



Yasama Dönemi: 27

Yasama Yılı: 5

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ

**BAŞTA MARMARA DENİZİ OLMAK ÜZERE DENİZLERİMİZDEKİ
MÜSİLAJ SORUNUNUN SEBEPLERİNİN ARAŞTIRILARAK
ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLERİN BELİRLENMESİ AMACIYLA
KURULAN MECLİS ARAŞTIRMASI KOMİSYONU RAPORU**

MART 2022

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
RESİMLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
TERİMLER LİSTESİ	xiii
KOMİSYON BAŞKANININ SUNUŞU	1
ÖNERGE METİNLERİ	4
TAKDİM YAZISI	29

KOMİSYONUN KURULUŞU VE ÇALIŞMALARI

A. MECLİS ARAŞTIRMASI ÖNERGELERİNİN KONUSU VE ÖZETİ	30
B. KOMİSYONUN KURULUŞU, GÖREV SÜRESİ VE KOMİSYON ÜYELERİ	32
C. KOMİSYON ÇALIŞMA SÜRECİ HAKKINDA USUL VE ESASLAR	36
D. KOMİSYON ÇALIŞMALARI SÜRECİ	37
D.1. Komisyonunda Yapılan Toplantıların Konusu, Bilgi Alınanlar ve Tutanaklar	37
D.1.1. 07.07.2021 Tarihli Başkan, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip Seçimi	37
D.1.2. 08.07.2021 Tarihli (1.) Toplantı	37
D.1.3. 13.07.2021 Tarihli (2.) Toplantı	37
D.1.4. 14.07.2021 Tarihli (3.) Toplantı	38
D.1.5. 03.08.2021 Tarihli (4.) Toplantı	38
D.1.6. 04.08.2021 Tarihli (5.) Toplantı	38
D.1.7. 06.10.2021 Tarihli (6.) Toplantı	39
D.1.8. 13.10.2021 Tarihli (7.) Toplantı	39
D.1.9. 20.10.2021 Tarihli (8.) Toplantı	39
D.1.10. 27.10.2021 Tarihli (9.) Toplantı	40
D.1.11. 03.11.2021 Tarihli (10.) Toplantı	40
D.1.12. 04.11.2021 Tarihli (11.) Toplantı	41
D.2. Çalışma Ziyaretleri, Yerinde İncelemeler ve Diğer Faaliyetler	41
D.2.1. 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı	41
D.2.2. 07-09.09.2021 Tarihli İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale Çalışma Ziyareti	42
E. KOMİSYONDA GÖREVLENDİRİLENLERİN LİSTESİ	48
F. KOMİSYONA SUNULAN RAPORLAR VE BELGELER	49
G. KOMİSYON ÜYELERİNCE SUNULAN ÖNERİLER/ÖNERGELER	50

BİRİNCİ BÖLÜM

MÜSİLAJ SORUNU

1.1 MÜSİLAJIN TANIMI, TARİHÇESİ, YAPISI, OLUŞUM NEDENLERİ	52
1.1.1 Dünyada Yaşanan Müsilaj Olayları	52
1.1.2 Akdeniz’de Yaşanan Müsilaj Olayları	53
1.1.3 Marmara Denizi’nde Yaşanan Müsilaj Olayları	56
1.1.4 2020-2021 Yılları Müsilaj Olayı	57
1.2 MARMARA DENİZİ’NİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE MÜSİLAJ OLUŞUMUNU TETİKLEYEN FAKTÖRLER	61
1.2.1 Denizlerin Oşinografik Yapısı	65
1.2.2 Kirleticiler	74
1.2.3 İklim Değişikliği ve Küresel Isınma	82
1.3 MÜSİLAJ SORUNU BOYUTUYLA MARMARA BÖLGESİ	87
1.3.1 Sosyo-Ekonomik Yapı	87
1.3.1.1 Nüfus	87
1.3.1.2 Sağlık	88
1.3.1.3 Eğitim	89

1.3.1.4	Sanayi.....	90
1.3.1.5	İnşaat	92
1.3.1.6	Turizm	93
1.3.1.7	Tarım	95
1.3.1.8	Balıkçılık-Avcılık.....	98
1.3.1.9	Su Ürünleri Yetiştiriciliği.....	101
1.3.2	Çevresel Altyapı	102
1.3.2.1	Atık.....	102
1.3.2.2	Hava	104
1.3.2.3	Atıksu	104

İKİNCİ BÖLÜM MÜSİLAJIN ETKİLERİ

2.1	DENİZ EKOSİSTEMİNE ETKİLERİ	115
2.1.1	Marmara Denizi Ekosistemine Etki Eden Doğal Oluşumlar	116
2.1.2	Marmara Deniz Biyoçeşitliliğinde Yaşanan Değişim Süreci	117
2.1.3	Müsilajın Besin Zinciri Değişimine Etkisi	120
2.1.3.1	Birincil Üretim Fitoplankton Yoğunluğundaki Değişim.....	123
2.1.3.2	İkincil Üretim ve Zooplanktonlar Üzerindeki Etkisi.....	125
2.1.3.3	Besin Zinciri Üst Basamağındaki Balıklar ve Diğer Su Ürünleri Canlılarına Etkisi	127
2.1.4	İstilacı Türlerin Sisteme Girişi ve Oluşturduğu Baskılar.....	130
2.1.5	Müsilajın Marmara Denizi Ekosisteminde Oluşturduğu Değişimler.....	132
2.2	BALIKÇILIĞA ETKİLERİ.....	136
2.2.1	Balık Avcılığına Etkileri.....	140
2.2.2	Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Etkileri	145
2.3	İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ	147
2.3.1	Müsilajın İnsan Sağlığı Üzerinde Doğrudan ve Dolaylı Etkileri.....	148
2.3.2	Müsilajın Su Ürünleri Açısından İnsan Sağlığına Etkileri	150
2.4	TURİZME ETKİLERİ.....	153

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MÜSİLAJIN KONTROLÜ VE ÖNLENMESİ

3.1	TEMİZLİK, BERTARAF VE DENETİM ÇALIŞMALARI	158
3.1.1	Müsilaj Temizleme Çalışmaları.....	159
3.1.1.1	Deniz Yüzeyi Temizlik Çalışmaları.....	159
3.1.1.2	Uydu Gözlemleri Yoluyla Uzaktan Algılama Çalışmaları.....	166
3.1.1.3	Bakteriyolojik Çalışmalar	167
3.1.2	Analiz ve Bertaraf Çalışmaları	167
3.1.3	Denetim Çalışmaları	169
3.2	MARMARA DENİZİ HAVZASI İÇİN YÖNETİM YAPISININ OLUŞTURULMASI	174
3.2.1	Marmara Denizi Koruma Eylem Planı	174
3.2.2	Koordinasyon Kurulu ile Bilim ve Teknik Kurulu'nun Teşekkülü	175
3.2.2.1	Koordinasyon Kurulu 1. Toplantısı.....	176
3.2.2.2	Koordinasyon Kurulu 2. Toplantısı.....	183
3.2.2.3	Koordinasyon Kurulu 3. Toplantısı.....	184
3.3	MARMARA DENİZİ'NİN KORUNAN ALAN OLARAK BELİRLENMESİ	187
3.4	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM ÇALIŞMALARI	190
3.4.1	Küresel İklim Değişikliği	190
3.4.2	Türkiye ve İklim Değişikliği	194
3.4.3	Türkiye'nin Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2050).....	195
3.4.4	Marmara Denizi'ni Koruma Eylem Planı Kapsamında Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının Hazırlanması	197

3.5	AR-GE ÇALIŞMALARI.....	200
3.5.1	Uzaktan Algılama, İzleme ve Erken Uyarı Sistemleri.....	200
3.5.1.1	Boğaz Jetlerinin Uydudan Takibi.....	200
3.5.1.2	Müsilaj Oluşumlarının Çok Zamanlı Optik ve Termal Uydu Görüntülerinden Makine Öğrenme Algoritmaları ile Tespiti.....	201
3.5.1.3	Müsilaj için Oşinografik Erken Uyarı Sistemi Projesi.....	203
3.5.1.4	Sürekli Deniz Gözlem ve İzleme Sistemleri.....	205
3.5.2	Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ).....	207
3.5.3	Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD) Projesi.....	212
3.5.3.1	MARMOD Faz I.....	213
3.5.3.2	MARMOD Faz II.....	216
3.5.4	DEN-İZ ve MARMOD Projesi Kapsamında Marmara Denizi'nde Müsilaja Yönelik Yürütülen Araştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	219
3.6	NOKTASAL KAYNAKLI KİRLİLİĞİN KONTROLÜ.....	230
3.6.1	Atıksu Arıtımının Genel Esasları ve Kullanılan Yöntemler.....	232
3.6.2	Atıksu Yönetimi.....	236
3.6.2.1	Atıksu Yönetimine İlişkin Mevzuat.....	236
3.6.2.2	Atıksu Kaynaklı Kirlilik Yükü.....	242
3.6.2.3	Marmara Denizi Havzasında Yer Alan AAT'lerin Genel Durumu ve Revizyon İhtiyacı Analizi.....	246
3.6.3	Atıksu Yönetiminde Sürdürülebilir Yaklaşımlar.....	270
3.6.3.1	Atıksuyun Yeniden Kullanımı.....	270
3.6.3.2	Temiz Üretim Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	276
3.6.3.3	Avrupa Yeşil Mutabakat (AYM) Kapsamında Yapılan Çalışmalar.....	285
3.6.4	Atık Yönetimi.....	287
3.6.4.1	Marmara Denizi Havzası'nda Belediye Atık Yönetimi.....	293
3.6.4.2	Deniz Çöpleri.....	295
3.7	TARIMSAL KAYNAKLI KİRLİLİĞİN KONTROLÜ.....	297
3.7.1	Marmara ve Susurluk Havzalarında Tarımsal Kaynaklı Kirlilik.....	302
3.7.1.1	Marmara Havzası.....	302
3.7.1.2	Susurluk Havzası.....	304
3.7.1.3	Yayıllı Kaynaklı Kirlilik.....	306
3.7.1.4	Riskli Bölgelerin Belirlenmesi Metodolojisi.....	307
3.7.1.5	Riskli Bölgelerin Değerlendirilmesi.....	313
3.7.2	Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Kontrolü İçin Eylemler.....	318
3.7.2.1	İyi Tarım Uygulamaları Kodundaki Eylemler.....	318
3.7.2.2	Marmara ve Susurluk Havzaları İyi Tarım Uygulamaları İçin Eylemler.....	323
3.7.2.3	Marmara Denizi Havzaları İyi Tarım Uygulamaları Kodu Eylemleri İçin Önceliklendirme.....	327
3.8	BALIKÇILIK VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ.....	328
3.8.1	Mevzuat ve Genel Uygulamalar.....	328
3.8.2	Müsilaj Olaylarında Yürütülen Çalışmalar.....	329
3.8.2.1	2007-2008 Yılları Müsilaj Oluşumu.....	330
3.8.2.2	2020-2021 Yılları Müsilaj Oluşumu.....	332
3.9	DENİZCİLİK FAALİYETLERİNDEN KAYNAKLI KİRLİLİĞİN KONTROLÜ.....	338
3.9.1	Gemi Kaynaklı Atıkların Yönetimi.....	338
3.9.2	Dip Tarama Faaliyetleri.....	340
3.10	SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ.....	341
3.10.1	Nehir Havza Yönetim Planlama Çalışmaları.....	346
3.10.2	Kullanılmış Suların Yeniden Değerlendirilmesi Projesi.....	352
3.10.2.1	Marmara Havzası'nda Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri.....	353
3.10.2.2	Susurluk Havzası'nda Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri.....	359

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1	MÜSİLAJIN KONTROLÜ VE ÖNLENMESİNE İLİŞKİN ÖNERİLER.....	364
4.1.1	Su ve Atıksu Yönetimi.....	364
4.1.1.1	Atıksu Arıtımı	366
4.1.1.2	Temiz Üretim Tedbirleri	368
4.1.1.3	Yeniden Kullanım	368
4.1.1.4	Su Kaynakları Yönetimi.....	370
4.1.2	Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi	371
4.1.3	Atık Yönetimi	374
4.1.4	Denizcilik Faaliyetlerinden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi.....	374
4.1.5	İzleme (Uzaktan Algılama ve Erken Uyarı Sistemleri) ve Denetim Çalışmaları	375
4.1.6	AR-GE Çalışmaları.....	377
4.1.7	Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele Çalışmaları	378
4.1.8	Kıyı Alanları Yönetimi	379
4.1.9	Eğitim ve Farkındalık Çalışmaları.....	379
4.2	MÜSİLAJIN ETKİLERİNE İLİŞKİN ÖNERİLER.....	381
4.2.1	Deniz Ekosistemi ve Biyolojik Çeşitlilik.....	381
4.2.2	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği.....	382
4.2.3	İnsan Sağlığı ve Turizm.....	384
4.2.4	Diğer Öneriler.....	384
	RAPORA İLİŞKİN KARAR İMZA CETVELİ	385
	KAYNAKÇA.....	386

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.	Haziran Başı ve Sonu Basende Mevcut Baskın Türler	59
Tablo 2.	Karadeniz'den Marmara Denizi'ne ve Marmara Denizi'nden Karadeniz'e Taşınan Besin Yüğü Miktarı	77
Tablo 3.	ODTÜ-DBE Tarafından Müsilajın Metal İçeriğini Anlamaya Dair Gerçekleştirilen Çalışmanın Sonuçları	80
Tablo 4.	Marmara Denizi ve Çevresinde Yapılan Çalışmalarda Farklı Ara Yüzlerde (Deniz Suyu, Sediman ve Biyota) Ölçülmüş Metal Değerleri	80
Tablo 5.	İllerde Yaşam Endeksi Göstergeleri-Sağlık	89
Tablo 6.	İllerde Yaşam Endeksi Göstergeleri-Eğitim.....	90
Tablo 7.	Sektörlere Göre GSYİH Payı (%)	91
Tablo 8.	İmalat Sanayi Faaliyetlerinde Öne Çıkan İlçeler	92
Tablo 9.	Tarımsal Alanlar ve Gübre Tüketimi	95
Tablo 10.	Marmara Bölgesi İllerinde Bulunan Balıkçı Barınaklarının Dağılımı	100
Tablo 11.	Marmara Bölgesi'nde Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yapan Tesislerin İllere Göre Dağılımı	101
Tablo 12.	Atık Bertaraf Yöntemi (%).....	102
Tablo 13.	Atık Kabul Tesisi ve Atık Alma Gemisi Sayısı	103
Tablo 14.	Kentsel Atıksu İstatistikleri.....	105
Tablo 15.	İSKİ Tarafından Yapılması Planlanan Atıksu Arıtma Tesisleri.....	108
Tablo 16.	İstanbul İlinde Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Kapasite ve Atıksu Miktarı Bilgileri	108
Tablo 17.	OSB'lerin Atıksu Altyapı Durumları	110
Tablo 18.	OSB'lerin Atıksu Altyapı İhtiyaç Durumları	111
Tablo 19.	Endüstri Bölgeleri ve Serbest Bölgelerin Atıksu Altyapı Durumları	112
Tablo 20.	Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinden İleri Arıtıma İlişkin Deşarj Limitleri	113
Tablo 21.	Marmara Denizi Su Ürünleri Türleri.....	118
Tablo 22.	Denizlere Göre Diğer Deniz Ürünleri Avcılık Miktarı (Ton)	137
Tablo 23.	Balıkçı Gemilerinin Denizlere Göre Kullanım Şekilleri	138
Tablo 24.	Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarından Alınan Numuneler	152
Tablo 25.	Marmara Denizi Kıyısındaki Plajlar ve Sıhhi Sınıflandırmaları	156
Tablo 26.	Marmara Denizi'ne Kıyısı Olan ve Müsilaj Görülen İllerde Toplanan Müsilaj Miktarı	161
Tablo 27.	Temizlik Çalışmalarında Kullanılan Ekipman Listesi	162
Tablo 28.	Denizden Toplanan Müsilajın Bertarafında Görev Alan Firmalar.....	168
Tablo 29.	Toplanan Müsilaj Miktarı (m ³) ve Bertaraf Alanı	168
Tablo 30.	2020-2021 Yılları Denetim Verileri (Türkiye Geneli)	170
Tablo 31.	Müsilaj Sorunu Kapsamında Gerçekleştirilen Denetim Çalışmaları.....	173
Tablo 32.	Yetki Devri Yapılmış Olan Kurumlar Tarafından Yapılan Denetimler.....	173
Tablo 33.	2013-2021 Yılları Arasında Görülen Yüzey Müsilaj Olaylarının Olası Başlangıç ve Bitiş Tarihleri	201
Tablo 34.	Atıksu Arıtımında Kirletici Türleri ve Giderim Prosesleri	232
Tablo 35.	Türkiye Geneli Atıksu Arıtma Tesisi Sayıları, Kapasiteleri ve Arıtma Seviyeleri	244
Tablo 36.	Enerji Teşviki Ödeme Miktarı.....	245
Tablo 37.	İllere Göre Atıksu Kaynaklı Ortalama Kirlilik Yük Dağılımı (Kg / Gün)	249
Tablo 38.	Marmara Denizi Havzası'nda Yer Alan AAT'lerin İllere Göre Dağılımı ve Arıtma Seviyeleri.....	251
Tablo 39.	Marmara Denizi Havzası'nda Kentsel Atıksu Bilgileri	252
Tablo 40.	Türkiye'deki OSB'lerin Durumları.....	253
Tablo 41.	İllere Göre Marmara Denizi Havzası'na Deşarj Eden OSB Sayısı	253
Tablo 42.	Marmara Havzası'nda Yer Alan Münferit Tesisler	254
Tablo 43.	50 m ³ /gün Atıksu Oluşturan ve Soğutma Suyu Kullanan Sanayi Tesisleri.....	254
Tablo 44.	Marmara Denizi'ne Deşarj Eden Zeytinyağı İşletmelerinde Proses Dağılımı	256
Tablo 45.	Kapasite Artışı, Revize ve Yeniden Yapılacak AAT'ler	262

