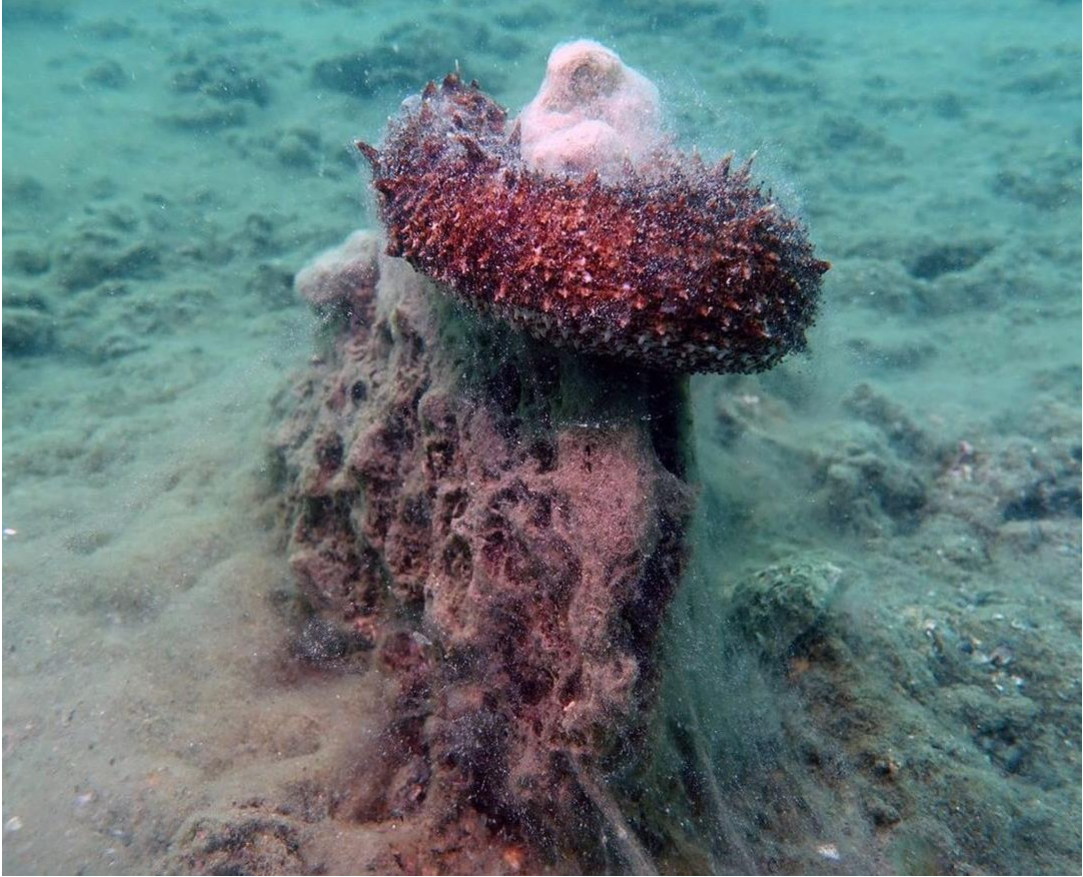


MÜSİLAJIN OLASI NEDENLERİ ve ÇÖZÜM YOLLARI

Derleme Makale

Derleyen: Fatih KÜÇÜKUYSAL



Atıklarla beslenen deniz patlıcanının müsilaj altında ölmek için boş bir pına kabuğuna çıkıp sarılarak hayatta kalma çabası.

29 Mayıs 2021, Erdek Körfezi, Fotoğraf: Mustafa SARI

Özet

Bilindiği üzere Marmara Denizi çok uzun yıllardan beri müsülaj sorunuyla karşı karşıyadır. Balıkçıların “*salya*” adını verdikleri bu deniz fenomeni günümüzde artık *AFET* olarak nitelenebilecek bir durum haline gelmiştir. Türkiye kadar çevre ülkelerin ekosistemlerini de olumsuz etkilemesinden dolayı dünya gündeminde olan müsülaj, fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapısından dolayı Marmara Denizi’nde zaten dramatik bir şekilde gerilemiş olan biyoçeşitliliği daha da azaltmaktadır. Ekosistemdeki canlı ve cansız öğeler; iklim değişimi, kentsel, endüstriyel, tarımsal ve gemi sintiye atıkları ve yanlış balıkçılık gibi etmenlerle ani ve kontrolsüz bir şekilde değişmektedir. Bu durum deniz besin piramidindeki dengeyi bozmakta ve müsülaj oluşumunun temel nedenini oluşturmaktadır.

Müsülaj; fiziksel yapısından dolayı fabrika ve gemilerin filtre sistemleri tıkamakta, biyolojik ve kimyasal yapısından dolayı deniz ekosistemini bozmakta, mikroorganizmalar için ideal bir konak olduğundan insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Tüm bunlara paralel balıkçılık ve turizm girdilerini azaltmakta, ek arıtma-temizleme masraflarıyla ülke ekonomisini daraltmakta ve ekosistemdeki diğer bileşenleri olumsuz etkileyerek geri dönülemez çevre kirliliklerine neden olmaktadır. Bilimsel araştırmalardan ve bilim insanlarının yaptığı son araştırmaların röportajlarından derlenen bu makalede müsülajın nedenleri ve olası çözüm yöntemleri irdelenmektedir.

Tanım

Müsülaj, fitoplanktonların da dahil olduğu deniz organizmaları tarafından salınan yüksek kolloidal özelliklere sahip ekzopolimerik bileşiklerden oluşan bir yapıdır (1). Çeşitli deniz organizmalarının salgıladığı jelimsi organik maddelerin düzensiz olarak birikmesiyle oluşan müsülaj, suda askıda bulunur. Başlangıçta belirli bir bölgede biriktikten sonra yayılmaya başlar ve su yüzeyinin geniş bölümlerini kaplar. Sudaki ve yüzeydeki fitoplankton, zooplankton, bakteriler gibi mikroorganizmalarla çürümüş parçacıklar müsülaj ile birleşerek daha hacimli yapılar oluştururlar (2).

Tarih

Müsülaj oluşumuyla ilgili çalışmalar 18. yüzyıla kadar uzanmaktadır. İlk olarak Adriyatik Denizi’nde 1729 yılında kaydedilmiştir. Başlangıçta balık ağlarının tıkanmasına neden olduğu için “*kirli deniz*” fenomeni olarak tanımlanmıştır (1). 1872 yılında Trieste Körfezi’ndeki müsülaj oluşumuna kadar herhangi bir bilimsel çalışma yapılmamıştır. 1985-1998 yıllarında Cozzi ve ark., Kuzey Adriyatik Denizi’ndeki gözlemleriyle fiziksel ve biyokimyasal koşullardaki kısa zamanlı ve ani değişikliklerin müsülaj oluşumuna büyük bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. 1988 ve 1989 yıllarında Adriyatik Denizi’nin kuzeyinde en büyük müsülaj meydana gelmiş, ekolojik ve ekonomik açıdan olumsuz etkiler yaratmıştır. Buradaki oluşum, 1873’ten 1931’e kadar çeşitli yıllarda bilimsel makalelerde yer almıştır. 1988’den 2004 yılına kadar yaz aylarında tekrar gözlenmiştir. 1977 yılında İngiltere’de Manş Denizi kıyılarında, 1981 ilkbaharında Yeni Zelanda Tazmanya Körfezi’nde, 1982’den 1994’e kadar 23 farklı zamanda Ege Denizi’nin Yunanistan sularında, 1988 yılında Kuzey Denizi’nin Hollanda sahillerinde müsülaj saptanmıştır. Ayrıca Almanya, Fransa ve Belçika’nın Kuzey Denizi’nde ilkbahar aylarının bazı günlerinde birçok kez gözlemlendiği rapor edilmiştir. 2007 yılında Japonya’da Ariake Körfezi’nde görülmüştür. Türkiye’deyse 1990’ların başından itibaren Çanakkale Boğazı’nda görülmeye başlayan müsülaj, özellikle 2007-2008 tarihlerinde yoğun olarak Marmara Denizi’nde de gözlemlenmiştir (3).

