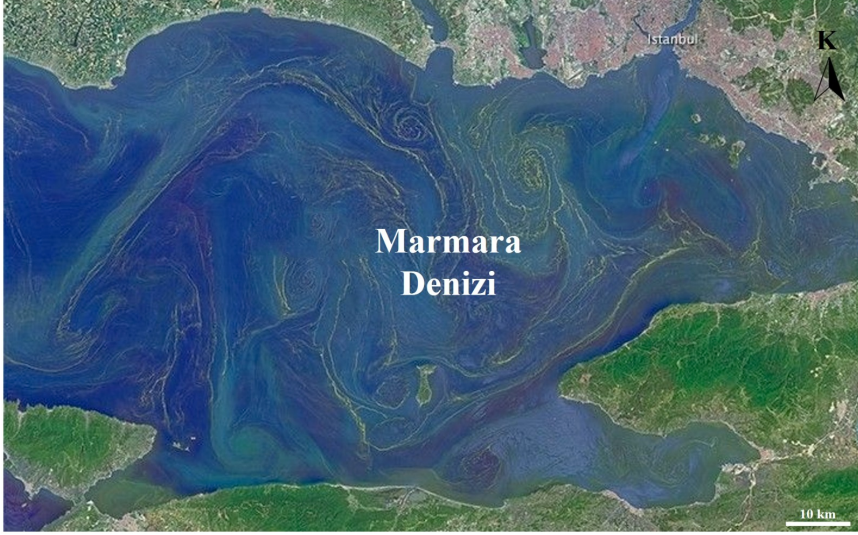
2000’li yıllarda Marmara Denizi genelinde ZAÇ sıklığında artış gözlenmiştir (Taş ve diğ. 2016). Deniz ve Taş (2009), Marmara Denizi’nin kuzeydoğusunda bir diyatom olan *Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs, 1861 türünün aşırı çoğaldığını bildirmişlerdir. Şubat 2000 döneminde rastlanan bu türün $1,28 \times 10^6$ hücre L^{-1} bolluğuna ulaştığı tespit edilmiş, ayrıca ihtiyotoksik bir raphidofit olan *Heterosigma* cf. *akashiwo* (Hada) Hada ex Hara ve Chihara, 1987 türü de Marmara Denizi için ilk defa kaydedilmiştir.

Kıyı bölgelerinde kirleticilerin sürekli deşarjı, ötrofikasyona yol açarak balıkçılıkta verim düşüşü, red-tide oluşumu, balıklar ve bentik organizmaların kitlesel ölümleri gibi deniz ekosistemlerinde kalıcı bozulmalara neden olabilmektedir (Daoji ve Daler 2004). Türkiye denizlerinde zaman zaman gözlenen ve farklı organizmalar tarafından salgılanan organik maddelerin su kolonunda veya yüzeyde yoğunlaşmasıyla ortaya çıkan müsilağ da bu kirliliğin bir sonucudur (Innamorati ve diğ. 2001; Mecozzi ve diğ. 2001). Müsilağ, fitoplankton ve bakterilerin hücre dışına salgıladığı eksopolisakkarit yapıda olan ve ortamdaki diğer maddelerin de yapıya katılmasıyla makro boyutlara ulaşabilen bir fenomen olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye karasularında müsilağ oluşumu ilk olarak Marmara Denizi’nde kaydedilmiş, Ekim 2007’de İzmit ve Erdek Körfezleri ile Büyükada çevresinde yaygın olarak gözlemlenmiştir (Aktan ve diğ. 2008; Tüfekçi ve diğ. 2010; Balkis ve diğ. 2011).

Yayınlanmış bilimsel çalışmalara göre, Marmara Denizi’nde ilk olarak Ekim 2007’de başlayan bu olay, 2008 kışına kadar devam etmiş ve hem yüzeyde hem de dipte yoğun jelsi tabakalar oluşturmuştur (Aktan ve diğ. 2008; Tüfekçi ve diğ. 2010; Balkis ve diğ. 2011). Bu dönemde gözlenen müsilağ, büyük ölçüde fitoplankton aşırı çoğalmasıyla eşzamanlı gelişmiştir. Başlangıç aşamasında diyatomların yoğun (toplam $>10^7$ hücre L^{-1}) olduğu bu kütlelerde artış gözlenmiş; ilerleyen dönemlerde *Gonyaulax fragilis* (Schütt) Kofoid, 1911 gibi dinoflagellat türleri de bolluklarını arttırmışlardır ($9,63 \times 10^4$ hücre L^{-1} ; Tüfekçi ve diğ. 2010). Bu veriler, müsilağın bir fitoplankton aşırı çoğalmasının ürünleriyle oluştuğuna işaret etmektedir. Nitekim Büyükada açıklarında yapılan bir başka çalışmada da 2008 başında müsilağ içinde *Pseudo-nitzschia* spp., *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, 1873, *Thalassiosira rotula* Meunier, 1910 gibi diyatomların ve *G. fragilis*’in baskın olduğu rapor edilmiştir (Balkis ve diğ. 2011). 2008 yılı ilkbaharına gelindiğinde ise müsilağ etkisi azalmış ve yaz döneminde tamamen ortadan kalkmıştır.

Bu müsilağ fenomenini takiben, Marmara Denizi’nde 2010’lu yıllarda bir dizi ZAÇ olayı daha yaşanmıştır. 2014 Mart ve 2015 Mayıs aylarında *Prorocentrum micans* İstanbul ve İzmit Körfezi civarında aşırı çoğalma gerçekleştirerek koyu kahverengi-kırmızı su renklemeleri oluşturmuştur (Ergül ve diğ. 2014; NASA

2015). Özellikle Mayıs 2015'te Marmara Denizi genelinde uydudan da gözlemlenebilen ve geniş alana yayılmış bir aşırı çoğalma olayı meydana gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. 17 Mayıs 2015 tarihinde Marmara Denizi'nde meydana gelen *Noctiluca scintillans* aşırı çoğalmasının uydudan görünüşü (NASA 2015).

NASA Landsat uydusunun 17 Mayıs 2015 tarihli görüntü analizine göre, Marmara Denizi'ndeki bu çoğalmada başta *Prorocentrum micans* baskın iken, daha sonra *Noctiluca scintillans*'ın baskın hale geldiği belirtilmiştir (NASA 2015).

Marmara Denizi'nde gözlemlenen yakın geçmişteki en ciddi problem ise 2020 yılı sonbaharında başlayıp, 2021 yaz dönemine kadar süren müsilaj olayıdır. 2021 yılı ilkbahar sonlarında doruk noktasına ulaşan bu olay, Marmara Denizi'nin hemen her köşesini kaplayan devasa bir müsilaj tabakası yaratmıştır (Balkis-Ozdelice ve diğ. 2021). Bu olay sırasında fitoplankton kompozisyonu üzerine yapılan incelemeler, müsilaj kütlelerinde diyatom-dinoflagellat karışık bir topluluk bulunduğunu göstermiştir (Balkis-Ozdelice ve diğ. 2021; Ergul ve diğ. 2021). Balkis-Ozdelice ve diğ. (2021) ilgili dönemde Marmara Denizi'nin çeşitli noktalarından topladıkları müsilaj örneklerinde 47 fitoplankton türü tespit etmiş; bunların içinde *Chaetoceros* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Pleurosigma* sp., *Skeletonema* sp., *Thalassiosira rotula* gibi diyatomların, *Gonyaulax fragilis*, *Gymnodinium* sp., *Oxytoxum* sp., *P. scutellum* ve *Tripos furca* gibi dinoflagellatların yanı sıra, haptofitlerin de (*Phaeocystis pouchetii* ve *G. huxleyii*) yüksek bolluklara ulaştığını ($>10^5$ hücre L^{-1}) bildirmişlerdir. 2021 müsilajı neticesinde Marmara Denizi'nde oksijen seviyeleri dibe yakın sularda tehlikeli biçimde düşmüş, birçok omurgasız türü kitle halinde ölmüş veya bölgeyi terk

etmiştir (Özalp 2021). Müsilaj, yoğunluğu nedeniyle kıyılarda çürüyerek kötü kokular yaymış, turizm ve balıkçılık faaliyetlerini durdurmuş ve ekonomiyi sekteye uğratmıştır. Bu olay, Marmara Denizi'nin ekolojik dengesinin ne denli hassaslaştığını ve iklim değişikliği ile kirlilik baskısı altındaki bir denizin nasıl çökme noktasına gelebileceğini çarpıcı biçimde göstermiştir.

Marmara Denizi'ndeki *Dinophysis* türleri (özellikle *D. acuminata* ve *D. caudata*), plankton sayımlarında genel olarak düşük yoğunluklarda görülür (Balkis 2003; Balkis ve Toklu-Alicli 2014; Taş ve diğ. 2020; Kayadelen ve diğ. 2022) ve potansiyel DSP riskini taşır. Bugüne dek Marmara Denizi'nde DSP vakası rapor edilmemiştir; ancak bu durum, midye gibi filtreleyici organizmalarda düzenli toksin izleme çalışmalarının yeterince yürütülmemiş olmasına ve mevcut vakaların da tanı yöntemlerinin yaygın olmaması nedeniyle tespit edilememiş olabileceğini düşündürmektedir. PSP üreticisi olan *Alexandrium* cinsi de bu denizden kaydedilmiştir (Kayadelen ve diğ. 2022), ancak şimdiye kadar herhangi bir aşırı çoğalma vakasına rastlanmamıştır.

Haliç'te gerçekleşen zararlı aşırı çoğalma olayları incelendiğinde ise Haliç'in rehabilitasyonu öncesinde (Aralık 1998) özellikle literatürde üst (upper) haliç olarak belirtilen kısımda *Microcystis* cf. *aeruginosa* aşırı çoğalmalarına ($>10^6$ hücre L^{-1}) rastlanmıştır (Taş ve diğ. 2006). Gerçekleştirilen rehabilitasyon işlemleri ile su kalitesinin artmasını takiben Temmuz 2000'de ise *P. minimum* ($>10^7$ hücre L^{-1}) artışı belirlenmiştir. Mart ve Haziran 2021 dönemlerinde ise sırasıyla *Skeletonema marinoi* ve *Thalassiosira allenii* artışları ($>10^6$ hücre L^{-1}) kaydedilmiştir (Taş ve diğ. 2009). Taş ve Yılmaz (2015) yaptıkları çalışmada ise 2009-2010 yılları arasında farklı dönemlerde *S. marinoi*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Plagioselmis prolunga*, *Euglena viridis*, *Pyramimonas* cf. *grossii*, *Heterosigma akashiwo*, *Scrippsiella acuminata* (*S. trochoidea*) ve *Thalassiosira* sp. türlerinin aşırı çoğalma yaptığını ($>10^6$ hücre L^{-1}) belirtmişlerdir.

Haliç'te Dursun ve diğ. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise *Pseudo-nitzschia* türleri tarafından üretilen ve ASP'ye neden olabilen bir toksin olan domoik asitin (DA) sudaki konsantrasyonu yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) yöntemiyle belirlenmiş ve 0,36–94,34 $\mu g L^{-1}$ seviyelerinde tespit edilmiştir. Çalışmada, Ocak ve Nisan 2012 döneminde suda DA'ya rastlanmazken, Mayıs 2012'de ise en yüksek DA konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir (Dursun ve diğ. 2018). Bu sonuç, İstanbul halicindeki *Pseudo-nitzschia* türlerinin çevresel koşullara bağlı olarak toksin üretme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, Sezgin ve diğ. (2025) tarafından Marmara Denizi'nin Maltepe kıyılarından saflaştırılarak kültüre alınan ve Türk kıyıları için ilk kez rapor edilen *P. multiseriis* suşunun DA üretebilme kapasitesinin olduğu belirlenmiş ve *Artemia* bireyleri üzerinde ölümcül etkileri bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Turkoğlu (2016), Marmara Denizi'nde 2013 yılı yaz döneminde gerçekleştirdiği çalışmasında, toksik bentik dinoflagellatlardan *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Stein, 1878 türünün aşırı

çoğalmalar gösterdiğini bildirmiş ($>10^6$ hücre L^{-1}) ve bölgedeki bentik türlerin de toksin birikiminde dikkate alınması gerektiğine işaret etmiştir.

Karadeniz

Türkiye'nin kuzey kıyılarını çevreleyen Karadeniz yarı kapalı bir iç deniz olup yüksek besin girdileri ve sınırlı su değişimi nedeniyle ötrofik koşulların oldukça belirgin olduğu yarı-kapalı bir denizdir. Nehir girdileri (özellikle Tuna, Dinyeper ve Sakarya) azot ve fosfor yükünü önemli ölçüde artırmakta, bu da fitoplankton çoğalmalarına zemin hazırlamaktadır. Karadeniz, geniş drenaj havzası (başta Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirleri) nedeniyle 20. yüzyılın ikinci yarısında ciddi ötrifikasyon yaşamıştır. Toksik olmayan fakat etkili türlerden *Noctiluca scintillans*, Karadeniz'de geçmişte büyük biyokütle aşırı artışlarına neden olmuş ve bu olaylar hipoksik koşullar yaratarak pelajik ve bentik yaşamı olumsuz etkilemiştir.

Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında zararlı alg çoğalmalarına ilişkin veriler sınırlı olmakla birlikte, 2000'ler sonrasında artmıştır (Türkoğlu ve Koray 2002; Feyzioğlu ve Ögüt 2006; Kopuz ve diğ. 2014). Feyzioğlu ve Ögüt (2006) tarafından, 1991 ile 2001 yılları arasında Trabzon kıyılarındaki "red-tide" olayları incelenmiş ve *Diplopsalis lenticula* Bergh, *Gymnodinium sanguineum* Hirasaka, ve *S. acuminata* (Stein) Balech ex Loeblich III), *Euglena acusformis* Schiller, *Eutreptia lanowii* Steuer ile *Pyramimonas orientalis* Butcher ex McFadden, Hill, ve Wetherbee türlerinin aşırı çoğalmasının ($>10^6$ hücre L^{-1}) bu olaylara sebep olduğunu ortaya koymuştur. Türkoğlu ve Koray (2002) ise 1995-1996 yılları arasında Sinop açıklarından elde ettikleri örnekleri değerlendirdikleri çalışmalarında *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden, 1928 türünün (9×10^7 hücre L^{-1}) çok yüksek bolluk seviyelerine ulaştığını, *Chaetoceros danicus* Cleve, 1889, *Cylindrotheca closterium*, *G. huxleyi*, *N. longissima*, *Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich III, 1970, *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström, 1986 ve *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle, 1993 türlerinin ise yüksek yoğunluklara ulaştığını ($>10^6$ hücre L^{-1}) bildirmişlerdir. Kopuz ve diğ. (2014), Rize Limanı civarında Nisan 2011'de *Noctiluca scintillans* hücre yoğunluğunun $6,8 \times 10^6$ hücre L^{-1} seviyesine ulaştığını ve üç gün boyunca kıyıda kıvılcımlı renkli, viskoz tabakalar oluşturduğunu bildirmişler ve bu aşırı çoğalma ile *N. scintillans* türünün Karadeniz'in Türkiye kıyılarında ilk kez bu denli yoğun görüldüğünü rapor etmişlerdir.

Şahin (2017), Artvin-Hopa'dan Kırklareli-İğneada'ya kadar uzanan tüm kıyı şeridi boyunca belirlenen toplam 20 istasyonda, üç farklı örnekleme yılında (2014, 2016 ve 2017) yaz ve kış mevsimlerinde topladığı örnekleri incelemiş, herhangi bir zararlı alg çoğalması olayına rastlamamakla birlikte 44 potansiyel zararlı fitoplankton türü belirlediğini bildirmiştir. Bu zararlı/potansiyel zararlı türler, 2016 kış döneminden 2017 yaz dönemine kadar fitoplankton bolluğunun %73–99'una kadar katkı vermiştir. Bu durum, Karadeniz kıyılarındaki fitoplanktonun önemli bir kısmının olarak zararlı alg çoğalması gösterebilme potansiyeli

bulunduğuna işaret etmekte ve bölgenin düzenli olarak izleme çalışmaları ile takip edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Potansiyel Tehditler

Akdeniz'in Türk kıyı sularında yapılan bir çalışmada, 17 ZAÇ türünün kaydı verilirken, hücre yoğunlukları oldukça düşük düzeylerde olan 3 tane toksik dinoflagellat türü de rapor edilmiştir (Polat ve diğ. 2006). Ötrofikasyon ve aşırı alg artışlarının yaşandığı İzmir Körfezi'nden *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Alexandrium affine*, *Alexandrium catenella/tamarense* kompleks, *Alexandrium minutum* türlerine ait dinlenme kistlerinin dağılımı ve bolluğu rapor edilmiştir (Uzar ve diğ. 2010; Aydın ve Uzar 2013). Koray ve Sabancı (2001) tarafından yapılan çalışmada, 14 ZAÇ dinoflagellat türü rapor edilirken Başdemir (2017) potansiyel toksik ZAÇ türleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkileri incelemiştir. Marmara Denizi'nde Ekim 2007-Şubat 2008 dönemlerinde yaşanan müsila oluştumu öncesinde hiçbir veri ve erken uyarı araçlarının olmamasından dolayı, ZAÇ olayının gerçekleştiği dönemlerde elde edilen bulgular ışığında baskın olan bazı fitoplankton türlerinin rol oynadığı tahmini yapılmıştır (Tüfekçi ve diğ. 2010). Benzer şekilde, yaşanan bu ZAÇ olayının çevresel faktörler ve mikroorganizmalar ile ilişkisini belirlemek için yapılan diğer bir çalışmada da (Balkis ve diğ. 2011) daha önce Marmara Denizi'nde kaydına rastlanmayan dinoflagellatlardan *Gonyaulax fragilis*'in yoğun bir müsila oluştumu ile ortaya çıktığı bildirilmiştir. Balkis ve Aktan (2004) Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada 11 toksik ZAÇ türü hakkında bilgi verirken Balcı ve Balkis (2017) Gemlik Körfezi'nden kaydedilen fitoplankton toplulukları içinde ekosisteme ve halk sağlığına zarar verebilecek 14 ZAÇ dinoflagellat türünü rapor etmişlerdir. Toksik ZAÇ olaylarına neden olabilen toplam 23 potansiyel ZAÇ türü (14 dinoflagellat, 4 diatom ve 5 fitoflagellat) Marmara Denizi'nde Haliç sularında tespit edilmiştir (Tas ve Yılmaz 2015; Taş ve Lundholm 2017). Son yıllarda dinoflagellat dinlenme kistleri üzerinde yapılan çalışmalarda, su kolonunda nadiren kaydı olan (Balcı ve Balkis 2017) ve Türkiye denizlerinde toksik aşırı artışına rastlanmayan *Cochlodinium* sp. cinsine ait dinlenme kisti deniz sedimanında tespit edilmiştir (Balkis ve diğ. 2016). *Cochlodinium* sp. toksik bir dinoflagellat türünün gerek planktonik formunun gerekse de dinlenme kistinin Türkiye denizleri için ilk kez Gemlik Körfezi'nden rapor edilmesi, iklim değişikliğiyle birlikte gelecekte Marmara Denizi'nin ZAÇ olaylarına daha açık hale gelebileceğine dair önemli bir uyarı niteliğindedir.

Dinoflagellatlar, deniz ekosistemlerinin temel bileşenlerinden biri olarak, farklı çevresel koşullarda yaşayabilme yetenekleri sayesinde denizel besin ağlarında ototrofik, heterotrofik ve mikсотrofik özellikleriyle önemli roller üstlenmektedir (Smayda ve Reynolds 2003; Jeong ve diğ. 2010). Türlerin büyük çoğunluğu planktonik formda olup, su kolonunda sık sık zararlı alg çoğalmalarına neden olmaktadır (Jeong ve diğ. 2015). Bununla birlikte, bentik formda yaşayan pek çok tür de mevcuttur (Tindall ve Morton 1998). Bentik dinoflagellatlar; ölü mercanlar, tortular ve makroalgler üzerinde epibentik olarak yaygın biçimde bulunmakta ve

morfolojik benzerliklerine rağmen habitat tercihleri, tür kompozisyonları ve toksisite özellikleri açısından planktonik türlerden ayrılmaktadır (Murray 2010; Hoppenrath ve diğ. 2014).

Günümüzde 2000'den fazla dinoflagellat türü tanımlanmış olsa da bunların küresel dağılımı ve habitatlara özgü çeşitliliği hâlen tam olarak anlaşılabilmemiş değildir (Taylor ve diğ. 2008). Planktonik zararlı dinoflagellatlar uzun süredir çalışılmakta iken (Spector 1984), bentik türlerin bilimsel olarak araştırılması görece daha geç bir dönemde başlamıştır. Bu bağlamda, bentik dinoflagellatlara ilişkin ilk kayıtlardan biri Yasumoto ve diğ. (1977) tarafından yapılmış, dünyada en yaygın fitotoksin kaynaklı deniz ürünü zehirlenmesi olan ciguateranın bir bentik tür olan *Gambierdiscus toxicus*'a bağlı olduğu bildirilmiştir (Adachi ve Fukuyo 1979).

Yaklaşık 160 bentik dinoflagellat türü bilinmekte olup, bunların 30 kadarı toksik ve biyolojik olarak aktif bileşikler üretmektedir (Hoppenrath ve diğ. 2014). Bu türler arasında *Ostreopsis*, *Coolia*, *Alexandrium*, *Amphidinium*, *Prorocentrum* ve *Vulcanodinium* cinsleri, büyük ölçekli bentik zararlı alg çoğalmaları (BZAÇ) ile ilişkilidir. Özellikle *Ostreopsis ovata*'nın toksik olduğu gösterilmiş (Fukuyo 1981) ve palitoksin benzeri bileşikler ürettiği belirlenmiştir (Nakajima ve diğ. 1981). Bazı bentik türler, ürettikleri toksinler nedeniyle halk sağlığı açısından doğrudan risk oluşturmaktadır. *Gambierdiscus* türleri ciguatoksin üretimiyle ciguatera balık zehirlenmesine (CFP) neden olmakta ve bu hastalık yılda 50.000 ila 500.000 kişiyi etkileyebilmektedir (Fleming ve diğ. 1998). *Ostreopsis* türleri, özellikle palitoksin üretimi yoluyla insan sağlığını tehdit etmektedir (Usami ve diğ. 1995; Deeds ve Schwartz 2010). *Prorocentrum lima* tarafından üretilen okadaik asit (OA), kabuklu deniz ürünlerinde birikerek ishal yapan kabuklu deniz ürünü zehirlenmesine (DSP) yol açmaktadır (Murakami ve diğ. 1982; Quilliam 1995). Yaz aylarında, özellikle kentleşmiş kıyılarda *Ostreopsis* artışına bağlı olarak plaj kapanmaları, solunum rahatsızlıkları ve cilt tahrişi gibi halk sağlığı sorunları da bildirilmektedir (Gallitelli ve diğ. 2005; Durando ve diğ. 2007). Bu organizmalar yalnızca toksisiteleriyle değil, aynı zamanda biyoteknolojik potansiyelleriyle de ilgi çekmektedir. Özellikle *Amphidinium* cinsine ait türler, antikanser, antifungal ve hemolitik etkiler sergileyen amfidinoller gibi ikincil metabolitler üretmektedir (Molina-Miras ve diğ. 2022). Bu bileşikler, farmakolojik ve toksikolojik araştırmalar açısından büyük önem taşımaktadır.

Bentik dinoflagellatların dağılımı ve bolluğu; sıcaklık, ışık, tuzluluk ve hidrodinamik koşullar gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Örneğin, *Coolia monotis*'in 25 °C'de optimum büyüme gösterdiği, daha düşük sıcaklıklarda ise büyüme hızının düştüğü bildirilmiştir (Rhodes ve Thomas 1997). *Ostreopsis siamensis*'in 15–25 °C sıcaklık ve 28–34 psu tuzluluk aralığında çoğalabildiği; *O. ovata*'nın ise 26–30 °C'de maksimum büyüme, 20–22 °C'de ise maksimum toksisite gösterdiği belirlenmiştir (Granéli ve diğ. 2011). Meksika'da yapılan bir çalışmada ise, *Amphidinium cf. carterae*,

Prorocentrum lima, *Coolia monotis* ve *Ostreopsis heptagona* türlerinin 28,5–32 °C sıcaklık aralığında yüksek bolluklara ulaştığı rapor edilmiştir (Okolodkov ve diğ. 2007).

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak artan deniz suyu sıcaklıkları, bu organizmaların coğrafi yayılımında önemli değişimlere neden olmaktadır (Rhodes ve diğ. 2023). Akdeniz'deki besin elementleri oranlarındaki değişimlerin fitoplankton dinamiklerini etkileyerek dinoflagellatların yayılımını kolaylaştıracağı öngörülmektedir (Danovaro 2003). Ayrıca, deniz suyu sıcaklıklarındaki artışa bağlı olarak Akdeniz ikliminin "tropikalleştiği" de rapor edilmiştir (Bianchi ve Morri 2003). Tropikal sularda yaygın olan BZAÇ türlerinin, Akdeniz gibi ılıman bölgelerde artan dağılımı, araştırmacıların bu konuya ilgisini son yıllarda artırmıştır (Hachani ve diğ. 2018).

Bölgesel iklim projeksiyonları, 2070–2099 yılları arasında Akdeniz havzasında sıcaklıkların kademeli olarak 3,5 ila 7 °C arasında artacağını öngörmektedir ve referans dönem olan 1961–1990 yıllarında nadiren görülen aşırı sıcak yaz koşullarının, 21. yüzyılın ortalarında olağan hale gelmesi beklenmektedir (Dükeloh ve Jacobeit 2003). Bununla birlikte, Güney Avrupa ve Türkiye genelinde yıllık yağış miktarında azalma yaşanacağı tahmin edilmektedir (Lelieveld ve diğ. 2012). İber Yarımadası'ndan Türkiye'ye kadar olan bölgede negatif yağış eğilimleri görülürken (Trigo ve DaCamara 2000), Doğu Akdeniz'in güneydoğusunda pozitif yağış eğilimleri öngörülmektedir (Ben-Gai ve diğ. 1998). Calvo ve diğ. (2011) tarafından yürütülen bir çalışma, Akdeniz'in kuzeybatısındaki L'Estartit istasyonundan elde edilen zaman serisi verilerine dayanarak, yüzey–50 m arası sıcaklıkların on yılda 0,30 °C; 50–80 m derinlik aralığının ise on yılda 0,19 °C arttığını göstermiştir. Bu ısınmanın yılın tüm mevsimlerinde gözlemlendiği, ancak yaz ve sonbaharda daha belirgin olduğu bildirilmiştir. Marmara Denizi'nde ise uzun vadeli analizler, doğu kesimlerde yıllık ortalama +0,067 °C'lik sıcaklık artış eğilimi ortaya koymaktadır (Dökümcü ve Altıok 2024). Çevre Bakanlığı verilerine göre, 1970–2024 yılları arasında Marmara Denizi yüzey sıcaklığı 15,3 °C'den 18,0 °C'ye yükselmiştir (ÇŞİDB 2024).

Gambierdiscus cinsi, ilk olarak 2008 yılında Girit Adası'nda (Kuzey Ege) rapor edilmiştir (Aligizaki ve Nikolaidis 2008; Holland ve diğ. 2013). Daha sonra Batı Akdeniz'deki Balear Adaları'ndan da varlığı bildirilmiştir (Laza-Martínez ve diğ. 2016; Tudó ve diğ. 2018). Akdeniz'de bugüne kadar ciguatera balık zehirlenmesine dair vaka bildirilmemiş olsa da bu kayıtlar potansiyel bir halk sağlığı tehdidine işaret etmektedir. Özellikle *Gambierdiscus* ve *Ostreopsis* (Açaf ve diğ. 2016) cinslerine ait popülasyonların, yüksek sıcaklıkların hâkim olduğu Kuzey Afrika kıyıları başta olmak üzere, Akdeniz genelinde yayılım göstermesi muhtemeldir. Karadeniz kıyı sularında bentik dinoflagellatların potansiyel varlığına ilişkin bilgi eksiklikleri ise diğer bölgelere kıyasla daha belirgindir. Bölgede bu organizmalara dair ilk detaylı çalışma Terenko (2011) tarafından

yapılmış ve Odessa Körfezi'nin sublittoral bölgesinden toplanan örneklerden *Amphidinium*, *Amphidiniopsis*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Thecadinium* ve *Sabulodinium* cinslerine ait toplam 17 tür rapor edilmiştir. Morton ve diğ. (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise *Dinophysis* spp. ve *Prorocentrum lima* üzerine odaklanılmış; düşük düzeyde toksisite riski bulunmasına rağmen, Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerde algal toksinlerin izlenmesi ve kontrol altına alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Türkiye kıyı sularındaki bentik dinoflagellat çeşitliliği de büyük ölçüde bilinmemektedir. Planktonik türlere yönelik pek çok çalışma olmasına rağmen, bentik formlar hakkında bilgi sınırlıdır. Örneğin, Çanakkale Boğazı'nda *Prorocentrum lima* (Turkoglu 2016), Ege Denizi'nde *Ostreopsis* cf. *ovata* (Bizsel ve Aligizaki 2011), Homa Dalyanı'nda ise *Coolia* cf. *monotis*, *Durinskia* cf. *baltica*, *Prorocentrum* sp. ve *P. lima* (Başdemir ve Katağan 2017) türleri kaydedilmiştir. Bu çalışmalarda *D. baltica* ve *P. lima* yıl boyunca her örnekleme döneminde gözlenmiş, *C. monotis* ise yalnızca Eylül 2014 dışında her ayda saptanmıştır. Ancak bu çalışmalarda moleküler düzeyde filogenetik analizler yapılmamış ve toksin içerikleri değerlendirilmemiştir. Baytut (2010), Kızılırmak Nehri ağzında gerçekleştirdiği doktora tezinde *Amphidinium carterae* türüne ek olarak sekiz farklı *Amphidinium* türü daha rapor etmiştir. Özdemir ve Ak (2012) ise Trabzon kıyılarından *Prorocentrum lima* türünü fitoplankton örneklerinden izole etmişlerdir. 2021–2022 yılları arasında Marmara Denizi'nde gözlenen müsilaj olayında ise *Amphidinium carterae* ve *Coolia monotis* türleri bölge için yeni kayıt olarak rapor edilmiştir (Durmuş ve diğ. 2022). Türkiye kıyılarında bentik dinoflagellatlara yönelik ilk kapsamlı araştırma ise TÜBİTAK destekli 121Y389 numaralı proje (Balcı ve Durmuş, 2024) kapsamında yürütülmüş ve bu kapsamda sistematik tür kayıtları oluşturulmuştur.

Bentik dinoflagellatlar hem ekolojik işlevleri hem de toksin üretim kapasiteleri bakımından denizel ekosistemlerin kritik bileşenleri arasında yer almaktadır. Son yıllarda, iklim değişikliği, kıyı yapılaşması ve ötrofikasyon gibi çevresel stres faktörlerinin etkisiyle bu organizmaların dağılım alanlarında önemli genişlemeler yaşanmakta, tropikal türlerin ılıman kuşaklara doğru yayılımı giderek hız kazanmaktadır. Özellikle *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum* ve *Coolia* gibi toksik türlerin Akdeniz ve Karadeniz gibi daha önce sınırlı veriye sahip bölgelerde saptanması, bu ekosistemlerde halk sağlığı ve deniz ürünleri güvenliği açısından dikkatle izlenmesi gereken yeni risklerin ortaya çıktığını göstermektedir. Türkiye kıyı sularında bentik dinoflagellatlara yönelik yapılan çalışmalar oldukça sınırlı kalmış; tür çeşitliliği, toksisite profilleri ve moleküler düzeyde filogenetik yapıları büyük ölçüde belirsizliğini korumaktadır. Bu durum, düzenli izleme programlarının oluşturulması ve potansiyel toksik türlerin hem morfolojik hem moleküler düzeyde karakterizasyonuna dayalı bütünsel araştırma yaklaşımlarının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ek olarak, kıyı bölgelerinde iklim değişikliğine bağlı çevresel dönüşümlerin etkileri

dikkate alınarak, bölgesel erken uyarı sistemlerinin kurulması ve ekosistem temelli yönetim planlarının hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Algal Biyotoksinler ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Deniz ürünleri, dünya genelinde tüketilen hayvansal proteinin yaklaşık %16'sını sağlayarak hem besinsel hem de ekonomik açıdan önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Whittle ve Gallacher 2000). Yüksek kaliteli protein, temel amino asitler, vitaminler ve uzun zincirli n-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) içeriği sayesinde, düzenli tüketimleri çeşitli kronik hastalıkların riskini azaltmakta ve sinir sistemi ile görsel fonksiyonların sağlıklı gelişimine katkı sunmaktadır (Whittle ve Gallacher 2000). Gıda zincirindeki diğer hayvansal protein kaynaklarına kıyasla daha fazla çeşitlilik sunan deniz ürünleri, nadiren gıda kaynaklı hastalıklarla ilişkilendirilse de özellikle çift kabuklularda biriken alg veya bakteri toksinleri nedeniyle belirli sağlık riskleri taşımaktadır. Bu toksinler, duyuşal olarak tespit edilemez ve ısıya karşı dirençlidir. Klinik tanı, özgül laboratuvar testlerinin bulunmaması nedeniyle son 24 saatlik tüketim öyküsü ile klinik semptomlara dayanılarak konulmaktadır. Ayrıca, şüpheli vakaların hızlı bildirilmesi, kontamine ürünlerin tespiti ve yeni olguların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Park ve diğ. 1999). Koruma önlemleri kapsamında, belirli dönemlerde toksin izlenmesi, toksik alg yoğunluklarına bağlı olarak hasat kısıtlamaları uygulanması ve toksin seviyeleri "eylem düzeyini" aşan ürünlerin hasadının yasaklanması sağlanmaktadır (Park ve diğ. 1999).

Toksin terimi, biyolojik kökenli ve canlı organizmalar tarafından üretilen toksik maddeleri ifade eder. Kökenlerine göre sınıflandırıldıklarında bakteriyel toksinler, mikotoksinler, fitotoksinler ve hayvansal zehirler gibi gruplara ayrılmaktadır (Salzman ve diğ. 2006). Toksinler çok çeşitli semptomlara yol açabilmekte ve bu nedenle farklı klinik sendromlarla ilişkilendirilmektedir. Mikroalglerin bazı türleri, uygun çevresel koşullar altında hızla çoğalarak deniz yüzeyinde yoğun bir tabaka oluşturabilir ve bu durum suyun renginde değişikliklere yol açarak zararlı alg çoğalması şeklinde tanımlanır. Zararlı alg çoğalmalarına bağlı olarak gelişen başlıca sendromlar arasında amnestik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (ASP), diyareik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (DSP), azaspirasid zehirlenmesi (AZP), paralitik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (PSP), nörotoksik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (NSP) ve ciguatera balık zehirlenmesi (CFP) yer almaktadır (Daguer ve diğ. 2018). Ayrıca, bazı balık ve yengeç türleri de tetrodotoksin (TTX), palitoksin (PLTX) ve ciguatoksinler (CTX) gibi denizel toksinlerle kontamine olabilmekte; bu toksinler dünya genelinde ciddi klinik semptomlara neden olarak hem halk sağlığını hem de gıda güvenliğini tehdit etmektedir (Daguer ve diğ. 2018). Toksinlerin bir diğer sınıflandırması ise kimyasal özelliklerine dayanmaktadır. Domoik asit, saksitoksin ve tetrodotoksin gibi düşük moleküler ağırlıklı toksinler, lipofilik özelliklerinden ziyade asidik veya bazik karakterleri nedeniyle hidrofilik bileşikler oluştururlar. Buna karşılık, daha yüksek moleküler ağırlıklı toksinler,

uzun karbon zincirlerine sahip olmalarına rağmen, yesso toksinde olduğu gibi sülfat grubu gibi polar yapıların varlığı nedeniyle amfifilik özellik göstermektedir (Hess 2010). Yesso toksinler (YTX) ve pektenotoksinler (PTX), ishale yol açmamakla birlikte, okadaik asit (OA) ve dinofizistoksinler (DTX) ile birlikte DSP grubunda sınıflandırılmaktadır (Daguer ve diğ. 2018). Türkiye denizlerinde potansiyel olarak görülen/görülebilecek başlıca toksin grupları ve etkiledikleri sistemler aşağıda özetlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Toksisiteye neden olan türler ve insanlarda meydana getirdiği semptomlar.

Toksin Grubu	Üretici Tür	Sendrom	İnsanda etkilediği sistemler	Semptomlar
DSP	<i>Dinophysis</i> spp., <i>Prorocentrum lima</i>	İshal Kabuklu Zehirlenmesi	Gastrointestinal sistem	İshal, karın ağrısı, mide bulantısı
PSP	<i>Alexandrium</i> spp.	Paralitik Kabuklu Zehirlenme	Sinir sistemi	Ağız- karıncalanma, parestezi, solunum felci
ASP	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	Amnestik Kabuklu Zehirlenme	Beyin, hafıza	Hafıza kaybı, baş ağrısı, konfüzyon
CTX (*)	<i>Gambierdiscus toxicus</i>	Ciguatera Zehirlenmesi	Gastrointestinal, sinir, kardiyovasküler	Bulantı, kas ağrısı, nörolojik bozukluklar

Not: (*) CTX (Ciguatoksine) varlığı Türk kıyı sularında henüz doğrulanmamıştır ancak istilacı bentik türlerin yayılımı göz önüne alındığında gelecekte ortaya çıkma riski taşımaktadır (Rhodes ve diğ. 2010).

Bazı denizel toksin (DT) kontaminasyonları klinik belirti vermeksizin seyredebilirken, diğer vakalarda görülen semptomlar, toksinin kimyasal sınıfına ve maruz kalınan miktara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bir deniz ürünü örneğindeki DT miktarının hesaplanmasında, aynı etki mekanizmasına sahip bileşiklerin toksik etkilerini karşılaştırmak amacıyla toksisite eşdeğerlik faktörleri (TEF'ler) kullanılmakta olup, her bir analogun toksisitesi, referans bileşiğe göre orantılı olarak ifade edilmektedir (Daguer ve diğ. 2018). Deniz biyotoksinlerinin özellikle filtreyle beslenen çift kabuklu deniz canlılarının dokularında birikebildiği bilinmektedir. Bu toksinler, kabuklu deniz hayvanları tarafından değil, belirli mikso- veya fototrofik mikroalgler tarafından sentezlenmekte ve filtre yoluyla yumuşakçalara aktarılmaktadır (Nielsen ve diğ. 2016). Midyeler saatte yaklaşık 15–25 litre suyu filtrelemekte olup, zararlı alg çoğalmaları sırasında litre başına milyonlarca alg hücresi içerebilen sulara maruz kalmaktadır. Bu süreçte bazı fitoplankton türleri deniz besin ağı boyunca birikebilen fiktoksine üretmektedir (Ferreiro ve diğ. 2015).

İnsan sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı oluşturduğu tehditler başlıca iki yolla gerçekleşir: (i) deniz ürünleri üzerinden toksin alımı, (ii) aerosol yoluyla toksin

maruziyeti. İnsanlarda görülen deniz biyotoksini kaynaklı zehirlenmeler genellikle kontamine kabuklu deniz ürünlerinin tüketiminden kaynaklanmakta ve toksin türüne bağlı olarak hafıza kaybı, sinir veya bağırsak sistemi hasarı gibi farklı semptomlarla ortaya çıkmaktadır (Richter ve Fidler 2015; Turner ve Goya 2015).

Algal toksinler, yüksek sıcaklıkta pişirme veya düşük sıcaklıkta dondurma gibi geleneksel gıda işleme yöntemlerine karşı oldukça dirençlidir. Bu özellikleri nedeniyle, toksinler bu işlemler sırasında etkisiz hale gelmez ve gıda kaynaklı zehirlenme riskini artırır. Bundan dolayı, toksin içeren deniz ürünlerinin tüketilmesi, pişirme ya da dondurma gibi standart uygulamalarla engellenemediği için halk sağlığı açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durum, özellikle ZAÇ olaylarının görüldüğü bölgelerde yaşayan ve deniz ürünlerine dayalı beslenen topluluklar için ciddi bir risk faktörüdür. Bu nedenle toksinlerin varlığına karşı erken uyarı sistemlerinin kurulması ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

ZAÇ olayları, insan sağlığını tehdit eden çeşitli klinik sendromlara neden olabilmektedir, ancak günümüzde algal toksinlerin teşhisi için kullanılabilecek rutin klinik testler mevcut değildir ve bu toksinlere karşı geliştirilmiş spesifik bir panzehir bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu durum halk sağlığı açısından önemli bir risk oluşturmaktadır ve etkili hastalık önleme stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu hedefe ulaşabilmek için, yalnızca yerel önlemler yeterli olmamakta; bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde güçlü iş birliği programlarının oluşturulması ve sürdürülmesi gerekmektedir. Böyle bir koordinasyon hem ZAÇ olaylarının erken tespiti hem de halk sağlığı tehditlerinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir.

Türkiye’de ZAÇ Yönetimi ve İzleme Eksiklikleri

Türkiye’de ZAÇ izleme çalışmaları, sınırlı sayıda akademik kurum ve kamu birimi tarafından yürütülmekle birlikte, henüz düzenli ve kapsamlı bir ulusal plankton izleme ağı oluşturulamamıştır. Toksin analiz altyapısı, özellikle LC-MS/MS ve NMR gibi gelişmiş teknolojiler yalnızca belirli merkezlerde ve kısıtlı ölçekte bulunmaktadır. Ayrıca, elde edilen verilerin paylaşımı ve erken uyarı sistemlerinin merkezi bir organizasyon tarafından yönetilmemesi hem halkın yeterli şekilde bilgilendirilmesini hem de bilim çevreleri ile sektör temsilcilerinin koordineli çalışmalar yürütmesini engellemektedir. Bu eksiklikler göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye genelinde etkin ve koordineli bir erken uyarı sisteminin kurulması büyük bir ihtiyaçtır (Tablo 2).

Kuraklık, aşırı yağışlar, sel ve ani sıcaklık değişimleri gibi iklim kaynaklı uç çevre olayları, su kolonunda ani değişimlere ve ZAÇ olaylarına zemin hazırlayabilmektedir. Özellikle müsilaj gibi ZAÇ olayları, sadece biyolojik değil aynı zamanda fizikokimyasal eşiklerin aşılmasıyla da tetiklenebilmektedir.

Zararlı alg çoğalmalarının sıklığı, yaygınlığı ve toksisite düzeyleri, iklim değişikliğinin hızlanmasıyla birlikte önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artış gösterebilir. Uluslararası panel raporları (örn. IPCC 2021), denizel ortamların fiziksel ve biyolojik parametrelerinde köklü değişimler beklendiğini ortaya koymaktadır. Türkiye özelinde de bu değişimlerin ZAÇ riskini daha karmaşık ve öngörülemez hale getirmesi beklenmektedir. IPCC'nin SSP2-4.5 senaryosuna göre 2050'ye kadar Akdeniz Havzası'nda deniz yüzey sıcaklıklarında 1.5–2.5 °C'lik artış öngörülmektedir. Bu artış, yüzey sularında termal tabakalaşmanın güçlenmesiyle birlikte durağanlığı artırarak dinoflagellatların baskın hale gelmesine neden olabilir. Özellikle “Tropikleşme” olarak adlandırılan süreçte, sıcaklık toleransı yüksek bentik dinoflagellat türlerinin kuzeye doğru kayması mümkündür. Akdeniz'de gözlemlenen *Karenia brevis*, *Gambierdiscus toxicus*, *Coolia tropicalis* gibi tropik kökenli türler, Ege ve Marmara gibi daha kuzey kıyı sularında çoğalma riski taşımaktadır. Bu türlerin toksinleri daha önce Türkiye kıyı sularında görülmeyen yeni sağlık sorunlarını gündeme getirebilir (örneğin: ciguatera zehirlenmesi). Türk kıyı sularında ulusal ZAÇ izleme programı olmamasından dolayı algal toksin analizleri sınırlı kalmakta, potansiyel halk sağlığı riskleri göz ardı edilmektedir.

Tablo 2. Erken uyarı sisteminin bileşenleri

Bileşen	Açıklama
Plankton gözlem ağıları	Belirli aralıklarla mikroskobik tür takibi
Fizikokimyasal ölçümler	Yüzey sıcaklığı, tuzluluk, çözülmüş oksijen, besin tuzları
Toksin analiz altyapısı	LC-MS/MS sistemlerinin yaygınlaştırılması
Uzaktan algılama ve modelleme	Alg artışlarının mekansal tahmini
Paydaş iletişim platformu	Akademi, kamu ve üretici arasındaki veri paylaşımı ve risk uyarı sistemi

Risk Değerlendirme ve Uyum Politikaları

İklim değişikliği ve artan antropojenik baskılar, Türkiye denizlerinde zararlı alg çoğalmalarının hem sıklığını hem de etkilerini artırma potansiyeli taşımaktadır. Bu çoğalmalar, sadece ekosistem sağlığı açısından değil, aynı zamanda insan sağlığı, gıda güvenliği ve su ürünleri yetiştiriciliği açısından da yüksek risk oluşturmaktadır. Aynı zamanda sosyal ve ekonomik boyutlarda da geniş çaplı etkiler yaratmakta, bölgesel kalkınma ve turizm faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini de tehdit etmektedir. Su yüzeyinde meydana gelen renk değişimleri, köpüklenme ve özellikle kötü kokular, plajların tercih edilme oranını ciddi şekilde düşürerek ziyaretçi sayısında azalmaya neden olur. Bu durum, özellikle yaz sezonunda ekonomik canlılığın yüksek olduğu turistik bölgelerde önemli gelir kayıplarına yol açmaktadır. Ayrıca, aerosol maruziyetiyle solunum yolu semptomları gibi sağlık sorunlarına da sebep olabilmektedirler. Turizm sektörünün yoğun olarak faaliyet gösterdiği tatil köyleri ve kıyı kasabalarında, bu tür aşırı alg artışlarının etkisi ekonomik açıdan da ciddi boyutlara ulaşabilir.

Türkiye gibi mavi ekonomi potansiyeli yüksek bir ülkede, bu olayların ekonomik yansımaları hem doğrudan hem de dolaylı zararlar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Deniz ürünleri yetiştiriciliğine ilişkin üzerinde çok da durulmayan en büyük risklerden biri, ZAÇ olaylarından kaynaklanmaktadır. Örneğin, Yunanistan’da *Chattonella* sp. türünün neden olduğu ZAÇ yabani ve çiftlik balıklarının ölümüne ve ciddi stok kayıplarına neden olmuştur (Nikolaidis ve diğ. 2005, Ignatiades ve diğ. 2007). ZAÇ’ların potansiyel büyük ölçekli etkisi, 2016 yılında Şili’de çiftlik balıklarının kitlesel ölümüne neden olan *Pseudochattonella* sp. aşırı artışı ile de gözler önüne serilmiş ve 100.000 tonluk bir somon ve alabalık stoğunun kaybı ile ülkenin yıllık üretiminin % 15’ine denk gelen 800 milyon dolarlık tahmini ihracat kaybı ile sonuçlanmıştır (Eckford-Soper ve Daugbjerg 2016). Mikroalg aşırı üremelerinin en son fakat en önemli zararlarından biri de Halo etkisi’dir (Epstein 1998). Bilimsel literatürde “Halo etkisi” (Halo Effect) adı ile bilinen zehirden etkilenmemiş olan ticari türlerinde aşırı fitoplankton artışı sonrası “etkilenmiş” kabul edilerek ticari olarak satışının engellenmesi sonucunda oluşan ekonomik zarardır.

Algal biyotoksinlerin kimyasal ve moleküler düzeyde tanımlanması, erken müdahale için kritik öneme sahiptir. Toksin analiz kapasitelerinin Türkiye genelinde artırılması gerekmektedir. Özellikle toksik türlerin moleküler taksonomisi ve toksin profillerine dair bilgi eksikliği giderilmelidir. Zararlı alg çoğalmalarının izlenmesi, değerlendirilmesi ve raporlanmasına dair ulusal bir izleme ve müdahale stratejisi oluşturulmalıdır. Gıda güvenliği kapsamında DSP, PSP ve ASP toksinlerinin varyantları için yurt içi denetim sistemleri yaygınlaştırılmalı, yalnızca ihracat odaklı analizlerle sınırlı kalınmamalıdır. Erken uyarı sistemleri, ilgili kamu kurumları, araştırma merkezleri ve üretici birlikleri arasında koordineli bir yapıya kavuşturulmalıdır. Kıyı bölgelerinde yaşayan halk, su ürünleri yetiştiricileri, turizm işletmecileri ve sağlık personeli için farkındalık programları geliştirilmelidir (Tablo 3).

Tablo 3. Geleceğe yönelik tehditler karşısında geliştirilmesi önerilen stratejiler.

Önem Alanı	Açıklama
Biyocoğrafik İzleme	Yeni türlerin girişi, yayılımı ve kalıcılığına dair izleme çalışmaları
Toksik Alg Hücre Kültürü	Yenilikçi çalışmaların yürütülebilmesi için ulusal kültür koleksiyon merkezinin oluşturulması gerekmektedir.
Genetik ve Toksin Analizi	Yerel suşların moleküler yapıları ve toksin üretim kapasitesinin belirlenmesi
İklim Modelleme Entegrasyonu	Oşinografik modellerle ekolojik öngörülerin birleştirilmesi
Acil Müdahale Planları	Erken uyarıdan sonra uygulanacak protokollerin belirlenmesi

Zararlı alg çoğalmaları artık yalnızca biyoloji ve çevre bilimi kapsamında değerlendirilecek bir konu değil; doğrudan halk sağlığını, ekonomiyi ve sosyal

yaşamı etkileyen çok disiplinli bir çevresel kriz alanı haline gelmiştir. Türkiye'nin bu alanda bilimsel birikimini kamu politikalarıyla bütünleşirmesi ve küresel ölçekte artan tehditlere karşı hazırlıklı hale gelmesi gerekmektedir.

Kaynakça

Açaf, L., Lemée, R., Abboud-Abi Saab, M. (2016) Monitoring of benthic harmful algal blooms of *Ostreopsis* sp. in Naqoura South of Lebanon (Eastern Mediterranean). *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée* 41: 288.

Adachi, R., Fukuyo, Y. (1979) The thecal structure of a marine toxic dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus* gen. et. sp. nov. collected in a ciguatera-endemic area. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish* 45(1): 67-71.

Aktan, Y. (2008) Mucilage event associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. *Harmful Algae News* 36: 1-3.

Aktan, Y., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Aykulu, G. (2005) Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in Izmit Bay (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64(2-3): 372-384.

Aktan, Y., Dede, A., Ciftci, P.S. (2008) Mucilage event associated with diatom and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. *Harmful Algae News* 36: 1-3.

Aligizaki, K., Nikolaidis, G. (2008) Morphological identification of two tropical dinoflagellates of the genera *Gambierdiscus* and *Sinophysis* in the Mediterranean Sea. *Journal of Biological Research* 9: 75-82.

Alpaslan, A.H. (2013) İzmir ve büyük körfez projesi. TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu, 28-30 Kasım 2013, 693-699.

Anderson, D.M., Glibert, P.M., Burkholder, J.M. 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, 25(4): 562-584.

Anderson, D.M. (2014) HABs in a changing world: A perspective on harmful algal blooms, their impacts, and research and management in a dynamic era of climactic and environmental change. *Harmful Algae* 10: 39-46.