Tablo 46.	Temiz Üretim Yaklaşımının Kirlilik Kontrolü Yaklaşımından Temel Farklılıkları	278
Tablo 47.	Marmara Denizi'ne Kıyısı Olan Yedi İlin İl Bazlı Atık Miktarları.....	291
Tablo 48.	Bölgesel Bazlı Belediye Atığı Miktarları.....	292
Tablo 49.	Marmara Denizi Havzası'ndaki İllerinde Mevcut Atık Bertarafı.....	293
Tablo 50.	Belediye Atıkları Yönetimi Durum Analizi.....	294
Tablo 51.	Marmara Denizi Havzası'nda Yer Alan İllerin Sıfır Atık Yönetimi Durum Analizi...	294
Tablo 52.	İndeksleme Yöntemi ile Karar Matrisinin Oluşturulması	312
Tablo 53.	Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Toplam Azot (TN) ve Toplam Fosfor (TP) Yüğü Miktarları.....	314
Tablo 54.	Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Eylemler, Tedbir ve Uygulama Koşulları - <i>Arazi Yönetimi</i>	319
Tablo 55.	Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Eylemler, Tedbir ve Uygulama Koşulları - <i>Gübreleme</i>	320
Tablo 56.	Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Eylemler, Tedbir ve Uygulama Koşulları- <i>Sulama</i>	323
Tablo 57.	<i>T.1.2.1.</i> Eylemi İçin Gerekli Tedbirler ile Marmara Havzası'nda Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları	323
Tablo 58.	<i>T.1.3.2.</i> Eylemi İçin Gerekli Tedbirler İle Marmara Havzası'nda Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları	324
Tablo 59.	<i>T.1.2.1.</i> Eylemi İçin Gerekli Tedbirler İle Susurluk Havzası'nda Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları	325
Tablo 60.	<i>T.1.3.2.</i> Eylemi İçin Gerekli Tedbirler İle Susurluk Havzasında Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları	326
Tablo 61.	Riskli Mikrohavzaların Yayılı Kirlilik Kaynağına Göre Alt Havza Bazında Dağılımları	328
Tablo 62.	Balıkçılarının Müsilajdan Etkilenme Durumları	330
Tablo 63.	Susurluk Havzası'ndan Kaynaklanan ve Marmara Denizi'ne Dökülen Kirlilik Yükleri	348
Tablo 64.	Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı Kapsamında Belirlenen Tedbirlere İlişkin Özet Bilgi.....	348
Tablo 65.	Marmara Havzası AAT Çıkış Sularının Yeniden Kullanım Alternatifleri.....	354
Tablo 66.	Marmara Havzası Tarımsal Sulamadan Dönen Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri	358
Tablo 67.	Susurluk Havzası AAT Çıkış Sularının Yeniden Kullanım Alternatifleri	359
Tablo 68.	Susurluk Havzası Tarımsal Sulamadan Dönen Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri	362

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Müsilaj Olayları ve Ortaya Çıkış Dönemleri (1850-2007)	53
Şekil 2.	Dalış Gözlemlerine Dayanılarak Kasım 2020 ve Temmuz 2021 Tarih Aralığında Oluşan Müsilajın Kaydedildiği Derinliklere Ait Grafik	58
Şekil 3.	A) Haziran Başında Derinlikle Litrede Hücre Sıklığı ve Tür Sayısı Dağılımı B) Haziran Sonunda Derinlikle Litrede Hücre Sıklığı ve Tür Sayısı Dağılımı	60
Şekil 4.	Marmara Denizi Su Kolonu Üst ve Alt Tabaka Dinamiğini Gösteren Diagram	62
Şekil 5.	Müsilaja Neden Olan Temel Etmenler	64
Şekil 6.	Türkiye Denizlerinin Hidrografik, Biyojeokimyasal ve Üretim Parametrelerinin Su Kolonundaki Düşey Dağılımı	67
Şekil 7.	Türkiye Denizleri Üretkenlik ve Yüzey Suyu Krolofil-A Dağılımını Gösteren Harita....	68
Şekil 8.	Marmara Denizi Belirtilen Hat Boyunca Su Kolonu Çözünmüş Oksijen Değerleri	73
Şekil 9.	Farklı Sektörlerin Toplam Fosfor ve Azot Dağılımlarını Gösteren Grafikler	75
Şekil 10.	Marmara Bölgesinde Bulunan Alanlarda Evsel Atık Sulardan Kaynaklanan Azot Yük Oranları	76
Şekil 11.	Marmara Denizi'ne Yapılan Deşarj Miktarının Şehirlere Göre Dağılımı (m ³ /gün).....	80
Şekil 12.	Doğu Akdeniz'de Yıllara Göre Yüzey Suyu Sıcaklığı Değişimleri (1955-2005)	83
Şekil 13.	Karadeniz'de Yıllara Göre Yüzey Suyu Sıcaklığı Değişimleri (1955-2019)	84
Şekil 14.	Yıllara Göre Marmara Denizi Yüzey Suyu Sıcaklık Değişimi.....	85
Şekil 15.	Marmara Denizi Yıllara Göre Su Kolonu Sıcaklık Değişimi	86
Şekil 16.	Nitrata Hassas Alanlar (Marmara ve Susurluk Havzaları)	97
Şekil 17.	Bölgelere Göre Balıkçı Gemileri Dağılımı (Adet / %)	98
Şekil 18.	Bölgelere Göre Su Ürünleri Sektöründe Çalışan Sayısı ve Oranı	98
Şekil 19.	Su Ürünleri Avcılığı Yapan Ruhsat Tezkeresine Sahip Kişilerin Dağılımı (Kişi / %).....	99
Şekil 20.	Bölgelere Göre Deniz Balıkları Avcılığı, 2020 Yılı (Ton / %).....	99
Şekil 21.	Bölgelere Göre Diğer Deniz Ürünleri Avcılığı, 2020 Yılı.....	100
Şekil 22.	Marmara Havzası Hassas Kıyı Su Alanları	114
Şekil 23.	2015-2020 Örneklem Döneminde Marmara Denizi'nde Yaz (A) ve Kış (B) Döneminde Tespit Edilen Tür Sayısı	117
Şekil 24.	Denizel Ekosistemde Dış Etkilerin Besin Zincirinde Yol Açtığı Değişim	122
Şekil 25.	2017-2019 Yılları Arasında Zooplankton Gruplarına Ait Bolluk Değerlerinin Yıllara Göre Mevsimlik Değişimleri	127
Şekil 26.	2000-2019 Yılları Arasında Marmara Denizi Biyolojik Çeşitliliğin Zamansal Değişimi	134
Şekil 27.	Marmara Denizi Balıkçılığında 500 Ton ve Daha Fazla Av Veren Türler.....	137
Şekil 28.	Marmara Denizi Balık Avcılığının Yıllara Göre Değişimi.....	139
Şekil 29.	Müsilaj Oluşumunun Marmara Denizi'nde Su Ürünleri Avcılığına Etkileri.....	144
Şekil 30.	Ülkemizde Su Ürünleri Üretiminin Yıllara Göre Değişimi	145
Şekil 31.	Müsilaj Temizliği Kapsamında Yapılan Çalışmaları.....	159
Şekil 32.	Günlük Toplanan Müsilaj Miktarlarının İllere Göre Dağılımları	161
Şekil 33.	Müsilaj Temizlik Çalışmaları Çevrimiçi İzleme.....	163
Şekil 34.	Uzaktan Algılama ile Müsilaj Tespit Edilen Alanların Değişimi	166
Şekil 35.	Marmara Denizi Koruma Eylem Planı	174
Şekil 36.	Müsilaj ile Mücadele Süreci	186
Şekil 37.	Özel Çevre Koruma Bölgesi İlan Edilen Alan.....	189
Şekil 38.	Güçlü Boğaz Akıntısı ve Müsilaj Olaylarının Zamansal İlişkisi	201
Şekil 39.	İzmit Körfezinde 14 Mayıs-18 Haziran 2021 Tarihleri Arasında Oluşan Müsilajın Optik Uydu Görüntüleri Kullanılarak Haritalanması.....	202
Şekil 40.	Marmara Denizi'ndeki Alg Konsantrasyonunun Uydu Verileri ile İzlenmesi	202
Şekil 41.	Farklı Yoğunluktaki Müsilajın Spektral İmzaları	203
Şekil 42.	ODTÜ-DBE'nin 121G154 Nolu TÜBİTAK Projesi Kapsamında Oluşturacağı Oşinografi Şamandıranın Modüllerini Gösteren Şema.....	204
Şekil 43.	Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM Tarafından Kurulan Deniz İzleme Sistemlerinin Bulunduğu Alanlar.....	206

Şekil 44. TÜBİTAK MAM(a) ve TAGEM(b) Tarafından Marmara Denizinde Kurulan Gerçek Zamanlı Şamandıra İzleme Sistemleri.....	207
Şekil 45. Marmara Denizi Ölçüm ve Örnekleme İstasyon Haritası.....	211
Şekil 46. MARMOD Faz II Kapsamında Gerçekleştirilen İlk Araştırma Seferi Örnekleme İstasyonları.....	217
Şekil 47. MARMOD Faz II Kapsamında Gerçekleştirilen İkinci Araştırma Seferi Örnekleme İstasyonları.....	218
Şekil 48. Daha Önce Farklı Denizlerde Gerçekleşmiş Müsilaj Örneği FTIR Sonuçları.....	221
Şekil 49. (a) FTIR-Marmara Denizi Müsilaj Örneği 2021, (b) FTIR-Marmara Denizi Müsilaj Örneği, 2007	221
Şekil 50. Marmara Denizi'nde Belirlenen Hatlarda Scanfish Cihazı İle Farklı Derinliklerde Ölçülen Bulanıklık Değerleri	222
Şekil 51. Marmara Denizi'nde Belirlenen Hatlarda Scanfish Cihazı ile Farklı Derinliklerde Ölçülen Çözülmüş Oksijen Değerleri.....	222
Şekil 52. Marmara Denizi'nde Belirlenen Hatlarda Scanfish Cihazı ile Farklı Derinliklerde Ölçülen Bulanıklık Değerleri (Eylül Ayı).....	223
Şekil 53. MARMOD Projesi Marmara Denizi Veri Tabanı ile Oluşturulmuş Farklı Dönemlerdeki Oksijen Konsantrasyonlarının Gösteren Grafikler.....	223
Şekil 54. İzleme Ağı	224
Şekil 55. a) Haziran Ayı Baş Oksijen b) Haziran Ayı Sonu Oksijen c) Eylül Ayı Oksijen Durumu Haritası.....	225
Şekil 56. Yıllara Göre Oksijen Durum Değerlendirmesi Grafiği	226
Şekil 57. Azot ve Fosfor Parametrelerinin Yıllara Göre Değerlendirilmesi	227
Şekil 58. Su Kirliliğinde Rol Alan Önemli Kirletici Kaynaklar	231
Şekil 59. Atıksu Yönetimine İlişkin Mevzuat.....	237
Şekil 60. Atıksu Arıtma Tesisi Hizmeti Alan Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı ve Atıksu Arıtma Tesisleri Sayısı	244
Şekil 61. Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Teşviki	245
Şekil 62. Türkiye'de Oluşan Arıtma Çamuru Miktarı	246
Şekil 63. Marmara Denizi Havzası Sınırları	248
Şekil 64. Marmara Deniz'ine Ulaşan Atıksu Miktarları	248
Şekil 65. Marmara Deniz Havzası Toplam Tesis Sayısı ve Debi Durumu.....	248
Şekil 66. Atıksu Deşarjlarının İllere Göre Dağılımı	249
Şekil 67. Günlük Ortalama KOİ Yükünün Atıksu Türüne Göre Dağılımı	250
Şekil 68. Günlük Ortalama Toplam Azot (TN) Yükünün Atıksu Türüne Göre Dağılımı	250
Şekil 69. Günlük Ortalama Toplam Fosfor (TP) Yükünün Atıksu Türüne Göre Dağılımı	250
Şekil 70. Marmara Deniz Havzası Atıksu Arıtma Tesisleri (AAT) Haritası	251
Şekil 71. Kentsel Atıksuların Tabii Tutulduğu Arıtma Türüne Göre Dağılımı (% Nüfus).....	252
Şekil 72. Soğutma Suyu Kullanan Tesislerin Sayısı ve Debi Bilgisi.....	255
Şekil 73. Marmara Derin Deniz Deşarj Sistemi.....	260
Şekil 74. İleri Arıtma Sonrası Atıksuların Yeniden Kullanım Alanları.....	271
Şekil 75. Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılma Oranı ve Hedefler.....	274
Şekil 76. Temiz Üretim Stratejileri.....	277
Şekil 77. Atık Yönetim Hiyerarşisi.....	288
Şekil 78. Yeşil Büyüme ve Döngüsel Ekonomi.....	289
Şekil 79. Gübre Kullanımı Verileri.....	298
Şekil 80. Sularda Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Kontrolüne İlişkin Çalışmalar	299
Şekil 81. Nitrata Hassas Bölgeler Haritası.....	301
Şekil 82. Marmara Havzası Arazi Kullanımı LPIS Verisi.....	303
Şekil 83. Marmara Havzası NHB Haritası.....	304
Şekil 84. Susurluk Havzası Arazi Kullanımı LPIS Verisi	305
Şekil 85. Susurluk Havzası NHB Haritası	306
Şekil 86. Marmara Denizi Drenaj Alanı-Mikro Havzaları ve Alt Havzaları	309
Şekil 87. Marmara Denizi'ne Akışı Olan Alt Havzalar Bazındaki TN ve TP Dağılımları.....	316
Şekil 88. Yayılı Kirlilik Kaynaklı Toplam Azot Yükü Risk Durumu	317

Şekil 89. Toplam Azot Yüğü Risk Durumu Detay Haritası.....	317
Şekil 90. Marmara Bölgesi Son 15 Yılda Balık Avcılığı Verilerinin Değişimi.....	335
Şekil 91. Susurluk Havzası Yerüstü Su Kütleleri Kimyasal Durum Haritası	349
Şekil 92. Susurluk Havzası Yerüstü Su Kütleleri Ekolojik Durum Haritası.....	350
Şekil 93. Susurluk Havzası Yeraltı Suyu Kütleleri Kalite Değerlendirme Haritası.....	350
Şekil 94. Çevresel Hedeflere Ulaşmaya İlişkin Zaman Çizelgesi - Yerüstü Suyu Kütleleri	351
Şekil 95. Çevresel Hedeflere Ulaşmaya İlişkin Zaman Çizelgesi - Yeraltı Suyu Kütleleri.....	352

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.	İstanbul Boğazı ve İzmit Körfezi'nde Denizanası Yoğunluğu (2021).....	123
Resim 2.	İstanbul Sahili ve Gemlik Körfezi'nde Gözlenen Alg Patlamaları (Mayıs 2019).....	125
Resim 3.	Müsilajın Deniz Çayırıları, Mercanlar ve Diğer Canlı Yapıların Üzerini Kapatması ve Doğal Yaşama Etkisi.....	129
Resim 4.	Müsilajın Farklı Yapıda Oluşumları	135
Resim 5.	Müsilaj Nedeniyle Oksijensiz Kalan ve Ölen Küçük Pelajik Balıklar	142
Resim 6.	Müsilajın Balıklar Üzerindeki Etkisi.....	143
Resim 7.	2020 Yılında Midye Üretim Bölgelerinde Yüzey Alanı Kaplayan Müsilaj.....	146
Resim 8.	Kıyılarda Müsilaj Görüntüsü.....	154
Resim 9.	Müsilaj Kaplı Bölge	155
Resim 10.	Çanakkale'de Batık Gemi H.M.S Majestic'in Müsilaj Öncesi (Sol) ve Sonrası (Sağ) Fotoğrafları.....	156
Resim 11.	Müsilaj Tespit Çalışmaları (Sahadan-Havadan).....	160
Resim 12.	Müsilaj Temizlik Çalışmaları, Maltepe-Köprüaltı	163
Resim 13.	Uydu Fotoğraflarının Kullanımı.....	164
Resim 14.	Temizlik Çalışmaları Öncesi-Sonrası Değişimi	164
Resim 15.	Uzaktan Algılama ile Müsilaj Alanlarının Takibi	166
Resim 16.	Müsilaj Denetim Çalışmaları	172
Resim 17.	DEN-İZ Kapsamında Deniz Araştırma Gemileri	208
Resim 18.	DEN-İZ Fizikokimyasal İzleme ve Analiz Çalışmaları	208
Resim 19.	DEN-İZ Biyoçeşitlilik İzleme ve Analiz Çalışmaları	209
Resim 20.	MARMOD Projesi İzleme Çalışmaları	213
Resim 21.	İzmit Körfezi'nden Müsilaj Oluşum Görüntüleri (Bahar 2021).....	219
Resim 22.	Deniz Çayırı İzleme Çalışması.....	228
Resim 23.	Konya Atıksu Geri Kazanım Tesisi.....	275
Resim 24.	Mor Şebeke Sistemi ile Yeşil Alan Sulaması.....	275
Resim 25.	Renk Giderim Prototipi	282
Resim 26.	Tekstil Sektörü Atıksuyunun Geliştirilen Pilot Ölçekli Tesiste Arıtılması	283
Resim 27.	Tuz Geri Kazanım Prototipi	284

KISALTMALAR LİSTESİ

A.g.e.	Adı Geçen Eser
A.g.k.	Adı Geçen Kaynak
AAT	Atıksu Arıtma Tesisi
ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AR-GE	Araştırma Geliştirme
AYM	Avrupa Yeşil Mutabakat
BASKİ	Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi
BESTÜ	Belirli Sektörlerde Temiz Üretim Uygulamaları Projesi
Bkz.	Bakınız
BM	Birleşmiş Milletler
BSGM	Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
BTG	Büyük Toprak Grupları
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇŞB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DDA	Deniz Değerlendirme Alanı
DDD	Derin Deniz Deşarjı
DDT	Düzenli Depolama Tesisi
DEKOSİM	Deniz Ekosistem ve İklim Araştırmaları Merkezi
DEN-İZ	Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı
DIES	Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Kapsamında Türkiye'nin Endüstriyel Emisyon Stratejisinin Belirlenmesi Projesi
DISSP	Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi
DİPTAR	Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Projesi
DO	Çözünmüş Oksijen
DSCD	Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EED	Endüstriyel Emisyonlar Direktifi
EKAY	Tam Ölçekli Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi Projesi
EKÖK	Entegre Kirlilik Önleme Kontrolü Direktifi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FTIR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometresi
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HAYBİS	Hayvancılık Bilgi Sistemi
HKEP	Havza Koruma Eylem Planları
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
IUCN	Dünya Koruma Birliği
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
KAMAG	Kamu Araştırmaları Destek Grubu
KHK	Kanun Hükmünde Kararname
KKYDP	Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KSS	Küçük Sanayi Siteleri
KTKGB	Kültür ve Turizm Koruma Gelişim Bölgesi
LPIS	Arazi Parsel Tanımlama Sistemi
MAM	Marmara Araştırma Merkezi
MARAAT	Noktasal Kirlilik Yüklerinin Tespiti Projesi
MAREM	Marmara Denizi'nin Değişen Oşinografik Şartlarının İzlenmesi Projesi
MARMOD	Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi

MAR-ZEY	Marmara Denizi Havzası'ndaki Zeytinyağı Endüstrisinin Durum Tespiti Projesi
MBB	Marmara Belediyeler Birliği
md.	Madde
MET	Mevcut En İyi Teknikler
NHB Projesi	Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi
NİBİS	Nitrat Bilgi Sistemi
NO₃	Nitrat
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ODTÜ-DBE	Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
ÖÇKB	Özel Çevre Koruma Bölgeleri
PM	Partiküler Madde
PO₄	Fosfat
R.G.	Resmî Gazete
s.	Sayfa
SAİS	Sürekli Atık Su İzleme Sistemi
SANTEM	Sanayide Temiz Üretim Olanaklarının ve Uygulanabilirliğinin Belirlenmesi Projesi
SÇD	Su Çerçeve Direktifi
Si	Silikat
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
SYB	Su Yönetim Birimi
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TAÇYEP	Türkiye'de Arıtma Çamuru Yönetimi ve Eylem Planı
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TESKİ	Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi
TM	Turizm Merkezi
TN	Toplam Azot
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TP	Toplam Fosfor
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu
TÜBİTAK-MAM	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜP	Temiz Üretim Planı
TÜRSAB	Türk Seyahat Acenteleri Birliği
UBSİBİM	Ulusal Balık Stokları İzleme Birimi
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEA	Birleşmiş Milletler Çevre Asamblesi
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
vb.	ve benzeri
VOS	Voluntary Observing Ship-Gönüllü Gözlem Gemileri
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YAS	Yeraltı Suyu
YİDEP	Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları
YÖK	Yükseköğretim Kurulu
YÜS	Yerüstü Suyu
ZeytinAY	Zeytin Atıklarının Yönetimi Projesi

TERİMLER LİSTESİ

Balıkçılık Av Sezonu:	Ticari balık avcılığının serbest olduğu dönem.
Biyçeşitlilik:	Deniz ve kara sularındaki ekolojik ortamda yer alan canlılarda gözlenen değışkenlik.
Ekosistem:	Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran çevrenin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik gösteren ekolojik sistem.
Fitoplankton:	Tatlısu, deniz ve okyanuslarda bol miktarda bulunan mikroskopik, bitkisel özellikte organizmalar.
Haloklin Tabaka:	Bazı bölgelerde deniz sularının yoğunluğu derinliğe bağlı olarak değışim gösterir. Yüzeysel tabakanın altında tuzluluk değışimlerinin önemli olduğu tabakadır.
Hidrojen Sülfür Tabakası:	Karadeniz’de 170-250 m derinliklerde deniz suyunda çözülmüş halde H ₂ S gazı bulunan derinliği ifade eden tabakalaşma.
İyi Tarım Uygulamaları Kodu:	Suların tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğe karşı korunması amacıyla çiftçiler tarafından alınması gereken tedbirler.
Lagün:	Büyük hacimli atıksuların arıtılmasında kullanılan doğa ile uyumlu sistemler.
Müsilaj:	Biyolojik ve kimyasal birçok koşulun bir araya gelmesiyle oluşan, bitkilerin ve bazı mikroorganizmaların ürettiği kalın, yapışkan bir madde.
Mevcut En İyi Teknikler (MET):	Hava, su ve toprak kirliliğine yönelik sanayi kaynaklı emisyonların çevre üzerindeki etkilerinin bütün olarak önlenmesi, bunun mümkün olmadığı durumlarda en aza indirilmesi amacıyla belirlenmiş emisyon sınır değerlerine temel oluşturacak en etkin, ileri ve uygulanabilir teknikler.
Nitrata Hassas Bölge:	Tarımsal kaynaklı kirlilikten dolayı ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli tedbirler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek tabii tatlı su göllerini, diğer tatlı su kaynaklarını, haliçler ve kıyı sularını etkileyen ve nitrata hassas alan içerisinde bulunan tarımsal bölgeler.
Ötrofikasyon:	Büyük göller ve bazı deniz ekosistemlerinde, çeşitli nedenlerle besin maddelerinin büyük oranda artması sonucu, plankton ve alg varlığının aşırı şekilde çoğalmasıdır. Bu durum sudaki çözülmüş oksijen miktarını azaltarak uzun vadede su ekosisteminin ölümüne neden olabilir.
Pelajik Balıklar:	Hayatlarının büyük bölümünü su yüzeyi ile dip arasındaki serbest su kütlelerinde geçiren, çoğunluk göçmen olan, belirli bir yere bağımlı olmayan balıklar.
Termoklin Tabakalaşma:	Denizlerde derinliğe bağlı olarak sıcaklık değışiminin yaşandığı derinliğin bulunduğu tabaka.

KOMİSYON BAŞKANININ SUNUŞU

07.07.2021 tarihinde göreve başlayan “Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu” Anayasa’nın 98 inci ve İçtüzük’ün 104 ve 105 inci maddeleri çerçevesinde çalışmalarını tamamlayarak bu Raporu düzenlemiş bulunmaktadır.

Ülkemizin bir iç denizi niteliğindeki Marmara Denizi’nde 2021 yılı Mayıs sonu ve Haziran ayı başında yoğunlaşan müsilaj (deniz salyası), denizlerimizin ve diğer su varlıklarımızın korunması ve sürdürülebilir bir şekilde yeni nesillere bırakılabilmesi açısından iyileştirilmesi gereken hususların neler olduğunu detaylıca mütalaa etmemizi gerekli kılmıştır.

Marmara Denizi’nde müsilaj oluşumunun, küresel iklim değişikliği nedeniyle deniz suyu sıcaklığının yükselmesinden; Marmara Denizi’nin durgun yapısından ve bölgedeki yoğun nüfus dolayısıyla kentsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların yeterli arıtmaya tabi tutulmaksızın denize ulaşması nedeniyle oluşan kirlilik artışından (besin yükünün yüksekliği) kaynaklandığı çeşitli vesilelerle dile getirilmiştir. Komisyon çalışmalarımız da bu ana eksenler üzerinde inşa edilmiştir.

Öncelikli olarak; Marmara Denizi’nin ülkemizin bir iç denizi olduğu hatırd tutulmalı, tedbirler bu çerçevede hayata geçirilmelidir. Marmara Bölgesi’nin ülkemiz için bir lokomotif görevi üstlendiği hesaba katıldığında yürütülecek çalışmaların siyasi tartışma eksenine taşınmadan iş birliği içerisinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ülkemizi çevreleyen diğer denizler açısından ise kirliliğin önlenmesi için komşu devletlerle gerekli işbirliğinin artırılması önem arz etmektedir.

Marmara Denizi kıyısında ülkemiz nüfusunun % 18,7’sini barındıran ve % 30,1 ile ülkemiz GSYH’de en yüksek paya sahip olan İstanbul başta olmak üzere nüfusun ve üretimin yoğun olduğu iller yer almaktadır. İstanbul’un, Marmara Denizi’nin kirlilik yükünün %70’ten fazlasını oluşturduğu dikkate alınarak çalışmaların burada yoğunlaşması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Raporumuzda da görüleceği üzere, ülkemizin müsilaj ve diğer deniz kirliliği kaynaklarıyla mücadelesi yeni başlamış bir süreç değildir. Atıksu arıtma tesislerinin sayısının ve niteliklerinin artırılması çalışmaları, başta Marmara Denizi olmak üzere denizlerimizde yürütülen araştırma ve inceleme çalışmaları (örneğin, Marmara Denizi Bütünleşik Modelleme Sistemi -MARMOD- Projesi), sıfır atık projeleri ve diğer pek çok çalışma denizlerimizin korunmasına yönelik önemli çevre projeleridir.

Müsilaj sürecinde de hızlı bir şekilde hareket edilmiş, yüzeydeki müsilaj hızla temizlenmiş ve denetim faaliyetleri sıklaştırılmıştır. Marmara Denizi'ndeki kirliliğinin kalıcı olarak giderilmesi amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda Marmara Denizi Havzası'nda yer alan valilikler, yerel yönetimler, ilgili kurum ve kuruluşlar, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerin katılımlarıyla "Marmara Denizi Eylem Planı" hazırlanmış; Eylem Planı çerçevesinde öngörülen işlerin belirtilen sürelerde tamamlanabilmesi için gereken çalışmaların bir bütünlük içerisinde yürütülebilmesi amacıyla 2021/10 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesiyle Çevre ve Şehircilik Bakanı başkanlığında; "Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu" oluşturulmuştur. Ayrıca söz konusu Koordinasyon Kuruluna bilimsel destek sağlamak üzere alanında uzman bilim insanlarının yer aldığı "Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu" kurulmuştur.

22 maddelik Marmara Denizi Eylem Planı ile Marmara Denizi'nde kirliliğin önlenmesi için alınması gereken tedbirlerin çerçevesi çizilmiş; Eylem Planı uyarınca hazırlanan Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı (2021-2024) ile de eylemlerin hayata geçirilmesi için gerekli faaliyetler detaylıca ele alınmıştır. Komisyon çalışmaları sürerken yapılan toplantılarda ortaya konulan önerilerin Stratejik Plan'da yer bulması memnuniyet vericidir.

Doğal yapısı, zengin flora-faunası ve sosyo-kültürel dokusu ile nadir alanlardan biri olan Marmara Denizi (ve içerisinde yer alan Adalar) gerek sahip olduğu doğal değerler gerekse de çeşitli kirlilik kaynaklarınca tehdit altında bulunması nedeniyle; 5 Kasım 2021 tarihli Cumhurbaşkanlığı Kararı ile "Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak ilan edilmiştir. Toplam 1.224.000 hektarlık Marmara Denizi ve Adalar'ın özel çevre koruma bölgesi ilan edilmesi, bu alandaki koruma faaliyetlerinin desteklenmesi açısından hem ulusal hem de küresel açıdan önem arz etmektedir. Karar uyarınca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından; çevrenin araştırılması, korunması ve izlenmesine ilişkin usul ve esaslar belirlenerek bunların yansıtıldığı planların hazırlanması ve söz konusu usul ile esaslar çerçevesinde bölgedeki faaliyetlerle ilgili tedbirlerin alınması, kontrolü ve izlenmesi gerçekleştirilecektir. Bu çalışmalara Komisyon Raporumuzdaki tespit ve önerilerin de önemli bir katkı sağlayacağı kanaatindeyim.

Müsilajla mücadele amacıyla yürütülen çalışmalardan da açıkça görülebileceği üzere denizlerimizin ve diğer su varlığımızın korunması başta merkezi yönetim ve yerel yönetimler olmak üzere tüm aktörlerin koordineli bir şekilde çalışmasını gerektiren çok

paydaşlı bir husustur. Bu çerçevede, yerel yönetimlere ileri biyolojik arıtma tesisleri yapımı konusundaki teşviklerle ilgili mevzuat çalışmaları önemli bir adım olacaktır.

Komisyonumuzun çalışmalarının yürütülmesinde desteklerini esirgemeyen Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanımız Sayın Mustafa ŞENTOP'a; Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde, Komisyonumuzun kurulmasına vesile olan önerelerde imza sahibi olan ve Komisyonumuzun kurulmasını destekleyen tüm parti grupları ve değerli Milletvekillerine, Komisyonumuzda birlikte çalıştığımız tüm Üyelerimize; Komisyonumuza bizzat gelerek bilgi veren ve aynı zamanda çözümün önemli bir paydaşı olan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM'a ve Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ'ye; Komisyon toplantılarında sunum yapan ve sorularımızı cevaplayan, bilgi, belge sunan ve çalışmalarımıza katkı sağlayan tüm resmi kurum ve kuruluşlara, sivil toplum kuruluşlarına, bilim insanlarına, özel sektör temsilcilerine, Komisyon olarak çalışma ziyaretlerimizde bizleri misafirperverlikle ağırlayan mülki idare amirlerimize ve yerel yöneticilerimize, Komisyon toplantılarımıza haricen katılım sağlayan Milletvekillerimiz ile görevli uzmanlarımıza Komisyonumuz adına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Raporumuzda yer alan tespit ve önerilerin müsilaj sorununa kalıcı çözüm getirilmesi; benzer sorunların yaşanmamasına yönelik çalışmalara katkı sağlaması; Marmara Denizi Eylem Planı'nın bir bütün olarak uygulanması hususunda Gazi Meclisimizin gerekli takibi gerçekleştirmesi, kanun yapımı başta olmak üzere gerekli desteğin sağlanması hususlarında destekleyici ve yasama açısından yol gösterici olmasını; nihayetinde Marmara Denizi başta olmak üzere tüm deniz, göl, akarsu gibi yerüstü ve yeraltı su varlıklarımızın sürdürülebilir bir şekilde kullanılarak korunması ve gelecek nesillere temiz bir çevre mirası bırakılmasına katkı sağlamasını temenni ediyorum.

Mustafa DEMİR
İstanbul Milletvekili
Komisyon Başkanı

ÖNERGE METİNLERİ

1. İstanbul Milletvekili Ali ŞEKER ve 26 Milletvekilinin, Marmara Denizi'ndeki müsilaj sorununun sebeplerinin tespit edilerek alınması gereken önlemlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4413):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Marmara Denizi'ni istila eden müsilaj sorununun sebeplerinin araştırılarak çözüm yollarının tespit edilebilmesi ve müsilajla mücadelede gereken adımların ivedilikle ortaya konabilmesi amacıyla Anayasanın 98. Maddesi ile TBMM İçtüzüğü'nün 104. ve 105. Maddeleri gereğince bir Meclis araştırması açılmasını arz ederim. 01.06.2021

1)	Ali ŞEKER	İstanbul
2)	Ahmet Tuncay ÖZKAN	İzmir
3)	Ali ÖZTUNÇ	Kahramanmaraş
4)	Vecdi GÜNDOĞDU	Kırklareli
5)	Seyit TORUN	Ordu
6)	Ünal DEMİRTAŞ	Zonguldak
7)	Ayhan BARUT	Adana
8)	Ömer Fethi GÜRER	Niğde
9)	Onursal ADIGÜZEL	İstanbul
10)	Mahir POLAT	İzmir
11)	Orhan SÜMER	Adana
12)	Suzan ŞAHİN	Hatay
13)	Ali Fazıl KASAP	Kütahya
14)	Özgür CEYLAN	Çanakkale
15)	Gamze AKKUŞ İLGEZDİ	İstanbul
16)	Serkan TOPAL	Hatay
17)	Gamze TAŞCIER	Ankara
18)	Veli AĞBABA	Malatya
19)	Servet ÜNSAL	Ankara
20)	Kani BEKO	İzmir
21)	Gülizar BİÇER KARACA	Denizli
22)	Tahsin TARHAN	Kocaeli
23)	Mustafa Sezgin TANRIKULU	İstanbul
24)	Burhanettin BULUT	Adana
25)	Alpay ANTMEN	Mersin
26)	Levent GÖK	Ankara
27)	Burak ERBAY	Muğla

Gerekçe:

Özellikle son haftalarda Marmara Denizi “deniz salyası” olarak da bilinen müsilaj ile kaplanmış durumdadır. Müsilajın Akdeniz, Karadeniz ve Ege kıyılarında da görülmeye

başlanması, ivedi tedbirler alınmazsa bu doğa felaketinin çok daha büyük boyutlara ulaşacağını bir işareti olarak kabul edilmektedir.

Kısaca tanımlamak gerekirse, müsilaj; hemen hemen tüm bitkiler ve bazı mikroorganizmalar tarafından üretilen kaim, yapışkan bir maddedir. Biyolojik ve kimyasal birçok koşulun bir araya gelmesiyle oluşur.

Müsilaj sorununu, iklim değişikliği ve deniz ekosistemlerinin aşırı avlanma, kirlilik yaratma gibi kötüye kullanımı sonucunda ortaya çıkan bir ekosistem çöküşü sorunu olarak tanımlanabilir. Yoğun yapısı dolayısı sebebiyle müsilaj, su ürünleri varlığımızda önemli bir yer tutan Marmara Denizi'nde su ürünleri avcılığım engellemekte ve fiziksel yapısı dolayısı ile de Marmara Denizi'nin zaten dramatik bir şekilde gerilemiş olan tür çeşitliliğine, ciddi ve onarılması çok zor, olumsuz etkiler bırakmaktadır. Müsilaj tür çeşitliliği sayısını azaltırken kimi türlerin de olağandan fazla çoğalmasına yol açarak tür dengesini olumsuz etkilemektedir.

Teknolojinin ilerlemesi, Marmara Denizi çevresi ve etki alanına plansız ve yeterli altyapı düşünülmeden endüstri merkezlerinin kurulması, yerleşim bölgelerinde nüfusun artması paralelinde, önlemlerin alınmayışına bağlı olarak, kirlenme hızı büyük oranda artmış ve bu kıymetli su kütlesi atık yüklerini kaldıramayacak hale gelmiştir. Atık sularının uzun yıllardır herhangi bir arıtma olmaksızın Marmara Denizi'ne boşaltılması deniz ekosisteminde derin bir tahribata yol açmıştır. Bilim insanlarınca Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj sorunu "Marmara Denizi'nin ölümü" ve bu ölümle bağlantılı olarak "cesedin çürümesi" olarak betimlenmektedir.

Müsilajın sebep ve sonuçları değerlendirildiğinde bu betimlemenin yersiz ve abartılı olmadığı görülecektir. Yıllar yılı konunun uzmanları ve bilim insanlarınca, bölge sakinlerince, çevre gönüllülerince yapılan uyanlar hiçe sayılmıştır. Ancak iktidarın bilime, sağduyuya, vatandaşların taleplerine kulak vermemekteki ısrarı ne yazık ki bugün de "Kanal İstanbul'u her ne pahasına olursa olsun yapma" inadı olarak devam etmektedir. Ancak Kanal İstanbul'un yapımındaki ısrar Marmara Bölgesi'nin bir nevi ölüm fermam anlamına gelmektedir.

Müsilaj çok çeşitli olumsuz sonuçlara yol açacaktır. Yukarıda değinilen tür dengesinin bozulması yanında olası bulaşıcı hastalıklar da beklenen tehlikeler arasındadır. Dünyanın en genç, en bereketli, en kıymetli deniz ekosistemlerinden biri olan Marmara Denizi'nin geri dönüşü olmayacak şekilde bitişi tehlikesi taşıyan müsilaj sorunu bir an evvel çözüme kavuşturulmalıdır. Marmara Denizi başta olmak üzere, tüm deniz ve göl çevrelerinde kurulu olan atık su arıtma tesislerinin (evsel-sanayi-endüstri) bir an önce

denetlenip, gerekli olan kimyasal ve biyolojik artıma tesislerinin kurulup aktif olarak çalıştırılması sağlanmalı, derin deşarj uygulamalarından süratle vazgeçilerek kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemlerine geçilmelidir. Deşarj değerleri yasal sınırlar içerisinde olmayan tesislere gerekli yaptırımların yapılması ve bir an önce harekete geçilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve belediyeler olmak üzere ilgili tüm kurum ve kuruluşları ivedi tedbir almalıdır. Marmara Denizi başta olmak üzere denizlerimizin yalnız bugün değil, gelecek yüzyıllarda da biyolojik çeşitliliğini koruyabilmesi için Meclis de üzerine düşeni yapmalı; konunun uzmanlarının, bilim insanlarının, meslek örgütlerinin, yerel yönetimlerin, sivil toplum örgütlerinin görüş ve önerilerine başvurulabileceği ivedi bir araştırma komisyonu kurulacak kısa, orta ve uzun vadede atılacak adımlar tespit edilmelidir.