Deniz Ekosistemi

Deniz ekosisteminde yaşayan mikroorganizmalar, yeryüzündeki en geniş alanı temsil etmektedirler. Ekosistem döngülerinde yer alan doğal ortam makro ve mikro tüm organizmaların varlığı sistem döngülerinin sağlığı için hayati önemdedir. Deniz ekosistemindeki temel mikroorganizmalardan olan deniz bakterileri ve besin zincirinde bakteri rolleri ve ekosistem işleyişinin anlaşılmasına yönelik çalışmalar, mikrobiyal hareketlilik mekanizmaları, biyolojik iyileştirme çalışmaları mavi biyoteknoloji ve yeşil kimya olarak tanımlanan çalışmaları kapsamaktadır. Türkiye denizlerinde 2000 yılından bu yana yürütülen farklı çalışmalarda bakteriyolojik kirliliğin yanı sıra izole edilen bakterilerin çevresel faktörlere göre değişen metabolik özellikleri, dirençlilikleri, biyoteknolojik potansiyellerine yönelik verileri değerlendirilirken bakterilerin bölgelere yönelik taşıdıkları riskler ve sundukları fırsatlara yönelik verilere özel sorular Marmara Denizi özelinde cevaplanmalıdır (4):

- Bakteriyolojik kirlilik çalışmaları ve genel kirlilik ne boyutta?
- Bakteriyolojik çeşitlilik çalışmaları, çevresel mikro röntgen ne gösteriyor?
- Antibiyotiklere dirençli bakterilerde tehlike ne boyutta?
- Petrol hidrokarbonlarına dirençli bakterileri fırsata çevirebilir miyiz?
- Ağır metallere dirençli bakteriler tehdit mi?
- Bakterilerin endüstriyel, klinik ve ekolojik amaçlarla kullanımının araştırılması fırsat mıdır?
- Epibiyotik bakteriler- Sünger-bakteri birlikteliği fırsat mı sunuyor?

Avrupa denizlerinde 2020 yılına kadar “İyi Çevresel Durum” hedeflenerek yapılan çalışmalara rehberlik eden *AB Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi* (2008/ 6/ EC /MSFD), farklı bileşenlerden söz etmektedir. Türkiye denizlerinden elde edilen bakteri profillerine bakarak Marmara Denzinin mikrobiyolojik röntgenini yorumlamak mümkündür. Mikroorganizmalar, biyokimyasal döngülerde karbon bağlama ve kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırarak azaltılmasında önemli rol oynarlar. Tüm bu süreçler sonucunda mikrobiyal sağlıklı bir yapı olduğunda deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliği sağlanmış olmaktadır (4).

Deniz ekosisteminde önemli yere sahip planktonik canlılar, buldukları bölgenin birincil üretimini belirleyen canlı gruplarıdır. Besin zincirinin önemli halkalarını oluşturan planktonlar zooplankton ve fitoplankton olarak ikiye ayrılmaktadır. Zooplankton, dinamik kıyı sistemlerinde birincil üretimin sonucunu belirleyen ikincil üretim olarak büyük öneme sahiptir. Bolluğu ve çeşitliliği çevre koşullarına bağlı olan zooplankton, sistemde ne kadar zenginse, onunla beslenen hayvanlar da özellikle biyokütle bakımından o kadar zengindir. Balık bolluğu da önemli ölçüde zooplankton yoğunluğuna bağlıdır. Denizlerin kıyı habitatları dip yaşamındaki çeşitlilik nedeniyle tür zenginliğinin fazla olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler deniz ekosistemi üzerinde geniş etkiye sahiptir. Çok sayıda balık türünün üreme ve erken yaşam dönemlerindeki gelişme ortamları bulunur (2).

Müsilaj ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Ülkemizde zooplankton üzerine çalışmalar 1950’lerde olup ilk çalışma Demir (1955) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın içeriğini Marmara Denizi ve Karadeniz’deki *kladoser* türleri ve dağılımları oluşturmuştur. Ünal ve ark. (2000) ise Marmara Denizi’ni ilkbahar mevsimindeki zooplankton yapısı ve *kopepod* türlerini araştırmıştır. Artüz (2008), Marmara Denizi’nde karışık alg çoğalması sonucunda oluşan müsilaj agregat konusunda yayınlanan rapora gör; ölmüş organizmaların parçalanma sürecinde organik girdinin artmasıyla tüm su kütlelerinde suda erimiş oksijen gazının kritik seviyenin altına düştüğünün belirlendiğini bildirmiştir (2).

Müsilajın içerdiği biyolojik zehir (biyotoksin) nedeniyle sucul canlılarda kitlesel ölüm görülmüştür. Müsilajın yoğun sümüksü mukus yapısından dolayı balık yumurta ve larvalarını besin olarak değerlendiren türlere doğrudan öldürücü etkisinin olduğu, av araçlarına verdiği zararla su ürünlerinin eldesinde düşüş gözlenmiştir. Marmara Denizi'nde oluşan müsilaj konusunda araştırma yapan Aktan ve ark., (2008) oluşumun ortamda bulunduğu süre içerisinde yüksek *diatom* (bir alger familyası) yoğunluğu tespit etmişler, oluşumun başlangıcındaki örneklemelerde de *Proboscia alata* (Sundström, 1996), *Rhizosolenia sp.* (Ehrenberg, 1843) ve *Pseudosolenia calcar-avis* (Schulze, 1858) türlerine rastlamışlardır. 2008 yılında oluşan müsilaj içinse en yoğun *dinoflagellat* türünün *Gonyaulax fragilis* (Stearm, 1973) olduğunu bildirmişlerdir. Tarkan (2000), Gökçeada kıyı bölgesi çalışmasında *Acartia clausi'nin* (Giesbrecht, 1889) yıl boyunca en yoğun tür olduğunun tespit edildiğini bildirmiştir. 2001 yılında Tarkan ve ark., en yoğun zooplankton türlerini belirlemek amacıyla Gökçeada'nın kuzeyindeki kıyı sularında yaptıkları çalışmada kopepodların yoğunluk oranının açık sulara doğru azaldığını belirtmişlerdir. Marmara'da yapılan diğer bir çalışmada, 2008'de en yüksek yoğunluğa sahip fitoplankton türlerinin İzmit bölgesinde sırasıyla *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg, 1841), *Thalassiosira rotula* (Meunier, 1910) ve *G. fragilis*, Erdek bölgesinde ise *Skeletonema costatum* (Cleve, 1873), *C. closterium* ve *G. fragilis* olduğu kaydedilmiştir (Polat-Beken ve ark., 2009). 2005 yılındaysa Tarkan, İstanbul Boğazı'ndaki zooplankton kompozisyonunu ve bolluğunu mevsimsel değişimlere göre araştırmıştır. Çanakkale Boğazı ve çevresinde yapılan çalışmalarda; mezozooplankton gruplarının çevresel şartlara bağlı değişimleri üzerine çalışılmış (Büyükkates ve ark., 2007a; Büyükkates ve ark., 2007b; Büyükkates ve ark., 2007c; Büyükkates ve İnanmaz, 2007, 2007a; Büyükkates ve İnanmaz, 2007, 2007b; Büyükkates ve İnanmaz, 2007; Büyükkates ve İnanmaz, 2009) ve zooplanktonun diğer önemli grubu kopepodlar ile negatif ilişkide olduğu bilinen kladoser türlerinin belli zamanlarda zooplanktonun önemli bir kısmını oluşturduğu görülmüştür (2).