Artüz, M.İ. (1987) *Marmara Denizinin hidrografisi: su kirlenmesi açısından bilimsel etüdü*. İstanbul Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi.

Artüz, İ., Baykut, F. (1986) Marmara Denizinin hidrografisi ve su kirlenmesi açısından bilimsel etüdü. *İstanbul Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları*, No.3.

Aubert, M., Revillon, P., Aubert, J., Leger, G. (1990) *Mers d'Europe: études hydrobiologiques, chimiques et biologiques*. CERBOM.

Aydın, H., Uzar, S. (2013) Some potentially toxic dinoflagellate cysts in recent sediments from İzmir Bay. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 30(3): 109-114.

Balcı, M., Balkis, N. (2017) Assessment of phytoplankton and environmental variables for water quality and trophic state classification in the Gemlik Gulf, Marmara Sea (Turkey). *Marine Pollution Bulletin* 115: 172-189.

Balcı, M., Durmuş, T. (2024) Batı Karadeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi'nin Kuzeyinde Bentik / Epifitik Dinoflagellatların Morfolojik, Moleküler ve Toksikolojik Karakterizasyonu. Tübitak 1001 Y-Deniz Grubu Araştırma Projesi (No: 121Y389)

Balkis, N. (2003). Seasonal variations in the phytoplankton and nutrient dynamics in the neritic water of Büyükçekmece Bay, Sea of Marmara. *Journal of Plankton Research* 25(7): 703-717.

Balkis, N., Aktan, Y. (2004) Toxic phytoplanktonic species in the Sea of Marmara. *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée* 37: 486.

Balkis, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H., Tüfekçi, V. (2011) Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükada Island (the Marmara Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91(4): 771-781.

Balkis, N., Toklu-Alıçlı, B. (2014) Changes in phytoplankton community structure in the Gulf of Bandırma, Marmara Sea in 2006-2008. *Fresenius Environmental Bulletin* 23(12): 2976-2983.

Balkis, N., Balcı, M., Giannakourou, A., Venetsanopoulou, A., Mudie P. (2016) Dinoflagellate resting cysts in recent marine sediments from the Gulf of Gemlik (Marmara Sea, Turkey) and seasonal harmful algal blooms. *Phycologia* 55: 187-209.

Balkis-Ozdelice, N., Durmuş, T., Balcı, M. (2021) A preliminary study on the intense pelagic and benthic mucilage phenomenon observed in the Sea of

Marmara. *International Journal of Environment and Geoinformatics* 8(4): 414-422.

Başdemir, D. (2017). *Homa Dalyanı (İzmir Körfezi) bentik ve planktonik dinoflagellatları ve ortam koşullarıyla ilişkisi* (Doktora tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Baytut, Ö. (2010). *Kızılırmak nehir ağızı fitoplanktonu ve nutrientlerle etkileşimleri* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., Rubin, S. (1998) Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel. *Theoretical and Applied Climatology* 61: 177-190.

Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994) The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography* 34(4): 285-334.

Bianchi, C. N., Morri, C. (2003) Global sea warming and “tropicalization” of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia–The Journal of Integrative Biogeography* 24(1).

Bizsel, K.C., Bizsel, N. (2015) Harmful Algal Blooms (HABs) and Aegean Sea. *The Aegean Sea* 474.

Bizsel, N., Aligizaki, K. (2011) Detection of *Ostreopsis* cf. *ovata* in coastal waters of Turkey (East Aegean Sea). Proceedings of the International Conference on *Ostreopsis* Development, Villefranche-sur-Mer, France, 8 April, pp. 4-8.

Calvo, E., Simó, R., Coma, R., Ribes, M., Pascual, J., Sabatés, A., *et al.* (2011) Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. *Climate Research* 50(1): 1-29.

Chiggiato, J., Jarosz, E., Book, J. W., Dykes, J., Torrisi, L., Poulain, P. M., *et al.* (2012) Dynamics of the circulation in the Sea of Marmara: numerical modeling experiments and observations from the Turkish Straits System experiment. *Ocean Dynamics* 62: 139-159.

Cloern, J.E. (2001) Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 210: 223–253.

ÇŞİDB (2024) Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Marmara Denizi Verileri.

Daguer, H., Hoff, R.B., Molognoni, L., Kleemann, C.R., Felizardo, L.V. (2018) Outbreaks, toxicology, and analytical methods of marine toxins in seafood. *Current Opinion in Food Science* 24: 43-55.

Danovaro, R. (2003) Pollution threats in the Mediterranean Sea: an overview. *Chemistry and Ecology* 19(1): 15-32.

Daoji, L., Daler, D. (2004) Ocean pollution from land-based sources: East China Sea, China. *Ambio* 107-113.

Deeds, J. R., Schwartz, M.D. (2010) Human risk associated with palytoxin exposure. *Toxicon* 56(2): 150-162.

Deniz, N., Taş, S. (2009) Seasonal variations in the phytoplankton community in the north-eastern Sea of Marmara and a species list. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89(2): 269-276.

Dökümcü, K., Altıok, H. (2024) Seasonal and inter-annual variability in the East of the Sea of Marmara water masses by temperature and salinity time series. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 24(8). <http://doi.org/10.4194/TRJFAS24612>

Durando, P., Ansaldi, F., Oreste, P., Moscatelli, P., Marensi, L., Grillo, C., ... Collaborative Group for the Ligurian Syndromic Algal Surveillance. (2007). *Ostreopsis ovata* and human health: epidemiological and clinical features of respiratory syndrome outbreaks from a two-year syndromic surveillance, 2005-06, in north-west Italy. *Weekly releases (1997–2007)* 12(23): 3212.

Durmuş, T., Balkıs-Ozdelice, N., Taş, S., Partal, F. B., Balcı, M., Dalyan, C., Sarı, M. (2022) New records for microalgae species of the Turkish Seas under the effect of intense mucilage in the Sea of Marmara. *European Journal of Biology* 81(2): 144-162.

Dursun, F., Ünlü, S., Yurdun, T. (2018) Determination of domoic acid in plankton net samples from Golden Horn Estuary, Turkey, using HPLC with fluorescence detection. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 100: 457-462.

Dükeloh, A., Jacobeit, J. (2003). Circulation dynamics of Mediterranean precipitation variability (1948–1998). *International Journal of Climatology*, 23(14), 1843–1866.

Eckford-Soper, L., Daugbjerg, N. (2016). The ichthyotoxic genus *Pseudocchattonella* (Dictyochophyceae): Distribution, toxicity, enumeration,

ecological impact, succession and life history – A review. *Harmful Algae* 58: 51–5.

Eker, E., Kıdeyş, A.E. (2000) Weekly variations in phytoplankton structure of a harbour in Mersin Bay (North-eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Botany* 24(1): 13–24.

Ergul, H.A., Balkis-Ozdelice, N., Koral, M., Aksan, S., Durmus, T., Kaya, M., *et al.* (2021) The early stage of mucilage formation in the Marmara Sea during spring 2021. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 27(2), 201–215.

Ergul, H.A., Aksan, S., Ipsiroglu, M., Baysal, A. (2014) Assessment of consecutive phytoplankton blooms on March and April 2014 in Izmit Bay (the Marmara Sea). *Proceedings of the HydroMedit* 127-131.

Ferreiro, S.F., Carrera, C., Vilarinho, N., Louzao, M.C., Santamarina, G., Cantalapiedra, A.G., Botana, L.M. (2015) Acute cardiotoxicity evaluation of the marine biotoxins OA, DTX-1 and YTX. *Toxins* 7(4): 1030-1047.

Feyzioğlu, A.M. (2013) Dinoflagellat/Diatom değişimleri ve HAB’ların zaman serisi verileri ile incelenmesi. Deniz ve kıyı suları kalite durumlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması Karadeniz Çalıştayı, Sinop, Türkiye, 26-27 Haziran 2013.

Feyzioğlu, A.M., Ögüt, H. (2006) Red tide observations along the eastern Black Sea coast of Turkey. *Turkish Journal of Botany* 30(5): 375-379.

Fleming, L.E. (1998) Seafood toxin diseases: issues in epidemiology and community outreach. *Harmful Algae* 245-248.

Fukuyo, Y. (1981) Taxonomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reefs [French Polynesia, Japan]. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 47: 967-978.

Gallitelli, M., Ungaro, N., Addante, L.M., Procacci, V., Silver, N. G., Sabbà, C. (2005) Respiratory illness as a reaction to tropical algal blooms occurring in a temperate climate. *Jama* 293(21): 2595-2600.

Graneli, E., Vidyarthna, N.K., Funari, E., Cumaranatunga, P.R.T., Scenati, R. (2011) Can increases in temperature stimulate blooms of the toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata*?. *Harmful Algae* 10(2): 165-172.

Hachani, M.A., Dhib, A., Fathalli, A., Ziadi, B., Turki, S., Aleya, L. (2018) Harmful epiphytic dinoflagellate assemblages on macrophytes in the Gulf of Tunis. *Harmful Algae* 77: 29-42.

Hess, P. (2010) Requirements for screening and confirmatory methods for the detection and quantification of marine biotoxins in end-product and official control. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 397(5): 1683-1694.

Holland, W.C., Litaker, R.W., Tomas, C.R., Kibler, S.R., Place, A.R., Davenport, E.D., Tester, P.A. (2013) Differences in the toxicity of six *Gambierdiscus* (Dinophyceae) species measured using an in vitro human erythrocyte lysis assay. *Toxicon* 65: 15-33.

Hoppenrath, M., Murray, S.A., Chomérat, N., Horiguchi, T. (2014) *Marine benthic dinoflagellates-unveiling their worldwide biodiversity*. Senckenberg.

Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O., Metaxatos, A. (2007). Field and culture studies on the ecophysiology of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* (Halim) present in Greek coastal waters. *Harmful Algae* 6: 153–165.

Innamorati, M., Nuccio, C., Massi, L., Mori, G., Melley, A. (2001) Mucilages and climatic changes in the Tyrrhenian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 11(4): 289-298.

Jeong, H.J., Du Yoo, Y., Kang, N.S., Rho, J.R., Seong, K.A., Park, J.W., *et al.* (2010) Ecology of *Gymnodinium aureolum*. I. Feeding in western Korean waters. *Aquatic Microbial Ecology* 59(3): 239-255.

Kayadelen, Y., Balkis-Ozdelice, N., Durmus, T. (2022) Determination of seasonal changes in phytoplankton community of the coastal waters of Burgaz Island (the Sea of Marmara). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 102(3-4): 214-226.

Kopuz, U., Feyzioglu, A.M., Valente, A. (2014) An unusual red-tide event of *Noctiluca scintillans* (Macartney) in the Southeastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 14(1).

Koray, T. (2002) Toxic and harmful phytoplanktonic species in the Aegean (including dardanelles) and northeastern Mediterranean coastline. In Workshop on Lessepsian Migration Proceedings, (eds., Öztürk, B., Başusta, N.) 9: 40-45.

Koray, T., Buyukisik, B. (1988) Toxic dinoflagellate blooms in the harbour region of Izmir Bay (Aegean Sea). *Revue internationale d'océanographie médicale* 91, 25-42.

Koray, T., Buyukisik, B., Benli, H.A., Gokpinar, S. (1992) Phytoplankton blooming and zooplankton swarms in eutrophied zones of Aegean Sea (Izmir Bay). *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit*, 33.

Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H., Gökpinar, S. (1996) Eutrophication processes and algal blooms (red tides) in Izmir Bay. *Final Reports on Research Projects Dealing with Eutrophication and Heavy Metal Accumulation; MAP Technical Reports Series* (104).

Koray, T., Sabancı, F.Ç. (2001) Toxic planktonic micro-algae of Turkish Seas. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18(1), 293-298.

Koray, T. (2004). Potentially toxic and harmful phytoplankton species along the coast of the Turkish seas. In: Harmful Algae 2002 (eds. Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R., Vargo, G.A.), Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Florida, pp. 335–337.

Kucuksezgin, F., Balci, A., Kontas, A., Altay, O. (1995) Distribution of nutrients and chlorophyll-a in the Aegean Sea. *Oceanologica Acta* 18(3): 343-352.

Laza-Martínez, A., David, H., Riobó, P., Miguel, I., Orive, E. (2016) Characterization of a strain of *Fukuyoa paulensis* (Dinophyceae) from the Western Mediterranean Sea. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 63(4): 481-497.

Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., Chenoweth, J., El Maayar, M., Giannakopoulos, C. E., *et al.* (2012). Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climatic Change* 114: 667-687.

Marampouti, C., Buma, A.G., de Boer, M.K. (2021) Mediterranean alien harmful algal blooms: origins and impacts. *Environmental Science and Pollution Research* 28(4): 3837-3851.

Mecozzi, M., Acquistucci, R., Di Noto, V., Pietrantonio, E., Amici, M., Cardarilli, D. (2001) Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance. *Chemosphere* 44(4): 709-720.

Molina-Miras, A., Bueso-Sánchez, A., Cerón-García, M.D.C., Sánchez-Mirón, A., Contreras-Gómez, A., García-Camacho, F. (2022) Effect of nitrogen, phosphorous, and light colimitation on amphidinol production and growth in the marine dinoflagellate microalga *Amphidinium carterae*. *Toxins* 14(9): 594.

Morton, S.L., Vershinin, A., Smith, L.L., Leighfield, T.A., Pankov, S., Quilliam, M.A. (2009) Seasonality of *Dinophysis* spp. and *Prorocentrum lima* in Black Sea phytoplankton and associated shellfish toxicity. *Harmful Algae* 8(5): 629-636.

Murakami, Y., Oshima, Y., Yasumoto, T. (1982) Identification of okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate *Prorocentrum lima*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 48: 69-72.

Murray, S. (2010) Benthic dinoflagellates. *Algae of Australia: Phytoplankton of Temperate Coastal Waters* 213-259.

Nakajima, I., Oshima, Y., Yasumoto, T. (1981) Toxicity of benthic dinoflagellates in Okinawa. *Nippon Suisan Gakkaishi* 47: 1029–1033.

NASA, 2015. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/85947/blooms-in-the-sea-of-marmara#:~:text=According%20to%20scientists%20Baris%20Salihoglu,first%2C%20though%20Noctiluca%20eventually%20dominated.>

Nielsen, L.T., Hansen, P.J., Krock, B., Vismann, B. (2016) Accumulation, transformation and breakdown of DSP toxins from the toxic dinoflagellate *Dinophysis acuta* in blue mussels, *Mytilus edulis*. *Toxicon* 117: 84-93.

Nikolaidis, G., Koukaras, K., Aligizaki, K., Heracleous, A., Kalopesa, E., Moschandreu, K., Tsolaki, E., Mantoudis, A. (2005). Harmful microalgal episodes in Greek coastal waters. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 3: 77–85.

Nümann, W. (1955) İzmir Körfezinde balık kırılması hadisesi. *Hidrobiyoloji Mecmuası. A*, 3, 2.

Okolodkov, Y.B., Campos-Bautista, G., Gárate-Lizárraga, I., González-González, J.A.G., Hoppenrath, M., Arenas, V. (2007) Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquatic Microbial Ecology* 47(3): 223-237.

Özalp, H.B. (2021) A preliminary assessment of the mass mortality of some benthic species due to the mucilage phenomenon of 2021 in the Çanakkale Strait (Dardanelles) and North Aegean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 27(2): 154-166.

Özdemir, G.P., Ak, O. (2012) Güneydoğu Karadeniz’de (Trabzon Kıyıları) Fitoplanktonun Kalitatif ve Kantitatif Değişimi. *Aquaculture Studies* 2012 (4): 13-25.

Park, D.L., Guzman-Perez, S.E., Lopez-Garcia, R. (1999) Aquatic biotoxins: design and implementation of seafood safety monitoring programs. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology: Continuation of Residue Reviews* 157-200.

Paerl, H.W., Huisman, J. (2008) Climate change: A catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental Microbiology Reports* 1(1): 27–37.

Polat, S., Olgunoğlu, M.P., Koray, T. (2006) Kuzeydoğu Akdeniz Kıyısı Sularında (İskenderun Körfezi) Dağılım Gösteren Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 23(1): 169-172.

Quilliam, M.A. (1995) Methods for diarrhetic shellfish poisons. *Manual on Harmful Marine Microalgae* 95-111.

Rameshkumar, P., Thirumalaiselvan, P.S., Raman, M., Remya, L., Jayakumar, R., Sakthivel, M., Tamilmani, G., Sankar, M., Anikuttan, K.K., Menon, N.N., Saravanan, R., Ravikumar, T.T., Narasimappallavan, I., Krishnaveni, N., Muniasamy, V., Batcha, S.M., Gopalakrishnan, A. (2023) Monitoring of harmful algal bloom (HAB) of *Noctiluca scintillans* (Macartney) along the Gulf of Mannar, India using in-situ and satellite observations and its impact on wild and maricultured finfishes. *Marine Pollution Bulletin* 188: 114611.

Rhodes, L.L., Thomas, A.E. (1997) *Coolia monotis* (Dinophyceae): A toxic epiphytic microalgal species found in New Zealand (Note).

Rhodes, L.L., Smith, K.F., Munday, R., Selwood, A.I., McNabb, P.S., Holland, P.T., Bottein, M.Y. (2010) Toxic dinoflagellates (Dinophyceae) from Rarotonga, Cook Islands. *Toxicon* 56(5): 751-758.

Rhodes, L.L., Smith, K.F., Murray, J.S., Passfield, E.M., D'Archino, R., Nelson, W., ... *et al.* (2023) Sub-tropical benthic/epiphytic dinoflagellates of Aotearoa New Zealand and Rangitāhua Kermadec Islands. *Harmful Algae* 128: 102494.

Richter, I., Fidler, A.E. (2015) Detection of marine microalgal biotoxins using bioassays based on functional expression of tunicate xenobiotic receptors in yeast. *Toxicon* 95: 13-22.

Sabancı, F.Ç., Şahin, F., Gárate-Lizárraga, I., Erbaş, E., Tan, İ. (2025) First bloom report of *Polykrikos hartmannii* (Dinophyceae) in the coastal waters of İzmir Bay, Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Hidrobiológica* 35(1).

Sahin, F. (2024) Structure and dynamics of phytoplankton populations in the Black Sea from 2014 to 2017. *Mediterranean Marine Science* 25(3): 682-697.

- Salzman, M., Madsen, J.M., Greenberg, M.I. (2006) Toxins: bacterial and marine toxins. *Clinics in laboratory medicine* 26(2): 397-419.
- Sezgin, R., Durmus, T., Balci, M., Dursun, F., Balkis-Ozdelice, N., Krock, B., Tas, S. (2025) Morpho-Phylogenetic and toxicological characterisation of *Pseudo-nitzschia multiseriis* from the Sea of Marmara (Türkiye). *Harmful Algae* 102867.
- Smayda, T.J., Reynolds, C.S. (2003) Strategies of marine dinoflagellate survival and some rules of assembly. *Journal of Sea Research* 49(2): 95-106.
- Spector, D.L. (1984) Dinoflagellates, Orlando, Florida, USA, Academic Press, INC.
- Tang, Y.Z., Harke, M.J., Gobler, C.J. (2013) Morphology, phylogeny, dynamics, and ichthyotoxicity of *Pheopolykrikos hartmannii* (Dinophyceae) isolates and blooms from New York, USA. *Journal of Phycology* 49(6): 1084-1094.
- Taş, S., Ergül, H.A., Balkis, N. (2016) Harmful algal blooms (HABs) and mucilage formations in the Sea of Marmara. In: The Sea of Marmara, Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkis, N., Balkis, N., Öztürk, B.). Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 42, İstanbul, Turkey, pp: 768-786.
- Tas, S., Kus, D., Yilmaz, I.N. (2020) Temporal variations in phytoplankton composition in the northeastern Sea of Marmara: potentially toxic species and mucilage event. *Mediterranean Marine Science* 21(3): 668-683.
- Tas, S., Okus, E. (2004) Phytoplanktonarbeiten im Golf Izmit, Turkei. *Mikrokosmos* 93(1): 21-24.
- Taş, S., Okuş, E., Aslan-Yılmaz, A. (2006) The blooms of a cyanobacterium, *Microcystis* cf. *aeruginosa* in a severely polluted estuary, the Golden Horn, Turkey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68(3-4): 593-599.
- Tas, S., Yilmaz, I.N. (2015) Potentially harmful microalgae and algal blooms in a eutrophic estuary in Turkey. *Mediterranean Marine Science* 16(2): 432-443.
- Tas, S., Yilmaz, I.N., Okus, E. (2009) Phytoplankton as an indicator of improving water quality in the Golden Horn Estuary. *Estuaries and Coasts* 32: 1205-1224.
- Taş, S., Lundholm, N. (2017) Temporal and spatial variability of the potentially toxic *Pseudo-nitzschia* spp. in a eutrophic estuary (Sea of Marmara). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(7): 1483-1494.

- Taylor, F.J.R., Hoppenrath, M., Saldarriaga, J.F. (2008) Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodiversity and Conservation* 17: 407-418.
- Terenko, L.M. (2011) The genus *Dinophysis* Ehrenb. (Dinophyta) in the Ukrainian Black Sea coastal waters: Species composition, distribution, dynamics. *International Journal on Algae* 13(4): 341-351.
- Tindall, D.R., Morton, S.L. (1998) Community dynamics and physiology of epiphytic/benthic dinoflagellates associated with ciguatera. *Nato ASI Series G Ecological Sciences* 41: 293-314.
- Trigo, R.M., DaCamara, C.C. (2000) Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society* 20(13): 1559-1581.
- Tudó, À., Toldrà, A., Andree, K.B., Rey, M., Fernández-Tejedor, M., Campàs, M., Diogène, J. (2018) First report of *Gambierdiscus* in the Western Mediterranean Sea (Balearic Islands). *Harmful Algae News*. 59: 22-23.
- Turkoglu, M. (2013). Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey). *Oceanologia*, 55(3): 709-732.
- Turkoglu, M. (2016) First harmful algal bloom record of tytoplanktonic dinoflagellate *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) F. Stein, 1878 in the Dardanelles (Turkish Straits System, Turkey). *Journal of Coastal Life Medicine* 4(10): 765-774.
- Turner, A.D., Goya, A.B. (2015) Occurrence and profiles of lipophilic toxins in shellfish harvested from Argentina. *Toxicon* 102: 32-42.
- Tüfekçi, V., Balkis, N., Beken, C.P., Ediger, D., Mantikci, M. (2010) Phytoplankton composition and environmental conditions of the mucilage event in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Biology* 34(2): 199-210.
- Türkoğlu, M., Koray, T. (2002) Phytoplankton species' succession and nutrients in the southern Black Sea (Bay of Sinop). *Turkish Journal of Botany* 26(4): 235-252.
- Usami, M., Satake, M., Ishida, S., Inoue, A., Kan, Y., Yasumoto, T. (1995) Palytoxin analogs from the dinoflagellate *Ostreopsis siamensis*. *Journal of the American Chemical Society* 117(19): 5389-5390.
- Uysal, Z., Iwataki, M., Koray, T. (2003) On the presence of *Heterocapsa pygmaea* AR Loeb. (Peridinales, Dinophyceae) in the northern Levantine basin (Eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Botany* 27(2): 149-152.

Uzar, S., Aydın, H., Minareci, E. (2010) Dinoflagellate cyst assemblages in the surface sediments from Izmir Bay, Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Scientific Research and Essays* 5(3): 285-295.

Ünlülata, Ü., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E. (1990) On the physical oceanography of the Turkish Straits. *The Physical Oceanography of Sea Straits* 25-60.

Whittle, K., Gallacher, S. (2000) Marine toxins. *British Medical Bulletin* 56(1): 236-253.

Yasumoto, T., Nakajima, I., Bagnis, R., Adachi, R. (1977) Finding of a dinoflagellate as a likely culprit of ciguatera. *Japanese Society of Fisheries Science* 43: 1021-1026.

Yurga, L. (2022a) Distribution of phytoplanktonic species in the sea snout in 2021 in the Marmara Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39(3): 235-242.

Yurga, L. (2022b) Investigation of harmful algae in İzmir Bay for the 30 years. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39(1): 61-70.

Tehlikeli Deniz Canlılarına Tıbbi Yaklaşım Açısından Deneyimlerimiz

Selin Gamze SÜMEN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Uluslararası Tıp Fakültesi
Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi, Kartal İstanbul
Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, PK: 10, Beykoz, İstanbul

sgsumen@gmail.com

Özet

İklim değişikliğinin etkileriyle ülkemiz kıyılarına olan tehlikeli deniz canlılarının göçü, sadece ekosistemi değil insan sağlığını da tehdit etmektedir. Kıyı şeridinden faydalanan yerli ya da yabancı bireylerin sayısındaki artışla, deniz canlısıyla temas olasılığı dolaylı olarak artmaktadır. Ortaya çıkacak klinik tabloların değişkenlik göstermesi, bireye ait yapısal farklılıklar ve canlı türlerinin çeşitliliği ile ilişkilendirilir. Yaralanma ve zehirlenmeleri tedavi etmek için kıyı şeridindeki sağlık çalışanları ve idarecilerin güncel bilgilerle donatılmış eğitimlerle hazırlıkları planlanmalıdır. Ayrıca bu tür canlılarla yaralanmalarda tedavilerin sistematik olarak izlenmesiyle ilgili (Sağlık Bakanlığı'nda tutulan ulusal veri tabanları, ulusal zehir merkezinde vb.) stratejiler belirlenmelidir. Böylece basit ve etkili tedavi yaklaşımlarıyla yaralanmaların olumsuz etkileri kolaylıkla önlenabilir.

Anahtar kelimeler: Deniz canlısıyla yaralanma, istilacı tür, sağlık, denizanası, Sağlık Bakanlığı

Giriş

Denizler binlerce canlı türü için önemli habitat alanıdır. Hareketli özellikleriyle bu canlılar, uzak denizlerden taşınarak yerli tür çeşitliliğine baskı kurdukları gibi tehlikeli deniz canlıları insan sağlığını olumsuz etkileyebilir (Cunha ve Dinis-Oliveira 2022). İklim değişikliğinin etkileriyle Akdeniz ve Ege kıyılarına olan göçler, bu türlerin sayılarını ve yayılma hızlarını arttırmıştır (Needleman, ve diğ. 2018; Ünal ve Göncüoğlu Bodur 2017). Denizlerimizde tespit edilen yabancı türlerden 100'ün üzerinde türün istilacı karakterde olduğu bilinmektedir. Ülkeler arası ekonomik, kültürel ve sosyal ilişkilerdeki gelişmelerle, rekreasyonel amaçla kıyı şeridinden faydalanan yerli ya da yabancı bireylerin sayısı zamanla artmaktadır. Bununla birlikte insanlar tehlikeli deniz canlısıyla daha sık karşılaşmakta ve temas etmektedir (Fathy ve Rosenbach 2020).

Denizlerde farklı amaçlarla vakit geçiren bireyler sıklıkla yüzücüler, dalgıçlar, balıkçılar, yelkenciler ve tatil amaçlı faydalananlardır. Dolayısıyla kıyılarımızdaki tehlikeli deniz canlısı ile temas sonucu yaralanma riski bu kişilerde daha fazladır. Kamu ya da özel sağlık kuruluşları temasla yaralanan bireylere uygun tedavi desteği sağlar. Buradaki önemli ayrıntı denizlerdeki canlı

türlerinin çeşitliliği nedeniyle, ortaya çıkan klinik tablonun değişkenlik göstermesidir (Fathy ve Rosenbach 2020; Galil 2018; Sümen 2019). Eşlik edebilecek başka hastalıkların semptom ve bulguları ile karışabileceğinden doğru tanı ve hızlı tedavi uygulanması önem taşımaktadır. Yaralanmalar lokal ve/veya sistemik bulgularla seyredebilir. Hafif olgularda ciltte yanma, kızarıklık, şişlik ve döküntüler görülebilir. Bazen mide bulantısı, karın ağrısı, ishal ve kusma gibi sindirim sistemi yakınmaları eşlik edebilir. Seyrek olarak bazı olgularda boğazda kaşıntı, dilde ve yutakta şişlik, öksürük, nefes darlığı, kan basıncında düşme, kalp ritminde ve solunumda bozulma ortaya çıkabilmektedir. Nadiren ölümle sonuçlanan yaralanmalar görülmektedir (Sümen 2019; Sümen ve diğ. 2018; Reese ve Depenbrock 2014; Hornbeak ve Auerbach 2017).

Özellikle bu tür yaralanmalarda olay yerinde ve hastane acil servislerinde yapılan ilk müdahale klinik tablonun seyrini önemli ölçüde etkiler. Sağlık çalışanları deniz canlıları ile yaralanmalar konusunu bilgi ve tecrübelerden faydalanarak önemsemeli ve kayıt altına almalıdır. Hekimler ve diğer sağlık çalışanları canlı türüne özgü gelişebilecek sağlık sorunları hakkında güncel bilgiler edinmeli, becerilerini geliştirmeli, erken tanı koyabilmeli, hızlı ve doğru tedavi yaklaşımı sergilemelidir (Bédry ve diğ. 2021; Hornbeak ve Auerbach 2017).

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) ülkemizde tehdit oluşturabilecek tehlikeli deniz canlılarını izlemeyi (www.yayakarsa.org) ve araştırma projelerini destekleyerek bilimsel katkı sağlamayı hedeflemiştir. Bu canlıların insan sağlığına etkileri konusu ise, araştırılması ve sağlık politikalarında ele alınması gereken önemli bir alandır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda TÜDAV önemli adımlar atmıştır. Günümüze kadar faaliyete geçirilen planlamalar, uygulamalar ve öneriler bu çalışmada ele alınmıştır.

Tıbbi Yaklaşım Konusunda Süreç Yönetimi

Yakın zamana kadar farklı disiplinlerdeki bilimsel otoriteler tarafından canlı türlerinin karakteristik özellikleri, göçleri, çevre ve balıkçılık üzerine etkileri ile ilgili konular ele alınmaktaydı. Tehdit oluşturan deniz canlılarının, insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırılması, tartışılması, sağlık bilim çevrelerince tanı ve tedavi planlamalarının geliştirilmesi öncelikliydi. Kamuda bakanlıklar ve bilim çevreleri arasında iş birliğini geliştiren, sağlık hizmeti konusunda önemli gelişmeler sağlandı. Konunun önemini ön plana çıkartmak amacıyla, çalıştaylarda bakanlıklara bağlı kamu kurum temsilcilerini bilgilendirici platformlarda, tehlikeli deniz canlılarının sağlık üzerine etkilerini detaylı olarak ele alınmıştır. Türkiye "Denizel İstilacı Yabancı Türlerle Mücadele Projesi" kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile iş birliği içerisinde yürütülen proje kapsamında düzenlenen çalıştaylarda insan sağlığı üzerine etkileri vurgulanmıştır.

Antalya bölgesinde düzenlenen halk sağığını ilgilendiren odak grup toplantısı, balon balığı ile yaralanma ve tıbbi müdahalenin önemi konusunda yaygın etki yaratan değerli bir adım özelliğı taşımaktadır. Ardından BAYOMA projesinin (Balon ve Aslan Balıklarının Yayılım Alanlarının ve Olası Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması) ilk tanıtım toplantısında, istilacı türlerin sağık üzerine etkisinin anlatıldığı faaliyet gerçekleştirilmiştir. Bu toplantı daha çok balıkçılık faaliyetlerini ilgilendiren bir platformda düzenlenmişti. Denizlerden faydalanan sadece balıkçılar değil dalgıçlar, yüzücüler vb. topluluklarda bulunmaktadır. Denizlerimizde rekreasyonel amaçla dalış aktivitelerinde son yıllarda artış görülmektedir. Bu nedenle deniz canlıları ile karşılaşma olasılığı yüksek olan diğer bir hedef grup dalgıçlar ve cankurtaranlardı. Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu çatısında yer alan dalgıçlar ve cankurtaranlara çevrim içi toplantılar düzenlenmiş olup, toplantı içeriğini deniz canlısı ile yaralanmada klinik bulgular ve ilk tıbbi müdahale oluşturmuştur. Böylece toplantılarda bilgi ve tecrübe paylaşma fırsatı yakalanmıştır.

Kıyılarımızda farklı coğrafi bölgelerden gelen deniz canlısı ile yaralanma ihbarları tarafımıza ulaşmıştır. Bu ihbarlarla ilgili görseller Şekil 1 ve 2 de görülmektedir. Yaralanan bireyler tanı ve ilk müdahaleler konusunda bazı karışıklıklardan bahsediyordu. Gerekli durumlarda telefon, görsel medya aracılığıyla tanı ve tedavi konusunu izleyerek hastane başvuruları ile ilgili önerilerde bulunuldu.



Şekil 1. Kıyıya ve sahile vurmuş denizaneleri

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından düzenlenen aslan balığı ve denizaneleri temalı farklı çalıştaylarda Sağık Bakanlığı'nın süreç yönetiminde dahil edilmesi hususunda öneride bulunulmuştur (Şekil 3). Bilimsel kaynak oluşturma amacıyla aslan balığı ve denizanası ile yaralanma konu başlıklarını içeren kitap ve kitap bölümleri hazırlanmıştır. Dikkat çekici bir diğer konu ise, balon balığı ısırganlığı ile travmatik yaralanan bir çocuk olgunun dünya literatüründe ilk defa raporlanmış olmasıydı (Şekil 4).



Şekil 2. Denizanası ile yaralanmada yanık benzeri deri bulguları



Şekil 3. Denizel istilacı yabancı türlerin etkileri bilimsel konferansında sağlık konusu katılımcılarla paylaşıldı

SHORT COMMUNICATION

Traumatic finger amputation caused by *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) bite

Selin Gamze Sümen^{1*}, Murat Bilecenoğlu²

¹ Department of Underwater and Hyperbaric Medicine, Kartal Dr.Lutfi Kırdar Training and Research Hospital, University of Health Sciences, Istanbul, TURKEY

² Department of Biology, Faculty of Arts & Sciences, Aydın Adnan Menderes University, Aydın, TURKEY

*Corresponding author: sgsumen@gmail.com

Abstract

Marine animal attacks and bites are rarely encountered in Turkey. The invasive alien silver-cheeked toadfish, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), is continuously growing in population and hence becoming increasingly tempted closer ashore especially during the summer months. Infamous with its highly toxic flesh, the species is also capable of inflicting severe bites with its quite strong beak-like teeth. We present the first case of a traumatic amputation caused by *L. sceleratus* bite in a child who eventually lost the distal part of her finger, in an incident occurred at the northern Levant shore of Turkey.

Key words: *Lagocephalus sceleratus*, trauma, fish bite, Mediterranean Sea



Şekil 4. Balon balığı ile yaralanma olgusunun dergiden bilim dünyasına duyurulması

Sağlık Bakanlığı bünyesinde yaptığımız görüşmeler sonucunda önemli bir adım daha atılmıştır. Tehlikeli istilacı deniz canlıları ile yaralanmalarda ilk müdahale konusu işlenerek hizmet içi eğitim amaçlı video hazırlanmış, görsel eğitimle ilk müdahaleyi yapacak sağlık personelinin faydalanabileceği kaynak oluşturulmuştur. Bu video tehlikeli deniz canlılarının işlendiği önemli bir başlangıçtı. İçerikteki verilen temel bazı mesajların ana hatları yazımızın içeriğinde aşağıda belirtilmiştir.

Tehlikeli istilacı deniz canlısı ile yararlanmada ilk yaklaşım uygun adımlarla yönlendirilmelidir (Sümen 2019; Sümen ve diğ. 2018).

A. Yaralanan kişi öncelikle sakinleştirilerek, stabilize edilir. Suda kalmaya bağlı olumsuz etkilenmeyi ve boğulma riskine azaltmak için kişi hızlıca sudan çıkarılır. İhtiyaç duyulması halinde temel yaşam desteği ve ilk acil müdahale yapılmalıdır. Bilinç durumu, solunum, kalp dolaşım sistemi, gibi yaşamsal organların fonksiyonu desteklenir. Gerekğinde yaralı kişi hastane acil servisine nakledilir.

B. Deniz canlısına ait nematosist vb. yapılardan açığa çıkan zehirli salgının daha fazla zarar vermesi engellenir. Bu nedenle bilimsel çevreler denizanası, anemon

ve hidroid türü canlılarla yaralanmalarda deniz suyuyla yıkamak, sirke ve tıraş köpüğü kullanımı ile zehir salınımı engellemeyi önermektedir. Ayrıca yardım eden kişinin eldiven kullanması ve cımbız gibi bir malzeme ile canlının batmış uzantılarının uzaklaştırılması tavsiye edilir.

C. Aslan balığı, vatoz, trakonya gibi canlının dikensi uzantıları ile yaralanmalarda dikenler yara yeri içinde ise mümkünse kırmadan cımbızla uzaklaştırılmalıdır. Lokal ağrının etkisini hafifletmek için sıcak su (43-45°C/90 dakika) banyosu uygulamak faydalı bir yöntemdir. Isının etkisiyle protein yapıda zehir etkisi ortadan kalkarak ağrının şiddeti azalır. Ağrı kesilinceye kadar işlem aralıklı tekrarlanabilir.

D. Bazı canlıların kesici dişleri ile travmatik yaralanmalar görülür. Köpek balığı, müren, balon balığı vb. canlıların keskin diş yapısı ile ısırıkları, parçalı açık yaralar ve kanamalara yol açar. Kanamayı durdurmak için bası uygulanmalıdır. Ayrıca yaranın üzerini temiz bezle kapatarak acilen hastaneye yara bakımı için başvurmak önerilir.

E. Yaralanan kişinin klinik tablosu sistemik etkiler için kontrol edilmelidir. Bu amaçla ağrı kesiciler, lokal alerji kremleri, alerji ilaçları, steroidler, kan basıncı düzenleyiciler kullanılabilir.

F. Ortaya çıkabilecek komplikasyonların önlenmesi de ayrıca önem taşır. Balığın uzantısının batmasıyla ortaya çıkacak yumuşak doku yara enfeksiyonu antibiyotiklerle kontrol altına alınır.

G. Tüm deniz canlıları ile yaralanmalarda tetanoz profilaksisi mutlaka planlanmalıdır.

Tehlikeli deniz canlıları ile yaralanmalardan korunmak için önemli bir husus gerekli önlemleri almaktır. Bunun için halka açık alanlarda uyarı levhaların asılması, plajların gerektiğinde yüzmeye kapatılması, canlının vücutla temasını kesecek bariyer kremler geliştirilmesi, özel kıyafetlerin giyilmesi önerilir. Halkın bilinçlendirilmesi önemli bir konu olmakta ve gerektiğinde halkı denizanası popülasyonunda kıyılarda artış ve alınması gereken tedbirlerle ilgili uyarı tabelaları konulmalıdır. Medya kanalı haberleri ile önemli bilgilendirmeler yapılmalıdır. Sağlık profesyonellerinin (yani doktorlar, hemşireler ve idari personel) toksik özelliklere sahip ve insan hayatını tehdit edecek deniz biyotasının sağlık üzerine etkileri konusunda eğitilmesi önerilmektedir. Cankurtaranlar ve 112 ilk yardım personeli, tehlikeli deniz canlıları ile yaralanmalarda temel yaşam desteği ve güncel tedavi yaklaşımları konusunda eğitilmesi gerekmektedir. Yaralanma ve zehirlenmeleri tedavi etmek için kıyı şeridindeki coğrafi bölgelerde görev yapan acil tıp uzmanlarının eğitim ve hazırlıklarının artırılması planlanmalıdır. Ayrıca bu tür canlılarla yaralanmaların ve bunların tedavisinin sistematik olarak izlenmesi (Sağlık Bakanlığı'nda tutulan ulusal veri tabanları,

ulusal zehir merkezinde vb.) önemli bir kaynak oluşturacaktır. Akdeniz ve Ege’de komşu ülkelerle sağlık ve denizel çevre konularında iş birliği yapılması, risklerin zamanında izlenmesi ve tıbbi yönlerinin daha iyi analiz edilmesini sağlayacaktır.

Sonuç

Deniz canlıları ile yaralanmalar su sporları ve denizlerden farklı amaçlarla faydalanan bireyleri ilgilendiren temel sağlık sorunlarından biridir. Yaralanmaların çoğu şiddetli istenmeyen olaylarla sonuçlanma potansiyelindedir. Fakat tedavi yaklaşımları sıklıkla temel, basit ve kolay ulaşılabilirliklidir. Yaralanmalarda tedavide başarının anahtarı, bilgili olmak, eğitim ve gerekli hazırlıkların yapılmasıdır.

Kaynakça

Bédry, R., de Haro, L., Bentur, Y., Senechal, N., Galil, B.S. (2021) Toxicological risks on the human health of populations living around the Mediterranean Sea linked to the invasion of non-indigenous marine species from the Red Sea: A review. *Toxicon* 191: 69-82.

Cunha, S.A., Dinis-Oliveira, R.J. (2022) Raising awareness on the clinical and forensic aspects of jellyfish stings: A worldwide increasing threat. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19: 8430.

Fathy, R., Rosenbach, M. (2020) Climate change and inpatient dermatology. *Current Dermatology Reports* 9(4): 201-209.

Galil, B. (2018) Poisonous and venomous: marine alien species in the Mediterranean Sea and human health. *Invasive Species and Human Health* 10: 1.

Hornbeak, K.B., Auerbach, P.S. (2017) Marine Envenomation. *Emergency Medicine Clinics of North America* 35(2): 321-337.

Needleman, R.K., Neylan, I.P., Erickson, T.B. (2018) Environmental and Ecological Effects of Climate Change on Venomous Marine and Amphibious Species in the Wilderness. *Wilderness Environ Med* 29(3): 343-356.

Reese, E., Depenbrock, P. (2014) Water envenomations and stings. *Current Sports Medicine Reports* 13(2): 126-131.

Sümen, S.G. (2019) Zararlı Deniz Canlıları. In: Eğitimciler için Dalış Sağlığı, (ed. Aktaş, Ş.), Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, Yayın no: 51, İstanbul, Türkiye, pp. 159-180.

Sümen, S.G., Mirasoğlu, B., Aktaş, Ş. (2018) Lionfish envenomation: epidemiology, management and prevention. In: Lionfish Invasion and Its

Management in the Mediterranean Sea. (eds., Hüseyinoğlu, M.F., Öztürk, B.) Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication no: 49, İstanbul, Turkey, ss. 70-87.

Ünal, V., Göncüoğlu Bodur, H. (2017). The socio-economic impacts of the silver-cheeked toadfish on small-scale fishers: A comparative study from the Turkish coast. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 34(2): 119-127.

Ülkemiz Sularında ve Dünyada Köpek Balığı Karşılaşmaları

Tolga TAYMAZ

Amerikan Hastanesi Acil Servisi, İstanbul
Su Altı Fotoğrafçıları ve Filmcileri Derneği-SUFOD Yönetim Kurulu
Scuba Schools International (SSI) Assistant Instructor
Divers Alert Network (D.A.N.)-Europe Instructor

tolgat@amerikanhastanesi.org

Özet

400 milyon yılı aşkın süredir yerküremizde varlıklarını sürdüren köpek balıkları, 5 kitlesel yok oluş dönemini atlatmış ve farklı türlerle bugüne kadar gelmiştir. Varlıkları, eskiden beri hem insanların merakını cezbetmiş hem de belli bir korkuyu diri tutmuştur. Çeşitli sebeplerle tarihten bugüne hem ülkemiz hem dünyada sayısız insan-köpek balığı karşılaşmaları olmuş ve bu karşılaşmaların sebep, seyir ve sonuçlarına dair araştırmalar çok yüksek sayılara ulaşmıştır. Sinema endüstrinin yarattığı öngörülemez etki bütün dünyayı sarmış, ayrıca insanın dolaylı veya dolaysız oluşturduğu pek çok sebep doğanın diğer elementlerinde olduğu gibi köpek balıkları konusunda da çeşitli zararlara yol açmış, dengenin bozulmasına katkıda bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Köpek balığı, büyük beyaz, boz camgöz, Akdeniz’de köpek balıkları, Marmara’da köpek balıkları, köpek balığı saldırısı

Giriş

Heybetli görünüşleri, birçok zaman korkutucu olabilen bakışları, hayranlık uyandırıcı hidrodinamik yapıları, türden türe fark etse de çoğunda uzak durma duygusu yaratan çene ve diş yapıları, maviliğin içinden çıkıp gelen büyüleyici görüntüleri ile insanların yüzyıllardır ilgi alanındalar. Kıkırdaklı balıklar sınıfına giren köpek balıkları, en üst düzey yırtıcılar olarak denizel ekosistemde diğer pek çok canlı gibi önemli bir görev üstlenir (Camhi ve diğ. 1998) dünya çapına yayılmış 500 üzerinde türüyle değişerek de olsa 400 milyon yıldan fazla süredir varlıklarını sürdürmektedir ancak denizlerde ve okyanuslarda en çok tehdit altındaki türlerden biridir (Bargnesi ve diğ. 2020). Boyları 18 cm’den (Spined pygmy shark-cüce köpek balığı) 15 metreye (Balina köpek balığı) kadar değişir. Bazı türlerinin ağızında çok hızlı yenilenebilenleriyle birlikte 3000 tane diş bulunabilir. Birçoğu, dişlerini avlarını çiğnemek için değil avı parçalamak için kullanırlar, çok sayıdaki köpek balığı türünden çok az bir kısmı insanlara tehdit oluşturur. Menüleri geniş bir yelpazededir. Bazı nehir ve göllerden neredeyse tüm denizlere kadar geniş bir yaşam alanları vardır (Özkan 2002).

Evrimleri

Köpek balıklarının yaklaşık 400 milyon yıl önce yani dinazorlar bile ortada yokken var olduğuna inanılıyor. Gözleri, yüzgeçleri veya kemikleri olmayan küçük yaprak şeklindeki bir balıktan türedikleri, daha sonra bu balıkların 2 ana balık grubuna Kemikli balıklar (Osteichthyes) ve kıkırdaklı balıklar (Chondrichthyes – köpek balıkları, vatozlar, vatozlar ve kimeralar) evrimleştiği belirtilmekte.

Fosil kayıtları 3.000'den fazla köpek balığı türünü belgelemektedir. Ancak çok daha fazlasının var olması muhtemeldir ve iz bırakmadan kaybolmuşlardır. Ölümünden sonra, bir köpek balığının iskeleti kemik yerine kıkırdaktan oluştuğu için çürür. Bu nedenle, genellikle geride bıraktıkları tek kalıntılar dişleri, dermal dişçikleri ve yüzgeç dikenleridir. Ancak tek bir diştan çok şey söylenebileceği, bilim insanlarının bundan, köpek balığının neyle beslendiğinin ve hatta ait olduğu türü bile belirleyebilecekleri ifade edilmiştir.

Köpek balığı fosil kayıtları çok çeşitlidir. 150 milyon yıl önce yaşamış bazı türlerin günümüzde var olanlarla aynı olduğunu gösterirler.

Bir Megalodon Köpek balığına ait olan fosil dişlerden biri 17 cm uzunluğunda bulunmuştur. Bu olağanüstü bir boyut olduğunu gösterir, dev Megalodon, günümüz Beyaz Köpek balığının atasıdır.

Köpek balıkları her zaman deniz besin zincirinin en üstünde yer almıştır. Kısa bir süre için bazı büyük deniz sürüngenleri de onlara katılmıştır. Yine de köpek balıkları günümüze kadar hayatta kalmayı başaran bir gruptur (Mohamad ve diğ. 2021; Shark Trust 2020).

Paleozoik Çağ (545-250 milyon yıl önce)

Bu dönemde, yaşamın tek hücreli organizmalardan kemikli balıklara ve köpek balıklarına evrimleştiği belirtilir. Paleozoik dönemde yaşayan köpek balıklarının hiçbiri bugün yoklar. Ancak günümüz köpek balıklarının hepsinin onlardan evrimleştiği belirtilmektedir. İlk köpek balıklarının 420-455 milyon yıl önceki Geç Ordovisyan dönemde ortaya çıktığı düşünülüyor. 359 milyon yıl önce başlayan Karbonifer dönemi **köpek balıklarının altın çağıdır**. Devoniyen yok oluş zamanında, okyanuslardaki balık türleri dahil Dünya'daki tüm türlerin **%75'inin öldüğü**, bu dönemden sonra köpek balıklarının baskın tür haline gelerek hızla çeşitlendiği belirtilmektedir.

Mezozoik Dönem (250-65 milyon yıl önce)

Bu, tüm modern köpek balığı ailelerinin ve vatozların ilk evrimleştiği zamandır. Bugünkü modern köpek balıkları gibi görünen ilk türler yaklaşık 100 milyon yıl önce Orta Kretase döneminde kendi başlarına ortaya çıktı. Hayatta kalan en eski köpek balığı türlerinden biri olan boz camgöz (*Hexanchius griseus*) bu dönemde yaklaşık 195 milyon önce ortaya çıkmıştır, derin suları seven bir türdür.

Senezoik Dönem (65 milyon yıl önce - günümüz)

65 milyon yıl önce Kretase'nin sonunda çarpan meteor dinosor ve çoğu büyük köpek balığını öldürdü ve daha aşağıda yaşayan küçük köpek balıkları hayatta kaldı.

Modern köpek balıkları ve dişli balinalar (örneğin katil balina) besin zincirinin tepesinde gelişmeye devam ettiği, çekiç başlılar, modern köpek balığı ailelerinin evrimleşen sonuncusu olduğu ve evrim tarihlerinin 50 ila 35 milyon yıl önce olduğunun tahmin edildiği ifade edilmektedir.

Senozoik dönemin en ünlü tarih öncesi köpek balığı Megalodon'dur (23-3,6 milyon yıl önce). Yetişkinlerin baştan kuyruğa 20 metre uzunlukta ve 50 ton ağırlığa sahip olduğu, okyanuslardaki tüm canlıları yiyebildiği ve okyanuslarının en büyük avcısı olduğu, 2,6 milyon yıl önce soyunun tükendiği ve bunun en muhtemel nedenleri arasında iklim değişikliği ve av kaybının olduğu belirtilmektedir.

5 kitlesel yok oluştan sağ çıkmalarına rağmen, bugün birçok köpek balığı türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Zararlı insan faaliyetlerinden kaynaklanan baskı, köpek balıklarının artık gezegendeki en çok tehdit altındaki hayvan gruplarından biri olduğu anlamına geliyor (Bazzi ve diğ. 2021; Science Direct 2025; Atlas 2025).

Ülkemiz sularında ve dünyada köpek balıkları

İstanbul Balık Hali'nin 1910'lardaki müdürü Karekin Deveciyan, o zamanki sınırlar dahilinde tüm deniz ve tatlı sularımızdaki canlıları incelemiş, bunları yurtdışı kaynaklarla karşılaştırmış, ayrıca av aletlerini, volileri, dalyanları ve avlanma tekniklerini, hangi deniz ve tatlı sudan hangi tür canlıların ne kadar miktarda alındığını da incelemiştir. 1915'te yazdığı, 1926'da Fransızcaya çevrilen ve o baskısından günümüz Türkçe'sine çevrilen eşsiz kitabında sularımızdaki köpek balıkları hakkında da bilgi vermiş, Suriye kıyılarında köpek balıklarının sürüklediği insanlardan bahsetmiş ancak Türkiye'de bilinen bir saldırı kaydı olmadığını söylemiştir. O dönemde sularımızdaki köpek balığı türlerini; pamukbalığı, asıl köpek balığı, parlak asıl köpek balığı, camgöz, asıl camgöz, dik burun harharyas, sapan balığı, boz camgöz, kedibalığı, mahmuzlu camgöz olarak belirtmiş, yapıları, mide içerikleri, yaşam ortamları hakkında bilgi vermiştir (Deveciyan 2018 [1915]).