2. İstanbul Milletvekili Hüda KAYA ve 20 Milletvekilinin, Marmara Denizi'nde görülen deniz salyası sorununun nedenlerinin araştırılarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4430):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Marmara Denizi'nde etkili olan ve her yıl aynı periyotlarda oluşan deniz salyası sorununun giderilmesi, denize bırakılan atıklarının denetlenmesi, Marmara Denizinde ve ülkemizde balıkçılık sektörünün son durumunun incelenmesi, sorunların tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin amacıyla, Anayasa'nın 98'inci ve İçtüzüğü'nün 104'üncü ve 105'inci maddeleri gereğince bir Meclis Araştırması açılmasını teklif ve arz ederim.

1) Hüda KAYA	İstanbul
2) Mahmut TOĞRUL	Gaziantep
3) Erol KATIRCIOĞLU	İstanbul
4) Ayşe SÜRÜCÜ	Şanlıurfa
5) Mehmet Ruştü TİRYAKİ	Batman
6) Filiz KERESTECİOĞLU DEMİR	Ankara
7) Semra GÜZEL	Diyarbakır
8) Garo PAYLAN	Diyarbakır
9) Rıdvan TURAN	Mersin
10) Berdan ÖZTÜRK	Ağrı
11) Oya ERSOY	İstanbul
12) Ali KENANOĞLU	İstanbul
13) Dersim DAĞ	Diyarbakır
14) Sait DEDE	Hakkari
15) Pero DUNDAR	Mardin
16) Sıdık TAŞ	Siirt
17) Hüseyin KAÇMAZ	Şırnak
18) Necdet İPEKYÜZ	Batman
19) Muazzez ORHAN IŞIK	Van
20) Züleyha GÜLÜM	İstanbul
21) Tayip TEMEL	Van

Gerekçe:

Marmara Denizinin karşı karşıya olduğu kirlilik, ekonomiden ekolojik hayata kadar birçok alanda çok olumsuz etkiler yaratabilecek bir potansiyele sahiptir. Yılın hep aynı zamanlarında kendisini gösteren, yüzeyden başlayıp 30 metreye kadar devam eden müsilaj tabakalarının bir kısmı havaların ısınması ile birlikte parçalanarak üste çıkarken, bir kısmı da parçalanarak denizin dibine çökmüş ve denizin dibine çökenler balıkları öldürmeye başlamıştır. Yaklaşık 5 kilometrelik bir mesafede, kıyıda kümelenmiş olan müsilaj tabakaları nedeniyle, deniz yaşamında oksijeni kestiği için binlerce balığın, balık

yumurtalarının ve larvalarının oksijensiz kalarak ölmesine sebep olmuştur. Deniz canlılarının hayatını tehlikeye atan ve aynı zamanda deniz yüzeyinde oluşturduğu yapı dolayısıyla görüntü kirliliği ve kötü kokuya neden olan ve Balıkçı ağlarına yapışan deniz salyası avlanmayı zorlaştırmış bu nedenle balıkçılar, denize açılmayarak büyük mağduriyet yaşamışlardır.

Endüstri ve nüfusun yüksek olduğu bölgelerde, endüstri ve nüfus atıklarının tamamı dolaylı ya da doğrudan Marmara Denizi'ne bırakılmış, dereler aracılığıyla ya da kanalizasyonlar aracılığıyla kirliliğin deniz kıyılarına gelmesi sonucunda artış göstermiştir. Marmara Denizinde araştırma yapan uzmanlara göre; gerekli evsel atık su arıtma tesislerinin hayata geçirilmemesi, atık suların arıtılmadan denize verilmesi, Marmara Denizi'nde su değişim hızının düşük olması ve giderek düşen çözünmüş oksijen miktarı ötrofikasyon seviyesini yükselterek ekolojik kaliteyi de düşürmüştür. Marmara Denizi'ne gerekli arıtım yapılmadan gerçekleştirilen atık su deşarjları da ötrofikasyonun ana nedenlerini oluşturmuştur. Ötrofikasyon da Marmara Denizi'nde en dikkati çekici problem olan ve "salya" olarak bilinen müsilaj oluşumlarına neden olmuştur.

Bütün bu bilgiler doğrultusunda; Marmara Denizi'nde etkili olan ve her yıl aynı periyotlarda oluşan deniz salyası sorunun giderilmesi, denize bırakılan atıklarının denetlenmesi, Marmara Denizinde ve ülkemizde balıkçılık sektörünün son durumunun incelenmesi, sorunların tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin amacıyla, Anayasa'nın 98 inci, TBMM İçtüzüğü'nün 104'üncü ve 105 inci maddeleri uyarınca Meclis araştırması açılmasını saygılarımla arz ve teklif ederiz.

3. Muş Milletvekili Gülüstan KILIÇ KOÇYİĞİT ve 20 Milletvekilinin, Marmara Denizi'nde görülen deniz salyası sorununun nedenlerinin araştırılarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4431):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Dünyanın en genç, en bereketli, denizlerinden Marmara Denizi'nin son günlerde ulusal ve uluslararası basında geniş bir şekilde yer alan müsilaj ya da diğer bir ifadeyle deniz salyası sorunu hakkında son durumunun incelenmesi, sorunların tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması amacıyla, Anayasa'nın 98'inci ve İçtüzüğü'nün 104'üncü ve 105'inci maddeleri gereğince Meclis Araştırması açılmasını teklif ve arz ederim.

08/06/2021

1) Gülüstan KILIÇ KOÇYİĞİT	İstanbul
2) Mahmut TOĞRUL	Gaziantep
3) Erol KATIRCIOĞLU	İstanbul
4) Ayşe SÜRÜCÜ	Şanlıurfa
5) Mehmet Ruştü TİRYAKİ	Batman
6) Filiz KERESTECİOĞLU DEMİR	Ankara
7) Semra GÜZEL	Diyarbakır
8) Garo PAYLAN	Diyarbakır
9) Rıdvan TURAN	Mersin
10) Berdan ÖZTÜRK	Ağrı
11) Oya ERSOY	İstanbul
12) Ali KENANOĞLU	İstanbul
13) Dersim DAĞ	Diyarbakır
14) Sait DEDE	Hakkari
15) Pero DUNDAR	Mardin
16) Sıdık TAŞ	Siirt
17) Hüseyin KAÇMAZ	Şırnak
18) Necdet İPEKYÜZ	Batman
19) Muazzez ORHAN IŞIK	Van
20) Züleyha GÜLÜM	İstanbul
21) Tayip TEMEL	Van

Gerekçe:

Marmara Denizi Karadeniz ve Akdeniz'in biyoçeşitliliğinin mikro ölçekte bir araya gelmiş halidir. Marmara dünyanın en genç ve su kütlesi çok genç olan denizi olarak bilinmektedir. Üst ve alt akıntılarının günümüzdeki haline gelmesi yaklaşık 2000 sene öncesine dayanmaktadır. Gündemde oldukça geniş yer alan müsilaj sorununun oluşumunun üç temel tetikleyicisi olduğunu söylenmektedir. Birincisi, küresel iklim değişimine bağlı olarak Akdeniz havzasında sıcaklıkların yükselmesi, ikincisi Marmara'da deniz şartlarının durağan olması ve üçüncü belki de en önemli tetikleyici ise kirlilik yani insan eliyle oluşturulan sorundur.

Deniz salyasının geçmiş yıllarda da görüldüğü bilinse de en son bu yoğunlukta görüldüğü yılın 2007 olduğu belirtilmiştir. Nitekim şimdiye dek Kasım ayından başlayıp Nisan'a kadar süren ve sadece balıkçıların deniz içinde fark edebileceği kadar küçük boyutta bir müsilaj oluşumu olduğunu belirtiyor. Yüzeyden 30 metreye kadar inmiş olan müsilaj (deniz salyası) Marmara Denizi'nde etkisini her geçen gün artırmış, İstanbul, Adalar, Tekirdağ, Çınarcık, Bursa, Erdek, körfezler, Yalova, Mudanya, Gemlik, Gebze, Gelibolu sahillerini kaplamıştır. Ayrıca geçtiğimiz gün Karadeniz ve Ege Denizi'nde de görülmeye başlanmıştır.

TMMOB Çevre Mühendisleri Odası'nın "Marmara Denizi Müsilaj Sorununun Sebepleri, Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri" raporuna göre Marmara Denizi'ndeki kirlilik/organik yük, yanlış atık su arıtma politikalarından ötürü ciddi şekilde artmış durumdadır. Benzer bir şekilde ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü ve Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü'nde görev yapan bir grup bilim insanının konuya ilişkin yayımladığı ortak makalede müsilaj oluşumunu tetikleyen esas nedenin "ortamda organik madde birikiminin insan kaynaklı yollar ile artması" olduğu vurgulanmaktadır.

Bütün bu bilgiler doğrultusunda; Marmara Denizi'nde etkili olan ve her yıl görülse de bu kez ciddi bir sorun teşkil eden deniz salyası sorununun giderilmesi, sorunun tetikleyicisi olan nedenlerin denetlenmesi, deniz canlılarının yaşam alanlarının son durumunun incelenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması amacıyla Meclis araştırması açılması önem arz etmektedir.

4. İYİ Parti Grubu adına Grup Başkanvekili İzmir Milletvekili Dursun Müsavat DERVİŞOĞLU'nun, Marmara Denizi'nde görülen müsilaj sorunu ve denizlerdeki kirlenmenin sebeplerinin araştırılarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4432):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Marmara Denizi'nde görülen olağan dışı müsilaj artışının ve yanlış çevre politikalarının yol açtığı sorunların sebeplerinin araştırılması, denizlerimizi kirleten her türlü faaliyete son verilmesi için gerekli araştırmaların yapılması ve bu hususta çalışmaların başlatılması amacıyla Anayasa'nın 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İçtüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis Araştırması açılmasını saygılarımla arz ederim.

Dursun Müsavat DERVİŞOĞLU
İzmir Milletvekili
İYİ Parti Grup Başkanvekili

Gerekçe:

Ülkemizin denizlerinde diğer dünya denizleri ve okyanuslarında görüldüğü gibi kronik kirlenme hızla artmaktadır. Evsel atıklar ve kara kökenli kirlenme bu kirlenmenin sebebi olarak gösterilmektedir. Kirlenmenin en çok görüldüğü denizimiz ise Marmara Denizidir.

Müsilaj veya diğer adıyla deniz salyasının alışılmadık miktarda artış göstermesi, başta Marmara Denizi olmak üzere Ege ve Karadeniz'de de bir tehdit haline dönüşmüş durumdadır.

Deniz salyası Marmara Denizi gibi kapalı denizlerde zaman zaman ortaya çıkan bir deniz salgısıdır. Ancak anormal seviyede artan bu salgı nedeniyle biyolojik çeşitlilikteki azalma Marmara Denizi'nin yanında Karadeniz ve Ege'yi de olumsuz yönde etkilemektedir. İklim değişikliği sebebiyle daha da hassaslaşan denizlerimiz için acilen yeni çözümler üretilmesi gerekmektedir.

Müsilaj vakaları, yüksek su sıcaklığından dolayı daha çok ülkemizin de içinde yer aldığı Akdeniz Havzası'nda görülmektedir. İklim değişikliği nedeniyle deniz sularının ısınması sonucu doğal ortam hızla değişmekte ve deniz ekosistemi bu hıza ayak uyduramamaktadır.

Dünya üzerinde müsilağa ilgili birçok örnek vaka bulmak mümkün; ancak hiçbirini Marmara’da görülen düzeyde değildir.

Müsilağa ilgili haberler ilk olarak 2020 Şubat ayında basında yer almıştır. Ancak Çevre ve Şehircilik Bakanı Murat Kurum tarafından Karadeniz’de de görüldüğü açıklanan müsilağın sebebiyle ilgili ilk açıklama 31 Mayıs 2021’de yapılmıştır. Bu konuda ne yazık ki ilgili bakanlık çok geç harekete geçebilmiştir.

2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile TÜBİTAK ortaklığında hazırlanan “Denizlerde Bütünleşik İzleme Programı, Marmara Denizi Özeti” raporunda denizlerimizin asıl kirlenme sebebinin, atıkların ön arıtma sonrası “derin deniz deşarjı” yöntemiyle uzaklaştırılarak, Marmara Denizi’nin diplerine verilmesi olduğu belirtilmiştir. Yapılan açıklamalara göre 1983 yılından 2010 yılına kadar 25 metreden daha derin sular, pek çok deniz canlısının hayatta kalamayacağı duruma getirilmiştir.

Bu ve daha öncesinde yapılmış çalışmalar ve uzmanların uyanlarına rağmen ülkemizdeki deniz kirliliğine bakanlık tarafından bir önlem alınmamıştır. Hatta Kanal İstanbul Projesi ile zaten can çekişen ekolojik dengenin son bulacağı uyanları da halen iktidar tarafından ciddiye alınmamaktadır.

Denizlerimizin aşırı kirlenmesi ve müsilağ sorunu ile birlikte birçok deniz canlısının türü tehlikeye girecek, balıkçılık sektörü de bu durumdan fazlasıyla etkilenecektir. 2007 yılında yaşanan müsilağ ile ilgili yapılan bir çalışmaya göre o dönem balıkçılık sektörünün yüzde 61,27 gelir kaybettiği ortaya koyulmuştur. Ancak bu çevresel sorun yalnızca balıkçılık sektörünü değil; insan, bitki, hayvan ve çevre sağlığını tümüyle etkileyecektir.

Bu sebeplerle denizlerimizin; evsel, endüstriyel ve kanalizasyon atıkları gibi kirleticilerden korunması gerekmektedir. Sıkı denetlemeler getirilerek gerekli kimyasal ve biyolojik arıtma yapılması sağlanmalıdır.

Yanlış çevre politikalarının getirdiği sorunların araştırılması, denizlerimizi kirlüten her türlü faaliyete son verilmesi, derin deniz deşarjı yönteminden vazgeçilmesi ve yapılacak uzun vadeli planlama ile çevresel zararın telafi edilmesi amacıyla Anayasa’nın 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İçtüzüğü’nün 104 ve 105 inci maddeleri uyarınca Meclis Araştırması açılmasını saygılarımla arz ederim.

5. MHP Grubu adına Grup Başkanvekili Sakarya Milletvekili Muhammed Levent BÜLBÜL'ün, Marmara Denizi'nde ortaya çıkan müsilaj sorununun sebeplerinin araştırılarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4433):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Başta Marmara Denizi olmak üzere denizlerimizdeki müsilaj sorununa neden olan sebeplerin tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi amacıyla Anayasanın 98 inci ve TBMM İçtüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri uyarınca Milliyetçi Hareket Partisi adına Meclis Araştırması açılmasını saygılarımla arz ve talep ederim.

Muhammed Levent BÜLBÜL
Sakarya Milletvekili
MHP Grup Başkanvekili

Gerekçe:

Deniz salyası denilen müsilaj, deniz ekosisteminin uğradığı tahribatın sonucudur. Çünkü ekosistemler, kendi döngüsü içerisinde kendini temizleyen, kendini üreten ve koruyan organik ve fiziksel bir bütünü oluştururlar.

Marmara Denizi'nde karşı karşıya kalınan deniz salyası, dünden bugüne oluşan bir durum değildir. Birikimli şekilde artan denize bırakılan atıkların ekosistem tarafından tolere edilemez düzeye geldiğinin bir işaretidir. Evsel ve endüstriyel atıklarla denizin ve denize ulaşan akarsuların kirletilmesi, kıyıların doldurulması ve betonla çevrilmesi Marmara Denizi'nin ekosisteminde dönüşüme ve müsilaj oluşumuna yol açmaktadır. Küresel ısınma ve deniz suyu sıcaklığındaki artış ile kirlilik bu canlıların doğal dengenin dışında çoğalmasına yol açmaktadır.

Müsilaj deniz yüzeyini ve nihayet tabanını kaplayacak şekilde yoğunlaştığı zaman, hali hazırda Marmara Denizi'ndeki görüntüler ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak denizin dibindeki oksijen azalması sonucunda deniz dibinde yaşayan özellikle midye gibi kaçamayan canlıların da ölümüne sebebiyet vermektedir. Müsilaj yapışkan yapısı dolayısıyla balıkların solungaçlarına yapışarak balıkların boğularak ölmesine neden olmaktadır. Müsilajın kıyılardaki yoğun birikimi devam ederse yaşanacak oksijen azlığı nedeniyle balık ölümlerinde artış gözlenecektir. Özellikle kalkan, vatoz, pisi balıkları gibi dipte yaşayan türler dibe çöken müsilajın altında kalarak ölecektir. Keza balıkların beslenmesi, üremesi ve göçleri olumsuz etkilenmekte ve askıda katı madde yükü fazla

olduğu için denizel sistemde ışık geçirgenliğim azaltarak deniz bitkilerinin fotosentez imkânı yok olmaktadır.

Somut olarak Marmara Denizi'ndeki müsilaj yoğunlaşmasında toksin oluşumunun olup olmayacağını anlamak için analizler de yapılmamıştır. Bu risk yaşanmasa da böyle bir denize girilemeyeceği ortadadır. Bu da turizmi sekteye uğratacağı gibi Marmara Denizi çevresinde yerleşik insanlarımızın denizi kullanamamasına sebep olacaktır. Balıkçılar bu sorunun yol açtığı zararları zaten yaşamaktadır. Marmara Denizi alarm verirken, çevresindeki insanlarımız da ekonomik olarak tehdit altına girmektedir.

Deniz suyu sıcaklığı ve küresel ısınma sadece bize bağlı değildir ancak atık yükü tamamen bizim davranışlarımıza bağlıdır. Acil olarak Marmara Denizi'nde oluşan müsilajın önlenmesi için çözümler bulması gereklidir.