Özen ve ark. (2008), Çanakkale Boğazı sığ sularında biyoçeşitliliğin belirlenmesi için 39 istasyondan ıgırıp (serpme türleri olan ağlar) örneklemeleri yapmışlar ve 118 balık türü tespit etmişlerdir. Sığ suların deniz balıkları için beslenme, korunma ve üreme alanları olduğunu belirtmişlerdir. Ilgar (2002), Çanakkale Boğazı'nın bulanıklık durumunu uzaktan algılama yöntemiyle incelemiştir. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı deniz ekosisteminin biyolojik çeşitliliği, Çanakkale Boğazı ve Saros Körfezi alt ve üst besin tabakalarının dinamiği, Çanakkale Boğazı'nda fitoplankton ve nütrientlerin zamansal dağılımı, Çanakkale Boğazı fitoplankton biyomasında meydana gelen günlük değişimler ve Saros Körfezi'nde besin maddelerinin zamana ve derinliğe bağlı değişimleri de araştırılmıştır (Türkoğlu ve ark. 2003, 2004a, b; Koçum, 2005; Cirik ve ark., 2007). Türkoğlu ve Büyükkates (2006) Çanakkale Boğazı'nda kış döneminde fitoplankton yoğunluğunda kısa zaman serili değişimler ve besin tuzu ilişkilerini; Büyükkates ve ark. (2007a) Çanakkale Boğazı Kepez Limanı'nda plankton, birincil üretim ve besin tuzu ilişkilerini; Büyükkates ve ark. (2007b) aynı bölgede alt besin zinciri ilişkilerini araştırmışlardır (2).

Türkiye denizleri kıyasal alanları da dâhil olmak üzere yapılan farklı çalışmalarda bölgelere göre bakteri kompozisyonlarındaki değişikliklerin ve bakterilerin maruz kaldıkları çevresel etkilerin röntgeni oluşturulmuştur. Evsel kirlilik baskılarının yoğun olduğu alanlarda yüksek enterik bakteri düzeyi Gamma Proteobacteria grubunu kapsayan *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterilerin varlığıyla kendini göstermiştir. Bu durum Türkiye'nin tüm kıyasal alanlarında antropojenik kirlilik girdisi olarak gözlenmektedir. Marmara Denizi ile Kuzey Ege arasında bakteri profilleri karşılaştırıldığında görünen fark, Marmara Denizinin enterik bakterilerinin yerini Ege Denizinin kuzeyinde *Furmicitis/Bacilli* üyesi doğal ortam bakterilerinin almış olmasıdır. Denizlerde bakteri kirliliğinin olduğunu gösteren belirleyici (indikatör) bakteriler aynı zamanda hastalık yapıcı (patojen) bakteri varlığına da işaret etmektedir. Marmara Denizi'nde deniz suyu ve sediment örneklerinde gram negatif patojen bakterilerinden oluşan *Gamma Proteobacteria* bakterilerinin büyük kısmını *Enterobacteriaceae* familyası bakterilerin oluşturması, Marmara Denizi'nin insan kaynaklı kirlilik girdileri bakımından taşıdığı riske işaret etmektedir (4).

Müsilajın Oluşma Nedenleri

Bilimsel araştırmada Marmara Denizi Ekim 2007-Şubat 2008 dönemi müsilaj oluşumu süresince fitoplankton bolluğu ve çevresel şartlar incelenmiştir. Müsilaja neden olduğu bilinen türlerden olan *Gonyaulax fragilis*, *Skeletonema costatum* ve *Cylindrotheca closterium* baskın türler olarak tespit edilmiş, aynı zamanda, *Thalassiosira rotula* türü de yüksek sayıda bulunmuştur. Müsilajın yoğun olarak bulunduğu Ocak 2008 İzmit Körfezi Değirmendere örneklerinde, *G. fragilis*'in hücre sayısı 96,250 hücre/L olarak saptanmış ve aynı örneklerde en çok bulunan diatom türü *C. closterium* (161,250 hücre/L) olarak belirlenmiştir. Bu durum Marmara Denizi'nin bilinen azot sınırlayıcı birincil üretimiyle desteklenebilir. Olayın hemen öncesinde veri olmamasına karşın olay süresince elde edilen bu bulgular müsilaj oluşumunda birkaç fitoplankton türünün rol oynadığını düşündürmektedir. Ayrıca müsilaj çevresindeki suda ölçülen ve müsilajın kurutulmuş fazında elde edilen yüksek organik karbon içeriği (%24 org-C), yapının fitoplankton kökenli olduğunu desteklemektedir (3).

Yapılan araştırmada İstanbul'un güneybatı sahilinde 2010 yazında *Cladophora laetevirens*'in aşırı büyümesine dikkat çekilmiş, bu türün ortamın bazı ekolojik özellikleri ve yüzey sularında toplam koliform bakteri sayısı araştırılmış ve aşırı çoğalma sonucu müsilaj benzeri bir yapı oluşturduğu tespit edilmiştir. Örneklemeye dönemi öncesinde bu yapı ortamda gözlenmediğinden, aşırı müsilaj oluşumundan bu türün sorumlu olduğu düşünülmüştür (5).

Marmara Denizi'nde limitlerin üzerine çıkmış olan kirlilik, ekosistemdeki dengenin bozularak biyolojik çeşitliliğinin hızla azalmasına, o da bazı mevcut türlerin fert adetlerindeki aşırı artışlarla anormalliklere yol açmaktadır. 09.09.2007-11.10.2007 tarihleri arasında görülen müsilaj, bir alg patlamasıdır. Bu karışık alg patlamasını yaratan türlerin *Rhizosolenia calcar-avis* ve *Dinophysis caudata*, *Dinophysis tripos* olduğu yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Bu durum, kirliliğin doğrudan bir göstergesi olduğu kadar, sonuçlarıyla kirliliği arttırıcı bir unsur olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu tip anomaliler Marmara Denizi'nde, özellikle tür çeşitliliğine bağlı hassas dengenin kopmak üzere olduğunun ciddi bir göstergesidir. Özellikle de *Dinophysis* türleri gibi biyotoksin içeren canlılardaki artış, ciddi sonuçlar doğurabilecek potansiyeldedir. Pelagialde ve planktonda birbirini takip eden anomaliler gelişmiştir. Aşağıdaki tabloda 2007 yılında Marmara Denizi'nde yaşanan tür bazlı anomalilerin kronolojik dağılımı verilmiştir (6).