Hakan Kabasakal ise Türk sularında köpek balıklarını çok geniş şekilde incelemiş, Hexanchidae familyasından 6 ve 7 yarıklı boz camgözleri, Odontaspidae familyasından kum kaplanları ailesinin 2 türünü, Lamnidae ailesinden en çok bilinen büyük beyaz ve sivriburun ile dikburun harharyası, en büyük 2. balık olan Cetorhinidae familyasından büyük camgözü (güneşlenen köpek balığı olarak da bilinir, büyüklüğüyle orantısız olarak küçük canlılarla beslenir), Alopiidae familyasından sapan balıklarını, Scyliorhinidae familyasından kedibalıklarını, ayrıca yine camgöz olarak adlandırılan Triakidae

familyasını ve ekonomik değeri olan türleri, Carcharinidae familyasından çeşitli türleri (ki bunların bazıları Kızıldeniz göçmenidir, ayrıca *C. plumbeus* -kum köpek balığı denizlerimizde üreme alanlarına sahiptir ve mavi köpek balığı da en bilinenlerdendir), Sphyrnidae familyasından çekiç başları, Dalatiidae, Centrophoridae ve Squalidae, Echinorhinidae, Squatinidae familyasından birçok türü, özellikleri ve yaşam ortamlarıyla anlatmıştır (Kabasakal 2004).

Evirgen, Fotoğraflarla Türkiye Deniz Balıkları adlı kitabında bunlara ilaveten Oxynotidae familyasından domuzbalığını da ekleyerek 13 aileye ait 35 türü çizim veya fotoğraflarıyla birlikte, ülkemiz sularında yaşadıkları yerler ve derinlikleri, biyolojik ve morfolojik özelliklerini yayımlamıştır (Evirgen 2007). 2020 yılında çıkan TÜDAV'ın yayınında Kabasakal Türk sularında 39 köpek balığı türü tanımlayarak çalışmalarını daha güncel şekliyle yayınlamıştır (Kabasakal 2020). Ülkemiz sularındaki köpek balıkları morfolojik ve biyolojik özellikler bakımından farklılık gösterir, planktonla beslenenlerden, torikleri, yunusları veya orkinosları yutanlara, sığ sulara yaklaşanlardan derin denizleri yurt edinenlere kadar geniş bir yelpaze vardır (Şekil 1-3).



Şekil 1. Kum köpek balığı, Gökova Körfezi, 2022, Çekim: Tolga Taymaz

1666'dan 2017'ye kadar gözlemlenen 3000'den fazla kaydı bulunan Akdeniz Büyük Elasmobranches İzleme (Mediterranean Large Elasmobranchs Monitoring (MEDLEM)) veri tabanında Akdeniz ve Karadeniz'deki 21 ülkeden veriler toplanmıştır. En sık bildirilen köpek balıkları sırasıyla Güneşlenen Köpek balığı-Büyük Camgöz (Basking shark-*C. maximus*), ardından mavi köpek balığı (*P. Glauca*) büyük beyaz köpek balığı (*C. carcharias*), sapan balığı ve künt burunlu altı solungaçlı köpek balıkları (boz camgöz) (*A. vulpinus* ve *H. griseus*) gelmektedir. Bu çalışmada sırasıyla en çok kayıt alınan ülkeler; İtalya, Filistin, Yunanistan, İspanya, Hırvatistan ve peşinden Türkiye olmuştur (Mancusi ve diğ. 2020).

Akdeniz'de 51 köpek balığı türü bildirilmiştir (De Maddalena ve Heim 2012), Türk suları da bu türler için bir yaşam alanıdır ve büyük beyaz, kısa yüzgeçli mako veya kum köpek balığı gibi bazıları için doğrulanmış üreme bölgelerini içerir (Kabasakal 2020).

1990 ile 2015 yılları arasında inceleyen bir çalışmada Türkiye sularında kaydedilen 392 büyük köpek balığı bildirilmiş ve boz camgözün (*H. griseus*), Türkiye sularındaki büyük köpek balığı yakalamalarında %43.2 ile baskın tür olduğu ifade edilmiştir (Kabasakal ve diğ. 2017). Başka bir çalışmada da benzer şekilde, kayıtların çoğunluğu da *H. griseus* yakalamalarından oluşmaktadır (%51,8) fosil kayıtlarında yaşayan akrabalarından daha fazla yakın akrabası vardır (Kabasakal ve Bilecenoğlu 2020).

Köpek balığı denince ilk akla gelen türlerden olan büyük beyazın Türk sularında özellikle Marmara Denizi'nde azımsanmayacak sayıda kaydı vardır. Toplam olarak 1881'den 2020'ye kadar 62 adet bildirilmiştir, 2008-2020 arasında kaydedilen 16 adet yavru büyük beyazın yarısı ise Altınoluk açıklarında Edremit Körfezi çevresindedir (Kabasakal 2020) bunlar arasında 1 Temmuz 2008'de bir balıkçının ağına takılan ve sonra incelemesi yapılan yavru, büyük olasılıkla Akdeniz'de kaydedilmiş en küçük büyük beyaz yenidoğandır (Kabasakal ve Gedikoğlu 2008).

Türk sularından yayınlanmış bazı avlanmış köpek balığı fotoğrafları aşağıda, kaynaklarıyla verilmiştir (Şekil 2,3).



يېڭى بۈيۈك بالى ئېچىن ھەتتە بۈيۈك آملە آچىقلىرىدە بىر روم بالقىلىرىدىن كۈشەدە كۈرۈلۈپ ئوتتۇرا
سانىمىتىرو بۈيۈك بولغان اولۇپلە ئېكەنسىيە ياقالانىدۇر . شىندىيە قادار ياقالانىن ك بۈيۈك
كۈيۈك بالىنىڭ بۈيۈك دورى ئېچىمىتىرە ئوزونلىقىدەدۇر . ئىلگىرىدە (۱۵۰۰) ئوقىنى ئىجازەتلىگەندۇر .

Şekil 2. Büyük beyaz, 1926, Büyük Ada, Kaynak: Hakan Kabasakal, Büyük Beyaz Bilmecesi, Naviga Yayınları, 2015, Sayfa 122 (Agop Savul arşivi)



Şekil 3. Sivriburun harharyası, 1950'ler Sonu, Marmaris, Kaynak: Hakan Kabasakal, Büyük Beyaz Bilmecesi, Naviga Yayınları, 2015, sayfa 110



Şekil 4. Büyük beyaz, 1920, Prens Adaları, Kabasakal 2020. Agreement with the Monster Lessons We Learned from the Great White Shark in Turkish Waters. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No: 57, Istanbul, Turkey. S 50 (Hakan Kabasakal arşivi)

Köpek balığı karşılaşmaları/ saldırıları

Köpek balığı saldırıları provoke edilmemiş (tahrik edilmemiş) ve edilmiş saldırılar olarak 2'ye ayrılır, "Tahrik edilmeyen saldırılar", köpek balığının doğal yaşam alanında, köpek balığının herhangi bir insan tahriki olmaksızın canlı bir insana saldırması olarak tanımlanmaktadır.

"Tahrik (provoke) edilmiş saldırılar" ise bir insanın bir köpek balığıyla bir şekilde etkileşime girmesiyle meydana gelir. Bunlar arasında dalgıçların köpek balıklarını taciz ettikten veya onlara dokunmaya çalıştıktan sonra ısırılması, zıpkınla balık avlayan, köpek balıklarını beslemeye çalışan veya bir köpek balığını balık ağından çıkaran kişilerde meydana gelen ısırılmalar, ısrarlı takipler, vurma veya başka fiziksel temas vb. durumlarda olan ısırılmalar yer alır (Neff ve Hueter 2013).

Köpek balığı saldırılarının hangi esnada olduğuna dair veriler ise aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

- Yüzey rekreasyoncuları: Çeşitli aletler kullanarak suyun üzerinde bulunan kurbanları içerir. Bu kişiler, saldırı sırasında sörf, su kayağı, rüzgar sörfü, rafting veya şişme botlarda yüzmeye gibi aktivitelerle meşgul durumdadır.
- Yüzücüler: Suya girmişlerdir ve saldırı sırasında suda yüzüyor, sığ sularda oynuyor veya yürüyor olabilirler.

- Dalgıçlar: Hepsi su altında veya suyun yüzeyinde kurbandır. Bu bölüm çoğunlukla SCUBA dalgıçlarını içerir, ancak nargile ve serbest dalgıçların da uğradığı saldırılar vardır.
- Suya girme veya sudan çıkma: Bu saldırılar, örneğin birisi bir tekneye merdivenle tırmanırken veya bir platformdan atladıktan hemen sonra meydana gelebilir (Florida Museum, Victim Activity During Attacks-International Shark Attack File, 2018b). *SET:09.06.2025*

Köpek balıkları neden saldırır?

Aslında çoğu köpek balığı, bazı insanların onlardan korktuğu kadar, hatta daha da fazla, insanlardan korkar. Son yıllarda dünya çapındaki saldırıların sayısı arttığı ancak bunun nedeni turizm olduğunun düşünüldüğü bildirilmektedir. Her yıl, daha fazla insan su aktivitelerine katıldıkça ve doğal olarak karşılaşma olasılığı da artmaktadır.

Saldırıların başka nedenleri de vardır, en büyük nedenlerden birinin açlık olduğu, bazı türlerin büyük deniz hayvanlarıyla beslendiği, bu nedenle insanları normal avları gibi görebildikleri belirtilmiştir. Çoğu köpek balığının, çoğunlukla sörf yapan veya bir board sporuyla uğraşanlara saldırdığı bir gerçektir. Aşağıdan bakıldığında, boarddaki bir insan, köpek balıklarının en sevdiği avlardan biri olan bir foka benzer. Ayrıca, sörfçüler, bir köpek balığının mücadele eden bir balıkla karıştırılabileceği sıçrama sesleri çıkarır. Bazen, bir köpek balığı avını kovalarsa ve bir insan yiyeceklerinin önüne geçerse ısırır.

Köpek balıkları önceki paragrafta tarif edilen şekilde kışkırtıldıklarında (provoke edildiklerinde) de saldırabilirler. Bazen insanlar isteyerek veya istemeyerek bir saldırıyı kışkırtabilirler (Dive Site Blog 2023).

Hangi köpek balığı diğer türlere göre insanlara daha çok saldırır?

Yüzlerce köpek balığı türünden çok az bir kısmı insanlarla ortak habitatta bulunur ve bunların yine çok az bir kısmı insanlar için tehdit oluşturur.

Büyük beyaz köpek balığının (*Carcharodon carcharias*) insanlara yönelik saldırıların çoğunda yer aldığı bildirilmiştir. Dünyanın en büyük yırtıcı balığıdır ve 1.900 kg'a kadar ağırlığa sahip olabilir. Büyük beyazlar, yeni potansiyel av arayışında kurbanlarını ısırдықlarına inanılan meraklı yaratıklardır. Biyologlar, saldırıların çoğunun sadece yanlış kimlik tespiti vakaları olduğunu belirtmektedir. Büyük beyazlar genellikle ısırık sonrası kurbanlarını serbest bırakırlar çünkü insan eti özellikle sevdikleri bir şey değildir. Bu nedenle, bir saldırı her zaman ölümle sonuçlanmaz ancak bir seferde bile uyguladıkları kuvvet çok çok fazla olduğundan ölüm olmasa da ciddi yaralamaya sebep verebilirler. Genellikle pelajik bölgede veya açık sularda bulundukları ancak bazen kıyıya yaklaştıkları,

bu yüzden sörfçülere yönelik çok sayıda saldırı kaydedildiği bildirilmiştir (Dive Site Blog, Do Sharks Attack Divers? Facts and Figures 2025).

Büyük beyazın peşinden kaplan köpek balıkları, tatlı sulara kadar girebilen boğa köpek balıkları ve Cousteau'nun okyanusların en tehlikeli canlısı dediği okyanus tip beyaz uçlu köpek balığı gelir. Mako ve kum kaplanı köpek balığı da bu listenin devamında yer alsa da olay sayıları çok daha azdır (Lippmann 2018). Kum kaplanları görünüş itibariyle çok zaman korkutucu köpek balıkları örneklerinde gösterilirler, oysa saldırı sayıları çok çok azdır. Büyük ticari akvaryumlarda da bolca bulunurlar (Şekil 5).

Balina köpek balıkları ise dünyanın en büyük balıklarıdır ancak insanlar için hiçbir tehdit oluşturmazlar (Şekil 6).



Şekil 5. Okyanus tipi beyaz yüzgeçli köpek balığı, Kızıldeniz, Çekim: Cem Özoral



Şekil 6. Balina köpek balığı, Maldivler, 2019, Çekim: Mehmet Çelik

Köpek balıkları dalgıçlara saldırır mı?

Köpek balıklarıyla dalmak birçok dalgıcın hayalindedir, bunun için kafesli veya kafesiz çeşitli organizasyonlar yapılır (Şekil 7,8). Yine de bilmek gerekir ki, kışkırtılmış veya kışkırtılmamış, köpek balıkları dalgıçlara saldırabilir. Ancak bu saldırıların sayısı oldukça azdır, sörfçüler bu açıdan daha büyük risk altındadır. Bazı köpek balıkları sürekli yemleme davranışı sebebiyle biraz daha cesur hale gelmiş olabilirler, şartlı refleksler oluşturarak dalış teknesi gelişini veya dalgıçların hareketinin direkt yiyecek ile ilişkilendirebilirler (Dive Site Blog 2025).



Şekil 7. Mako köpek balığı, Los Cabos, Meksika, 2022, Çekim: Ferhan Coşkun



Şekil 8. Gri resif köpek balığı, Fransız Polinezyası, 2018, Çekim: Saygun Dura

Köpek balığı saldırısı istatistikleri

Aşağıda göreceğimiz bazı ekstrem olayların dışında köpek balığı saldırıları tüm dünyaya bakıldığında son derece seyrek. Saldırılarda genellikle ilk 3 sırada büyük beyazlar, kaplan köpek balıkları ve boğa köpek balıkları sıralanır, okyanus tipi beyaz uçlu köpek balıkları ise bireysel saldırılardan sorumlu olabildikleri gibi daha çok batan gemilerde yaşanan köpek balığı saldırılarından sorumludur. Çeşitli istatistiklere bakıldığında 1960 ve 2020 arasında provoke edilmemiş saldırılarda sayının hep yılda 100'ün altında olduğunu saptayabiliriz (Florida Museum 2022). Yine de belirtmek gerekir ki, on yıllık dönemler üzerinden yapılan çalışmalarda 1900'lü yılların başlangıcından günümüze doğru artan bir eğilim vardır (Florida Museum 2018a). Ancak bunu köpek balıklarının davranışları veya sayıları değil, sucul ortamda bulunan insan sayısının artışıyla ilişkilendirmek daha doğru olabilir.

Dünyadan daha kısa dönemli ve yakın tarihli bir çalışmada, 2012-2022 yılları arasında 60'ı ölümcül 701'i ölümcül olmayan olmak üzere 761 saldırı raporlanmış, bunlar saldırı yerlerine göre göre çoktan aza doğru Florida, Avustralya, Hawaii, Güney Afrika, Güney Carolina, California, Kuzey Carolina, Reunion Adası, Brezilya, Bahamalar olarak sıralanmış (Florida Museum 2024).

Dünyada bilinen tüm köpek balığı saldırılarının tek kapsamlı veri tabanı olan Uluslararası Köpek Balığı Saldırısı Dosyası'na (ISAF) göre, 2022'de 108 köpek balığı-insan etkileşimi vakası yaşandı. İddia edilen köpek balığı-insan etkileşimlerinin toplam sayısının 57'si kışkırtılmamış saldırılar ve 32'si kışkırtılmış saldırılardı. ISAF'ın aynı 2022 raporuna göre, toplam 108 olaydan çoğu yüzme/suya girme (%43) ve sörf/board sporları (%35) gibi faaliyetler sırasında, çok azı ise tüplü dalışta olmuştu. (Dive Site Blog 2023).

2022 yılında dünya çapındaki sebepsiz köpek balığı saldırılarının çoğu Amerika Birleşik Devletleri'nde (Clua ve diğ. 2014) ve ardından Avustralya'da gerçekleşti. Florida, 16 vaka ile dünya çapında sebepsiz saldırılar listesinde ilk sırada yer alıyordu. Aslında, Florada sınırlarındaki New Smyrna Plajı dünyanın köpek balığı saldırısı başkenti olarak anılmakta. Burayı 8 vaka ile New York ve 5 vaka ile Hawaii takip etmektedir. 2022'de Mısır, Güney Afrika ve Brezilya gibi diğer ülkeler yalnızca birkaç köpek balığı saldırısı vakası bildirilmiştir. Yukarıda da belirtilen 57 sebepsiz saldırının beşi ölümle sonuçlanmıştır (Dive Site Blog 2023).

Köpek balığı saldırısı istatistikleri, bu deniz yırtıcılarının oluşturduğu riskler hakkında değerli bilgiler sağlar. 2023 yılında, Uluslararası Köpek Balığı Saldırısı Dosyası (ISAF) dünya çapında 120 köpek balığı-insan etkileşimini araştırdı ve 69'unun insanlarda kışkırtılmamış köpek balığı ısırıkları olduğu aktardı. Bu sayılar endişe verici görünse de her yıl okyanusa giren milyonlarca insanla karşılaştırıldığında çok küçük bir risk teşkil etmektedir (Florida Museum 2023).

2023'te Amerika Birleşik Devletleri (özellikle Florida) ve Avustralya kıskırtılmamış köpek balığı saldırılarının yine en yüksek olduğu yerler olarak bildirildi ve sörf sporları gibi belirli aktiviteler bu olayların önemli bir kısmıyla ilişkilendirildi. Bu istatistikler, belirli yerlerde ve belirli aktiviteler sırasında dikkatli olma ihtiyacını vurgularken, köpek balığı saldırısı kurbanı olma olasılığının genel olarak düşük olduğunu da hatırlatmakta ve yıldırım çarpmasından veya başka bir vahşi hayvan tarafından saldırıya uğrama gibi sebeplerden ölüm olasılığının köpek balıklarına bağlı ölüm olasılığından daha yüksek olduğunu göstermiştir.

2024'de Uluslararası Köpek Balığı Saldırısı Dosyası (ISAF) verilerine göre tüm dünyada tahrik edilmemiş köpek balığı saldırıları önceki yıllara göre belirgin düşüş göstermiş, tüm dünyada 47 olarak rapor edilmiştir. Önceki yıllarda olduğu gibi bunun çoğunluğunun ABD sınırlarında gerçekleştirildiği bildirilmiştir (Florida Museum 2025).

Divers Alert Network Asya-Pasifik Vakfı ve Monash Üniversitesi Halk Sağlığı ve Önleyici Tıp Bölümü tarafından 1960'tan 2017'ye kadar Avustralya'da dalgıçlara yönelik ölümcül köpek balığı saldırıları üzerine hazırlanan bir raporda köpek balıklarıyla dalışın istatistiksel olarak güvenli olduğunu açıklanıyor. 57 yıllık dönemde kaydedilen toplam 187 köpek balığı saldırısından 112'si şnorkelli yüzücüler, 62'si tüplü dalgıçlar ve 13'ü yüzeyden beslemeli solunum cihazı kullananlar olarak verilmişti. Saldırıların 28'i ölümlle sonuçlanmıştı. Yazı Dünya çapında insan nüfusu ve suda rekreasyona olan ilgisi artmaya devam ettikçe, suya giren insan sayısından büyük ölçüde etkilendiği için gelecekte köpek balığı saldırılarının sayısının da artmasının beklendiği şeklinde bir sonuçla bitiyordu (Lippmann 2018).

Dünyadan ve ülkemizden köpek balığı saldırı olguları

Tarihte bilinen en eski köpek balığı saldırısının, radyokarbon çalışmaları ile MÖ 1370-1010'lere tarihlendiği bildirilmiştir. Japon takımadalarında balıkçı avcı-toplayıcı Jomon döneminde bir erkeğe, canlı haldeyken yapılan saldırı 3B modellenmesiyle incelenerek bunun bir büyük beyaz veya kaplan köpek balığı tarafından gerçekleştirildiği kaydedilmiştir. (White ve diğ. 2021).

Köpek balığı saldırıları ile ilgili farklı zaman aralıklarına ve lokasyonlarına göre çok sayıda çalışma vardır. Köpek balıkları tarafından saldırı ve ölüm vakalarının kayıtlarının Fransa'da 1554'e (Shark Sider 2022), Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 1640'a kadar gittiğini görmekteyiz. Fransa'daki saldırı büyük beyaz, ABD'de kaydedilen ilk saldırı ise bir boğa köpek balığı tarafından tatlı suda gerçekleştirilmiştir. (Natural History Society of Maryland 2025; Fernicola ve Mountford 2023). 1700'e kadar olan diğer kayıtlarda büyük beyaz ve kaplan köpek balıkları bildirilmiştir.

Hiçbir kitap veya filmin tüm dünyada etkisi hepimizin yakından bildiği “Jaws” kadar olmamıştır. 1974’te kitabı ve 1975’te filmi çıktığından beri birçok kuşağın denizle mesafeli olmasına sebep olan bu eserin filminde, çok sayıda etkileyici sahne ve olayın yanında bir de büyük beyazı avlamaya giden teknenin kaptanı 1974’te USS Indianapolis faciasını ve bu olayda köpek balıklarının arkadaşlarını nasıl öldürdüğünü anlatır. Aslında Jaws filminden önce de kitlesel olarak köpek balıklarına karşı büyük korku yaratan olaylar olmuştu. Bunlardan ilki Jaws kitabının esinlenildiği olay olarak anlatılan, 1916’daki Jersey saldırılarıdır. Bu olayda birkaç gün içinde, muhtemelen büyük beyaz tarafından 5 saldırı gerçekleşmiş, bunların 4’ü ölümle sonlanmıştı.

Filmde kaptanın ağzından aktarılan olayda ise USS-Indianapolis adlı savaş gemisi, Pasifik’teki Tinian Adasındaki ABD Hava Üssüne, Japonya’ya saldırılarda kullanılan atom bombasının parçalarını ve bomba için gerekli olan zenginleştirilmiş uranyumu götürmüştü. Dönüşte Filipinler’e doğru giderken 30 Temmuz 1945, saat 00:15’te, Japon Deniz Kuvvetleri’ne ait denizaltı tarafından 2 torpido ateşlenmiş ve gemideki 1195 mürettebattan yaklaşık 300’ü gemiyle birlikte batmıştır. Geriye kalan 895 denizci, açık okyanusta birkaç cankurtaran sandalıyla ve neredeyse hiç yiyecek veya su olmadan, dehidratasyon, tuzlu su zehirlenmesi ve köpek balığı saldırıları ile karşı karşıya kaldığı kaydedilmiş, sadece 316 kişi hayatta kalabilmiş (Geiling ve Solly 2024 [2013]) ve bu olayda hayatını kaybedenlerden yaklaşık 150 civarındaki denizcinin ölümünden okyanus tipi beyaz uçlu köpek balıkları (longimanus) sorumlu tutulmuştur. Açık su avcısı olan düzinelerce okyanus beyaz uçlu köpek balığı, çeşitli sesler ve kan kokusuyla enkaza doğru çekilmisti. Günlerce, kurtulanların etrafında dolaşıp bu olayı korkunç bir beslenme çılgınlığına dönüştürdüler (Travers 2025). Beslenme çılgınlığı denen olgu genellikle yiyecek aniden bollaştığında, örneğin küçük bir alanda sıkışmış büyük bir balık sürüsü olduğunda meydana gelir, kan kokusu ve avın mücadelesi veya çırpınma hareketleri bu aktiviteyi tetikler ve köpek balıkları kazazede kalabalığının içine dala bilir. Bu olayda hayatta kalanlar daha sonra suyun köpek balıklarıyla dolu olduğunu, gruplardan ayrı düşenlerin daha kolay bir av haline geldiğini anlatmışlardır.

Ayrıca yine 2. Dünya Savaşı sırasında Fiji adaları açığında Cape San Juan adlı asker taşıyan yük gemisi torpido saldırısına uğradı. 130 kişi ilk anda öldü, 483 kişi kurtarıldı, 695 kişi ise hayatını kaybetti, bunların birçoğunun beyaz uçlu köpek balıkları tarafından öldürüldüğü bildirildi (Owlcation 2025).

2. Dünya Savaşı sırasında bir başka olayda da Nova Scotia adlı İngiliz gemisi Güney Afrika açıklarında bir U Boat tarafından batırıldı, 750 asker öldü, bunların dörtte birinin beyaz uçlular tarafından öldürüldüğü söylendi (Owlcation 2025; Travers 2025). Daha yakın tarihte Dona Paz faciasında 1987’de tanker ile çarpan feribotta çok sayıda ölüm oldu, sudan çıkarılan yaklaşık 300 cesette ise köpek balığı izleri rapor edildi.

Ayrıca 1852'de HMS Birkenhead gemisinin Güney Afrika'da, 1926'da İtalyan Principessa Maldafa gemisinin Brezilya'da, 1909'da 2 geminin çarpışmasıyla Singapur'da çok sayıda kişi hayatını kaybetti ve bunların bir kısmının ölümünden, olay bölgelerinde yoğun olarak bulunan köpek balıkları sorumlu tutuldu (Owlcation 2025).

Farklı köpek balığı türlerinin farklı avlanma teknikleri olduğu, ancak birçok köpek balığının avlarını bulmak için görme, koku alma ve elektroreseptör duyularına güvenen yalnız yırtıcılar" olduğu belirtilmiştir. (Smith 2023). Bir köpek balığı avını bulduğunda, genellikle keskin dişlerini ve güçlü çenelerini kullanarak avdan et parçalarını ısırp ve koparır, kaplan köpek balığı gibi bazıları, avlarını bütün olarak yutar, boğa köpek balığı gibi bazı türler ise avları zayıflayana veya hareketsiz kalana kadar tekrar tekrar saldırır ve ısırır. Beyaz uçlu köpek balıkları deniz felaketlerinin olduğu yerde genellikle ilk görülen türdür, fırsatçı beslenme davranışı, boyutu ve gücü onları denizciler için özellikle tehlikeli hale getirir.

Küresel Köpek Balığı Saldırısı Dosyası'nda (GSAF) kaydedilen 5700'den fazla vakadan 160'ı Akdeniz'de meydana gelmiştir (Kabasakal ve Gedikoğlu 2015). Türkiye'de insan için tehlikeli olabilen büyük beyazın yanında kısa yüzgeçli mako ve mavi köpek balığı gibi türler de bulunmaktadır (Kabasakal 2010; Kabasakal 2015). 1990'lardan bu yana Türkiye'nin Ege Denizi kıyı sularında toplam 14 büyük beyaz köpek balığı görülmüş veya yakalanmıştır, bunların 5 tanesinin uzunluğu 4.5 metre üzerindedir (Kabasakal ve Gedikoğlu 2015; Kabasakal 2015). Büyük beyazların Akdeniz'deki pek çok köpek balığı saldırısından sorumlu olduğu belirtilmiştir (De Maddalena ve Heim 2012).

Kabasakal ve Gedikoğlu'nun çalışmasında Türkiye sularında 1931 ile 1983 yılları arasında on üç köpek balığı saldırısı kaydedildiği, 13 saldırıdan 10'unun Marmara Denizi'nde meydana geldiği ve bunu Akdeniz'de kaydedilen 2 saldırı ve Ege Denizi'nde kaydedilen 1 saldırının izlediği aktarılmıştır. 7 saldırıda hedefler balıkçı tekneleri ve bunların 6'sının ton balığını elle avlayan tekneler olduğu, 6 saldırının ise doğrudan insanlara yönelik olduğu, 3 olayda zıpkınla balık yakalayan skin veya tüplü dalgıçlara saldırılırken, 3 saldırı yüzücülere yönelik, İki saldırının ise (1948 Yumurthalık ve 1967 Tuzla olguları) ölümcül olduğu bildirilmiştir. Türkiye sularında belgelenen tüm köpek balığı saldırılarının %83'ünün balıkçılık faaliyetleri sırasında gerçekleşmesi, saldırılar ile köpek balıklarının fırsatçı beslenme davranışları arasındaki ilişkiyi vurgulamaktadır (Kabasakal ve Gedikoğlu 2015; Kabasakal 2025).

Ayrıca yerel kaynaklardan öğrenilen ancak herhangi bir bilimsel kaynakta yayınlanmayan bir saldırı da Hatay Samandağ'da, 1984'de kıyıda zıpkınla balık avlayan bir kişinin başına gelmiş, kurban hafif yaralarla bu saldırıdan kurtulmuştur. Bilimsel olarak tür tayini yapılmamıştır.

Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında bulunan su ürünleri yetiştirme kafeslerinin yakınında büyük yırtıcı köpek balıkları görüldüğü; 1970'te Antalya, 2000'li yıllarda da dünyada da Şarm-el Şeyh/Mısır, Recife/Brezilya gibi yerlerde yaşanan saldırılarda mezbaha atıkları, koyun etleri veya insansal atıkların denize ulaşmasından kaynaklanan saldırılar olabileceği de belirtilmiştir (Kabasakal ve Gedikoğlu 2015; Hazin ve diğ. 2008).

Su dinamiğine uygun gövdeleri, kuvvetli kuyruk yüzgeçleri ve jilet gibi keskin dişleriyle denizde avlanmak için çok uygundurlar. Keskin koku alma duyuları sayesinde suda kanı kilometrelerce öteden tespit edebilirler ve Lorenzini ampulleri (bir elektroreseptör ağı) avın elektriksel uyarılarını algılamalarını sağlar. Köpek balıkları ayrıca sürtünmeyi en aza indiren ve gizliliklerini artıran sert, hidrodinamik bir deriye sahiptir (Travers 2025).

Ayrıca 1,8 m'den daha büyük olabilen herhangi bir köpek balığı insanlar için potansiyel olarak ölümcül olduğu (Kabasakal ve Gedikoğlu 2015; Baldrige ve Williams 1969; Lippmann 2018), bazı önemli insan yiyeceklerinin yavrularının bile (örneğin, büyük beyaz köpek balığı ve kaplan köpek balığı) (Compagno 1984), insanlara karşı ölümcül saldırılarda bulunabildiği bildirilmiş, 2.7 ve 2.8 metrelik genç büyük beyaz ve kaplan köpek balıklarının ölüme neden olduğu olgular yayınlanmıştır. (Clua ve Reid 2013; Clua ve diğ. 2014).

Akdeniz ve Kızıldeniz'den bildirilen provoke edilmemiş, ölümcül olan veya olmayan saldırılar halk üzerinde doğal olarak korku yaratmaktadır. Bunların sayısı, ABD ve Avustralya'dan bildirilenlere göre çok azdır. Ancak ciddiye alınmaları gerektiği aşikardır.

Coğrafyamıza uzak bir bölgeden, Hawaii'de bulunan ve uzun mesafe yüzmeye aktiviteleri yapılan kanallardan ilginç bir köpek balığı saldırı türü de 2009 yılından sonra raporlanmaya başlandı. İki kurabiye kesici (cookiecutter) köpek balığı türü olan *Isistius brasiliensis* ve *Isistius plutodus* (*Isistius* spp.) küçük canlılardır ama saldırı sonrası tipik bir yaralanmaya yol açar "vur-kaç" beslenme davranışlarıyla tanınırlar. Avlarını emerek, üst çene dişlerini sokarak ve görece büyük olan alt çene dişlerini etin içinde gezdirerek, genellikle dairesel hareketlerle dönerek besinlerini çıkarıp sindirerek dairesel et tıkaçlarını çıkarırlar. Ortaya çıkan dairesel, içbükey yara, bir *Isistius* spp. ısırığının karakteristik bulgusudur. Canlı insanlarla temas nadirdir ve çoğu aysız gecelerde kanal yüzücüleri arasında gerçekleşmiştir (Minaglia ve Liegl 2024).

Ancak en son saldırı, 18 Mayıs 2025 tarihinde gece yarısını biraz gece, saat 2 sularında, önceden bildirilen olguların tersine nispeten aydınlık bir gecede (dolunaydan 6 gün sonra, ay 3. dördün evresinde), Hawaii'ye bağlı Moloka'i Adası'ndan O'ahu Adası'na yüzerken 21. kilometrede, bir Türk uzun mesafe yüzücüsü olan Murat Öz tarafından yaşanmıştır. Tedavi sonrası hastanın sağlık durumu iyidir.

Köpek balığı olan sularda güvende kalma yöntemleri

Dünyanın en dikkat çekici canlılarından olan köpek balıkları, insanlarda hem hayranlık hem merak hem de korku uyandırır. Ekosistemin bu önemli canlılarının davranışlarını biraz daha iyi anlamak, yaşam şekillerine saygı duymak, gereksiz cesareten uzak durup önlemler almak milyonlarca yıllık bu üst avcıyı daha güvenle izlememizi sağlayabilir (Letts 2024).

Köpek balığı saldırısı riski düşük olsa da alanlarına girerken her zaman çok dikkatli olmak gerekir. Köpek balığı dolu sularda güvenlik için şafak vakti, alacakaranlık ve gece gibi köpek balığı aktivitesinin en yoğun olduğu zamanlarda yüzmekten veya sörf yapmaktan kaçınılması, bulanık veya kirli sular, bilinen atık su veya kanalizasyon bulunan alanlar ve balık tutmanın gerçekleştiği yerlerden de uzak durulması gerektiği bildirilmiştir. Çünkü bu koşullar köpek balıklarını çekebilir (Letts 2024; Dive Site Blog 2023; Suner 2002).

Gruplar halinde yüzmek, cankurtaranlara köpek balığı görüldüğünü bildirmek ve köpek balığı caydırıcı cihazlar kullanmak, karşılaşma riskini azaltmaya yardımcı olabilecek ek önlemlerdir (Şekil 9, 10). Ayrıca, köpek balığı alarını çalarsa veya bir köpek balığı görülürse derhal sudan çıkmak ve aktif beslenmeyi gösterdiği için görünür yem balıklarının veya dalış yapan deniz kuşlarının olduğu alanlardan uzak durmak da akıllıca olacaktır (Becker ve Auerbach 2010).



Şekil 9. Limon köpek balığı, ABD-Florida, 2015, Çekim: Saygun Dura



Şekil 10. Mako köpek balığı, Meksika, 2022, Çekim: Saygun Dura

Divers Alert Network (DAN), sudayken, foklar veya deniz aslanları gibi doğal köpek balığı besin kaynaklarının varlığının farkında olunmasını, suda oynayan veya yüzen yüzgeçayaklıların mutlaka köpek balıklarının olmadığı anlamına gelmediğini, kanın suda aktığı alanlarda durulmamasını, kişi yaralanırsa derhal sudan çıkılmasını, balık tutuluyorsa, öldürülen balıkların sudan çıkarılmasını veya en azından sudaki kişilerden en kısa sürede izole edilmesini, hiçbir zaman bir köpek balığını beslemeye çalışılmamasını; eğer yapılacaksa, bunun yalnızca eğitilmiş bir uzman tarafından yapılmasını önermektedir (Becker ve Auerbach, 2010).

DAN önerilerine, köpek balıklarının davranışlarının öğrenilmesi, dalıştan önce bölgede görülmesi muhtemel türlere özgü köpek balığı davranışları hakkında biraz araştırma yapılmasını, gelen bir saldırıyı gösterebilecek davranışlarındaki değişiklikleri tespit etmenin öğrenilmesini ekler. Köpek balıklarında ani hız patlamaları, alçaltılmış göğüs yüzgeçleri, yan yana baş hareketleri ve köpek balığının stres hissettiğinin göstergeleri olabileceğini ancak, tüm köpek balıklarının saldırmadan önce bu sinyalleri vermediğini belirtir.

Düzensiz hareketler sergilenmemesi, köpek balıklarının takip edilmemesi, bir köpek balığına arkadan yaklaşılmaması (çünkü arkadan yaklaşanı fark ederse bir avcı olarak ve kendini savunmak için saldıracaktır), parlak malzemeler veya takılar giyilmemesi önerilir, köpek balığının ana avının bulunduğu bir ortamda dalış yapıyorsa riskin artacağı bilinmelidir. Ürkek olan ve dalgıçlardan uzak duran köpek balıklarının, yiyecek ararken saldırganlık belirtileri gösterebileceği bilinmelidir. Suya giriş çıkış hızlı olmalı, resife yakın durmalı, açık suda acil çıkış yapılabilecek bir bot veya tekne olmadan dalmamalı, beslenme kaydı alınıyorsa

flaş kullanmamalı, ani hareketlenme veya kişiye doğru yöneldiğinde olabildiğince erken sudan çıkabilmelidir (Dive Site Blog 2023; Suner 2002).

Çevresel önlemler

Bazı coğrafi bölgelerde önemli köpek balığı popülasyonları veya belgelenmiş köpek balığı saldırıları geçmişi olabilir. Sanitasyon atık çıkışları, üreme girişleri, derin kanallar ve koyu veya bulanık su olan alanlar daha büyük köpek balıklarının sıkça ziyaret ettiği alanlar olabilir. (Becker ve Auerbach 2010; Kabasakal ve Gedikoğlu 2015), Mezbahalardan veya benzeri tesislerden gelen kan veya insanın ürettiği atıkların dökülmesinin köpek balıkları için kıyı alanlarına daha yakın olma duyuşsal uyarısı yaratabileceğı, bu yüzden kıyı şeritlerine çok yakın yerleştirilen su ürünleri yetiştirme kafesleri veya mavi yüzgeçli ton balığı gibi pelajik balıkların açık deniz taşıma kafeslerinin de yırtıcı köpek balıklarının çekilmesi için bir uyarı yaratabileceğı yazılmıştır (Galaz ve De Maddalena 2004; Kabasakal ve Gedikoğlu 2015).

Akdeniz'de büyük beyaz köpek balıkları ve mavi yüzgeçli ton balıklarının bir arada bulunması çok iyi bilinen bir olgu olduğı (De Maddalena ve Heim 2012), yurdumuzdaki bazı olaylarda olduğı gibi, büyük yırtıcı köpek balıkları zaman zaman Türkiye kıyıları boyunca kurulan su ürünleri yetiştirme çiftliklerinin yakınında bulunabileceğı ve öğrenme yeteneğine sahip bir avcı olduğunun akılda tutulması gerektiğı belirtilmiştir (Kabasakal ve Gedikoğlu 2015).

Savunma

DAN potansiyel olarak saldırgan bir deniz hayvanını kızdırmak veya köşeye sıkıştırmanın akıllıca olmadığını belirtir. Ancak, kişinin kendisini saldırı endişesi olan bir durumda bulursa, sürekli olarak köpek balığına dönölmesi ve kontrollü hareketlerle uzaklaşılmasını, panik yapılmaması ve su sıçratma davranışlarından kaçınılmasını önerir. Zıpkın, bıçak veya patlama çubuğı gibi silahların kullanımı, özellikle bunları kullanma konusunda eğitim almamış kişiler tarafından önerilmez (Becker ve Auerbach 2010).

Isırık/saldırı mağdurunun bakımı

Kaçınılmaz (veya tamamen beklenmedik) bir durumda tahrik edilmiş veya edilmemiş bir saldırı sonucu travmatik yaralanmalar hem acil hem de uzun vadeli tıbbi yönetim açısından zorluklar yaratabilir. Özellikle köpek balığı saldırıları önemli yaralanmalara ve önemli miktarda kan kaybına neden olabilir. İlk odak noktası, gerektiğinde temel yaşam desteğı sağlamak ve ardından hastanın kesin acil bakım için nakledilmesine uygun olarak stabilize edilmesi olmalıdır.

Öncelikle kurbanın sudan çıkarılması, sonrasında bütün yaralanmalar ve acil durumlarda olduğı gibi hastanın dolaşım, havayolu ve solunumunun

değerlendirilmesi ve gerekirse müdahaleye buradan başlanması gerekir (Nochetto ve Bird 2017).

Kanayan bölgelere mümkün olduğunca çabuk doğrudan baskı uygulanır. Bez veya gazlı bez gibi bir bariyer yardımcı olabilir ve kan yoluyla bulaşan hastalıklara karşı korunmak için mümkün olduğunca eldiven giyilmelidir. Yaralı bölge bir kol veya bacadaysa kalp seviyesinin üzerine kaldırmak önerilir. Gerekliyse bandaj uygulanır.

Birçok kanama sürekli üzerine basınç uygulama ve hareketsizleştirme ile durabilir; ancak bazı yaralar, özellikle de amputasyon veya büyük kan damarlarının hasar görmesiyle ilgili olanlar, kontrol edilemeyecek şekilde kanayabilir. Bir yandan hastanın kullandığı kan sulandırıcı ilaçlar da varsa kanın durması zorlaşır. Bu durumlarda turnike düşünülmelidir. Ancak turnikeler uzun kaybı riski taşıyan müdahalelerdir. Turnike kalp ile yaralanma yeri arasına, kanama bölgesine olabildiğince yakın bir yere uygulanır. Hala gerekli olup olmadığını değerlendirmek için her 10 dakikada bir gevşetilir ve kanama kontrol edilir.

İç organlar veya dokular bir yaralanmadan dışarı çıkıyorsa, nakil için kesinlikle gerekli olmadıkça bunları vücudun içine geri itmeye çalışılmaz. Tüm açık yaralar bir pansumanla örtülmelidir

Ağrıyı azaltmak, kan kaybını sınırlamak, kırık bir uzvu korumak ve yaralı bir uzvu hareketsizleştirmek için bir atel kullanılabilir. O anda elimizin altında bulunan sert yapılı ve yeterince uzunluğu olan bir nesne kullanılabilir. Tıbbi destek alana kadar bulunulan yerde mümkünse hastaya oksijen verilmeye başlanmalıdır.

Hastaneye gelindiğinde köpek balığı ısırıkları, enfeksiyonun önlenmesi ve daha karmaşık yaraların kapatılması için hızlı resüsitasyon, yıkama, debridman ve yakın takip gerekir (Lentz ve diğ. 2010).

Yara küçükse, antiseptik solüsyon, pansuman ile bakımı yapılır, profilaktik antibiyotikler başlanır. Yarada yabancı cisim kalıp kalmadığını görmek için görüntüleme ve eksplorasyon gerekebilir.

Profilaktik antibiyotikler, küçük olanlar da dahil olmak üzere tüm köpek balığı ısırıkları için verilmelidir. Antibiyotik seçimi *Vibrio* türlerini kapsamalıdır. Florokinolonlar, üçüncü nesil sefalosporinler ve doksisisiklin, *V. vulnificus*'a karşı oldukça etkilidir. Staflokok ve streptokok kapsamı da yara enfeksiyonlarındaki yaygınlıkları nedeniyle dikkate alınmalıdır (Popa ve Van Hoesen 2016). Bu nedenle, sefalosporin, doksisisiklin ve siprofloksasin kombinasyon rejimi profilaksi için uygun olacaktır (Cooper ve diğ. 2022). Tetanoz aşısı sorgulanmalı, son 5 yılda yapılmamışsa hatırlatma dozu yapılmalıdır.

Hastanın genel sağlık durumu, kronik hastaliklari ve kullandigi ilaclar da yaralanma sonrasI surecte etkilidir. Kişi sağlık profesyonellerine teslim edilinceye dek bunlar hakkında bilgi almak ve bu bilgileri iletmek, eğer hasta sağlık kuruluşunda karşımızda ise bunlari bilerek mudadahaleleri yapmak önerilir. Sistemik /kronik hastaliklariinin yaninda bağişıklık sistemini etkileyen durumları, alerjileri, kullandigi ilaclar bilinmelidir.

Birçok dalgıç potansiyel olarak saldırgan deniz hayvanlarıyla etkileşim kurma fırsatını sever. Bu etkileşimler neredeyse tamamen olaysızdır; hem kişisel davranışa hem de hayvanların davranışına dikkat etmek ve hayvanlara saygı göstermek, genellikle saldırıların büyük çoğunluğunu önleyecektir. Ancak, kaçıma teknikleri ve yaralanma sonrasI tedavi prensipleri konusunda farkındalık, yaralanmaların meydana geldiği nadir fakat potansiyel olarak ölümcül durumlarda saldırı kurbanları için yararlı olacaktır (Becker ve Auerbach 2010).

Sonuç

Her yıl ticari ve spor balıkçılığı yoluyla insanlar tarafından 100 milyona kadar köpek balığının öldüröldüğü tahmin ediliyor (şekil 11, 12).



şekil 11. Avlanmış kedi balıkları, İzmir, 2018, Çekim: Serdar Suer



Şekil 12. Avlanmış köpek balığı, Çanakkale, 2023, Çekim: Tayyar Tunç

Buna karşılık, köpek balıkları her yıl birkaç düzine insanı öldürmektedir. Köpek balığı saldırıları ister tüplü dalış yapan ister balık tutan veya herhangi bir su aktivitesiyle uğraşan herhangi bir insan grubunda nadir görülür.

Ancak ister köpek balığı ister başka bir canlı olsun, doğadaki birçok davranışı tümüyle anlamlandırmamız veya öngörmemiz mümkün değildir. Kişi ne kadar bilgili ve deneyimli olursa olsun, doğada tahmin edilemeyen bir davranışla karşılaşma olasılığı her zaman vardır. Bunun yanında köpek balığı saldırıları için de akılda tutulması gereken bir nokta, saldırılarda insanın bedenine çok yüksek bir güç uygulanabildiği ve bunun bedensel bütünlüğe ciddi şekilde zarar verebildiğidir. Temel ilkyardım eğitimleri vücut bütünlüğü korunmuş veya görece az hasar görmüş kurbanlar açısından anlatılır ve verilir. Ancak vücut bütünlüğünün korunamadığı bu tip büyük travmalarda kurban zaten korku içerisinde, bu noktada yardım eden kişilerin zor da olsa soğukkanlılıklarını korumaları gerekir, bu sağlık profesyonelleri için bile kolay bir durum değildir. Yukarıda saydığımız ilkyardım ve sonrasındaki girişimler, kolay olmasa da soğukkanlılığın korunmaya çalışılması ile mümkün olabilir.

Kaynakça

Atlas, B. (2025) Köpek Balığının Evrimi: Ortaya Çıkışı ve Gelişimi. Evrim Atlası. Mevut adres: <https://evrenatlasi.com.tr/kultur/kopek-baligi-nasil-ortaya-cikti-ve-gelisti/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Baldrige, H., Williams, J. (1969) Shark attack: feeding or fighting? *Mil Med* 134(2): 130-133.

Bargnesi, F., Lucrezi, S., Ferretti, F. (2020) Opportunities from citizen science for shark conservation, with a focus on the Mediterranean Sea. *The European Zoological Journal* 87: 20-34.

Bazzi, M., Campione, N., Ahlberg, P., Blom, H., Kear, B. (2021) Tooth morphology elucidates shark evolution across the end-Cretaceous mass extinction. *PLoS Biol* 19(8): e3001108.

Becker, J., Auerbach, P. (2010) Bites & Attacks. DAN, Mevcut adres: <https://dan.org/alert-diver/article/bites-attacks/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Camhi, M., Fowler, S., Musick, J., Bräutigam, A., Fordham, S. (1998) Sharks and their Relatives – Ecology and Conservation. Cambridge: IUCN Publications Services Unit.

Clua, E., Reid, D. (2013) Features and motivation of a fatal attack by a juvenile white shark, *Carcharodon carcharias*, on a young male surfer in New Caledonia (South Pacific). *Journal of Forensic and Legal Medicine* 20(5): 551-554.

Clua, E., Bescond, P., Reid, D. (2014) Fatal attack by a juvenile tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, on a kitesurfer in New Caledonia (South Pacific). *Journal of Forensic and Legal Medicine* 25: 67-70.

Compagno, L. (1984) FAO species catalogue. Vol. 4. Part 1. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Rome: Food and Agriculture Organization of the UN. Synop., 4: 251-655.

Cooper, J., Kong, E., Murphy-Lavoie, H. (2022) Shark Trauma. National Library of Medicine. Mevcut adres: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507855/#__NBK507855_ai__ (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

De Maddalena, A., Heim, W. (2012) Mediterranean Great White Sharks. A Comprehensive Study Including All Recorded Sightings. North Carolina: McFarland & Company.

Deveciyan, K. (2018 [1915]) Türkiye’de Balık ve Balıkçılık. İstanbul: Aras Yayıncılık.

Dive Site Blog (2023) Do Sharks Attack Divers? Facts and Figures. Dive Site Blog – Your Source of Everything Scuba. Mevcut Adres: <https://dive.site/blog/do-sharks-attack-divers/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Dive Site Blog (2025) Do Sharks Attack Divers? Facts and Figures. Dive Site Blog – Your Source of Everything Scuba. Mevcut adres: <https://dive.site/blog/do-sharks-attack-divers/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Evirgen, A. (2007) Fotoğraflarla Türkiye Deniz Balıkları. Promar Deniz Malzemeleri Ticaret ve Turizm A.Ş., İstanbul.

Fernicola, R., Mountford, K. (2023) Shark Week: Researchers Say Fatal 1640 Maryland Attack Possesses Deeper Catholic Context. National Catholic Register. Mevcut adres: <https://www.ncregister.com/news/shark-week-researchers-say-fatal-1640-maryland-attack-possesses-deeper-catholic-context> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Florida Museum (2018a) Trends by Decade - International Shark Attack File. Florida Museum. Mevcut adres: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/trends/decade/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Florida Museum (2018b) Victim Activity During Attacks-International Shark Attack File. Florida Museum. Mevcut adres: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/factors/victim-activity/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Florida Museum (2022) World Attack Frequency Rates - International Shark Attack File. Florida Museum. Mevcut adres: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/trends/frequency-rates/world/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Florida Museum (2023) The ISAF 2023 shark attack report. Florida Museum. Mevcut adres: www.floridamuseum.ufl.edu/wp-content/uploads/sites/23/2024/02/The-ISAF-2023-shark-attack-report.pdf (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Florida Museum (2024) World Locations with Highest Attack Rates - International Shark Attack File. Florida Museum. Mevcut adres: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/trends/location/world/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Florida Museum (2025) Yearly Worldwide Shark Attack Summary-International Shark Attack File. Florida Museum. Mevcut adres: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/yearly-worldwide-summary/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Galaz, T., De Maddalena, A. (2004) On a great white shark, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758), trapped in a tuna cage off Libya, Mediterranean Sea. *Annales, Series Historia Naturalis* 14(2): 159-164.

Geiling, N., Solly, M. (2024 [2013]) The Sinking of the USS Indianapolis Triggered the Worst Shark Attack in History. Smithsonian Magazine. Mevcut adres: <https://www.smithsonianmag.com/history/sinking-uss-indianapolis-triggered-worst-shark-attack-history-25715092/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Hazin, F., Burgess, G., Carvalho, F. (2008) A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992-2006. *Bulletin of Marine Science* 82(2): 199-212.

Kabasakal, H. (2004) Türk Sularında Köpekbalıkları. *Deniz Magazin Dergisi* 69: 10-15.

Kabasakal, H. (2010) On the occurrence of the blue shark, *Prionace glauca* (Chondrichthyes: Carcharhinidae), off Turkish coast of northern Aegean Sea. *Marine Biodiversity Records* 3: e31.

Kabasakal, H. (2015) Occurrence of shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, off Turkey's coast. *Marine Biodiversity Records* 8: e134.

