

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ACİL DURUM VE AFET YÖNETİMİ ANADİLİM DALI

MARMARA DENİZİNDE OLUŞAN AFET
NİTELİĞİNDEKİ MUSİLAJIN ETKİLERİ VE ÇÖZÜM
YOLLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET AYAZ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. İBRAHİM KOÇ

OCAK 2024
BİTLİS

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ACİL DURUM VE AFET YÖNETİMİ ANADİLİM DALI

MARMARA DENİZİNDE OLUŞAN AFET
NİTELİĞİNDEKİ MUSİLAJIN ETKİLERİ VE ÇÖZÜM
YOLLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET AYAZ
ORCID: 0009-0004-5520-8148

DANIŞMAN
DOÇ. DR. İBRAHİM KOÇ

OCAK 2024
BİTLİS

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Acil Durum ve Afet Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisiyim. Hazırlamış olduğum “Marmara Denizinde Oluşan Afet Niteliğindeki Müsilajın Etkileri ve Çözüm Yolları Üzerine Bir Çalışma” başlıklı tezde sunduğum verileri, bilgileri, dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir; aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 22/01/2024.

İmza

Ahmet AYAZ

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK BEYANI

“Marmara Denizinde Oluşan Afet Niteliğindeki Müsilajın Etkileri ve Çözüm Yolları Üzerine Bir Araştırma” başlıklı yüksek lisans tezi Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır.
22/01/2024.

Tezi Hazırlayan

İmza

Ahmet AYAZ

Danışman

İmza

Doç. Dr. İbrahim KOÇ

Acil Durum ve Afet Yönetimi Anabilim Dalı Başkanı

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Sebahattin KOÇ

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY SAYFASI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Acil Durum ve Afet Yönetimi Anabilim Dalı öğrencisi Ahmet AYAZ tarafından hazırlanan “Marmara Denizinde Oluşan Afet Niteliğindeki Müsilajın Etkileri ve Çözüm Yolları Üzerine Bir Araştırma” adlı Yüksek Lisans Tezi ile ilgili tez savunma sınavı, 22/01/2024 tarihinde yapılmış ve tezin oy birliği ile kabul edilmesine karar verilmiştir.

JÜRİ:

İMZA

Danışman: Doç. Dr. İbrahim KOÇ
(Mardin Artuklu Üniversitesi)

.....

Üye: Prof. Dr. Abdurrahman DÜNDAR
(Mardin Artuklu Üniversitesi)

.....

Üye: Doç. Dr. Sinan Mehmet TURP
(Bitlis Eren Üniversitesi)

.....

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla jüri tarafından kabul edilmiş bu çalışmanın yüksek lisans tezi olarak kabulü onaylanmıştır.

....../...../2024

Doç. Dr. Mehmet Bakır ŞENGÜL
Enstitü Müdürü

T.C.

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Acil Durum ve Afet Yönetimi Anabilim Dalı

**MARMARA DENİZİNDE OLUŞAN AFET NİTELİĞİNDEKİ MÜSİLAJIN
ETKİLERİ VE ÇÖZÜM YOLLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet AYAZ

Danışman: Doç. Dr. İbrahim KOÇ

Ocak 2024

ÖZET

Türkiye'nin iç denizi konumunda olan Marmara Denizi, yurt içi ve uluslararası deniz taşımacılığında son derece büyük öneme sahip olmakla beraber yoğun nüfuslu illere ve birçok farklı kollardaki endüstriyel tesislere kıyısı bulunmaktadır. Bu durum, Marmara Denizi'nin dış etkilere maruz kalmasına neden olmaktadır. Marmara Denizi'nin maruz kaldığı dış etkiler müsilaj oluşumu ile kendini göstermiştir. Marmara Denizi, üzerinde birden fazla noktada büyük kütleler halinde hareket eden müsilaj, yapışkan ve köpüksü yapısıyla denizin güneş ışınlarından ve oksijenden faydalanmasını engelleyerek deniz canlılarının yaşam alanlarını kısıtlamakta ve ölümlerine neden olmaktadır. Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde oluşan müsilaj olayının oluşum nedenleri, deniz ekosistemine, insanlara etkileri ve oluşturduğu maddi-manevi zararlar; deniz ulaşımında ve taşımacılığında kullanılan motorlu araçlara olan etkileri araştırılmış, müsilajın sebepleri ve oluşumunu engelleyecek çözüm yollarının bulunması amaçlanmıştır. Mevcut çalışma, literatür taraması yöntemi kullanılarak derleme türünde bir araştırma şeklinde yapılmıştır. Ayrıca, Marmara Denizi'nde meydana gelen müsilaj olayı ile dünyanın farklı bölgelerinde meydana gelen müsilaj olayların benzerlik durumuna ve oluşturdukları tahribata değinilmiştir. Sonuç olarak, müsilaj oluşumunu tekitleyen su akım hızının düşük olması veya durağan olması, deniz suyu sıcaklığının artması ile baskın tür olayının gerçekleşmesi, denizin kaldırabileceği kirlilik yükünden daha fazla kirletilmesi gibi faktörlerin ana kaynak problemler olduğu saptanmıştır.

Bu araştırmanın, gerek ülkemiz gerek uluslararası için önemli bir yeri olan Marmara Denizi'nin sürdürülebilirliği, sonraki nesillere temiz bir şekilde aktarılması ve korunması açısından kaynaklık edeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afet, çevre, kirlilik, Marmara Denizi, müsilaj



Republic of Türkiye
Bitlis Eren University Graduate School
Department of Emergency and Disaster Management
A RESEARCH ON THE EFFECTS AND SOLUTIONS OF DISASTER
MUCILAGE IN THE MARMARA SEA

Master's Thesis

Ahmet AYAZ

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim KOÇ

January 2024

ABSTRACT

The Marmara Sea, which is the inland sea of Turkey, has a great importance in international and domestic maritime transportation, and has coastlines to densely populated provinces and industrial facilities in many different branches. This situation causes the Marmara Sea to be exposed to external influences. The external effects to the Marmara Sea was exposed manifested itself in the formation of mucilage. Mucilage, which moves in large masses at more than one point on the Marmara Sea, prevents the sea from benefiting from sunlight and oxygen with its sticky and foamy structure, restricting the living spaces of sea creatures and causing their deaths. In this study, the reasons for the formation of mucilage in the Marmara Sea, its effects on the marine ecosystem and people, materials and moral damages it causes, its effects on maritime transportation and motor vehicles used in transportation were investigated, and it was aimed to find solutions to prevent the formation of mucilage. The current study was conducted as a review type of research using the literature review method. In addition, the similarities between the mucilage events occurring in the Marmara Sea and the mucilage events occurring in different parts of the world and the damage they cause are mentioned. In conclusion; it has been determined that the main source problems are the factors that inhibit the formation of mucilage, such as low or stagnant water flow rate, occurrence of a dominant species phenomenon with the increase in sea water temperature, and pollution of the sea more than the pollution load it can handle.

It is thought that this research will be a source for the sustainability, clean transfer and protection of the Marmara Sea which has an important place both for our country and internationally.

Keywords: Disaster, environment, pollution, Marmara Sea, mucilage



TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim sürecinde bilgi birikimini benimle paylaşan ve desteğini üzerimde esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim KOÇ' a ve değerli jüri üyesi hocalarım Sayın Prof. Dr. Abdurrahman DÜNDAR ve Sayın Doç. Dr. Sinan Mehmet TURP'a,

Tez hazırlama sürecinde her zaman yanımda olan, maddi ve manevi yardımlarını her daim üzerimde hissettiğim ailem, sevgili eşim Hatice AYAZ ve oğlum Talha AYAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IX
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
HARİTALAR DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR.....	XIV
SİMGELER.....	XV
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ TÜRLERİ

1.1. Çevre Kavramının Tanımı.....	4
1.2. Çevre Kirliliği ve Türleri.....	5
1.2.1. Toprak kirliliği.....	5
1.2.2. Su kirliliği.....	6
1.2.3. Hava kirliliği.....	7
1.2.6. Radyoaktif kirlilik.....	8

İKİNCİ BÖLÜM

AFET İLE İLGİLİ TANIMLAR VE AFET TÜRLERİ

2.1. Afet ve İlgili Kavramların Tanımı.....	9
2.1.1. Tehlike kavramının tanımı.....	10
2.1.2. Risk kavramının tanımı.....	10
2.1.3. Kaza kavramının tanımı.....	10
2.1.4. Acil durum kavramının tanımı.....	10
2.1.5. Acil yardım kavramının tanımı.....	11
2.2. Afet Türleri ve Oluşturduğu Kirlilik.....	11
2.2.1. Doğal afetler.....	11
2.2.1.1. Deprem.....	12

2.2.1.2. Kuraklık.....	13
2.2.1.3. Sel.....	14
2.2.1.4. Çığ düşmesi.....	15
2.2.1.5. Heyelan/kaya düşmesi.....	15
2.2.2. İnsan kaynaklı afetler.....	16
2.2.3. Afetlerin oluşturduğu kirlilik.....	19

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MARMARA DENİZİNİN ÖZELLİKLERİ

3.1. Marmara Denzinin Tarihi.....	20
3.2. Marmara Denzinin Jeolojik Özellikleri.....	20
3.3. Marmara Denzinin Ekolojik Özellikleri.....	21
3.4. Marmara Denzinin Hidrolojik Özellikleri.....	24

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MARMARA DENİZİNDE MÜSİLAJ OLUŞUMU VE

SEBEP OLABİLECEK KİRLETİCİLER

4.1. Marmara Denzinde Müsilaj Oluşumu.....	25
4.1.1. Müsilaj kavramının tanımı.....	25
4.1.2. Müsilaj oluşumunu tetikleyen etmenler.....	25
4.1.3. Marmara Denzinde oluşan müsilaj kirliliği.....	26
4.2. Müsilaj Oluşum Kaynakları.....	28
4.2.1. Evsel kaynaklı kirleticiler.....	28
4.2.2. Sanayi kaynaklı kirleticiler.....	29
4.2.3. Endüstriyel kaynaklı kirleticiler.....	30
4.2.4. Gemi kazaları.....	31
4.2.5. Tarımsal kaynaklı kirleticiler.....	31
4.3. Marmara Denzindeki Müsilajın Çevreye Etkileri.....	32
4.3.1. Ekosistem üzerindeki etkileri.....	32
4.3.2. İnsanlar üzerindeki etkileri.....	33
4.3.3. Turizm üzerindeki etkileri.....	34

BEŞİNCİ BÖLÜM
MARMARA DENİZİNDEKİ MÜSİLAJIN GİDERİLMESİ VE
ÇÖZÜM YOLLARI

5.1. Müsilajın Bertarafı ve Denetlenmesi.....	36
5.2. Marmara Denizini Koruma Eylem Planı.....	38
SONUÇ.....	40
KAYNAKLAR.....	42



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Afetlerin gruplandırılması.....	11
Çizelge 3.1. Marmara Denizinde bulunan su ürünleri	22
Çizelge 4.1. Müsilaj oluşumuna neden olan kirleticilerin sınıflandırılması.....	28
Çizelge 4.2. Marmara Denizi kıyısındaki plajlar ve sıhhi sınıflandırmaları.....	34
Çizelge 5.1. Marmara Denizi'ne sınırı olan illerde toplanan müsilaj miktarı	37
Çizelge 5.2. Toplanan müsilaj miktarı (m ³) ve bertaraf alanı.....	38



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 1.1. Çevre kavramı ile ilgili örnek görüntü.....	4
Fotoğraf 1.2. Çevre kirliliği kavramı ile ilgili örnek görüntü	5
Fotoğraf 1.3. Toprak kirliliği için örnek görüntü	6
Fotoğraf 1.4. Su kirliliği için örnek görüntü	7
Fotoğraf 1.5. Hava kirliliği için örnek görüntü	8
Fotoğraf 1.6. Radyoaktif kirlilik için örnek görüntü	8
Fotoğraf 2.1. Afet ve afet türleri için örnek görüntü	9
Fotoğraf 2.2. Gölçük deperemi ve denize etkisi ile ilgili örnek görüntü	13
Fotoğraf 2.3. Kuraklık afeti ile ilgili örnek görüntü	14
Fotoğraf 2.4. Sel afeti ile ilgili örnek görüntü	15
Fotoğraf 2.5. Fukushima Daiichi nükleer santral kazası ve soğutma çalışmalarından	17
Fotoğraf 2.6. Kimyasal olaylar ile ilgili örnek görüntü	17
Fotoğraf 2.7. Endüstriyel kazalar için örnek görüntü	17
Fotoğraf 2.8. Taşımacılık kazaları ile ilgili örnek görüntü	18
Fotoğraf 4.1. Erie Gölü'ndeki mavi-yeşil alg çoğalması ile ilgili görünüm.....	29
Fotoğraf 4.2. <i>Karenia brevis</i> bakteri türünün balıklar üzerindeki ölüm etkisi	33
Fotoğraf 5.1. Müsilaj temizlik çalışmaları öncesi-sonrası değişimi (CSB, 2021).....	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 2000-2019 yılları arasında dünya üzerinde meydana gelen on büyük afet sıralaması	12
Şekil 2.2. 1970-2006 yılları arası insan-kaynaklı ve doğal afetlerin sayısı.....	18
Şekil 4.1. Müsilaja neden olan temel etmenler	26
Şekil 4.2. 1971-2021 Yılları Arası Dünya ve Türkiye Sıcaklık Ortalamalarının Karşılaştırılması	27
Şekil 4.3. Marmara Denizi'ne çevre illerden yapılan atık su deşarj	29
Şekil 4.4. Marmara Denizi çevresinde bulunan işletmelerin günlük arıtım oranları...	30
Şekil 5.1. Müsilaj kirliliğinin giderilmesinde izlenilen yol şeması.....	36
Şekil 5.2. Müsilaj temizlik çalışmaları öncesi-sonrası değişimi	34
Şekil 5.3. Müsilaj ile mücadele süreci.....	39

HARİTALAR DİZİNİ

Harita 2.1. Türkiye deprem bakımından risk haritası.....	12
Harita 2.2. Türkiye 2022 yılı kuraklık analizi.....	13
Harita 2.3. 1900 yılları sonrasında Türkiye’de oluşan su baskını ve sel sayıları.....	14
Harita 2.4. Türkiye’de Çığ olayının yoğun olduğu.....	15



KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
IFRC	: The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
ISO	: International Organization for Standardization
KTKGB	: Kültür-Turizm Koruma ve Geliştirme Bölgesi
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TM	: Turizm Merkezi
UNSCEAR	: Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi
WHO (DSÖ)	: Dünya Sağlık Örgütü

SİMGELER

%	: Yüzde
&	: Ve
+	: Artı
°C	: Santigrat derece
CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
C ₆ H ₆	: Benzen
C ₂ H ₄	: Etilen
H	: Hidrojen
H ₂ O	: Su
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
K	: Potasyum
Km	: Kilometre
km ³	: Kilometre küp
km ²	: Kilometre kare
m	: Metre
m ³	: Metre küp
NO ₂	: Azot dioksit
O ₂	: Oksijen
O ₃	: Ozon
SO ₂	: Kükürt dioksit
SO ₃	: Kükürt trioksit

GİRİŞ

Yeryüzünde, çeşitli sebeplerden ötürü afetler meydana gelmektedir. Bu sebepler arasında insanların ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile doğa üzerine kurdukları hakimiyetten kaynaklı oluşan afetlerde vardır. Bu çeşit afetlerde insanların doğada oluşturduğu tahribat ve kirlilik, ana sebepler arasındadır. Özellikle, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu sanayi ve endüstriyel işletmelerin artış gösterdiği alanlarda bu tür afetler sıklıkla meydana gelmektedir. Bu durumun, Marmara Denizi'nin de yer aldığı toplamda 23.084,6 km² civarında alan ile İstanbul, Kocaeli, Çanakkale, Balıkesir, Bursa, Tekirdağ, Kırklareli, Yalova ve Edirne illerini kapsayan Marmara Havzası'nda da görüldüğü belirlenmiştir (Garipağaoğlu, 2016: 147).