Denize ulaşan atıkların arıtılması konusunda çevre belediyelerin sorumluluğu önceliklidir. Ancak sanayi kuruluşlarının atıkları ve atık sularının arıtılması konusunda merkezi idarenin üzerine düşen sorumluluklar da ortadadır. Bunlarla birlikte, deniz araçlarının atıkları, liman işletmelerinden ve yük gemilerinden denize bırakılan kirleticiler, kaçak avcılığın ekosistemde yol açtığı tahribat çok yönlü olarak değerlendirilmeli ve harekete geçilmelidir.

Atık yönetimi ve atık suların arıtılması sorunu sadece denize ulaşanlar açısından değil kıyı alanlarında karasal alan kirlenmesi de ekosistemi ve doğal olarak denizel ekosistemi de olumsuz etkilemektedir.

Etki altındaki denizel sisteme evsel, endüstriyel ve kanalizasyon atıkları gibi noktasal kaynaklı denizi kirletici etmenler ile tarımsal araziler gibi noktasal olmayan kaynaklardan gelebilecek kirlilik yükünü bertaraf etmek üzerine bütüncül planlamalar yapılması zorunluluktur. Ekosistem ile barışık bir yerleşim, tarım ve sanayi üretimi ile kirleticilerin arındırıldığı bir atık yönetimi oluşturulması ertelenemez bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Bu çerçevede Marmara Denizi'nde oluşan müsilajın temizlenmesi ve önlenmesi için alınması gereken tedbirlerin araştırılması için bir komisyon kurulmasına ihtiyaç vardır.

6. Niğde Milletvekili Ömer Fethi GÜNER ve 22 Milletvekilinin, Marmara Denizi'nde ortaya çıkan müsilaj sorununun nedenlerinin araştırılarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4434):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

İstanbul Ziraat Mühendisleri Oda Başkanlığı Marmara ve diğer denizleri tehdit eden sorun için önemli uyanlarda bulunmuştur.

Hassas ekolojik dengeler üzerine kurulu olan Marmara Denizi'nin çevresinde Türkiye nüfusunun yaklaşık %30'u yaşamaktadır. Bu nüfus yoğunluğu ile birlikte yüksek sanayi yapılaşması da dikkat çekmektedir. Ülkeye düzensiz dağılan sanayinin %60'ı Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır. Tüm bu nüfus ve sanayi tesislerinden kaynaklanan çeşitli kirleticilerin bir kısmı arıtılmadan veya kısmen arıtılarak alıcı ortam olan akarsulara ve buradan da Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır. Ayrıca Karadeniz Havzası'nda yer alan akarsuların taşıdığı besin tuzlan ve kirleticiler de İstanbul Boğazı yolu ile Marmara Denizi'ne gelmektedir.

Müsilaj, sadece bu yıla özgü bir sorun olmayıp ilk defa 2007 yılında dikkat çekmeye başlamış, o tarihten günümüze kadar görülme sıklığı ve şiddeti değişmekle birlikte hemen hemen her yıl meydana gelmiştir. Bu yıl ise neredeyse tüm Marmara Denizi'ni, İstanbul ve Çanakkale Boğazını kaplaması ile daha çok dikkat çekmeye başlamıştır.

Denizde müsilaj oluşumuna, başta fitoplanktonun (bitkisel plankton) aşırı artışı ile bu aşırı artışı tetikleyen birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik sürecin neden olduğu bilinmektedir. Uygun meteorolojik (ışık, rüzgar, bulutlanma, vb.) ve oşinografik (su sıcaklığı, akıntı hızı, tabakalaşma, vb.) koşullar ile deniz suyunda bulunan besin tuzlan (Azot, Fosfor, vd.) aşın artışa neden olmaktadır. Zaman içerisinde ölen fitoplanktonun bakteriler tarafından ayrıştırılması sırasında müsilaj oluştuğu görülmektedir. Böylece oluşan müsilaja deniz suyunda bulunan diğer planktonik organizmalar, ile çeşitli organik ve inorganik maddelerin eklenmesi sonucunda kütleli büyüme gözlemlenmektedir.

Müsilaj kıyı alanlarında görsel kirlilik oluşturmakta, balıkçılık, su ürünleri üretimi ve turizm gibi birçok alanın olumsuz etkilenmesine neden olmakla beraber en önemli etkisini; su içinde yaşayan su bitkileri ile omurgasız ve omurgalı canlıların üreme, beslenme ve barınma alanlarına zarar vererek göstermektedir. Müsilajın deniz dibinde yaşayan midye, denizkestanesi, denizyıldızı gibi canlıların üstünü kaplaması durumunda

bu tip canlılarda toplu ölümler yaşanabilmektedir. Balıkların solungaçlarını tıkaması durumunda ise boğulmalarına neden olmaktadır. Balık larvalarının besinim oluşturan zooplanktonun (hayvansal plankton), müsilaj oluşumundan olumsuz etkilenmesi durumunda balık larvaları beslenme sorunu yaşayacak, böylece önümüzdeki yıllarda denizlerimizin balık ve balıkçılık veriminde düşüşler yaşanabilecektir.

Bu durum; zor bir avcılık sezonu geçiren ve her geçen gün maliyetleri artan balıkçılık sektörümüze, balık stoklarında yaşanabilecek düşüşle ek bir yük daha getirebilecektir. Ayrıca müsilajın koku açısından bir halk sağlığı sorununa dönüşmesi ihtimali de bulunmaktadır.

Bu süreçte ekolojik ve ekonomik kayıplar yaşanmaması için acilen tedbirler alınmalıdır.

Marmara Denizi'nin yaygın kirliliğine neden olan ve kontrolsüz olarak birçok noktadan deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıkların deşarj noktalarının tespiti, kontrol ve denetimlerinin yapılması ve arıtma zorunluluğunun uygulanması gereklidir.

Tahrip edilen kıyı alanlarının sağaltımı, bilimsel yöntemlerle yapılmalıdır.

Marmara Denizi'nde deniz koruma alanlarının sayısı artırılmalı, biyoçeşitlilik kaybı ve kirliliğe karşı koruma altına alınmalıdır.

Marmara Denizi ve diğer denizlerimizde deniz kirliliği, biyoçeşitlilik izleme, balık stoklarının takibi vb. çalışmalar, yıl içerisinde düzenli olarak yapılmalı, ilgili bakanlıkların bu çalışmalara kaynak aktarmaları sağlanmalıdır.

Tüm Marmara Bölgesi ile İstanbul'da hızlı nüfus artışına ve bu artışın birkaç yıl içinde Marmara Denizi'nin ölü deniz olmasına neden olacağına dair birçok bilimsel öngörü bulunmasına rağmen yapılmak istenen Kanal İstanbul Projesinden vazgeçilmelidir.

İlgili bakanlıklar, Marmara Denizi'ne kıyısı olan belediyeler, üniversitelerin ilgili fakülte ve bölümleri, su ürünleri kooperatifleri ilgili meslek kuruluşları ve turizm sektörü temsilcileri bir araya gelerek Marmara Denizini korumak ve kurtarmak için alınacak tedbirleri belirlemeleri ve bu tedbirleri acilen uygulamaları gerekmektedir.

Marmara Denizi kritik eşiktir. Yapılacak koruma ve sağaltım çalışmaları şeffaf yürütülmeli, uzmanlar ve ilgili diğer sivil birimler ile halkın katılabileceği izleme organizasyonları sağlanmalıdır. Sorunun çevre adına önemi ortadadır, bu nedenle kapsamlı olarak araştırılıp çözüm yaratılması amacıyla Anayasa'nın 98, İçtüzüğü'nün 104 ve 105. maddeleri uyarınca Meclis araştırması açılmasını arz ederim.

1)	Ömer Fethi GÜRER	Niğde
2)	Tacettin BAYIR	İzmir
3)	Aydın ÖZER	Antalya
4)	Özcan PURÇU	İzmir
5)	Mustafa Sezgin TANRIKULU	İstanbul
6)	Yüksel ÖZKAN	Bursa
7)	Kemal ZEYBEK	Samsun
8)	Mahir POLAT	İzmir
9)	Burak ERBAY	Muğla
10)	Ünal DEMİRTAŞ	Zonguldak
11)	İrfan KAPLAN	Gaziantep
12)	Gülizar BİÇER KARACA	Denizli
13)	Seyit TORUN	Ordu
14)	Cengiz GÖKÇEL	Mersin
15)	Ali KEVEN	Yozgat
16)	Gamze TAŞCIER	Ankara
17)	Servet ÜNSAL	Ankara
18)	Tahsin TARHAN	Kocaeli
19)	Burhanettin BULUT	Adana
20)	Alpay ANTMEN	Mersin
21)	Candan YÜCEER	Tekirdağ
22)	Nihat YEŞİL	Ankara
23)	Orhan SARIBAL	Bursa

7. İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR ve 71 Milletvekilinin, başta Marmara Denizi olmak üzere denizlerimizdeki müsilağ sorununun sebeplerinin araştırılarak alınması gereken önlemlerin tespit edilebilmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4435):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Bitkiler ve mikroorganizmaların büyük bir çoğunluğu tarafından üretilen kalın, yapışkan bir madde olan müsilağ, biyolojik ve kimyasal birçok etkenin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Deniz sıcaklıklarının ortalama sıcaklıkların üzerinde olması, denizdeki kirlilik oranının artması ve denizin durağan olması müsilağ oluşumuna etki eden temel üç faktördür. İklim değişikliğinin de en önemli göstergelerinden olan deniz suyundaki ısınma ve soğumalar denizlerdeki ekolojik yapıyı değiştirerek pek çok canlıya zarar verdiği gibi, denizlerden ekonomik olarak fayda sağlayan kesimleri de olumsuz şekilde etkilemektedir. Sadece deniz suyunun ısınması bile birçok olumsuzluğa sebep olurken, bu ısınmaya deniz kirliliğinin artması ve denizin durağan olması faktörleri de eklendiği zaman bazı plankton türleri daha hızlı çoğalıp müsilağ sorununun büyümesine sebep olmaktadır.

Deniz çevresinin kirlenmesini önlemek, kirliliği azaltmak ve kontrol edebilmek, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak bu güne kadar en öncelikli hedeflerimizden olmuştur. Bu kapsamda sadece ekolojik değil, ekonomik ve sosyal etkileri de bulunan ve başta Marmara Denizi olmak üzere denizlerimizdeki müsilağ sorununun sebeplerinin tespit edilmesi, detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için çözüm önerilerinin ortaya konması amacıyla Anayasamızın 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İçtüzüğü'nün 104 üncü ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis Araştırması açılmasını arz ederiz.

1)	Mustafa DEMİR	İstanbul
2)	İlyas ŞEKER	Kocaeli
3)	Cihan PEKTAŞ	Gümüşhane
4)	Nevzat CEYLAN	Ankara
5)	Erol KAYA	İstanbul
6)	Semiha EKİNCİ	Sivas
7)	Ramazan CAN	Kırıkkale
8)	Kemal ÇELİK	Antalya
9)	Zafer IŞIK	Bursa
10)	Ahmet YILDIZ	Denizli
11)	Bayram ÖZÇELİK	Burdur
12)	Atilla ÖDÜNÇ	Bursa

13)	Adil ÇELİK	Balıkesir
14)	Ahmet AKAY	Şanlıurfa
15)	Sabahat ÖZGÜR SOY ÇELİK	Hatay
16)	Emine ZEYBEK	Kocaeli
17)	Meliha AKYOL	Yalova
18)	Ceyda ÇETİN ERENLER	Kütahya
19)	Habibe ÖÇAL	Kahramanmaraş
20)	İffet POLAT	İstanbul
21)	Recep UNCUOĞLU	Sakarya
22)	Tahir AKYÜREK	Konya
23)	Mustafa ARSLAN	Tokat
24)	Orhan KIRCALI	Samsun
25)	Mehmet Yavuz DEMİR	Muğla
26)	Çiğdem KONCAGÜL	Tekirdağ
27)	İbrahim YURDUNUSEVEN	Afyonkarahisar
28)	Şirin ÜNAL	İstanbul
29)	Ekrem ÇELEBİ	Ağrı
30)	Tülay KAYNARCA	İstanbul
31)	Mustafa CANBEY	Balıkesir
32)	Serkan BAYRAM	İstanbul
33)	Hacı Bayram TÜRK OĞLU	Hatay
34)	Yavuz ERGUN	Niğde
35)	Refik ÖZEN	Bursa
36)	Mehmet Cihat SEZAL	Kahramanmaraş
37)	Hasan ÇİLEZ	Amasya
38)	Halis DALKILIÇ	İstanbul
39)	Osman Aşkın BAK	Rize
40)	Selman ÖZBOYACI	Konya
41)	Ahmet AYDIN	Adıyaman
42)	İbrahim Halil FIRAT	Adıyaman
43)	Orhan YEGİN	Ankara
44)	Ahmet ÇAKIR	Malatya
45)	Hakan KAHTALI	Malatya
46)	Ali Cumhuri TAŞKIN	Mersin
47)	Hüseyin ŞANVERDİ	Hatay
48)	Yakup TAŞ	Adıyaman
49)	İbrahim AYDIN	Antalya
50)	Atay USLU	Antalya
51)	Recep ÖZEL	Isparta
52)	Cemil YAMAN	Kocaeli
53)	Selim GÜLTEKİN	Niğde
54)	Ravza KAVAKCI KAN	İstanbul
55)	Kadir AYDIN	Giresun
56)	Çiğdem KARAASLAN	Samsun
57)	Necip NASIR	İzmir
58)	Ahmet SORGUN	Konya
59)	Selahattin MİNSOLMAZ	Kırklareli

60)	Canan KALSIN	İstanbul
61)	Jülide İSKENDEROĞLU	Çanakkale
62)	Selim YAĞCI	Bilecik
63)	Fatma AKSAL	Edirne
64)	Salih CORA	Trabzon
65)	Mehmet Akif YILMAZ	Kocaeli
66)	Zehra TAŞKESENLİOĞLU BAN	Erzurum
67)	Serap YAŞAR	İstanbul
68)	Ziya ALTUNYALDIZ	Konya
69)	Abdullah Nejat KOÇER	Gaziantep
70)	Emine Sare AYDIN	İstanbul
71)	Mustafa ESGİN	Bursa
72)	Sena Nur ÇELİK	Antalya

Gerekçe:

Küresel iklim değişikliğinin neden olduğu deniz suyu sıcaklığının yükselmesi beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. İklim değişikliği ve küresel ısınma denizlerdeki ekolojik yapıyı olumsuz şekilde etkilemektedir. Deniz suyu sıcaklığının yükselişine Marmara Denizi'nin durgun yapısı ve kirlilik miktarının artışı eklendiği zaman müsilaj sorunu ortaya çıkmaktadır. Söz konusu üç faktör bazı plankton türlerinin daha hızlı çoğalıp sorunun büyümesine neden olurken bu bölgede yaşayan 25 milyon üzerindeki insanımızın yaşam standardını da olumsuz yönde etkileyecektir.

Evsel, endüstriyel ve diğer atık sularla birlikte başta Tuna Nehri olmak üzere sınırlarımız dışından da gelen akarsuların da oluşturduğu kirlilik bakteriler yardımıyla ayrıştırılmaktadır. Ayrışma olayı sırasında sudaki diğer canlılar için de gerekli oksijen tüketilmekte, bunun sonucunda, suyun oksijen konsantrasyonunda, dolayısıyla kalitesinde bir düşme görülmektedir. Marmara Denizi'nde karşı karşıya olduğumuz müsilaj sorununun da oksijen azalmasından kaynaklandığı bilinmektedir. Bu oksijen azalmasının ana sebebi ise aşırı azot ve fosfor yüküdür.

Denizlerdeki azot ve fosfor artışı, dibe çöken organik maddelerin miktarını arttıran plankton alglerinin aşırı büyümesinden başlamak üzere, istenmeyen etkiler zinciriyle sonuçlanabilir. Bunun sonucunda oksijen tüketiminde meydana gelen artış, katmanlaşmış su kütlesi olan bölgelerde, oksijen azalması ile ekolojik yapıda değişikliklere, bu da beraberinde alg çoğalmasına neden olabilmektedir.

Burada deniz kirliliğinin önlenmesi için atıksu arıtma tesislerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz genelindeki atık su arıtma tesisi sayısı 2002 yılında 145 adet iken, 2020 yılında atık su arıtma tesisi sayısı 2002 yılına göre %707'lik bir artışla 1.170 adete

yükselmiştir. İstanbul ilimizde 2002 yılında sadece 12 adet atık su arıtma tesisi var iken 2020 yılında atıksu arıtma tesis sayısı 87'ye yükselmiştir. Atık su hizmeti verilen belediye nüfusu oranı 2002 yılında %35 iken 2020 yılında %89'a yükseltilmiştir. Alıcı ortamın su kalitesinin yükseltilmesi ve doğal kaynakların korunması amacıyla atık su arıtma tesisini kuran ve mevzuata uygun çalıştıran atık su altyapı yönetimlerine Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca enerji teşviki verilmektedir. Bu kapsamda 2011 ila 2020 yıllarında 606 Milyon TL ödeme yapılmıştır.

Ülkemizde deniz kirliliğinin önlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalar sayesinde temiz denizlerin bir göstergesi olan Mavi Bayraklı Plaj sayımız 2002 yılında 127 adet iken, %283'lük bir artışla 2020 yılında 486 adet olmuştur.

2002 yılında deniz yetki alanlarında bulunan gemilerin normal faaliyetleri sonucu ürettiği atıkların alımını yapan kıyı tesisi sayısı bulunmazken, 2020 yılı sonu itibariyle 305 adet kıyı tesisinde gemilere atık alım hizmeti verilmektedir. Bu atıklar, türlerine göre ayrıştırılarak geri kazanım/bertaraf tesislerine gönderilmektedir.

2002 yılında, deniz çöpleri ile mücadeleye yönelik herhangi bir çalışma bulunmazken; 2020 yılında denize kıyısı bulunan tüm illerimizde deniz çöpleri il eylem planları uygulamaya alınmıştır. Sıfır Atık Mavi Hareketi ile birlikte denizlerin korunması ve deniz temizliği seferberliği başlatılmıştır. Sıfır Atık Mavi Hareketi ile başlatılan kampanya ve Deniz Çöpleri İl Eylem Planları kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda 2019 yılında toplam 65.250 ton deniz çöpü (deniz yüzeyi, kıyı, plaj ve deniz dibinden) toplanarak, bertarafa gönderilmiştir.

2020 yılı itibari ile bir ulusal, 6 bölgesel acil müdahale planı ile 366 kıyı tesisine ait risk değerlendirmesi ve acil müdahale planı hazırlanmış ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca onaylanmıştır.

“Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme ve Değerlendirme Programı (DEN-İZ)” 2014 yılından itibaren üçer yıllık izleme programı haline getirilmiş böylece düzenli ve veri kesintisi olmadan izleme yapılmasına imkân sağlayan bütüncül bir programa dönüştürülmüştür. Tüm denizlerimizde 11 enstitü ve 3 araştırma gemisi ile 353 noktada bilimsel çalışmalar düzenli olarak yürütülmektedir. İstanbul ili Karadeniz kıyısında, 11 istasyon, Marmara kıyısında, 28 istasyon olmak üzere toplam 39 istasyonda deniz kirliliği izleme çalışmaları sürdürülmektedir.

Bu kapsamda, denizlerimizin korunması, gelecek nesillerimize daha yaşanılabilir temiz bir çevre bırakmak adına ekolojik, ekonomik ve sosyal etkileri bulunan müsülaj sorununun olan sebeplerinin tespit edilmesi, detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve gerekli

önlemlerin alınabilmesi için çözüm önerilerinin ortaya konması amacıyla Anayasamızın 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İttüzüğünün 104 üncü ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis Araştırması açılmasını arz ederiz.

8. Tekirdağ Milletvekili Candan YÜCEER ve 25 Milletvekilinin, Marmara Denizi ve çevresini tehdit eden müsilaj sorununa karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4436):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Marmara Denizi'nde son günlerde yoğun olarak görülen müsilaj, yani deniz salyası Türkiye'nin doğası ve sularımızın geleceği için yoğun bir tehdit oluşturmaktadır. Marmara Denizi'nin yüzeyini sarı-beyaz peltsemi bir tabaka sararken, denizin dibinde de aynı sorun meydana gelmiştir. Uzmanlar, deniz salyasının Marmara Denizi'nin geleceğini tehdit ettiğine, deniz salyasının suların aşırı kirliliğinin göstergesi olduğuna, bulaşıcı ve yayılcı olduğuna dikkat çekerek geç kalınmadan acilen önlem alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Marmara Denizi'nin ekosistemini tahrip eden müsilaj (deniz salyası) deniz canlılığını olduğu gibi turizmi de tehdit etmektedir.

Denizel kıyı habitatları dip yapısındaki çeşitlilik nedeniyle tür zenginliğinin fazla olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler deniz ekosistemi üzerinde geniş etkiye sahip olmaları, çok sayıda balık türünün üreme ve erken yaşam dönemlerinde büyüme, gelişme ortamları olmaları nedeniyle çok önemlidir. Turizm, balıkçılık ve diğer aktivitelerin yine bu bölgelere bağlı olduğu bir gerçektir. Bu aktivitelerin denizel çevreye olumsuz etkilerinin yanı sıra, doğal olarak da kıyı habitatları üzerinde iklimsel değişimler ve yayılcı türler gibi biyolojik baskılar bulunmaktadır. Bu habitatlar için tehlike oluşturan biyolojik baskılar arasında Marmara'da yoğun olarak gözlemlenen müsilaj oluşumu başta gelmektedir. Benzeri bir oluşum 2007-2008 yıllarında Marmara Denizi'nde ve Çanakkale Boğazı'nda da görülmüştür.

Müsilaj, en geniş tanımı ile, belirli iklimsel veya trofik koşullar altındaki çeşitli denizel organizmaların ürettiği organik maddelerin düzensiz olarak birikmesidir. Müsilaj su kolonunda askı halde bulunmaktadır. Başlangıçta belirli bir bölgede biriktikten sonra yayılmaya başlamakta ve sonunda su yüzeyinin geniş bir bölümünü kaplamaktadır. Fitoplankton, zooplanton, bakteriler ve çürümüş parçacıklar genel olarak müsilaj ile birleşmektedir.

Müsilaj, deniz ekosisteminde büyük öneme sahip sığ yakın sahil sularında deniz tabanına yayılması, beslenme ve korunma alanlarını kaplaması, balıkların solungaçlarını tıkayarak solunumlarını engellemesi nedenleriyle çeşitli balık ve omurgasız türleri için tehlike oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra ağ gözlerinin kapanmasına ve teknelerin

filtrasyon sistemlerinin tıkanmasına sebep olarak balıkçılık endüstrisini, kıyısal alan ve sahillerde estetik sorunlar oluşturarak turizm sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Marmara Denizi'nin ve çevresinin geleceğini tehdit eden ve her geçen gün etkinliğini arttıran müsilaj tehlikesinin ve çözümlerinin araştırılması için, Anayasa'nın 98'inci maddesi ve TBMM iç tüzüğü'nün 104 ve 105'inci maddeleri gereğince Meclis Araştırması açılmasını arz ve talep ederiz.

1)	Candan YÜCEER	Tekirdağ
2)	Türabi KAYAN	Kırklareli
3)	Turan AYDOĞAN	İstanbul
4)	Ali ŞEKER	İstanbul
5)	Alpay ANTMEN	Mersin
6)	Sibel ÖZDEMİR	İstanbul
7)	İsmet TOKDEMİR	Hatay
8)	Ednan ARSLAN	İzmir
9)	Necati TIĞLI	Giresun
10)	Hasan BALTACI	Kastamonu
11)	Murat EMİR	Ankara
12)	İsmail Atakan ÜNVER	Karaman
13)	Cavit ARI	Antalya
14)	Burak ERBAY	Muğla
15)	Süleyman BÜLBÜL	Aydın
16)	Nihat YEŞİL	Ankara
17)	Yıldırım KAYA	Ankara
18)	Gürsel EROL	Elazığ
19)	Rafet ZEYBEK	Antalya
20)	Okan GAYTANCIOĞLU	Edirne
21)	Özkan YALIM	Uşak
22)	Zeynel EMRE	İstanbul
23)	Aziz AYDINLIK	Şanlıurfa
24)	Ali Fazıl KASAP	Kütahya
25)	Servet ÜNSAL	Ankara
26)	Burhanettin BULUT	Adana

9. İstanbul Milletvekili Turan AYDOĞAN ve 24 Milletvekilinin, ekolojik bir felaket olan müsilaj sorununu ortadan kaldırmak ve insan sağlığının korunmasını sağlamak için yapılacakların belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4437):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Geçen yıl sonundan bu yana deniz salyası (müsilaj) sorunu ile boğuşan ve son günlerde etkisinde artış gözlemlenen Marmara Denizi'ndeki ekolojik olay dünya basınının dahi gündemine girmiştir. "Deniz salyası" adı verilen kalın, kahverengi, kabarcıklı bir köpüğün Marmara Denizi kıyılarını kaplayarak başta İstanbulluları ve tüm ülke vatandaşlarını endişelendirmiş deniz yaşamını çok ciddi biçimde tehdit etmiştir.

Konunun uzmanları, doğal olarak oluşan müsilajın Ege'nin Yunanistan yakınlarındaki kıyılarından ilk kez 2007 yılında görüldüğünü ifade etmektedirler. Ancak bu salgının kayıtlardaki en büyük salgın olduğunu ve sümüksü çamurdan sorumlu alglerin büyümesini hızlandırmanın kirlilik ve küresel ısınmanın birleşiminden kaynaklandığını ifade etmektedirler.

Yapılan çalışmalarda müsilaj oluşumuna çok çeşitli bitkisel plankton türlerinin yol açtığı belirlenmişti. Bu bitkisel planktonların kolera mikrobunun yerleşebileceği bir ortam oluşturduğunu belirten akademik yayınlar mevcuttur. Bu bulgular geniş coğrafi alanlara yayılan müsilaj sorununun salgın hastalıklara yol açabileceğini dikkate almayı gerektirmektedir. Uzmanlara göre iklim değişikliği bu sorunu daha da şiddetlendirecektir. Yine uzmanların ifadesine göre müsilajın aşırı büyümesi nedeniyle istiridye, midye ve deniz yıldızları dahil birçok tür tehdit altındadır.

İnsan sağlığını korumak ve ekolojik bir felaket olan müsilaj sorununu ortadan kaldırmak adına uzmanların katkıları ile TBMM'de oluşturulacak bir araştırma komisyonu elzem hale gelmiştir. Bu bağlamda; Anayasanın 98. Türkiye Büyük Millet Meclisi İçtüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis Araştırma Komisyonu kurulmasını arz ve teklif ederiz.

1)	Turan AYDOĞAN	İstanbul
2)	Necati TIĞLI	Giresun
3)	Alpay ANTMEN	Mersin
4)	Ali ŞEKER	İstanbul
5)	Sibel ÖZDEMİR	İstanbul
6)	Hasan BALTACI	Kastamonu
7)	Ednan ARSLAN	İzmir
8)	İsmet TOKDEMİR	Hatay
9)	Süleyman BÜLBÜL	Aydın
10)	Murat EMİR	Ankara
11)	Cavit ARI	Antalya
12)	Burak ERBAY	Muğla
13)	Nihat YEŞİL	Ankara
14)	Gürsel EROL	Elazığ
15)	Rafet ZEYBEK	Antalya
16)	Yıldırım KAYA	Ankara
17)	Okan GAYTANCIOĞLU	Edirne
18)	Özkan YALIM	Uşak
19)	Zeynel EMRE	İstanbul
20)	Aziz AYDINLIK	Şanlıurfa
21)	Ali Fazıl KASAP	Kütahya
22)	Servet ÜNSAL	Ankara
23)	Burhanettin BULUT	Adana
24)	Hüseyin YILDIZ	Aydın
25)	İlhami Özcan AYGUN	Tekirdağ

10. Balıkesir Milletvekili Ahmet AKIN ve 31 Milletvekilinin, Marmara Denizi'nde görülen müsilaj ve kirlilik sorununun nedenlerinin araştırılarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi. (10/4438):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Marmara Denizi, geçen yılın sonundan bu yana yoğun müsilajın (deniz salyası) etkisi altında. Yaşanan bu sorunun bir neden olmadığı yılların birikimi olan bir sonuç olduğu ortadadır. Bir Marmara Denizi on yıllardır kirlilikle boğuşuyor. Özetle, Marmara Denizi'nde yaşanan kirlilik bugünün sorunu değildir,

Marmara Denizi çevresinde İstanbul, Kocaeli, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Yalova, Tekirdağ illerinden yaklaşık Türkiye nüfusunun yüzde 25'i yaşamaktadır. Marmara Denizi, hem kara (evsel atıklar, endüstriyel deşarjlar, nehirlerden kaynaklanan kirlenme) hem de deniz kökenli (ulaşımdan kaynaklanan) kirlenme tehlikesini yaşıyor. Altyapının yetersiz olması, kanalizasyon toplama şebekesi ve arıtma tesislerinin bulunmaması ve işletme maliyeti nedeniyle arıtma tesislerinin çalıştırılmaması, evsel kirlilik sorunun temelini oluşturmaktadır. Uzmanların dikkat çektiği üzere; Marmara Denizi'ne, İstanbul'dan günde 1,2 milyon metreküp, Bursa'dan günde 0,3 milyon metreküp, İzmit'ten 0,2 milyon metreküp, diğer 5 şehirden 0,4 milyon metreküp olmak üzere bölge genelinde 2,1 milyon metreküp evsel atık su deşarj edildiği, deniz trafiğinin de toplam kirliliğe etkisinin yaklaşık yüzde 10 olduğu, büyük oranda da tarımsal, endüstriyel atıklarının arıtılmadan dökülmesi kirliliğin temel nedenini oluşturmaktadır.

Marmara Denizi, Karadeniz'i, Ege Denizi ve Akdeniz'e bağlayan bir iç denizdir. Kirliliğe karşı toleransı çok az denizlerdendir ve atık bırakılması konusunda önemli davranılması gerekirken bu durum bilinerek veya bilinmeyerek hep göz ardı edilmiştir. Uzmanların, "Marmara Denizi öldü" ya da "Marmara Denizi artık bir deniz değil, kanalizasyon" değerlendirmeleri burada yaşananların artık korkutucu boyutta olduğuna dikkat çekmekte, geri dönüşü olmayan bir yola girilmiş olmasına işaret etmektedir.

Çevre ve insan sağlığı açısından olumsuzluklarını yaşadığımız ve yaşayacağımız Marmara Denizi kirliliğinin, balıkçılık, turizm, enerji ve ulaşım gibi bir çok ekonomik alanda da olumsuz etkileri görülüyor ve görülmeye devam edeceği belirtiliyor. Ekonomik değere sahip balık türlerinin yok olması, pandemi nedeniyle zaten zor durumda olan turizm sektörünü kirlilik nedeniyle daha zor duruma düşecek olması, müsilajın giderek artacak olması nedeniyle gemilerin hareket kabileyetlerini azalması ya da yok olması, enerji

santralleri de dahil sanayinin sistemleri müsilaçlı suyu kullanmaya uygun olmaması buzdağının sadece görünen kısmıdır.

Marmara Denizi hiç vakit kaybetmeden kurtarılmalıdır. Bu nedenle konuya siyaset üstü bakılara, ulusal değerimiz, çevresel zenginliğimiz Marmara Denizi'nin korunması ve sürdürülebilir yönetimi konusunda, mevcut alanların daha fazla tahrip olmasını önleyici projelerin saptanması, boyutları gittikçe büyüyen kirlenmenin yarattığı tehdidin ve bu tehdidin nasıl giderileceğinin kapsamlı olarak araştırılması, mevzuatımızda yapılacak değişikliklere temel oluşturması için Anayasanın 98, İçtüzüğü'nün 104 ve 105. maddeleri gereğince Meclis araştırması açılmasını arz ederiz.

1)	Ahmet AKIN	Balıkesir
2)	Bayram YILMAZKAYA	Gaziantep
3)	Ali Mahir BAŞARIR	Mersin
4)	Ali ŞEKER	İstanbul
5)	Kamil Okyay SINDIR	İzmir
6)	Yunus EMRE	İstanbul
7)	Yıldırım KAYA	Ankara
8)	Hüseyin YILDIZ	Aydın
9)	Ali Haydar HAKVERDİ	Ankara
10)	Türabi KAYAN	Kırklareli
11)	Necati TIĞLI	Giresun
12)	Turan AYDOĞAN	İstanbul
13)	Alpay ANTMEN	Mersin
14)	Sibel ÖZDEMİR	İstanbul
15)	İsmet TOKDEMİR	Hatay
16)	Ednan ARSLAN	İzmir
17)	Hasan BALTACI	Kastamonu
18)	Murat EMİR	Ankara
19)	İsmail Atakan ÜNVER	Karaman
20)	Süleyman BÜLBÜL	Aydın
21)	Burak ERBAY	Muğla
22)	Gürsel EROL	Elazığ
23)	Rafet ZEYBEK	Antalya
24)	Okan GAYTANCIOĞLU	Edirne
25)	Özkan YALIM	Uşak
26)	Zeynel EMRE	İstanbul
27)	Aziz AYDINLIK	Şanlıurfa
28)	Ali Fazıl KASAP	Kütahya
29)	Servet ÜNSAL	Ankara
30)	Burhanettin BULUT	Adana
31)	Nihat YEŞİL	Ankara
32)	Çetin ARIK	Kayseri

TAKDİM YAZISI**TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ**

Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu

(10 / 4413, 4430, 4431, 4432, 4433, 4434, 4435, 4436, 4437, 4438)

Sayı:

...02.2022

Konu: Komisyon Raporu

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan (10 / 4413, 4430, 4431, 4432, 4433, 4434, 4435, 4436, 4437, 4438) Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonu Anayasa'nın 98 inci ve İçtüzük'ün 104 ve 105 inci maddeleri çerçevesinde çalışmalarını tamamlamış bulunmaktadır.

07.07.2021 tarihinde göreve başlayan Komisyonun yaptığı çalışmalar sonucunda düzenlediği Rapor ekte sunulmuştur.

Gereğini arz ederim.

Saygılarımla.

Mustafa DEMİR
İstanbul Milletvekili
Komisyon Başkanı

KOMİSYONUN KURULUŞU VE ÇALIŞMALARI

A. MECLİS ARAŞTIRMASI ÖNERGELERİNİN KONUSU VE ÖZETİ

27. Yasama Dönemi'nde, “*Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi*” amacıyla verilen:

- İstanbul Milletvekili Ali ŞEKER ve 26 Milletvekilinin (10/4413), İstanbul Milletvekili Hüda KAYA ve 20 Milletvekilinin (10/4430), Muş Milletvekili Gülüstan KILIÇ KOÇYİĞİT ve 20 Milletvekilinin (10/4431), İYİ Parti Grubu adına Grup Başkanvekili İzmir Milletvekili Dursun Müsavat DERVİŞOĞLU'nun (10/4432), MHP Grubu adına Grup Başkanvekili Sakarya Milletvekili Muhammed Levent BÜLBÜL'ün (10/4433), Niğde Milletvekili Ömer Fethi GÜRER ve 22 Milletvekilinin (10/4434), İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR ve 71 Milletvekilinin (10/4435), Tekirdağ Milletvekili Candan YÜCEER ve 25 Milletvekilinin (10/4436), İstanbul Milletvekili Turan AYDOĞAN ve 24 Milletvekilinin (10/4437) ve Balıkesir Milletvekili Ahmet AKIN ve 31 Milletvekilinin (10/4438) Esas Numaralı,

Önergelerinin, 10.06.2021 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulu tarafından kabul edilmesiyle “*Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla*” Meclis Araştırması Komisyonu kurulmuştur.