Kabasakal, H. (2020) A Field Guide to the Sharks of Turkish Waters. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication no: 55, İstanbul, Türkiye.

Kabasakal, H., Bilecenoğlu, M. (2020) Shark Infested Internet: An Analysis of Internet-Based Media Reports on Rare And Large Sharks of Turkey Fishtaxa. *FishTaxa* 16: 8-18.

Kabasakal, H., Gedikoğlu, S. (2008) Two new-born great white sharks, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) (Lamniformes; Lamnidae) from Turkish waters of the north Aegean Sea. *Acta Adriat* 49(2): 125-135.

Kabasakal, H., Gedikoğlu, S. (2015) Shark attacks against humans and boats in Turkey's Waters in the twentieth century. *Annales, Series Historia Naturalis* 25: 115-122.

Kabasakal, H., Karhan, S., Sakınan, S. (2017) Review of the distribution of large sharks in the seas of Turkey (Eastern Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine* 58: 219-228.

Kabasakal, H. (2025). Analysis of confirmed shark attacks in the Eastern Mediterranean Sea and the Sea of Marmara (1827–2025). *Annales, Series Historia Naturalis*, 35(2), 169–186.

Lentz, A., Burgess, G., Perrin, K., Brown, J., Mazingo, D., Lottenberg, L. (2010) Mortality and management of 96 shark attacks and development of a shark bite severity scoring system. *Am Surg* 76(1):101-6.

Letts, P. (2024) Top 5 Most Dangerous Shark Species. Abyss Scuba Diving. Mevcut adres: <https://www.abyss.com.au/blog/sharks/top-5-most-dangerous-shark-species> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Lippmann, J. (2018) Fatal shark attacks on divers in Australia, 1960-2017. *Diving Hyperb Med*, 24;48(4):224-228.

Mancusi, C., Baino, R., Fortuna, C., Gil de Sola, L., Morey, G., Bradaï, M. N., Kallianotis, A., Soldo, A., Hemida, F., Saad, A. A., Dimech, M., Peristeraki, P., Bariche, M., Clò, S., De Sabata, E., Castellano, L., Garibaldi, F., Lanteri, L., Tinti, F., Pais, A., Sperone, E., *et al.* (2020) MEDLEM database, a data collection on large elasmobranchs in the Mediterranean and Black Seas. *Mediterranean Marine Science*, 21(2), 276–288.

Minaglia, S., Liegl, M. (2024) Moonless night sky increases *Isistius* species (cookiecutter shark) and live human contact. *PLoS One* 19(2): e0291852.

Mohamad, B., Nicolás, E.C., Per, E., Henning, B., Benjamin, K. (2021) Tooth morphology Elucidates shark evolution across the End-Cretaceous Mass Extinction. *Plosbiology* 1-26.

Natural History Society of Maryland (2025) 1640, First English-Language Documented Human Death from a Shark Encounter in North America — St. Mary's, Maryland. Natural History Society of Maryland. Mevcut adres: <https://www.marylandnature.org/get-involved/events/event/first-human-death-from-a-shark-encounter-in-north-america-st-marys-maryland-1640/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Neff, C., Hueter, R. (2013) Science, policy, and the public discourse of shark “attack”: a proposal for reclassifying human–shark interactions. *Journal of Environmental Studies and Sciences* 3: 65-73.

Nochetto, M., Bird, N. (2017) First Aid for Hazardous Marine Life Injuries - Student Handbook. DAN. Mevcut adres: <https://dan.diverelearning.com/files/d0h0YnFwZ903AjZais8Jb/DAN-HMLI-Student-Handbook.pdf> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Owlcation (2025) Top 10 Worst Shark Attacks in the World. Owlcation: <https://owlcation.com/stem/Top-10-Worst-Shark-Attacks-in-the-World> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Özkan, A. (2002) Türkiye’de Köpekbalığı Dalışı. *Deniz Magazin* 53: 8-14.

Popa, D., Van Hoesen, K. (2016) "Shark Encounter": Delayed primary closure and Prophylactic Antibiotic treatment of a great white shark bite. *J Emerg Med* 51(5):552-556.

Science Direct. (2025) Science Direct. Sharks - an overview. Mevcut adres: <https://www.sciencedirect.com/topics/veterinary-science-and-veterinary-medicine/shark> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Shark Sider. (2022) Shark Attacks in France. Shark Sider: <https://www.sharksider.com/shark-attacks-in-france/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Shark Trust (2020) Shark Evolution. Shark Trust. Mevcut adres: www.sharktrust.org/shark-evolution (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Smith, L. (2023) What is the deadliest shark attack ever recorded? Live Science. Mevcut adres: <https://www.livescience.com/animals/sharks/what-is-the-deadliest-shark-attack-ever-recorded> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Suner, M. (2002) Tehlikeli Sualtı Canlıları ve Alınacak Önlemler. *Deniz Magazin* 51: 37-48.

Travers, S. (2025) The Worst Shark Attack In U.S. History Happened In 1945— And It Was Nothing Short Of A Feeding Frenzy. Forbes. Mevcut adres: <https://www.forbes.com/sites/scotttravers/2025/01/05/the-worst-shark-attack-in-us-history-happened-in-1945-and-it-was-nothing-short-of-a-feeding-frenzy/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

White, J. A., Burgess, G. H., Nakatsukasa, M., Hudson, M. J., Pouncett, J., Kusaka, S., Yoneda, M., Yamada, Y., Schulting, R. J. (2021) 3000-year-old shark attack victim from Tsukumo Shell-mound, Okayama, Japan. *Journal of Archaeological Science*, 38, 103336.

Yabancı ve İstilacı Deniz Canlılarının Oluşturduğu Sağlık Sorunları

Tolga TAYMAZ

Amerikan Hastanesi Acil Servisi, İstanbul
Su Altı Fotoğrafçıları ve Filmcileri Derneği-SUFOD Yönetim Kurulu
Scuba Schools International (SSI) Assistant Instructor
Divers Alert Network (D.A.N.)-Europe Instructor

tolgat@amerikanhastanesi.org

Özet

Yabancı (Göçmen) tür; farklı nedenlerden dolayı doğal yaşam alanlarından yeni yaşam alanlarına taşınan türlere, İstilacı tür ise geldikleri alanda bölgenin yerli türleri ile rekabete girip zarar veren, doğal yaşamı bozan, insan sağlığı veya ekonomiye zarar veren türlere denir. Dünyanın hemen her yerinde karasal veya sucul ortamlarda yabancı ve istilacı türlere gittikçe artan sıklıkla rastlanmakta ve bunun getirdiği sorunlara sivil toplum kuruluşları, akademik çevreler ve resmi kurumlarca çözümler bulunmaya çalışılmaktadır. Bu yazıda işleyeceğimiz sağlık sorunları da bunlardan biridir. Ülkemiz denizlerinde yabancı türlerin sayısı 1950'lerden itibaren artmış, günümüzde ise 500'ü geçmiştir, bunların 80 tanesi balık türleridir. İnsanlık, içine doğduğu doğal ortam ile büyümekte ve bunun için asırlardır gelen bilgi birikimini kuşaktan kuşağa aktarmaktadır. Ancak yabancı ve istilacı canlılar, geldikleri ortamda yeterince tanınmadıkları/ bilinmedikleri için, bunlardan kaynaklanabilecek sorunları önleme ve bunlarla baş etme konusunda kişiler ve kurumlar hazırlıksızdır. Bu tür canlıların insan sağlığına etkileri temas-batma sebepli yaralanmalar, besin olarak tüketme yoluyla olan etkilenmeler ve ısırma-kesme-ezme yoluyla olan yaralanmalar olarak incelenebilir. Denizle ilgilenen insanlar ve sağlık profesyonellerinin bu konuda yeterli bilgisi olmalı, bunlar ilgili branşların eğitim müfredatlarında yer almalı, ayrıca halka yönelik bilgilendirme ve eğitimlerle de bu konuda farkındalık yaratılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Yabancı deniz canlıları, istilacı deniz canlıları, göçmen deniz canlıları, sağlık sorunları, yaralanma, zehirlenme

Giriş

Yabancı (göçmen) ve istilacı deniz canlılarının etkileri pek çok düzlemde görülmektedir. Tüm denizlerimizde bu etkileri, o denizin yapısı ve yüzyıllardır bununla ilişkili insanlarla beraber düşünmek doğru bir yaklaşımdır. Bizim bu yazıdaki konumuz söz konusu canlıların oluşturduğu sağlık sorunları olduğundan, bunun ağırlıklı olarak görüldüğü Akdeniz ve Ege Denizi'nin (ki Ege Denizi de Akdeniz'in bir parçasıdır) tarihte geçirdiği evrelerin üzerinden kısaca geçmek gerekir. Çünkü bu denizlerdeki canlı yaşamı bu evrelerden geçerek günümüze gelmiş, bir habitat oluşmuştur ancak son on yıllarda Akdeniz'in yaşadığı değişim, adeta hızlandırılmış veya ziplenmiş bir evrim süreci gibidir. Bu, Akdeniz'i, özellikle Doğu Akdeniz kıyılarını adeta bir laboratuvar haline getirmiştir.

Akdeniz 20 milyon yıl önce Hint Okyanusu'ndan ayrılan Tetis Denizi'nin kalıntısıdır. 5.9 milyon yıl önce Atlas Okyanusu ve Akdeniz arasındaki bağlantı kopmuş ve Akdeniz çok tuzlu bir göl havzası haline gelmiştir. Bu dönem Messinian tuzluluk krizi olarak isimlendirilmiştir ve 5.3 milyon yıl önce Cebelitarık Boğazı'nın genişlemesiyle ve Atlas Okyanusu sularının çok büyük bir sel halinde Akdeniz'e akmasıyla son bulmuştur. Akdeniz su altı yaşamı halen hayatta olan az sayıda paleo endemik-Akdeniz kökenli tür ve çoğu Atlas Okyanusu'ndan gelen türlerle yeniden şekillenmiş ve bazıları yeni Akdeniz türlerine (neo-endemik) dönüşecek şekilde evrimleşmiştir (Ballesteros ve Llobet 2016). Böylece Akdeniz, Atlas Okyanusu kökenli türlerin yerleştiği, aynı zamanda endemizm oranının belirli olduğu dünyada geniş dağılıma sahip türlerin de yaşayabildiği bir ortama dönmüştür. (Paternello ve diğ. 2007; Çımar ve diğ. Güçlüsoy 2025). Ancak son on yıllarda Akdeniz'e hızla giren yabancı türler, insana ait etkenlerin bir sonucu olarak görülmeye başlanmıştır. Bu türlerin çoğu İndopasifik kökenlidir. Akdeniz'e gelen yabancı türlerin başlıca geliş yolları Süveyş Kanalı (Şekil 1), balast suları ve gemilere tutunma, deniz ve akvaryum canlılarının oluşturduğu bir trafik ve artık tüm dünyada yüzen bir kıta haline gelmiş olan plastikler yoluyla.



Şekil 1. Süveyş Kanalı, Süveyş Körfezi yönünden girişi, Kızıldeniz,
Çekim: Tolga Taymaz

İklim değişikliğinin getirdiği küresel ısınma tüm dünya tuzlu ve tatlı sularında olduğu gibi Akdeniz'de de ortalama sıcaklığın artışına yol açmıştır. Akdeniz'de bu noktada çok önemli bir başka etken tüm bu sürecin çok hızlı ivmelenmesi sonucunu doğurmuştur. Firavunlar döneminden beri Süveyş Kanalı'nı açmak için çalışmalar olmuş, kanal çeşitli dönemlerde işlerlik kazanmıştır. Mısır Osmanlı İmparatorluğu egemenliğindeyken Ferdinand De Lesseps'in başında olduğu firma tarafından 1859-1869 yılları arasında kanal, bugüne gelecek şekilde inşa edilmiş, Süveyş Kanalı yoluyla geçen türlere de, yapım firmasının başındaki

kişinin adına ithafen Lessepsiye türler denilmiştir. Kanalin varlığı Akdeniz’de Kızıldeniz’den gelen türlerin çoğalması sonucunu getirmiş, 2010 yılındaki genişletilmesinin ve bir süredir var olan Akdeniz’deki ısınmanın da etkisiyle bu geçiş hızlanmış ve gelen türlerin de Akdeniz’de yerleşik hale gelip ciddi popülasyonlar oluşturma durumu yaşanmıştır. Bunun yanında yukarıda saydığımız gibi gemilerin balast suları ve deniz araçlarına tutunma, akuakültür çalışmaları ile taşınma da Akdeniz’deki yabancı tür sayısının ivmelenerek artışında etkili olmuştur. Aşağıdaki fotoğraflarda Kızıldeniz’de Süveyş Körfezi’nden Süveyş Kanalı’na giriş ve ekran üzerinde Süveyş Kanalı’nın giriş ve çıkış noktaları görülmüştür)

Doğal ortamından farklı ekosistemlere taşınan türlere yabancı-göçmen-egzotik-yerli olmayan tür gibi isimler verilmiştir. Yeni taşındıkları ortamda çok hızlı çoğalabilen, o sırada yerli ekosisteme zarar veren, biyoçeşitliliği azaltan, insan sağlığı ve ekonomiye çeşitli şekillerde zarar veren yabancı türler ise istilacı tür veya istilacı yabancı tür olarak adlandırılır.

Tüm Akdeniz’deki yabancı türleri sayısı 1000’i geçmiştir, bunların arasında bizi sağlık yönünden ilgilendiren balıklar 171 tür ile en çok görülen yabancı türlerde 3. sıradadır, 1. sırada 222 tür ile yumuşakçalar ve 188 tür ile eklem bacaklılar yer almaktadır (Çınar ve diğ. 2025; Galanidi ve diğ. 2023). Türkiye’de 1950’lerden itibaren artan yabancı tür sayıları tüm denizlerimizde 539 tür olarak yayınlanmış, bunun 80’ini balıklar oluşturmuştur. Sularımızdan Akdeniz yabancı tür çeşitliliğinde 1. sıradadır, 413 tür yayımlanmıştır, bunun 80’i balıklardır, Ege Denizi 44’ü balık türü olan 253 yabancı tür ile 2. sıradadır. Akdeniz’deki yabancı türlerin geliş yollarında Süveyş kanalı %72 ile 1. etmen durumundadır. Gemilerle taşınma ise %25 olarak bildirilmiştir. Ege, Marmara ve Karadeniz’e gittikçe Süveyş Kanalı yoluyla gelenlerin oranı azalmakta, gemi veya akuakültür yoluyla gelenlerin oranı artmaktadır (Çınar ve diğ. 2021).

Bu yazıda, pek çok sonucu olan yabancı ve istilacı türlerin geçişinin sonuçlarından sadece biri olan sağlık açısından oluşturduğu sorunlar ve bunlara karşı önleme/müdahale etme ve tedavi yöntemleri işlenecektir.

Yabancı ve istilacı deniz canlılarının oluşturduğu sağlık sorunları

Tehlikeli/zararlı deniz canlılarına ait yaralanmalar veya oluşturdukları zararlar seyrek görülür. Bu canlıları tanımının dışında temas veya etkilenme öncesinde veya sonrasında neler yapılması gerektiğinin de bilinmesi hayat kurtarıcı olabilir. Bu başlıklara geçmeden önce Türkçe’de ‘zehir’ olarak ifade edilen ancak İngilizce yayın veya metinlerde ‘poison’ ya da ‘venom’ olarak geçen kavramlara açıklık getirmek kolaylaştırıcı olacaktır. Toksinler, organizmanın ürettiği ve diğer canlılara zarar verebilen zehirli kimyasal maddelerdir. Poison; sindirim sisteminden emildiğinde, dokunulduğunda (dokunarak absorbe edildiğinde) veya

solunum yoluyla alındığında zarar veren toksik maddedir (balon balığı gibi). Venom ise vücuda enjekte edildiğinde zararlı etkisini gösteren toksik maddelerdir. Vücuda ısırık veya batma yoluyla girer, etkisini bu şekilde gösterir (aslan balığı zehri gibi).

Yaralanma veya zehirle etkilenmenin ciddiyetini maruz kalan bireyin yaşı, genel sağlık durumu, fizyolojik rezervi, eşlik eden hastalıkları, kullandığı ilaçlar, alerjik yapısı, zehre karşı duyarlılığı veya o zehre daha önce maruz kalmış olması gibi faktörler etkiler, bunun yanında canlının türü ve maruz kalınan (enjekte olan veya yiyecekten alınan) zehir miktarı da önemlidir.

Tüm deniz canlılarının, buradaki yazının konusu olarak da yabancı ve istilacı deniz canlılarının oluşturduğu sağlık sorunları 3 başlık altında sınıflandırılabilir:

1-Temas-Batma Yaralanmaları

Yabancı ve istilacı deniz canlılarından aslan balığı, dev dikenli denizkeşanesi, taş balığı, sokar balığı, çizgili yılan kedi balığı, göçmen üzgün balığı bunlardan bir kısmıdır. Yukarıda belirttiğimiz gibi, hangi canlının dikenine maruz kalınırsa kalınsın, ne kadar diken veya iğnenin battığı, ne kadar derine gittiği, ne miktarda zehir girdiği, kişisel duyarlılığın ve zemindeki sağlık durumunun ne olduğu, olayın seyrini etkiler. Burada bazı istilacı türleri kısaca başlıklandırıp, daha aşağıda genel olarak uygulanabilecek tedbirleri ve tedavileri işlenecektir.

Aslan balığı

İstilacı deniz canlıları denildiğinde en önce akla gelen 2 tür balıktan (diğeri balon balığı) biri olan Aslan balığı, İndo-Pasifik kökenli bir tür olup çok etkileyici bir görünüme sahiptir. Süveyş Kanalı yoluyla Akdeniz'e gelen bu şaşırtıcı canlı Akdeniz'de ilk kez 1991'de kaydedildi, sessiz bir dönemden sonra 2010'larda çoğalmaya başladı (Şekil 2-6). Türkiye'deki ilk kaydı 2014'de verilen aslan balığı sonraki yıllarda gittikçe artan oranda görülmeye başlandı, Eskiden görmek için Kızıldeniz'e gittiğimiz aslan balıkları Türkiye'deki dalışlarımızda neredeyse her kayanın altında görülmeye başlandı. İlerleyen yıllarda İzmir'e ve hatta Ayvalık'a kadar çıktı. Kendinden emin görünüşüyle ve fiziksel yapısıyla oldukça etkileyici olan bu canlı su altı fotoğrafları için çok değerli bir obje oldu.



Şekil 2. Olgular: Yukarıdaki 1. ve 2. fotoğrafta aslan balığı ile yaralanmadan 5 gün sonra bir hastanın yara bölgesi (sağ el ödemli ve kızarıklık), 3. fotoğrafta ise bir başka hastanın sol el 1. parmağı, yaralanmadan 3 gün sonra görülmekte.

Ancak bulunduğu bölgede ekolojiye zarar verecek derecede tüketim yapan ve yılda 2 milyona yakın yumurta bırakan aslan balığı, bir yandan da Akdeniz Koruma Derneği gibi sivil toplum kuruluşlarının çalışmalarıyla sofralarda da yerini almaya başladı. Güney sahillerimizde artık hemen kıyı şeridinde bile bulunabilen aslan balığı insana aktif saldırı yapmaz, ancak yanlışlıkla veya gereksiz derecede yakın temas sonucu insanlarda etkilenme olur (Şekil 2). Aslan balığında zehir, sırt ve kalça bölgesindeki dikenlerden geçer, zehrin miktarına göre battığı yerde şiddetli ağrı ve şişlik oluşabilir. Soluklaşma, morarma, kızarıklık da görülebilir. Lezyon biraz daha ilerlerse içi su dolu kesecikler (büller) oluşabilir, ancak daha tehlikelisi doku ölümü de olabilir, kangren vakaları bildirilmiştir (González ve diğ. 2014).

Sistemik etkilenme nadirdir ancak olursa bulantı, kusma, karın krampları, titreme, ritim bozukluğu, aşırı halsizlik, hipotansiyon, ateş, konvülsiyon, senkop görülebilir (Aktaş ve Mirasoğlu 2017).



Şekil 3. Aslan balığı, Mısır 2018, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 4. Aslan balığı ve dalgıç, Kekova Adaları, 2019, Çekim Tolga Taymaz

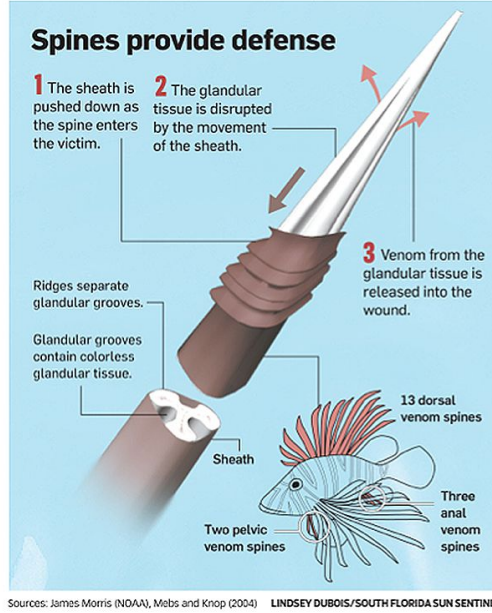


Şekil 5. Aslan balığı, Kaş 2021, Çekim: Ömer Ege Taymaz



Şekil 6. Jüvenil aslan balığı, Kaş 2024, Çekim: Bahar Taymaz

Aslan balığı sırt dikeninin ve zehir kanalının yapısı:



Şekil 7. Aslan balığı sırt dikeninin ve zehir kanalı

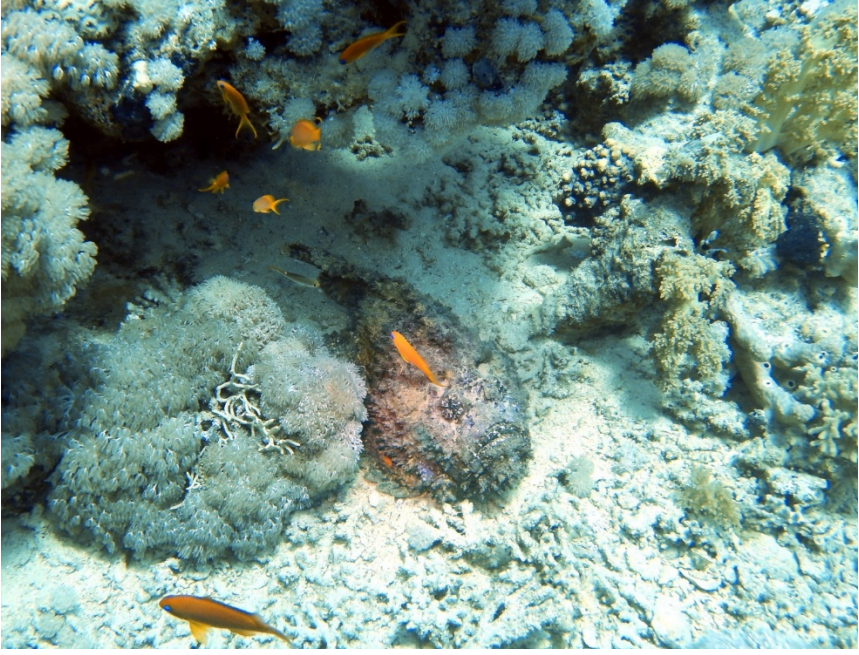
Kaynak: <https://www.lionfish.bm/learn-more>

Yukarıdaki şekilde ve aşağıda taş balığı başlığının altındaki görselde, aslan balığı, taş balığı ve iskorpitlerin zehir kanallarının yapısı görülmektedir (Şekil 7). Dikenler deri kılıfıyla kaplıdır, altında oluklar ve türe göre şişkinliği değişen zehir bezleri bulunur. Kişi vücudunun herhangi bir yeri ile bu dikenlere temas eder veya üzerine basarsa, dikene uygulanan kuvvetten dolayı kılıf aşağı doğru itilir, beze doğru basınç gelir ve saniyenin çok altında bir sürede, zehir bezinden, oluklar vasıtasıyla zehir kurbanın cildinden içeri geçer.

Taş balığı

Dünyanın en zehirli balığı olarak bilinen taş balığına dair (Stonefish), şu ana kadar Akdeniz’de sadece İsrail, Türkiye, Filistin ve Kuzey Kıbrıs olarak 4 ülkeden 9 bildirim yapılmıştır (Bilecenoğlu 2012; Bariche ve diğ. 2019; Akbora ve diğ. 2021; Abd ve diğ. 2023).

Taş balığı (stonefish) 35 cm’ye kadar ulaşabilen, taşa benzer görünümlü, özellikle kayalık bir yerde ise zeminden ayrılması çok zor olan bir balıktır, saniyenin yüzde 15’inde sırt dikenini üzerine basan canlıya içindeki zehri fişkırtarak enjekte eder (Şekil 8, 9).



Şekil 8. Taş balığı, Kızıldeniz 2019, Çekim: Ömer Ege Taymaz



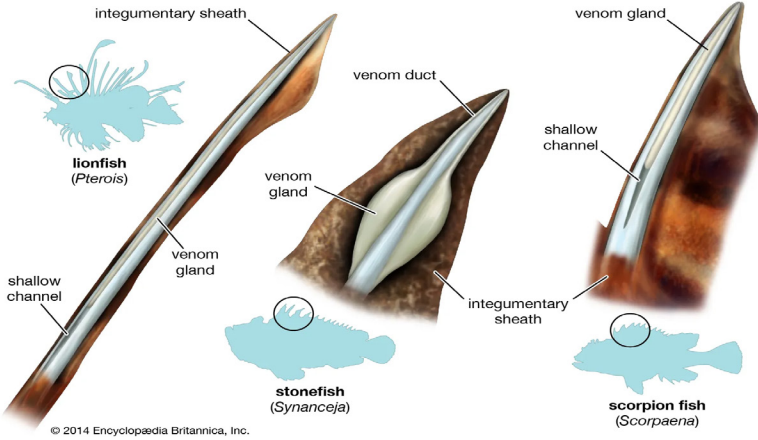
Şekil 9. Taş balığı, Kızıldeniz 2019, Çekim: Bahar Taymaz

Aşağıdaki linklerde bulunan videolarda taş balığı'nın yapısı sırt dikenleri zehri nasıl püskürttüğü görülebilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=NqyHheVCRkM>

<https://www.youtube.com/watch?v=7aLt5gxwTx8>

Taş balığının, ayrıca aslan balığı ve akrep balığı türlerinin zehir bezi ve zehir kanalları aşağıdaki şekilde görülmektedir:



Şekil 10. Taş balığının, ayrıca aslan balığı ve akrep balığı türlerinin zehir bezi ve zehir kanalları Kaynak: <https://www.britannica.com/animal/scorpaeniform>

Proteinöz bir toksin olan verrucotoxin dorsal yüzgeç dikenlerindeki bezlerden salgılanır (Şekil 10), zehri kas, damar, sinir ve kalbe etkilidir, ani ve şiddetli ağrı, dayanılmaz olabilir. Deride morarma ve siyahlaşma görülebilir. Bulantı, kusma, ödem, felç, hipotansiyon solunum zorluğu, solunum veya kalp durması gelişebilir.

Coğrafyamızda çok seyrek görüldüğünden taş balığı ile zehirlenme olgusuna rastlamak çok zordur, o yüzden 2018’de izlediğim bir taş balığı olgusundan kısaca bahsetmek istiyorum:

Hasta 78 yaş erkek, komorbiditesi olmayan sağlıklı bir kişi idi. Hint Okyanusu’nda bir adada denizden çıkarken yaklaşık 1 metre derinlikte taş balığını gördüğünü ama bir dalga ile dengesini kaybederek üzerine bastığını söyledi. Sol ayak 1. parmağının altına taş balığı sırt dikenini batmıştı, eve gidip bu durumda önerilen (Barnett, Saggiomo, & Seymour, 2017) sıcak suya batırmayı uygulamış ancak çok şiddetli ağrı sebebiyle taksiyle hastaneye gitmek istemiş. Hastanede lokal ve sistemik enjeksiyonlar uygulanmış. Ayrıca yöredeki sağlık merkezlerinde bulunan taş balığı antivenomu hastamıza verilmiş. Peşinden antibiyotikle tedavisi başlanmış, buna rağmen yara yerinde iltihap birikmiş, 4. günde iltihabı drene edilmiş, hasta daha rahatlamış. Olaydan 72 gün sonra Almanya’da gittiği bir

hastanede tekrar muayene olmuş ve yine iltihap birikimi görülmüş. Temizlenmiş ve atele alınmış. 10 gün sonrasında daha rahatlamış. Olayın 95. Gününde hastayı Türkiye’de muayene ettiğimde ağrısı geçmişti, yara yerinde iz hala duruyordu. 1 yıl sonra hastayı tekrar gördüğümde şikâyeti yoktu ancak ayak altındaki belirgin iz hala görünüyordu.

Akdeniz’de sadece 9 kayıt bulunması, büyük bir tehdit oluşturmayacağını düşündürse de, temas halinde yaşananlar çok ciddi klinik tablolar olduğundan hem halkın hem sağlık profesyonellerinin bu konuda bilgisi olması ve ilgili bakanlıkça sağlanacak antivenomun belli merkezlerde bulundurulması gerekmektedir.

Çizgili kedi balığı

Oldukça zehirli bir istilacı türdür, Türk sularında ilk kaydı 2016’da verilmiştir (Doğdu, ve diğerleri, 2016). Sonrasında Batıya doğru yıllar içinde görülmeye başlanmıştır. Sırt dikenleri zehri içerir, İsrail’den çok sayıda balıkçı yaralanması bildirilmiştir (Turan ve diğ. 2022), zonklayıcı ağrı, morarma şişme uyuşma, kızarma ateş yapabilir, doku nekrozu ve ölüm olasılığı da vardır (Haddad ve diğ. 2018).

Sokar balıkları

Ülkemizde uzun yıllardır beyaz sokar ve esmer sokar olarak 2 türü vardır. Görece daha az tehlikelidir, kaya üzerlerindeki bitkileri yerler, lezzetlidir, ekonomik değeri vardır, zehri dikenlerinde taşır, balık tutulduğunda çırpınırken veya ayıklarken de batabilir, saatlerce ağrı yapar (Şekil 11,12).



Şekil 11. Sokar balıkları, Kaş 2022, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 12. Sokar balığı, Gece, Kaş 2022 Çekim Tolga Taymaz

Üzgün balığı

Üzgün balıklarının da göçmen olanları vardır, zehri daha hafif etkilidir (Şekil 13).



Şekil 13. Üzgün balığı, Ordu, 2019, Çekim Tolga Taymaz

Göçmen vatoz: Tırpana

Kuyruk dikenini batırabilir, avlandığında kuyruk sallaması veya üzerine basılması diken batmasına yol açabilir. Ani ve şiddetli ağrı, 2-48 saat sürer, bulantı kusma

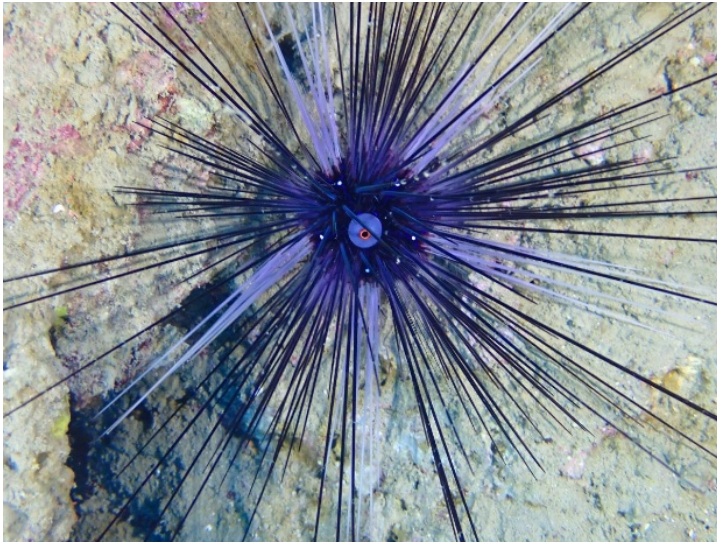
ishal, halsizlik, baş dönmesi, kas krampları, karın ağrısı, senkop, konvülsiyon, aritmi, hipotansiyon olabilir, yarada diken kırıkları kalabilir.

Dev dikenli deniz keşanesi

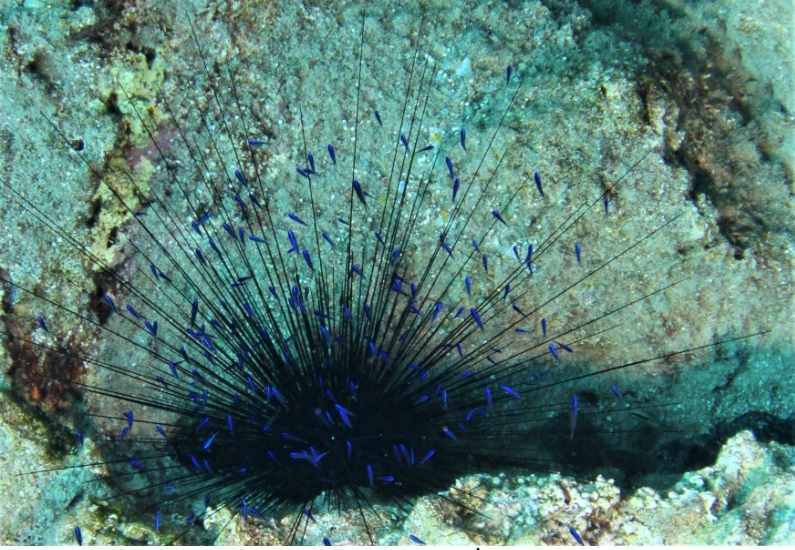
Türk sularında görülmeye başlandıktan sonra hızla artmıştır. Önceleri dikenleri arasında papaz balığı yavruları kendilerini koruma amaçlı barınırken, sonraları şeritli kardinal balıkları bu canlıları yuva edinmeye başlamıştır. Sayıları hızla artan dev dikenli denizkeşanelerinin 2022 yılında büyük çapta ölümleri görülmüş, ancak sonradan yine çoğalmaya devam etmişlerdir. Sığ sularda da bulunabilirler (Şekil 14 - 17).



Şekil 14. Dev dikenli deniz keşanesi, Kaş 2015, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 15. Dev dikenli deniz keşanesi, Fethiye 2022, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 16. Dev dikenli deniz kestanesi, Kaş, 2018 (İlk geldikleri yıllarda içinde papaz balığı yavruları (mavi) barınıyordu, fotoğrafta onlar görülmekte) Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 17. Dev dikenli deniz kestanesi, Kaş, 2022 (Sonraki yıllarda içinde göçmen şeritli kardinal balıkları barınmaya başladı fotoğrafta onlar görülmekte) Çekim: Ömer Ege Taymaz

Önlemler ve Genel Bilgi

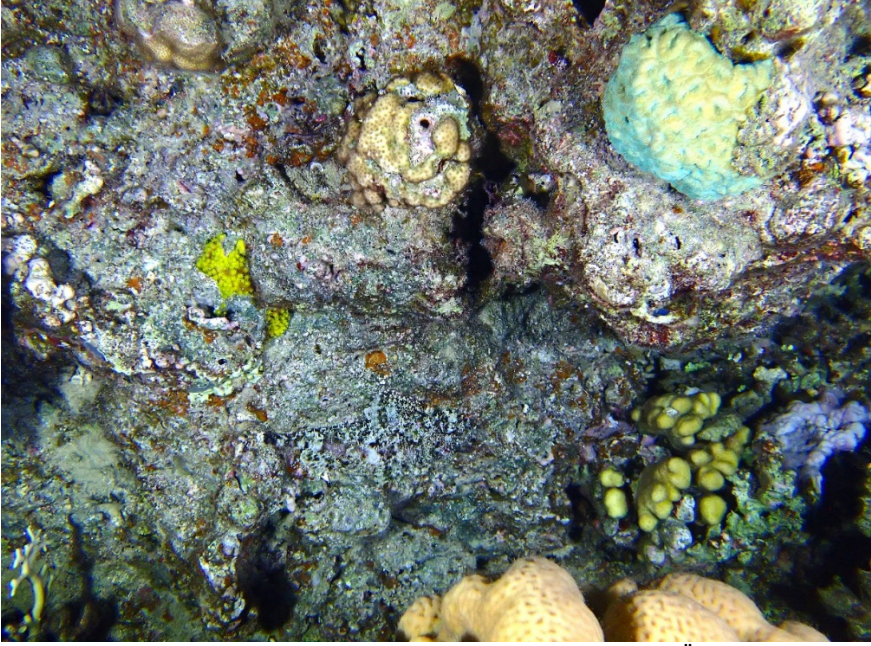
Yukarıda bahsedilen batma/sokma tipinde zehirlenme/etkilenmelere yol açan durumların hepsi için önlemler benzerdir, plajlarda yürüyenler, olta ve ağlardan balık çıkarmaya çalışanlar dikkat etmelidir. Tüplü dalıcıların zaten su altında hiçbir canlıya dokunmamaları istenir, bu kural asla bozulmamalıdır. Kıyıdan denize girişlerde ayağı koruyucu patik veya benzeri ayağın altını koruyucu özellikte bir giyecek tercih edilmelidir. Ayrıca, bu tip canlılar ölmüş olsa bile dikenlerinde zehrin uzun süre aktif kalabileceğini bilmek gerekir.

Bilinmesi gerekir ki, doğadaki tüm canlılar kamuflaj özelliklerinden faydalanırlar, su altı da buna istisna değildir. Aşağıda kamuflaj örnekleri ve gerçekten ne kadar zor fark edilebileceklerine dair fotoğraflar görülebilir. Taş balıkları tam anlamıyla taş görünümündedirler, üzgün balığı ve tırpana gibi türler kumun altında çok iyi gizlenirler. İzleyen 2 fotoğrafta gizlenen 2 balık, ortama o kadar iyi uyum sağlamıştır ki bunu görmek ve fark etmek çok zordur (Şekil 18, 19). O yüzden su altında hiçbir şeye ve hiçbir yere temas etmemek gerekir.



Şekil 18. Kamufle olan iskorbiti bulunuz. Dalyan, 2018, Çekim: Tolga Taymaz

Korunma için dalıcı yüzücünün yüzerliğini iyi ayarlayabilmesi, teçhizatına hakim olması, bölgenin zararlı olabilecek deniz canlıları konusunda bilgili olması gerekir.



Şekil 19. Kamufle olan iskorpit balığını bulunuz. Mısır 2023, Çekim: Ömer Ege Taymaz

Dikenin battığı bölge, zehrin miktarı, yılın hangi dönemi olduğu (genellikle üreme dönemlerindeki canlılar daha fazla toksin barındırabilirler) kişinin zarar görme derecesini etkiler.

Tüm bu canlıların dikenlerinin batması sonrası şiddetli yanma, parmaklarda ise his kaybı, hareket ettirememe, proksimale doğru hissizlik, titreme, bulantı-kusma, üşüme-titreme, soğuk terleme, morarma, şişme, yara etrafında iltihap, doku nekrozu-kangren olabilir. Ayrıca baş ağrısı, baş dönmesi, sayıklama eklem ağrısı konuşma kaybı, kalp atım sayısının azalması veya çoğalması, duyarlılık fazlaysa solunum ve kalp sorunları görülebilir. Seyrek de olsa taş balığı ve kedi yılan balıklarında ölümler bildirilmiştir.

Neler yapılmalı?

Kişi suda ise hemen çıkarılır, saat, bilezik yüzük gibi şeyler de hızla hastadan çıkarılır. Ekstraktör denen aletler varsa onlarla, yoksa mümkünse bir cımbızla batan dikenler hala oradaysa çıkarılır, dayanabileceği kadar sıcak suda en az yarım saat bekletilir (Nochetto ve Bird 2017). Literatürde uygulanması gereken sıcak su 40-45 derece şeklinde verilir, 1 ölçü kaynar su, 2.5 bardak musluk suyu ile karışınca istenen sıcaklık aralığında su elde edilmiş olur. Periferik nöropati olasılığı bulunan özellikle diyabetik hastalarda bu noktada dikkat edilmesi gerekir

çünkü sinir hasarı sebebiyle yanık başladığında bu tür hastalar fark edemeyebilirler.

Yaranın içinde yabancı madde kalmaması gerekir, sabunlu su, sonra temiz su ile yıkanır, yoksa deniz suyu kullanılır, kanama yoksa yara açık bırakılır, kanama varsa üzerine bası uygulanır. Gerekirse elastik bandajla immobilizasyon, yüksek pozisyonda dinlendirme (ekstremitte elevasyonu) ve hareketi en aza indirme (hareket toksini yayar) önerilir.

Tıbbi tedavi

Deri bütünlüğünün bozulduğu tüm durumlarda tetanos aşısı uygulanır (Aktaş ve Mirasoğlu 2017). Enfeksiyon şüphesi varsa antibiyotik kullanılır, alerji ve gecikmiş aşırı duyarlılık reaksiyonu açısından uyanık olunmalıdır. Eğer alerjik reaksiyon gelişmişse, diğer tüm alerjik olaylarda olduğu gibi antihistaminik ve kortikosteroid (kortizon) uygulaması gerekebilir. Gerekirse sahada müdahale için söz konusu ilaçların ve adrenalin uygulamaya yarayan Epipen enjektörlerinin bulundurulması hayat kurtarıcı olabilir.

Ağrı için parasetamol türü ağrı kesiciler veya antienflamatuar olarak adlandırılan grupta yer alan ağrı kesiciler kullanılabilir, bazen ağrı çok fazladır, opioid türü ağrı kesiciler veya lokal sinir bloğu gerekebilir (Schult ve diğ. 2017). Monitörizasyon ve taş balığı için antivenom kullanımı önerilir, gerekirse antibiyotik başlanmalıdır. Yara içinde yabancı cisim kalıp kalmadığının kontrolü için röntgen çekilmesi önerilir.

Ayrıca, denizde veya sahilde, her zaman elimizin altında olması gerekenler; Antibiyotikli pomadlar, lidokain içeren merhemler, dezenfektanlar, antihistaminik ve kortikosteroidli merhemler, elastik bandaj, steril gazlı bez, flaster, makas, alerji ilaçları (antihistaminikler), endikasyonları ve kullanımı bilinerek adrenalin enjektörleri olarak sayılabilir.

Denizaneleri

Son yıllarda göçmen denizanelerinin sayısında da gözle görülür bir artış yaşanmıştır (Şekil 20 – 23). Temas halinde yanma kızarıklık şişlik ağrı, ciddiye kas krampları, karında şişlik, konuşma zorluğu olabilir. Bunlara olan tıbbi yaklaşım yukarıdakilerden biraz daha farklılık gösterir.

Denizanelerinin temasla kurbanın vücut yüzeyinde kalan nematokistleri vardır ve bunlar zehir içerir, Açılmamış nematokistler halen deri yüzeyinde olabilir ve önce bu nematokistleri patlamadan vücuttan temizlemek gerekir. Önce deniz suyu ile temas edilen bölge yıkanır. Kesinlikle tatlı suyla yıkanmamalıdır. Sonra kum veya traş kremi ile bölge kaplanarak banka kartı gibi bir alet yardımıyla deriden sıyrılmalıdır. Bu şekilde temas bölgesindeki nematokistlerin uzaklaştırılması mümkün olur. Kaşıma, sertçe ovalama, tatlı su kullanımı bu nematokistlerin patlamasını sağlayarak sorunu büyütürler. Şikayetleri azaltmak için ağız yolunda

alerji ilaçları (antihistaminikler), ayrıca acıyı azaltmak için lidokainli kremler veya kaşıntı ve iritasyonu azaltmak için antihistaminikli veya kortikosteroidli kremler kullanılabilir. Tentaküller tamamen temizlenmişse, dayanabileceği derecede sıcak paketleri uygulaması şikayetleri azaltabilir. Eğer göze temas olmuşsa göz de deniz suyuyla yıkanmalıdır.



Şekil 20. Pusula denizanası, Çandarlı, 2019, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 21. Pusula denizanası istilasısı Bandırma, 2022, Çekim: Ömer Ege Taymaz



Şekil 22. Tersdüz denizanası, Kaş 2021, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 23. Tersdüz denizanası, Kaş 2022, Çekim: Ömer Ege Taymaz
Neler yapılmalı? /Tıbbi Tedavi

2- Besin Yoluyla Tüketilme ile Sorun Oluşturanlar

Balon balığı

Girişte bahsettiğimiz üzere, insanların asırlardır yaşadıkları çevrede bulunan canlıları tanımaları ve onlardan gelecek zararı en az hale getirerek yaşamayı öğrenme konusunda en iyi örneklerden biri balon balığıdır. Ülkemizde istilacı

balıklar söz konusu olduğunda öncelikle akla gelen iki balıktan biridir (diğeri yukarıda işlediğimiz aslan balığıdır) M.Ö. 1350’de Mısır’da bu canlıya ait kabartmalar yapılmıştır, ayrıca antik Mısır’da balon balıklarının top oyunlarında kullanıldığı, Çin’de ve Japonya’da bilindiği bazen de yendiği, hatta kraliyet sofralarını süslediği bilinmektedir. Ancak Japonya’da yenen balon balığının bir türü olan Fugu, Akdeniz’deki türlerden farklı bir balon balığıdır. Çağımızda Uzakdoğu’da ve Avustralya’da azımsanmayacak bir tüketimi vardır fakat tüketimine dair bazen çok sayılara varan ölümler bildirilmiştir. Japonya’da balon balığı yemeyi kısıtlayan yasal önlemlerle ölüm sayıları son on yıllarda azalmıştır.

Akdeniz kıyılarında Türkiye’nin dışında İspanya, Lübnan ve İsrail’de vakalar olmuştur (Ulman ve diğ. 2024). Ülkemizde de son yıllarda bu canlıyla çok sayıda zehirlenme ve bazı ölüm vakaları bildirilmiştir. Akdeniz sahillerimizde hatta Van’da bile ölümlü olaylar yaşanmış, bazılarında yiyecek tüm kişiler yoğun bakım ihtiyacı göstermiştir. Bazen balon balıklarını ev veya kümes hayvanlarına götüren kişiler, onların da ölümüne yol açmıştır. Bir olayda da balon balığı sahil şeridinde 8 yaşındaki bir çocuğun parmağını ısırarak amputasyona neden olmuştur (Sümen ve Bilecenoğlu 2019).

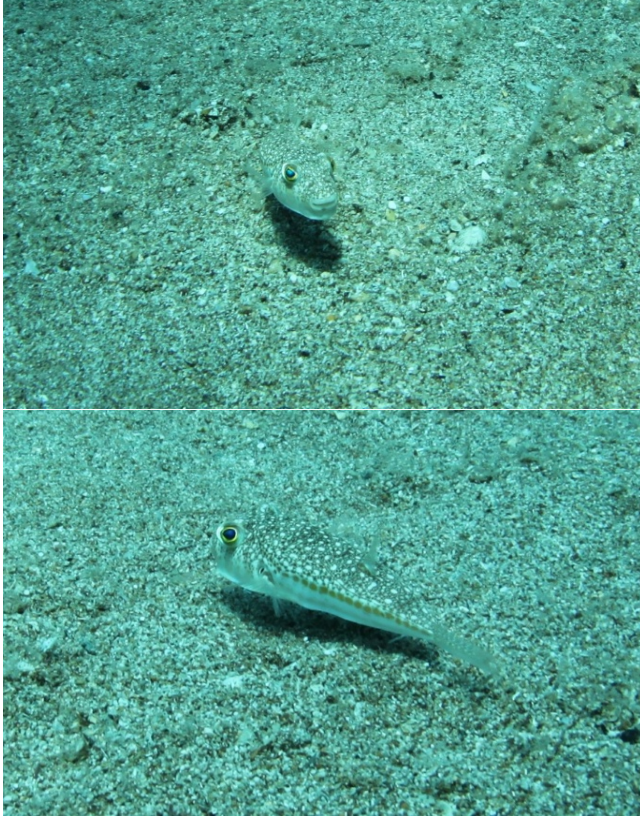
Dalgıçların sıkça rastladığı ve aşağıda fotoğrafları bulunan cüce balon balığı çok meraklıdır, dalıcılardan çekinmez ve etraflarında çoğalmaya başlayabilirler. Doğu Akdeniz’de biyokütle olarak çok yüksek bir orana gelmiş olan balon balıkları ekonomiye çok büyük zarar vermektedir. Balıkçıların ağlarına ve sonra da avlarına saldıran balonlar misinaları dişleriyle rahatlıkla kesebilmektedir. Devlet, balıkçılara kuyruk başına ödeme yapmaktadır, kıyıya çıkarılması, tüketilmesi kesinlikle yasaktır (Şekil 24 –26).



Şekil 24. Cüce balon balığı, Kaş, 2018, Çekim: Tolga Taymaz



Şekil 25. Cüce balon balığı, Kaş, 2021, Çekim: Ömer Ege Taymaz



Şekil 26. Işık kaynağı kullanmadan yapılan çekimlerde cüce balon balığının ortama uyumu görülmekte, Kaş 2019, Çekim: Tolga Taymaz

En çok zehir bulunan yerler gonadlar, karaciğer, bağırsaklar ve deri olsa da hiçbir yerinin yenmesi emniyetli görülmemelidir. Balon balıklarının içerdiği Tetradotoksin (TTX) bilinen en kuvvetli zehirlerden biridir. Sodyum kanallarını etkiler, sinir iletimini bozar, kas ve sinir hücrelerinde felç yaratır. TTX'in inhibitör etkisi önce duyuşsal sinir hücrelerinde sonra motor sinir hücrelerinde olur. Balon balığı tüketildikten sonra klinik belirtiler 4 evre izler. Evre 1, on dakika-iki saat içinde başlar, ağız çevresinde ve dudaklarda uyuşma, baş ağrısı, baş dönmesi, göz bebeği küçülmesi, tükürük artışı, bulantı-kusma, karın ağrısı olur. Evre 2'de daha genelleşmiş uyuşma bacaklara, gövdeye yayılır, kol ve bacaklarda gevşek felç olur, göz bebekleri büyür. Evre 3'de konuşma bozulur, dengesizlik eklenir, yutak, gırtlak, ses etkilenir, solunum ve kalp ritmi bozulur, siyanoz veya solukluk olur, bilinç halen açıktır. Evre 4'de solunum yetersizliği, düşüncede bozulma, ciddi düşük tansiyon, refleks kaybı ve solunum durması görülebilir. Bilinç genelde yoktur (Lago ve diğ. 2015; Kotipoyina ve diğ. 2023)

Müdahale ve tedavi

Balon balığı yenildiği öğrenildiği zaman, 112 aranır veya hasta tam teşekküllü bir hastaneye yönlendirilir, çok hızlı olunmak zorundadır, tedavi semptomatik/destekleyici olmalı, gerekirse solunum desteği sağlanmalıdır.

Antikolinesterazların kullanımı tartışmalıdır, işe yaradığını da yaramadığını da yazan yazarlar vardır, monoklonal antikorlar denenmiş ancak şu an uygulanmamakta, eğer ilk gün atlatılırsa kurtulma şansı yükseldiği bildiriliyor.

Neler yapılmalı?

Devletin ilgili birimlerinin desteği ile tüm toplumun ve sağlık personelinin bilinçlendirilmesi ve bilgi düzeyinin artırılması gerekmektedir. Sosyal medya, geleneksel medya (gazete, dergiler, televizyon gibi) ile sürekli bilgilendirme sağlanmalıdır.