→ ... – 15.03.2007 Ceratium türlerinde ciddi bir artış	<i>Ceratium tripos</i> , <i>C. furca</i> , <i>C. macroceros</i>	Blooming öncesi efekti ?
06.04.2007 - ...06.2007 Sagitta türlerinde anormal artış	<i>Sagitta setosa</i> , <i>S. minima</i> , <i>Krohnitta subtilis</i>	
01.06.2007 – 15.08.2007 <i>Rhizostoma pulmo</i> proliferasyonu	İstanbul Boğaziçi, Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi güney kesimleri.	
07.07.2007 – 30.07.2007 <i>Noctiluca miliaris</i> blooming	Hersek burnu civarı, Marmara Denizi orta kesimleri, K. Çekmece-B. Çekmece önleri, Marmara Adaları, Tekirdağ – Karabiga Burnu arası, Doğanaslan Bankı'na kadar yer alan bölge.	Tipik Red Tide efekti
	01.04.2007 – 30.07.2007 → Planktonda dramatik balık yumurta ve larvası eksikliği (yokluğu).	
	15.07.2007 - ... → Planktonda <i>Rhizosolenia calcar-avis</i> dominansisi	Blooming öncesi efekti?
→ ... – 15.08.2007 Narcomedusa proliferasyonu 15-45m arası.	<i>Solmundella bitentaculata</i>	
09.09.2007 - 12.09.2007 Tarihleri arasında karışık blooming	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i> ve <i>Dinophysis caudata</i> , <i>Dinophysis tripos</i>	Tipik blooming efekti
12.09.2007 – ... → Musilaj agregat oluşumu ve gelişimi	Homojen musilaj yapı, İçinde hapsolmuş materyal, Hava kabarcıkları sayesinde yüzer kesim, Su yüzeyinde beyaz tabaka, Gerçek kütle yüzey-piknoklin arası.	“Floc” “Macrofloc” oluşumu
	Sivriada batısı ve Kapıdağ Yarımadası kuzeyinde balık ölümleri. (01.10.2007)	“Kremsi yüzey tabakası” oluşumu
		“Jelatinimsi yüzey tabakası” oluşumu
	04. 11. 2007- ... → Musilaj agregatın tintinidler (<i>Tintinopsis</i> sp.) ve siliatlar (<i>Frontonia marina</i> , <i>Pleuronema coronatum</i>) tarafından tüketilmeye başlanması.	Piknoklin arayüzeyinde Yalancı dip “False bottom” oluşumu
	*26.11.2007 – ... → Musilaj agregat içerisinde homojen dağılımlı ve çok yoğun “oxea” ve “plagiotriaenes” sünger spikülleri benzeri yapılar bulunmaya başlamıştır.	25-80m.derinliklerde Bulut “claud”, “Ribbons” ve “Cobweb” oluşumu
1-2.12.2007-... → Musilaj agregatın kum, çamur partiküllerini tutması sonucunda çok büyük bir hızla dibe çökmesi.	15.07.2007 - ... → Tüm Marmara Denizi boyutunda zoo- fitoplankton kompozisyonunun değişimi. ... → Bentik yapıda tahribat.	Dip yapısının bir tabaka şeklinde kaplanarak “Blanket” oluşumu

14.12.2007 -24.12.2007 Yüzey - termoklin arası blooming	<i>Gymnodinium flavum</i> Bioluminesans özelliği Marmara Denizi'nin doğusu (Körfez'in ağız kısmı dahil) K. Çekmece önlerinden Şarköy açıklarına kadar olan bölge, Gemlik, Bandırma, Erdek ve Karabiga Körfezleri.	Tipik blooming efekti
Musilaj agregat piknoklin-dip arasında	<i>Coscinodiscus granii</i> Körfez iç kısım, Küçük ve Büyük Çekmece iç kısım, Gemlik – Bandırma sahil kesimi, Erdek – Karabiga sahil kesimi.	
	<i>Ceratium furca</i> Bioluminesans özelliği Kızıl su (Red-Tide) Marmara Denizi'nin orta kesimleri, Çanakkale Boğazı	
→ ... (14.12.2007) – ... →	Musilaj agregat yoğun bir şekilde <i>Enoplus meridionalis</i> tarafından "kullanılmaya" başlanması. Aynı şekilde Harpacticoidea, özellikle de <i>Oncaea mediterranea</i> tarafından "üreme amaçlı" olarak kullanılmaya başlanması.	Dead – False Bottom oluşumu
(10.01.2008) – ... →	Musilaj agregatın bünyesinde barındırdığı çeşitli boylardaki partiküller sayesinde dibe çökmesi. Su hareketleri sayesinde, kütlelerin üst kısmından "kopan" parçaların termoklin-piknoklin tabakası çevresinde "tüllenme" şeklinde kendini göstermesi.	Dipte Dead – False Bottom oluşumu Su kolonunda "claud", "Ribbons" "Cobweb" "Blanket" oluşumu

*Yukarıdaki tabloda kırmızı ile belirtilen durum bir fenomen olarak gelişmiştir. Sebebi ve ne olduğu ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. Musilaj agregatın içersinde bu tarihten itibaren yoğun bir şekilde yer almaya başlayan sünger spikülleri benzeri yapıların musilaj agregata nasıl karıştıkları bilinmemektedir.

2007'de yaşanan anomalilerin belirtildiği tablonun özeti olarak musilajın başlıca nedeni; kirlenmenin 2. faza geçmesi, dolayısıyla tür çeşitliliğinin azalması ve mevcut türlerin fert adetlerindeki artışlardır. Suda ya da suyun yakınında yaşayan canlıların ortamındaki kirlilik olgusu temel olarak 3 faz üzerinden değerlendirilir. 1. faz kirleticinin ortama verilmesini takip eden süreçte kirliliğe uyum göstermeyen türlerin ortamdaki silinmesi olarak özetlenebilir. Marmara Denizi için bu süreç ilk olarak İstanbul Kanalizasyon Projesinin bilim insanlarının karşı çıkmasına rağmen, "revizyon" adıyla devreye sokulmasıyla 06.10.1989 yılında Üsküdar – Tuzla sahil şeridinde balık ölümleriyle kendini göstermiştir. Uzun zamandır ciddi tür erozyonuna sahip Marmara Denizi, bir süredir kirliliğin 2. fazı olan "mevcut türlerin fert adetlerindeki anomalileri" yaşamaktadır. Unutulmamalıdır ki, kirliliğin 3. ve son fazı; ortama bırakılacak önemsenmeyecek kadar ek bir miktar kirleticinin, söz konusu ortamı abiyotik, yani canlılıktan uzak hale getirebileceğidir (6).