07.07.2021 tarihinde çalışmalarına başlayan söz konusu Meclis Araştırması Komisyonunun kurulmasına yönelik önergelerin gerekçeleri incelendiğinde özetle;

- Son dönemlerde Marmara Denizi'nin müsilaj ile kaplanmış durumda olduğu ve müsilajın Akdeniz, Karadeniz ve Ege kıyılarında da görülmeye başladığı, ivedi tedbirler alınmazsa bu doğa felaketinin çok daha büyük boyutlara ulaşacağına bir işaret olarak kabul edilmesi gerektiği,
- Marmara Denizi'nde etkili olan deniz salyası sorununun giderilmesi, denize bırakılan atıkların denetlenmesi, Marmara Denizi'nde ve ülkemizde balıkçılık sektörünün son durumunun incelenmesi, sorunların tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerektiği,

- Yüzeyden 30 metreye kadar inmiş olan müsilajın Marmara Denizi’nde etkisini her geçen gün artırdığı; İstanbul, Adalar, Tekirdağ, Çınarcık, Bursa, Erdek, Körfezler, Yalova, Mudanya, Gemlik, Gebze ve Gelibolu sahillerini kapladığı, Karadeniz ve Ege Denizi’nde de görülmeye başlandığı, deniz canlılarının yaşam alanlarının son durumunun incelenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerektiği,
- Denizlerimizin; evsel, endüstriyel ve kanalizasyon atıkları gibi kirleticilerden korunması ve sıkı denetlemeler getirilerek gerekli kimyasal ve biyolojik arıtma yapılması gerektiği, derin deniz deşarjı yönteminden vazgeçilmesi ve yapılacak uzun vadeli planlama ile çevresel zararın telafi edilmesinin elzem olduğu,
- Etki altındaki denizel sisteme evsel, endüstriyel ve kanalizasyon atıkları gibi noktasal kaynaklı denizi kirletici etmenler ile tarımsal araziler gibi noktasal olmayan kaynaklardan gelebilecek kirlilik yükünü bertaraf etmek üzerine bütüncül planlamalar yapılması, ekosistem ile barışık bir yerleşim, tarım ve sanayi üretimi ile kirleticilerin arındırıldığı bir atık yönetimi oluşturulması gerektiği,
- İlgili bakanlıkların, Marmara Denizi’ne kıyısı olan belediyelerin, üniversitelerin ilgili fakülte ve bölümlerinin, su ürünleri kooperatiflerinin, ilgili meslek kuruluşlarının ve turizm sektörü temsilcilerinin bir araya gelerek Marmara Denizi’ni korumak ve kurtarmak adına alınacak tedbirleri belirlemeleri ve bu tedbirleri acilen uygulamaları gerektiği,
- Denizlerimizin korunması, gelecek nesillere daha yaşanılabilir temiz bir çevre bırakmak adına ekolojik, ekonomik ve sosyal etkileri bulunan müsilaj sorununun sebeplerinin tespit edilmesi, detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için çözüm önerilerinin ortaya konması gerektiği,
- Ekonomik değere sahip balık türlerinin yok olması, pandemi nedeniyle hâlihazırda zor durumda olan turizm sektörünün kirlilik nedeniyle daha da zor duruma düşecek olması, müsilajın giderek artıyor olması nedeniyle gemilerin hareket kabiliyetlerinin azalması ya da yok olması, enerji santralleri de dâhil sanayi sistemlerinin müsilajlı suyu kullanmaya uygun olmaması nedeniyle Marmara Denizi’nin korunması gerektiği,

konularına vurgu yapılmıştır.

B. KOMİSYONUN KURULUŞU, GÖREV SÜRESİ VE KOMİSYON ÜYELERİ

Anayasa'nın 98 inci, Türkiye Büyük Millet Meclisi İçtüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince verilmiş olan 10 / 4413, 4430, 4431, 4432, 4433, 4434, 4435, 4436, 4437, 4438 esas numaralı Meclis araştırması önermeleri, Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunun 10.06.2021 tarihli 90 ıncı Birleşiminde görüşülmüştür. Bu görüşmelerden sonra, önermelerde belirtilen hususlarla ilgili bir Meclis Araştırması Komisyonu kurulmasına karar verilmiştir. Türkiye Büyük Millet Meclisinin bu konudaki 1287 sayılı Kararı 12.06.2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Söz konusu kararda; Meclis Araştırması Komisyonunun 19 üyeden oluşması, Komisyonun çalışma süresinin başkan, başkanvekili, sözcü, kâtip seçimi tarihinden başlamak üzere 3 ay olması ve gerektiğinde çalışmalarını Ankara dışında da yapabileceği hususlarına yer verilmiştir.

Türkiye Büyük Millet Meclisinin 06.07.2021 tarihli 99 uncu Birleşiminde Komisyon üye seçimi yapılmıştır. Türkiye Büyük Millet Meclisinin bu konudaki 1292 sayılı Kararı 09.07.2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmıştır.

Komisyon, Meclis Başkanlığının çağrısı üzerine yapılan 07.07.2021 tarihli ilk toplantısında Komisyon Başkanı, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtipi seçmiştir. Komisyon bu toplantıda, hazır bulunan üyeler arasından en yaşlı üye sıfatıyla İstanbul Milletvekili Hayrettin NUHOĞLU'nun geçici başkanlığında toplanmıştır. Yapılan gizli oylama sonucu Komisyon Başkanlığına İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR, Başkanvekilliğine Balıkesir Milletvekili Mustafa CANBEY, Komisyon Sözcülüğüne Çanakkale Milletvekili Jülide İSKENDEROĞLU ve Komisyon Kâtipliğine Adana Milletvekili Ayşe Sibel ERSOY seçilmiş ve Komisyon çalışmalarına başlamıştır.

Komisyon çalışmaları sürerken, Türkiye Büyük Millet Meclisinin 16.07.2021 tarihli 104 üncü Birleşiminde 18.07.2021 tarihinden başlamak ve 01.10.2021 tarihinde toplanmak üzere tatile girmesine karar verilmiştir. Türkiye Büyük Millet Meclisinin bu konudaki 1307 sayılı Kararı 19.07.2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonunun, Türkiye Büyük Millet Meclisinin tatilde ve aravermede bulunduğu sürede de çalışabilmesine, Genel Kurulun 14.07.2021 tarihli 103 üncü Birleşiminde karar verilmiştir. Türkiye Büyük Millet Meclisinin bu konudaki 1305 sayılı Kararı 17.07.2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmıştır.

Konunun kapsamlı bir çalışma gerektirmesi dikkate alınarak Komisyona verilen 3 aylık çalışma süresi içinde inceleme, araştırma ve rapor yazım sürecinin bitmeyeceğinin anlaşılması üzerine; Komisyonun 03.08.2021 tarihli kararıyla bir aylık ek süre istenmesine karar verilmiştir. Komisyon, TBMM İÇTüzüğü'nün 105 inci maddesinin ikinci fıkrası gereğince, 07.10.2021 tarihinden geçerli olmak üzere, 1 aylık ek süre istenmesine karar vermiştir. Komisyonun bu Kararı doğrultusunda, Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunun 05.10.2021 tarihli 2 nci Birleşiminde aldığı 1308 sayılı Kararı ile Komisyonun çalışma süresi; 07.10.2021 tarihinden itibaren 1 ay uzatılmıştır. Türkiye Büyük Millet Meclisinin bu konudaki Kararı 07.10.2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Komisyonun görev süresi 07.11.2021 tarihinde sona ermiştir.

Komisyon Üyeleri ve Seçim Çevreleri

Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan (10 / 4413, 4430, 4431, 4432, 4433, 4434, 4435, 4436, 4437, 4438) Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonu

BAŞKAN

BAŞKANVEKİLİ

SÖZCÜ

KÂTİP



Mustafa DEMİR
İstanbul



Mustafa CANBEY
Balıkesir



Jülide İSKENDEROĞLU
Çanakkale



Ayşe Sibel ERSOY
Adana

KOMİSYON ÜYELERİ



Müzeyyen ŞEVKİN
Adana



Nevzat CEYLAN
Ankara



Zafer IŞIK
Bursa



Emine Gülizar EMECAN
İstanbul



Dilşat CANBAZ KAYA
İstanbul



Hayrettin NUHOĞLU
İstanbul



Eyüp ÖZSOY
İstanbul



Ali ŞEKER
İstanbul



Hasan KALYONCU
İzmir



**İsmail Emrah
KARAYEL**
Kayseri



**Selahattin
MİNSOLMAZ**
Kırklareli



İlyas ŞEKER
Kocaeli



Rıdvan TURAN
Mersin



İlhami Özcan AYGUN
Tekirdağ



Çiğdem KONCAGÜL
Tekirdağ

C. KOMİSYON ÇALIŞMA SÜRECİ HAKKINDA USUL VE ESASLAR

Komisyon; başkan, başkanvekili, sözcü ve kâtip seçiminin yapıldığı 07.07.2021 tarihinden itibaren çalışmalarına başlamıştır. Komisyon Başkanının önerisi üzerine ilk toplantıda Komisyon çalışmaları için gerekli olan kararlar alınmıştır.

Komisyonun 07.07.2021 tarihinde yaptığı ilk toplantısında;

1. Komisyonun gerekli görmesi hâlinde, Komisyon olarak ya da oluşturulacak alt komisyonlar marifetiyle mahallinde inceleme ve araştırmalar yapmasına,
 2. Komisyon toplantılarında ve Ankara dışı çalışmalarda tam tutanak tutulmasına,
 3. Komisyonun Genel Kurul çalışma saatlerinde de çalışma yapabilmesi için Meclis İçtüzüğü'nün 35 inci maddesi uyarınca Başkanlık Divanı'ndan izin istenmesine,
 4. Komisyonun uygun gördüğü çalışmalarını kamuoyuna duyurabilmek amacıyla internet sitesi kurulmasına ve e-posta adresi alınmasına,
 5. Komisyon süresince ilgili kurum ve kuruluşlardan konu ile ilgili uzman görevlendirilmesi ile ilgili işlemlerin ve yazışmaların yapılmasında, davet edilecek kişi ve kurumların tespiti hususlarında Komisyon Başkanlığı'nın yetkili kılınmasına,
 6. Ankara dışında yapılacak inceleme ve çalışmalara belirlenecek komisyon uzmanları ile kamu kurum ve kuruluşlarından görevlendirilen personelin katılmasına,
 7. Rapor yazımında Komisyon Başkanlığı'na redaksiyon yetkisi verilmesine,
 8. Ankara'da yapılan Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere çağrılan davetliler ile diğer kurum ve kuruluşlardan görevlendirilen uzmanların ulaşım ve iâşe bedellerinin karşılanmasına,
- karar verilmiştir.

D. KOMİSYON ÇALIŞMALARI SÜRECİ

Komisyunun çalışmaları süresince yaklaşık 47 saat süren 11 toplantı yapılmış ve ilgili kurum yetkilileri, STK temsilcileri ve akademisyenlerden oluşan 42 kişi dinlenmiş, 851 sayfa tutanak tutulmuş, Komisyon çalışmalarında ve rapor yazımında yararlanmak amacıyla ilgili kurum ve kuruluşlardan 17 bilgi notu/rapor temin edilmiştir.

Komisyon 18.08.2021 tarihinde İstanbul'da geniş katılımlı İstişare Toplantısı gerçekleştirmiş, 07-09.09.2021 tarihlerinde de İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale illerine çalışma ziyaretinde bulunmuş, yürütülen çalışmaları yerinde incelemiş, yetkililerden bilgi almış ve istişarelerde bulunmuştur.

Taslak Komisyon Raporu, Komisyon üyelerine tarihinde dağıtılmıştır. Komisyon üyeleri bu Taslak Rapor üzerindeki değerlendirme ve görüşlerini ise; tarihine kadar Komisyon Başkanlığına iletmışlerdir.

Üyelerden gelen öneri ve görüşler çerçevesinde nihai şekli verilen söz konusu Komisyon Raporu, tarihinde TBMM Başkanlığı'na sunulmuştur.

D.1. Komisyonunda Yapılan Toplantıların Konusu, Bilgi Alınanlar ve Tutanaklar

Komisyonunda yapılan Başkanlık Divanı Seçimi ve sonrasında yapılan 11 Komisyon Toplantısına ilişkin tablo ve açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

D.1.1. 07.07.2021 Tarihli Başkan, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip Seçimi

07.07.2021 tarihli ilk toplantıda Komisyon başkanı, başkanvekili, sözcü ve kâtibinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Komisyon Başkanlığına İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR, Başkanvekilliğine Balıkesir Milletvekili Mustafa CANBEY, Komisyon Sözcülüğüne Çanakkale Milletvekili Jülide İSKENDEROĞLU ve Komisyon Kâtipliğine Adana Milletvekili Ayşe Sibel ERSOY seçilmiştir. Söz konusu toplantıda Komisyon çalışmaları için gerekli olan, yukarıda “Komisyon Çalışma Süreci Hakkında Usul ve Esaslar” başlığı altında belirtilen kararlar alınmıştır.

D.1.2. 08.07.2021 Tarihli (1.) Toplantı

Komisyunun çalışma programının belirlenmesi, Komisyonunda görevlendirilecek uzmanların değerlendirilmesi, Komisyonunda dinlenecek kamu kurumları, meslek örgütleri, üniversiteler ile diğer ilgili kişilerin tespit edilmesi konuları görüşülmüştür.

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2806

D.1.3. 13.07.2021 Tarihli (2.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişi dinlenmiştir.

Bilgi Alnan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:
https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2809

D.1.4. 14.07.2021 Tarihli (3.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişi dinlenmiştir.

Bilgi Alnan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Akif ÖZKALDI	Tarım ve Orman Bakan Yardımcısı

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:
https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2810

D.1.5. 03.08.2021 Tarihli (4.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Bilgi Alnan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Hasan MANDAL	TÜBİTAK Başkanı, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Başkanı
Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU	ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Müdürü, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi (Çevrim İçi Sunum)
Prof. Dr. Mustafa SARI	Bandırma Onyeddi Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dekanı, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR	İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Bölümü Öğretim Üyesi, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Bülent KESKİNLER	Gebze Teknik Üniversitesi Rektör Yardımcısı, Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:
https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2815

D.1.6. 04.08.2021 Tarihli (5.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Bilgi Alnan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Dr. Osman OKUR	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Başkan V., Kimyasal Teknoloji Enstitüsü Müdürü, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi
Doç. Dr. Haldun KARAN	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Müdür Yrd., Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Neslihan ÖZDELİCE	İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi
Doç. Dr. Muharrem BALCI	İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Mete YILMAZ	Bursa Teknik Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü Öğretim Üyesi, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi
Prof. Dr. Sevim POLAT	Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü Öğretim Üyesi, Marmara Denizi Bilim ve Teknik Kurulu Üyesi

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2816

D.1.7. 06.10.2021 Tarihli (6.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Bilgi Alınan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Erdoğan TOPÇU	İller Bankası Anonim Şirketi Genel Müdür Yardımcısı Vekili
Murat KARAÇAM	İller Bankası Anonim Şirketi Proje Dairesi Başkanı Vekili
Şadan KAPTANOĞLU DİKİCİ	Deniz Temiz Derneği (TURMEPA) Yönetim Kurulu Başkanı
Semiha ÖZTÜRK PİŞİRİCİ	Deniz Temiz Derneği (TURMEPA) Genel Müdürü
Mehmet Levent ARTÜZ	Hidrobiyolog, Marmara Çevresel İzleme (MAREM) Projesi Yöneticisi
Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK	İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi (Çevrim İçi Sunum)

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2823

D.1.8. 13.10.2021 Tarihli (7.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Bilgi Alınan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Cengiz GÜNAY	TOBB Yönetim Kurulu Üyesi
Ahmet Saygın BABAN	TOBB Sektörler ve Girişimcilik Daire Başkanı
Yakup PEKER	Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı (TEPAV) Proje Yöneticisi
Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU	Gebze Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı / Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK	İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Bölümü Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı Başkam / Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Başkanı
Prof. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2830

D.1.9. 20.10.2021 Tarihli (8.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Bilgi Alınan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Lokman Hakan TECER	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi Dekanı / Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı
Mustafa Rahmi TÜRKER	Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu Yönetim Kurulu Üyesi
Ramazan ÖZKAYA	Su Ürünleri Kooperatifleri Merkez Birliği (Sür-Koop) Yönetim Kurulu Başkanı
Mine CANIKLI	Su Ürünleri Kooperatifleri Merkez Birliği (Sür-Koop) Su Ürünleri Mühendisi
Özerdem MALTAŞ	Su Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Merkez Birliği (SUYMERBİR) Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı
Dr. Buket YAZICIOĞLU ALTINTAS	Su Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Merkez Birliği (SUYMERBİR) Genel Sekreteri
Nihat IŞIK	Deniz Ürünleri Avcıları Üreticileri Merkez Birliği (DEMBİR) Başkanı
Murat KUL	Deniz Ürünleri Avcıları Üreticileri Merkez Birliği (DEMBİR) Başkan Yardımcısı
Naci KARABİBER	Deniz Ürünleri Avcıları Üreticileri Merkez Birliği (DEMBİR) Çanakkale-Tekirdağ Bölge Birliği Başkanı
Kübra Sıla SÖYLEMEZ	Deniz Ürünleri Avcıları Üreticileri Merkez Birliği (DEMBİR) Su Ürünleri Mühendisi
Dr. Mustafa Altuğ ATALAY	Tarım ve Orman Bakanlığı / Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü
Doç. Dr. Mahir KANYILMAZ	Tarım ve Orman Bakanlığı / Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü Kaynak Yönetimi ve Balıkçılık Yapıları Daire Başkanı
Derya ÖZCAN	Tarım ve Orman Bakanlığı / Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü Çalışma Grup Sorumlusu
İlhan ÜZE	Tarım ve Orman Bakanlığı / Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü Çalışma Grup Sorumlusu
Hüseyin DEDE	Tarım ve Orman Bakanlığı / Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü Su Ürünleri Yüksek Mühendisi

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2835

D.1.10. 27.10.2021 Tarihli (9.) Toplantı

Komisyunun 27.10.2021 Tarihli 9. Toplantısında Komisyon çalışmaları değerlendirilmiş ve Komisyon raporuna ilişkin Komisyon Üyelerinin önerileri alınmıştır.

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2840

D.1.11. 03.11.2021 Tarihli (10.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişi dinlenmiştir.

Bilgi Alınan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Dr. Bekir PAKDEMİRLİ	Tarım ve Orman Bakanı

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2846

D.1.12. 04.11.2021 Tarihli (11.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanları belirtilen kişi dinlenmiştir.

Bilgi Alınan	
Kişi	Kurumu/Görevi
Murat KURUM	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:

https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2850

D.2. Çalışma Ziyaretleri, Yerinde İncelemeler ve Diğer Faaliyetler

Komisyunun gerçekleştirdiği çalışma ziyaretleri, yerinde incelemeler ve diğer faaliyetlere ilişkin açıklamalar aşağıdadır.

D.2.1. 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı

TBMM Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu tarafından; müsilaj sorunu ve Marmara Denizi'nde yaşanabilecek benzer sorunlarla mücadele hususunda en önemli paydaşlardan olan Marmara Denizi havzasında bulunan yerel yönetimlerin temsilcilerinden, müsilaj sorununa yönelik yürüttükleri faaliyetler ile alınması gereken tedbirlere yönelik önerileri hakkında bilgi alınması amacıyla 18 Ağustos 2021 tarihinde İstanbul iline çalışma ziyareti gerçekleştirilmiştir. Çalışma ziyaretine Komisyon Başkanı İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR, Komisyon Başkanvekili Balıkesir Milletvekili Mustafa CANBEY, Komisyon Kâtabi Adana Milletvekili Ayşe Sibel ERSOY, Komisyon Üyeleri; Adana Milletvekili Müzeyyen ŞEVKİN, Bursa Milletvekili Zafer IŞIK, İstanbul Milletvekilleri Ali ŞEKER, Eyüp ÖZSOY, Emine Gülizar EMECAN ve Hayrettin NUHOĞLU, İzmir Milletvekili Hasan KALYONCU, Kırklareli Milletvekili Selahattin MİNSOLMAZ, Kocaeli Milletvekili İlyas ŞEKER, Mersin Milletvekili Rıdvan TURAN ve Tekirdağ Milletvekili İlhami Özcan AYGUN olmak üzere 14 Milletvekili, Komisyon uzmanları ve diğer TBMM personeli katılmıştır.