Ciguatera zehirlenmesi

Bütün dünyada deniz ürünlerinden kaynaklanan zehirlenmelerin en yaygın olanlarından biridir yılda 10bin-50 bin kişiyi etkiler ama bu rakamın, gerçek rakamın ancak %20si olduğu düşünülmektedir. Avrupa için de gittikçe artan bir tehlike olmaktadır. Dinoflagellatların ürettiği ciguatoxin, herbivor balıklarca alınır, Karnivorlar herbivorları, insanlar karnivorları yer (Alvito ve Gago-Martínez 2025).

Farklı sistemlerde etki gösterebilir;

Ağızda başlayan uyuşukluk ve yanma ekstremitelere yayılır, baş dönmesi, baş ağrısı, bulanık görme, dengesizlik gibi nörolojik belirtiler, karın ağrısı, bulantı-kusma, ishal gibi gastrointestinal belirtiler ve hipotansiyon gibi kardiyovasküler etkiler görülebilir. (Alvito ve Gago-Martínez 2025).

Tedavi: Genellikle kendi kendini sınırlar, semptomatik tedavi önerilir, sıvı elektrolit dengesine dikkat etmek gerekir. Alkol kullanımı veya bazı yiyeceklerle iyileştikten aylar sonra tekrarlayabilir.

3- Isırma/Kesme/Ezme Mekanizmaları ile Sorun Oluşturanlar

Kaplumbağa

Denizlerimizde göçmen kaplumbağa türleri oldukça azdır. Ancak yerli türlerimizin, muhtemelen insanlarla yakın ilişki ve insanlar tarafından beslenme sebebiyle yaklaşık 10 yıldır davranış değişiklikleri gözlenmekte ve ısırma olguları büyük bir artış göstermektedir. Eğer yabancı türlerde de artış olur veya insanlarla daha yakın ilişkiye geçip sağlık tehdit edici davranışlarda bulunurlarsa bilmek gerekir ki ısırma dişle değil, ağızla ezme şeklinde olmaktadır. Ancak bu küçümsenecek bir temas şekli değildir, ciddi derecede acı verir ve belli bir derecede doku hasarı yapar. Aşağıdaki kaplumbağa fotoğrafları yerli türlerimizdendir, 2015’de Kaş’ta belli bir bölgeye gelen kaplumbağalar, o bölgede çoğalarak dipteki bitki örtüsünü tüketmiş, bu süreçte insanlarla ilişkileri artmış ve istenmeyen temaslar bu süreçten sonra daha fazlalaşmıştır (Şekil 27).



Şekil 27. Kaplumbağa, ağız ve diş yapısı, Kaş 2015, Çekim: Tolga Taymaz

Müren

Sivridiş müren göçmen bir türdür. Mürenlerin özel çene yapıları vardır ve ağızda bakteriler çoktur. Müren ısırığında ağzının gerisindeki 2. bir çene kemiği, avı ağzının içinden alır ve geriye çeker. O yüzden müren ısırıkları zorlayıcıdır. Eğer ısırık gerçekleştiyse yara iyice yıkanır, temizlenir, uygun antibiyotik başlanır (Şekil 28).



Şekil 28. Göçmen müren, Kemer 2022, Çekim: Ömer Ege Taymaz

Baraküda

Akdeniz’de baraküdaların da yerli ve yabancı türleri vardır. Sularımızda baraküda saldırısına neredeyse hiç rastlanmaz, ancak çok hızlı hareket eden ve dişleri çok sivri bir balıktır (Şekil 29).



Şekil 29. Göçmen baraküda, Kaş, 2019, Çekim: Tolga Taymaz

Çütre

Denizlerimizde Akdeniz için endemik olan çütrelere rastlanabileceği gibi Kızıldeniz göçmeni dikenli çütreye de rastlanır. Göçmen dikenli çütre oldukça küçüktür, tehdit edici davranış genellikle sergilemez, endemik çütre türümüz daha büyüktür ve özellikle yuvasını korumak için dalıcılara tehditkâr davranışlarda bulunabilir. Çütrelerin özel bir ağız yapısı ve çok sert cisimleri kesebilen dişleri vardır (Şekil 30).



Şekil 30. Dikenli çütre, Kaş, 2016, Çekim: Tolga Taymaz

Cerrah balığı

Türkiye sınırlarında kaydı olmamasına rağmen Akdeniz’de çeşitli kayıtları vardır ve bunlardan bize en yakın kayıt Bodrum’un hemen karşısındaki Kalymnos Adası’ndan, bir diğer yakın kayıt ise Doğu Akdeniz kıyılarında Filistin’denidir (Bariche ve diğ. 2019). Ayrıca Karadeniz’den ve Akdeniz’in batısına kadar çeşitli noktalardan kayıt bildiren yayınlar da vardır (Boltachev ve Karpova 2020; Nour ve diğ. 2022). Cerrah balıklarının kuyruğuna yakın lokalizasyonda 2 yan tarafında da sivri dikensi yanıl çıkıntıları vardır, kesici olan bu çıkıntılar sebebiyle balığa ismi verilmiştir. Yaralanmalara yol açabilecek yerler buralarıdır (Şekil 31).



Şekil 31. Cerrah balığı, Kızıldeniz, 2017, Çekim: Ömer Ege Taymaz

Köpek balıkları

Akdeniz’de sayıları fazla olması da yabancı köpek balığı türleri de vardır. Köpek balıklarıyla yapılan çalışmalarda *Vibrio* spp, ayrıca *Stafilokoklar* izole edilmiştir

(Black ve diğ. 2021). Akdeniz’de zaman zaman köpek balığı saldırıları yaşanmıştır ama konumuz göçmen türler olduğundan bunlara ait veriler fazla değildir.

Neler yapılmalı?

Isırma/kesme/ezme tipi yaralanmalarda vücut bütünlüğünün korunması, temel ilkyardım kuralı olan dolaşım-havayolu-solunumun sağlanması, saldırı sonrası kazazede teknede ise ve varsa oksijen desteğinin verilmesi, kanamanın kontrolü, yarada kalan parçaların çıkarılması, enfeksiyon açısından izlem önerilir. Enfeksiyon olayı izleyen günler veya haftalarda da çıkabilir, yara yerinde şişme, kızarma, kötü kokulu akıntı, sıcaklık artışı, cerahat birikimi, ateş olabilir.

Yukarıdaki tüm zehirlenme ve yaralanma türlerinde, yardım isterken veya ambulans, sağlık görevlileri/sağlık kuruluşlarına teslim ederken, olayın nasıl gerçekleştiği, sonrasında nasıl seyir izlediği ve onlar hastayı teslim alana kadarki zamanda öğrenilen, yaralının sağlık açısından özgeçmişi, hastalıkları, kullandığı ilaçlar ve alerjileri bildirilmelidir.

Müren ısırıklarındaysa *Vibrio* ve *Pseudomonas* türleri izole edilmiş, tedavide siprofloksasin, sefuroksim ve tetrasiklin önerilmiştir (Lichtenberger 2007; Erickson ve diğ. 1992). Sucul canlı yaralanmalarından kaynaklanan enfeksiyonların, karadaki canlılarla olan yaralanmalardan farklı bir etken grubuna ait bakteriyel zemin taşıyabileceği akılda tutulmalıdır (Taymaz 2021; Finkelstein 2011).

Sonuç ve Öneriler

İnsanın, binlerce yıldır doğal ortamında tanışık olduğu türler, tehlikelerden korunma veya maruz kalındığında nasıl tedavi yöntemleri uygulanacağına dair belli bir bilgi düzeyi oluşturur. Ancak Akdeniz gibi son on yıllarda bu kadar çok yabancı türün girmesi, insanları alışkın olmadıkları ve eskiden beri gelen bilgiyle yorumlayamadıkları bir durumla karşılaştırmıştır. Bu durum tıp profesyonellerinin eğitimi açısından da geçerlidir. Bu canlılar yeterince tanınmadıkları için, oluşturdukları sağlık sorunlarına yaklaşım da sağlık profesyonellerinin eğitimleri veya toplantılarında yeterince yer bulamamıştır.

Yabancı ve istilacı deniz canlıları ile ilgili çeşitli sivil toplum kuruluşları (Akdeniz Koruma Derneği, WWF-Türkiye gibi), akademik çevreler ve kamu kuruluşları (BAYOMA Projesi gibi) birçok çalışma yapmıştır ve halen yapmaktadır. Bu çalışmalarla istilacı canlıların oluşturduğu zararlar azaltılmaya çalışılmakta, balon balığı hariç diğer türler mutfaklara kazandırılmaya çalışılmaktadır. Ancak çalışmaların ivme kaybetmeden ve hatta artarak devam etmesi gerekmekte, yukarıda da belirttiğim gibi sağlık etkileri konusunda hem halk hem sağlıkçılar eğitimlerle bilgilendirilmelidir.

Ben 1997'den beri tüplü dalış yaptığım, 2003'den beri su altı görüntüleme ile uğraştığım için Akdeniz'deki bu değişimi kendim görme ve belgeleme fırsatı buldum, acil servis doktoru, su altı fotoğrafçısı ve ayrıca Divers Alert Network (Dalış Güvenliği Ağı Derneği) Eğitmeni olmam dolayısıyla da bu tür canlıların oluşturduğu sağlık sorunlarını Sivil Toplum Kuruluşlarının ve kimi kamu kuruluşlarının çalışmalarıyla halka, deniz insanlarına veya kongreler ya da yayınlar yoluyla sağlıkçılara/hekimlere ulaştırma şansım oldu. Ancak bu tip çalışmalar aralıksız devam etmeli, 3 tarafı denizlerle çevrili bir yarımada olan ülkemizde deniz yaşamının özellikleri ve son yıllarda bu denizlerin yapısında olan değişimler, bunların getirdiği tehdit ve tehlikeler hem halka hem sağlık profesyonellerine hem de devlet yetkililerine aktarılmalı, bu konulara ilgili bölümlerin eğitim müfredatlarında yer verilmeli ayrıca küçük yaştan itibaren çocuklara da yaşlarına uygun eğitimler başlatılmalıdır.

Kaynakça

Ballesteros, E., Llobet, T. (2016) 2016, Akdeniz'in Deniz Canlıları, Akdeniz Koruma Derneği. Antalya: Akdeniz Koruma Derneği.

Abd Rabou, A., Elkahlout, K., Elnabris, K., Shurrah, H., Almalfouh, A., Baroud, A. (2023) Rare records of the exotic reef stonefish (*Synanceia verrucosa* Bloch and Schneider, 1801) in the Mediterranean waters of the Gaza Strip, Palestine. *International Journal of Fauna and Biological Studies* 10(3), 24–28.

Akbora, H., Çiçek, B., Ayas, D. (2021) The first record of *Synanceia verrucosa* Bloch & Schneider, 1801 and *Pagrus auriga* Valenciennes, 1843 from Cyprus. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 27(1): 109-116.

Aktaş, Ş., Mirasoğlu, B. (2017) Lionfish envenomation: Clinical Aspect and management. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment* 23(1): 81-87.

Alvito, P., Gago-Martínez, A. (2025) Ciguatera toxins, a potential health risk emerging in Europe: overview of progress and challenges. *Current Opinion in Food Science* 63:101303.

Bariche, M., Sayar, N., Balistreri, P. (2019) Records of two non-indigenous fish species *Synanceia verrucosa* Bloch and Schneider, (1801) and *Acanthurus sohal* (Forsskal, 1775) from the Gaza strip (eastern Mediterranean Sea). *BioInvasions Records* 8(3): 699-705.

Barnett, S., Saggiomo, S., Seymour, J. (2017) Heat deactivation of the stonefish *Synanceia horrida* venom - Implications for first-aid management. *Diving Hyperb Med* 30 47(3): 155-158.

Bilecenoglu, M. (2012) First sighting of the Red Sea originated stonefish (*Synanceia verrucosa*) from Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 18,(1): 76-82.

Black, C., Merly, L., Hammerschlag, N. (2021) Bacterial communities in multiple tissues across the body surface of three coastal shark species. *Zoological Studies* 60:69.

Boltachev, A., Karpova, E. (2020) Penetration of Monrovia Surgeonfish *Acanthurus monroviae* (Perciformes: Acanthuridae) to the Black Sea. *Turk J Fisheries and Aquatic Sciences* 20(8): 623-627.

Çınar, M., Bilecenoglu, M., Yokeş, M., Güçlüsoy, H. (2025) Denizel İstilacı Tür Tanımlama Rehberi. Antalya: Print&Smile.

Çınar, M., Bilecenoglu, M., Yokeş, M., Öztürk, B., Taşkın, E., Bakır, K., Doğan, A., Açık, Ş. (2021) Current Status (As End Of 2020) Of Marine Alien Species In Turkey. *Plos One* 16(5).

Doğdu, A., Uyan, A., Uygur, N., Gürlek, M., Ergüden, D., & Turan, C. (2016) First record of the Indo-Pacific Striped Eel Catfish, *Plotosus lineatus* (Thunberg, 1787) from Turkish marine waters. *Natural And Engineering Science*, 1,(2), 25-32.

Erickson, T., Vanden Hoek, T., Kuritza, A., Leiken, J. (1992) The emergency management of moray eel bites. *Annals of Emergency Medicine* 21(2): 212-216.

Finkelstein, R. (2011) Soft tissue infections caused by marine bacterial pathogens: Epidemiology, diagnosis and management. *Current Infectious Disease Reports* 13(5):470-477.

Galanidi, M., Aissi, M., Ali, M., Bakalem, A., Bariche, M., Bartolo, A. G., Bazairi, H., Beqiraj, S., Bilecenoglu, M., Bitar, G., Bugeja, M., Carbonell, A., Castriota, L., Chalabi, A., Çınar, M. E., Dragičević, B., Dulčić, J., El-Haweet, A. E. A., Farrag, M. M. S., Evans, J., Galil, B., *et al.* (2023) Validated inventories of non-indigenous species (NIS) for the Mediterranean Sea as tools for regional policy and patterns of NIS spread. *Diversity*, 15(9), 962.

González Díaz, E., Escobar Román, R., Leonardo Leiva, A. (2014) Development of Gangrene in a Patient Inoculated by *Pterois volitans* (lionfish). A Case Report. *Medisur* 12(2): 421-425.

Haddad Jr., V., de Souza, R., Auerbach, P. (2018) Marine catfish sting causing fatal heart perforation in a fisherman. *Wilderness and Environmental Medicine* 19: 114-118.

Kotipoyina, H., Kong, E., Chen, R., Warrington, S. (2023) Tetrodotoxin Toxicity. National Library of Medicine. Mevcut adres: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507714/> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Lago, J., Rodríguez, L., Blanco, L., Vieites, J., Cabad, A. (2015) Tetrodotoxin, an extremely potent marine neurotoxin: Distribution, toxicity, origin and therapeutical uses. *Mar. Drugs* 13: 6384-6406.

Lichtenberger, M. (2007) Moray Eels Bite-- But Are They Poisonous? TFH Magazine. Mevcut adres: <https://www.tfhmagazine.com/articles/saltwater/moray-eels-bitebut-are-they-poisonous-full-article> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Nochetto, M., Bird, N. (2017) First Aid for Hazardous Marine Life Injuries - Student Handbook. DAN. Mevcut adres: <https://dan.diverelearning.com/files/d0h0YnFwZ903AjZais8Jb/DAN-HMLI-Student-Handbook.pdf> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2025)

Nour, O., Al Mabruk, S., Khodary, Z., Zava, B., Deidun, A., Corsini-Foka, M. (2022) First reports of the Sohal surgeonfish, *Acanthurus sohal* (Forsskål, 1775) (Actinopterygii, Acanthuridae), and the Violet-eyed swimming crab, *Carupa tenuipes* Dana, 1852 (Decapoda, Brachyura, Portunidae), from North African waters. *BioInvasions Records* 11(4): 1067-1077.

Paternello, T., Volckaert, F., Castilho, R. (2007) Pillars of Hercules: Is The Atlantic-Mediterranean Transition A Phylogeographical Break? *Molecular Ecology* 16(21): 4426-4444.

Schult, R., Acquisto, N., Stair, C., Wiegand, T. (2017) A case of lionfish envenomation presenting to an inland emergency department. *Case Reports in Emergency Medicine* 1-3.

Sümen, S., Bilecenoğlu, M. (2019) Traumatic finger amputation caused by *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) bite. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 25(3): 333-338.

Taymaz, T. (2021) Su Altı Kazaları ve Hastalıklarına Yaklaşım – Bölüm 1. *The Journal of Turkish Family Phsyician* 12(3): 142-152.

Turan, C., Ayas, D., Doğdu, S., Ergenler, A. (2022) Extension of the striped eel catfish *Plotosus lineatus* (Thunberg, 1787) from the eastern Mediterranean Coast to the Mersin Bay on the western Mediterranean Coast of Turkey. *Natural and Engineering Sciences* 7(3): 240-247.

Ulman, A., Abd Rabou, A., Al Mabruk, S., Bariche, M., Demirel, N., Galil, B., Köşker, A. (2024) Assessment of human health impacts from invasive pufferfish (Attacks, Poisonings and Fatalities) across the Eastern Mediterranean. *Biology*, 13(208): 1-19.

Türkiye Sularında Kemikli Balık Zehirlenmeleri

Tunahan ŞEN

Defne Devlet Hastanesi, Hatay

mdtunahansen@gmail.com

Özet

Türkiye, coğrafi konumu ve üç tarafını çevreleyen farklı deniz ekosistemleri sayesinde zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Süveyş Kanalı aracılığıyla Akdeniz'e giren ve küresel iklim değişikliği sebebiyle buraya yerleşen istilacı türler, bu çeşitliliği artırırken, insan sağlığı için risk oluşturan zehirli kemikli balık türlerinin yayılımı da hızlanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye sularında sık karşılaşılan zehirli kemikli balıkların toksikolojik etkileri, zehirlenmenin klinik bulguları ile zehirlenmeye ilk müdahale ve tedavi yöntemleri anlatılmıştır.

Türkiye sularındaki başlıca zehirli kemikli balık türleri tiryaki balığı (Uronoscopidae), sokar balığı (Siganidae), trakonyalar (Trachinidae), iskorpitgiller (Scorpaenidae), aslan balığı (*Pterois miles*), balon balığı (*Lagocephalus sceleratus*), çizgili kedi balığı (*Plotosus lineatus*) olarak sıralanabilir. Zehirlenmeler genellikle diken batması veya tüketim yoluyla gerçekleşir. Balon balığında bulunan tetradotoksin (TTX), sodyum kanal blokajı yaparak solunum yetmezliği ve ölüme yol açar. Diğer türlerin zehirleri ise lokal ağrı, ödem, nekroz, kardiyotoksisite, nöromusküler paralizi ve pek çok diğer sistemik semptomlara (hipotansiyon, aritmi, nöbet) neden olabilir.

İlk müdahalede hasta güvenliği sağlanmalı, dikenler çıkarılmalı ve yara yıkandıktan sonra 45-50°C sıcak suya 30-90 dakika kadar daldırılmalıdır. Ağrı yönetimi için çeşitli analjezikler ve gereklilik halinde sinir blokajı kullanılır. İskorpit ve aslan balığı zehirlenmelerinde antivenom etkili olmakla birlikte Türkiye'de mevcut değildir. Anafilaksi durumunda adrenalin, enfeksiyon riskine karşı tetanoz profilaksisi ve antibiyotikler önerilir. Korunma stratejileri arasında deniz ayakkabısı kullanımı, balıkçıların koruyucu ekipmanla çalışması ve tehlikeli türlerin insanlara tanıtılması yer alır.

Sonuç olarak, artan istilacı türler ve iklim değişikliği göz önüne alındığında, halkın bilinçlendirilmesi, sağlık çalışanlarının eğitimi ve ulusal zehirlenme veri tabanı oluşturulması kritik önem taşımaktadır. Ayrıca, balon balığı gibi toksik türlerin avlanmasının teşviki ve antivenom üretimi için araştırmaların desteklenmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Zehirli balıklar, kemikli balık zehirlenmeleri, trakonya, aslan balığı, balon balığı, ilk yardım

Giriş

Kitabın bu bölümünde Türkiye sularında görülen kemikli balıklar ve bunların yol açtığı zehirlenmeler, bu zehirlenmelerin genel mekanizmaları ve toksikolojik etkileri ile zehirlenmelere yönelik ilk müdahale ve zehirlenmeden korunma yöntemlerine değinilecektir.

Türkiye geç tersiyer zamanda meydana gelmiş bir kara kütesidir.(Okay 2008) Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarının geçiş noktası üzerinde bulunması sebebiyle, muhtemelen kara kütesi olarak meydana geldiği çağdan beri gelişen çok geniş bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Ayrıca üç tarafının da farklı özellikte denizlerle çevrili olmasına bağlı olarak bu biyoçeşitlilik sadece kara üzerinde görülmekle kalmamış aynı zamanda denizlerinde de görülür hale gelmiştir. ('Biodiversity Facts Status and trends of biodiversity, including benefits from biodiversity and ecosystem services' 2025) Kuzeyde Karadeniz, kendine özgü biyosferi sebebiyle görece daha kısıtlı deniz canlılığı sunarken, batıda Ege denizi, güneyde ise Akdeniz ılıman yapıları sayesinde daha fazla canlılığa sahiptir. (Gurielidze ve diğ. 2012; Biological diversity in the Mediterranean 2025)

Akdeniz'in canlılık yapısı her ne kadar geçtiğimiz yüzyıla kıyasla gerilemekte olsa da bugün küresel iklim değişikliği sonucu deniz suyunda yaşanan sıcaklık değişiklikleri sonucu başka iklimlerde yaşayan canlılar için de Akdeniz yaşanabilir bir ortam haline gelmiştir. (Ergüden ve diğ. 2018; 'Holidaying by the Mediterranean? Be aware of these fishes.' 2023; 'Biological diversity in the Mediterranean' 2025)

Atlantik, Pasifik ve Hint Okyanusu'na ait canlılar küresel ticaret rotalarında sürekli seyahat halinde olan gemilerin balast suları aracılığı ile Dünya geneline yayılma imkânı bulmuşlardır. Özellikle Süveyş kanalının açılması sonrasında Akdeniz bu durumdan oldukça etkilenmiş, Hint ve Pasifik okyanusu kökenli türlerin Süveyş kanalını geçebilenleri Akdeniz'i işgal etmeye başlamıştır. Bu istilacı türler yalnız deniz ekosistemine zarar vermekle kalmamakta, aynı zamanda zehirli olanları ayrıca insan sağlığı için de tehdit oluşturmaktadır. ('Holidaying by the Mediterranean? Be aware of these fishes.' 2023; 'Yeni Balıklar' 2025; Hobson 2024)

Kemikli Balıklar- Osteichthyes

Osteichthyes, eski Yunanca'da kemik anlamına gelen osteon ve balık anlamına gelen ikhtus kelimelerinden türetilmiştir.(Oxford English Dictionary, 2023) Osteichthyes-kemikli balıklar sınıfı, Chondrichthyes-kıkırdaklı balıkların aksine iç iskeletleri kemik yapıda olan bir omurgalı sınıftır ve 400'den fazla ailede 29.000'den fazla cinsi içerir. Tatlı sulardan okyanuslara çok çeşitli habitatlarda, çok farklı boyutlara ulaşan türleri vardır. (Britannica, 2025)

Üzgün balıkları (Callionymidae familyası), sokar balıkları (Siganidae familyası), Balon balığı (Lagocephalus sceleratus), tiryaki balıkları (Uronoscopidae familyası), trakonyalar (Trachinidae familyası), iskorpit balıkları (Scorpaenidae familyası) ve onun bir türü olan aslan balığı (Pterois) ile çizgili kedibalığı (*Plotosus lineatus*) Türkiye sularında görülen zehirli kemikli balık türlerindendir.

Sokar balıkları (Siganidae familyası)

Tavşan balığı olarak da bilinir. Türkiye sularında *S. luridus* (esmer) ve *S. rivulatus* (beyaz) olarak bilinen iki türü mevcuttur. Aslen Kızıldeniz kökenli olup, Süveyş Kanalı aracılığıyla Akdeniz'e lesepsiyen göçle yayılmıştır. Ticari önemi vardır ve yerel balıkçılar tarafından avlanıp tüketime sunulur. Diğer zehirli kemikli balıkların aksine otoburdurlar. *Siganus*, 13 dorsal ve 7 anal dikene sahiptir, yaklaşık 20-50cm boyunda olabilir, dikenleri zehirlidir. Balık öldükten sonra bile dikendeki zehir etkisini sürdürebilir. (Nelson 2006)

Balon balığı (*Lagocephalus sceleratus*)

Dünya genelinde çok çeşitli türleri olmakta beraber sularımızda boyu 40cm'e yaklaşan, gümüş gri görünümlü *Lagocephalus sceleratus* türü görülmektedir. Bu türün etinde panzehri olmayan çok yüksek oranda toksik TTX(Tetradoksin) zehri bulunmaktadır. Diğer balıkların aksine bu balığın zehir sıcaktan etkilenmez ve pişirme yoluyla zehir inaktif hale getirilemez. Tetradoksin zehri sodyum kanallarını bloke ederek solunum kaslarında paraliziyeye yol açar. Ölümün solunum yetmezliği kaynaklıdır. Zehirlenme bulguları genellikle ilk saatlerde, el ve ayakta, ağızda uyuşma gibi şikayetlerle ortaya çıkar ve 6-24 saat içinde ölümle sonuçlanır. Nadiren ölümün gerçekleşmediği vakalarda, balığın o dönem yüksek dozda tetradoksin içermediği düşünülmektedir. (Han 2017; Wood 2015)

Japonya'da farklı bir türü, özel yetkili aşçılar tarafından çeşitli yöntemler ile hazırlanarak tüketime uygun hale getirilmektedir. Fakat Akdeniz'de bulunan türlerin böyle bir işlem ile tüketilebilir hale gelmesi mümkün değildir. Bu sebeple Avrupa Birliği'nin kararına göre tüketim amaçlı satılması kesinlikle yasaktır.

Ayrıca oldukça kuvvetli dişlere sahip olan bu balığın ısırığı parmak kopmalarına veya ciddi doku kaybına yol açan yaralanmalarına sebep olabilir. Bu nedenle bu türe mümkünse çok yaklaşılmalı, yakalandı ise de bertarafı sırasında dikkatli olunmalıdır.

Tiryaki balıkları (Uronoscopidae familyası)

Tiryaki balığı, tüm Akdeniz ve Karadeniz'de görülebilir, ülkemizde kurbağa balığı olarak da bilinir, İngilizce Stargazer adıyla anılmaktadır. Bu isimlerle anılması balığın morfolojik yapısı ile yakından alakalıdır. Boyları yaklaşık 20-30cm civarındadır, deniz dibinde yaklaşık 15-400 metrede genelde kuma gömülü halde yaşar ve gözleri ile yukarıya doğru bakar. Avlarını ağız tabanlarından çıkan kurt benzeri sahte yemle kandırıp avlar, bazı türlerinde yaklaşık 50 volt güçte elektrik üretebilen organ vardır. Boyları 70cm kadar olabilir. Göğüs yüzgeçlerinin ve operküllerin arkasındaki dikenlerde zehir bulundurulur. (Özdemir ve diğ. 2020; Wood 2015)

Trakonyalar (trachinidae familyası)

Ülkemizde yaygın olarak görülen oldukça zehirli bir ailedir. Sularımızda 4 türü bilinmektedir, *T.draco*, *T.radiatus*, *T.araneus*, *Echiichtys vipera*. Yaklaşık boyları 10-40cm aralığındadır. Sedarer bir hayat süren bu canlılar, sahilde kıyıya yakın yerlerde kuma gömülü olarak hayatlarını sürdürürler. Haziran-Ağustos aylarının üreme zamanları olması nedeniyle agresif hareketler gösterebilirler. Üreme dönemimin ülkemizde deniz tatilinin en çok yapıldığı zamana denk gelmesi sebebiyle bu dönemde trakonya yaralanmaları çok sık görülür. Zehri, sırt yüzgeçleri ve operküler dikeninde yer alır. Yaralanmalar genellikle kazara üstüne basma veya oltandan ele alma esnasında gerçekleşir (Balhara ve Stolbach 2014; Yıldız ve Karakulak 2018; Wood 2015).

Yaralanan kişiler genelde ani bıçak saplanması tarzı bir ağrı tarif etmektedirler. Zehir lokal olarak başlayan ve uzuv boyunca yayılan çok şiddetli ağrıya yol açabilir. 1782 yılında bir balıkçının ağrıya dayanamayarak parmağını kestiğine dair literatür kayıtları vardır. Sistemik etkileri daha az görülmekle beraber hastanın ağrısına odaklanılıp bu etkiler gözden kaçırılmamalıdır. Senkop ağrıya karşı bir yanıt olarak da gözlenebilir. Özellikle ekstremite boyunca yayılan ağrı akut koroner sendromu taklit edebilir. Özellikle ekstremite boyunca yayılan ağrı ağrılar için lokal anestezi ve sinir bloğu uygulanması düşünülebilir. (Gorman ve diğ. 2021; Paolino ve diğ. 2023)

İskorpit balıkları (Scorpaeniade familyası)

Ülkemizdeki tüm sularda çeşitli türleri bulunmaktadır. Lipsoz ve iskorpit gibi alt türleri tüketilmektedir. Ortalama boyları 20-35cm, taşlı ve yosunlu bölgelerde oldukça iyi kamufler olan, saldırgan olmayan bu türler ile yaralanma genelde kazara olmaktadır. Sırt, karın ve anal bölgede zehirli yüzgeç dikenleri vardır.(Paolino ve diğ. 2023)

Zehri oldukça etkili olup, deniz canlıları içinde zehri en iyi araştırılmış olandır. Amerika'da FDA(Gıda ve ilaç dairesi) tarafından onayı olmayan, at serumundan hazırlanan panzehri vardır. Bu panzehrin diğer türler arasında da çapraz reaksiyon sayesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Yaralanmanın boyutu ve diken sayısına göre 1-2 diken için 1 vial antivenom verilebilir. Gereklik halinde daha fazla antivenom kullanılabilir. Kitabın hazırlandığı 2025 yılı itibariyle ülkemizde antivenom mevcut değildir. Yaralanma sırasında kişiler ciddi ve keskin bir ağrıdan bahsetmektedir. Lokal bulgular, ödem, kızarıklık, ısı artışı iken ağrı hızla ilerleyip ekimoz ve siyanoza yol açabilir. Baş ağrısı, karın ağrısı, bulantı, kusma, deliryum, nöbet, paralizi, hipertansiyon, hipotansiyon, aritmiler, akut kalp yetmezliği ve solunum yetmezliği nadiren de olsa gelişebilir. Muskarinik ve adrenerjik reseptörler üzerinden ciddi kardiyotoksik etkilere yol açabilir. Yaraların iyileşmesi aylar sürebilir, iyileşmeyen enfeksiyonun eşlik ettiği nekrotizan yaralar gelişebilir. (Balhara ve Stolbach 2014; Diaz 2015).

Aslan Balığı (*Pterois miles*)

Scorpaeniade familyasının bir alt türü olan Aslan balığı lesepsiyon bir tür olup Akdeniz'e Süveyş Kanalı'ndan gelmiştir. Saldırgan olması ve avcısının fazla olmaması sayesinde göç ettiği Akdeniz'de hızlıca yayılmaya başlamıştır. Bugün neredeyse bütün Akdeniz kıyılarında görülebilir, ülkemizde ise Ege Denizi'ni de içine alacak şekilde yaşam alanını giderek genişletmektedir. Tüplü dalışlar sırasında pek çok noktada gözlenebilir. Normalde sakın bir halde gözlenirse de uyarıldığında veya tehdit durumunda çok agresif olabilirler. Bu sebeple azami dikkat gösterilmeli ve yanına fazla yaklaşılmamalıdır. Ortalama boyları 25-38cm civarındadır, zehirleri 13 sırt, 3 anal ve 2 göğüs yüzgecindedir.(Ergüden ve diğ. 2018;Wood 2015) Yayılmacı ve zehirli bir tür olmakla beraber, eti zehirsiz olup, uygun şekilde yakalanıp zehirli dikenleri bertaraf edildikten sonra tüketilebilir.

Zehirlenmesi genellikle, ağrı, ödem, ısı artışı, kızarıklık gibi lokal etkiler dışında bulantı, kusma, soğuk terleme ateş, karın ağrısı, baş ağrısı, senkop gibi sistemik bulgulara yol açabilir. Zehrin etkisine bağlı olarak ortaya çıkan nitrik oksit salınımı kardiyovasküler sistem üzerinden hipotansiyona yol açabilir. Literatürde ölümle sonuçlanan vaka mevcut değildir. İskorpit ailesi için geliştirilen antivenomun çapraz reaksiyon sayesinde aslan balıkları ile olan zehirlenmelerde de kullanılması mümkün olabilir.(Balhara ve Stolbach 2014; Haddad ve diğ. 2015)

Çizgili Kedi Balığı (*Plotus lineatus*)

Dünyadaki en zehirli türlerden biridir, lesepsiyon yoluyla sularımıza gelmiştir. 2016 yılında ülkemizde gözleendiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Boyları 32cm'ye kadar çıkabilirken, sırt ve göğüs yüzgeçlerinde dikenler zehirli olup genellikle elle yakalama sırasında yaralanma gerçekleşir. Bazı türlerinin toksin içeren deri salgısı da olabilir.(Doğdu ve diğ. 2016)

Lokal etkiler, ağrı, şişlik kızarıklık, uyuşukluk ve morarma olarak gözlenirken, zehirlenme ateş, kas spasmı, lenf nodu tutulumu, solunum sıkıntısı ve sepsis gibi sistemik etkilere yol açabilir. Yurt dışında gözlenen bir kedi balığı zehirlenmesi vakasında, yaralanmanın nekrotizan fasiite yol açtığı gözlenmiştir.(Jesus ve diğ. 2011)

Zehir Mekanizmaları ve Toksikolojik Etkileri

Çeşitli canlılara ait zehirler tarih boyunca çok çeşitli uygarlıklarca bilinmekle birlikte zehirlerinin toksikolojik etkileri zehirlerinin yapıları gibi konuların aydınlatılması geçtiğimiz son yüzyıl içinde mümkün kılınmıştır. Bu sayede bazı zehirlere karşı panzehirler de geliştirilmiştir. Bununla birlikte literatüre geçmiş 2000'den fazla zehirli deniz canlısı olmasına karşın, bu canlıların zehirlerine dair çalışmalar fazla değildir. Bu duruma sebep olarak deniz canlıların yaşadığı ortam ve zehir yapılarının oldukça kırılğan yapıda olması gösterilebilir. Deniz canlıları zehirlerini vücutlarının çeşitli bölgelerinde bulunan dikenler vasıtasıyla

aktarabilir veya etlerinde direkt olarak toksik maddeler içerebilir. Tüketim yoluyla zehirlenme yukarıda bahsi geçen balıklardan sadece balon balıkları ile olurken diğer balıkların dikenleri zehir içermektedir. Bu sebeple, aslan balığı ve sokar balığı gibi balıkların tüketimi konusunda bir engel bulunmamaktadır.

Deniz canlıları zehirlerini çeşitli sistemler üzerinde gösterebilir. Kardiyovasküler sistem üzerinde görülen etkiler çoğunlukla ölümcül olmaktadır. Zehrin kronotropik ve inotropik etkileri gözlenebilir, özellikle tansiyon değerlerinde yükselip azalma ile seyreden süreçler gelişebilir. Ciddi vakalarsa kalp yetmezliği ve solunum yetmezliği ölüme yol açabilir. Nöromusküler sistem üzerinde, kas spasmı, kas güçsüzlüğü, paralizi ve nöbet gibi etkiler gösterebilirler. Burada hücre depolarizasyon mekanizmaları üzerinden etki ettikleri gözlenmiştir. Solunum kaslarının paralizi durumunda mekanik ventilatöre ihtiyaç duyulur. Bir başka etkileri ise sitolitik düzeyde görülür. Hemen hemen tüm balık zehirlenmelerinde hemolitik aktivite gözlenmektedir. Bazı zehirlerin ise enzimatik aktivite üzerine etkileri gözlenmiştir, bu etki sonucu çeşitli yapılarda yıkım meydana gelmektedir. Ağrı, ödem ve nekrotik etkiler ise hemen hemen çoğu türde bulunur (Ziegman ve Alewood 2015; Gorman ve diğ. 2021; Paolino ve diğ. 2023).

İlk Müdahale, Tedavi ve Korunma Yöntemleri

Deniz canlıları ile olan zehirlenmeler basit lokal yaralanmalardan hayatı tehdit edici ciddi anafilaktik reaksiyonlara ve sepsise kadar geniş bir tabloya yol açabilir. Bu sebeple her zehirlenme vakası kendi özelinde değerlendirilmeli ve süratle ilk müdahalesi yapılmalıdır.

İlk olarak zehirden etkilenen kişi, ortamdan ve zehirli deniz canlısından ivedilikle uzaklaştırılmalıdır. Bu süreçte ilk yardımcı kendi güvenliğini sağlamak için azami önemi göstermeli, kazara ikincil bir yaralanmanın olması önlenmelidir.

Zehirden etkilenen kişi güvenli yere alındıktan sonra temel ilk yardım prosedürlerine uyularak, hastanın havayolu kontrol edilmeli, nefes alması değerlendirilmeli ve dolaşım sistemi incelenmelidir. Kişi eğer tepkisizse ve nabız alınamıyor ise derhal acil yardım ekiplerine haber verilmeli ve kardiyopulmoner resüsitasyona başlanmalıdır (ANZCOR 2025).

Zehirlenmeye yol açan yüzgeç veya diken parçasının olduğu yerin saptanması ve yerinden çıkartılması genellikle önerilmektedir. Bu sayede toksine maruziyet azaltılabilir ve daha fazla zehirlenmenin önüne geçilebilir (Junior 2021; ANZCOR 2025). Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise dikenlerin yol açtığı delici yaralanma sonucu meydana gelebilecek olası kanama yine diken tarafından kısıtlamış veya durdurulmuş olabilir. Örneğin el bilek seviyesinde radyal artere saplanmış bir dikenin çıkartılması sonucu daha çok kanama gözlenebilir. Bazı dikenler ise yapıları itibarıyla sadece tek bir yönde hareket etmektedir ve saplandığı dokuya sıkışabilmektedir. Bu tür yapıları çıkartmaya çalışmak hastaya daha çok zarar verebilir. Bu sebeple bu tür yapılar cerrahi müdahale ile

çıkartılmalıdır. Eğer parçayı çıkartmak fazlaca vakit alacaksa hastanın sağlık kuruluşuna nakli geciktirilmemelidir (Junior 2021; ANZCOR 2025).

Yara yeri ivedilikle yıkanmalıdır. Yıkama için ılık sabunlu su önerilmekle beraber imkân olmayan durumlarda deniz suyu ile de yıkama yapılabilir. Yaralının etkilenen ekstremitesinde mevcut ise saat, yüzük, bileklik vb. aksesuarları mutlaka çıkartılmalıdır. Kemikli balıkların zehirleri çoğunlukla protein yapıda olmaları sebebiyle sıcaklıkla zehrin kimyasal yapıları bozulur ve etkinlikleri azalır veya yok olabilir. Bu sebeple sanılanın aksine soğuk uygulaması yerine hasta sağlık kuruluşuna nakil edilene kadar geçen süre boyunca yaralanan ekstremitede ivedilikle sıcak su dolu bir kaba batırılmalıdır. Suyun sıcaklığı kişinin rahatça tolere edebileceğinden daha fazla sıcaklıkta olmalıdır. Ekstremitede dışındaki bölgelere sıcak su torbası uygulanması önerilmektedir. Yeterli imkanların olmadığı plaj gibi yerlerde ise ilgili bölgeye sıcak taş gibi cisimler uygulanabilir. Bölgeye doğrudan ısı kaynağı ile sıcaklık uygulanmamalıdır. Önerilen uygulama süresi yaklaşık 30-90 dakikadır (Ziegman ve Alewood 2015; Junior 2021; Niznik ve diğ. 2024).

Eğer hastada uyuşma başlarsa termal yaralanmanın önüne geçmek için sıcak uygulamasına son verilmelidir. Sıcak uygulaması yaşlı bireyler, çocuklar, cilt rahatsızlığı olanlar ile diyabet ve nöropatisi olan bireylerde çok dikkatli bir şekilde uygulanmalıdır. Bu bireylerde fark edilmeden termal yaralanma gerçekleşebilir.

Hastaya oral ağrı kesiciler verilebilir, parasetamol veya NSAID (Steroid olmayan antiinflamatuar ilaçlar) ilk tercih ajanlardır. Ağrısı geçmeyen veya şiddetlenen hastaların hastanede tedavileri sırasında narkotik ajanların da tedaviye eklenmesi gerekebilir. Gereklik halinde benzodiazepin türevleri de tedaviye eklenebilir. Eş zamanlı olarak sıcak uygulaması tekrarlanabilir. Ağrı kontrol altına alınmakta güçlük çekilirse yara bölgesine lokal etkili anestezi ajanları veya bölgesel sinir bloğu uygulanabilir. Böyle bir durumda yanık gelişmesini önlemek için sıcak uygulaması sonlandırılmalı veya çok sıkı takip edilmelidir (Balhara ve Stolbach 2014; Auerbach ve diğ. 2017; Junior 2021).

Hastaneye başvuran her hastanın vital bulguları kontrol edilmeli, dosyasına işlenmeli ve EKG (elektrokardiyogram)'si çekilmelidir. Hastanın tetanoz aşısı durumu sorgulanmalı, yoksa yapılmalıdır. Yara olası yabancı cisimler için tekrar incelenmeli ve yıkanmalıdır. Çıkartılamayan diken vb. cisimler ameliyathanede çıkarılabilir. Şüphe durumunda hastalara röntgen ile görüntüleme yapılabilir. Yara kolayca drene olabilmelidir ve eğer yara geniş değilse sürtürizasyon önerilmemektedir. Yaranın durumu, derinliği ve yaralanmanın gerçekleştiği ortama göre antibiyotik kullanımı gerekebilir, rutin antibiyotik profilaksisi önerilmemektedir. Bağışıklık sistemi zayıf, kemoterapi, radyoterapi alan bireyler, diyabet, kanser, AIDS hastaları, kronik böbrek yetmezliği, kronik kalp yetmezliği, kronik karaciğer yetmezliği, devam eden ağır enfeksiyonu olan hastalarda mutlaka yara yerinden örnek alınmalı ve sonuçlar beklenmeden geniş kapsamlı

antibiyoterapi başlanmalıdır. Alınan örnekten şüphelenilen mikroorganizmanın doğru üremesinin sağlanması için mikrobiyoloji laboratuvarına bilgi verilmelidir, bu sayede doğru besi yeri tercih edilebilir. Hekim her klinik durum için gerekli en uygun kararı değerlendirmelidir, gereklilik halinde enfeksiyon hastalıklarından konsültasyon istenmelidir.

Alerjik reaksiyon gösteren bireylerde, antihistaminik ve streoid tedavisi uygulanabilir. Fakat anafilaksi durumunda vakit kaybetmeksizin ön uyluk kası içine 0,3-0,5mg adrenalin tedavisi uygulanmalıdır. Gereklilik halinde tekrarlayan dozlar veya infüzyon tedavisi uygulanabilir. Anafilaktik reaksiyon geçiren hastalar, geç gelişebilecek ikinci bir anafilaksi ihtimaline karşın mutlaka gözlem altında tutulmalıdır (Auerbach ve diğ.2017; Tintinalli ve diğ. 2020).

Hastalar taburculuklarında, olası anafilaktik reaksiyonlar, yarada enfeksiyon, nekroz ve gangren gelişmesi gibi konular hakkında mutlaka bilgilendirilmelidir. Hastalar ilerleyen zamanlarda geçmeyen yara şikayetleri ile başvurabilir. Olası bir yabancı cisim için hasta tekrar değerlendirilmeli gerekli görüntülemeler yapılmalıdır. Akut dönemde ultrasonografi, röntgen ve bilgisayarlı tomografi faydalı olabilir, kronik dönemde ise gereklilik halinde manyetik rezonans görüntülemesi yapılabilir. Hekim vakaya en uygun görüntüleme yöntemine karar vermelidir.

Hastaların çoğunda yaralanmalar genelde ağrı, uyuşma, şişlik, kızarıklık, hassasiyet gibi lokal etkili bulgular ile sonuçlansa da hastalarda şu sistemik bulguların gelişebileceği unutulmamalıdır; anksiyete, huzursuzluk, ölüm korkusu, üşüme, titreme, ateş, baş ağrısı, bulantı, kusma, ishal, karın ağrısı, makülopapüler döküntü, diyaforez, senkop, nöbet, deliryum, ekstremitelerde uyuşma, gangren, kompartman sendromu, nöropati, hipertansiyon/hipotansiyon, solunum sıkıntısı, taşiaritmiler, bradikardiler, perikardit, akut kalp yetmezliği, pulmoner ödem. Bu tür ciddi bulguları olan vakalar ölümle sonlanabilir, bu hastalar ivedilikle en yakın sağlık kuruluşuna nakledilmelidir. Komplike vakaların yönetimi için, acil tıp uzmanları, anestezi, reanimasyon ve yoğun bakım hekimleri ile ivedilikle iletişime geçilmelidir. Gereklilik halinde bu hastaların klinik olarak stabilizasyonu sağlandıktan sonra üst basamak sağlık kuruluşuna sevki ivedilikle planlanmalıdır (Balhara ve Stolbach 2014; Ziegman ve Alewood 2015; Auerbach ve diğ. 2017; Tintinalli ve diğ. 2020; Gorman ve diğ. 2021; Junior 2021).

Olası yaralanmalara karşın çeşitli önlemler alınabilir. Örneğin dalış sırasında karşılaşılan canlılara fazla yaklaşmamak, canlılara rahatsızlık verip onları provoke etmemek en temel korunma yöntemidir. Yüzücüler ve plajda aktivitede bulunan bireyler ise deniz ayakkabısı benzeri koruyucu ekipmanlar kullanarak kazara dikenlere basarak yaralanmaların önüne geçebilir. Yine de bu yöntemin kesin koruculuğu yoktur ve dikenler koruyucu ekipmanları da delebilir. Balıkçılar ise avlanırken mutlaka azami dikkat göstermeli, diken batmasına dayanıklı eldiven ile balıklara müdahale etmeli, çıplak elle deniz canlılarına temas etmekten

kaçınmalıdır. Yakalan deniz canlısının türü tespit edilemiyorsa veya bundan şüphe duyuluyorsa, bu canlıya temas etmemek gerekir. Ayrıca canlının tüketiminden de kesinlikle uzak durulmalıdır. Toksik olduğu bilinen balon balığı gibi deniz canlıları, serbest olarak etrafa bırakılmamalıdır. Örneğin karaya atılmış bir balon balığı, çevrede bulunan diğer canlılara zarar verebilir, kazara evcil hayvanlar ve insanlara temas, özellikle de çocuklar için, ciddi risk oluşturabilir.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye suları bulunduğu konum itibarıyla oldukça geniş bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Bununla birlikte gerek Süveyş Kanalı'ndan göç ile gerekse ticari gemilerin balast suları ile sularımıza Hint ve Pasifik Okyanusu'ndan çeşitli deniz canlıları gelmiş olup küresel iklim değişikliği sonucu artan deniz sıcaklıkları ise bu canlıların da burada yaşamasına olanak sağlamıştır. Daha önce bilmediğimiz yeni deniz canlıları ile temasımız artmaktadır. Bu sürecin giderek artabileceği göz önüne alınmalı ve bu konuda yeni araştırmalar düzenli olarak yapılmalıdır. Bu araştırmalar sayesinde ortaya konacak yeni canlılar ve bu canlıların sebep olabileceği olası zehirlenmeler konusunda ülkemiz sağlık bilimleri ile deniz bilimleri koordine çalışmaları yürütülebilir.

Kaynakça

ANZCOR (2025) ANZCOR Guideline 9.4.7 - Envenomation - Fish Stings. Mevcut adres: <https://www.anzcor.org/home/first-aid-for-bites-stings-and-poisoning/guideline-9-4-7-envenomation-fish-stings/> (Erişim tarihi: 05.05.2025).

Auerbach, P.S., Cushing, T.A., Harris, N.S. (2017) Auerbach's Wilderness Medicine (7. baskı). Elsevier/Mosby.

Balhara, K.S., Stolbach, A. (2014) Marine Envenomations. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 32(1): 223-243.

Biodiversity Facts Status and trends of biodiversity, including benefits from biodiversity and ecosystem services (2025) Convention on Biological Diversity. Mevcut adres: <https://www.cbd.int/countries/profile?country=tr> (Erişim tarihi: 21.04.2025).

Biological diversity in the Mediterranean (2025) United Nations Environment Programme. Mevcut adres: <https://www.unep.org/unepmap/resources/factsheets/biological-diversity> (Erişim tarihi: 21.04.2025).

Diaz, J.H. (2015) Marine Scorpaenidae Envenomation in Travelers: Epidemiology, Management, and Prevention. *Journal of Travel Medicine*, 22(4): 251-258.

Doğdu, S.A., Uyan, A., Uygur, N., Gürlek, M., Ergüden, D., Turan, C. (2016) First record of the Indo-Pacific striped eel catfish, *Plotosus lineatus* (Thunberg,

1787) from Turkish marine waters. *Natural and Engineering Sciences*, 1(2): 25-32.

Ergüden, D., Gürlek, M., Turan, C. (2018) Türkiye'nin Güney Kıyılarında Dağılım Gösteren Yabancı Balık (Hint Pasifik ve Atlantik Kökenli) Faunasındaki Yeni Gelişmeler. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4): 818-836.

Gorman, L.M., Judge, S.J., Harris, J.B., Caldwell, G.S. (2021) Lesser weever fish (*Echiichthys vipera* Cuvier, 1829) venom is cardiotoxic but not haemorrhagic. *Toxicon*, 194: 63-69.

Gurielidze, Z., Kopaliani, N., Devidze, N., Shakarashvili, M., Javakhishvili, Z. (2012) Black Sea Biodiversity Situation Analysis.

Haddad Junior, V. (2021) Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Biological and Clinical Guide to Trauma and Envenomation Cases. Springer International Publishing.

Haddad, V., Stolf, H.O., Risk, J.Y., França, F.O., Cardoso, J.L.C. (2015) Report of 15 injuries caused by lionfish (*Pterois volitans*) in aquarists in Brazil: A critical assessment of the severity of envenomations. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 21(1): 8.

Han, H. (2017) Cardiovascular and Neuromuscular Effects of Fish Venoms, Doktora tezi, Monash University.

Holidaying by the Mediterranean? Be aware of these fishes (2023) Ocean Care. Mevcut adres: https://www.oceancare.org/en/stories_and_news/climate-mediterranean-fishes/ (Erişim tarihi: 05.05.2025).

Jesus, J.E., Schrupp Berg, H., Tibbles, C., Wolfe, R. (2011) Necrotizing Fasciitis in the Setting of Marine Injury. *The Journal of Emergency Medicine*, 40(5): 539-542.

Lawson Wood (2015) Sea Fishes of the Mediterranean Sea Including Marine Invertebrates. Bloomsbury Publishing.

Melissa Hobson (2024) Venomous lionfish are invading the Mediterranean Sea. The rise of these deadly predators has scientists worried. Mevcut adres: <https://www.discoverwildlife.com/animal-facts/fish/lionfish-invasion-mediterranean-sea> (Erişim tarihi: 05.05.2025).