Türkiye'nin yaklaşık %3'ünü oluşturan bu havzanın yıllık su potansiyeli, Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından 5.85 milyar m³ olarak hesaplanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023). Havza, Marmara Denizi'ne dökülen Susurluk Nehri haricindeki bütün akarsuların yağış alanlarını kapsamaktadır (Garipağaoğlu, 2016: 147). Havzada yapılan izleme çalışmaları sonucunda; 62 makrofit, 117 makroalg, 157 fitobentoz, 355 fitoplankton, 45 balık ve 700 bentik makroomurgasız türü belirlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023: 8). Marmara Havzasında; taşıma, ticaret, balıkçılık, turizm ve rekreasyonel gibi amaçlar ile kullanılan ve yakın zamanda müsilağ ile kendisinden söz ettiren Marmara Denizi, komşusu olduğu denizlere (Ege ve Karadeniz) nazaran daha yakın tarihte (10 milyon yıldan az) oluşmuştur. Göller ve nehirlerle kaplı olan bu alan, Kuzey Anadolu fay hattının tektonik hareketleri sonucu Ege Denizi sularının yükselmesiyle oluşmuştur (Artüz vd., 2007: 167). Avrupa ve Asya kıtalarının bir birine en yakın noktaları arasında bulunan Marmara Denizi; İstanbul ve Çanakkale boğazlarıyla Karadeniz'i okyanusa (Atlas Okyanusu) bağlayarak göl statüsünden çıkaran iç deniz konumundadır. İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ile Karadeniz'i bir birine bağlarken, Çanakkale boğazı ise Marmara denizi ile Ege Denizi'ni birbirine bağlamaktadır (Oğuz vd., 1990: 945). Marmara Denizi, yüzölçümü bakımından küçük olmasına rağmen, bünyesinde 1000 m derinlikleri aşan Marmara Ereğlisi (1390 m), Çınarcık (1238 m) ve (1112 m) Tekirdağ çukurlarına sahiptir (Sönmez, 2008: 157). Marmara Denizi, 11.500 km² yüzölçümüne, 3.378 km³ hacime, 927 km uzunluğunda kıyı şeridine sahiptir. Doğu-batı yönünde 280 km uzunluğunda iken, kuzey-güney yönünde 80 km genişliğine ulaşabilmektedir. Yüzey su katmanı, 15-20 m derinliklerine kadar tuzluluk oranı %0.22 iken, 30 m ve üzeri derinliklerde %0.36-37 civarına

ulaşmaktadır (Artüz vd., 2007: 183). Marmara Denizi, Ege Denizi'nden gelen dip akıntıdan ve aynı şekilde Karadeniz'den gelen üst akınlardan etkilenecek farklı su kütlelerinin oluşturduğu ve bu durumun Marmara Denizi'nin daha fazla canlıya ev sahipliği yapmasına olanak sağladığı görülmüştür (Artüz vd., 2007: 167). Karadeniz'den gelen üst akıntı tabakası 6-7 ayda yenilenirken, Ege Denizi'nden gelen dip akıntı tabakası; kot farkı, su kütlesinin büyüklüğü ve akıntı hızının düşük olması gibi etmenlerden kaynaklı kendini yenilemesi 6-7 yılı bulabilmektedir. Bu durumdan dolayı alt tabakada yaşayan canlı ekosistemi olumsuz etkilenmekte (Baykut vd., 1987: 42) ve özellikle 1950'lerden sonra hızla sanayileşmiş ve kentleşmiş olan bu havza, evsel ve sanayi kaynaklı atık sular ile kirletilmiştir (Garipağaoğlu, 2016: 147).

Koncagül vd. (2022), Tett vd.'e atfen havzada hayati önem taşıyan Marmara Denizi'nin, kendisine komşu olan illerin yoğun nüfusa sahip olması, endüstriyel tesislerin ve tarımsal faaliyetlerin fazla olması gibi durumlardan kaynaklı doğrudan veya dolaylı olarak kirlendiğini bildirmiştir. Bu kirliliğin, bazen iklim değişikliğinden kaynaklı deniz suyu sıcaklığının artması ile birlikte müsilaj olayı ile gün yüzüne çıktığını ortaya koymuşlardır. Müsilaj, deniz karı veya deniz salyası olarak da bilinmektedir (Koncagül vd., 2022: 73). Yapısı itibariyle yapışkan ve köpüğümsü görünümüne sahip olan bu madde, deniz yüzeyini kaplamasından ötürü deniz ekosistemine, turizm alanlarına, balıkçılık sektörüne ve deniz araçlarına zarar vermektedir (Yüksek, 2021: 87; Koncagül vd., 2022: 73). Ayrıca, oluşturduğu görüntü kirliliği ve yaydığı koku nedeniyle insan psikolojisi üzerinde de olumsuz etki oluşturmaktadır (Yüksek, 2021: 104). Müsilaj oluşumunu tetikleyen önemli etkenler arasında, denizin oşinoğrafik (dalgalar, akıntı, sıcaklık, yoğunluk ve gel-git vb.) ve meteorolojik (rüzgâr, hava ve yağış vb.) yapıları da yer almaktadır. Altıok vd. (2023), Pompei vd.'e atfen denizin durağan yapıda olmasının, kendini yenileme süresinin uzun olması ve denizdeki oksijen (O_2) miktarının azalması ile birlikte sıcaklık faktörünün de artması gibi durumlardan kaynaklı bazı canlı türlerinin (plankton, alg ve bakteri) sayıca artarak baskın tür haline gelmesine ve dolayısı ile müsilajın oluşmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Müsilaj, ekosistemi tehdit eden bir çevre felaketidir (Koncagül vd., 2022: 73). Ülkemiz; jeolojik, jeomorfolojik, meteorolojik ve klimatolojik gibi parametreler bakımından doğal afetleri sıklıkla geçirmektedir (Uğur & Işık, 2020: 99). Bu afetlerin yanı sıra, insan nüfusun artması ile birlikte Marmara Havzası örneğinde havzalar üzerindeki antropojenik baskılar artmış ve bu bölgelerde oluşacak bir değişim bütün

havzayı etkileyecek problemlere yol açabilir (Garipağaoğlu & Uzun, 2021: 350). Bu problemlerden olan afetlerle mücadele edebilmenin en etkili yolu, afetlerden önce gerekli önlemleri almakla mümkündür (Ulaş-Kadıoğlu & Uncu, 2018: 1).

Bu tez çalışması, özellikle Marmara Denizi'nin kirliliği ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalardan yararlanılarak derleme türünde bir araştırma şeklinde yapılmıştır. Çalışmada; Marmara Havzası, Marmara Denizi, Marmara Denizinde kirlilik oluşturan kaynaklar, Marmara Denizinde Müsilaj Oluşum nedenleri ve çözüm yolları vs. konulu yayımlanmış kitap, bildiri, proje, tez ve makale gibi bilimsel çalışmaların yanı sıra Marmara Denizi'ne komşu olan illerdeki Valilikler, Belediyeler, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri, Karayolları İl Müdürlükleri, Maden Tetkik Araştırma Enstitüsü (MTA), Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğü ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) gibi kurumların verileri-raporları materyal olarak kullanılmıştır. Bu tez çalışması, "Giriş" kısmının yanı sıra "Çevre Kirliliği ve Çevre Kirliliği Türleri", "Afet ile İlgili Tanımlar ve Afet Türleri", "Marmara Denzinin Özellikleri", "Marmara Denizinde Müsilaj Oluşumu ve Sebep Olabilecek Kirleticiler" ile "Marmara Denizindeki Müsilajın Giderilmesi ve Çözüm Yolları" bölümlerinden meydana gelmektedir. Bu çalışmanın, Ulusal ve Uluslararası arenada büyük öneme sahip Marmara Denizi'nin müsilaj afeti temelinde maruz kaldığı kirlilik kaynaklarının saptanması, korunması ve sürdürülebilirliği bakımından yapılacak araştırmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ TÜRLERİ

1.1. Çevre Kavramının Tanımı

Çevre, "Bir canlı organizmayı veya bir canlı topluluğunu yaşama süresince etkileyen her türlü, biyotik ve abiyotik (sosyal, kültürel, tarihsel, iklimsel ve fiziksel) faktörlerin tümü" olarak tanımlanmaktadır (Yücel & Morgil, 1998: 84). Avrupa Komisyonu'nun çevre koruma programı kapsamında 24 Mart 1972 tarihinde Avrupa Konseyi'ndeki bildiride çevre kavramı "Yasam çerçevesini, ortamı, insanlığın yaşam koşullarını ve toplumu kendi karmaşık karşılıklı etkileşimleri çerçevesinde şekillendiren unsurların bütünü olup doğal, sosyal ve kültürel çevreyi kapsar." şeklinde tanımlanmıştır (Budak, 2000: 6). Çevre, canlı ve cansız tüm varlıkları bünyesinde bulundurmaktadır. Çevrenin içinde bulunan tüm etmenler, uyum içinde hareket etmektedir. Canlı etmenler; üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar şeklinde sıralanırken, cansız etmenler organik, inorganik ve fiziksel etmenler olarak sıralanabilir (Başoğlu, 2013: 10) (Fotoğraf 1.1.).



Fotoğraf 1.1. Çevre kavramı ile ilgili örnek görüntü

1.2. Çevre Kirliliği ve Türleri

Çevre kirliliği; “Çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, çevresel değerleri ve ekolojik dengeyi bozabilecek her türlü olumsuz etki” şeklinde tanımlanmaktadır (Çevre Kanunu, 2872, 09.08.1983, Tertip:5, Cilt:22). Bu etki, toprak, su ve hava alıcı ortamlarında (Malkoç vd., 2018: 1), insan kaynaklı ve doğal kirlilik şeklinde gruplandırılabilir (Appannagari, 2017: 151) (Fotoğraf 1.2.). Bu kirlilik çeşitlerinden, araştırma konusu ile ilgili olanlar (toprak, su ve hava kirliliği gibi) üzerinde durulmuştur.



Fotoğraf 1.2. Çevre kirliliği kavramı ile ilgili örnek görüntü

1.2.1. Toprak kirliliği

Toprak, insan ile diğer canlıların yaşamında temel teşkil ve gezegenimizi oluşturan hava, su ile kara bileşenleri arasında yer alan çok önemli bir kaynaktır (Karaca & Turğay, 2012: 13). Yümün vd. (2023), Rodriguez, vd.’e atfen toprağın, özellikle insanların yerleşik hayata geçtikten sonra önem kazandığı ve toprağın işlenme sürecinin aynı zamanda da kirlenme serüveninin başlangıcı olarak görüldüğünü bildirmişlerdir. Sanayileşme ve modern tarım öncesi, toprak kirliliğinin bu denli tehlike ve risk teşkil etmediğini ifade etmişlerdir. Toprak kirliliği, savaşlar, madencilik, sanayileşme, nüfus artışı ve modern tarım gibi faaliyetler ile hız kazanmıştır (Ertürk, 1998: 74; Rodriguez, vd., 2006: 471) (Fotoğraf 1.3.). Toprağın kirlenmesi durumu, direkt veya dolaylı olarak suyun da kirlenmesine neden olmaktadır. Toprakta oluşan kirlilik, sızıntıyla yer altı

sularına veya deniz, nehir ve göl gibi su kaynaklarına karışarak ciddi sorunlara yol açabilmektedir (Gürpınar, 1995: 46; Menteşe, 2017: 385).



Fotoğraf 1.3. Toprak kirliliği için örnek görüntü

1.2.2. Su kirliliği

Bir oksijen (O) ile iki hidrojen (H) atomun tepkimesi ile oluşan su molekülü (H_2O), insanoğlu başta olmak üzere tüm canlıların hem besin kaynağı hem de yaşamsal devamlılığı için olmazsa olmaz ihtiyaçlardan biridir (Güler & Çobanoğlu, 1994: 11; Aksungur & Firidin, 2008: 9; Akın & Akın, 2017: 107). Dünyanın, %75'i sularla kaplı olmasına karşın içilebilir özellikteki su oranı yaklaşık %1 civarındadır (Yılmaz, 2015: 63; Akın & Akın, 2017: 107). Sanayileşme, şehirleşme, endüstriyel atıklar, tarımsal sulamalar ve evsel atıklar, su kaynaklarına (okyanus, deniz, göl, nehir ve akarsu gibi) organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif maddelerin karışmasına neden olmaktadır. Bu durum, sucul canlıların normal yaşamını değiştirecek şekilde kirlenmesine neden olmakla kalmayıp; su canlıların yaşamını riske atmakta, temel yaşam alanının kirlenmesine ve bozulmasına neden olmaktadır (Uslu, 2001: 3) (Fotoğraf 1.4.).



Fotoğraf 1.4. Su kirliliği için örnek görüntü

1.2.3. Hava kirliliği

Hava, atmosferde var olan gazların karışımı ile oluşan gaz kütesidir. Atmosferin %78'i azot, %21'i oksijen ve %1'i de diğer gazlara kaynaklık etmektedir. Bu gazların içindeki karbondioksit, helyum, metan gibi zehirli gaz oranlarının artması atmosfer dengesinin bozulmasına neden olmakta ve başta insan olmakla birlikte diğer canlıların yaşamını tehlikeye sokmaktadır. Atmosferdeki partikül, gaz, koku ve su buharı gibi kirletici miktarlarının artması ile hava kirliliği meydana gelmektedir (Akyüz, 2020: 52). Hava kirliliği, canlıların teneffüs ettiği havadaki partikül ve gaz gibi kirletici faktörlerin yeryüzü üzerinde oluşturduğu negatif etkiler olarak da tanımlanabilmektedir. Gaz kirleticiler; kükürt bileşikler [sülfürik asit (H_2SO_4), kükürt dioksit (SO_2) ve kükürt trioksit (SO_3)]; azot bileşikler [azot dioksit (NO_2) ve azot oksit (NO)]; oksijen bileşikler [ozon (O_3), karbonmonoksit (CO) ve karbondioksit (CO_2)] ve hidrokarbonlardan [benzen (C_6H_6) ve etilen (C_2H_4)] oluşur. Partikül kirleticiler ise kimyasal dumanlar, ince tozlar, kimyasal buharlar, yanma sonucu oluşan duman ve spreylerden meydana gelmektedir. Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve kentleşme toz, gaz, duman kokusu, su buharı gibi kirleticileri açığa çıkartarak atmosfere karıştırmakta ve atmosferin doğal yapısını bozmaktadır. Bu kirleticiler, havanın kendini temizleyebilme kapasitesini aştığı taktirde başta insan olmak üzere tüm canlılara zarar verebilmektedir (Özdemir, 1997: 119). Hava kirliliğine, insan kaynaklı (nüfus artışı, şehirleşme, sanayi, ulaşın, ısınma ve enerji üretimi) kirleticiler ve doğa kaynaklı (depremler, orman yangınları, volkanik patlamalar) kirletici faktörler sebep olmaktadır (Hava Kirliliği Raporu, 2019) (Fotoğraf 1.5.).



Fotoğraf 1.5. Hava kirliliği için örnek görüntü

1.2.4. Radyoaktif kirliliği

Radyoaktif kirlilik, hava yolu ile yayılabilen temizlenmesi zor ve uzun süreç gerektiren bir kirliliktir. Ayrıca, canlılar üzerinde genetik bozukluklara varan hasarlara yol açarak nesillerin yok olmasına neden olmaktadır. Radyoaktif kirliliği, nükleer silah fabrikaları ve nükleer enerji santrallerinin oluşturduğu radyoaktif madde atıklarında meydana gelen kirlilik olarak tanımlayabiliriz (Fotoğraf 1.6.). Cansız (toprak ve su gibi) ve canlı (tek hücreliler, bitki, hayvan ve insan gibi) varlıkların bünyesinde biriken radyoaktif kirliliği en aza indirmek ve bu kirlilikten kurtulmak son derece hayati önem taşımaktadır (Açma, 2005: 314).



Fotoğraf 1.6. Radyoaktif kirlilik için örnek görüntü

İKİNCİ BÖLÜM

AFET İLE İLGİLİ TANIMLAR VE AFET TÜRLERİ

2.1. Afet ve İlgili Kavramların Tanımı

Arapça kökenli olan afet kavramı (Kahraman vd., 2021: 11) ile son zamanlarda çok sık karşılaşılmaktadır. Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2023)’ne göre afet, “Çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım”, “Kıran” ve “Çok kötü” şeklinde tanımlanmaktadır. Afet, insanların can ve mal kayıplarına neden olan, normal yaşam akışını bozan olaylardır. Afet, geniş tanım yelpazesine sahip bir kavramdır. Bu tanımlardan bir diğeri ise sel, deprem, kasırga, tsunami, su taşkını, kıtlık, kuraklık, volkanik patlamalar, yangın, kar, fırtına, bulaşıcı hastalıklar, ulaşım kazaları, terör saldırısı gibi olayların canlılarda ve doğada büyük yıkımlara neden olan ve onarılmasında yardıma ihtiyaç duyulan olayların tümü şeklindedir (Börühan vd., 2012: 376). Afet kavramı, bir çok merci tarafından farklı şekilde tanımlanmıştır. IFRC (The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies)’ye göre afet; “Bir topluluğun veya toplumun işleyişini ciddi şekilde bozan ve topluluğun veya toplumun kendi kaynaklarını kullanarak başa çıkma yeteneğini aşan insani, maddi ve ekonomik veya çevresel kayıplara neden olan ani, feci bir olaydır. Afetler, genellikle doğanın neden olduğu felaketler olmakla birlikte insan kaynaklıda olabilmektedir (Fotoğraf 2.1.). Afet, “Düşük olasılıklı/yüksek etkili” olaylar olarak görülmekte, belirli sayıda bir can kaybı ile değil, olayın kendisi ve meydana geldiği yer ile tanımlanmaktadır (Hogan & Burstein, 2007: 2).



Fotoğraf 2.1. Afet ve afet türleri için örnek görüntü

2.1.1. Tehlike kavramının tanımı

Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 1950) tehlike kavramını, “Bir nesne ya da belli koşulların, etkenlerin insan sağlığı ve çevre için olumsuzluk içermesi” şeklinde tanımlamıştır (İncesu, 2019: 48). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO, 1991) tehlike kavramını, “Canlıları, çevreyi ve/veya malı, tesisleri tehdit eden, kapsamı belirlenmemiş kaza ve zarar potansiyeli” olarak vermiştir (Özkılıç vd., 2008: 1). Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2023)’e göre tehlike kavramı “Büyük zarar veya yok olmaya yol açabilecek durum ya da gerçekleşme ihtimali bulunan fakat istenmeyen sakıncalı durum” olarak tanımlanmıştır.