Turizm, balıkçılık vb. aktiviteler kıyı habitatlarını etkiler. Bu aktivitelerin denize olumsuz etkilerinin yanı sıra, iklimsel değişimler ve yayılcı türler gibi baskılar da bulunmaktadır. Bu habitatlar için tehlike oluşturan biyolojik baskılar arasında müsilaj oluşumu başta gelmektedir. Müsilaj üzerine yapılan araştırmalar, oluşum nedenini beklenmedik iklim koşulları ve besin zincirindeki değişimler sonucunda meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Meteorolojik olaylar da önemli etkide bulunur. Zayıf rüzgarlar ve durgun deniz koşulları da uzun süreli müsilaj oluşumuna neden olmaktadır. 1965-2002 yıllarında yapılan bir çalışmada Po Nehri ve kuzey Adriyatik havzasına ait meteorolojik veriler incelenmiş ve iklimsel parametrelerle müsilaj arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Müsilaj oluşumunda yapılan araştırma ve gözlemlere göre özellikle kış ve bahar aylarında rastlandığı görülmekte, deniz ekosistemde ani meteorolojik değişimlerin ve yağışın etkisiyle müsilaj oluşumunun ortaya çıktığı düşünülmektedir. Çanakkale Boğazı'nda müsilaj oluşumu üzerine yapılan çalışmalar müsilaj oluşumunun evsel, endüstriyel, kanalizasyon atıkları, sintine suları gibi deniz kirletici etmenlerden çok, doğal koşulların etkisiyle ortaya çıktığını göstermektedir. Doğal koşulların başındaysa ani meteorolojik değişimler gelmektedir. Bu oluşumun ortamda bulunma süresi hakkında kesin bir bilgi bulunmasa da müsilajın ortamda bulunma süresi meteorolojik koşullardan ve akıntı hızından etkilenmektedir. Bu konuda daha kapsamlı bilgi sahibi olunması için üniversite ve Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü'nün iş birliği kapsamında AR-GE çalışmaları yürütmeleri uygun olacaktır (2).

Patojen bakterilerin varlığı bakımından deniz suyundaki riskin kaynağı karasal kaynaklı olasılıklar taşımakla beraber Marmara Denizi ve boğazlardan geçen gemi balast atık suları yoluyla taşınan patojen bakterilerden de söz etmek mümkündür. Marmara Denizi'ne farklı coğrafyalardan gelen gemilerin atık tanklarında yüksek heterotrofik bakteri varlığı ve 27si patojen olmak üzere 32 tür tespit edilmesi bu görüşü desteklemektedir. Ayrıca bu bakterilerin antibiyotiklere yüksek dirençli olması, insan kaynaklı kirlilik etkisine ve doğal ortamda dirençlilik aktarım potansiyeline işaret ederek Marmara Denizi'nin sahip olduğu bakteri kökenli riskler arasına girmektedir. Türkiye denizleri genelinde ve Marmara Denizi'nde yapılan mikrobiyolojik çalışmaların çoğunlukla kirlilikle ilgili olduğu görülmektedir (4).

Müsilajın Olası Tehlikeleri

Müsilaj sorununun olası tehlikeleri bakımından aşağıdaki tespitler yapılabilir (2)

- Müsilaj, deniz ekosisteminde büyük öneme sahip sahile yakın sularda deniz tabanına yayılır, beslenme ve korunma alanlarını kaplar. Balıkların solungaçlarını tıkayarak solunumlarını engeller ve çeşitli balık ve omurgasız türler için yaşamsal tehlike oluşturur.
- Müsilajın oluştuğu dönemlerde su kolonunun çeşitli derinliklerinde sahte dip yapısının ortaya çıkması balık göçlerini, beslenme ve üremelerini olumsuz etkiler. Özellikle bu dönemlerde balıkçılık faaliyetlerine geçici sınırlandırmaların konulması hem popülasyonun devamı hem de balıkçılar için önemlidir.
- Balıkçı ağ gözlerini kapaması ve teknelerin filtrasyon sistemlerini tıkamasıyla balıkçılığa zarar verir. Ayrıca dip sulardaki oksijen azalmasıyla balıkların besin kaynaklarını da azaltacağından yine balıkçılığı olumsuz etkiler. Bu hasarları en aza indirmek için müsilajın ortamda bulunduğu dönemde balıkçılık faaliyetlerini en alt düzeyde gerçekleştirmek, teknelerin filtre sistemlerinde ortaya çıkabilecek masrafları önemli ölçüde azaltacaktır. Böylece yakıt, zaman ve iş gücünden tasarruf edilebilir.
- Müsilajın çevredeki insan ve diğer canlıların sağlığını doğrudan etkileyecek bir etkisinin olmamasına rağmen ortamda sirkülasyonun azalmasıyla birlikte çeşitli zararlı mikrobiyal faaliyetler oluşabilir. Bu da canlıların sağlığını olumsuz etkileyebilir.

- Müsilajın bulunduğu alanda denize girilmemesi gerekir. Uzmanların önerilerine göre zararlı etkisi olabileceğinden deniz ürünlerinin tüketilmemesi de gerekebilir.
- Evsel, endüstriyel, kanalizasyon atıkları ve sintine suları gibi denizi kirletici etmenlerin ortama müsilaj bulunduğu dönemde deşarjı ortamın taşıma kapasitesini azaltacaktır. Bu durum deniz ortamındaki yaşam döngüsünü çok büyük bir tehlikeye atar.
- Açığa çıkan kötü görüntü ve koku, turizm faaliyetlerini ve vatandaşları olumsuz yönde etkiler.
- Oluşumun meydana gelmesi tam kontrol altına alınamasa da sorunun çevresel ve ekonomik etkilerinin en aza indirilebilmesi mümkündür. Aksi halde bahsi geçen konularda büyük sorunlar ortaya çıkabilir.

Sonuç ve Öneriler

İklim değişiminin nedenlerinden çoğu, çevrenin uzun bir insan sömürüsü geçmişine dayanmaktadır. Yeşil doğanın azalması, ekosistemdeki oksijen varlığını azaltmaktadır. Ancak iklim değişimine bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık anomalilerinin varlığı ve denizlerdeki oksijen azlığı, müsilajın meydana gelişini tek başına açıklayamaz. Su akım hızı ve su kütlesi devri gibi hidrodinamik rejim değişiklikleri gibi faktörler de önemlidir. Bununla birlikte, iklim değişimiyle müsilaj oluşumu arasındaki bağlantı açıktır. Yapılan araştırmalarda Akdeniz'in ısınma eğilimi dikkate alındığında müsilajın gelecekte de sık görüleceği tahmin edilmektedir (1).

Müsilaj, deniz ekosistemini, insan ve çevre sağlığını ve deniz kaynaklı ekonomiyi etkilemesi açısından ciddi bir sorun haline almıştır. Müsilajın su sıcaklığı değişimleriyle sadece form değiştirerek etkisini devam ettirmesi açıktır. Önlem alınmazsa ileriki dönemlerde sorunların daha yoğun bir şekilde katlanacağı da olasıdır. Ortamda eksilen türlerin yerini alacak canlılardaki artış, bahar ve yaz aylarında planktonlardaki olası patlamalarla da hem çevresel hem ekonomik hem de kütleli olarak sorunların katlanarak artmasına sebep olacaktır. Marmara Denizi genelinde yılların birikimiyle adım adım gelen "AFET" olarak nitelendirilebilecek bir oluşum yaşanmaktadır. Bilimsel araştırmalar sonucu ortaya çıkan tespitlerden anlaşılmaktadır ki tür çeşitliliğinin erozyona uğraması ve mevcut türlerin fert adetlerindeki artış, vahim rakamlara ulaşmaktadır. Söz konusu oluşumun ani durdurulması ve kolay temizlenmesi yakın zamanda pek olası görünmemektedir. Marmara Denizi için hem şimdi hem de ileriye dönük ivedi önlemlerin alınması zorunluluk haline gelmiştir. Bu çerçeveden hareketle, yapılacakları "kısa vadede" ve "uzun vadede" yapılabilecekler iki grup altında toplanabilir. Bular (6):