Middle East Technical University (2025) Deniz biyolojisi ve balıkçılık-terimler tanımlar. Mevcut adres: <http://old.ims.metu.edu.tr/DenizSozluk/TR/C.htm> (Erişim tarihi: 05.05.2025).

Nelson, J.S. (2006) Fishes of the World (4. baskı). John Wiley & Sons.

Niżnik, Ł., Jabłońska, K., Orczyk, M., Orzechowska, M., Jasińska, J., Smoliniec, B., Hućko, A., Kosowicz, P., Klocek, A., Słoma, P., Roztoczyńska, A., Toporowska-Kaźmierak, J., Jurowski, K. (2024) Hot-Water Immersion (HWI) or Ice-Pack Treatment (IPT) as first aid for human envenomation by marine animals? Review of Literature. *Toxins*, 16(6): 273.

Oakley, J.A. (2008) *Callionymus lyra* Common dragonet. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews (ed. Tyler-Walters, H., Hiscock, K.). Marine Biological Association of the United Kingdom. Mevcut adres: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/2078> (Erişim tarihi: 21.04.2025).

Okay, Aral. (2008) Geology of Turkey: A Synopsis. *Anschrift*. 21. 19-42.

Oxford English Dictionary (2023) *Osteichthyes*, n. Oxford University Press.

Özdemir, S., Büyükdeveci, F., Özsandıkçı, U., Erdem, Y. (2020). Four important poisonous fishes in the Black Sea coasts: Some biological features and length-weight relationships. *Journal of New Results in Science*, 9(3), 16–24.

Paolino, G., Di Nicola, M.R., Avella, I., Mercuri, S.R. (2023) Venomous Bites, Stings and Poisoning by European Vertebrates as an Overlooked and Emerging Medical Problem: Recognition, Clinical Aspects and Therapeutic Management. *Life*, 13(6): 1228.

The Editors of Encyclopaedia Britannica (2025) Bony fish. Encyclopaedia Britannica. Mevcut adres: <https://www.britannica.com/animal/bony-fish> (Erişim tarihi: 21.04.2025).

Tintinalli, J.E., Ma, O.J., Yealy, D.M., Meckler, G.D., Stapczynski, J.S., Cline, D., Thomas, S. (2020) Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide (9. baskı). McGraw-Hill Education.

Yeni Balıklar (2025) Akdeniz Koruma Derneği. Mevcut adres: <https://www.akdenizkoruma.org.tr/tr/calismalarimiz/ekosistem-restorasyonu/b/yeni-baliklar> (Erişim tarihi: 05.05.2025).

Yıldız, T., Karakulak, F.S. (2018) Toxic effects of weever fishes among poisonous fishes along the Coast of Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(1): 20-24.

Ziegman, R., Alewood, P. (2015) Bioactive components in fish venoms. *Toxins*, 7(5): 1497-1531.

Paolino, G., Di Nicola, M.R., Avella, I., Mercuri, S.R. (2023) Venomous bites, stings and poisoning by European vertebrates as an overlooked and emerging medical problem: Recognition, clinical aspects and therapeutic management. *Life*, 13(6): 1228.

The Editors of Encyclopaedia Britannica (2025) Bony fish. Encyclopaedia Britannica. Mevcut adres: <https://www.britannica.com/animal/bony-fish> (Erişim tarihi: 21.04.2025).

Tintinalli, J.E., Ma, O.J., Yealy, D.M., Meckler, G.D., Stapczynski, J.S., Cline, D., Thomas, S. (2020) Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide (9. baskı). McGraw-Hill Education.

Yeni Balıklar (2025) Akdeniz Koruma Derneği. Mevcut adres: <https://www.akdenizkoruma.org.tr/tr/calismalarimiz/ekosistem-restorasyonu/b/yeni-baliklar> (Erişim tarihi: 05.05.2025).

Yıldız, T., Karakulak, F.S. (2018) Toxic effects of weever fishes among poisonous fishes along the Coast of Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(1): 20-24.

Ziegman, R., Alewood, P. (2015) Bioactive components in fish venoms. *Toxins*, 7(5): 1497-1531.

Denizanaları, Dün, Bugün ve Yarın

Özgür Deniz TEZCAN

Koç Üniversitesi Hastanesi, İstanbul

otezcan@kuh.ku.edu.tr

Özet

Denizanaları ve diğer kinidaryalar gezegenimizde 550 milyon yıldan bu yana varlıklarını sürdürmektedirler. Bu büyük zaman dilimi içerisinde gezegenimizin geçirdiği beş büyük yok oluştan sonra halen varlıklarını sürdürmektedirler. Değişen şartlara uyum kapasitelerini fazlası ile kanıtlamış olan kinidaryalar, eşiğinde olduğumuz holosen yok oluşunda doğal düşmanlarının azalması ve elverişli habitatların artması ile aşırı çoğalıyorlar. Bu durum kinidaryaların insan sağlığına olumsuz etkilerini artırdı ve daha da arttırması öngörülmüyor. Kinidaryaların ortak özelliği özelleşmiş bir zehir iletim organeli olan nematokistlerdir. Nematokistler hem olağanüstü fiziksel özellikleri ile hem de içerdikleri son derece karmaşık toksin içerikleri ile hayranlık uyandıran özellikler sergiler. Bu makale dünyada ve ülkemizde popüler ve sık görülen birkaç denizanası zehirlenmesi yanında nadir görülen birkaç denizanası zehirlenmesi olgusunun özetini içermektedir. Bu nadir zehirlenmelerinin öne çıkartılma nedeni kinidarya zehirlenmelerinin ne kadar farklı klinik tablolarla kendini gösterebildiğine canlı örnekler sunmalarıdır. Kinidaryaların benzersiz biyolojik özellikleri ve son derece karmaşık toksin paleti yeni ilaç molekülü çalışmalarında ve biyoteknoloji araştırmalarında ilgi çekmektedir.

Anahtar kelimeler: Denizanası, anemon, kinidarya, nematokist, zehirlenme

Giriş

Denizanaları çoğunluk için denize girildiğinde uzak durmaya çalışılan, pek tekin bulmayan canlılardır. Ay denizanası gibi zararsız kabul edilenler bile yüzerken tesadüfen dokunulduğunda nahoş bir his bırakır. Bu canlılar hakkında bilgi sahibi olunması önemlidir çünkü küresel ısınma, iç denizlerdeki hipoksik yani oksijenden fakir ortamların artışı, denizanalarının doğal düşmanlarının sayılarındaki azalmaların denizanası popülasyonlarında artışlara neden olacağı öngörülmüyor.

Dünya denizlerinde genel bir kötüye gidiş dikkat çekiyor. Aşırı balık avcılığı, bazı iç denizlerde hipoksik ortamlar gelişmesi, deniz kirliliği (biyolojik ve kimyasal) artması bunların en önde gelen nedenleri kabul ediliyor. Deniz alanlarındaki önemli değişikliklerden biri de olumsuz etkilerini ölçülmeye başlanan küresel ısınmadır. Bu küresel değişikliklerin denizanası ve diğer kinidaryaların popülasyonlarına etkileri dünya denizlerinde gözlenmeye başlamıştır. Bu bağlamda kinidaryaların değişen şartlara adaptasyon kapasiteleri önem kazanmaktadır. Denizanaları ve diğer kinidaryalar gezegenin en eski yaşam formlarından biridir. 550 milyon yıldır gezegenimiz üzerinde varlıklarını

sürdürdükleri bilinmektedir. Bu yarım milyar yıllık dönem içinde ortaya çıkan beş büyük yok oluşun hepsine uyum sağlayabilmiş ve yaklaşık 10.000 türden oluşan bir çeşitlilikle bu günlere geldikleri görülmektedir. 440 milyon yıl önce gezegenimizdeki canlıların %85'inin yok olduğu (ordovisyen - siluryen) yok oluşta karbondioksit seviyeleri bugünkünden 10 kat yüksek seviyelerde iken okyanuslarda varlığını sürdüren kinidaryalar, bu sıcak ve nemli dönemi izleyen buzul çağında da varlıklarını sürdürmeye devam ettiler. 370 milyon yıl önce gerçekleşen (devoniyen) yok oluşunda okyanuslardaki oksijen seviyelerinde dramatik düşmeden özellikle mercanlar çok olumsuz etkilendiler ama adapte olmayı başardılar. 250 milyon yıl önce üçüncü büyük yok oluş gerçekleşti. Atmosfere aşırı karbondioksit ve metan salınımı ile tetiklenen değişimler okyanuslarda asidifikasyona ve oksijensiz ortamların oluşumuna neden oldu. Bu (permiyen - trias) yok oluşta okyanuslardaki türlerin %95'inin karasal türlerin %70'i tükendi. 200 milyon yıl önce olağanüstü yoğunlukta volkanik aktivitelerin neden olduğu (trias – jura)tükenişte türlerin %80'inin yok oldu ama kinidaryalar gezegen üzerindeki varlıklarını sürdürmeye devam ettiler. Son olarak 60 milyon yıl önce Yukatan yarımadasına düşen asteroidin neden olduğu ani küresel değişimden de adapte oldular, bu günlere geldiler.

Şimdi Homo sapiens in neden olduğu altıncı tükenişin Holosen yok oluşunun eşiğinde; gezegenimizde ortaya çıkan olağanüstü oşinografik değişikliklere de uyum sağlamaları, doğal rakiplerinin boşalttığı boşlukları büyük popülasyon artışları ile doldurmaları beklenmektedir.

Kinidaryaları kinidarya yapan şey nematokist veya kinidokist adı verilen organeldir. Kinidaryalar bu organeli avlanma, kendini savunma ve bir ortama tutunma için kullanır. Büyüklükleri 3-20 mikron büyüklüğünde olabilir. Morfolojik karakteristiklerine göre 32 ayrı gruba ayrılır. Nematokistin içinde kapsüle edilmiş venom bir toksin karışımından oluşur. Kapsül içinde 150 bar civarında büyük bir ozmotik basınç bulunur. Bu organel tetiklendiğinde yani açıldığında içine ters dönmüş bir çorap gibi istiflenmiş yapı bir zıpkın gibi fırlar ve hedefine saplanır. Bu şekilde venom ava iletilir. Bu olay 5,4 milyon G akselerasyon ile gerçekleşir (Ozbek ve diğ. 2009).

Venom içeriğine polipeptidler, proteinler, enzimler, proteinaz inhibitörleri, pürinler, quarterner amonyum bileşikler, biyojenik aminler, betainler olduğu bilinmektedir. Bu biyoaktif moleküller farklı mekanizmalarla etkilerini gösterir. Bunların arasında hücre zarlarında delikler oluşturarak nekroz ve hemoliz, iyon kanallarını (Na, K, Ca) etkileyerek nörotoksisite, kardiyotoksisite, nefrotoksisite hepatotoksisite ve histamin, putresin, kadaverin, tiramin gibi biyojenik aminlerin direkt etkileri sayılabilir.

Kinidarya venomlarının içeriği, içindeki biyoaktif moleküller ve bunların etkileri ile ilgili halen çok sayıda bilinmeyen olduğu düşünülmektedir. Bunun en önemli nedeni bu venomlarla çalışmanın çok zor olmasıdır. Kinidaryaların özellikle

seyrek görülenlerin bulunması ve doğadan toplanması kolay değildir, denizanasını veya anemonu elde ettikten sonra venomun sağılması zordur. Toplam venom miktarı azdır. Venom içeriğindeki toksinlerin büyük kısmı termolabil olması yani sıcakta hızlıca bozulmaları saklama, çalışma alanına zarar görmeden nakletme, izolasyon ve saflaştırma basamaklarında bozulmalarını engelleyici önlemlerin sürdürülmesi teknik zorluklar ortaya çıkartır.

Popüler Kinidarya Zehirlenmeleri

Dünyanın en zehirli canlısı yetişkin bir insanı birkaç dakika içerisinde öldürebildiği bilinen *C. fleckeri* tür isimli kutu denizanasıdır. (Brinkman ve diğ. 2012; Brinkman ve diğ. 2015; Brinkman ve diğ. 2014; Chaousis ve diğ. 2014; Pereira ve Seymour 2013; Piontek ve diğ. 2020; Saggiomo ve Seymour 2012).

C. fleckeri Akdeniz de görülmeyen bir türdür. Akdeniz’de bilinen tek kutu denizanası türü *Carybdea marsupialis*’dir. *C. marsupialis* 1980’den sonra Adriatik Denizde yoğun popülasyonlar oluşturmuştur. İspanya’nın doğusunda, Denia sahilinde 2008-2013 yılları arasında yıllık 3330-1348 arasında (çoğu *C.marsupialis* temasına bağlı) olgu rapor edilmiştir (Canepa ve diğ. 2017). Akdeniz’de rapor edilen olguların neredeyse tamamı sadece cilt reaksiyonları ile sınırlı kalmış, sadece bir olguda şiddetli cilt reaksiyonunu takip eden eklem ağrısı, parestezi, eklemlerde ödem, eozinofili, IgE yükselmesi ve keloid gelişimi bildirilmiştir (Bordehore ve diğ. 2015).

Akdeniz’in en zehirli denizanası olarak kabul edilen *Pelagia noctiluca* 1970 lerde ve 80’lerde Akdeniz’de en fazla sözü edilen, en fazla zehirlenmeye yol açan, deniz turizmine en çok zarar veren tür olmuştur (Mariottini ve diğ. 2008; Mghili ve diğ. 2020). Özellikle Adriatik Denizi’nde aşırı çoğalmış ve sürüler oluşturmuştur.

P.noctiluca temasları genellikle sadece cilde sınırlı bir reaksiyon yapar. Temas eden tentakül trasesi boyunca kızarıklık, kabarma, veziküller ortaya çıkar. Kızarıklık, ağrı ve ödem iki haftaya kadar uzayabilir. Sistemik etkiler daha seyrek görülür. Generalize alerji benzeri reaksiyon, bronkospazm ürtiker görülebilir. Temas edilen cilt alanında kalıcı cilt hiperpigmentasyonu ve yıllarca denizanası teması olmaksızın ataklar şeklinde nüks eden cilt reaksiyonları bildirilmiştir (Kokelj ve Burnett 1990; Mariottini ve diğ. 2008; Mghili ve diğ. 2020).

Hücre kültürlerinde yapılan in vitro araştırmalarda *P.noctiluca* venomunun sitotoksik etkilerinin diğer denizaneleri ile karşılaştırıldığında daha az olduğu ve paradoksal şekilde hücre içi ATP düzeyini arttırdığı görülmüştür (Mariottini ve diğ. 2002).

Akdeniz’e 1970 lerde Süveyş kanalından girmiş olduğu düşünülen *Ropilama nomadica* doğu Akdeniz’de aşırı çoğalmıştır. Büyük sürüler oluşturduğu, deniz

turizmini ve balıkçılığı olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (İşinibilir ve diğ. 2010). Göçmen denizanası olarak adlandırılan bu tür şiddetli cilt reaksiyonu yapar. Temas ile birlikte bölgesel kızarıklık, ağrı ve yanma hissi, ödem, veziküller ortaya çıkabilir (Edelist ve diğ. 2023). Kaşıntı şikayeti haftalarca devam edebilir (Silfen ve diğ. 2003). Lokal etkileri dışında sistemik şikayetlere de neden olabilir. Özellikle dermansızlık, çarpıntı ve sıcaklık hissi, taşikardi, üşüme, titreme, bulantı, kusma, kas krampları, baş ağrısı, lökositoz, CRP yükselmesi dikkat çekicidir. Bir vakada yoğun bakım tedavisi gerektirecek şiddette anafilaksi veya anafilaktoid reaksiyon bildirilmiştir (Glatstein ve diğ. 2018). Bu denizanası ile temaslarda uygulanan ilkyardımda sirkenin belirtileri şiddetlendirdiği bildirilmiştir (Edelist ve diğ. 2023).

Yukarıda biraz detaya girerek söz edilen türler yanında Türk sahillerinde sıkça görülen *Aurelia aurita*, *Cotylorhiza tuberculata*, *Rhizostoma pulmo*, *Chrysaora hysoscella*, *Cassiopea andromeda* ve daha seyrek görülen ve rapor edilmiş *Porpita porpita*, *Aequorea vitrina*, *Geryonia proboscidalis*, *Neoturris pileata*, *Olindias muelleri*, *Phyllorhiza punctata*, *Discomedusa lobata* mevcut. Bunlardan *A. aurita* ve *C. tuberculata* hiç veya çok az cilt reaksiyonuna neden olurken *R. pulmo*, *C. hysocella*, *C. andromeda* nın ciltte kızarıklık, ağrı, ödem, kaşıntı gibi belirtilere neden olduğu bilinmektedir.

İnsan sağlığına zararlı kinidaryalar arasında anemonlar da önemli bir gruptur. Bizim sularımızda görülen en yaygın tür *A. sulcata* dır. Bu anemonun nematokistleri genellikle yetişkin kişilerin derisine nüfuz edemez ama çocuklarda ciddi cilt nekrozuna neden olabilir (Tezcan ve Gözer 2015).

Nadir Görülen Kinidarya Zehirlenmeleri

Literatürde kinidaryaların neden olduğu çok sayıda olağan dışı zehirlenme tablosu bildirilmiştir (Tezcan 2016). Bunlardan bazıları Guillan Barre (Devere 2011; Pang ve Schwartz 1993), ileus (Das ve diğ. 2002; Ponampalam 2002), üriner inkontinans ve bilier diskinezinin birlikte ortaya çıktığı bir olgu (Burnett 2006), priapizm (Fenner ve Carney 1999) otonom nöropatiler, mononöropatiler (Burnett ve diğ. 1994; Filling-Katz 1984; Laing ve Harrison, 1991; Peel ve Kandler, 1990), koroner arter spazmı (Salam ve diğ. 2003), parasempatik disotonomi (Chand ve Selliah 1984), gözde akomodasyon felci (Burnett ve Burnett 1990), disfoni (Burnett 2005), pankreatit (Nickson ve diğ. 2009), pnömoni (Nickson ve diğ. 2009), akut böbrek yetmezlikleri (Guess ve diğ. 1982; Mizuno ve diğ. 2012; Mizuno ve diğ. 2000, 2007) gibi pek çoğunda dikkat edilmezse ilk anda denizanası teması ile ilişkilendirilmeyecek iyi dokümanite edilmiş olgulardır. Bu zehirlenme tabloları kinidaryaların zengin toksin içeriği hakkında ipuçları sunar. Aynı zamanda bir kinidarya teması sonrasında ortaya çıkabilen tuhaf denebilecek klinik belirti ve bulguların dikkatlice incelenmesi, kayda geçirilmesi ve incelenmesi gerekliliğini ortaya koyar.

Bu olgulardan birkaçının ayrıntısına girmek gerekirse; Garcia tarafından 1994 yılında yayınlanmış, 28 yaşında herhangi bir sağlık problemi olmadığı bilinen serbest dalgıç Virgin adalarında dalarken bir anemona temas eder (Garcia ve diğ. 1994). Temas ile beraber sırtında ve kollarında veziküler erüpsiyon ve şiddetli ağrı ortaya çıkar. Yerel bir hastaneye yatırıp 24 saat müşahade tutulur, semptomatik tedavileri yapılır, bir gün sonra taburcu edilir. Hasta, taburculuk sonrasında artan halsizlik ve letarji şikayetleri ile tekrar hastaneye başvurur. Karaciğer fonksiyonlarında ileri derecede bozulma tespit edilir. Tüm destek tedavilerine rağmen beş gün boyunca hastanın durumu progresif olarak kötüleşir. Entübe edilir. Hava ambulansı ile Florida Jackson Memorial hastanesine nakledilir. Burada karaciğer ve böbrek nakli dahil üst düzey tedavilerin hepsi uygulanır ancak hasta kaybedilir. Karaciğerin patolojik incelemesinde masif nekroz ve periferik labüer rejenerasyon, böbrek patolojisinde tübüler nekroz rapor edilir.

Bir diğer olay ABD donanmasında eğitim faaliyeti sırasında üç dalgıçın başına gelir. Florida da Key West bölgesinde gece yaklaşık 3 metrelik sığ suda bir eğitim dalışı sırasında dalgıçlar batma hissederek ve ardından şiddetli sırt ağrısı, kasılma, öksürük ve nefes darlığı ortaya çıkar (Grady ve Burnett 2003). Sonraki dört saat boyunca hastaların taşikardi, hipertansiyon, kas krampları, baş ağrısı, öksürük, hipersalivasyon, lakrimasyon, bulantı, kusma, anksiyete ve huzursuzluk şikayetleri olur. Hastaların tamamı sekelsiz iyileşir.

1993 yılında Meyer in raporladığı üç olguda ortaya çıkan beyin sapı enfarktı (Meyer 1993) da bu ilginç zehirlenmelerden biridir. Olaylar Kuzey Carolina sahilinde meydana gelir. Hastaların üçü de 15, 13 ve 39 yaşında genç ve tamamen sağlıklı bireylerdir. 15 yaşındaki hasta denizde yüzerken bir şey batmış gibi hisseder. Sonrasında şiddetli baş dönmesi, baş ağrısı, gülme ağlama, inleme, çok şiddetli terleme ortaya çıkar. Ardından nöbet geçirir ve bilinci kapanır. İlk yapılan BT, bos incelemesi ve kan biyokimyası incelemeleri normal sınırlardadır, sonrasında yapılan MR da sentral pontin bölgede iskemi bulguları dikkat çeker. Anjiyografilerinde tıkalı bir damara rastlanmaz. 13 yaşındaki ikinci olgu deniz kenarında sığ suda otururken bir şeyin koluna battığını hisseder, sudan çıkar ve yarım saat kadar sonra babası onu uyanık ama tetraplejik şekilde bulur. BT, bos incelemesi, anjiyografiler bir patoloji göstermez. Çekilen MR da servikal ve daha aşağı medulla spinalis bölgelerinde ödem dikkat çeker. Bu çocuğun tetraplejiyi yerleşir ve kalıcı hale gelir. Hasta ventilatör bağımlı şekilde taburcu olur. 39 yaşındaki son olgu yüzmekte iken şiddetli denge kaybı ve baş dönmesi hisseder, sudan çıkar, kusar, bayılır gibi hisseder. Götürüldüğü sağlık merkezinde yutma fonksiyonlarında alt motor nöron hasarı tespit edilir. Çekilen MR da cerebellum inferior ve posterior alanlarında ve medulla inferolateral bölgelerinde iskemik infarkt ile uyumlu sinyal değişikliği görülür. Bu hastanın anamnezinde şu cümle dikkat çekicidir: “yürürken deniz tabanında yosun gibi bir şeye bastım. Bir yengeç ısırması gibi bir acı duydum pek acıtmadı ve önemsemedim.”

Sonuç

Denizanası ve diğer kinidarya zehirlenmelerini daha sık göreceğimiz bir döneme girmekteyiz. Bu dönemde özellikle hastalara ilk tıbbi yardımı sunan sağlık çalışanlarının kinidarya zehirlenmeleri konusunda donanımlı olmaları, ortaya çıkan zehirlenme belirti ve bulgularının hassas şekilde dokümanite edilmesi az bilinen zehirlenme tablolarının daha iyi anlaşılabilmesi için katkı sunacaktır. Konu denizbilimcilerin de ortak katkısını gerektirmektedir zira tür tayinleri, ekolojik faktörler ve habitat bilgilerine hakim olan uzmanlar ve organizasyonların desteği olmadan tıp alanında uzmanlaşmış kişilerin bu özel deniz zehirlenmelerini detaylıca araştırması ve raporlaması mümkün değildir.

Kaynakça

- Bordehore, C., Nogue, S., Gili, J.M., Acevedo, M.J., Fuentes, V.L. (2015) *Carybdea marsupialis* (Cubozoa) in the Mediterranean Sea: the first case of a sting causing cutaneous and systemic manifestations. *Journal of Travel Medicine* 22(1): 61-63.
- Brinkman, D.L., Aziz, A., Loukas, A., Potriquet, J., Seymour, J., Mulvenna, J. (2012) Venom proteome of the box jellyfish *Chironex fleckeri*. *PLoS One* 7(12): e47866. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047866>
- Brinkman, D.L., Jia, X., Potriquet, J., Kumar, D., Dash, D., Kvaskoff, D., Mulvenna, J. (2015) Transcriptome and venom proteome of the box jellyfish *Chironex fleckeri*. *BMC Genomics* 16(1): 407. doi: <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1568-3>
- Brinkman, D.L., Konstantakopoulos, N., McInerney, B.V., Mulvenna, J., Seymour, J.E., Isbister, G.K., Hodgson, W.C. (2014) *Chironex fleckeri* (box jellyfish) venom proteins: expansion of a cnidarian toxin family that elicits variable cytolytic and cardiovascular effects. *Journal of Biological Chemistry* 289(8): 4798-4812.
- Burnett, H.W., Burnett, J.W. (1990) Prolonged blurred vision following coelenterate envenomation. *Toxicon* 28(6): 731-733.
- Burnett, J.W. (2005) Dysphonia: a new addition to jellyfish envenomation syndromes. *Wilderness Environ Med* 16(2): 117-118.
- Burnett, J.W. (2006) Prolonged urinary incontinence and biliary dyskinesia following abdominal contact with jellyfish tentacles. *Wilderness Environ Med* 17(3): 180-186.

- Burnett, J.W., Williamson, J.A., Fenner, P.J. (1994) Mononeuritis multiplex after coelenterate sting. *Medical Journal of Australia* 161(5): 320-322.
- Canepa, A., Fuentes, V., Bosch-Belmar, M., Acevedo, M., Toledo-Guedes, K., Ortiz, A., Dura, E., Bordehore, C., Gili, J.M. (2017) Environmental factors influencing the spatio-temporal distribution of *Carybdea marsupialis* (Lineo, 1978, Cubozoa) in South-Western Mediterranean coasts. *PLoS One* 12(7): e0181611. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181611>
- Chand, R.P., Selliah, K. (1984) Reversible parasympathetic dysautonomia following stinging attributed to the box jelly fish (*Chironex fleckeri*). *Australian and New Zealand Journal of Medicine* 14(5): 673-675.
- Chausis, S., Smout, M., Wilson, D., Loukas, A., Mulvenna, J., Seymour, J. (2014) Rapid short term and gradual permanent cardiotoxic effects of vertebrate toxins from *Chironex fleckeri* (Australian box jellyfish) venom. *Toxicon* 80: 17-26.
- Das, M.K., Das, A.K., Das Gupta, S., Hazra, S.C. (2002) Poisonous jellyfish contact and paralytic ileus. *Journal of the Association of Physicians of India* 50: 1329.
- Devere, R. (2011) Guillain-Barre syndrome after a jellyfish sting. *J Clin Neuromuscul Dis* 12(4): 227-230.
- Edelist, D., Angel, D.L., Barkan, N., Danino-Gozlan, C., Palanker, A., Barak, L., Robertson, E., Bentur, Y. (2023) Jellyfish sting web survey: clinical characteristics and management of *Rhopilema nomadica* envenomation in the Mediterranean Sea. *Regional Environmental Change* 23(3): 114. doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02104-4>
- Fenner, P., Carney, I. (1999) The Irukandji syndrome. A devastating syndrome caused by a north Australian jellyfish. *Aust Fam Physician* 28(11): 1131-1137.
- Filling-Katz, M.R. (1984) Mononeuritis multiplex following jellyfish stings. *Ann Neurol* 15(2): 213. doi: <https://doi.org/10.1002/ana.410150223>
- Garcia, P.J., Schein, R.M., Burnett, J.W. (1994) Fulminant hepatic failure from a sea anemone sting. *Ann Intern Med* 120(8): 665-666.
- Glatstein, M., Adir, D., Galil, B., Scolnik, D., Rimon, A., Pivko-Levy, D., Hoyte, C. (2018) Pediatric jellyfish envenomation in the Mediterranean Sea. *European Journal of Emergency Medicine* 25(6): 434-439.

Grady, J.D., Burnett, J.W. (2003) Irukandji-like syndrome in South Florida divers. *Ann Emerg Med* 42(6): 763-766.

Guess, H.A., Saviteer, P.L., Morris, C.R. (1982) Hemolysis and acute renal failure following a Portuguese man-of-war sting. *Pediatrics* 70(6): 979-981.

Öztürk, B., İşinibilir, M. (2010) An alien jellyfish *Rhopilema nomadica* and its impacts to the Eastern Mediterranean part of Turkey. *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment* 16(2): 149-156.

Kokelj, F., Burnett, J.W. (1990) Treatment of a pigmented lesion induced by a *Pelagia noctiluca* sting. *Cutis* 46(1): 62-64.

Laing, J. H., Harrison, D. H. (1991). Envenomation by the box-jellyfish-an unusual cause of ulnar nerve palsy. *Journal of the Royal Society of Medicine* 84(2): 115-116.

Mariottini, G. L., Giacco, E., Pane, L. (2008) The Mauve Stinger *Pelagia noctiluca* (Forsskal, 1775). Distribution, Ecology, Toxicity and Epidemiology of Stings. *Marine Drugs* 6(3): 496-513.

Mariottini, G. L., Sottofattori, E., Mazzei, M., Robbiano, L., Carli, A. (2002) Cytotoxicity of the venom of *Pelagia noctiluca* forskal (Cnidaria: Scyphozoa). *Toxicon* 40(6): 695-698.

Meyer, P. K. (1993) Seastroke: a new entity? *South Med J* 86(7): 777-779.

Mghili, B., Analla, M., Aksissou, M. (2020) Epidemiology of the cnidarian *Pelagia noctiluca* stings on Moroccan Mediterranean beaches. *Trop Doct* 50(4): 322-325.

Mizuno, M., Ito, Y., Morgan, B.P. (2012) Exploiting the nephrotoxic effects of venom from the sea anemone, *Phyllodiscus semoni*, to create a hemolytic uremic syndrome model in the rat. *Marine Drugs* 10(7): 1582-1604.

Mizuno, M., Nishikawa, K., Yuzawa, Y., Kanie, T., Mori, H., Araki, Y., Hotta, N., Matsuo, S. (2000) Acute renal failure after a sea anemone sting. *American Journal of Kidney Diseases* 36(2): E10. doi: <https://doi.org/10.1053/ajkd.2000.9006>

Mizuno, M., Nozaki, M., Morine, N., Suzuki, N., Nishikawa, K., Morgan, B. P., Matsuo, S. (2007) A protein toxin from the sea anemone *Phyllodiscus semoni* targets the kidney and causes a severe renal injury with predominant glomerular endothelial damage. *The American Journal of Pathology* 171(2): 402-414.

- Nickson, C.P., Waugh, E.B., Jacups, S.P., Currie, B.J. (2009) Irukandji syndrome case series from Australia's Tropical Northern Territory. *Annals of Emergency Medicine* 54(3): 395-403.
- Ozbek, S., Balasubramanian, P.G., Holstein, T.W. (2009) Cnidocyst structure and the biomechanics of discharge. *Toxicon* 54(8): 1038-1045.
- Pang, K.A., Schwartz, M.S. (1993) Guillain-Barre syndrome following jellyfish stings (*Pelagia noctiluca*). *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 56(10): 1133. doi: <https://doi.org/10.1136/jnnp.56.10.1133>
- Peel, N., Kandler, R. (1990) Localized neuropathy following jellyfish sting. *Postgraduate Medical Journal* 66(781): 953-954.
- Pereira, P., Seymour, J.E. (2013) In vitro effects on human heart and skeletal cells of the venom from two cubozoans, *Chironex fleckeri* and *Carukia barnesi*. *Toxicon* 76: 310-315.
- Piontek, M., Seymour, J.E., Wong, Y., Gilstrom, T., Potriquet, J., Jennings, E., Nimmo, A., Miles, J.J. (2020) The pathology of *Chironex fleckeri* venom and known biological mechanisms. *Toxicon* X 6: 100026. doi: <https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2020.100026>
- Ponampalam, R. (2002) An unusual case of paralytic ileus after jellyfish envenomation. *Emergency Medicine Journal* 19(4): 357-358.
- Saggiomo, S.L., Seymour, J.E. (2012) Cardiotoxic effects of venom fractions from the Australian box jellyfish *Chironex fleckeri* on human myocytes. *Toxicon* 60(3): 391-395.
- Salam, A.M., Albinali, H.A., Gehani, A.A., Al Suwaidi, J. (2003) Acute myocardial infarction in a professional diver after jellyfish sting. *Mayo Clinic Proceedings* 78(12): 1557-1560.
- Silfen, R., Vilan, A., Wohl, I., Leviav, A. (2003) Mediterranean jellyfish (*Rhopilema nomadica*) sting. *Burns* 29(8): 868-870.
- Tezcan, Ö.D. (2016) Unusual cnidarian envenomations. *The Cnidaria, Past, Present and Future: The world of Medusa and her sisters* 609-622.
- Tezcan, Ö.D., Gözer, Ö. (2015) Severe toxic skin reaction caused by a common anemone and identification of the culprit organism. *Journal of Travel Medicine* 22(4): 269-271.

Dünyada ve Ülkemizde İğneli Vatoz Zehirlenmeleri: Denizlerde Sessiz Tehdit

Esra ERSÖZ GENÇ

İzmir Menderes Devlet Hastanesi, İzmir

esraersoz17@gmail.com

Özet

Vatozlar (Myliobatoidei), hem denizel hem de tatlısu ekosistemlerinde yaşayan, kuyruklarındaki zehirli iğneyle tanınan elasmobranch türleridir. İğneli vatozların neden olduğu yaralanmalar, özellikle balıkçılar, dalgıçlar ve sahil kullanıcılarında sık görülmekte; lokal nekroz, ağrı, ödem ve nadiren sistemik toksik etkilerle seyretmektedir. Bu bölüm, vatozların biyolojik özellikleri, toksin yapısı, ekolojik dağılımları ve zehirlenme yönetimi açısından güncel verileri özetlemekte; Türkiye kıyılarında bildirilen vakalar ve halk sağlığı açısından risklerin değerlendirilmesine yer vermektedir. Ayrıca Potamotrygonidae ailesinin Güney Amerika'daki iç sulara adaptasyonu ve benzer türlerin Türkiye nehir sistemlerine olası yayılımı tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Vatoz, iğneli yaralanma, Elasmobranch, Potamotrygonidae, deniz zehirlenmeleri, halk sağlığı

Giriş

Vatozlar, köpek balıklarıyla birlikte Chondrichthyes sınıfına ait kıkırdaklı balıklardır. Geniş, yassı gövdeleri ve kuyruklarında bulunan zehirli dikenleriyle tanınırlar. Bu diken, savunma amaçlı kullanılır ve çoğu türde geri çekilemez yapıda olup güçlü bir nörotoksik ve nekrotizan etki gösterir. Dünya genelinde 220'den fazla vatoz türü tanımlanmıştır ve bunların büyük kısmı tropikal ve subtropikal sularda yaşar (Britannica 2025). Türkiye kıyılarında ise özellikle *Dasyatis pastinaca* (Adi vatoz) ve *Himantura uarnak* (benekli vatoz) türleri rapor edilmiştir.

Morfolojik ve Anatmik Özellikler

Vatozların gövdesi, pektoral yüzgeçlerin baş ve gövdeyle birleşmesi sonucu oluşan disk biçimindedir. Gözleri dorsal yüzde, ağız ve solungaç yarıkları ventral yüzde yer alır (National Geographic 2025). Potamotrygonidae ailesine ait tatlısu vatozlarının adaptasyonları dikkat çekicidir; bunlar Güney Amerika nehir sistemlerinde yaşamlarını sürdürebilmektedir (Moreira ve Haddad 2022). Daniel ve diğ. (2020) çalışmasında, *Potamotrygon motoro* türü vatozların görsel ayırım ve öğrenme kabiliyetleri gösterilmiş, bu türlerin yalnızca dokunma değil görme duyularını da aktif olarak kullandıkları saptanmıştır.

Üreme ve Davranış Özellikleri

Vatozlar vivipardır, yani canlı doğururlar. Embriyolar uterus'ta 'uterin süt' adı verilen histotrofik sıvı ile beslenir. *Hemistrygon akajei* türü üzerine yapılan histolojik çalışmalar, embriyonun doğuma kadar dışkısını biriktirerek rahim içi kontaminasyonu önlediğini göstermiştir (Tomita ve diğ. 2020).

Ekotoksikolojik Bulgular

Mercury (cıva) ve diğer ağır metallerin vatoz dokularında birikimi ekosistem sağlığı açısından önemlidir. Soulen ve diğ. (2019), Florida Indian River Lagünü'ndeki *Hypanus sabinus* türünde kas dokusundaki toplam cıva düzeyinin vücut boyutu ile doğru orantılı olduğunu ve son 20 yılda çevresel iyileşmeyle birlikte bu seviyelerde düşüş görüldüğünü bildirmiştir.

Zehirlenme Mekanizması ve Klinik Bulgular

Vatoz zehri, ısıya duyarlı proteinler, serotonin, 5'-nükleotidaz, fosfodiesteraz, hiyaluronidaz ve çeşitli proteazlar içeren kompleks bir karışımdır. Yaralanmalar genellikle ayak veya bacak bölgesinde meydana gelir; ilk belirti olarak şiddetli ağrı, ardından ödem, eritem ve nekroz gelişir (Haddad ve Moreira 2022).

Türkiye ve Dünya'da Görülme Durumu

Güney Amerika'da, özellikle Brezilya'nın Tietê ve Paraná nehirlerinde tatlısu vatozlarının hızla yayıldığı bildirilmiştir (Moreira ve Haddad 2022). Türkiye'de ise denizel türlerle meydana gelen yaralanmalar daha yaygındır.

Önleme ve Halk Sağlığı Yaklaşımı

Vatoz yaralanmalarını önlemede en etkili yöntem farkındalıktır. Sığ sularda yürürken ayak sürüyerek ilerlemek, görüşün azaldığı sularda çıplak ayakla yürümek ve balıkçıların koruyucu ekipman kullanması önerilmektedir.

Sonuç ve Gelecek Perspektif

Vatozlar, ekosistem dengesi açısından önemli canlılardır; buna karşın insanla etkileşimlerinde ciddi yaralanmalara neden olabilirler. Türkiye'de sistematik kayıtlar ve biyolojik izleme programları oluşturulmalı, deniz kazaları için standart acil bakım protokolleri geliştirilmelidir.

Sağlık Çalışanı Olmayanlar İçin İlk Yardım Önerileri

Vatoz yaralanmaları genellikle sığ sularda, çıplak ayakla yürürken vatozun üzerine basılması sonucu meydana gelir. Bu tür durumlarda aşağıdaki basit ancak hayati adımlar uygulanmalıdır:

- Panik yapılmamalı ve sudan yavaşça çıkılmalıdır. Ani hareketler iğnenin daha derine saplanmasına neden olabilir.
- Yaranın üzerindeki iğne veya parça çıkarılmamalıdır. İğne kırılğan yapıdadır ve doku içinde parçalanabilir.
- Kanama varsa kontrol edilmelidir. Temiz bir bezle hafif basınç uygulanabilir.

- Yaralanan bölge 45–50°C sıcaklıktaki suya daldırılmalıdır. Zehir ısıya duyarlıdır ve ağrı büyük oranda azalır.
- Sabunlu temiz suyla yara çevresi yıkanmalıdır. Denize yeniden girilmemeli, kirli su kullanılmamalıdır.
- En kısa sürede bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Özellikle şiddetli ağrı, şişlik, uyuşma, ateş veya halsizlik gelişirse gecikmeden tıbbi yardım alınmalıdır.
- Efsanevi veya halk yöntemlerinden kaçınılmalıdır. (örneğin: idrar, benzin, bitkisel yağ, sirke gibi maddeler yara üzerine uygulanmamalıdır).

Sağlık Çalışanları İçin Klinik Yaklaşım ve Tedavi

Acil servise başvuran vatoz yaralanması olgularında amaç; ağrıyı hızla azaltmak, dokuda nekrozu önlemek ve ikincil enfeksiyonları engellemektir.

Acil Yaklaşım

- Analjezi: İlk basamak, etkilenen bölgenin sıcak suya (45–50°C) 30–90 dakika daldırılmasıdır.
- İğne Kalıntısı: Görülebilen iğne parçaları varsa, radyolojik görüntüleme sonrası cerrahi olarak çıkarılmalıdır.
- Yara Temizliği: Yara fizyolojik serumla yıkanmalı; nekrotik dokular uzaklaştırılmalıdır.
- Tetanoz profilaksisi: Güncel değilse tetanoz aşısı uygulanmalıdır.
- Antibiyotik profilaksisi: Geniş spektrumlu tedavi tercih edilir; genellikle *ciprofloxacin* veya *doxycycline* önerilir.
- Ağrı kontrolü: Parenteral opioid analjezikler (ör. morfin) veya lokal anestezi blok uygulanabilir.
- Alerjik reaksiyon / sistemik bulgular: Hipotansiyon, taşikardi, dispne gelişirse adrenalin, oksijen ve sıvı resüsitasyonu uygulanmalıdır.

İzlem ve Komplikasyonlar

- Yaralarda sıklıkla *Vibrio*, *Aeromonas* veya *Clostridium* türleriyle enfeksiyon gelişebilir.
- Doku nekrozu, sepsis veya osteomyelit gelişimi açısından hastalar 24–48 saat izlenmelidir.
- Geniş doku kaybı olan olgularda cerrahi debridman veya rekonstrüksiyon gerekebilir.

Kaynakça

Daniel, M.M.M., Alvermann, L., Böök, I., Schluessel, V. (2021) Visual discrimination and resolution in freshwater stingrays (*Potamotrygon motoro*). *Journal of Comparative Physiology A*, 206(1): 89-102.

Encyclopaedia Britannica (2025) Stingray: Definition, species, habitat, size, and facts. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/animal/stingray> Accessed 16 December 2025.

Moreira, I.S.R., Haddad, V. Jr. (2022) Mapping of the venomous stingrays of the *Potamotrygon* genus in the Tietê River, São Paulo state, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 55: e0216-2022.

National Geographic Society (2025) Stingrays. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/animals/fish/facts/stingrays> Accessed 16 December 2025.

Schluessel, V., Kreuter, N., Gosemann, I.M., Schmidt, E. (2022) Cichlids and stingrays can add and subtract “one” in the number space from one to five. *Scientific Reports* 12: 3894.

Soulen, B.K., Adams, D.H., Roberts, A.P. (2019) Mercury accumulation, speciation, and temporal trends in Atlantic stingrays (*Hypanus sabinus*). *Ecotoxicology* 28(3): 251-260.

Tomita, T., Nakamura, M., Kobayashi, Y., Yoshinaka, A., Murakumo, K. (2020) Viviparous stingrays avoid contamination of the embryonic environment through faecal accumulation mechanisms. *Scientific Reports* 10: 7378.

Acil Tıp Bakış Açısı ile Tehlikeli Deniz Canlısı Zehirlenmelerine Yaklaşımda Türkiye’de Güncel Durum

Burcu YILMAZ

T.C. Sağlık Bakanlığı Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Evliya Çelebi Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Kütahya

drburcuyilmazz@gmail.com

Özet

Deniz ekosistemleri biyoçeşitlilik açısından zengin habitatlara sahiptir. Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olması ve zengin denizel biyoçeşitliliği nedeniyle, çok sayıda zehirli deniz canlısına ev sahipliği yapmaktadır. Bu türler, ülkemiz sularının ekosisteminde doğal olarak yer almanın yanı sıra, çeşitli nedenlerle sonradan gelen yabancı türler de görülebilmektedir. Bu canlılarla temas zaman zaman insan sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturabilmektedir. Zehirli deniz canlıları ile temas sonrası (ısırılma, sokulma, cilde temas, besin yoluyla alınması) kurbanlar genelde acil servislere çeşitli şikayetlerle başvurmakta ve çoğu zaman hangi canlı tarafından zehirlendiklerini bilmemektedirler. Bu durum zehirlenme yönetimini zorlaştırmaktadır. Zehirlenme durumunda, acil servis hekimlerine düşen görev; zehirlenmeleri tanımak, zehirlenme fizyopatolojisine hakim olmak, yaşamsal fonksiyonları stabilize etmek, komplikasyonları önlemek, var ise alerjik reaksiyonu yönetmek, türe uygun tedavi yaklaşımını uygulamaktır.

Anahtar kelimeler: Acil tıp, zehirli balıklar, zehirlenme, denizanası, trakonya, aslan balığı

Giriş

Deniz ekosistemleri ototrof organizmalar, birincil tüketiciler (otçullar), ikincil, üçüncül ve zirve yırtıcılar, ayrıştırıcılardan oluşan biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengindir (Doney ve diğ. 2012). Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili dört denize komşu bir ülke olmasından dolayı denizel biyolojik çeşitliliğe sahip olan bir ülkedir. Bu ekosistem içinde insan sağlığını tehdit edebilecek zehirli türler bulunmaktadır. Ayrıca üç kıtanın birleştiği noktada bulunan Türkiye, Süveyş Kanalı'nın etkisi, gemilerle taşınan balast suyu etkisi, iklim değişiklikleri gibi nedenlerle yabancı türler görülebilmektedir, bu sebeple zehirli türlerin çeşitliliği zaman içinde değişebilmektedir (Uysal ve diğ. 2016). Bu çalışma da deniz biyoçeşitliliği açısından zengin sulara sahip olan Türkiye’de doğal olarak bulunan veya sonradan göç etmiş zehirli deniz canlılarının insanlara olan potansiyel riskleri, zehirlenme patofizyolojisi ve zehirlenme durumunda, hasta yönetimi acil tıp bakış açısı ile alınmıştır.

Tartışma

Türkiye'nin coğrafi yapısı dikkate alındığında; acil servis pratiğinde deniz canlıları ile olan zehirlenmelerle karşılaşmamız şaşırtıcı değildir. Zehirlenmeler canlı tarafından ısırılma, sokulma, canlı ile temas sonrası, besin olarak tüketme sonrası veya sekonder zehirlenme yoluyla meydana gelebilir (Geng ve diğ. 2023). Acil tıp uzmanları ve acil serviste çalışan hekimler mortalite ve morbiditeyi azaltmak için zehirlenmeleri tanımalı, tedavilerini yönetebilmelidir. Bu yazının amacı, Türkiye coğrafyasında bulunan bazı zehirli deniz canlıları türlerini ve zehirlenme durumunda yönetimini anlatmayı hedeflemektir.

Zehirli Omurgalı Deniz Canlıları

Lagocephalus sceleratus (Balon balığı)

Akdeniz'de görülen balon balığı, Süveyş Kanalı, Doğu Atlantik, Subtropikal kökenli istilacı bir türdür. Dokularında bir nörotoksin olan tetrodotoksin barındırır ve düzgün temizlenmeden yenildikleri takdirde insan sağlığı için ciddi tehdit oluşturabilir. Belirtiler genelde tüketimden 10-45 dakika sonra ortaya çıksa da 6 saate kadar olan vaka bildirimleri de mevcuttur (Ulman ve diğ. 2024).

Tetrodotoksin, bilinen en ölümcül doğal toksinlerden biridir. Öyle ki siyanürden bin iki yüz kat daha zehirlidir. Toksin yıkama, pişirme gibi işlemlerle yok olmaz ve bilinen panzehiri yoktur (Lago ve diğ. 2015). Tetrodotoksin voltaj kapılı sodyum kanallarını bloke eder (Lago ve diğ. 2015; Ulman ve diğ. 2024). İskelet kaslarında, nöronlarda, sinir liflerinde aksiyon potansiyel üretimini ve yayılmasını engeller. Tetrodotoksin duyarlı sodyum kanalları kalp kasında bulunur. Toksine bağlı hipotansiyon, iletim bozukluğu, bradikardi görülebilir (Ulman ve diğ. 2024). Toksikasyonun diğer belirtileri ise kusma, ishal, fasikülasyon, ataksi, idrar kaçırma, hipersalivasyon, dispne, progresif paralizidir (Kheifets ve diğ. 2012).

Balon balığı zehirlenmesinin tedavisi destekleyici bakımdan oluşur. Yenilmesinden sonraki birkaç saat içinde aktif kömür, mide lavajı yapılabilir (Kotipoyina ve diğ. 2025). Tedavi seçenekleri arasında intravenöz sıvı desteği, vazopressör kullanımı ve gerekli durumlarda mekanik ventilasyon yer almaktadır. Yeterli oksijenizasyon ve hemodinamik stabilizasyonun sağlanması önemlidir (Kheifets ve diğ. 2012).

Tedavi sürecinde kolinesteraz inhibitörlerinin kullanımı önerilmekle birlikte, etkinliklerine dair güçlü kanıtlar henüz bulunmamaktadır. Antikolinesterazlar, nöromusküler kavşakta asetilkolin salınımını artırıp; tetrodotoksinin neden olduğu bloğu tersine çevirebilir. Bu sebeple neostigmin kullanımı bazı durumlarda münferit olarak bildirilmiştir (Chowdhury ve diğ. 2007). Ciddi zehirlenmeler altı ile yirmi dört saat içinde ölüme yol açabilir. Eğer hastalar 24 saat içinde solunum yetmezliğinden ölmezlerse, iyileşebilirler (Ulman ve diğ. 2024).

Pterois volitans (Aslan balığı), *Scorpaena porcus* (Akrep balığı) ve *Synanceia verrucosa* (Taş balığı) Zehirlenmesi

Scorpaenidae familyası vatozlardan sonra her yıl en fazla deniz canlıları kaynaklı zehirlenmelerden sorumludur. Zehirli dikenlerinin morfolojik özelliklerine göre bu balıklar; aslan balığı, akrep balığı ve taş balığı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Dikenleri kurbanı temas ettiğinde mekanik olarak parçalanan zehir salgılayan glandüler kılıflar barındırırlar.

Aslan balığı, Hint-Pasifik’e özgü egzotik istilacı bir balık türüdür. Kendi doğal yaşamı dışındaki bölgeleri de istila etme potansiyeline sahiptir (del Río ve diğ. 2023).

Taş balığı hareketsiz biçimde deniz tabanında yatar, çok iyi kamufle olur. İnsanlar tarafından fark edilmesi zordur. Dünyanın en zehirli balığı olarak bilinir. Scorpaenidae balıkların öldükten 48 saat sonra bile zehirli olduğunu unutmamalıdır (Currie 2003; Rensch ve Murphy-Lavoie 2023). Zehir temas bölgesinde yoğun yanma hissine neden olabilir. Sistemik bulgularında ise vazodilasyon, kas güçsüzlüğü, nöromusküler felç, hipotansiyona yol açabilir. Baş ağrısı, terleme, bulantı, aritmi, kusma, senkop, miyokardiyal iskemi görülebilir. Taş balığı en güçlü zehre sahiptir, aslan balığı ise en az güçlü zehre sahip olanıdır. Zehri ısıya duyarlıdır. Zehirlenme durumunda etkilenen bölge 42- 45 derece suda, 30-90 dakika boyunca bekletilmelidir. Hastan tetanoz ve antibiyotik profilaksisi açısından değerlendirilmelidir. Taş balığı zehirlenmelerinde şiddetli vakalarda Fab taş balığı antivenomu uygulanabilir (Rensch ve Murphy-Lavoie 2023). Taş balığı ülkemizde nadiren görüldüğü için antivenom bulunmamaktadır. Antivenomun, akrep ve aslan balığına kullanımı ile ilgili yeterli veri yoktur (Currie 2003).