2.1.2. Risk kavramının tanımı

Bilgi güvenliği ISO Rehber 73’e göre, risk kavramı; “Bir olayın ve bu olayın sonucunun olasılıklarının birleşimi” olarak tanımlanmaktadır (Canbek ve Sağıroğlu, 2006: 165). Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2023)’ne göre, risk kavramı; “Zarara uğrama tehlikesi; riziko” şeklinde ifade edilmiştir.

2.1.3. Kaza kavramının tanımı

Kaza kavramı ile ilgili birçok tanım yapılmıştır. Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2023)’ne göre, kaza; “İstem dışı veya umulmayan bir olay dolayısıyla bir kimsenin, bir nesnenin veya bir aracın zarara uğramasıdır” şeklinde tanımlanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, DSÖ), kaza kavramını “İnsan iradesi dışında ani ortaya çıkan, bedensel ve ruhsal hasara yol açan beklenmeyen bir olaydır” şeklinde ifade etmiştir (Karatepe ve Ekerbiçer, 2017: 70).

2.1.4. Acil durum kavramının tanımı

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) (2021), acil durum kavramını “Büyük, fakat genellikle yerel imkânlarla baş edilebilen çapta, ivedilik gerektiren tüm durum ve hâller” şeklinde ifade etmiştir. Ayrıca bu kavram, 5902 sayılı kanununda; “Toplumun tamamının veya belli kesimlerinin normal hayat ve faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan ve acil müdahaleyi gerektiren olaylar ve bu olayların oluşturduğu kriz hâli” olarak tanımlanmıştır (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri, 5902 Sayılı Kanun).

2.1.5. Acil yardım kavramının tanımı

Acil yardım; kurtarma ekiplerinin, mesul oldukları alanlarda karşılaştıkları acil durumların büyüklüğü fark etmeksizin afet anında hayati tehlikesi olan insanları kurtarma için müdahale etme durumunu ifade eder (Esin vd., 2001: 190).

2.2. Afet Türleri ve Oluşturduğu Kirlilik

İnsanların, afetlerle mücadelesinde oluşabilecek tehlike ve riskleri önceden algılama ve tahmin etme kabiliyetleri son derece önem arz etmektedir. Toplumun oluşabilecek afetleri önceden algılaması ve tahmin etmesi, oluşabilecek can ve mal kayıplarının azalmasını sağlayacaktır. Toplumda risk algı düzeyinin düşük olduğu durumlarda, afetlerin etkilerinin arttığı görülmektedir (Kadıoğlu, 2008: 23; Kadıoğlu, 2011: 16). Afetler, doğal afetler ve insan kaynaklı afetler olarak iki sınıfa ayrılır (AFAD, 2022) (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Afetlerin gruplandırılması*

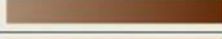
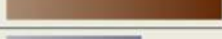
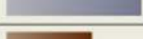
A. Doğal Afetler		B. İnsan Kaynaklı Afetler
1. Yavaş gelişen doğal afetler	2. Ani gelişen afetler	1. Endüstriyel kazalar
a. Şiddetli soğuklar,	a. Deprem,	2. Nükleer, kimyasal ve biyolojik kazalar
b. Kuraklık,	b. Seller, su taşkınlıkları	3. Göçmenler ve yerlerinden edilenler
c. Kıtık vb.	c. Kaya düşmesi,	4. Taşımacılık kazaları
	d. Toprak kaymaları,	5. Aşırı kalabalıktan meydana gelen kazalar vb.
	e. Fırtınalar, hortumlar,	
	f. Yangınlar,	
	g. Çığ,	
	h. Volkanlar vb.	

*İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), (2021).

2.2.1. Doğal afetler

Doğal afetler; insan kontrolünün olmadığı doğal nedenler sebebiyle meydana gelen felaket olaylarıdır (Erdur-Baker vd., 2015: 975). Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2023)'e göre Doğal afet; “İnsan eliyle önlenemeyen sel, fırtına, deprem, dolu vb. felaketlerin her biri” şeklinde tanımlanmıştır.

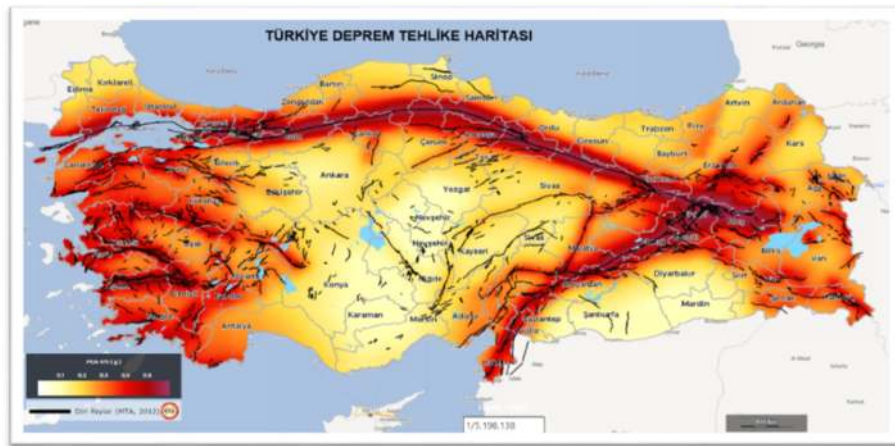
Afet Komisyonu (2023), Emergency Events Database-EM-DAT-2020'a atfen Dünyada 2000-2019 yılları arasında oluşan on büyük felaketi Şekil 2.1. üzerinden açıklamıştır.

	Deprem & Tsunami	Hint Okyanusu	2004	226.408	
	Deprem	Haiti	2010	222.570	
	Fırtına	Myanmar	2008	138.366	
	Deprem	Çin	2008	87.476	
	Deprem	Pakistan	2005	73.338	
	Sıcak hava dalgası	Avrupa	2003	72.210	
	Sıcak hava dalgası	Rusya	2010	55.736	
	Deprem	Iran	2003	26.716	
	Deprem	Hindistan	2001	20.005	
	Kuraklık	Somali	2010	20.000	

Şekil 2.1. 2000-2019 yılları arasında dünya üzerinde meydana gelen on büyük afet sıralaması

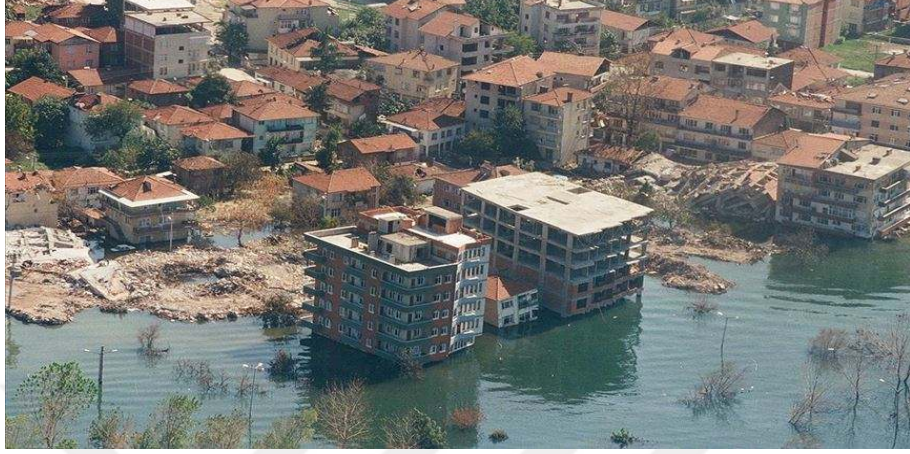
2.2.1.1. Deprem

Deprem kavramı; yer kabuğu içindeki faylar üzerinde biriken enerjinin aniden ortaya çıkmasıyla beraber, katmanların kırılması veya yer değiştirmesi sonucu yeryüzünde oluşan sarsıntılar şeklinde tanımlanmıştır (Özgüven, 2006: 78). Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2023)'e göre deprem; “Yer kabuğunun derin katmanlarının kırılıp yer değiştirmesi veya yanardağların püskürme durumuna geçmesi yüzünden oluşan sarsıntı, yer sarsıntısı, hareket, zelzele” şeklinde tanımlanmıştır.



Harita 2.1. Türkiye deprem bakımından risk haritası

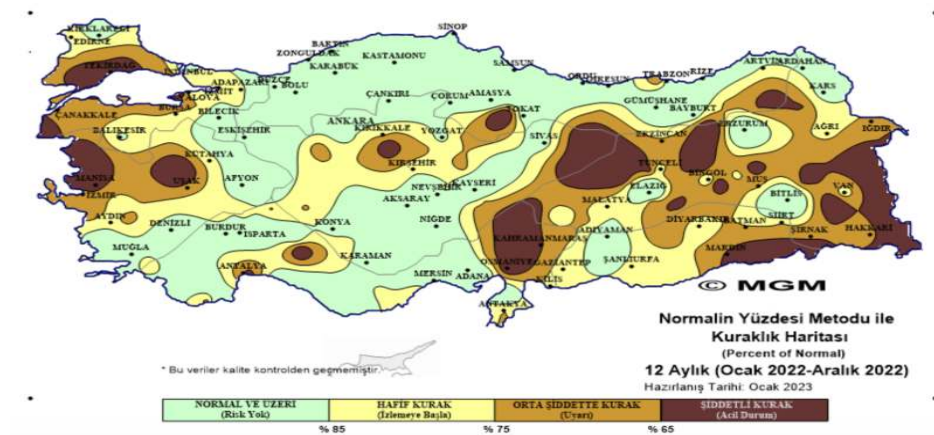
Türkiye, oluşum yönünden yeni bir ülke olmasından kaynaklı hareketli yapıya sahiptir. Bu durum Türkiye genelinde depremlerin oluşmasına neden olmaktadır. Türkiye deprem risk durumu, Harita 2.1.'de verilmiştir (AFAD, 2021) (Fotoğraf 2.2.).



Fotoğraf 2.2. Gölçük depremi ve denize etkisi ile ilgili örnek görüntü

2.2.1.2. Kuraklık

Yağış miktarının azalması ve suyun yetersiz olması nedeniyle kuraklık oluşmaktadır (Fotoğraf 2.3.). Kuraklık, gıda üretimini azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, yeterli beslenmeyi engellemekte olup, devamında açlık ve ölümlere neden olmaktadır (Şahin & Sipahioğlu, 2003: 472). Türkiye 2022 yılı kuraklık analizi Harita 2.2.'de verilmiştir.



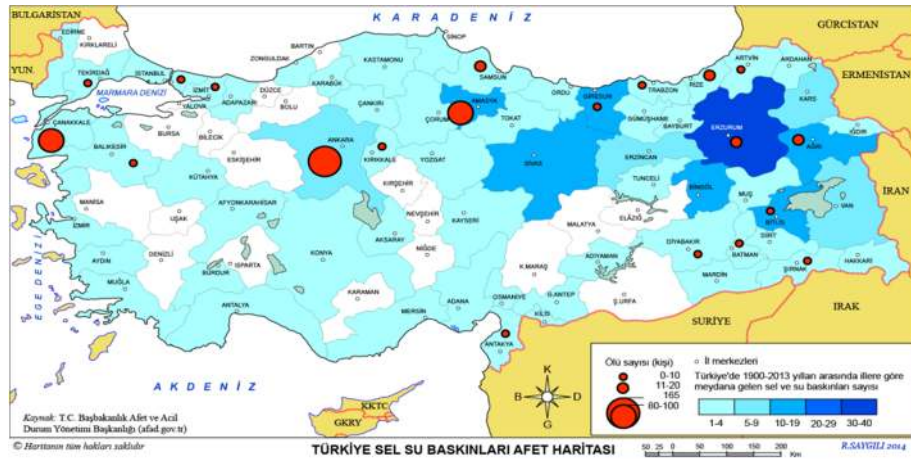
Harita 2.2. Türkiye 2022 yılı kuraklık analizi (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023)



Fotoğraf 2.3. Kuraklık afeti ile ilgili örnek görüntü

2.2.1.3. Sel

Sel kavramı, “Sürekli yağan yağmurdan veya eriyen kardan oluşan, geçtiği yerlere zarar veren taşkın su, su taşkını.” olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2023). Türkiye’de, 1900 yılları sonrasında oluşan su baskını ve sel sayıları Harita 2.3.’te verilmiştir. Doğal afetler sınıfında bulunan sel, fazla miktarda yağış olması, kar veya buzların erimesi sonucu, havzalardan veya yan derelerden gelen suyun bir noktada birleşerek eğim doğrultusunda hızla akması durumudur (Aksoy, 2021: 19) (Fotoğraf 2.4.).



Harita 2.3. 1900 yılları sonrasında Türkiye’de oluşan su baskını ve sel sayıları (AFAD, 2023)



Fotoğraf 2.4. Sel afeti ile ilgili örnek görüntü

2.2.1.4. Çığ düşmesi

Dağlık ve engebeli alanlarda fazla kar yağışı ile beraber dik yamaçlarda biriken kar kütlelerinin, herhangi bir uyarıcı etkiyle beraber yer değiştirmesi olayına çığ düşmesi denir. Türkiye, geniş dağlık alanlara sahip olmasından ötürü çığ olayının sık görüldüğü yerler arasındadır (Şahin, 2002: 159). Türkiye’de Çığ olayının yoğun olarak yaşandığı yerler Harita 2.4.’te verilmiştir.



Harita 2.4. Türkiye’de Çığ olayının yoğun olduğu alanlar (AFAD, 2023)

2.2.1.5. Heyelan/ kaya düşmesi

Heyelan, eğim oranının yüksek olan bölgelerde tetikleyici faktörler nedeniyle toprak ve taş gibi malzemelerin yer değiştirmesi olayıdır. Aşırı yağış, eğim, yerçekimi, tabaka özelliği, doğal afetler ve insan kaynaklı afetler heyelan oluşumuna neden olan



Fotoğraf 2.5. Fukushima Daiichi nükleer santral kazası ve soğutma çalışmalarından örnek görüntü



Fotoğraf 2.6. Kimyasal olaylar ile ilgili örnek görüntü

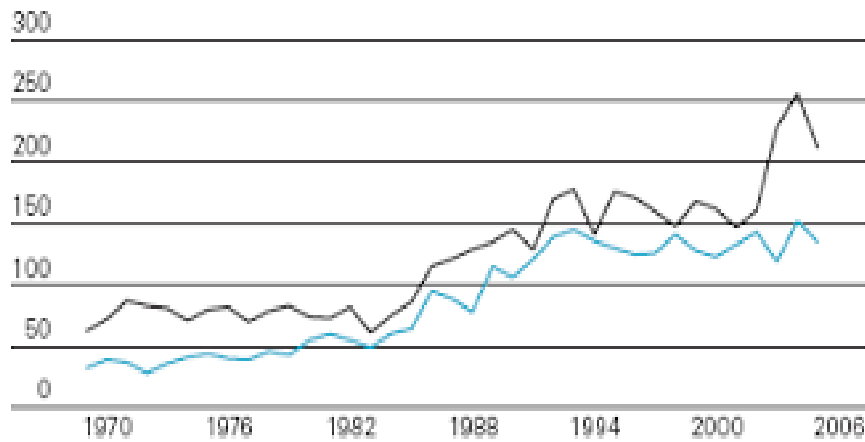


Fotoğraf 2.7. Endüstriyel kazalar için örnek görüntü



Fotoğraf 2.8. Taşımacılık kazaları ile ilgili örnek görüntü

Yeryüzünde, 1970-2006 yılları arasında görülen afetler Şekli 2.2.'de verilmiştir. İnsan kaynaklı afetlerden olan yangınlar, kasıtlı veya kazara oluşabilmekte ve yangınların ürettiği ısı, duman veya zehirli gazlar canlı ve cansız ortamı özellikle fiziksel zararlara yol açarak büyük afetleri oluşturabilmektedir (Şahin, 2015: 30) (Fotoğraf 2.4., Fotoğraf 2.6. ve Fotoğraf 2.7.).



----- Doğa Kaynaklı ----- İnsan Kaynaklı

Şekil 2.2. 1970-2006 yılları arası insan-kaynaklı ve doğal afetlerin sayısı (Re, 2007: 6).

Toplumlar, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için birçok endüstriyel kurulu ve nükleer santrallerden faydalanmaktadır. Nükleer enerji oluşumu ile beraber basınç, radyasyon ve yüksek sıcaklıklar ortaya çıkmaktadır. Bu yan oluşumların ortaya çıkması, daha önce Çernobil Nükleer Santrali'nde oluşan kaza gibi telafisi mümkün olmayan sonuçlara sebebiyet verebilmektedir. 1944 yılından bu güne kadar, 500'e yakın nükleer

kaza meydana gelmiş olup, milyonlarca insanın maddi ve manevi zarara uğramasına yol açmıştır (TAEK, 2010: 1) (Fotoğraf 2.4.).