Kısa vadede yapılması gerekenler;

- 1- Durumun bir afet tanımı içinde değerlendirilerek;
 - a- Özellikle küçük/yerleşik balıkçılık esas alınarak, afet durumu altındaki muafiyet ve hükümlerin uygulanması,
 - b- Su Ürünleri Kanunu ve ilgili yönetmelikler gereğince Marmara Denizi ve Boğazlarda deniz ürünleri avcılığının, durum normale dönene kadar, özel bir kısıtlama/düzenleme altına alınması, (Zaten sahadan gelen bilgilere göre Marmara balıkçıları şu an avlanmak için Ege Denizine göç etmiştir. Y.N.)
- 2- İlgili bakanlıkların da katkılarıyla oluşumun ve gelişiminin mümkün olduğunca sık izlenmesi, konuyla ilgili sürdürülen ve yapılması planlanan bilimsel araştırmalara kaynak bulunması.

Uzun vadede yapılması gerekenler;

- 1- Marmara Denizi'nin coğrafi durumu ve biyolojik yapısı özelinde genel anlamda istihsal yeri olarak değerlendirilip Su Ürünleri Kanunu hükümlerinin vakit geçirilmeden uygulamaya sokulması, (Mevcut yasalar yetersizse yenilenmesi veya yeniden yazılması Y.N.)
- 2- Çevre mevzuatı gereğince, alıcı ortam ve atık su parametrelerinin kabul edilebilir üst limitleri şartlarına uyulması, özellikle de Marmara Denizi'nde kesinlik ve ivedilikle sağlanması,
- 3- Biriken organik maddenin tüm su kütlelerine dağılımının engellenebilmesi yönünden; Marmara Denizi ve Boğazlarda yapılan/yapılacak sondaj ve kazıların bahsi geçen durumu yaratmayacak şartları sağlaması için sürekli ve titiz olarak denetlenmesi, hafriyatın tekrar deniz ortamına boşaltılmasının kesinlikle engellenmesi.

Marmara Denizi'nde yaşanan ekolojik sorunlar, daha önceki uygulamalarda da görüldüğü gibi, yalnızca mühendislik becerisiyle çözülememektedir. Bir ortamdaki değişimlerin gerçek boyutları, nicelik ve nitelikleri ortam-canlı ilişkilerinin kapsamlı araştırılması ve doğru analizlerin yapılması sonucunda açıklığa kavuşabilir. Bu nedenle kirlenme gibi geniş çapta biyolojik etkisi olan bir konuda bilim insanlarıyla beraber toplumun tüm bileşenlerinin birlikte çalışması, kapsamlı bir çözüme ulaşmada belirleyici bir rol oynayacaktır. Marmara Denizi'nde 1970'li yıllardan beri ciddi boyutlara ulaşan ötrifikasyon (büyük bir su ekosisteminde, başta karadan gelenler olmak üzere çeşitli nedenlerle besin maddelerinin büyük oranda artmasıyla plankton ve alg gibi su organizmalarının aşırı şekilde çoğalması. Y.N.) olayı yaşanmaktadır. Marmara Denizi sularına bırakılan organik kökenli atıklar, bazı balık türlerinin su ekosisteminden uzaklaşmasına veya kaybolmasına yol açmaktadır. Buna karşın bu atıklardan yararlanan ve kirli sulardan etkilenmeyen zararlı türlerin varlığı artmaktadır. (Böylece ekosistem ve besin piramidi bozulmaktadır. Y.N.) Marmara Denizi yıllardan beri birinci safha kirlenme olaylarının stresi altında bulunmaktadır. Marmara'da artık ikinci safha kirlenme yaşanmaktadır. Bu durum ekosistemdeki tüm canlıları tehdit etmektedir. Müsilajın su sıcaklığı değişimleriyle sadece form değiştirip etkisini devam ettirmesi, korkarız önümüzdeki dönemlerde sorunların daha yoğun bir şekilde katlanacağı anlamına gelmektedir. Müsilajın fiziksel yapısı, ortamdaki farklı organizmaları bünyesine hapsederek bir anlamda ekosistemdeki türlerin hem çeşitliliğini hem de fert adetlerini etkilemiştir. Eksilen türlerin yerini dolduracak formlarda oluşacak artış, yaz aylarında planktonlardaki olası patlamalarla artarak çoğalacaktır (6).

Son Yapılan Araştırma Sonuçlarının Gazete Röportajları

Müsilajın nedenine ilişkin ilk sonuçlar belli oldu (7).

İstanbul Üniversitesi (İÜ) Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Plankton Araştırma Laboratuvarı, deniz salyasında ilk incelemesini tamamladı. Salyaya tek hücreli canlı türlerinin neden olduğu anlaşıldı. Tek hücreli canlıların çoğalmasında fosfor ve azotun etken olduğunu söyleyen Prof. Dr. Neslihan Özdelice, "2 seneye yakın hepimiz evde kaldık, yoğun deterjan kullandık. Deterjan içeriklerinde yoğun fosfor var. Yeme içme alışkanlığı bile arttı, bunlar bile etken" dedi. İÜ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Plankton Araştırma Laboratuvarı'nda, 23 gün önce Marmara Denizi'nin çeşitli bölgelerinden alınan deniz salyası örnekleri incelendi. İncelenen salyada çok sayıda evsel atık, bakteri ve müsilaja sebep olan tek hücreli canlılar tespit edildi. Tek hücreli canlıların müsilajı arttırmada büyük rol oynadığı saptandı. Bu tespitle birlikte, deniz sularında hali hazırda bulunan bu tek hücreli canlıların neden bu sene bu denli fazla müsilaja sebep olduğu da araştırılacak. İncelemede farklı bir tür de keşfedildi. Laboratuvarda yapılan incelemelerdeki ilk izlenimlere göre, bu seneki artışın evsel atıklar gibi dış etkenlerin bu canlıları strese soktuğu, dolayısıyla tek hücreli canlıların daha fazla müsilaja neden olduğu belirlendi.

Aynı zamanda yanlış avlanma gibi etkenler de tek hücreli canlıların üremesine yol açarak müsilajın artmasına sebep olduğu açıklandı. Prof. Özdelice, "2007-2008 yıllarında gözlemlediğimiz türlerin çoğu, yine bu sene de müsilajdan sorumlu olan baskın türler. Onların dışında farklı olarak bir tür daha gördük. Bu türlerle denemeler yapacağız. Canlıyı belli bir sıcaklık, azot, fosfor kullanarak strese sokarak hangi şartlarda, hangi noktada müsilaj salgıladığını belirleyeceğiz. 2007-2008'de görmediğimiz bir tür daha aktif hale gelmiş halde. Bu senelerden sonra yoğun bir girdi olmuş ki gerek yağışlarla tarımsal alanlardan girdi gerek evsel atık oranlarıyla evsel atıklardaki oran da yükselmiş ki biz bu yapıyı yoğun olarak bu sene görüyoruz" şeklinde konuştu. Prof. Özdelice, "Bu canlılar zaten suda olması gereken canlılar, suya oksijen veren canlılar. Buradaki olayda bu canlıları strese sokan bir faktör var. Bu nedenle dışarıya müsilaj salınımı gerçekleşiyor. Bu algleri yok etmek yapabileceğimiz en kötü şey olur. Çünkü bunlar fotosentez yapan ortama oksijen veren canlılar. Bizim bunları strese sokan faktörleri yaratma(ma)mız gerekiyor" dedi. (Yaratmamak gerekiyor. Y.N.) Özdelice, "En çok azot, fosfor dediğimiz yükün fazla olması sorun. 2 seneye yakın hepimiz evde kaldık, yoğun deterjan kullandık. Deterjan içeriklerinde yoğun fosfor var. Koronavirüs dönemi hepimiz evde yoğun deterjan kullandık. Yeme içme alışkanlığı bile arttı, bunlar bile etken" diye konuştu.