Zehirlenmeleri önemli morbiditeye yol açabilir. Örneğin zehirlenen ekstremitelerde kompartman sendromu gelişebilir, nekrotik ülserler meydana gelebilir. Kalıcı ağrı ve kronik nöropatiye yol açabilir (Rensch ve Murphy-Lavoie 2023)

Trachinus draco (Büyük trakonya balığı) ve *Trachinus vipera* (Küçük trakonya, varsam balığı)

Trakonya balığı Doğu Atlantik, Akdeniz ve Karadeniz’e kadar uzanan geniş bir yaşam alanı bulunan, 150 metre derinliklere kadar çamurlu ve kumlu diplerde yaşayan etobur bir türdür. Zehirli sırt dikenleri bulunur. Genellikle balıkçılıkta yan av olarak yakalanırlar (Nikiforidou ve diğ. 2024). *Trachinus draco* pektoral yüzgeçlerini kullanarak kuma gömülür. Zehirlenmeler genelde kumlu kıyılarda yürürken veya balıkçılar tarafından ağlarla yakalandıklarında meydana gelir. Zehir içeren dikenleri çevreleyen kılıflar yırtılır, zehir kurbanı geçer. Saldırgan değildir, zehrini pasif şekilde enfekte eder. Zehrinin kokusu amonyağa benzer, gri berrak bir rengi vardır. İktiyokantotoksin olarak sınıflandırılan bu zehir ısıya duyarlıdır, serotonin içerir (karakteristik ağrısının sebebi), tipik kabarıklık ve

kızarıklığa neden olan histamin salınımından sorumlu protein içerir, epinefrin, norepinefrin ve çeşitli enzimler içerir.

Trachinus vipera tehlikeyi algıladığında kumda yılan gibi hareket eder ve düşmanına döner, düşmanına titreşerek saldırır. Vipera familyasına ait türlerin zehirleri, histamin içeren proteinlerin yanı sıra yüksek miktarda katekolamin, kolinesteraz ve trakinin içermektedir. Trakinin balık zehrinden elde edilen en toksik zehirdir. Öyle ki çukur engerekleri olarak bilinen yılanların zehriyle kıyaslanabilecek düzeydedir. Toksisitesini oda sıcaklığında, vücut sıcaklığında bir saat içinde kaybeder. Zehri içeren bezler holokrinidir (salgılanırken hücre bütünlüğünü yok ederek, parçalanarak işlev görür). Zehrin içerisinde seratonin bulunur. Seratonin hem güçlü ağrıya neden olur hem de diğer toksik bileşiklerin emilimini kolaylaştırır (Bonnet 2000).

Trachinus zehirlenmeleri ani başlangıçlı, yanıcı, batıcı, etkilenen ekstremiteden başlayarak yayılan bir ağrıya neden olur, ağrının şiddeti lezyonun büyüklüğünden bağımsızdır (Bonnet 2000; Köksal 2006). Senkop, siyanoz, parestezi, konvülsiyon, bulantı, kusma, erken gebelik durumunda düşük tehdidi, vajinal akıntı, bradikardi, ajitasyon, dermal fibröz, sekonder raynaud fenomeni, arter spazmları, beyaz/mavi renklenmeye neden olur (Eryılmaz ve diğ. 2006). Lenfadenopati, lenfanjit, selülit, ateş, terlemeye neden olabilir (Bonnet 2000).

Zehir ısıya duyarlıdır. Tedavi de ağrıyı hafifletmek için etkilenen ekstremitayı yüksek sıcaklıkta suda 30-90 dakika boyunca bekletilebilir. Magnezyum sülfat macunu kullanılabilir (Bonnet 2000). Yaralanma bölgesinde balığa ait parçalar, nekrotik dokular varsa çıkarılmalıdır. Epinefrin veya bölgesel sinir blokajı yapmayan lokal anesteziklerin kullanılabileceği belirtilmiştir (bupivakain ile epidural blok). Bilinen antivenomu yoktur. Önerilen tedaviler arasında tetanoz aşısı, antihistaminik, steroid, kalsiyum, potasyum permanganat vardır (Eryılmaz ve diğ. 2006).

Dasyatis pastinaca (İğneli vatoz)

İğneli vatoz, Karadeniz, Kuzeydoğu Atlantik ve tüm Akdeniz'e yayılmış olan, sığ suda, kumlu çamurlu alanlarda, 200 metreye kadar derinlerde yaşayabilen, zehirli bir kuyruğa sahip bir balık türüdür (Yeldan ve Gundogdu, 2018). Kuyruğu ince uzun, genellikle kahverengi veya grimsidir (Zouari ve diğ. 2024).

Dasyatidae familyası en tehlikeli vatoz familyalarından biridir. Bir veya birden fazla dikenine sahip olabilir. Zehir bu kuyruk/dikenlerde bulunur. Vatoz bu kuyruğu ile kurbanı sokar ve cilt bütünlüğünü bozar, zehri serbest bırakır (Rodríguez ve diğ. 2022).

Zehrin içinde bulunan seratonin düz kasta yoğun kasılmalara neden olur ve 48 saate kadar süren ani ve yoğun ağrıya neden olur. Zehir miyotoksik, nekrotik, hemolitik, nörotoksiktir (Rodríguez ve diğ. 2022).

Vatozun zehri ısıya duyarlıdır. Bu sebeple etkilenen ekstremitayı sıcak suya 90 dakika boyunca daldırmak acıyı ve zehirlenmenin şiddetini azaltabilir. Doku içinde yabancı cisim varsa çıkarılmalıdır (iğne dikenleri vs). Tetanoz profilaksisi açısından değerlendirilmelidir. Torakoabdominal yaralanmalar mevcut ise görüntüleme yöntemlerinden faydalanılabilir. Sistemik semptomların olduğu durumlarda destek tedavisi uygulanmalıdır. Derin vatoz yaralarında antibiyotik profilaksisi düşünülmelidir (Paolino ve diğ. 2023).

Ağrı tipi sokulmadan sonra iki saate kadar kötüleşen tüm ekstremiteye yayılabilen ani şiddetli bıçak saplanır tarzda bir ağrıdır. Yüzeysel yırtık görünümü tipiktir ve yara kanayabilir. Senkop, sindirim bozuklukları, hipotansiyon meydana gelebilir. Yara enfekte olursa hemoliz ve sonrasında kardiyovasküler kollapsa yol açabilir. Bu durumda destek tedavisi yapılmalıdır. Nadiren yaygın doku nekrozu görülebilir. Eğer nekroz mevcutsa rekonstrüksiyon cerrahisi gerekebilir (Mora-Zamacona ve diğ. 2023).

Omurgasız Canlılar

Paracentrotus lividus (Deniz kestanesi)

Akdeniz ve Kuzeydoğu Atlantik'te bulunan Echinodermata (derisi dikenliler) şubasının bir parçasıdır. Dikenlerinde glikozit, hemolizin, proteazlardan oluşan toksinleri, histamin, serotonin ve bradikinin oluşturan proteinleri vardır. Zehirlenme durumunda mast hücre degranülasyonuna, nöronal iletimin engellenmesine, miyokardiyal depresyona yol açabilir. Dermatit, güçsüzlük, karın ağrısı, ağrı, paralizi, kardiyovasküler kollaps, solunum yetmezliğine neden olabilir. Öykü genelde deniz kestanesine yanlışlıkla basılma sonrası meydana gelir.

Görünürdeki dikenler mümkün olan en kısa sürede çıkarılmalıdır. Yaralı bölge 30-90 dakika boyunca sıcak suya batırılmalıdır. Dikenlerin eklem girmesi veya nörovasküler dokuya yakın olması durumunda eklem sabitleme amacıyla atellenmeli, cerrahi olarak çıkarılmalıdır. Hastada gelişen reaktif nöropati sistemik steroidle tedavi edilebilir. Enfeksiyon şüphesi durumunda antibiyotik verilmeli, hasta tetanoz açısından sorgulanmalıdır (Gelman ve diğ. 2025).

Denizaneleri

Denizanası çan biçiminde gövdesi, türe bağlı değişen biçimde farklı sayıda tentakülleri olan Cnidaria (Sölenterler) sınıfından, %95'i sudan oluşan omurgasız canlılardır. Tentaküller, zehirle dolu kapsüller içerirler (Cegolon ve diğ. 2013). Denizanelerinin geniş çevresel toleransları vardır. Çeşitli sıcaklıklarda ve tuzluluk oranlarına adapte olabilirler. Küresel ısınma, deniz suyu sıcaklığı artışı, endüstriyel atıklar, tarımsal atıklar gibi nedenlerle deniz ekosistemi bozulmaktadır. Denizaneleri ise çevresel değişikliklere yüksek tolerasyona

sahiptir ve bu değişikliklerden faydalanıp sayılarını sürüler halinde çoğaltabilirler (Siddique ve diğ. 2022).

Karadeniz’de balast suyu etkisi, Süveyş kanalı aracılığı ile Kızıldeniz’deki bazı istilacı türlerin Akdeniz’e girmesi de dengeleri değiştirmiş, bazı denizanası türlerinin kıyılarımızda görülmesine ve popülasyonlarında artmalara yol açmıştır (Uysal ve diğ. 2016).

Pelagia noctiluca

Akdeniz’de, Kuzey Atlantik ve Pasifik okyanuslarında yaygın olarak bulunan bir denizanası türüdür. Çok sayıda siğil benzeri çıkıntıları vardır. Çanı mor siğillerle kaplıdır. Sokmaları şiddetli ağrı, eritem, ödem, veziküler lezyonlara yol açar. Oldukça acı verici olmasına rağmen genelde hayatı risk oluşturmaz. Sokulan ekstremitayı deniz suyu ve buz içinde bekletmek ağrıyı ve zehrin etkisini azaltabilir. Sirke kullanımı nematositlerin boşalmasını tetiklediği için önerilmez (Cegolon ve diğ. 2013).

Chrysaora hysoscella (Pusula denizanası)

Pusula denizanası soğuk ve ılıman deniz sularında yaşayan, Akdeniz’de sık görülen bir türdür. Çan yüzeyinde kahverengi-mor çizgileri bulunur. Uzun tentakülleri ve büyük çanı ile tehlikeli bir denizanasıdır. Temas edildiğinde kaşıntı, yanma ile birlikte dermatit, eritem ve ödem gelişebilir. Pusula denizanasının zehrinin dermatotoksik ve sitotoksik aktivitesi vardır (Mariottini ve Pane 2010).

Rhopilema nomadica (Göçmen denizanası)

Göçmen Süveyş Kanalı’nın açılmasından sonra Kızıldeniz’den Akdeniz’e göç ettiği, aynı zamanda deniz kirliliğinden dolayı Türkiye’nin doğu Akdeniz kıyılarında daha fazla bulunduğu düşünülmektedir (Öztürk ve İşinibilir 2010). Gövdesi çana benzer ve uzantıları yoktur. Göçmen denizanasının zehrinde serin proteaz aktivitesi, fosfolipaz A2 toksini ve sıcaklığa bağlı hemolitik aktivite vardır. İnsana teması durumunda ciltte yanma, ağrı, kızarıklık ve gecikmiş reaksiyonlar (eritem, papüloveziküler döküntüler) meydana gelebilir. Zehri kardiyak sorunlara ve solunum sıkıntılarına yol açabilir (Mariottini ve Pane 2010).

Denizanası Sokmalarına Genel Yaklaşım

Genel olarak denizanası sokmalarına karşı meydana gelen reaksiyonlar, zehrin miktarına, maruz kalan bölgeye, kurbanın sağlık durumuna göre değişkenlik gösterir.

En yaygın görülen bulgu etkilenen bölgede ürtiker, eritem ve ağrı olmasıdır. Birkaç gün sonra lezyonlar veziküler, hemorajik; *Chironex fleckeri* sokmasında ise nekrotik olabilir. Kinin benzeri mediatörlerin kutanöz sinirlerin üzerindeki etkisinden kaynaklı ağrı meydana gelir. Zehre karşı hipersensitivite reaksiyonuna

bağlı olarak yaygın deri döküntüleri meydana gelebilir. Deride pigment değişiklikleri, keloidler, lenfadenopati, vazospazm, nekroz meydana gelebilir. Zehrin kalp, karaciğer, renal ve sinir sistemine doğrudan etkisinden veya şiddetli alerjik reaksiyondan kaynaklı sistemik reaksiyonlar meydana gelebilir (Lakkis ve diğ. 2015).

Sokulmayı Önleme

Denizanası zehirlenmelerinde önerilen tedavilerin kanıt düzeyleri düşüktür. Temastan kaçınmak en önemli korunma yöntemidir. Lycra kumaşından üretilmiş dalgıç kıyafetlerin giyilmesi sokulmalara karşı korunma sağlar (Lakkis ve diğ. 2015). (Lakkis ve diğ. 2015). Ayrıca denizanası ile temasta hem sokulmalara hem de güneş yanıklarına etkili oktil metoksi sinamat ve çinko oksit içeren su geçirmez bir güneş kremi kullanılabilir. Sokulmaları tamamen önlemese de çoğu denizanasına karşı koruma sağladığı görülmüştür (Kimball ve diğ. 2004; Lakkis ve diğ. 2015).

Kullanılan krem dört yolla etki eder. Birincisi hidrofobiktir, denizanasının deriye yeterli tutunmasını engeller ve sokulmayı önler. İkincisi denizanası çanının glikozaminoglikanlarına benzeyen glikozaminoglikanlar içerir ve denizanasının kişiyi kendisi gibi tanımasına ve sokmasına engel olmasına neden olur. Üçüncüsü ise denizanasından gelen aminoasitler ve şeker salgılarına bağlanır ve antagonist etki eder. Dördüncüsü ise içindeki kalsiyum ve magnezyum denizanasının transdermal sinyal kanallarını bloke ederek nematosit içindeki zehrin saliverilmesi için gerekli ozmotik kuvvetleri azaltır (Kimball ve diğ. 2004).

Tedavi

İlk yapılacak şey boğulmayı önlemek ve denizanasıyla teması azaltmak için hastayı sudan çıkarmaktır. Kurtarıcılar da mutlaka koruyucu giysiler ve eldivenler giymelidirler. Daha fazla nematositin boşalmaması için etkilenen bölge ovulmamalıdır. Neyse ki yaşamı tehdit eden zehir barındıran *Chironex fleckeri* ve *Carukia barnesi* türleri ülkemiz denizlerinde görülmemektedir. *Chironex fleckeri* sokmaları için antivenom uygulaması yapılabilmektedir (Lakkis ve diğ. 2015).

Hasta acil servise geldiğinde ilk yapılması gerekenlerden biri, nematositleri uzaklaştırmaktır. Deniz suyu kullanılarak osmoz yoluyla nematositler uzaklaştırılabilir. Ek olarak asetik asit (sirke), etanol (likör, parfüm), amonyak veya üre (idrar), sodyum bikarbonat (kabartma tozu), alüminyum sülfat kullanılabilir. Sirke özellikle *Pelagia noctiluca* sokmasında fayda sağlayabilir.

Dokuda kalan tentaküllerin ve nematositler çıkarılmalıdır. Sokulan bölge tıraş kremi, talk, un, karbonatlı deniz suyu macunu (%50 karbonat, %50 deniz suyu) veya kumla kaplanarak plastik bir nesne ile uzaklaştırılmalıdır.

Sokulan bölge düzenli temizlenmeli, enfeksiyon olması halinde kloramfenikol veya eritromisin gibi deniz patojenlerine karşı etkili olan topikal antibiyotikler

uygulanmalıdır. Rutin antibiyotik kullanımına gerek yoktur. Enfeksiyon olmaması durumunda antihistaminikler, prostaglandin inhibitörleri, topikal steroidler, sistemik steroidler kullanılabilir. Hastalar tetanoz profilaksisi açısından değerlendirilmelidir (Lakkis ve diğ. 2015).

Sonuç

Deniz canlıları ile temas sonrası acil servise başvurularda hastalar çok değişik kliniklerde olabilir. Hastalar zehirlenmenin kaynağını tarif edemeyebilirler. Acil servis hekimleri, ülkemiz coğrafyasındaki potansiyel tehlikelerden, iklim değişiklikleri ve çeşitli nedenlere bağlı sularımızda bulunan yeni zehirli türlerden haberdar olmalıdır. **“Tehlikenin farkında olmak, üstesinden gelmenin temel adımıdır.”**

Kaynakça

- Bonnet, M. (2000) The toxicology of *Trachinus vipera*: the lesser weeverfish. *British Homoeopathic Journal* 89: 84-88.
- Cegolon, L., Heymann, W.C., Lange, J.H., Mastrangelo, G. (2013) Jellyfish stings and their management: a review. *Marine Drugs* 11: 523-550.
- Chowdhury, F.R., Nazmul Ahasan, H.A.M., Mamunur Rashid, A.K.M., Al Mamun, A., Khaliduzzaman, S.M. (2007) Tetrodotoxin poisoning: a clinical analysis, role of neostigmine and short-term outcome of 53 cases. *Singapore Medical Journal* 48(9): 830-833.
- Currie, B.J. (2003) Marine antivenoms. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology* 41: 301-308.
- del Río, L., Navarro-Martínez, Z.M., Cobián-Rojas, D., Chevalier-Monteagudo, P.P., Angulo-Valdes, J.A., Rodriguez-Viera, L. (2023) Biology and ecology of the lionfish *Pterois volitans/Pterois miles* as invasive alien species: a review. *PeerJ* 11: 1-36.
- Doney, S.C., Ruckelshaus, M., Duffy, J.E., et al. (2012) Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science* 4: 11-37.
- Eryılmaz, M., Durusu, M., Menteş, M.Ö., Yiğit, T., Zeybek, N., Öner, K. (2006) Envenomation caused by weever fish. *Turkish Journal of Emergency Medicine* 6: 142-145.
- Gelman, Y., Kong, E.L., Murphy-Lavoie, H.M. (2025) Sea urchin toxicity. Mevcut adres: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536934/> (Erişim tarihi: 20 Nisan 2025).

Geng, X.Y., Wang, M.K., Chen, J.H., Xiao, L., Yang, J.S. (2023) Marine biological injuries and their medical management: A narrative review. *World Journal of Biological Chemistry* 14: 1-12.

Kheifets, J., Rozhavsky, B., Girsh Solomonovich, Z., Marianna, R., Soroksky, A. (2012) Severe tetrodotoxin poisoning after consumption of *Lagocephalus sceleratus* (pufferfish, fugu) fished in Mediterranean Sea, treated with cholinesterase inhibitor. *Case Reports in Critical Care* 2012: 782507.

Kimball, A. B., Arambula, K. Z., Stauffer, A. R., Levy, V., Davis, V. W., Liu, M., Rehmus, W. E., Lotan, A., Auerbach, P. S. (2004) Efficacy of a jellyfish sting inhibitor in preventing jellyfish stings in normal volunteers. *Wilderness & Environmental Medicine* 15: 102–108.

Kotipoyina, H.R., Kong, E.L., Chen, R., Warrington, S.J. (2023) Tetrodotoxin Toxicity. In: *StatPearls* StatPearls Publishing, Treasure Island (FL), USA.

Köksal, Ö. (2006) Envenomation caused by weever fish. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences* 26: 142-145.

Lago, J., Rodríguez, L.P., Blanco, L., Vieites, J.M., Cabado, A.G. (2015) Tetrodotoxin, an extremely potent marine neurotoxin: Distribution, toxicity, origin and therapeutical uses. *Marine Drugs* 13: 6384-6406.

Lakkis, N.A., Maalouf, G.J., Mahmassani, D.M. (2015) Jellyfish stings: a practical approach. *Wilderness & Environmental Medicine* 26: 422–429.

Mariottini, G.L., Pane, L. (2010) Mediterranean jellyfish venoms: a review on scyphomedusae. *Marine Drugs* 8: 1122-1152.

Mora-Zamacona, P., Águila-Ramírez, R. N., Muñoz-Ochoa, M., Pérez-Palafox, X. A., Sepúlveda De La Rosa, Y., Band-Schmidt, C. J., Cruz-Escalona Sr., V. H. (2023) Stingray envenomation: consequences of an embedded spine. *Cureus* 15: 1–6.

Nikiforidou, V., Mytilineou, C., Alexandropoulos, A., Anastasopoulou, A. (2024) Age, growth, and otolith morphometrics of *Trachinus draco* (L., 1758) and *Trachinus radiatus* (Cuvier, 1829) in the Eastern Mediterranean. *Fishes* 9: 1-17.

Paolino, G., Di Nicola, M.R., Avella, I., Mercuri, S.R. (2023) Venomous bites, stings and poisoning by European vertebrates as an overlooked and emerging medical problem: recognition, clinical aspects and therapeutic management. *Life* 13: 1-18.

Rensch, G., Murphy-Lavoie, H.M. (2025) Lionfish, Scorpionfish, and Stonefish Toxicity. In: *StatPearls*, StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).

Rodríguez, H.G.R., Sánchez, E.C., Méndez, J.D. (2022) Stingray poisoning, an aspect with medical relevance. In: *Current Practice in Medical Science*, Book Publisher International, India, pp. 121-137.

Siddique, A., Purushothaman, J., Madhusoodhanan, R., Raghunathan, C. (2022) The rising swarms of jellyfish in Indian waters: the environmental drivers, ecological, and socio-economic impacts. *Journal of Water and Climate Change* 13: 3747-3759.

Ulman, A., Abd Rabou, A. F. N., Al Mabruk, S., Bariche, M., Bilecenoğlu, M., Demirel, N., Galil, B. S., Hüseyinoğlu, M. F., Jimenez, C., Hadjioannou, L., Kosker, A. R., Peristeraki, P., Saad, A., Samaha, Z., Stoumboudi, M. Th., Temraz, T. A., Karachle, P. K. (2024) Assessment of human health impacts from invasive pufferfish (attacks, poisonings and fatalities) across the Eastern Mediterranean. *Biology* 13: 208.

Uysal, E., Acar, Y.A., Kutur, A., Çevik, E., Salman, N., Tezel, O. (2016) How reliable are electrolyte and metabolite results measured by a blood gas analyzer in the ED? *The American Journal of Emergency Medicine* 34: 419-424.

Yeldan, H., Gündoğdu, S. (2018) Morphometric relationships and growth of common stingray *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) and marbled stingray *Dasyatis marmorata* (Steindachner, 1892) in the northeastern Levantine Basin. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment* 24: 10-27.

Yılmaz, H., Bilecenoğlu, M. (2005) An alien jellyfish *Rhopilema nomadica* and its impacts to the Eastern Mediterranean part of Turkey. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment* 11: 223-228.

Zouari, F., Glenza, I., Ben Hassine, H., Dlensi, D., Smaoui, M., Jmal, M., Allala, R., Medhioub, F. (2025) Cardiac toxicity by stingray: a case report. *Toxicologie Analytique et Clinique* 37: 247-250.

Dünyada Denizanası Zehirlenmeleri

Gülçim KOCAİRİ

Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Tıp Kliniği, Muğla

dr.gulcimsaracoglu@gmail.com

Özet

Denizanaları tüm dünya denizlerinde bulunmakta olup, insan sağlığı için zehirli olan 100'ün üzerinde denizanası tanımlanmıştır. Zehirlenme vakaları sıklıkla lokal cilt reaksiyonları olarak görülse de sistemik zehirlenmeye de neden olan türler vardır. Kutu denizanası (Box jellyfish) dünyada bilinen en zehirli türdür. Zehiri kardiyotoksik olarak bilinir ve dakikalar içinde ani ölüme neden olur. Irukandji Sendromu; cubozoa sınıfına ait *Carukia barnesi* türünün neden olduğu sistemik bulgularla seyreden akut kalp yetmezliği, hipertansiyon ve ölüme sonuçlanabilen bir dizi reaksiyona neden olan sendromdur. Deniz banyosu döküntüsü belirli deniz anemonlarının ve yüksük denizanalarının (Thimble jellyfish) nematositleri ile oluşan, derideki kaşıntılı bir döküntüdür. Portuguse man-of-war (*Physalia physalis*) sıklıkla sinir iritasyon ve iltihabına bağlı dayanılmaz acı veren ağrılı, şiş, kaşıntılı cilt lezyonlarına neden olurken nadiren sistemik reaksiyona bağlı ölüm görülebilir. Deniz ısırganı (Sea nettle jellyfish) cilt reaksiyonlarına neden olur.

Anahtar kelimeler: Denizanası, zehirlenme, kardiyotoksik

Giriş

Denizanaları Cnidaria grubuna ait deniz canlılarıdır. Tüm dünyada 10.000'den fazla çeşit vardır, yaklaşık 100'ü zehirli olarak tanımlanmıştır. Dünyada tüm denizlerde yaşamaktadırlar. Paleontolojik kayıtlar 650 milyon yıldan bu yana Dünya'da yaşadığını gösteriyor. Kalp, beyin, kemik ve gözleri yoktur. Sinir ağları şeklinde birbirlerine bağlı epitel dokudan oluşur. Zehirlenmelerden sorumlu olan organları nematosit içeren tentakülleridir. Tek bir tentakül binlerce nematosit içerebilmektedir. Nematositler savunma ve beslenmeden sorumlu organları olup zehirlenmeden de sorumludur.

Zehirlenme vakalarının çoğu cilt reaksiyonları ile sınırlıdır. Ciltle temas sonrası ağrı, kaşıntı, yanma hissi, kızarıklık görülür. Ağrı bazen o kadar şiddetlidir ki narkotik analjezik ihtiyacı olabilir. Sistemik zehirlenme nadirdir. Buna rağmen Kutu denizanası dünyadaki en zehirli canlı olarak tanımlanmıştır. Cnidaria venomu 'kinin benzeri faktör' içerir. Ülkemizde zehirsiz olarak bilinen ay denizanası (*Aurelia aurita*), maviş denizanası (*Cotylorhiza tuberculata*), deniz ciğeri denizanası (*Rhizostoma pulmo*) ve beyaz noktalı denizanası (*Phyllorhiza punctata*) ile zehirli olarak bilinen pusula denizanası (*Chrysaora hysoscella*), mor sokar denizanası (*Pelagia noctiluca*), ters-düz denizanası (*Cassiopea andromeda*) ve göçmen denizanası (*Rhopilema nomadica*) görülmektedir.

Temas edilen bölge deniz suyu ile yıkanmalıdır. Tatlı su nematositlerin aktivasyonuna neden olacağı için önerilmez. Cımbız veya penset yardımı ile tentaküller ciltten temizlenmeli veya kredi kartı ya da bıçağın künt tarafı gibi bir cisim yardımı ile cilde yapışmış olan tentaküller temizlenebilir. Nematositlerin inaktivasyonu için %5 asetik asit (sirke) ile temizlik önerilir (Devlin ve Knoop 2020; Hornbeak ve Auerbach 2017).

Bazı türleri için sirke önerilmez, sıcak suya daldırma (45°C, 20 dakika) uygulanmalıdır. Cilt lezyonunun durumuna göre antihistaminik ve steroid tedavisi uygulanır. İyileşme günler- haftalar içinde gerçekleşir ve sıklıkla temas bölgesinde hiperpigmente bir alan kalır. Nontropikal sulardaki denizanası temaslarında deniz suyu ile yıkama yapılmalıdır. Tropikal sularda temas sonrası ilk olarak sirke ile yıkama ardından deniz suyu önerilir. Tatlı su kullanılmamalıdır. Tentaküller temizlendikten sonra sıcak/ılık suda bekletme veya soğuk su uygulama (hasta hangisi ile rahatlıyorsa) analjezi için uygulanabilir.

Kutu denizanası (Box jellyfish)

Dünyada en zehirli tür olarak bilinir. Cubozoa sınıfına aittir. Avustralya'da, Hint Okyanusu ve Güney Pasifik Okyanusunda, tropik ve subtropikal sularda bulunur. Ortalama 50 çeşidi var (*Chironex fleckeri*, *Carukia barnesi*, *Malo kingi*). Beyinleri yoktur fakat gelişmiş sinir sistemleri vardır. 3 m'ye ulaşan tentakülleri ile tehlikeli olmakla beraber hızlı yüzerler (Devlin ve Knoop 2020; Hornbeak ve Auerbach, 2017).

Cilt teması sonrası gelişen lezyonlar ağrılı, kaşıntılı kızarıklığa, daha sonra irinle dolup patlayan kabarcıklara dönüşebilir. Diğer semptomlar güçsüzlük, bulantı, baş ağrısı, kas ağrısı ve spazmı, burun akması, gözlerde yaşarma, aşırı terleme ve nefes almakla artan göğüs ağrısı olarak sayılabilir. Zehiri kardiyotoksik olarak bilinir ve dakikalar içinde ani ölüme neden olur. Hücrelerden potasyum salınmasına bağlı gelişen hiperkalemi kardiyak arrestin temel nedenidir. Cilt ile temas sonrası şiddetli ağrı ve batma hissi gözlemlenir.

İlk yardım olarak sirke (%5 asetik asit) ve deniz suyu ile yıkama önerilir. Havlu veya eldiven yardımı ile ciltteki dokunaçlar temizlenmelidir. Isı paketleri (45 dakika boyunca 45°C sıcaklıkta) orta düzeyde ağrı kesici olarak kullanılabilir. Antidotu 1970 yılında koyundan üretilmiştir fakat günümüzde yararı tartışmalıdır.

Irukandji Sendromu

1952 yılında Avustralya'nın Queensland eyaletindeki Palm Cove'da yaşayan ve sokmaların yaygın olduğu Aborjin Irukandji halkından esinlenerek Hugu Flecker tarafından verilmiş. *Carukia barnesi*; cubozoa sınıfına ait, yaklaşık 2 cm çapında, 4 adet tentakül içeren, küçük Irukandji sendromuna neden olan en bilinen denizanasıdır. *Carybdeida*, *Alatina mordens*, *Malo maxima*, *Carybdea alata*,

Carybdea xaymacana, ve *Carybdea rastonii* de Irukandji sendromuna neden olan diğer türlerdir. Avustralya, Tayland, Karayipler, Florida ve Hawai’de benzer vakalar bildirilmiştir.

Suçlu organizma genellikle fark edilmez, saniyeler sonra etkilenen bölgede batma ağrısı başlar. Başlangıçtaki lokal ağrı genellikle şiddetli değildir ve 30 dakika içinde azalır. İlk 20 dakika içinde, yaklaşık 2 cm çapında genellikle "kaz sivilceleri" olarak tanımlanan papüler eritematöz cilt lezyonları oluşabilir, bunlar genellikle kısa bir süre sonra kaybolur, ancak günlerce de devam edebilir. Baş ağrısı, sırt, göğüs ve mide ağrısı, bulantı, terleme, anksiyete, hipertansiyon ve taşikardi, akciğer ödemi, kalp yetmezliği ve aşırı katekolamin deşarjına bağlı kardiyak arrest gelişebilir. Sıklıkla maruziyetten 30 dakika sonra başlar. Sokmadan 4-48 saat sonra ölümcül gecikmiş reaksiyon gelişebilir. Düzelme 2 haftayı bulabilir. Hipertansiyon ve taşikardi ile karakterize olan Irukandji sendromunda semptomimetik benzeri belirtileri görülür. Akut kalp yetmezliği; hipertansiyon veya katekolaminlerin kardiyomiyositler üzerindeki toksik etkilerine bağlı stres kaynaklı kardiyomiyopati ve miyokard hücre zarlarında gözenek oluşumuna bağlı hücre fonksiyonunu bozulmasına sekonder toksinlerin içeri girmesi ve kardiyak enzimlerin dışarı çıkmasına bağlı olarak gelişir. Hipertansiyon, miyokard disfonksiyonu ve kanda troponin yüksekliği görülür. Sistemik semptomlar ilk 30 dakikada görülür. Sırt ağrısı, yaygın kas krampları, karın ağrısı, bulantı, kusma, aşırı terleme, baş ağrısı, anksiyete, ajitasyon ve piloereksiyon gözlemlenir. Hipertansiyon, taşikardi, akciğer ödemi, kalp yetmezliği ve solunum yetmezliği gelişebilir. Vakaların çoğu 6 ila 24 saat içinde iyileşir. Literatürde hipertansiyona sekonder gelişen intrakraniyal kanama vakaları bildirilmiştir (Kong ve Nappe 2023; Staggs ve Pay 2022).

Temas sonrası ile yapılacak deniz suyu ve ardından sirke ile temas bölgesinin yıkanmasıdır. Tatlı su nematosit deşarjına neden olacağı için önerilmez. Bazı yayınlarda %50’ye %50 oranında sodyum bikarbonat ile deniz suyunun karıştırılarak yıkanmasının faydalı olacağı da bildirilmiştir. 40-41°C sıcaklıkta ısı paketi uygulaması ağrıyı azaltabilir. Antidodu yoktur. Semptomatik tedavi önerilir. Antihistaminikler kullanılır. Analjezi için IV opioidler, topikal lidokain uygulaması kullanılabilir. HT ve Akciğer ödemi tablosu varsa nitroglicerine uygulanır. Benzodiazepinler şiddetli hipertansiyon durumunda kullanılabilir. Magnezyum sülfat kullanımının katekolamin deşarjını azaltacağı düşünülse de günümüzde deneysel çalışmalar nedeniyle faydası tartışmalıdır. Kutu denizanası antivenomu önerilmemektedir. Hipertansiyon durumunda koroner vazokonstriksiyon ve iskemije neden olacağı için beta bloker kullanımı önerilmemektedir.

Komplikasyon olarak miyokard hasarı, kardiyomiyopati, akciğer ödemi, kardiyogenik şok, ventriküler taşikardi, solunum yetmezliği, intrakraniyal kanama, pankreatit, priapizm ve akut böbrek yetmezliği gelişebilir. Çoğu vakada

ağrı 24 saatte geçer, nadiren 24 saati geçebilir. Literatürde 1 yıla kadar uzayan ağrı bildirilmiştir.

Seabather's eruption (Deniz banyosu döküntüsü)

Denizde yüzdükten hemen sonra ortaya çıkan, belirli deniz anemonlarının ve yüksük denizanalarının (Thimble jellyfish) nematositleri ile oluşan, derideki kaşıntılı bir döküntüdür. İlk olarak 1949'da Florida'nın doğu kıyılarında yüzdükten sonra tanımlanmıştır ve burada 'Pica-Pica' olarak adlandırılmıştır, İspanyolcada 'Itchy-Itchy' anlamına gelir (Hornbeak ve Auerbach 2017; Staggs ve Pay 2022). Şu anda birçok tropikal ve subtropikal suda yaz mevsiminde meydana geldiği bildirilmiştir. Tropik sularda yüzeye yakın yerlerde bulunurlar. Kızarıklık mayonun cilde temas ettiği yerlerde görülür. Mayoyu çıkardıktan sonra duş alınmalıdır. Mayonun altında ilk olarak karıncalanma hissi daha sonra kaşıntı gelişir. Tatlı su ile duş almak ağrıyı ve döküntüleri arttırabilir Yüzdükten hemen sonra (maksimum birkaç saat içinde) vezikül, kırmızı papül, püstül ve ürtikeryal döküntüler gelişir. Kişinin duyarlılığı ve daha önce maruziyet öyküsüne göre değişen cilt bulguları gözlemlenir.

İyileşme ortalama 1-2 hafta sürer fakat 1-2 aya kadar uzayabilir. Yüzme esnasında wet süit (neopren deniz elbisesi) kullanımının önleyici olabileceğine dair görüşler bulunmaktadır. Önlem amaçlı kullanılan bariyer kremlerin etkisi bulunmamıştır. Tatlı su, sirke, diğer solüsyonlar lezyonları kötüleşmesine sebep olabilir. Ağrı için buz paketi uygulaması önerilmektedir. %1 Hidrokortizon içeren losyon (günde 2-3 kez 1-2 hafta), Topikal kalamın losyonu (%1 mentol içeren), NSAİ, oral prednisone (steroid) tedavide kullanılır. Deniz elbisesi içinde rezidü nematosit kalabileceği için elbiseler mutlaka sirke/alkol ve sabunlu su ile yıkanmalıdır.

Portuguse man-of-war (*Physalia physalis*)

Tam yelken açmış bir 18. yüzyıl Portekiz savaş gemisine benzeyen bu canlı; mavi, mor veya pembe renkte bir şamandıra ve şamandıranın altında, ortalama 10 metreye (yaklaşık 30 fit) kadar büyüyen ve 30 metreye (yaklaşık 100 fit) kadar uzayabilen uzun dokunaçlar ve polipler bulundurur. Görünüm olarak denizanasına benzer fakat aslında bir sifonofordur. Çok sayıda zehirli knidosit içerir. Atlantik ve Hint Okyanusunda bulunur. Okyanus yüzeyinde yaşar, binlercesi bir arada sürü halinde yaşarlar. Isınan okyanus sıcaklıkları ve sudaki oksijenin azalmasıyla birlikte, yaşam alanı genişliyor ve Kanada ve İskoçya gibi suyun genellikle tür için çok soğuk olduğu bölgelerde karaya vurma ve görülme raporları bildirilmiştir.

Organizma ölse veya dokunaçları kopsa bile saatler hatta günler boyunca zehirlemeye neden olabilir. Sinir irritasyon ve iltihabına bağlı dayanılmaz acı veren ağrılı, şiş, kaşıntılı cilt lezyonlarına neden olur. Cilt lezyonları klasik olarak lineer, çapraz, kırmızı papüler döküntü şeklindedir. Cilt lezyonları ilerlerse nekroz

gelişebilir. Sistemik belirtiler arasında mide bulantısı, kas ağrısı, baş ağrısı, titreme, gastrointestinal, nörolojik ve alerjik semptomlar ile kardiyovasküler etkilenme ve ölüm bildirilmiştir. Nadiren ölümcüldür ve sıklıkla 72 saatte sekelsiz iyileşir (Weber ve Shalaby 2023).

Tedavide deniz suyu ile yıkama önerilir. Tentaküller cımbız veya penset yardımı ile ciltten temizlenmelidir. Nematosit deşarjına neden olacağı için sirke, alkol ve amonyak kullanımı önerilmez (Kaufman 1992). Sıcak su uygulama yapılabilir. Topikal lidokain ve rejonel anestezi uygulanabilir.

Lion'mane jellyfish (Aslan yelesi denizanası)

Dünyanın en büyük denizanasıdır. Gövdesi 1 m'yi bulabilir. Soğuk sularda, Pasifik ve Atlantik Okyanusunun kuzey kısımlarında yaşarlar. Zehirli değildir fakat ağırlı cilt reaksiyonlarına neden olabilir (Trevett ve diğ. 2019). Zehirlenmeden sonra sistemik semptomların nadir olduğu düşünülmektedir, ancak mide bulantısı, terleme, karın ağrısı ve kas krampları tanımlanmıştır.

Sirke ile cilt temizliği önerilir. Lokal ısı uygulaması, karbonat ve buz uygulaması da önerilen tedavi yöntemleri arasındadır.

Sea nettle jellyfish (Deniz ısırganı)

Atlantik, Pasifik ve Körfez kıyılarında bulunan en yaygın denizanelerinden biridir. 1 fitten geniş olabilen bir diğer büyük denizanasıdır. Her birinin 6 fit uzunluğa kadar büyüeyebilen 24 adet tentakülü vardır. Knidosit içerirler. Orta-şiddetli reaksiyona neden olarak ağırlı kızamık cilt lezyonlarına neden olur. Alerjik reaksiyon dışında ölüme neden olmaz.

Sirke önerilmez, tentakülleri ciltten mekanik olarak temizlenmeli, bikarbonatlı soda ve deniz suyu ile yıkama yapılmalıdır. Ağrı için soğuk uygulama uygulanabilir.

Kaynaklar

Devlin, J.J., Knoop, K. J. (2020) Marine Trauma and Envenomation. Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, McGraw-Hill Education.

Hornbeak, K.B., Auerbach, P.S. (2017) Marine envenomation. *Emergency Medicine Clinics of North America* 35(2): 321-337.

Kaufman, M.B. (1992) Portuguese man-of-war envenomation. *Pediatric Emergency Care* 8(1): 27-28.

Kong, E.L., Nappe, T.M. (2023) Irukandji syndrome. StatPearls [Internet]. Last update: 14 August 2023.

Staggs, R., Pay, J.L. (2022) Cnidaria toxicity. StatPearls [Internet]. Last update: 8 August 2022.

Tezcan, Ö.D. (2017) Su omurgasızları tarafından zehirlenme. In: Doğa ve Afet Tıbbı Kitabı (Wilderness & Disaster Medicine), Bölüm 74.

Trevett, A., Sheehan, C., Wilkinson, A., Moss, I. (2019) Lion's mane jellyfish (*Cyanea capillata*) envenoming presenting as suspected decompression sickness. *Diving and Hyperbaric Medicine* 49(1): 57-60.

Weber, L., Shalaby, M. (2023) Bilateral erector spinae plane block for Man o' War stings: A case report. *Clinical Practice and Cases in Emergency Medicine* 7(1): 36-38.

Tehlikeli Deniz Canlıları: Türkiye’deki Mevcut Politikalar ve Uygulamalar

Merve KARAKUŞ

Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü, Antalya

merve.karakus@tarimorman.gov.tr

Özet

Bu bölüm, Türkiye’de tehlikeli ve istilacı deniz türlerinin artan varlığına karşı geliştirilen mevzuat, kurumsal yapılar ve saha uygulamalarını kapsamlı biçimde ele almaktadır. Su Ürünleri Kanunu’ndan teşvik mekanizmalarına, ulusal strateji belgelerinden bölgesel iş birliklerine kadar mevcut düzenlemeler analiz edilmekte; tür bazlı yönetim ihtiyacına, veri eksikliklerine ve uygulamadaki sınırlılıklara dikkat çekilmektedir. Bütüncül bir yönetim modeli geliştirilmesine yönelik somut öneriler sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tehlikeli deniz canlıları, istilacı türler, mevzuat çerçevesi, kurumsal yapı

Giriş

Küresel ölçekte tehlikeli ve istilacı deniz türlerinde yaşanan artış, yalnızca deniz ekosistemlerinin doğal dengesini bozmakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik faaliyetleri ve insan sağlığını da tehdit eden çok yönlü sonuçlar doğurmaktadır (Simberloff ve diğ. 2013; Galil ve diğ. 2018). Zehirli ya da temasla zarar verebilen tehlikeli türler ile, doğal dağılım alanlarının dışında hızla yayılım göstererek yerli türleri baskılayan istilacı türler; ekosistem hizmetleri üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratmakta, kıyı topluluklarının geçim kaynakları, deniz turizmi ve gıda güvenliği gibi alanlarda ciddi riskler oluşturmaktadır (Azzurro ve diğ. 2019; Ünal ve diğ. 2020). Benekli balon balığı (*Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789)) ve aslan balığı (*Pterois miles* (Bennett, 1828)) gibi bazı türler, hem istilacı hem de tehlikeli özellikleri nedeniyle çift yönlü bir tehdit olarak öne çıkmakta; bu durum, yalnızca biyolojik çeşitlilik açısından değil, toplum sağlığı ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da acil müdahale gerektiren bir tabloyu ortaya koymaktadır (Turan ve diğ. 2015; Ünal ve diğ. 2020). Nitekim son yıllarda Türkiye denizlerinde de bu türlerin popülasyonlarında gözle görülür bir artış yaşanmakta, söz konusu tehdit yerel düzeyde de giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Bu bölüm, Türkiye denizlerinde giderek artan tehlikeli ve istilacı türlerle mücadele kapsamında geliştirilen kurumsal yaklaşımları, yasal düzenlemeleri ve uygulama örneklerini ele almaktadır. Kurumlar tarafından uygulanan mevzuat, strateji belgeleri ve saha çalışmaları bütüncül biçimde değerlendirilerek, merkezi ve yerel düzeydeki müdahale yaklaşımları analiz edilmektedir. Bu çerçevede

amaçlanan, Türkiye'nin istilacı ve tehlikeli türler konusundaki kurumsal kapasitesini ve mevcut yönetim modelini bütüncül olarak ortaya koymak ve bu alandaki bilimsel-temelli uygulamaları görünür kılmaktır.

Politika ve Mevzuat Çerçevesi

Türkiye'deki Temel Hukuki Düzenlemeler

Türkiye'de denizel istilacı ve tehlikeli türlere ilişkin doğrudan bir çerçeve mevzuat bulunmamakla birlikte, bu türlerle mücadelede başvurulacak çeşitli kanun ve düzenlemeler mevcuttur. Bunlar genellikle çevrenin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilmesi ve su ürünlerinin yönetimi gibi genel başlıklar altında yer almakta; denizel istilacılara yönelik açık ve sistematik tanımlar içermemektedir.

1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu, su ürünleri kaynaklarının korunmasına yönelik genel ilkeler sunsa da, istilacı türlere yönelik açık bir tanım ya da stratejik eylem planı içermemektedir. Belirli türlere yönelik müdahaleler, çoğunlukla Tarım ve Orman Bakanlığı'na tanınan sınırlama ve yasaklama yetkisiyle şekillenmektedir.

2872 Sayılı Çevre Kanunu, çevre sağlığının korunmasına yönelik genel hükümler barındırmakta ve ekosisteme zarar veren unsurlar arasında yabancı türleri kapsayabilecek genişlikte yorumlanabilmektedir. Ancak denizel istilacı türlere özel hüküm ve tanımlar bu kanunda da yer almamaktadır.

5199 Sayılı Hayvanları Koruma Kanunu ise doğaya bırakılan yabancı hayvanların yerli türler üzerindeki olası tehditlerine karşı hükümler içermektedir; ancak bu düzenleme de istilacı deniz canlılarını kapsayacak şekilde açık bir çerçeve sunmamaktadır.

Uygulama Araçları: Tebliğler ve Teşvik Programları

Türkiye'de istilacı türlere yönelik ilk kapsamlı ve uygulamaya dönük adım, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından dört yılda bir yayımlanan "Ticari ve Amatör Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkındaki Tebliğler" ile atılmıştır. Bu tebliğler, su ürünlerinin avlanması, taşınması, karaya çıkarılması ve pazarlanmasına ilişkin kuralları düzenler.

L. sceleratus türüne yönelik ilk resmi uygulama, 13 Ağustos 2016 tarihli ve 29800 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 3/1 Numaralı Tebliğ (Tebliğ No: 2016/35) ile yapılmış; bu türün karaya çıkarılması ve satışı yasaklanmıştır. Bu düzenleme, 1 Eylül 2020 itibarıyla yürürlüğe giren 3/1 (2020/20) ve 3/2 (2020/21) sayılı tebliğlerle genişletilmiştir. İlgili maddede, *L. sceleratus*'un yanı sıra yedi farklı balon balığı türünün avcılığı izne tabi kılınmış; bu türlerin avlanması, gemilerde bulundurulması, taşınması ve satışı yasaklanmıştır.

Aynı yıl, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ilk geri alım teşvik programı başlatılmıştır. Bu kapsamda, 02 Aralık 2020 tarihli ve 31322 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Balon Balığı Avcılığının Desteklenmesine Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2020/37) ile *L. sceleratus* için adet başı 5 TL ödeme yapılması kararlaştırılmıştır. Teşvikler 2021 yılında yenilenmiş ve 2023 itibarıyla 25 TL’ye, 2024 yılında ise 35 TL’ye yükseltilmiştir.

Geri alım teşvikleri, Tarım İl/İlçe Müdürlükleri aracılığıyla uygulanmakta; belirli teslimat noktalarından ve kayıtlı ruhsatlı tekneler aracılığıyla yürütülmektedir. Ancak bu uygulamalar halen genelgelerle sürdürülmekte, kalıcı bir yasal altyapıya kavuşmamıştır. Teşviklerin düzenli izleme, etki değerlendirmesi ve biyolojik gözlem sistemleriyle bütünleştirilmesi, sürdürülebilir ve etkili bir mücadele açısından önem arz etmektedir.

Ulusal Strateji Belgeleri ve Planlar

Türkiye’de istilacı ve tehlikeli deniz türleriyle mücadeleye yönelik stratejik yaklaşım, genellikle biyolojik çeşitliliğin korunması ve çevresel sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınmakta; denizel istilacılara özel, ayrıntılı ve bağlayıcı ulusal stratejiler sınırlı kalmaktadır. Ancak son yıllarda konuya dair politik farkındalık artmış ve bazı strateji belgelerinde istilacı türler özel başlıklarla tanımlanmaya başlanmıştır.

Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBÇSEP 2007-2018)

Türkiye’nin ilk UBÇSEP belgesi 2007–2018 dönemini kapsamış, istilacı türleri yalnızca dolaylı biçimde genel tehditler arasında değerlendirmiştir. Güncellenmiş 2023–2030 UBÇSEP ise Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi’nin Kunming–Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi ile uyumlu şekilde hazırlanmış; bu belgede istilacı türler ayrı bir hedef alanı olarak değerlendirilmiştir (TOB 2023). Belge; önleme, erken uyarı, kontrol ve mevzuat geliştirme gibi temalara yer verirken, denizel istilacılara özel tür bazlı önlem paketleri detaylandırılmamıştır.

Ulusal Biyolojik Çeşitlilik İzleme Stratejisi (UBÇİS, 2018–2028)

Bu strateji belgesi, istilacı türleri biyolojik çeşitlilik üzerindeki öncelikli tehditlerden biri olarak tanımlamış ve izlenmesi gereken başlıklar arasında göstermiştir. Ancak denizel istilacılar özelinde yöntem, sorumlu kurumlar veya uygulama örnekleri detaylandırılmamıştır (ÇSİB 2018). Ayrıca belge kapsamı büyük ölçüde karasal izleme süreçlerine odaklıdır.

Ulusal İstilacı Yabancı Türler Stratejisi ve Eylem Planı (Taslak, 2024)

2024 yılı itibarıyla hazırlık süreci tamamlanmış olan bu taslak belge, Türkiye’de hem karasal hem de denizel istilacı türlere odaklanan ilk tematik strateji dokümanıdır (DKMP 2024 taslak). Belge, istilacı türlerin öncelik listelerinin oluşturulması, risk analizi yöntemlerinin geliştirilmesi, erken uyarı sistemlerinin

kurulması, kurumsal eşgüdümün artırılması ve toplum temelli farkındalık faaliyetlerinin yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir.

Belgede açıkça referans verilen türler arasında *L. sceleratus* ve *P. miles* de yer almakta; bu yönüyle denizel istilacılarla ilgili ilk kapsamlı politika çerçevesini sunmaktadır. Ancak belge henüz resmi olarak yürürlüğe girmemiştir ve uygulamaya alınmasına yönelik süreç devam etmektedir.

Kurumsal Yapılar ve Uygulamalar

Türkiye’de istilacı ve tehlikeli türlerle mücadele süreci, merkezi ve yerel düzeyde birçok kurumun katkısıyla yürütülmektedir.

Görevli Kurumlar ve Sorumluluk Alanları

Tarım ve Orman Bakanlığı, bu alandaki temel otoritedir. Bakanlığa bağlı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü (BSGM), tür bazlı düzenlemeleri ve su ürünleri tebliğlerini hazırlamakta; ayrıca geri alım destekleri ve teşvik mekanizmalarının yürütülmesinden sorumludur. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), istilacı türlere yönelik bilimsel projelerin desteklenmesini sağlar. TAGEM’e bağlı araştırma enstitüleri ise türlerin biyolojisi, yayılım özellikleri, toksisite düzeyleri ve bu türlerin ekosistem ve balıkçılık üzerindeki potansiyel etkileri hakkında saha ve laboratuvar temelli çalışmalar yürütmektedir. Bu faaliyetler aynı zamanda balıkçılarla etkileşim, yerel ekolojik bilgi temelli veri toplama ve yerel izleme uygulamalarıyla desteklenmektedir.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP), istilacı türlerle ilgili ulusal strateji belgelerinin hazırlanması, risk değerlendirme süreçlerinin koordinasyonu ve Türkiye Ulusal İstilacı Türler Veri ve Bilgi Sistemi (TURİST) gibi dijital altyapıların kurulması ve işletilmesinden sorumludur.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİB), deniz ekosistemlerinin izlenmesi amacıyla yürüttüğü programlar kapsamında biyolojik göstergeler hakkında veri üretmekte, bu veriler dolaylı olarak istilacı türlerin izlenmesine katkı sağlamaktadır. Sağlık Bakanlığı ise toksik türlere bağlı zehirlenme vakalarını izlemekte; kamuoyuna yönelik uyarı, bilgilendirme ve yönlendirme çalışmaları yürütmektedir.