Dünya Bankasının 1975-2008 yılları arasındaki verilerinde, afet sayılarında bir artışın olduğu ve 1975 yılındaki afet sayısının 60'ı geçmezken 2005 yılında bu sayı 450'ye kadar çıkmıştır. Son 55 yılın içinde, afet sayısında yaklaşık 10 katlık bir artışın olduğu tespit edilmiştir (Ersoy, 2009: 2). 1980-2000 yılları arasında, dünya nüfusunun yaşadığı alanların yaklaşık %75'inde en az bir kez kasırga, taşkın, deprem veya kuraklık gibi doğal afetlerin olduğu saptanmıştır (Dölek, 2016: 314). Doğa kaynaklı afetlerin, ülkemizin de dahil olduğu Avrupa ve merkezi Asya ülkelerinde oluşturduğu yıllık ekonomik zarar 2 milyar ABD dolarıdır. Bu rakam, 30 yıl içinde 70 milyar ABD doları bulmuştur (Ersoy, 2009: 1). Ülkemiz; can, mal ve ekonomik kayıplar bakımından OECD ülkeleri arasında ilk sıralarda yer almakta, aktif volkanlar ve tropikal fırtınalar haricinde dünyada görülen 31 doğal afetin büyük bir kısmı görülmektedir (Dölek, 2016: 322).

2.2.3. Afetlerin oluşturduğu kirlilik

Afetlerden dolayı çevrede birden çok problem oluşabilmekte; sıvı, katı ve gaz kirleticiler çevre felaketlerine kaynaklık etmektedir. Aşağıda verildiği gibi afetlerden sonra oluşan kirlilik ve çevresel sorunlar üç grupta ele alınabilir (Özel, 2020: 39, 41).

1.) Büyük Marmara (Türkiye) depremi ve Sumatra (Endonezya) depremi ile tsunamisi örnekleri bağlamında şehir, ülke ve kıtaların etkilendiği doğa kaynaklı sel, deprem, volkanizma, fırtına, heyelan ve tsunami gibi afetlerin yol açtığı kirlilik ve çevre sorunlarıdır (Özel, 2020: 41),

2.) Meksika körfezi petrol sızıntısı, Fukuşima (Japonya) santrali ile Çernobil (Ukrayna) santrali patlamaları ve yangınlarından kaynaklı örnekler bağlamında, yapay kaynaklı afetlerin yol açtığı kirlilik ve çevre sorunlarıdır (Özel, 2020: 41) ve

3.) Ortadoğu, Balkanlar ve Afrika'daki savaşlarda kullanılan gaz ve katı kimyasal atıklar bağlamında oluşan kirlilik ve çevre sorunlarıdır (Özel, 2020: 42).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MARMARA DENİZİNİN ÖZELLİKLERİ

Marmara Denizi, Dünyada bir ülkenin sınırları içerisinde olan tek denizdir. Denizciliğe elverişli klimatolojik ve oşinografik yapısı, limanları, körfezleri, yerleşim alanları, jeopolitik ve jeoekonomik konumuyla tarih boyunca hep milletlerin ve devletlerin ilgisini çekmiştir. Yazar, Roodenberg (1990)'a atfen Marmara Denizi'nin, "Marmara" adını, Yunanca kökenli Marmaron-μάρμαρον sözcüğünden almakla birlikte, tarihi kaynaklarda Marmaros, Marmora, Propontis ve Propontidos olarak geçtiğini ifade etmiştir. Denizin çevresine ilk yerleşimlerin M.Ö. 6000 yıllarında Bursa ili yakınlarında olduğu bildirilmiştir (Koca-Nemlioğlu, 2016: 155).

3.1. Marmara Denzinin Tarihi

İlhan vd. (2023), çalışmalarında Görür vd. (1997a; 1997b)'e ve birkaç bilimsel araştırmaya atıfta bulunarak aynı şekilde Koca-Nemlioğlu (2016) çalışmasında birkaç araştırmaya dayanarak Marmara Denizi oluşumunun, uzun bir zaman sürecinde meydana geldiğinden net bir tarihinin olmadığını ve "Marmara Denizi, KB Graben sistemin su altında kalmış bir parçası" olduğunu bildirmişlerdir. Bu sistem, Kuzey Anadolu Fay Hattı ile Ege bölgesindeki K-G yönlü gelişme rejimini müşterek faaliyetlerinin sonucu gelişmiştir. Marmara Denizi'nin oluşumu, Kuzey Anadolu Fayı'nın geç harekete geçmesi ile birlikte başlamıştır. Fay başlangıçta güneye doğru kavislidir. Sürekli K-G gerilimin etkisi altında artmış ve neticede fay zone güneye doğru göç etmiştir. Bu göç, KD-GB uzanımlı grabenlerin ve çek-ayır havzalarının gelişmesi suretiyle gerçekleşmiştir. Bu hareketler ile birlikte, Marmara Denizi'nin tarihsel gelişimi başlamıştır. Bu hareketler ve değişimlerin devamında buzullaşma evresinde Marmara Denizi bir göl haline gelmiştir. Buzullaşmayı takiben, Akdeniz suları Marmara havzasına doğru ilerlemiş ve su seviyesinin 7500 sene önce İstanbul Boğazı seviyesine ulaşmasıyla Karadeniz ile ilişki sağlanmış olup bugünkü halini almıştır.

3.2. Marmara Denzinin Jeolojik Özellikleri

Marmara Denizi, konumu, iklimi, doğası ve florası ile yeryüzündeki nadir denizlerden biridir. Bu durum geçmişten günümüze birçok devletin ilgi odağında olmasına sebep olmuştur. Ayrıca, Ege Denizi ve Kara Denizi birbirine bağlamasından

dolayı uluslararası bir su yolu statüsündedir. “Denizin K-G doğrultusunda en geniş yeri 80 km, B-D doğrultusunda en geniş yeri 280 km dir. Yaklaşık yüzölçümü 11.350 km² , toplam su hacmi 3.377 km³ ve kıyı şeridi 1.000 km den fazladır. En derin yeri -1.390 m. olan Marmara Denizi’nde genel olarak normal deniz ve okyanuslardaki dairesel tür yerine, D-B yönünde, boğazlarda ise birbirine ters Akdeniz-Karadeniz çift yönlü akıntı sistemi görülür”. Bu akıntılar Marmara Denizi’nin üst katmanlar Karadeniz özelliğini taşıırken alt katmanlar ise Ege Denizi özelliği taşıdığından dolayı farklı sıcaklıkta, farklı tuzlulukta ve farklı oksijene sahip su kütleleri oluşturmaktadır (Artüz vd., 2007: 10).

Marmara Denizi, taban yüksekliği farklılık göstermesinden kaynaklı birçok ada ve adacık oluşturmaktadır. Bu adaların dağılımına bakıldığında kuzey şelfi üzerinde 3 adacık (Tuzla adacıkları), 9 ada (İstanbul Adaları) ve Kınalıada kuzeydoğusundakiler gibi onlarca kayalık vardır (Yalçınlar, 2000: 5). Güney şelfi üzerinde ise 11 ada (Güney Marmara Takım Adaları ve İmralı Adası) ve 23 adacık (Kapıdağ kuzeydoğusundaki adalar, Güney Marmara Takım Adaları çevresindeki adacıklar ve Çardak-Karabiga ile Bandırma-Kurşunlu arasında adacık ve kayalıklar) bulunmaktadır. Özetle, Marmara Denizi’nde 26 adacık ve 20 ada birde hepsini sayamadığımız birçok kayalık mevcuttur (Ertok, 2010: 21).

Marmara Denizi, Avrupa ve Asya kıtasının bir birine en yakın oldu yerlerden biri olması ve Marmara Bölgesi’nin Türkiye’nin en kalabalık nüfus yoğunluğuna sahip bölgesi olması ile beraber ekonomi merkezi haline gelmiştir. Bu durum, Marmara Denizi üzerinde hem olumlu hem de olumsuz bir sürecin başlamasına neden olmaktadır (Ayaz, 2022: 180).

3.3. Marmara Denizinin Ekolojik Özellikleri

Ekoloji, “Canlıların hem kendi aralarında hem de fiziksel çevre ile olan ilişkilerini tek tek inceleyen bilim dalıdır” şeklinde tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu, 2023). Tanımda anlaşılaacağı üzere, en ilkel canlıdan tutunda en mükemmel canlıya kadar tüm canlılar içinde yaşadığı çevreden etkilenmekte veya etkilenerek yaşamını sürdürmeye çalışmaktadır (Türkiye Barolar Birliği, 2007: 139).

Marmara Denizi’nin ekolojik dengesinde; son yarım asırdır kontrolsüz avlanma, Ege Denizi ve Karadeniz’den kaynaklı üst-alt akıntılar, deniz taşımacılığının yarattığı kirlilik, nüfus yoğunluğunun artması, meydana gelen kazalar ve en son olarak müsilaj

oluşumu ile önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişime adapte olan canlılar çoğalırken adapte olamayanlar ise ortamdaki kaybolmuş ya da sayılarında önemli değişiklikler meydana gelmiştir (İşinibilir vd., 2008: 739). Çeşitli yollarla, Marmara Denizi'ne ulaşan bazı türler ortama uyum sağlayarak çok büyük sayılara ulaşabilmektedir (İnanmaz vd., 2002: 857). Örneğin; 1980 yıllarında ABD'nin kargo gemilerinin aracılığı ile taşınan taraklı medüz (*Mnemiopsis leidyi*) canlısı Karadeniz'den gelen üst akıntı ile Marmara Denizi'ne geçmiş ve buradaki ekosistemi etkilemiştir (Shigonova vd., 1995: 3). Yine, Marmara Denizi'nde 2007 yılı ekim ayında meydana gelen müsilaj afeti, yaklaşık bir yıl varlığını sürdürmüş ve bu bölgede fitoplanktonların aşırı derecede artması gözlemlenmiştir (Aktan vd., 2008: 72). Marmara Denizi, Ege Denizi ve Karadeniz'de yaşayan canlıların ortak alanı olduğundan birçok canlıya ait yumurtlama alanı bulunmaktadır. Bu alanlardan Erdek körfezi, Marmara Ada'sı ve Tekirdağ-Şarköy bölgeleri önemli yumurtlama alanlarıdır (BSGM, 2021: 17).

Artüz (2002: 6), Marmara ve Boğazları sisteminin, kısa bir zaman diliminde ciddi bir kirlenme yükü ile karşı karşıya bırakıldığını bildirmiştir. Bu kirliliğin, ayrıştırma kapasitesi çok düşük olan bu su kütlelerinde hiç bir arıtmaya tabi tutulmaksızın deşarjı yapılan atıklardan kaynaklı ve beş duyumuzla bile algılayabileceğimiz bir düzeye ulaşmıştır. Kirleticiler; ortamın bozulmasına, biyosönötik gerilemeye ve bunun sonucunda da ortamda bulunan türlerin azalmasına sebep olmaktadır. Marmara Denizi'nde tespit edilen bazı canlılar Çizelge 3.1.'de verilmiştir (Bilecenoğlu vd., 2014: 901).

Marmara Denizi, özellikle 1960'tan sonra İzmit, Gemlik ve Bandırma Körfezleri çevresinde artan şehirleşme ve sanayileşme ile birlikte kirlenmeye başlamıştır. Bu durumdan ötürü, sularında oksijen miktarı azalmış ve canlı yaşamı önemli ölçüde zarar görmüştür (Koca-Nemlioğlu, 2016: 155).

Çizelge 3.1. Marmara Denizinde bulunan su ürünleri*

Sarıkuşuk istavrit balığı (<i>Trachurus mediterraneus</i> Steindachner, 1868)	Vatoz balığı (<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758)
Barbun balığı (<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758)	Camgöz köpekbalığı (<i>Squalus blainville</i>)
Uskumru balığı (<i>Scomber scombrus</i>)	Vatoz balığı (<i>Dasyatis pastinaca</i> Linnaeus, 1758)
Palamut balığı (torik) (<i>Sarda sarda</i> Bloch ,1793)	Sivriburun vatoz (<i>Dipturus oxyrinchus</i> Linnaeus, 1758)
Tekir balığı (<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758)	<i>Torpedo marmorata</i> (Risso, 1810)
Kalkan balığı (<i>Scophthalmus maximus</i>)	Domuz balığı (<i>Oxynotus centrina</i> Linnaeus, 1758)
Hamsi balığı (<i>Engraulis encrasicolus</i> Linnaeus,1758)	Vatoz balığı (<i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758)

Mezgit balığı (<i>Merlangius merlangus</i> Linnaeus, 1758)	Kedi balığı (<i>Scyliorhinus canicula</i> Linnaeus, 1758)
İstavrit balığı (<i>Trachurus trachurus</i> Linnaeus, 1758)	Jumbo karides (<i>Penaeus japonicus</i> Spence Bate, 1888)
Berlam balığı (<i>Merluccius merluccius</i> Linnaeus, 1758)	Yengeç (<i>Liocarcinus depurator</i> Linnaeus, 1758)
Fener balığı (<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807)	Kırmızı karides (<i>Aristeus antennatus</i> Risso, 1816)
İzmarit balığı (<i>Spicara maena</i> Linnaeus, 1758)	Karides (<i>Pontocaris lacazei</i> Gourret, 1887)
Iskorpit balığı (<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758)	Çalı karidesi (<i>Plesionika heterocarpus</i> A. Costa, 1871)
Lüfer balığı (çinekop) (<i>Pomatomus saltatrix</i> Linnaeus, 1766)	Yengeç (<i>Goneplax rhomboides</i> Linnaeus, 1758)
İsparoz balığı (<i>Diplodus annularis</i> Linnaeus, 1758)	Derin su pembe karidesi (<i>Parapenaeus longirostris</i> Lucas, 1846)
Sardalya balığı (<i>Sardina pilchardus</i> Walbaum, 1792)	Karavida (<i>Squilla mantis</i> Linnaeus, 1758)
Çizgili hani balığı (<i>Serranus hepatus</i> Linnaeus, 1758)	Kerevit (<i>Nephrops norvegicus</i> Linnaeus, 1758)
Dülger balığı (<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758)	Keşiş yengeci (<i>Paguristes syrtensis</i> Saint Laurent, 1971)
Kurdela balığı (<i>Cepola macrophthalma</i> Linnaeus, 1758)	Örümcek yengeç (<i>Macropodia rostrata</i> Linnaeus, 1761)
Kayabalığı (<i>Lesueurigobius friesii</i> Malm, 1874)	Mürekkap balığı (<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758)
Kırlangıç balığı (<i>Chelidonichthys lucerna</i> Linnaeus, 1758)	Kalamar (<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798)
Lekeli dil balığı (<i>Microchirus variegatus</i> Donovan, 1808)	Mis ahtapot (<i>Eledone moschata</i> Lamarck, 1798)
Dil balığı (<i>Solea solea</i> Linnaeus, 1758)	Ahtapot (<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797)
Kancaağız pisi balığı (<i>Citharus linguatula</i> Linnaeus, 1758)	Deniz salyangozu (<i>Murex brandaris</i> Linnaeus, 1758)
Küçük gelincik balığı (<i>Gaidropsarus biscayensis</i> Collett, 1890)	Deniz tavşanı (<i>Aplysia sp.</i>)
Öksüz balığı (<i>Trigla lyra</i> Linnaeus, 1758)	Deniz salyangozu (<i>Galeodea echinophora</i> Linnaeus, 1758)
Kırlangıç balığı (<i>Lepidotrigla cavillone</i> Lacepede, 1801)	Denizyıldızı (<i>Marthasterias glacialis</i> Linnaeus, 1758)
Kömürücü kayabalığı (<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758)	Deniz salyangozu (<i>Aporrhais serresianus</i> Locard, 1891)
Mıgır balığı (<i>Conger conger</i> Linnaeus, 1758)	Denizyıldızı (<i>Astropecten irregularis</i> Pennant, 1777)
Levrek balığı (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Denizyıldızı (<i>Anseropoda placenta</i> Pennant, 1777)
Benekli pisi balığı (<i>Lepidorhombus boscii</i> Risso, 1810)	Denizyıldızı (<i>Antedon mediterranea</i> Lamarck, 1816)
Mazak balığı (<i>Trigloporus lastoviza</i> Bonnaterre, 1788)	Deniz yılan yıldızı (<i>Ophiura texturata</i> Lamarck, 1816)
Horozbina balığı (<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758)	Denizyıldızı (<i>Asterias rubens</i> Linnaeus, 1758)
Mercan balığı (<i>Pagellus spp.</i>)	Denizyıldızı <i>Hacelia attenuata</i> (Gray, 1840)
Tiryaki balığı (<i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758)	Deniz hiyari (<i>Holothuria tubulosa</i> Gmelin, 1791)
Kefal balığı (<i>Mugil spp.</i>)	Deniz kestanesi (<i>Echinus acutus</i> Lamarck, 1816)
Şeffaf dil balığı (<i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt, 1915)	Deniz kalemi (<i>Pennatula sp.</i>)
Üzgün balığı (<i>Callionymus lyra</i> Linnaeus, 1758)	Deniz örümcekleri (<i>Pycnogonida sp.</i>)
Sinarit balığı (<i>Dentex dentex</i>)	Deniz kestanesi (<i>Brissopsis lyrifera</i> Forbes, 1841)
<i>Callionymus filamentosus</i> (Valenciennes, 1837)	Deniz pabucu (<i>Parastichopus regalis</i> Cuvier, 1817)

Trakonya balığı (<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758)	Deniz minaresi (<i>Turritella communis</i> Risso, 1826)
Beyaz kum midyesi (<i>Chamelea gallina</i> Linnaeus, 1758)	Süngerler Spongiidae
Pina (<i>Pinna</i> sp.)	Deniz keşanesi (<i>Spatangus purpureus</i> O.F. Müller, 1776)
Akdeniz midyesi (<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819)	Midye (<i>Aequipecten opercularis</i> Linnaeus, 1758)

*Bilecenoğlu vd., (2014: 901), Aslan-İhsanoğlu (2020: 85)

3.4. Marmara Denizi'nin Hidrolojik Özellikleri

Marmara Denizi, Atlas Okyanusu'na bağlantısını sağlayan Çanakkale ve kapalı havza olan Karadeniz'e bağlantısını sağlayan İstanbul Boğazı'na sahip bir iç deniz konumundadır. Bundan dolayı Marmara Denizi'nin hidrolojik özelliklerini iki kısımda incelenebilir. Bunlardan ilki boğazla ilişkisi olan iç denizin yağış, buharlaşma ve akarsuların debisi; ikincisi ise denizin genişliği ve derinliği hidrolojik özellikleri belirleyen etmenlerdir (Yümün vd., 2023: 169).