Deniz salyası: Uzmanlar Müsilaj eylem planı hakkında ne diyor? (8).

Marmara Denizi'ni etkisi altına alan müsilaj felaketine ilişkin sorularımızı yanıtlayan İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Bayram Öztürk, tek vücut olarak bütün Türkiye'nin denizlerin korunması için çaba göstermesi gerektiğini söyledi. Marmara Denizi'nde yaşanan ekolojik felaket müsilaj sorununa ilişkin konuşan Prof. Öztürk, Marmara Denizi'nin biyolojik bir koridor olduğuna dikkat çekerek, önlemler değerlendirilirken Ege Denizi ve Karadeniz'inin de dahil edilmesi gerektiğini söyledi. Yıllarca Marmara'nın ihmal edildiğine dikkat çeken Prof. Dr. Bayram Öztürk, "Hepimiz ihmal ettik ama en çok da belediyeler, valilikler ihmal ettiler. Sayın Bakanın yapabileceği çok fazla şey yok. Önemli olan eylem planını hazırlamak değil. Bu olumlu bir şey fakat bunu uygulamak önemli. Türkiye'de birçok yasa var fakat uygulanmalarında sorun var. Tek vücut olarak hepimizin, bütün Türkiye'nin bütün ulusun Marmara Denizi'ni korunması için çaba göstermesi lazım. Yasaların basitleştirilmesi lazım. İş birliği konusunda zayıflıklarımız var. Bütün kurumların, belediyelerin iş birliği yapması gerekiyor" diye konuştu. İleri biyolojik arıtma sisteminin doğru bir karar olduğunu söyleyen Öztürk şunları dile getirdi: "Sorun şu; bunları uygulayacak olan insana ihtiyaç var. Bunların eğitimleri var. Biyolojik arıtma tesislerinin yapılması için de maddi olarak kaynak gerekiyor. Dolayısıyla bu kaynakların nereden bulunacağı, ne zaman bulunacağı, nasıl yapılacağı gibi sorular hâlâ cevapsız".

ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün çalışmalarını referans gösteren Öztürk, karasal atıkların en az %50 oranında azaltılması sonucunda Marmara Denizi'ni 5-6 yıl içinde "komadan çıkarabileceğini" kaydetti. Ekosistemle uyumlu, ekosistem temelli balıkçılık yaklaşımını anlatan Öztürk şöyle devam etti: "Aşırı balıkçılık yerine sürdürülebilir balıkçılık olacak. Küçük balıkçılık desteklenecek. Fakat balıkların yumurtladığı, üreme ve büyüme alanları korunacak ve koruma alanlar oluşturacak. Marmara Denizi'nde koruma alanları yok. Bu konu üzerinde 10 senedir yazıyorum çiziyorum. Müsilaj meselesi ve Marmara Denizi ile ilgili de 2010 yılında toplantı yaptık. Müsilaj dün sabah ortaya çıkan bir şey değil. Türkiye sularında Marmara Denizi'ne daha önce de biliniyordu. Bunla ilgili yapılmış çalışmalar vardı. Önce sorunu doğru anlamak gerekiyor. Doğru anlarsak doğru çözümler bulabiliriz. Marmara Denizi bir biyolojik koridor. Ege'ye ve Karadeniz'e geçmek isteyen göçmen balıklar buradan geçiyorlar. Bu biyolojik koridorun açık kalması lazım. Eğer Marmara Denizi'ni koruyamazsanız Karadeniz'i ve Ege Denizi'ni de koruyamazsınız. Ne yaparsak üçünü bir arada düşünmemiz lazım."

Kanal İstanbul projesine etkisine ilişkin sorumuzu yanıtlayan Öztürk, sözlerine şöyle son verdi: "Hangi oranda etkileneceği konusunda daha fazla bilimsel veriye ve araştırmaya ihtiyaç var. Bir tek şey söyleyebilirim Kanal İstanbul yapılırsa Marmara Denizi'ni kötü etkileyecektir."

Konuyla ilgili konuştuğumuz Deniz Biyoloğu Mert Gökalg ise eylem planı açıklamasının olumlu bir durum olduğunu ancak geç kalındığını söyledi. Önlem almada 50 sene geç kalındığına dikkat çeken Gökalg, "Neden 50 sene geciktik? Belediyecilik kurulurken İstanbul genişlerken, Marmara'nın nüfusu, endüstri, tarım, sanayi artarken bunları düşünmemiş olmamız... Ki hâlâ Türkiye'nin tüm kıyılarına baktığımızda hiç düşündüğümüz de olmadı zaten. Biz neden atıklarımızın nereye gittiğini düşünmeden yaşamımıza devam ettik?" dedi. Deniz Biyoloğu Gökalg, geçmişte 128-124 tane ekonomik balığın çıktığı yerde şu anda 10 tane balık çıktığına dikkat çekerek, zeminde yaşayan canlılarda da ciddi ölüm vakalarının olduğuna dikkat çekti. Deniz Biyoloğu Mert Gökalg ise, "Marmara'yı eski haline getirecek politikalara geçmezsek Marmara Denizi etrafından insan göçünü öngörüyoruz" dedi. 6 aydır balıkçıların feryat ettiğine dikkat çeken Gökalg, "Olay sadece balık avlama noktası da değil. Burada bir sorun olduğu belli. Ki geriye dönelim 2017'de açıklanan raporlar var. 2007 senesinde olmuş bir müsilaj vakası var. Müsilaj bir anda ortaya çıkmadı. Bunlar 50 senenin sonucu" diye konuştu. Murat Kurum'un açıkladığı eylem planında eksiklikler olduğunu söyleyen Gökalg şöyle devam etti: "Planda tüm Marmara bölgesinin bir koruma alanı olacağından bahsediliyor. Bu yapılabilirse müthiş olur. Marmara; deniz canlılarının üremesi açısından çok zengin bir yer. Geçmişte 128-124 tane ekonomik balığın çıktığı yerde şu anda 10 tane balık çıkıyor. Endüstriyel teknelerin gemilerin çalıştırılmayıp sadece geleneksel avcılığın yapılması ve bunların da iyi denetlenmesi gerekiyor. Kıyı düzenlenmesinin engellenmesi, dalga kıranlar, saha doldurmaları, deşarjlar, kum çalınmaları... Bunların hepsinin engellenmesi gerekiyor. Koruma alanı sıfır atık demektir. Ne fiziksel ne biyolojik ne kimyasal ne ön arıtma hiçbir şey olmaması demek sıfır atık politikasına geçmek demektir. Planın en büyük eksikliği zaten bu."