Üniversiteler, istilacı türlere ilişkin popülasyon yapısı, yayılım dinamikleri, habitat etkileri ve sosyoekonomik sonuçlar gibi konularda araştırmalar gerçekleştirmektedir. Bu akademik çıktılar, türlerin izlenmesi ve yönetimi açısından politika yapıcılara bilimsel zemin sağlamaktadır. Sivil toplum kuruluşları ise farkındalık artırma, tür teşhisi, halk sağlığı eğitimi ve yerel katılım mekanizmalarının güçlendirilmesi gibi alanlarda süreci desteklemektedir.

Kurumsal Koordinasyon Mekanizmaları

Kurumsal düzeyde koordinasyonu sağlamak üzere Türkiye’de iki ana yapı öne çıkmaktadır. Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Koordinasyon Kurulu, kamu kurumları arasındaki genel eşgüdüm mekanizmasını sağlar. Buna ek olarak, İstilacı Yabancı Türler Ulusal Komitesi, 2024 yılı itibarıyla taslak hâlinde geliştirilen ulusal strateji belgesinde önerilen, henüz resmileşmemiş çok paydaşlı bir yapıdır. Bu komitenin hayata geçirilmesi hâlinde, denizel ve karasal istilacı türler üzerine teknik düzeyde yönlendirme ve danışmanlık işlevi görmesi hedeflenmektedir (DKMP 2024 taslak).

Ayrıca, istilacı türlerle ilgili merkezi veri ve bilgi akışını sağlamak amacıyla geliştirilen TURİST (Türkiye Ulusal İstilacı Yabancı Türler Veri ve Bilgi Sistemi), DKMP koordinasyonunda işletilmektedir. Bu sistem, kamu kurumlarının, bilim insanlarının ve sahadaki gözlemcilerin istilacı tür bildirimlerini tek bir platformda birleştirilerek, karar vericilere kapsamlı bir veri altyapısı sunmayı amaçlamaktadır.

Karşılaşılan Zorluklar ve Sınırlılıklar

İstilacı ve tehlikeli türlerle mücadelede farklı kurumların katkısıyla yürütülen birçok uygulama hayata geçirilmiş olsa da, mevcut yapının bazı yapısal ve operasyonel sınırlılıkları bulunmaktadır. Mevzuat düzeyinde, istilacı türleri doğrudan tanımlayan kalıcı bir yasal düzenleme bulunmamakta; mevcut tebliğ ve genelgeler çoğunlukla geçici ve tür bazlıdır. Bu durum, türlerin yönetiminde süreklilikten uzak, tepkisel müdahale yaklaşımlarına neden olmaktadır.

Ayrıca, veri toplama ve izleme faaliyetleri proje bazlı ve kurumlara göre değişken olduğundan, ulusal ölçekte bütüncül ve karşılaştırılabilir veri sistemleri kurulamamıştır. Kurumlar arası yetki çakışmaları, bazı uygulamaların eşgüdümsüz biçimde yürütmesine yol açmakta; bu da sahadaki verimliliği ve karar süreçlerini olumsuz etkilemektedir. Finansal sürdürülebilirlik açısından ise, teşvik ve izleme faaliyetleri genellikle kısa süreli projelerle sınırlandırıldığı için, kalıcı bütçe kaynakları oluşturulmasında zorluk yaşanmaktadır. Son olarak, balıkçılar ve kıyı toplulukları arasındaki farkındalık ve katılım düzeyi bölgesel olarak değişmekte; bu da uygulamaların yaygınlaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Uluslararası Perspektif: GFCM NIS Observatory ve Türkiye’nin Rolü

Akdeniz’de istilacı türlerle mücadele konusunda bölgesel düzeyde atılan en önemli adımlardan biri, FAO’ya bağlı Akdeniz Genel Balıkçılık Komisyonu (GFCM) tarafından geliştirilen NIS Observatory (Yerel Olmayan Türler Gözlemevi) yapılanmasıdır. Bu platform, istilacı türlerin izlenmesi, veri paylaşımı, bilimsel kapasite geliştirme ve politika yapımcıların bilgilendirilmesi için oluşturulmuş çok paydaşlı bir bölgesel iş birliği modelidir.

Türkiye, 2024 yılında düzenlenen 47. GFCM Bilimsel Danışma Komitesi (SAC) toplantısında, NIS Observatory'nin Doğu Akdeniz ayağına ev sahipliği yapacağını duyurmuştur. Bu kapsamda ülkemizde kurulacak altyapının, üç temel hedef doğrultusunda şekillendirilmesi öngörülmektedir: (1) Türlerin yayılımının izlenmesi ve verilerin düzenli raporlanması, (2) tür kütüphanesi, e-DNA laboratuvarları ve dijital bilgi altyapılarının kurulması, (3) balıkçılar, araştırmacılar, gençler ve sivil toplum kuruluşlarıyla birlikte yürütülecek farkındalık ve eğitim faaliyetlerinin güçlendirilmesi. Türkiye'nin ev sahipliğinde yürütülecek bu çalışmalar, ulusal izleme sistemleriyle bölgesel kapasitenin bütünleştirilmesine katkı sunacaktı (GFCM 2025).

Değerlendirme ve Öneriler

Türkiye, istilacı ve tehlikeli türlerle mücadelede son yıllarda önemli bir kurumsal ve bilimsel kapasite geliştirmiştir. Ancak bu sürecin daha sürdürülebilir ve etkili olabilmesi için bazı temel alanlarda stratejik adımlar atılması gerekmektedir. Mevzuat altyapısı, geçici düzenlemelerden çıkarılarak tür bazlı müdahale çerçevesi içeren kalıcı yönetmeliklerle güçlendirilmelidir. Teşvik sistemleri yalnızca genelgelerle değil, uzun vadeli yasal çerçevelerle yapılandırılmalı; geri alım programları bilimsel izleme sistemleriyle entegre edilmelidir.

Ulusal düzeyde, istilacı türlerin yayılımını, etkilerini ve müdahale süreçlerini izleyebilecek dijital bir erken uyarı sistemi oluşturulmalı; bu sisteme e-DNA temelli analizler, foto-tanım teknolojileri, yapay zekâ destekli veri işleme yöntemleri ve vatandaş bilimi uygulamaları gibi sistemler entegre edilmelidir. Kurumlar arası veri paylaşımı ve görev tanımı açık şekilde belirlenmeli; üniversiteler, STK'lar ve yerel paydaşlar karar alma süreçlerine aktif biçimde dâhil edilmelidir.

Sonuç

Türkiye denizlerinde artan istilacı ve tehlikeli tür baskısı, yalnızca ekosistem sağlığını değil, toplum sağlığı ve ekonomik faaliyetleri de tehdit etmektedir. Bu tehdide karşı geliştirilen politikalar, yasal düzenlemeler ve saha uygulamaları önemli bir başlangıç noktası sunmakla birlikte, uygulamada bazı yapısal eksiklikler sürmektedir. Tür bazlı kalıcı mevzuat eksikliği, veri paylaşımında kurumsal dağınıklık, izleme faaliyetlerinde süreklilik sorunu ve yerel düzeyde farkındalık farklılıkları, yönetimin bütüncül ve sürdürülebilir bir modele evrilmesini zorlaştırmaktadır.

Tüm bu sınırlılıklara rağmen, Türkiye'nin ulusal ve bölgesel düzeyde geliştirdiği girişimler bu alandaki kapasiteyi ortaya koymaktadır. Bu potansiyelin etkinleştirilebilmesi, ancak mevcut eksiklerin giderilmesi, kurumsal eşgüdümün sağlanması ve bilim temelli uygulamaların yaygınlaştırılması ile mümkün olacaktır.

Kaynakça

Azzurro, E., Maynou, F., Belmaker, J., Golani, D., Crooks, J.A. (2019) Population dynamics and impacts of non-indigenous species in the Mediterranean Sea. *Biological Invasions* 21: 3195-3210.

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİB) (2018) DEN-İZ İzleme Programı Uygulama Rehberi. Ankara.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) (2024) İstilacı Yabancı Türler Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı Taslağı. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Galil, B.S., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Ojaveer, H. (2018) The enlargement of the Suez Canal and marine bioinvasions in the Mediterranean Sea: A proactive view. *Marine Pollution Bulletin* 118(1-2): 7-14.

GFCM (General Fisheries Commission for the Mediterranean) (2025) Report of the 47th Scientific Advisory Committee (SAC) Meeting. FAO, Rome.

Simberloff, D., Martin, J.-L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., Courchamp, F., Galil, B., Garcia-Berthou, E., Pascal, M., Pysek, P., Sousa, R., Tabacchi, E., Vila, M. (2013) Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution* 28(1): 58-66.

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2012, 2016, 2020a, 2020b, 2024a, 2024b, 2025) Ticari ve Amatör Su Ürünleri Tebliğleri ve Destekleme Genelgeleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları.

Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Öztürk, B. (2015) Invasion of the Lessepsian pufferfish *Lagocephalus sceleratus* in the eastern Mediterranean Sea. *Zootaxa* 3956(4): 477-488.

Ünal, V., Göncüoğlu Bodur, H., Acarli, D. (2020) Socio-economic impacts of the invasive pufferfish on small-scale fishers in the Eastern Mediterranean. *Mediterranean Marine Science* 21(3): 639-649.

Halk Sağlığı Perspektifinden Ulusal Denizanası İzleme Programı: YaYakarsa?

İ. Destan ÖZTÜRK

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği
Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul

destanozturk@istanbul.edu.tr

Özet

Akdeniz, zengin biyolojik çeşitliliğiyle dünya genelinde dikkat çeken bir bölge olarak tanımlanmaktadır. Bölge, endemik türlerin yoğunluğu ve ılıman ile subtropikal canlı topluluklarının bir arada bulunmasıyla benzersiz bir ekosistem özelliği taşımaktadır. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), denizanası patlamalarını, anormal artışlarını ve kıyılarıımıza olan olumsuz etkilerini anlamak, bu konuyu bilimsel platforma taşımak ve karar vericilere rehberlik etmek amacıyla “YaYakarsa?” adlı bir ulusal denizanası izleme programı başlatmıştır. Bu izleme programı, belirli mevsimlerde o bölgede görülen denizanası patlamalarının düzenli olarak raporlanmasını sağlayarak, bölgesel ve mevsimsel eğilimlerin anlaşılmasına olanak tanımaktadır.

Anahtar kelimeler: Denizanası, vatandaş bilimi, Ulusal İzleme Programı

Giriş

1990'lı yıllarda Karadeniz'de meydana gelen *Mnemiopsis leidyi* aşırı artışı (Kideys 2002; Shiganova ve diğ. 2001) ve ardından güneydoğu Akdeniz'de *Rhopilema nomadica* gibi zehirli türlerde görülen artış (Galil ve Zenetos 2002; Lotan ve diğ. 1994), iklim krizi ve buna bağlı olarak ısınan denizlerin de etkisiyle, yabancı türlerin hem deniz ekosistemlerinde hem de halk sağlığında önemli etkiler yaratabileceğini ortaya koymuştur. Bu olaylar, denizanası popülasyonlarının düzenli olarak izlenmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır (Öztürk 2020). Akdeniz, endemik tür çeşitliliği ve ılıman-subtropikal toplulukların bir arada bulunmasıyla dikkat çeken benzersiz bir ekosistemdir (Coll ve diğ. 2010). Son on yılda, Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa ve Ctenophora gruplarındaki kitlesel çoğalmalar; turizm (Öztürk ve Sumen 2020; Ghermandi ve diğ. 2015) ve balıkçılık (Bosch-Belmar ve diğ. 2021) başta olmak üzere birçok sektörü etkilemiştir. Bu durum, denizanası kaynaklı olayların hem ekosistem hem de insan sağlığı açısından izlenmesini sağlayacak güvenilir ve kapsamlı verilere olan ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır. Bu risklerin yalnızca ekosistem üzerinde değil, aynı zamanda doğrudan insan sağlığı üzerinde de etkileri olması, denizanalarıyla insan etkileşimlerinin kapsamlı biçimde belgelenmesini zorunlu kılmaktadır.

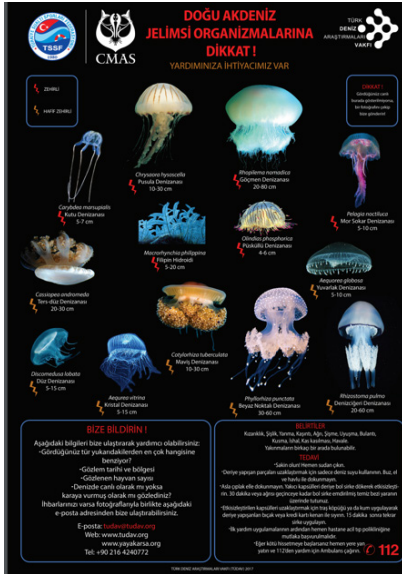
Denizanalarıyla insan temasları çoğunlukla yüzme, dalış, balıkçılık faaliyetleri sırasında veya ağlara takılma ve kıyıya vurma gibi durumlarda gerçekleşmektedir. Turizm bölgelerinde ani medüz patlamaları, yüksek sağlık riski yaratabilmektedir. Bu nedenle kıyı yönetimi açısından acil önlemler gerektirebilmektedir. Bu nedenle popülasyonların düzenli olarak izlenmesi hem erken uyarı sistemlerinin kurulması hem de yönetsel kararların desteklenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Vatandaş bilimi tabanlı izleme programları, geniş bir coğrafi kapsama ulaşarak tek bir araştırma ekibinin erişemeyeceği alanlardan veri toplanmasını, gözlemlerin anında fotoğrafla doğrulanmasını ve kamuoyunun bu konuda farkındalığının artmasını sağlamaktadır.

Bu kapsamda, Akdeniz’de yürütölen vatandaş bilimi temelli denizanası gözlem inisiyatifleri (CS-JOI), hem gerçek zamanlı uyarı sistemleri oluşturarak halk sağlığı risklerine karşı erken tepkiyi mümkün kılmakta hem de uzun vadeli denizanası dağılımı bilgilerini zenginleştirmektedir (Edelist ve diğ. 2025). Benzer şekilde, Türkiye kıyılarında yürütölen YaYakarsa? programı da vatandaş biliminin sağladığı geniş katılım ve hızlı veri akışı sayesinde hem halk sağlığı hem de ekosistem izleme açısından önemli bir araç konumundadır. Bu doğrulama süreci sayesinde hem ekolojik izleme verileri hem de olası sağlık vakalarına ilişkin bilgiler hızlı biçimde değerlendirilerek, riskli durumlarda yerel yönetimlere ve sağlık otoritelerine erken uyarı sağlanabilmektedir."

Metot

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), kıyılarımızda denizanası popülasyonlarında meydana gelen ani artışları ve bu artışların halk sağlığı ile kıyı ekosistemleri üzerindeki olası olumsuz etkilerini belirlemek amacıyla YaYakarsa? adlı ulusal bir izleme ve bilgilendirme programı başlatmıştır. Bu tür programlar, yalnızca güncel tür dağılımını belgelemekle kalmaz; halk sağlığı açısından risk oluşturabilecek türlerin erken tespiti ve izlenmesi yoluyla koruyucu önlemlerin alınmasına da katkı sağlar.

Program kapsamında 2014 yılında Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanan bir bilgilendirme posteri (Şekil 1), denizanalarını zehirli ve hafif zehirli olarak sınıflandırmakta; Latince ve Türkçe adları, boyut bilgileri, temas sonrası gelişebilecek olası belirtiler ve ilk yardım yaklaşımları hakkında bilgi sunmaktadır. YaYakarsa? 2014’ten bu yana kesintisiz olarak yürütölmekte olup, gözlemlerden elde edilen veriler arasında denizanası türü, göröldüğü bölge ve durumu, yoğunluk bilgisi (m² başına birey sayısı), gözlem zamanı ve tarihi, gözlemcinin iletişim bilgileri ile gözlemlenen canlıya ait fotoğraf ve/veya video kayıtları yer almaktadır. Gelen tür fotoğrafları uzman deniz biyologları tarafından doğrulanmakta; temas ve semptomlara ilişkin fotoğraf ve bilgiler ise vakıf bünyesinde birlikte çalıştığımız hekimlere iletilerek değerlendirilmekte ve gerekli durumlarda ilgili sağlık otoriteleriyle paylaşılmaktadır.



Denizanası adı (Bilmiyorsanız boş bırakın)

Görüldüğü Bölge (gerekli)

Görüldüğü Durum

Metrekareye Düşen Sayı

Gözlem ne sırada yapıldı?

Gözlem Tarihi
(gg. aa. yyyy)

Adınız, Soyadınız (gerekli)

E-posta Adresiniz (gerekli)

Telefon Numaranız

Fotoğraf veya video (maks. 10MB ve 5 dosya)

Dosyaları Sürükleyip Bırakabilirsiniz
veya
Bilgisayarınızdan Seçebilirsiniz

0 of 5

Şekil 1. TÜDAV tarafından hazırlanan denizanası poster ve Yayakarsa? veri yükleme ekranı

Tablo 1. YaYakarsa? programı kapsamında 2014–2024 yılları arasında Türkiye kıyılarından bildirilen denizanası türleri, toplam bildirimler içindeki yüzdeleri ve zehirlilik durumları.

No	Tür	Yüzde (%)	Zehirlilik
1	<i>Rhizostoma pulmo</i>	26.2	Hafif Zehirli
2	<i>Aurelia aurita</i>	16	-
3	<i>Chrysaora hysoscella</i>	15.4	Hafif Zehirli
4	<i>Cotylorhiza tuberculata</i>	13.3	Hafif Zehirli
5	<i>Rhopilema nomadica</i>	9.8	Zehirli
6	<i>Pelagia noctiluca</i>	5.5	Zehirli
7	<i>Olin dias phosphorica</i>	2.9	Zehirli
8	<i>Cassiopea andromeda</i>	2.4	Hafif Zehirli
9	<i>Aequora sp.</i>	1.5	Hafif Zehirli
10	<i>Phyllorhiza punctata</i>	<1	Hafif Zehirli
11	<i>Beroe ovata</i>	<1	-
12	<i>Carybdea marsupialis</i>	<1	Zehirli
13	<i>Drymonema dalmatinum</i>	<1	Zehirli
14	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	<1	-
15	<i>Macrorhynchia philippina</i>	<1	Zehirli
16	<i>Discomedusa lobata</i>	<1	Hafif Zehirli

Sonuç

YaYakarsa? programı kapsamında 2014–2024 yılları arasında toplanan kayıtlar, Türkiye kıyılarında farklı denizanası türlerinin dağılımına ve temas bildirimlerine dair önemli bir veri seti sunmuştur. En sık bildirilen türler arasında *Rhizostoma pulmo* (%26,2), *Aurelia aurita* (%16,0) ve *Chrysaora hysoscella* (%15,4) öne çıkmıştır. Bu üç tür toplam bildirimlerin yaklaşık yarısını oluşturmuş, özellikle yaz aylarında kıyı bölgelerinde yoğun gözlemler rapor edilmiştir. Ayrıca, halk sağlığı açısından riskli olan *Rhopilema nomadica* (%9,8) ve *Pelagia noctiluca* (%5,5) gibi zehirli türler de belirli dönemlerde yüksek sayıda kaydedilmiştir (Tablo 1).

Bildirilen vakaların %11'i için tür tayini yapılamamıştır. Gözlemlenen bireylerin vücut bütünlüğünün bozulmuş olması ya da gönderilen görsellerin tanımlama için yeterli ayrıntı içermemesi tür tayini yapılmamasının ana nedenleri olmuştur. Bununla birlikte, raporlanan kayıtların yaklaşık %2'si doğrudan temas olaylarını içermektedir. Bu durum, izleme programının yalnızca ekolojik gözlemleri değil, aynı zamanda insan–denizanası etkileşimlerini de belgelemesi sayesinde, halk sağlığına yönelik bilgilendirme süreci için önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Son dönemde *Pelagia noctiluca* ve *Rhopilema nomadica* türlerinde gözlenen artış, bu türlerin yüksek derecede yakıcı özellikleri nedeniyle halk sağlığı açısından dikkatle izlenmesi gereken bir durum ortaya koymaktadır (Aouititen ve diğ. 2025; Dror ve Angel 2023; Edelist ve diğ. 2025).

Bu artışların halk sağlığına yansımaları, YaYakarsa? programına ulaşan temas bildirimleriyle de somutlaşmaktadır. Kayıtların yaklaşık %2'si doğrudan temas vakalarını içermekte olup, bu bildirimler genellikle yüzme, dalış gibi rekreasyonel aktiviteler sırasında ya da kıyıya vurmuş bireylerle temas halinde rapor edilmiştir (Şekil 2). Tür tayinin yapılmasının ardından, temas ve semptomlara ilişkin veriler halk sağlığı uzmanları ile paylaşılmakta ve gerektiğinde ilgili otoritelerle iletişime geçilmektedir. Böylece hem türlerin ekolojik dağılımına dair bilgi sağlanmakta hem de halk sağlığına yönelik erken uyarı ve bilgilendirme sürecine önemli katkı sunulmaktadır.



Şekil 2. YaYakarsa? programına gönderilen denizanası temas vakalarına ait fotoğraf örnekleri

Öneriler

Bu bulgular, denizanası temaslarının halk sağlığı açısından düzenli biçimde kaydedilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Vatandaş bilimi yoluyla toplanan fotoğraf ve belirti verileri, hem erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine hem de temas sonrası uygulanacak doğru ilk yardım yaklaşımlarının belirginleşmesine katkı sunmaktadır. Bu verilerin halk sağlığı uzmanları ve ilgili otoritelerle

paylaşılması, yalnızca mevcut risklerin daha hızlı yönetilmesine değil, aynı zamanda geleceğe yönelik önleyici stratejilerin şekillendirilmesine de olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, halkın katılımının sürdürülebilirliği için programın düzenli olarak tanıtılması ve kesintisiz veri akışının sağlanması gerekmektedir.

Kaynakça

Aouititen, M., Magabandi Mouanda, D. C., Luan, X. (2025) Unveiling the environmental drivers of *Pelagia noctiluca* outbreaks: A decadal study along the Mediterranean Coastline of Morocco, Algeria and Tunisia. *Journal of Marine Science and Engineering* 13(4): 642. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse13040642>.

Bosch-Belmar, M., Milisenda, G., Basso, L., Doyle, T. K., Leone, A., Piraino, S., Milisenda, G., Basso, L. (2021) Jellyfish impacts on marine aquaculture and fisheries. *Reviews Fisheries Science and Aquaculture* 29: 242-259.

Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F.B.R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C.N. (2010) The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PLoS One* 5(8): e11842

Dror, H., Angel, D. (2024) Rising seawater temperatures affect the fitness of *Rhopilema nomadica* polyps and podocysts and the expansion of this medusa into the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 728: 123-143.

Edelist, D., Canepa-Oneto, A., Azzopardi, J., Ballesteros, A., Bellido, J., Boero, F., Bordehore, C., Deidun, A., Fonfría, E.S., Gauci, A., Gili, J.M., Gueroun, S.K.M., Guy-Haim, T., Kuplik, Z., Leoni, V., Kogovšek, T., Marambio, M., Mangin, A., Moranduzzo, T., Öztürk, İ.D., Öztürk, B., *et al.* (2025) Citizen science-based jellyfish observation initiatives in the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 852: 5313-5332.

Galil, B.S., Zenetos, A. (2002) A sea change—exotics in the eastern Mediterranean Sea. In: *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management*. (eds., Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S.) Springer, Netherlands, pp. 325-336.

Ghermandi, A., Galil, B., Gowdy, J. and Nunes, P.A.L.D. (2015) Jellyfish outbreak impacts on recreation in the Mediterranean Sea: welfare estimates from a socioeconomic pilot survey in Israel. *Ecosyst Serv* 11: 140-147.

Kideys, A.E. (2002) Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science*, 297(5586): 1482-1484.

Lotan, A., Fine, M., Ben-Hillel, R. (1994) Synchrony of reproduction and habitat selection in swarm forming scyphomedusae *Rhopilema nomadica*. *Marine Ecology Progress Series* 109: 99-108.

Öztürk, İ.D. (2020) The first record of *Drymonema* sp. from the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 26(2): 231-237.

Öztürk, İ.D., Sümen, S.G. (2020) Unusual mass mortality of jellyfish *Rhizostoma pulmo* on the coast of the Sea of Marmara in December 2020. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 26(3): 343-351.

Shiganova, T.A. (1998) Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fisheries Oceanography* 7(3-4): 305-310.

Halk Sağlığı Bakışıyla Değişen Çevre Koşulları ve Ülkemiz Sularında İstilacı Deniz Canlıları

Çağatay GÜLER

Emekli Öğretim Üyesi, Fizyoloji Uzmanı, Halk Sağlığı Uzmanı, Çevre Sağlığı Uzmanı

cguler56@gmail.com

John M. Last “Sağlık insan ve ekosistemleri paylaşan diğer yaratıklar arasında bir ahenk durumudur” der. İstilacı canlılar denizlerde ve su kütlelerinde, karada, kıyılarda bu ahengi bozan canlılardır. Bunun ekolojik, ekonomik ve sosyal sonuçları vardır (Last 1996; Last 2007).

Deniz, kıyı ve karadaki istilacı türlerin başlıca nedenleri:

İstilacı türlerin yayılması, genellikle insan etkinlikleri ve çevresel değişikliklerce kolaylaştırılan çeşitli etmenlere bağlanabilir. Birincil nedenler aşağıda sıralanmıştır (Galil ve diğ. 2018; Gökoğlu ve diğ. 2017; IUCN 2025; Katsanvakis ve diğ. 2023, Wikipedia 2025; Golani ve diğ. 2002; EEA 2024; Museu Marítim de Barcelona 2024; MarIAS, 2025):

Küresel ticaret ve taşımacılık:

-Nakliye: İstilacı türler genellikle kargo gemilerinde, balast suyunda veya gemi gövdelerinde tutunarak taşınırlar. Bir diğer neden gemi gövdelerinde biyolojik kirlenmesidir. Midye, alg ve midye gibi organizmalar gemilerin tabanına yapışır ve okyanuslar boyunca taşınır.

-Hava Seyahati: Türler bagaj, kargo veya uçakta farkına varılmadan taşınabilir.

-Mal Ticareti: İthal edilen bitkiler, hayvanlar ve tarım ürünleri istilacı türleri taşıyabilir.

Bilerek sokulma:

-Bazı türler tarım, peyzaj düzenleme, haşere kontrolü veya evcil hayvan ticareti gibi amaçlarla bilerek taşınır. Örneğin, doğaya dikilen, salınan ya da kaçan süs bitkileri veya balıklar istilacı özellik kazanabilir.

İklim değişikliği:

-Değişen sıcaklıklar ve iklim örüntüleri, istilacı türlerin daha önce hayatta kalamayacakları yeni alanlarda gelişmeleri için elverişli koşullar yaratabilir.

- İklim değişikliği ayrıca yerel ekosistemleri zayıflatarak onları istilalara karşı daha örselenebilir ya da savunmasız hale getirebilir.

Habitat bozulması:

-Ormanların yok edilmesi, kentleşme ve tarım gibi insan etkinlikleri doğal yaşam alanlarını bozarak istilacı türlerin yerleşip tutunabilmeleri için fırsatlar yaratır.

-Bozulan ekosistemler genellikle istilalara direnmek için gereken biyolojik çeşitlilik ve dirençten yoksundur.

Doğal avcılarının bulunmaması:

-İstilacı türler genellikle doğal avcılarının bulunmadığı yeni ortamlarda gelişirler ve bu da sayılarının kontrolsüz bir şekilde büyümesine olanak tanır.

İnsan seyahati ve mesire etkinlikleri (rekreasyon):

-Tekneler, yürüyüş donanım ve araçlar tohumları, böcekleri veya diğer doğal yaşama alanlarından başka yerlere taşıyabilir.

-Balıkçılık veya kampçılık gibi mesire etkinlikleri istilacı türleri istemeden yayabilir.

Zayıf biyogüvenlik önlemleri:

-Sınırlarda ve limanlarda yetersiz mevzuat düzenlemeler veya yaptırımlar istilacı türlerin denetimsiz olarak yeni bölgelere girmesine olanak sağlayabilir.

Hızlı üreme ve uyum:

-Birçok istilacı türün üreme hızları yüksektir ve kaynaklar için yerel türlerle rekabet ederek yeni ortamlara hızla uyum sağlayabilirler.

Ekosistem dengesizliği:

-Yerel türlerin aşırı sömürülmesi veya kirlilik ekosistemleri zayıflatabilir ve onları istilalardan daha kolay etkilenir hale getirebilir.

Tarihsel etmenler:

-İster kasıtlı ister kazara olsun, çok eski tarihlerde girmiş olan istilacı türlerin zamanla yayılmayı sürdüren topluluklar oluşturmalarına yol açmış olabilir.

İstilacı türlerin yayılmasını kolaylaştıran çevre sağlığı sorunları:

Çevre sağlığı sorunları, ekosistemleri zayıflatarak ve istilalara karşı daha duyarlı hale getirerek istilacı türlerin yayılmasını kolaylaştıran koşullar yaratabilir. Katkıda bulunan bazı temel çevre sağlığı sorunları şunlardır (Gölge 2025; Çınar ve diğ. 2021; UNDP 2025; Uyal ve Boz 2018; Güler 2012, 2011; Zaitsev ve Öztürk 2001; Topper 2025):

Habitat bozulması:

-Ormanların yok edilmesi, kentleşme ve tarım için arazi dönüşümü doğal yaşam alanlarını bozar, biyolojik çeşitliliği azaltır ve istilacı türlerin yerleşmeleri için fırsatlar yaratır.

-Parçalanmış yaşam alanları, istilacı türlerin yayılmasını kolaylaştırır ve yerel türlerin rekabet etmesini zorlaştırır.

Kirlilik:

-Su kirliliği (örneğin, tarımsal akıntılar, endüstriyel atık veya kanalizasyondan) su ekosistemlerini değiştirebilir ve onları istilacı türlere karşı daha savunmasız hale getirebilir.

-Hava kirliliği ve toprak kirliliği yerli türlere baskı uygulayarak istilalara karşı direnme yeteneklerini azaltabilir.

İklim değişikliği:

-Sıcaklık artışları ve yağış düzenlerinin değişmesi istilacı türlerin gelişebileceği yeni yaşam alanları yaratabilir.

-İklim değişikliği ayrıca yerel türlere baskı uygulayarak istilacılara karşı rekabet güçlerini azaltabilir.

-Sel veya kuraklık gibi aşırı hava olayları ekosistemleri bozarak istilacı türlerin yayılması için fırsatlar sağlayabilir.

Azot ve fosfat zenginleşmesi (Ötrofikasyon):

-Gübrelerden ve atık sulardan gelen aşırı besin ögeleri, su kütlelerinde yosun patlamalarına ve oksijeni tükenmiş "ölü bölgelere" yol açabilir ve bu tür koşulları göğüsleyebilen istilacı türlerin lehine olabilir.

Biyoçeşitliliğin Kaybı:

-Düşük biyoçeşitliliğe sahip ekosistemler daha az dirençlidir ve istilalara daha yatkındır.

-Yerel türlerin aşırı sömürülmesi (örneğin aşırı balık avcılığı veya avlanma) istilacı türlerin istismarına elverişli dengesizlikler yaratabilir.

Değişen yangın düzenleri (rejimleri):

-Genellikle insan etkinlikleri veya iklim değişikliği nedeniyle yangın sıklığında veya yoğunluğunda meydana gelen değişiklikler, yangına uyum sağlamış veya yanmış alanlara hızla yerleşebilen (kolonize edebilen) istilacı türlerin lehine olabilir.

Toprak bozulması:

-Aşırı otlatma veya tek ürün tarımı (monokültür tarım) gibi kötü arazi yönetimi uygulamaları, toprak sağlığını bozarak istilacı bitkilerin köklenmesini kolaylaştırabilir.

Su yönetimi uygulamaları:

-Baraj inşaatı, su kanalları ve su yönlendirmesi doğal su akışlarını değiştirerek istilacı su türlerini destekleyen koşullar yaratabilir.

Yerli olmayan türlerin sokulması:

-Yerli olmayan türlerin kasıtlı veya kazara sokulması ekosistemleri bozabilir ve istilacı türlerin yayılması için fırsatlar yaratabilir. Örneğin, yerli olmayan avcılar, olağan koşullarda istilacılarla rekabet edecek yerli tür topluluklarını azaltabilir.

İnsan müdahaleleri:

-Mesire etkinlikleri, yapılaşma ve diğer insan müdahaleleri, istilacı türlerin yayılması ve yeni alanlarda yerleşmesini kolaylaştıran yeni yollar oluşturabilir.

Bu çevresel sağlık sorunlarının ele alınması, bozulmuş yaşam alanlarının restore edilmesi, kirliliğin azaltılması, sürdürülebilir arazi ve su kullanım uygulamalarının sağlanması ve yerli biyolojik çeşitliliği koruma çabalarının güçlendirilmesi gibi bütüncül (entegre) yönetim stratejileri gerektirir. Ekosistem sağlığını iyileştirerek ekosistemlerin istilacı türlere karşı savunma güçleri artırılabilir.

İstilacı türlerin yayılmasının neden olduğu insan ve toplum sağlığı sorunları

İstilacı türler hastalıkları yayarak, toksik reaksiyonlara neden olarak, gıda güvenliğini azaltarak ve tıbbi maliyetleri artırarak halk sağlığını tehdit eder. Bu riskleri azaltmak için etkili izleme, erken belirleme ve kontrol önlemleri esastır. İstilacı türlerin birey ve toplum sağlığı üzerindeki başlıca etkiler şunlardır (Güler, 2011, 2012).

Hastalık yayılması

İstilacı türler, hasta-ederler (patojenler) için taşıyıcı (vektör) görevi görerek hastalıkların yayılmasını artırabilir:

- Sivrisinekler (örn. *Aedes albopictus* – Asya kaplan sivrisineği) dang humması, Zika ve chikungunya'yı yayar.
- Keneler (örn. *Ixodes scapularis*) Lyme hastalığına ve Rocky Dağları benekli ateşine katkıda bulunur.
- Sıçanlar (örn. *Rattus norvegicus*) leptospiroz, hantavirüs ve veba yayar.

Toksik ve alerji-yapar (alerjenik) etkiler

Bazı istilacı bitkiler ve hayvanlar toksin üretir veya alerjilere neden olur:

- Dev tavşancılota (*Heracleum mantegazzianum*), fototoksik özsu nedeniyle ciddi cilt yanıklarına ve kabarcıklara neden olur.
- Kanaryaotu (*Ambrosia artemisiifolia*) alerjileri ve astımı kötüleştirir.
- Dev karakurbağası (*Rhinella marina*) zehirli bu fotoksinler salgılar ve yutulduğunda evcil hayvanlara ve insanlara zarar verir.

Gıda güvenliği tehditleri

- Güz tırtılı (*Spodoptera frugiperda*) gibi istilacı zararlılar mahsulleri yok ederek gıda bulunabilirliğini azaltır.
- Zebra midyeleri (*Dreissena polymorpha*) su giriş borularını tıkayarak içme suyu teminini aksatıyor.

Artan sağlık hizmetleri maliyetleri

- İstilacı türler (örneğin Lyme hastalığı, Batı Nil virüsü) tarafından yayılan hastalıkların tedavisi sağlık sistemlerini zorlar.

- Alerjiler ve zehirlenmeler acil başvurularını artırır.

Ekosistem hizmetlerinin bozulması

- Yerli türlerin kaybı (örneğin, Guam'daki kahverengi ağaç yılanları gibi istilacı avcılar nedeniyle) ekosistemleri istikrarsızlaştırabilir, su arıtımını, tozlaşmayı ve hastalık denetimini etkileyebilir.

Ekonomik ve sosyal etkiler

- İstilacı türler turizmi azaltır (örneğin, mercan resiflerine zarar veren aslan balığı).
- Zararlı kontrolü ve altyapı hasarı maliyetlerini artırır (örneğin, zümrüt kül *Siganus rivulatus* kurdunun kentsel ağaçları öldürmesi).

Deniz ve kıyılarımızdaki istilacı türler ve özel riskleri:

Denizlerimiz, Akdeniz, Ege ve Karadeniz ve kıyılarımız birçok istilacı türe ev sahipliği yapmaktadır ve bunların çoğu nakliye, su ürünleri yetiştiriciliği ve Süveyş Kanalı gibi insan yapımı kanallar yoluyla getirilmiştir. Bu türler önemli sağlık, çevre ve ekonomik riskler oluşturabilir. Türkiye denizlerindeki başlıca istilacı deniz canlılarından bazıları ve ilişkili riskleri kısaca özetlemekte yarar vardır (Gölge 2025; Çınar ve diğ. 2021; UNDP 2025; Uyal ve Boz 2018; Topper 2025; Waters ve diğ. 2020; Sümen 2024; Zaitsev ve Öztürk 2001; Öztürk ve İşinbilir 2010; TÜDAV 2022, 2023).

Aslan balığı (*Pterois miles*): Hint-Pasifik'e özgü, Atlantik ve Karayipler'de istilacı bir balıktır. Atlantik sularına yayılanların ev akvaryumlarından salınanlar olduğu belirtilmektedir. Kızıldeniz'den Süveyş Kanalı yoluyla geçmiştir. deniz türlerinin Süveyş Kanalı boyunca, genellikle Kızıldeniz'den Akdeniz'e ve daha nadiren ters yönde göçüne Leseptiyen göçü (veya Eritre istilası), denir.

Aslan balıkları, yerel balıkları ve omurgasızları avlayarak yerel ekosistemleri bozan ve biyolojik çeşitliliği azaltan obur avcılardır. Zehirli dikenleri ağırlı sokmalara neden olarak şişmeye, mide bulantısına ve nadir durumlarda solunum sıkıntısına yol açabilir.

Deniz kedisi, çarpan, sokar, mermer dikenliayak (Tavşan balığı, *Siganus rivulatus* ve *Siganus luridus*): Süveyş Kanalı'ndan giren türlerdendir. Habitat bozulmasına ve biyolojik çeşitliliğin kaybına yol açabilen deniz çayırı ve alglerin aşırı tüketilmesine yol açmaktadır. Dikenleri, ağırlı yaralara ve enfeksiyonlara neden olabilen bir zehir içerir.

Rapana deniz salyangozu (*Rapana venosa*): Japon denizinden gelmiştir. Karadeniz'e balast suyuyla gelen türlerdendir. Yerli çift kabukluları avlayarak kabuklu deniz ürünleri topluluklarını ve su ürünleri yetiştiriciliği endüstrilerini tehdit eder. Ticari kabuklu deniz ürünleri hasadını etkiler. Balıkçılar için bir gelir

kaynağı haline gelmiş olsa da ekolojik etkisi endişe verici olmaya devam etmektedir.

Tarak denizanası (*Mnemiopsis leidyi*): Karadeniz'den balast suyuyla girmiştir. Zooplanktonla beslenir, yerel balık türleri için yiyecek kaynağını azaltır ve besin ağını bozar. Karadeniz'deki hamsi balıkçılığını çöküşüne katkı yapmıştır.

Mavi yengeç (*Callinectes sapidus*): Batı Atlantik'e özgüdür ancak Türkiye denizlerine balast suyuyla getirilmiştir. Kaynaklar için yerel türlerle rekabet eder ve yerel faunayı avlar. Balık ağlarına zarar verebilir ve yerel yengeç avcılığıyla rekabet edebilir.

Balon balığı, uzun balon balığı (*Lagocephalus sceleratus*): Hint Okyanusundan kaynaklanan bir türdür. Süveyş Kanalı'ndan girmiştir. Tüketildiğinde ölümcül olabilen güçlü bir nörotoksin olan tetrodotoksin içerir. Yerel balıkları ve omurgasızları avlayarak ekosistemleri bozar. Balıkçılık donanımlarına zarar verir ve ticari açıdan değerli türleri azaltır (Hwang ve diğ. 1991; Hwang ve Noguchi 2007; Guardone ve diğ. 2020).

***Caulerpa taxifolia* (Katil Yosun):** Akvaryum ticareti ve balast suyu yoluyla getirilmiştir. Deniz çayırı yataklarını boğan ve biyolojik çeşitliliği azaltan yoğun üreme yatakları oluşturur. Deniz yaşam alanlarını bozarak balıkçılığı ve turizmi etkiler. *Caulerpa cylindracea*, Ayvalık Adaları Tabiat Parkı gibi alanlarda tespit edilmiştir. Doğal deniz çayırı yataklarıyla rekabet ederek habitat bozulmasına yol açar.

Çizgili kedibalığı (stripped eel catfish) (*Plotosus lineatus*): Süveyş Kanalı'ndan girmiştir. Zehirli dikenler ağırlı sokmalara ve enfeksiyonlara neden olabilir. Beslenme ve yaşam alanı için yerel türlerle rekabet eder.

Göçebe denizanası (*Rhopilema nomadica*): Süveyş Kanalı'ndan girmiştir. Acı verici sokmalara neden olabilir, cilt tahrişine, alerjik reaksiyonlara ve nadir durumlarda solunum sorunlarına yol açabilir. Ekosistemleri bozan ve yerel türlerle rekabet eden büyük üreme patlamaları oluşturur. Turizmi ve balıkçılığı olumsuz etkiler.

Akdeniz yeşil çağanozu (*Carcinus aestuarii*): Nakliye ve su ürünleri yetiştiriciliği yoluyla yayılır. Yerli yengeçlerle rekabet eder ve yerli kabuklu deniz hayvanlarını avlar. Kabuklu deniz ürünleri yetiştiriciliğini olumsuz etkiler.

Asya yosunu (*Undaria pinnatifida*): Asya'ya özgüdür, artık Avrupa, Yeni Zelanda, Avustralya ve Amerika'da bulunmaktadır. Yoğun ormanlar oluşturarak yerel yosun türlerinin yerini alır.

Spartina (Cordgrass, özellikle *Spartina alterniflora*): ABD Doğu Kıyısı'na özgüdür, Çin, Avrupa ve Kaliforniya'da istilacıdır. Kıyı Alanları (Haliçler, Sulak Alanlar, Plajlar) için tehlikedir. Çamur düzlüklerini otlaklara dönüştürerek göçmen kuşların beslenme alanlarına zarar verir.

Türkiye Denizlerindeki İstilacı Türlerin Genel Riskleri

Biyolojik çeşitlilik kaybı: İstilacı türler genellikle yerel türlerle rekabet ederek biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olur.

Ekosistem bozulması: Besin ağlarını, habitat yapılarını ve besin döngülerini değiştirebilirler.

Ekonomik etki: Balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği ve turizm endüstrilerine zarar verir.

Sağlık riskleri: Zehirli veya toksik türler insan sağlığına doğrudan tehdit oluşturabilir.

Azaltma ve Yönetim

İstilacı türlerin yayılmasını ele almak, daha sıkı biyogüvenlik önlemleri, kamuoyu farkındalığı ve yerel yaşam alanlarının dayanıklılığını artırmak için ekosistem restorasyonu dahil olmak üzere eşgüdümlü çabalar gerektirir (Güler 2011, 2012; UNDP 2025; UNEP 2025). İstilalar önetkinsel ele alınarak, bu türlerin deniz ekosistemleri ve kıyı toplulukları için oluşturduğu riskler azaltılabilir.

İzleme ve erken belirleme: Yeni istilaları belirlemek için düzenli araştırmalar.

Balast suyu yönetimi: İstilacı türlerin yayılmasını önlemek için uluslararası düzenlemeleri uygulamak.

Kamuoyu bilinci: Balıkçıları, turistleri ve halkı istilacı türlerin riskleri ve tanımlanması konusunda eğitmek.

Araştırma ve iş birliği: İstilacı türleri etkili bir şekilde yönetmek için bilimsel araştırmaları ve bölgesel iş birliğini desteklemek.

Kaynakça

Çınar, M.E., Bilecenoglu, M., Yokeş, M.B., Öztürk, B., Taşkın, E., Bakır, K., Doğan, A., Açık, Ş. (2021) Current status (as of 2020) of marine alien species in Türkiye. *Mediterranean Marine Science* 22(1): 1-30.

European Environment Agency (EEA) (2024) Marine non-indigenous species in Europe's seas. <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/8775b34c-bc10-4a6c-b446-f01b521bba85> (Erişim tarihi: 18 Mart 2025).

Galil, B.S., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A. (2018) Marine Bioinvasions in the Mediterranean Sea: History, Distribution, and Ecology. Springer, Switzerland.

Golani, D., L. Orsi-Relini, E. Massutí and J. Qui-gnard. (2002) CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 1. Fishes. F. Briand, ed. CIESM Publishers, Monaco. 256 pp. (Erişim tarihi: 3 Mart 2025)

Gökoğlu, M., Turan, C., Öztürk, B., Balci, B.A., Ünlüsayın, M. (2019) First record of the lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) from the Aegean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 23(1): 1-5.

Gölge, M. (2025) Addressing marine invasive alien species in Turkish seas. Panorama Solutions. <https://panoramasolutions/en/solution/addressing-marine-invasive-alien-species-turkish-seas> (Erişim tarihi: 7 Mart 2025).

Guardone, L., Maneschi, A., Meucci, V., Gasperetti, L., Nucera, D., Armani, A. (2020) A global retrospective study on human cases of tetrodotoxin (TTX) poisoning after seafood consumption. *Food Reviews International* 36(7): 645-667.

Güler, Ç. (2011) Ekosistemler ve Sağlık. Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi No. 54. Yazıt Yayıncılık, Ankara.

Güler, Ç. (ed.) (2012) Çevre Sağlığı (çevre ve ekoloji bağlantılarıyla). Cilt 1-2. Yazıt Yayıncılık, Ankara.

Hwang, D.F., Tai, K.P., Chueh, C.H., Lin, L.C., Jeng, S.S. (1991). Tetrodotoxin and derivatives in several species of the gastropod Naticidae. *Toxicon* 29(8): 1019-1024.

Hwang, D.F., Noguchi, T. (2007). Tetrodotoxin poisoning. *Advances in Food and Nutrition Research* 52: 141-236.

International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2025) Invasive alien species in the Mediterranean. Mevcut adres: <https://iucn.org/our-work/region/mediterranean/our-work/biodiversity-knowledge-and-action/eicat-invasive-species>. (Erişim tarihi: 8 Mart 2025).

Katsanevakis, S., Olenin, S., Puntilla-Dodd, R., Rilov, G., Stæhr, P.A.U., Teixeira, H., Tsirintanis, K., Birchenough, S.N.R., Jakobsen, H.H., Knudsen, S.W., Lanzén, A., Mazaris, A.D., Piraino, S., Tidbury, H.J. (2023) Marine invasive alien

species in Europe: 9 years after the IAS Regulation. *Frontiers in Marine Science* 10: 1271755. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1271755>.

Last, J. M. (1996) Public health and human ecology (2nd ed.). Prentice Hall International. Earth Journalism Network. <https://earthjournalism.net/stories/invasive-toxic-fish-a-new-marine-toppredator>

Last, J. M. (2007) John M. Last'tan Sözlür (Çev. Ç. Güler). Yazıt Yayıncılık. ISBN 9789944461337.

MarIAS – Denizel İstilacı Yabancı Türler Projesi (2025) Marine Invasive Alien Species Project (MarIAS) <https://www.istilacilar.org/marias/> (Erişim tarihi: 7 Mart 2025).

Museu Marítim de Barcelona (2024) Invasive marine species: The Silent Threat. <https://www.mmb.cat/en/exhibitions/invasive-marine-species/> (Erişim tarihi: 8 Mart 2025).

Öztürk, B., İşinibilir, M. (2010) An alien jellyfish *Rhopilema nomadica* and its impacts in the eastern Mediterranean. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 16(2): 149-156.

Sümen, G. (2024, March). Denizlerimizde sağlığı tehdit eden istilacı türlere tıbbi bakış açısı. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV). Mevcut adres: <https://tudav.org/deniz-postasi/denizlerimizde-sagligi-tehdit-eden-istilaci-turlere-tibbi-bakis-acisi-gamze-sumen-mart-2024/> (Erişim Tarihi: 7 Mart 2025).

Topper, I.U. (2025) Invasive toxic fish: A new marine top predator? Earth Journalism Network. <https://earthjournalism.net/stories/invasive-toxic-fish-a-new-marine-top-predator> (Erişim Tarihi 4 Şubat2025)

Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) (2022, 2023) Reports on invasive species in Türkiye's seas. (Erişim tarihi: 6 Şubat 2025).

United Nations Development Programme. Addressing Invasive Alien Species Threats at Key Marine Biodiversity Areas. UNDP Türkiye. <https://www.undp.org/turkiye/projects/addressing-invasive-alien-species-threats-key-marine-biodiversity-areas> (Erişim Tarihi 5 Mart 2025)

United Nations Development Programme. (2020) Spotlight on our key marine areas threatened by invasive species. UNDP Türkiye <https://www.undp.org/turkiye/news/spotlight-our-key-marine-areas-threatened-invasive-species> (Erişim Tarihi 21 Mart 2025)

United Nations Development Programme (UNDP) (2025) UNDP concludes its project targeting invasive alien species in Türkiye's seas: <https://www.undp.org/turkiye/news/undp-concludes-its-project-targeting-invasive-alien-species-turkiyes-seas> (Erişim Tarihi 11 Mart 2025)

United Nations Environment Programme (UNEP) (2025) Marine invasive species in the Mediterranean Sea. UNEP/MAP–RAC/SPA. Mevcut adres: https://rac-spa.org/nfp12/documents/information/wg.408_inf8_rev1_eng.pdf (Erişim Tarihi 3 Mart 2025)

Uyal, İ., Boz, B. (2018) Türkiye'deki En Tehlikeli İstilacı Yabancı Türler ve Türkiye'deki Zehirli Denizel Yabancı Türler (2nd ed.). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Waters, M., Uysal, İ., Turan, C. (2020) Impacts and risk of venomous and sting marine alien species in Turkish marine waters. *Biharean Biologist* 14(1): 41-48.

Wikipedia contributors (2025) Lessepsian migration. https://en.wikipedia.org/wiki/Lessepsian_migration (Erişim tarihi: 24 Mart 2025).

Wikipedia contributors (2025) Ballast water discharge and the environment. https://en.wikipedia.org/wiki/Ballast_water_discharge_and_the_environment (Erişim tarihi: 28 Mart 2027)

Wikipedia contributors (2025) Tetrodotoxin. <https://en.wikipedia.org/wiki/Tetrodotoxin> (Erişim tarihi: 3 Mart 2025).

Zaitsev, Y., Öztürk, B. (2001) Exotic species in the Aegean, Marmara, Black and Caspian Seas. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication no: 8, Türkiye.