Marmara Denizi, tuzluluk oranı değerlendirildiğinde su sirkülasyonunun aktif olduğu gözlemlenmektedir. Karadeniz'den gelen 15-20 m derinliğinde olan su kütlelerin tuzluk oranı 0.022 iken, derinlere inildikçe bu değerler 0.036-0.037 kadar arttığı gözlenmektedir. Marmara Denizi'nin yüzey suyu sıcaklığının mevsimsel değişimlerle beraber kış aylarında 8-10 °C, yaz aylarında ise 24-26 °C aralıklarında seyretmektedir. Bu sıcaklıklar Marmara Denizi ve adalarının kıyıları boyunca yazlıkları, kamp alanlarının ve turistik yapıların oluşmasına neden olmakta ve bu durum deniz suyunun kirlenmesine sebep olmaktadır (Türkiye Barolar Birliği, 2007: 22).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MARMARA DENİZİNDE MÜSİLaj OLUŞUMU VE SEBEP OLABİLECEK KİRLETİCİLER

4.1. Marmara Denzinde Müsilaj Oluşumu

4.1.1. Müsilaj kavramının tanımı

Müsilaj, denizin yüzeysel su tabakasında sıcaklık ve karbondioksit artması gibi sebeplerden dolayı mikroskobik canlıların (virüs, bakteri, plaktonlar ve algler gibi) su yüzeyini köpüksü, jölemsi ve yapışkan topraklar halinde kaplayan malzemelerdir. Müsilaj, ilk olarak 1729 yılında Adriyat Denizi'nde görülmüş olup dünyanın en büyük müsilaj olayı yaz ayında bu denizde görülmüştür (Tüfekçi vd., 2010: 199).

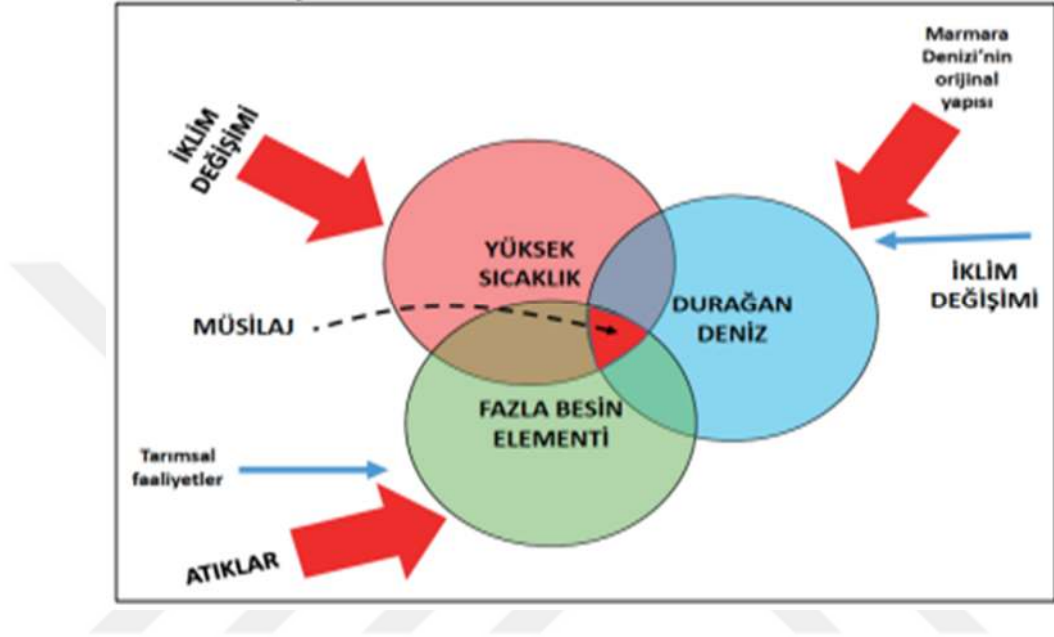
Danovaro vd. (2009) müsilajı, “Stresli koşullar altında fotosentetik olarak üretilen karbonhidratların fazlasının su ortamına salınması, hücre kalıntılarının ölümü ve ayrışmasıyla büyük miktarlarda polisakkaritin alıcı ortama karışması, hücre lizi sonrasında yüksek miktarda çözünmüş organik madde içeriğinin deniz ortamına karışması, bakteriyel hidroliz ve bozunmanın kısıtlı olması sebebiyle yüksek molekül ağırlıklı organik bileşiklerin zamanla birikmesi, prokaryotların ve fitoplanktonların hücre lizi sonucu hücre içeriğindeki organiklerin deniz ortamına karışması” şeklinde tanımlamıştır.

4.1.2. Müsilaj oluşumunu tetikleyen etmenler

Deniz salyasının çıkış nedenleri tam bilinmemekle beraber birçok etmenin sebep olduğu bilinmektedir (Danovara vd., 2009: 4). Bunlar, iklimsel değişiklikler ve insan kaynaklı kirleticilerin deniz canlılarının üzerindeki olumsuz etkilerin dışı vurumu olduğu görülmektedir (Purcell vd., 2007: 183) (Şekil 4.1.).

Oşinoğrafik ve Meterolojik etmenler müsilaj oluşumuna kaynaklık edebilmekte ve deniz üzerindeki kirliliğin yayılmasına sebep olarak kirliliğin rüzgar, akıntı ve dalgalar aracılığıyla başka bölgelere taşınmasına, daha fazla canlının zarar görmesine, görüntü kirliliğine, deniz araçlarını ve turistik tesisleri olumsuz etkileyerek ekonomik zararların artmasına neden olabilmektedir (Pompei vd., 2003: 301 & Sampedro vd., 2007: 116).

Deniz suyu sıcaklığının artması, denizdeki çözülmüş oksijen miktarının azalmasına ve karbondioksit miktarının artması neden olarak ötrifikasyon olayının gerçekleşmesine zemin hazırlamaktadır. Müsilaj problemini tetikleyen bir başka etmen ise denizlerde aktif akıntıların bulunmaması, denizlerin durağan olması ve rüzgarların olmaması olarak sıralayabiliriz (Cozzia vd., 2004: 224).



Şekil 4.1. Müsilaja neden olan temel etmenler

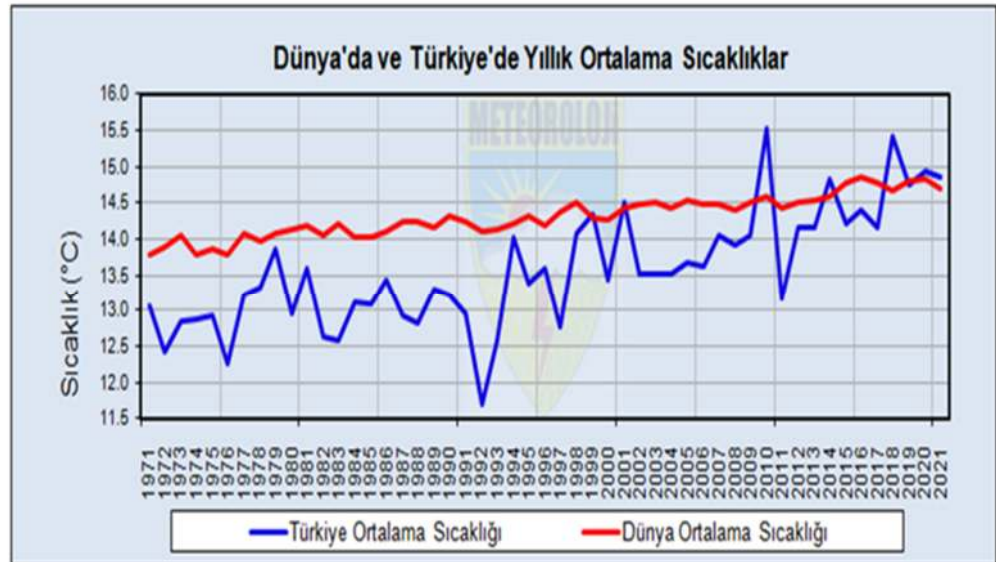
4.1.3. Marmara Denizinde oluşan müsilaj kirliliği

Türkiye’de ilk müsilaj oluşumu, 1992 yılında Erdek Körfezi’nde su altında gözlemlenmiştir (Tüfekçi vd., 2010: 199). Türkiye’de ikinci müsilaj olayı, 2007 yılında İzmir Körfezi’nde gözlenmiştir (Okyar vd., 2015: 28). Türkiye’nin ilk ciddi tehlike arz eden müsilaj oluşumu, Çanakkale Boğazı’ndan başlayarak İzmit Körfezi’ne kadar yayılım göstermiştir (Aktan vd., 2008: 72). Son olarak, 2021 yılı Mayıs ayında Marmara Denizi’nde görülmüş ve çoğunluğu İstanbul ve Yalova illeri sınırları içinde yayılarak toplam 12741,964 ha. alana yayılım göstermiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021).

Marmara Bölgesi, 25 milyon nüfusu ile Türkiye’nin yoğun bölgesidir. Marmara Denizi’nin etrafını saran 7 ilden (Tekirdağ, İstanbul, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir, Çanakkale) oluşan bölge, ülke sanayisinin %50 sini karşılamaktadır. Günlük 500 bin şehir iç hatları ve yıllık 41 bin transit geçişlerin olduğu gemi trafiğine sahiptir (Birpınar,

2021: 1). Bu durum, Marmara Denizi'nin kirlenmesine neden olmakta ve müsilaj oluşumunu tetiklemektedir. Marmara Denizi, çevresinde birçok yerleşim yeri, sanayi kuruluşu ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklı atık suların arıtıma tabi tutulmadan deşarj edildiği bir yerdir. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı tarafından yürütülen MARAAT projesi verilerine göre Marmara Denizi havzası, atık su arıtma tesislerinin debi bakımından büyük bir kısmının kentsel atık su olduğu belirlenmiştir. Buna paralel olarak toplam atık su kaynaklı kirlilik yükünün %96'sı kentsel atık sulardan kaynaklanmaktadır. Projede, kentsel atık suyun yaklaşık %43 gibi azımsanmayacak bölümünün yalnızca fiziksel arıtmaya tabi tutularak deşarj edildiği, %4.9 oranında ileri arıtma yapıldığı, %51.8'lik kısmının ise biyolojik arıtma uygulanarak deşarj edildiği belirlenmiştir (Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı, 2021).

Marmara Denizi'ndeki müsilaj oluşumunun kuvvetli ihtimalleri rasında, iklim değişikliklerine bağlı olarak sıcaklıkların artması ile deniz suyu sıcaklığının artmasıdır. Şekil 4.2.'de gösterildiği üzere, 2010 yılında Türkiye ortalama sıcaklık değerleri diğer yıllara nazaran artış göstermektedir. Bu durum, Ege ve Marmara Denizi'nde müsilaj oluşumunu tetiklediği gözlenmiştir (Aydın, 2021: 3).



Şekil 4.2. 1971-2021 Yılları Arası Dünya ve Türkiye Sıcaklık Ortalamalarının Karşılaştırılması

4.2. Müsilaj Oluşum Kaynakları

Müsilaj oluşumu birçok sebep kaynaklık etmekle beraber komplike bir oluşuma sahiptir (Çizelge 4.1.).

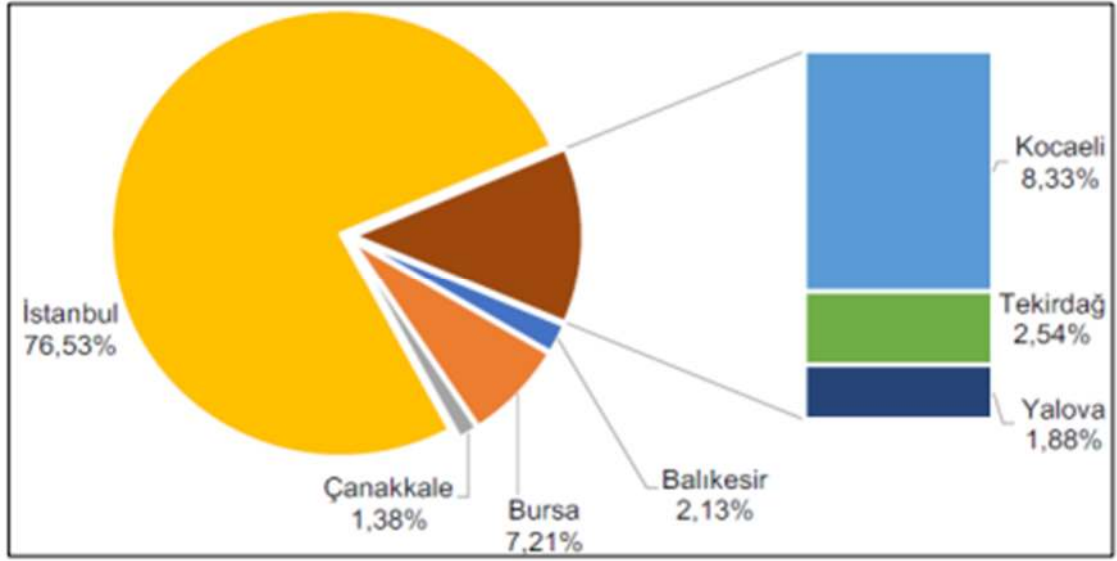
Çizelge 4.1. Müsilaj oluşumuna neden olan kirleticilerin sınıflandırılması*

Kara kökenli kirleticiler		Diğer kirleticiler
Yayılı kaynaklar	Noktasal kaynaklar	
Termal ve yoğun su deşarjları	Hayvansal atıklar	Mikrobiyolojik kirlilik
Endüstriyel atıksular	Zirai (tarımsal) atıklar	Kıyı düzenlemeleri, dip taramaları
Düzenli depolama alan sızıntı suları	Meskun bölgelerden gelen yüzeysel akış ve sürüklenmeler	Gemi kaynaklı kirleticiler
Kentsel atıksular	Atmosferik taşınım kaynaklı kirleticiler	Deniz çöpleri

*Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Müsilaj Sorunu Araştırma Komisyonu Toplantısı, (2021).

4.2.1. Evsel kaynaklı kirleticiler

Marmara Denizi’nde, deniz salyasına kaynaklık eden kirleticilerden bir tanesi de yapısında kimyasal ve zehirli madde bulunmayan, ortamdaki fosfor ve azot miktarını artıran evsel atık sularıdır. Bu kirleticiler, mutfak, banyo ve tuvalette kullanılan atık sulardır (Özgür, 2006: 5). 25 milyon nüfusa ev sahipliği yapan Marmara bölgesi, ciddi miktarlarda evsel atık su oluşturmaktadır. Atık suların arıtılmadan veya bilinçsizce denize deşarjı durumunda, ortamdaki organik madde miktarı artış göstermektedir (Şekil 4.3.). Denize organik madde girişinin fazla olması, alglerin veya bazı türlerin fazla çoğalmasına neden olup, ötrifikasyona neden olmaktadır (Artüz vd., 2007: 10) (Fotoğraf 4.1.).