Tesislerin daha az para ödemek ve arıtma sistemlerini kullanamamak için denizi onlarca yıldır kirletmeye devam ettiklerini belirten Gökalg sözlerini şöyle bitirdi: "Toksit kimyasallarla, ağır metallerle, içeriğini bile bilmediğimiz maddelerle kirletiyorlar. Neden yaptırımları olmuyor? Benim insan olarak Marmara Denizi'ndeki yaşamım söz konusu ise tesisler çalışsın, üretmesin. Sıfır atık ile denizi kirletmeden üretim yapana kadar tesisler kapatılmalı. Bizim Marmara Denizi'ndeki varlığımız yaşamımız tehlikede. Bu şu demek; eğer biz önlemleri almaz ve Marmara'yı eski haline getirecek politikalara geçmezsek Marmara Denizi etrafından insan göçünü öngörüyoruz." Tür çeşitliliğinin çok azaldığına dikkat çeken Gökalg, şunları kaydetti: "Balıkları, yengeçleri, karidesleri ekonomik türleri geçtim, sünger popülasyonunda ve zeminde yaşayan canlılarda ciddi ölüm vakaları mevcut. Bu ne demek? Bunlar diğer canlılara, deniz çayırları ve mercan resifleri ile yaşam imkânı veren alanlar. Bunlar yok oluyor. Ben bunu gözlerimle gördüm."

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Eylem Planı (8).

Geçen yıl sonundan bu yana müsilaj sorunuyla boğuşan Marmara Denizi'ndeki ekolojik olay, git gide etkisini artırmaya devam ediyor. Deniz salyası büyük bir sorun haline gelmeye başlarken, muhalefet ve iktidarın konuyla ilgili açıklamaları da art arda geldi. Çevre ve Şehircilik Bakanı Murat Kurum, geçen pazar günü Marmara Denizi Koruma Eylem Planı'nı açıkladı. Kurum, "Tüm kurumlarımızla, belediyelerimizle, doğa severlerimizle, sporcularımız, sanatçılarımız, tüm vatandaşlarımızla birlikte, bir seferberlik anlayışıyla Türkiye'nin en büyük deniz temizliğini yapacağız" dedi.

Değerlendirme

Yapılan araştırma ve analizlerden anlaşılmaktadır ki Marmara Denizi ekosisteminin bozulmasıyla mikroorganizma türü ve sayısı bakımından dengesizlik oluşmuş, biyoçeşitlilik azalmış, bu etkenler besin zincirini değiştirmiş ve stres altındaki mikroorganizmalar tarafından salgılanan sıvılar neticesinde müsilaj sorunu ortaya çıkmıştır. Bu strese neden olan etmenler; organik ve inorganik atıkların (bu yıla özel fosfor içerikli aşırı deterjan miktarı) yeterince arındırılmadan (bazen hiç arıtılmadan) denize salınması, iklim değişimine bağlı olarak deniz suyu sıcaklığındaki yükselme ve denizde sirkülasyonun azalması, yabancı gemilerle gelen patojen mikroorganizmalar, yerli ve yabancı gemilerin sintine atıkları, yanlış yerlerde ve aşırı oranda balıkçılık yapılması sayılabilir. Su yolları üzerindeki bir iç deniz olan Marmara Denizi, uzun yıllardır evsel, endüstriyel ve tarımsal biyolojik ve kimyasal atıkların denize tam arıtılmadan verilmesinden kaynaklı olarak kirlilik baskısı altındadır. Geçmişte zaman zaman karşımıza çıkan müsilaj sorunu, 2021 itibariyle yayıldığı alanın büyüklüğü, yoğunluğu ve süre bakımından uzunluğu nedeniyle doğal döngüsünün dışında kaygı verici bir haldedir. Bugünkü haliyle Marmara Denizi ekosistemi ciddi bir yaşamsal tehdit altındadır. Karbon salınımı sonucu oluşan sera etkisi sonucu tetiklenen küresel iklim değişikliği de bu durumu etkilemiştir. Sorunun çözülmesi için kamu, özel, sivil tüm kişi ve kurumlarla Marmara Denizi'ndeki kirlilik yükünün azaltılması, iklim değişikliğini dikkate alan yeni bir atık yönetim politikası geliştirilmesi ve ilgili tüm paydaşların katılımıyla acil eylem planı hazırlanması (varsa dahil olunması) zorunludur. Endüstri ve tarımda yeşil kimya ilkelerine uygun yeşil teknoloji kullanılması, ekolojik sürdürülebilir tarımın yaygınlaştırılması-teşvik edilmesi, normal tarım yapılacaksa *iyi tarım* denilen kimyasal girdilerin az ve kontrollü olduğu tarımın desteklenmesi, sorumlu üretim ve tüketimin gelişmesi için iş verenlere, çalışanlara ve tüketicilere bilinçlendirme seminerleri verilmesi, ilgili STK'ların desteklenmesi, üreticilere ait arıtma tesislerinin sıkı kontrolü ve bu tesislerde ileri biyolojik arıtma kullanılması, BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Avrupa Yeşil Mutabakatına özel yasa ve yönetmeliklerin geliştirilmesi ve tam uygulanması gibi çalışmalar bu sorunun azaltılması ve iyileştirilmesi için tavsiye edilir.

Fatih KÜÇÜKUYSAL

Kimyager, Sürdürülebilir Yaşam Danışmanı, Polimer Malzeme Mühendisliği Yüksek Lisans Öğrencisi

REFERANSLAR

- (1) Danovaro, D., Umani, S. F., Pusceddu, A. (2009) Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007006>
- (2) Yentür, R. E. (2011) Çanakkale Boğazı'ndaki Müsilaj Oluşumunun Zooplankton Grupları Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*
- (3) Tüfekçi, V., Balkıs, N., Polat Beken, Ç., Ediger, D., Mantıkçı, M. (2010) Phytoplankton composition and environmental conditions of a mucilage event in the Sea of Marmara. *Turk J Biol 34 (2010) 199-210* © TÜBİTAK doi:10.3906/biy-0812-1
- (4) Altuğ, G. (2017) Marmara Denizi'nde Bakteriyolojik Riskler ve Fırsatlar. *III. Marmara Denizi Sempozyumu s. 132-255*
- (5) Balkıs, N., Sivri, N., Fraim, N. L., Balcı, M., Durmuş, T., Sukatar, A. (2013) Excessive growth of *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kutzing and enteric bacteria in mats in the Southwestern Istanbul coast, Sea of Marmara. *IUFS Journal of Biology IUFS J Biol 2013, 72(2): 43-50*
- (6) Artüz, M. L. (2008) Marmara Denizi genelinde gözlemlenen karışık alg patlaması sonucunda oluşan müsilaj agregat konusunda rapor. *Sevinç-Erdal İnönü Vakfı*
- (7) <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/musilajin-nedenine-iliskin-ilk-sonuclar-belli-oldu-1842684> (alıntı tarihi 09.06.2021)
- (8) <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/deniz-salyasi-uzmanlar-musilaj-eylem-planı-hakkında-ne-diyor-1842868> (alıntı tarihi 09.06.2021)