Şekil 4.3. Marmara Denizi'ne çevre illerden yapılan atık su deşarj oranları (m³/gün)



Fotoğraf 4.1. Erie Gölü'ndeki mavi-yeşil alg çoğalması ile ilgili görünüm

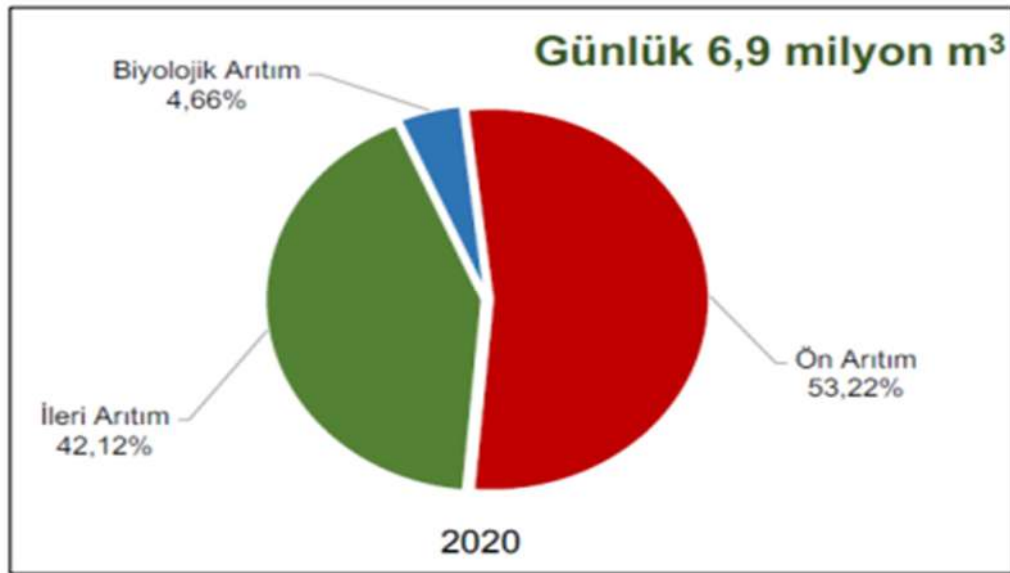
4.2.2. Sanayi kaynaklı kirleticiler

Marmara bölgesi'nde ulaşım kolaylığı, ucuz iş gücü, pazarlama ve hammadde gibi koşullar elverişli olduğundan dolayı birçok sanayi kuruluşun bu bölgede faaliyete geçmesine olanak tanımıştır. Bu sanayi tesisleri, soğutma suyuna ihtiyacını karşılamak ve deniz üzerinden ulaşım kolaylığı sağlamak amacıyla daha çok Marmara Denizi etrafında veya denize bağlanan akarsular ve dereler çevresine kurulmuştur. Bu tesislerde, oluşan endüstriyel atıklar, kullanılan soğutma suları ve kimyasal atıklar

arıtılmadan veya kısmen arıtılarak denize deşarj edilmektedir. Bu durum hava, kara ve deniz canlıları için son derece tehlike arz etmekte olup birçok canlının yok olmasına veya özellikle denizlerde bazı tek hücreli canlıların tehlikeli bir şekilde artarak baskın güç haline gelerek müsilaş oluşumuna sebep olmaktadır (Tüfekçi vd., 2010: 199).

4.2.3. Endüstriyel kaynaklı kirleticiler

İnsan nüfusunun yoğun olduğu yerleşim bölgelerinde, insanların ihtiyacını karşılamak amacıyla yoğunluğa paralel olarak endüstriyel işletme sayısında artış olmaktadır. Marmara Deniz'i çevresi yoğun bölgeler arasında yer almaktadır. Bu durum, Marmara Denizi çevresinde birçok endüstriyel tesislerin plansız ve yeterli altyapı düşünülmeden endüstri merkezlerinin kurulmasına sebep olmuştur. Endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan atık suların arıtılmasından sonra denizlere veya denizlere ulaşan kanallara boşaltılması gerekirken birçok kuruluş arıtım işlemi yapmadan veya kısmi arıtım yapılarak deşarj yapıldığı saptanmıştır (Şekil 4.4.). Bu durum, denizin kendini temizleme hızının da düşük olması ile birlikte denizdeki oksijen miktarında oluşan düşüş vs. durumlar bazı plankton veya alglerin kontrolsüz bir şekilde artarak müsilaş oluşumuna neden olduğu görülmektedir (Yasama Komisyon Raporları, 2022).



Şekil 4.4. Marmara Denizi çevresinde bulunan işletmelerin günlük arıtım oranları

4.2.4. Gemi kazaları

Marmara Denizi, gerek konumuyla (Karadeniz'i okyanuslara bağlaması ve uluslararası ticaret yolu olması), gerek nüfus yoğunluğu ile hareketli bir yapıya sahiptir. Bu hareketlilik ve yoğunluk, her geçen gün artmaktadır. İstanbul Boğazı'nda günde 700'ün üzerinde deniz aracı seferleri düzenlenmekte ve günlük milyonlarca insanın iki yaka arasında deniz yolu ile geçişi sağlanmaktadır (Akten, 2005: 1-3). Bu trafik yoğunluğu, Marmara Denizi'nde birçok kazaya ve beraberinde kirliliğe sebep olmaktadır. Deniz taşımacılığında yolcu atıklarının direk denize verilmesi; petrol gemileri kazalarında petrolün deniz yüzeyine yayılması ile beraber çevreye kötü koku yayılımı, petrolün deniz canlılara yapışarak ölümüne sebep olması, ışık geçirgenliğinin azalarak fotosentez oluşumunun engellenmektedir (Topakoğlu, 2004: 12). Ayrıca gemi balast sularının, kontrolsüz ve arıtılmadan denize boşaltılması gibi durumlar deniz ekosisteminin bozulmasına neden olarak "Deniz Salyası" olayını tetiklemektedir (Öğüt, 1999: 2).

4.2.5. Tarımsal kaynaklı kirleticiler

67000 km² alana sahip Marmara Bölgesi, engebeli olmamasından dolayı yüzölçümüne kıyasla %30 ile en fazla ekili-dikili alana sahip ve tarımsal ürün çeşitliliği bakımından en zengin bölgemizdir (Marmara Bölgesi, 2023). Son 60 yılda, tarımda verimlilik dalgalanmasını önlemek ve ürün verimliliğini artırmak amacıyla modern tarım teknikleri uygulanmaya başlanmıştır. Bu tekniklerden bazıları, inorganik gübre kullanımı ve sulama aletlerinin kullanımıdır. Bitki gelişimi için kullanılan gübrelerin yapısında bulunan azot, fosfor ve nitrat'ın fazla kullanılmasından ötürü toprakta birikmekte ve toprak kirlenmektedir. Sulama veya fazla yağmurun yağmasıyla, topraktaki bu maddeler çözünerek akarsu, nehir ve denizlere akarak su kaynaklarında inorganik ve organik madde girdisi sağlayarak su ortamındaki ekosistemin bozulmasına sebep olmaktadır. Bu maddeler, sadece yeryüzündeki sularda değil aynı zamanda yeraltı sularına sızarak yeraltı suların kirlenmesine kaynaklık etmektedir (Köseoğlu, 1995: 279).

Su kaynaklarının kirlenmesinde zirai faaliyetlerden kaynaklı nitrat kirlenmesi, son dönemlerde öncü kirleticiler haline geldiği gözlenmiştir. Ayrıca, tarım alanlarında kullanılan hayvan gübresi ve bitkilerin gelişimini olumsuz etkileyen haşere ve yabancı otların giderilmesi amacıyla kullanılan pestisitler son derece ölümcül ve kirletici yapıya

sahiptir. Bu kimyasalların, kullanımına dikkat edilmeli ve atık olan ambalajları su ortamlarına atılmayarak uygun bir şekilde imha edilmelidir (Liu vd.,1997: 1219).

4.3. Marmara Denizindeki Müsilajın Çevreye Etkileri

4.3.1. Ekosistem üzerindeki etkileri

Bir ortamdaki tüm canlı ve cansız varlıklar birbirleriyle etkileşim içindedir. Bu durum, deniz canlıları için de geçerliliğini devam ettirmekte olup binlerce canlıyı kapsayan bu oluşum kendi aralarında bir besin döngüsü oluşturmaktadır. Canlı ve cansız varlıklar arasındaki denge de ekosistemi oluşturmaktadır. Marmara Denizi, Karadeniz ile oluşturduğu üst akıntılar ve Ege denizi ile arasında oluşturduğu dip akıntılar sebebiyle kendine has oşinoğrafik, biyotik ve abiyotik özelliklere sahiptir. Bu akıntılar, Marmara Denizi'ndeki biyoçeşitliliğinin artmasını sağlamaktadır (Salihoğlu, 2021: 43). Nüfus sayısının artması ve sanayi tesislerinin artmasıyla birçok atık, arıtılmadan veya kısmi arıtmayla denize deşarj edilmesi popülasyonun bozulmasına neden olmaktadır. Canlı çeşitliliğinin daha fazla bulunduğu 40-50 metre derinliklere yapılan deşarjlar daha fazla tehlike arz etmektedir (TBMM Komisyon Tutanağı, 2021: 116).

TBMM Komisyon Tutanağı (2021), Salihoğlu vd.'e atfen Marmara Denizi'nde balıkçılık durumundan söz ederken, son yarım asırdaki kirlilik ve iklimsel değişimlerle beraber denizdeki biyolojik çeşitliliğin sürekli farklılaşmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu değişimle, bazı istilacı türlerin ortama adaptasyon sağlayarak besin zincirine dahil olduğu görülmüştür. İstilacı türlerin başında algler, bakteriler ve planktonlar gelmektedir. Zararlı alg patlamalarının neden olduğu olumsuzluklar iki yönlü incelenebilir. Birincisi, alglerle beslenen deniz canlılarında toksik madde birikimine sebep olup, besin zincirinde en sonlarda bulunan canlıların zehirlenmesine sebep olabilmektedir. İkinci olumsuzluk ise zararlı planktonların sayıca fazla artış göstermesi balıkların ve omurgasız canlıların hareket alanlarının azalmasına veya solungaçlarının kapanmasına sebep olup, oksijensiz kalarak ölümlerine neden olmaktadır (Bedikoğlu vd., 2019). Fitoplanktonlardan olan siyanobakterileri, su ortamında geniş alanlara yayılarak ortamın asidik değerlerinin artmasına neden olmaktadır. Asidik değerlerin artması balıkların doğrudan ölümüne neden olmakla birlikte, deniz canlıların bünyesinde birikerek onları tüketen insanlar için tehlike arz edebilmektedir. Florida kıyılarında oluşan *K. brevis* türünün sebep olduğu Red Tide

olayında toksik maddelerin partiküller halinde hava ortamına bulaştığı ve birtakım solunum rahatsızlığına sebep olduğu gözlenmiştir (Eren, 2018: 243) (Fotoğraf 4.2.).



Fotoğraf 4.2. *Karenia brevis* bakteri türünün balıklar üzerindeki ölüm etkisi

4.3.2. İnsanlar üzerindeki etkileri

TBMM Komisyon Tutanağı (2021), Funari & Ade'e atfen Marmara Denizi'ne, kıyısı olan şehirlerde 25 milyon civarında insan yaşamasının, yoğun deniz trafiğine sahip olmasının ve endüstriyel ile zirai kaynaklı kirleticilerin dahil olmasının Marmara Denizi'nin kirlilik yükünü artırdığı ve artan bu kirlilik ile deniz salyasının oluşmasına zemin hazırlayarak insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceğini saptamıştır. Marmara Denizi'nde istavrit, hamsi ve sardalya başta olmak üzere ekonomik değere sahip avlanan veya yetiştirilen 62 tür balık bulunmaktadır. Bu türler, iç piyasada tüketimi fazla olan canlılar olmasından kaynaklı binlerce haneye gelir kaynağı olmaktadır. Bu durum, müsilaj kaynaklı zarar gören deniz canlıların insanlar tarafından tüketilmesi insan sağlığı bakımından risk teşkil edebilmektedir (Pakdemirli, 2021). Marmara Denizi'nde, son görülen deniz salyası olduğu deniz suyuna maruz kalan kişilerde herhangi bir şikayet veya fiziksel vakaya rastlanılmamıştır. Ancak, müsilajın oluşturduğu görüntü bozukluğu ve koku insanlar üzerinde rahatsızlık oluşturmuştur.

Marmara Denizi'nde, 2021 yılında oluşan müsilaj olayının etkilerinin ve zararlarının belirlenmesi amacıyla Marmara Denizi Eylem Planı çerçevesi içerisinde

Bursa, Balıkesir, İstanbul, Yalova, Kocaeli, Çanakkale ve Tekirdağ'da tespit edilen, 23 bölgede 15 günlük periyotlar şeklinde balık örnekleri alınmış ve akredite laboratuvarlarda analiz edilmiştir. Toplamda alınan 248 numunede; PAH, dioksin, kurşun, civa, kadmiyum, koagulaz pozitif stafilocoklar ve sülfid indirgeyen anaerob bakteriler analiz edilmiştir. Sonuç olarak; Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği ve Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğine göre uygun olduğu saptanmıştır. Bu analizler, göz önünde bulundurulduğunda son dönemde görülen müsilaç vakası insanlar üzerinde ciddi olumsuzluklar oluşturmadığı saptanmıştır.

4.3.3. Turizm üzerindeki etkileri

İnsanlar, yoğun çalışma hayatı ile oluşan stresten arınmak ve dinleme ihtiyacının karşılamak amacıyla sahilleri ve plajları tercih etmektedir. Çizelge 4.2. görüldüğü gibi Marmara Denizi'ne kıyısı olan birçok şehirde, A ve B sınıfı kalitesine sahip plajların olması ile su altı kültür mirası açısından zengin olması turistlerin ilgi odağı haline gelmiştir (Demir, 2004: 1312). Ayrıca, Marmara Denizi su sporları, tüplü dalış ve yelkenli teknelerin kullanımına elverişli olması, insanların daha çok rağbet ettiği alan haline gelmiştir (Demiroğlu, 2017: 247). Kültür ve Turizm Bakanlığınca, turizmin teşvik ve canlandırılması kapsamında Marmara Denizi'ne kıyısı olan bir adet "Kültür-Turizm koruma ve Geliştirme Bölgesi (KTKGB)" ve on adet "Turizm Merkezi (TM)" kurulmuştur. Kurulan bu tesisler ile Marmara Denizi'nde oluşabilecek müsilaç olayının turizme olan zararlarını en aza indirmek istenmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021).

Çizelge 4.2. Marmara Denizi kıyısındaki plajlar ve sıhhi sınıflandırmaları *

İl Adı	A sınıfı	B sınıfı	C sınıfı	D sınıfı	Toplam
İstanbul	25	16	16	-	57
Tekirdağ	17	11	5	1	34
Çanakkale	18	2	-	-	20
Balıkesir	21	-	-	-	21
Bursa	8	15	1	-	24
Yalova	7	7	4	-	18
Kocaeli	7	5	-	1	13

*Çevre Sağlığı Dairesi Başkanlığı, (2023).

Deniz salyası, oluştuğu alanlarda fiziksel görüntü kirliliği oluşturarak su berraklığını bozmakta ve oluşturduğu kötü koku ile turistik cazibenin kaybolmasına neden olmaktadır ( zdelice vd., 2021). Deniz yüzeyinin müsilaj ile kaplanması denizaltı fotoğraf lığı, tüplü dalış, balık tutma ve tekne turları gibi etkinliklerin yapılmasını engellemektedir (Hürriyet, 15 Haziran 2021). Müsilaj, deniz yüzeyinde oluşturduğu tehdidi sualtı turizmi içinde oluşturmaktadır. Sualtı harabeleri, batık gemileri kaplamakta ve sualtı bulanıklığı oluşturup, turizmin zarar görmesine neden olmaktadır (Karakaş, 2021).



BEŞİNCİ BÖLÜM

MARMARA DENİZİNDEKİ MÜSİLAJIN GİDERİLMESİ VE ÇÖZÜM YOLLARI

5.1. Müsilajın Bertarafı ve Denetlenmesi

Marmara Denizi'nde, 6 Haziran 2021 tarihinde görülen deniz salyasının temizlenmesi ve müsilaj oluşumunu engellemek amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Marmara Denizi Koruma Eylem Planı oluşturularak çözüm sağlanması amaçlanmıştır. Bu çerçevede, müsilaj kirliliğinin giderilmesinde Şekil 5.1.'de verilen yol haritası özet bir şekilde izlenmektedir (Birpınar, 2021).



Şekil 5.1. Müsilaj kirliliğinin giderilmesinde izlenen yol şeması.

Marmara Denizi Eylem Planı Çerçevesinde deniz yüzeyinde bulunan müsilajın toplanması ve bertarafı için, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Türkiye’de daha önce görülmemiş çevre temizliği hareketi başlatılmıştır. Marmara Denizi’ne kıyısı olan 7 il bu seferberliğe dahil olup iş birliği içinde hareket edilmiştir (TBMM Komisyon Raporu, 2022: 159).

Marmara denizine kıyısı olan 7 ilde toplam çalışma bölgesi ve toplanan müsilaj miktarları Çizelge 5.1. gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Marmara Denizi'ne sınırı olan illerde toplanan müsilaj miktarı*

İl adı	Çalışılan bölge sayısı	Kümülatif toplanan müsilaj miktarı (m ³)
Kocaeli	59	746,1
İstanbul	356	6440,6
Tekirdağ	21	154
Çanakkale	73	919,1
Balıkesir	38	841
Yalova	52	2118
Bursa	24	180,5
Toplam	623	11129,3

*Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2021)

Marmara Denizi Eylem Planı çerçevesinde, yürütülen müsilaj temizleme çalışmaları başarılı olmuştur (Fotoğraf 5.2.) (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021).



Fotoğraf 5.1. Müsilaj temizlik çalışmaları öncesi-sonrası değişimi

Müsilaj temizleme çalışmaları, 7 ili kapsayan 623 bölgede yapılmış olup, toplamda 11129,3 m³ müsilaj toplanmıştır (Çizelge 5.2.). Toplanan müsilajın bertafı, belirlenen alanlara sızdırılmaz araçlarla taşınarak gerçekleştirilmiştir. Alınan müsilaj örnekleri, laboratuvar ortamında incelenmiştir. Laboratuvar sonuçları müsilajın zehirli

ve toksik özellik göstermediği, tuzluluk değerlerinin fazla olduğu, %94-99 oranında nem içerdiği saptanmıştır (TBMM Komisyon Raporu, 2022: 167).

Çizelge 5.2. Toplanan müsilağ miktarı (m³) ve bertaraf alanı *

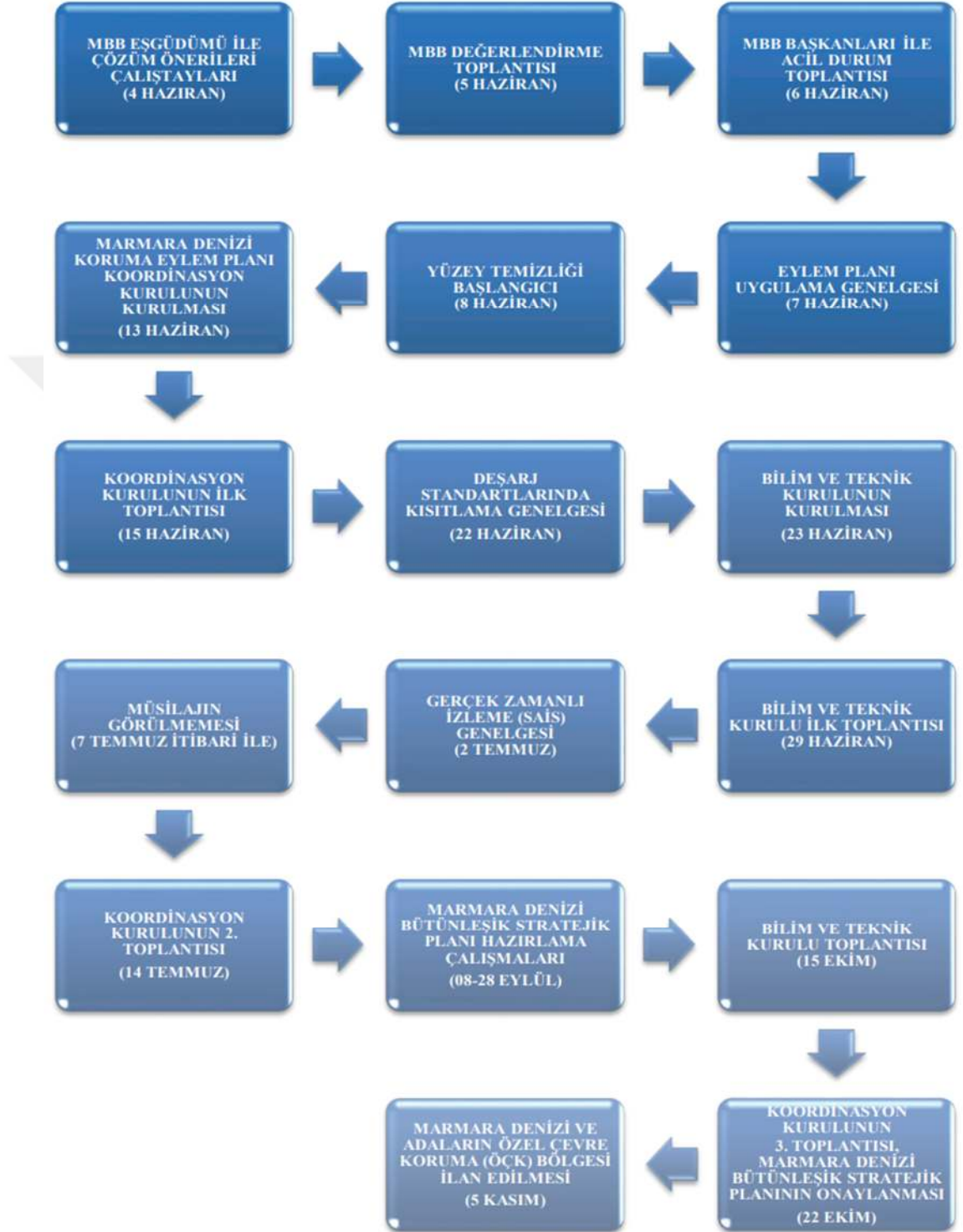
İlin adı	Miktar (m ³)	Bertaraf alanı
İstanbul	6440,60	İBB İstaç Kömürcüoda Düzenli Depolama Tesisi
Yalova	2118	Yalova İli Yerel Yönetimleri Katı Atık Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği
Çanakkale	919,10	Çanakkale Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi
Tekirdağ	154	PANAB Tekirdağ Enerji A.Ş. Düzenli Depolama Sahası
Balıkesir	841	Balıkesir Düzenli Depolama Katı Atık Entegre Tesisi
Kocaeli	476,12	İzaydaş Düzenli Depolama Sahası
Bursa	180,50	Hamitler Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi
Toplam	11129,3	

*Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2021)

5.2. Marmara Denizi Koruma Eylem Planı

Marmara Denizi'nin kirlilik oranının ne kadar çok arttığı 2021 yılında meydana gelen müsilağ olayı ile gün yüzüne çıkmıştır. Müsilağ oluşum nedenlerinin belirlenmesi, müsilağ oluşumunu engellemek ve kalıcı çözümlerin oluşturulması için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı denetiminde gerekli alt yapıların kurulması ve denetlenmesi amacıyla kurulan 22 maddeden oluşan Marmara Denizi Koruma Eylem Planı, Marmara Denizinde müsilağ oluşumuna çözüm niteliğindedir. Bu eylem planı; müsilağın kontrol altına alınması, oluşumunun engellenmesi, çevreye ve canlılara verilen tahribatın önlenmesi için; kentsel, tarımsal, endüstriyel, insan kaynaklı ve denizcilik gibi faaliyetlerden oluşan kirliliğin ortaya konması, kirlilik kaynaklarının etkisi ve kirlilik miktarının en aza indirgenmesi amacıyla su kalitesi parametrelerinin yeniden düzenlenmesi, atık ve atık su arıtım yöntemlerinin belirlenmesi ve denetlenmesi, küresel iklim değişikliklerin izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması, AR-GE çalışmalarının artırılması, denetleyici kurumlara ceza verme yetkilerinin verilmesi gibi faaliyetleri içermektedir (TBMM, 2022: 364). Bakanlığın, Marmara

Denizi’nde oluşan müsilajın temizleme ve mücadele çalışmaları içeren plan Şekil 5.3.’te gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Müsilaj ile mücadele süreci

SONUÇ

Marmara Bölgesi, 67000 km² yüzölçümü ile Türkiye yüzölçümünün %8.5 oranına tekabül etmektedir. 1950'lerden sonra kentleşme ve sanayileşme ile beraber 1965'te 3.146.100 nüfusa sahip olan bölge, günümüzde 26.650.405 kişiye ev sahipliği yapmaktadır (TUIK, 2022). Marmara denizi, gerek jeopolitik konumuyla gerek mavi bayraklı plajlara sahip olması, ilgi çekici batık şehir ve batık gemilerin bulunması, tüplü dalış sporlarına elverişli olması ile merakları üzerine çeken, ilgi çekici bir yapıya sahiptir (Bayatlıoğlu, 2014: 36). Marmara Denizi, yoğun nüfusa sahip ve sanayinin geliştiği şehirlere (İstanbul, Kocaeli, Bursa, Sakarya ve Balıkesir) komşu olmasından kaynaklı, endüstriyel atık sularına, evsel atık sularına, tarımsal kaynaklı kirleticilere, gemi balans sularının doğrudan veya dolaylı maruz kalarak su kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Marmara Denizi'ne, uzun yıllar boyunca arıtım yapılmadan deşarj edilen kirli sular, denizin kirlilik yükünü taşıyamaz hale geldiği 2021 yılında ortaya çıkan müsilaj olayı ile görülmüştür (Albay, 2023: 6). Türkiye ve dünya ticareti açısından son derece öneme sahip olan Marmara Denizi'nin su kalitesinin korunması ve sürdürülebilirlik açısından birden fazla plan ve proje hayata geçirilmeye çalışılmıştır. Bunlardan en önemlisi ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2021 yılında yayınlanan "Marmara Denizi Koruma Eylem Planı" dır. Bu plan ile Marmara Denizi'nin fiziki ve ekolojik olarak kirlenmenin önlenmesi amaçlanmıştır. Marmara Denizi'nin korunması amacı ile oluşturulan "Marmara Denizi Koruma Eylem Planı" faaliyetleri şöyle sıralanmıştır.

1. Marmara Denizi'nde, kirlilik yükünün azaltılması ve denetleme çalışmalarının yürütülmesi amacıyla; Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı, Sanayi Odaları, Üniversite ve Sivil Toplum kuruluşlarında tarafından Müteşkil Kordinasyon Kurulunu oluşturmak (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021),
2. Marmara Belediyeler Birliği bünyesinde Bilim ve Teknik Kurulu oluşturulmalıdır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021),
3. Marmara Denizi'nin tümü, Koruma Alanı olarak ilan edilmeli ve bu kapsamdaki çalışmalar en kısa sürede hayata geçirilmelidir (TBMM, 2022),
4. Müsilajın, çevreye ve deniz ekosistemine verilen zararın minimum seviye indirmek amacıyla deniz yüzeyindeki ve deniz içindeki müsilajın toplanması ve bilimsel teknikler aracılığıyla bertarafı sağlanmalıdır (CSB, 2021),

5. Deniz kirliliğini azaltmak amacıyla vatandaşların bilinç ve duyarlılığının artırılmasına yönelik kamuoyu çalışmaları yapılmalı ve bu çalışmalar teşvik edilmelidir (Özel, 2020: 39),
6. Marmara Denizi çevresinde bulunan tesislerin, arıtılmış atık suların amaca uygun tekrar kullanılarak denize deşarj miktarının minimum seviyeye indirilmelidir (Çakmak vd., 2007: 867),
7. Deniz ekosisteminde, oluşan tahribatın iyileştirilmesi ve ekosistemin korunmasına yönelik çalışmalarda bulunulmalı ve balık türlerinin azalmasına veya balık stokları üzerinde oluşturulan baskının artmasına neden olacak uygulamalardan kaçınılmalıdır (Demirel vd., 2020),
8. Marmara havzasının ilgili kurumlar tarafından izleme noktalarının artırılması, uzaktan algılama sistemleri, insansız hava araçları, erken uyarı sistemleri ve radar sistemleri kurularak denetimler sıklaştırılmalı ve ihlaller sonucunda caydırıcı yüksek miktarda cezalar yazılmalıdır (TBMM Komisyon Raporu, 2022: 546),
9. Marmara Denizi'ne, dere ve akarsular yoluyla ulaşan kirliliği azaltmak amacıyla tampon alanlar oluşturulmalı veya file gibi araçlar kullanılmalıdır (TBMM, 2022: 545),
10. Tersane faaliyetleri kaynaklı kirli suların ve gemi balans suların denize boşaltılması önlenmelidir (Battal vd., 2005: 401),
11. Organize Sanayi Bölgelerindeki kirliliğin Marmara Denizi'ne olan zararlı etkisinin azaltılması amacıyla tüm işletmelerin ileri arıtım tekniklerin kullanılması sağlanmalı ve teşvik edilmelidir (Kentsel Atıksu Arıtım yönetmeliği, 2006),
12. Marmara Denizi'ne deşarj edilen atık suların tamamının ileri biyolojik arıtım tekniklerin kullanıldıktan sonra deşarj işlemi yapılmalı ve bu işlemin yetkili kurumlar tarafından online 7/24 izlenerek denetimleri sağlanmalıdır (TBMM, 2022: 545),
13. İklim değışikliklerin deniz üzerindeki olumsuz etkilerin ortaya çıkarılması ve bu olumsuzlukların giderilmesi sağlanmalıdır (TBMM, 2022: 545),
14. İyi tarım uygulamaları, Marmara Denizi Havzası'ndaki tüm bölgede yaygınlaştırılmalıdır (Aydın, 2021:67) ve
15. Tarımsal alanda kullanılan kimyasalların (pestisit ve gübre gibi) kullanımı konusunda çiftçilere eğitimler verilmeli ve kontroller yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Açma, B. (2005). *Kentleşme ve çevre sorunları*, 1. Baskı, Anadolu Üniversitesi Yayınları, s:314.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri, 5902 Sayılı Kanun, (2023, Ağustos), https://www.jmo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=160
- Afet Komisyonu, (2023, Ağustos). Dünya genelinde 2000-2019 yılları arasında en fazla can kaybına neden olan 10 büyük doğal afet. <https://tatd.org.tr/afet/afet-yazi-dizisi/2020de-turkiye-ve-dunyada-en-sik-gorulen-dogal-afetler/>
- Afet ve Afet Türleri. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. [“slayt.html](#)
- Aksoy, İ. (2021). 19 farklı doğal afet türlerinin sentinel uydu verileriyle izlenebilirliğinin güvenilirlik analizi Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Aksungur, N., & Firidin, Ş. (2008). Su kaynaklarının kullanımı ve sürdürülebilirlik. *Aquaculture Studies*, 2008(2), 9-11.
- Akten, N. (2005). Risk of collision: How far are the rules satisfactory. *European Journal of Navigation*, 3, 1-3.
- Appannagari, R. R. (2017). Environmental pollution causes and consequences: A study. *North Asian Int Res J Soc Sci Humanit*, 3(8), 151-161.
- Aslan-İhsanoğlu, M., & İşmen, A. (2020). Marmara Denizi biyoçeşitliliği ve derinsu pembe karidesi av miktarı. *Aquatic Research*, 3(2), 85-97.
- Aydın, M. E. (2021). Musilage formation in Marmara Sea Possible causes and recommendations, 51-67. https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/bilim-ve-dusun/Marmara%20Deniz%20Salyasi/TUBA-978-605-2249-73-4_Ch2.pdf
- Artüz, M. L., Okay, I. A., Mater, B., Artüz, O. B., Gürseler, G., & Okay, N. (2007). *Bilimsel Açıdan Marmara Denizi*. Türkiye Barolar Birliği Yayınları, Sevinç Erdal İnönü Vakfı.
- Akın, M., & Akın, G. (2017). Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
- Aktan, Y., Artuğ, G., Topaloğlu, B., & İşinibilir, M., (2008). İzmit Körfezi Müsilaj Çalışması Sonuç Raporu. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Aralık, 2008, pp.72. <https://iupress.istanbul.edu.tr/en/book/marmara-denizinin-musilaj->

- Artüz, M. Levent. (2007). *Türkiye Barolar Birliği Yayınları*, 119 Kültür Serisi: 2,22.
- Akyüz, E. (2020). *Çevre Biliminin ABC'si*. Seçkin Yayıncılık. s.52.
- Albay, M. (2023). Marmara Denizi'nin müsilağ sorunu. İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye. <https://iupress.istanbul.edu.tr/en/book/marmara-denizinin-musilaj-sorunu/home>
- Artüz, M. L. (2002). Marmara ve boğazların ekolojisi ve değişimler. *BÜ Deniz Teknolojisi Sempozyumu*.
- Ayaz, Ç. E. (2022). Musilaj sorununun idari boyutu: İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi özelinde bir inceleme. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(1), 176-204. Doi: 10.18074/ckuiibfd.989631.
- Bayatlıoğlu, G. (2014). *Marmara denizi'nde çevresel şartların yıllara göre değişimi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Balaban, B. (2019). *Gölpazarı (Bilecik) ve çevresinin heyelan duyarlılık analizleri* [Yüksek lisans tezi]. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Başoğlu, B. (2013). *Çevre zararlarından doğan hukuki sorumluluk* [Doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Battal, K. (2005). *Gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğinin önlenmesi ve türk boğazlarına yönelik çözüm önerileri* [Yüksek lisans tezi]. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi.
- Baykut, F., Aydın, A., & Baykut, S. (1987). *Çevre Sorunları ve Korunma*. İstanbul Üniv. Yayın No: 3449, Mühendislik Fakültesi Yayın No: 73, Güryay Matbaacılık, 42-60.
- Bedikoğlu, D., Yılmaz, İ. N., & Demirel, N. (2019). Marmara Denizi'nin 2019 yılı mevsimsel zooplankton dağılımı. *II. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu*, 11 – 13 Aralık 2019, Ankara.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., & Çiçek, E. (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 901-929.
- Birpınar, M. E. (2021). *Mavi Vatan Denizlerimizde Yeni Kabus; Müsilağ*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

- Börühan G., Ersoy P., & Tek Ö. (2012). *Afet yönetiminde lojistik planlama ve kontrol listesi yönteminin önemi*, Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Bildiriler Kitabı. Konya Üniversitesi, Cilt 1, Konya, Aybil Yayınları, s:376-383.
- BSGM (2021), *Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021. Ankara, s.17.
- Budak, S. (2000). *Avrupa Birliği ve Türk Çevre Politikası*. Buke Yayınları Araştırma Dizisi. İstanbul.
- Burkholder, J., Glibert, P., & Skelton, H. (2008). Mixotrophy, a major mode of nutrition for harmful algal species in eutrophic waters. *Harmful Algae* 8, 77–93.
- Canbek, G., & Sağıroğlu, Ş. (2006). Bilgi, bilgi güvenliği ve süreçleri üzerine bir inceleme. *Politeknik Dergisi*, 9(3), 165-174.
- Cred UNDRR. (2020). Human Cost of Disasters. An Overview of the last 20 years: 2000–2019. *CRED, UNDRR, Geneva*.
- Cozzia, S., Ivancic, I., Catalano, G., Djakovac, T., & Degobbi, D. (2004). Dynamics of the oceanographic properties during mucilage appearance in the Northern Adriatic Sea: analysis of the 1997 event in comparison to earlier events. *Journal of Marine Systems* 50, 223– 241. Elsevier Publishers.
- Çakmak, B., Ucar, Y., & Akuzum, T. (2007). Water Resources Management, Problems and Solutions for Turkey. In *International Congress on river basin management*, 867-880.
- Çevre Kanunu-2872, 09.08.1983, Tertip: 5, Cilt: 22.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2021)., 1971-2021 Yılları Arası Dünya ve Türkiye Sıcaklık Ortalamalarının Karşılaştırılması.
- Çevre Kirliliği. (2023, Haziran). Kavramı. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/cevre-kirliligiyle-mucadelede-organizmalar-nasil-kullanilir>
- Çevre Kirliliği. (2023, Haziran). Kavramı. <https://www.cekud.org.tr/tr/cevre-kirliligi>
- Danovaro, R., Fonda-Umani, S., & Pusceddu, A. (2009). Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, 4(9), e7006. doi:10.1371/journal.pone.0007006
- Demir, C. (2004). A profile of Turkish tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 16(5), 325-328,

- Demirel, N., Yıldız, T., Ulman, A., Zengin, M., Akoğlu, E., Saygu, İ., Ertör-Akyazı, P., Gül, G., Bedikoğlu, D., & Yılmaz, İ. N. (2023). Marmara denizi'nin müsilaaj sorunu. *Marmara Denizi Ekosistemi ve Balıkçılık Kaynaklarının Durumu: Müsilaaj Olayları ve Sürdürülebilir Balıkçılık İçin Öneriler*. İstanbul Üniversitesi Yayinevi. 221-236. 10.26650/B/LS32.2023.002
- Demiroğlu, O. C., Akbas, A., Turp, M. T., Ozturk, T., & Kurnaz, M. L. (2017). Case study Turkey: climate change and coastal tourism: impacts of climate change on the turquoise coast. In: *Global Climate Change and Coastal Tourism* (eds., Jones, A., Philips, M.), Springer, Netherlands.
- Dölek, İ. (2016). Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası. *Türkiye'de doğal afetler*. (ss. 1-54).
- EM-DAT, (2022, Ağustos). The international disasters database, <https://www.emdat.be/explanatory-notes>,
- Erdur-Baker, Ö., Kasapoğlu, K., & Yılmaz, E. (2015). The objectives of disaster education from teachers' perspectives. *Journal of Human Sciences*, 12(1), 975-990.
- Eren, Z. (2018). Su kaynaklarında ileri oksidasyon prosesleri (İOP) ile ötrofikasyon kontrolü, *Ordu Univ. J. Sci. Tech.*, 8(2), 243-253.
- Ersoy, Ş. (2009). Afetler Çağı. YTÜ Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi. 1-4. https://www.researchgate.net/publication/268740404_Afetler_Cagi
- Ertek, T. A. (2010). *İstanbul'un Jeomorfolojisi*. (Editörler: Y.Örgün ve Y. Şahin). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası-İstanbul Şubesi, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu III., Bildiriler Kitabı, s: 21-48, İstanbul.
- Ertürk, H. (1998). *Çevre Bilimlerine Giriş*, 3. Baskı, Vipaş A.Ş. Yayinevi, Bursa, s:74
- Esin, S., Oğuzhan, T., Kaya, K. C., Ergüder, T., Özkan, A. T., & Yüksel, İ. (2001). *Afetlerde Sağlık Hizmetleri*.
- Fondriest Environmental, Inc. (2014, Temmuz). Algae, Phytoplankton and Chlorophyll. Fundamentals of Environmental Measurements. <https://www.fondriest.com/>
- Funari, E. & Ade, P. (1999). Human health implications associated with mucilage in the Northern Adriatic Sea, *Annali Dell'istituto Superiore Di Sanita* 35(3), 421-5.
- Garipağaoğlu, N. (2016). Marmara havzası'nda kentleşme-atık su ilişkileri ve alıcı ortam üzerindeki etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (34), 147-159.

- Garipağaoğlu, N., & Uzun, M. (2021). Development stages of basin management and different models. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 43, 338-357.
- Gölcük Depremi ve Denize Etkisi. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://www.indyturk.com/node/228971/%C3%A7evre/g%C3%B6lc%C3%BCk-depreminin-21-y%C4%B1-d%C3%B6n%C3%BCm%C3%BCnde-siyasilere-seslenen-prof-dr-g%C3%B6r%C3%BCr-bu-%C3%BClkeyi>
- Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1994). Su Kirliliği. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*.
- Gürpınar, E., (1995). *Çevre Sorunları*, Genişletilmiş 4. Baskı, Der Yayınları, İstanbul,s:66
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, (2019, Haziran). Hava Kirliliği Raporu <https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/2019.pdf>
- Hava Kirliliği. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/makale/hava-kirliligi-kemikleri-eritiyor>
- Hogan, D. E., & Burstein, J. L. (Eds.). (2007). *Disaster medicine*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Hürriyet Gazetesi (2021, 15 Haziran). <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/musilaj-turizmi-de-vurdu-41834204/> .
- IFRC (The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). (1919). <https://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/aboutdisasters/what-is-a-disaster/>,
- İşinibilir, M., Kıdeys, A. E., Tarkan, A. N., & Yılmaz, I. N. (2008). Annual cycle of zooplankton abundance and species composition in Izmit Bay (the northeastern Marmara Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, 739-747.
- İlhan, R., Doğan, M., Karadaş, A., Vardar, S., & Öner, E. (2023). Daskyleion antik kenti ve manyas gölü çevrelerinde delgi sondaj yöntemli paleocoğrafya-jeoarkeoloji araştırmalarının ilk sonuçları (Manyas-Balıkesir). *Erciyes Akademi*, 37(1), 261-289.
- İncesu, E. (2019). Sağlık Hizmetlerinde Kurumsal Risk Yönetim Modeli Önerisi. *Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Dergisi*, 2(1), 47-54.
- İnanmaz, Ö. E., Bekbolet, M., & Kıdeys, A. E. (2002). *A new scyphozoan species in the Sea of Marmara: Chrysaora hysoscella (Linne, 1766)*. Proceedings of the “Second International Conference on Oceanography of the Eastern

- Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of Two Interconnected basins”, 857-859.
- Kadioğlu, M. (2008). *Toplumda Afet Bilincini Artırma Yöntemleri*. Ankara: İsmat.
- Kadioğlu, M. (2011). Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek. İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği.
- Kahraman, S., Polat, E., & Korkmazıyürek, B. (2021). Afet yönetim döngüsündeki ana terimler. *Avrasya Terim Dergisi*, 9(3), 7-14.
- Karaca, A., & Turgay, O. C. (2012). Toprak kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), 13-19.
- Karacan, A., (2012). *Çevre Ekonomisi ve Politikası*, 2. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, s:518-519.
- Karakaş, G., (2021, Mart). Marmara’nın derinliklerinde hidrojen sülfür, Deniz Kartalı: <https://denizkartali.com/marmaranin-derinliklerinde-hidrojen-sulfur.html>,
- Karatepe, T. U., & Ekerbiçer, H. Ç. (2017). Çocuklarda ev kazaları. *Sakarya Tıp Dergisi*, 7(1), 1-1.
- Kentsel Atıksu Arıtım Yönetmenliği, 08.01.2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete.
- Koca-Nemlioğlu, Y. (2016). Marmara Denizi tarihi haritaları ve portolanları. VIII. Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu. 30 Mayıs 2016. <https://marmara.gov.tr/uploads/marmara-denizi-tarihi-haritalar-ve-portolanlar-koca-2017.pdf>.
- Koncagül, M., Dülger, N. E., & Yinanç, A. (2022). Dünyada ve Marmara Denizi’nde Müsilaj Oluşumu ve Etkileri. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(2), 73-79.
- Köseoğlu, A. T. (1995). Gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (8), 278-287.
- Kuraklık Afeti. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://cem.cs.gov.tr/genel-mudurumuz-dr.-ahmet-ipek-in-5-aralik-dunya-toprak-gunu-mesaji-haber-266809>
- Liu, Z. J., Hallberg, G. R., & Malanson, G. P. (1997). Structural equation modeling of dynamics of nitrate contamination in ground water. *Journal of The American Water Resources Association*. 33, 1219-1235.
- Malkoç, S., Günkaya, Z., Çiçek, A., Göncü, S., & Gaga, E. E. (2018). *Ekoloji ve Çevre Bilgisi*. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını.

- Marmara Bölgesi, (2023, Eylül). Yüzölçümü, https://tr.wikipedia.org/wiki/Marmara_Bölgesi, Erişim tarihi: 05.09.2023.
- MBB (2021). Marmara Denizi ile ilişkili Atıksu Altyapı Durumu ve Deniz Deşarjları.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2023). Türkiye kuraklık analizi. https://www.google.com/search?sca_esv=53a8062f3e87ad60&sca_upv=1&rlz=1C1PNBB_enTR1029TR1029&sxsrf=ACQVn083K8olhecrv4v1Xa_B7w8B_ufqimQ:1708399889641&q=kurakl%C4%B1k+meteoroloji+genel+m%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjqLnE_biEAxW1gf0HHZmXAwIQ0pQJegQIDhAB&biw=1536&bih=730&dpr=1.25#imgsrc=a9DYsh7ZfNTQbM Erişim tarihi: 06.10.2023
- Menteşe, S. (2017). Çevresel sürdürülebilirlik açısından toprak, su ve hava kirliliği: teorik bir inceleme. *Journal of International Social Research*, 10(53), 381-389.
- Oğuz, T., Özsoy, E., Latif, M.A., Sur, H.I. & Ünlüata, Ü. (1990). Modeling of hydraulically controlled exchange flow in the Bosphorus Strait, *Journal of Physical Oceanography*, 20(7), 945-965
- Öğüt, A. A. (1999). *Denizlerin gemi kaynaklı kirlenmesi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Okyar, M. İ., Üstün, F., & Orun, D. A. (2015). Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the northeastern Marmara Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39(1), 28-38.
- Özdemir, Ş. (1997). *Temel Ekoloji Bilgisi ve Çevre Sorunları*, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, s:119-123
- Özguven, B. (2006). *İlköğretim öğrencilerine verilen temel afet bilinci eğitiminin bilgi düzeyine etkisi* [Doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Özgür, S. (2006). *Marmara denizi havzası kirlilik yüklerinin araştırması* [Yüksek lisans tezi]. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Özel, S. (2020). Afetlerden sonra kirlilik ve ikincil kirliliği afet olarak değerlendirmek için bir tartışma. *İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 39-48.
- Balkıs-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.

- Özkılıç, Ö., Müh, K. Y., Başkanlığı, İ. T. İ. G., & İsmüfettişi, Ç. E. B. (2008). Tehlike Ve Risk Kavramları–Terminoloji. <http://www.onderakademi.com/blog/sempozyum-sunumlar/terminoloji.pdf>
- Pakdemirli, B. (2021). Tarım ve Orman Bakanı 3 Kasım Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- Pompei, M., Mazziotti, C., Guerrini, F., Cangini, M., Pigozzi, S., Benzi, M., Palamidesi, S., Boni, L., & Pistocchi, R. (2003). Correlation between the presence of *Gonyaulax fragilis* (Dinophyceae) and the mucilage phenomena of the Emilia-Romagna coast (northern Adriatic Sea). *Harmful Algae*, 2, 301–316. Elseve Publishers.
- Purcell, J. E. (2007). Environmental effects on asexual reproduction rates of the scyphozoan *Aurelia labiata*. *Mar Ecol Prog Ser.*, 348, 183–196.
- Radyoaktif Kirliliği. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://www.haberturk.com/dunya/haber/634357-japonya-denizleri-radyoaktif-kirlilik-altinda>
- Rodriguez, D. J., Angula-Sanchez, J. L, Silva, J. A. T., & Aguilar-Gonzalez, C. N. (2006). “Review of aloe species’ medicinal properties and bioactive compounds floriculture”, *Ornamental and Plant Biotechnology*, 4(51), 460-471.
- Shigonova, T., Tarkan, A.N., Dede, A., & Cebeci, M. (1995). Distribution of the ichtyo jellyplankton *Mnemiopsis leidyi* in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Marine Science*, 1, 3-12.
- Salihoğlu, B., Öztürk, B. (Ed.) (2021). *İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri*. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul, s.43
- Sampedro, I., Marinari, S., D’annibale, A., Grego, S., Ocampo, J.A., & Garcia-Romera, I. (2007). Organic matter evolution and partial detoxification in two-phase olive mill waste colonized by white-rot fungi. *Int Biodeterior Biodegrad*, 60, 116–125.
- Sel afeti. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/uydu-verileriyle-sel-tahmini>
- Su kirliliği. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/okyanus-kirliliginin-canlilara-etkisi>

- Sönmez, Y. S., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, M., & Aras, M. S. (2008). “*Sular Bilgisi*” Nobel yayın Dağıtım, 157-158,79-91.
- Re, S. (2007). “*Natural Catastrophes and Man-Made Disasters in 2006: Low Insured Losses*”, Sigma.
- Şahin, C., & Sipahioğlu, Ş. (2003). *Doğal Afetler ve Türkiye*. (2. Baskı). Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara. 472.
- Şahin, C. (2002). *Doğal afetler ve Türkiye*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- TAEK, (2010). Atom Enerjisi Komisyonu Kurulması hakkında Kanun". Resmi Gazete. 4 Eylül 2010. 31 Aralık 2022 tarihinde kaynağından, 1.
- Taşımacılık kazaları ile ilgili örnek görüntü., <https://theconversation.com/sanchi-oil-tanker-disaster-how-spills-and-accidents-can-make-ships-safer-90207>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2023). <https://bartin.csb.gov.tr/buyuk-endustriyel-kaza-risklerinin-azaltilmasina-yonelik-dahili-acil-durum-plani-tebliği-yayimlandi-duyuru-89342> Erişim tarihi: 12.08.2023.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2023). Marmara Havzası. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%202023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Marmara%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf> Erişim tarihi: 02.10.2023.
- TBMM, (2022). Başta Marmara denizi olmak üzere denizlerdeki müsilağ sorunun sebeplerinin araştırılarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesi amacıyla kurulan 325 sıra sayılı Meclis Araştırma Komisyonu raporu,364-367.
- TBMM, (2022). Başta Marmara denizi olmak üzere denizlerdeki müsilağ sorunun sebeplerinin araştırılarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesi amacıyla kurulan 325 sıra sayılı Meclis Araştırma Komisyonu raporu, 159-167.
- TBMM, (2021). 3 Ağustos Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2021, Şubat). <https://www.afad.gov.tr/afet-turleri>.
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2021, Şubat). <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı 2021-2024, (2021, Kasım). <https://cygm.csb.gov.tr/marmara-denizi-butunlesik-stratejikplani-haber-265668>.

- Topakoğlu, L. (2004). *İstanbul Boğazında Deniz Yolu ile Petrol Taşımacılığının Çevresel Risk Değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Toprak kirliliği. (2023, Haziran). Örnek Görüntü. <https://ekovar.com.tr/h/toprak-kirliligi-noktasal-kaynakli-kirlenmis-sahalar/>
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri, (2023, 15 Temmuz). <https://sozluk.gov.tr>.
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2022, 16 Temmuz). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685>
- Türkiye Büyük Millet Meclisi. (2023, Haziran). https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KomisyonRaporlari_sira_no:325, 2022: 8)
- 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. *Turkish Journal of Biology*, 34, 199–210.
- Uğur, A., & Işık, M. (2020). Türkiye'nin afetlere hazırlık politikalarının toplum algısı üzerinden karşılaştırmalı analizi: Van-Bitlis illeri örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(1), 98-118, DOI: 10.21324/dacd.542528
- Ulaş-Kadioğlu, B., & Uncu, F. (2018). Disaster awareness research in family health centers: The case of Elazığ. *Journal of Current Researches on Health Sector*, 8(2), 1-10.
- Uslu, O. (2001). *Su Kirliliği, Türkiye'nin Çevre Sorunları*. Ankara: TÇ SV Yayını.
- World Health Organization International classification of diseases and related health problems, (ICD-X) (2022). <http://www.who.int/classifications/icd/en>
- Yasama Komisyon Raporları, sıra no:325, 2022:8.
- Yalçınlar, İ. (2000). Marmara Denzinin jeolojik yapısı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 5-6.
- Yılmaz, A. (2015). Küresel ısınmanın dünya su rezervleri üzerindeki etkileri. *Kent Akademisi*, 8(22), 63-72.
- Yücel, S., & Morgil, F. İ. (1998). Yüksek öğretimde çevre olgusunun araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 84-91.
- Yüksek, A. (2021). Marmara denizi'nde deniz salyası/müsilağı oluşturan sebepler, Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri. 87-104. DOI: 10.53478/TUBA.2021.001, www.tdk.gov.tr
- Yümün, Z., Kam, E., & Önce, M. (2023). Marmara Denizi'nde deniz salyası (müsilağ) oluşma nedenleri ve alınması gereken önlemler. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), 98-115.