Yerel Katılımcılar

18 Ağustos 2021 tarihinde Conrad İstanbul Bosphorus Otel'de gerçekleştirilen istişare toplantısına TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti dışında, Balıkesir Büyükşehir Belediye Başkanı Yücel YILMAZ, Balıkesir Büyükşehir Belediyesi BASKİ Genel Müdürü İzzet GÜNAL, Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanı Doç. Dr. Tahir BÜYÜKAKIN, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı İbrahim Orhan DEMİR, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanı Prof. Dr. Ayşen

ERDİNÇLER, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSKİ Genel Müdürü Raif MERMUTLU, Bursa Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı Ahmet AKA, Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanı Yıldız ODAMAN CİNDORUK, Bursa Büyükşehir Belediyesi BUSKİ Genel Müdür Yardımcısı Devrim İZGİ, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı Alpaslan KURTOĞLU, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi TESKİ Arıtma Tesisleri Dairesi Başkanı Sema KURT, Yalova Belediyesi Başkan Yardımcısı Fatih ŞAHİN, Yalova Belediyesi Su ve Kanalizasyon İşleri Müdürü Gürkan KAÇAR ve Çanakkale Belediye Başkan Yardımcısı Mehmet İrfan MUTLUAY iştirak etmiştir.

İlgili çalışma ziyaretinin tam tutanağına aşağıdaki adresten ulaşılmaktadır:
https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2817

D.2.2. 07-09.09.2021 Tarihli İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale Çalışma Ziyareti

TBMM Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu tarafından; komisyonun araştırma alanına dair uygulamaların yerinde incelenmesi ve sorunların tespit edilmesi amacıyla 07-09.09.2021 tarihlerinde İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale illerine çalışma ziyareti gerçekleştirilmiştir. Çalışma ziyaretine Komisyon Başkanı İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR, Komisyon Başkanvekili Balıkesir Milletvekili Mustafa CANBEY, Komisyon Sözcüsü Çanakkale Milletvekili Jülide İSKENDEROĞLU, Komisyon Kâtibi Adana Milletvekili Ayşe Sibel ERSOY, Komisyon Üyeleri; Adana Milletvekili Müzeyyen ŞEVKİN, Ankara Milletvekili Nevzat CEYLAN, Bursa Milletvekili Zafer IŞIK, İstanbul Milletvekilleri Emine Gülizar EMECAN, Hayrettin NUHOĞLU, Eyüp ÖZSOY, Ali ŞEKER, Kayseri Milletvekili İsmail Emrah KARAYEL, Kırklareli Milletvekili Selahattin MİNSOLMAZ, Kocaeli Milletvekili İlyas ŞEKER, Mersin Milletvekili Rıdvan TURAN, Tekirdağ Milletvekilleri İlhami Özcan AYGUN ve Çiğdem KONCAGÜL olmak üzere 17 kişilik milletvekili heyeti, Komisyon uzmanları ve diğer TBMM personeli katılmıştır.

Yenikapı Ön Arıtma Tesisi Projesi İncelemesi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 07.09.2021 tarihinde ilk olarak; İstanbul'da Yenikapı Atık Su Ön Arıtma Tesisinde incelemelerde bulunmuştur. İSKİ Atık Su ve İnşaat Daire Başkanı Mahmut KAHRAMAN tarafından Yenikapı Atık Su Arıtma Tesisi hakkında heyete yapılan sunumda “söz konusu tesisin ön arıtma tesisi olduğu, 1990’lı

yıllarda hizmete girdiği, 8 ilçeden gelen atık suların Yenikapı Ön Arıtma Tesisinde artırıldığı ve kapasitesinin $864.000 \text{ m}^3/\text{gün}$ olduğu, fiziksel arıtma yapılarak denetimli derin deşarjla -70 metrelerde boğazın altına deşarj edildiği” ifade edilmiştir.

Müsilajın Etkilerinin Gözlemlenmesi

Müsilaj etkilerinin yerinde gözlemlenmesi kapsamında TBMM Araştırma Komisyonu Heyetine İstanbul Büyük Ada’da 07.09.2021 tarihinde Marmara Sualtı Merkezi Kurucu Başkanı Cmas Eğitmeni Meltem TAŞDELEN tarafından brifing ve deneme dalışı eğitimi verilmiştir. Eğitimin ardından Komisyon Başkanı İstanbul Milletvekili Mustafa DEMİR, Komisyon Üyeleri; Adana Milletvekili Müzeyyen ŞEVKİN, İstanbul Milletvekili Emine Gülizar EMECAN, İstanbul Milletvekili Eyüp ÖZSOY, İstanbul Milletvekili Ali ŞEKER, Kayseri Milletvekili İsmail Emrah KARAYEL, Kırklareli Milletvekili Selahattin MİNSOLMAZ, Kocaeli Milletvekili İlyas ŞEKER, Mersin Milletvekili Rıdvan TURAN ve Komisyon Uzmanı Fatih TOPSAK’ın katılımıyla deneme dalışı yapılmış ve deniz çayırındaki müsilaj ve etkileri yakından gözlemlenebilmiştir. Meltem TAŞDELEN tarafından verilen brifingde ise “müsilajın oluşum sebeplerinin en temelinde yatan problemin su altındaki oksijenin azalması olduğu, su altındaki oksijen seviyesi azaldığı için planktonların ölmeye başladığı, son dönemde suların ısınması ile müsilajın azaldığı ancak suların soğuması ile müsilajın tekrar oluşacağı, müsilajın o dönemde denizin 45-50 m arasında derinliklerinde daha sık görüldüğü” ifade edilmiştir.

Ergene-1 Organize Sanayi Bölgesi Atık Su Arıtma Merkezi İncelemesi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 07.09.2021 tarihinde; Tekirdağ Valisi Aziz YILDIRIM, Kaymakam Mehmet Emin TAŞCI, DSİ Şube Müdürü Emre KARAKAŞ, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürü Kaan TOHUMCU, Komisyon uzmanları ve diğer TBMM personelinin katılımıyla Ergene-1 Organize Sanayi Bölgesi İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Merkezi’nde incelemeler yapmıştır.

Tesis sorumlusu Çevre Mühendisi Mustafa Oğuz ALBAYRAK tarafından heyete verilen brifingde “Ergene-1 Organize Sanayi Bölgesi Atık Su Arıtma Merkezi’nin günlük kapasitesinin $60.000 \text{ m}^3/\text{gün}$ olduğu, tesisin $50.000 \text{ m}^3/\text{gün}$ ortalama ile çalıştığı, Ergene-1 Organize Sanayi Bölgesi’ne kayıtlı atık su gönderen 64 işletme bulunduğu ve atık suların kaynağının tekstil sektöründen geldiği için kimyasal arıtımın en sonda yapıldığı” ifade edilmiştir. Ayrıca yeni devreye alınan atık su arıtma tesisinin debi ve kirlilik yükü bilinmediği için atık su karakterizasyonun zor yapıldığı, bu nedenle geçici faaliyet

dönemindeki opsiyon süresinin uzatılmasının suyun arıtımı, enerji verimliliği ve proses açısından yararlı olacağı belirtilmiştir.

Kocaeli Başiskele Kullar İleri Biyolojik Arıtma Tesisi İncelemesi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 08.09.2021 tarihinde Kocaeli Başiskele Kullar İleri Biyolojik Arıtma Tesisini ziyaret ederek yerinde inceleme yapmıştır. Toplantıya TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti, İSU Genel Müdürü Ali SAĞLIK, İSU Arıtmalar Daire Başkanı Ünal BOSTAN, İSU Atık Su Arıtma Tesisi Şube Müdürü Taner ALKAY katılmıştır. İSU Arıtmalar Daire Başkanı Ünal BOSTAN tarafından heyete verilen brifingde “tesisin kapasitesinin 142.000 m³/gün olduğu, arıtma kapasitesinin 365.482 kişilik nüfusa yönelik olduğu, ileri biyolojik arıtma tesisi olduğu için diğer biyolojik arıtma tesislerine göre ileri derecede Azot ve Fosfor giderimi yapıldığı” ifade edilmiştir.

İzmit Körfezi İncelemesi

Müsilajın etkilerinin yerinde gözlemlenmesi amacıyla TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti tarafından 08.09.2021 tarihinde Kocaeli Belediye Başkanı Tahir BÜYÜKAKIN’ın da katılımıyla İzmit Körfezi’nde deniz uçağı ile 6 kişilik gruplar halinde havadan incelemeler yapılmıştır.

İSU Scada Kontrol Merkezi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 08.09.2021 tarihinde Kocaeli Belediye Başkanı Tahir BÜYÜKAKIN, İSU Genel Müdürü Ali SAĞLIK, İSU Su ve Atık Su Daire Başkanı Süleyman KARABAYIR ile İzmit Su İdaresini ziyaret etmiştir. İSU Scada Şube Müdürü Murat SÖNMEZ tarafından heyete yapılan bilgilendirmede “söz konusu kontrol merkezinin 2012 yılında Türkiye’de ilk defa İSU tarafından yapıldığı, Scada Kontrol Merkezindeki amacın 10.000 m³/gün şartını sağlayan arıtma tesislerinin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na iletimiyle başlayan projeye ilaveten mevcut arıtma tesisleri terfi merkezlerini Scada Kontrol Sistemine dâhil etmek olduğu, bu sistemle verilerin anlık olarak personel ihtiyacı olmadan takip edildiği, toplanan veriler sayesinde gelecekteki arıtma ihtiyacını planlamada büyük kolaylık sağlandığı” ifade edilmiştir.

Yalova İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi İncelemesi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti tarafından 08.09.2021 tarihinde Yalova İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisinde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Yalova Valisi Muammer EROL, Yalova Belediye Başkanı Mustafa TUTUK, Yalova Milletvekilleri Meliha AKYOL ve Ahmet BÜYÜKGÜMÜŞ, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü personeli, YASKİ Birlik Başkanı Uğur DABAN, YASKİ Birlik Müdürü Yasin BIYIKLI katılım sağlamıştır. Tesis sorumlusu Çevre Mühendisi Burcu SİNÇ tarafından

heyete yapılan sunumda “tesisin 2011 yılından beri YASKİ tarafından işletildiği, tesisin 75.000 m³/gün kapasiteli olduğu, Yalova’daki müsülajın fazla olmasının nedeninin hâkim rüzgâr yönüyle ilgili olduğu, tesiste karbon, azot ve fosfor giderimi yapıldığı, karada 558 metre denizde 768 metre olmak üzere toplamda 1.500 metrelik bir uzunlukla ve 40 metre derinlikte derin deniz deşarjı yapıldığı” ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak “YASKİ’nin Mali İdareler Birliği olması sebebiyle maddi anlamda sıkıntılar yaşandığı, tesisin ihtiyaç duyulan bakım ve onarımının yapılamadığı” belirtilmiştir.

Gemlik İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi İncelemesi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 08.09.2021 tarihinde Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ) Genel Müdürlüğü Gemlik İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisinde incelemeler gerçekleştirmiştir. Bursa Valisi Yakup CANBOLAT, Bursa Büyükşehir Belediye Başkanı Alınur AKTAŞ, BUSKİ Genel Müdürü Güngör GÜLENC’ın katılımlarıyla BUSKİ yetkilileri tarafından heyete verilen brifingde “tesisin günlük kapasitesinin 18.500 m³/gün olduğu, BUSKİ’nin Bursa’daki tüm atık su arıtma tesislerinde yaklaşık 450.000 m³/gün atık suyu arıtarak alıcı ortama verdiği, toplam 330 ton/gün çamur çıktığı, çıkan çamurun yakma tesisinde bertaraf edildiği, bertarafın ardından tehlikesiz bir atık olan kül elde edildiği, oluşan bu külün de düzenli depolama alanlarına gönderildiği ve faydalı kullanım alanlarında değerlendirilebileceği (beton, tuğla, gübre, bordür taşı, yapı elemanı, çimento katkı maddesi vb.) akademik ve mevzuatsal olarak araştırıldığı, atık su arıtma tesislerine gelen endüstri kaynaklı atık suların (özellikle tekstil boyahane atık suları) tesislerin faydalı kullanımlarını olumsuz etkilediği” belirtilmiştir.

Marmara Adası İleri Biyolojik Arıtma Tesisi

Arıtma tesisleri incelemeleri kapsamında TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 09.09.2021 tarihinde Marmara Adası İleri Biyolojik Arıtma Tesisini ziyaret etmiştir. Tesis ziyareti Marmara Adalar Belediye Başkanı Süleyman AKSOY, Marmara İlçe Kaymakamı Mehmet Abdülkadir GÜVENÇ, BASKİ Genel Müdürü İzzet GÜNAL, BASKİ Atık Su Arıtma Tesisleri Daire Başkanı Aysin ŞİRVANCI, BASKİ Atık Su Arıtma Tesisleri Şube Müdürü Uğur DİNÇER katılım sağlamıştır. Tesis sorumlusu Çevre Mühendisi Gülce BİLGİN tarafından heyete verilen brifingde “bahsi geçen tesisin 2020 yılında devreye alındığı, 1410 m³/gün kapasiteye sahip olduğu, tesisi besleyen 4 adet terfi merkezi bulunduğu, terfi merkezlerinden gelen atık suyun giriş debimetresinden geçerek giriş yapısı ile 2 adet kompakt üniteye dağıldığı, iri ve kaba malzemelerden ayrıldıktan sonra kum ve yağından ayrılan atık suyun ileri arıtmanın yapılacağı anerobik üniteye geçtiği, ardından 2 adet havalandırma havuzuna dağılan atık suyun gerekli oksijen

seviyesine ulaştıktan sonra atık çamurun sıyırılacağı son çökeltim havuzuna geçtiği, çökeltme havuzlarından savaklanan temiz suyun klor temas tankına alındığı ve sonuç olarak Marmara Denizi ekosistemine zararı olmayacak bir şekilde deşarj edildiği, çökeltme havuzlarından sıyırılan çamurların geri devir terfi merkezinden toplanarak çamur susuzlaştırma ünitesine gönderildiği, polielektrolit yardımı ile susuzlaştırılan çamurun bertaraf edilmek üzere lisanslı firmaya teslim edildiği” ifade edilmiştir.

Avşa Adası Derin Deniz Deşarj Noktası ve Denizden İçme Suyu Arıtma Tesislerinin İncelenmesi ve Brifing Alınması

Araştırma Komisyonu Heyeti 09.09.2021 tarihinde Avşa Adası İleri Biyolojik Arıtma Tesisini ziyaret etmiştir. Tesis ziyaretine Marmara Adalar Belediye Başkanı Süleyman AKSOY, BASKİ Genel Müdürü İzzet GÜNAL ve BASKİ yetkilileri katılım sağlamıştır. Çevre Mühendisi Kadir TÜRKELİ tarafından heyete verilen brifingde “365 metre açıktan kendi cazibesi ile tesisin içerisine girmesi sağlanan ham deniz suyunun giriş izalasyonunu sağlamak amacıyla ince ve kaba ızgaradan geçirildiği, 220 m³ olan ham su havuzuna dolduğu, sonrasında kum filtrasyon tanklarından geçtiği, ham suda bulunan 20 mikron ve daha büyük partikülleri tuttuğu, bulanıklığın giderilmesinin sağlandığı, bu işlemde sonra, tesisin en önemli kısmı olan “Ters Ozmoz Sistemi”ne ham su girmeden önce 5 mikron ve daha büyük bakterileri tutabilen kartuş filtrasyon sisteminden geçtiği, ters ozmoz teknolojisinin sektörde bulunan en hassas membran filtrasyon sistemi olduğu, bu sistemin suda bulunan her tür yabancı maddenin sudan ayrıştırılması için kullanıldığı, bu sistemde deniz suyunun tuzundan arındırıldığı, membranlarda elde edilen ürün suyu henüz içme ve kullanma amacına uygun olmadığından ürün suyunun remineralizasyon işleminden geçirildiği, bu amaçla içerisinde (remineralizasyon medyası) dolamit bulunan filtrelerden geçirilerek içime ve kullanıma uygun ürün suyu elde edildiği” belirtilmiştir.

Çanakkale Karabiga Su Ürünleri Kooperatifi

TBMM Araştırma Komisyonu Heyetine 09.09.2021 tarihinde Çanakkale Karabiga Su Ürünleri Kooperatif Başkanı Tefik KANDEMİR tarafından yapılan bilgilendirmede, “müsilajın şu anda ilk başladığı kadar etkili olmadığı, ilk başladığı zaman bölgede yetişen karides, tekir, dil, kalkan, pisi gibi dip balıklarının solunumlarını engelleyerek birçoğunun ölmesine, popülasyonun yüzde 50 azalmasına sebep olduğu, müsilajı besin olarak kullanan hamsinin geçtiğimiz yıl 11 cm yerine 9,5 cm olarak boyutlarına bakılmadan çok aşırı avlandığı ve müsilajın balıkçılık sektörüne verdiği zararların yanısıra küçük ölçekli balıkçıların yaşadıkları sıkıntılar” ifade edilmiştir.

Dardanos-Güzelyalı İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi İncelemesi

Arıtma tesisleri incelemeleri kapsamında TBMM Araştırma Komisyonu Heyeti 09.09.2021 tarihinde Dardanos-Güzelyalı İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisini ziyaret etmiştir. Tesis ziyaretine Vali İlhami AKTAŞ, Belediye Başkanı Ülgür GÖKHAN, Belediye Çevre Komisyon Üyeleri, Su ve Kanalizasyon Müdürü İsmail BALCI, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürü Bekir ÇELEN katılım sağlamıştır. Çevre Mühendisi İrem Bengisu EROL tarafından heyete verilen brifingde “tesisin 3.750 m³/gün kapasiteli olduğu, tesisin sabit film entegreli aktif çamur sistemi ile işletildiği, tesiste ileri biyolojik arıtma mevcut olup bakterilerin havalandırma havuzuna daldırılmış biyomedya malzemesi yardımıyla arıtma işlemini gerçekleştirdiği, havalandırma havuzunun üzerinin sera haline getirildiği, bu tesiste suyun kalitesini artırmak için disk filtre ünitesi bulunduğu, ardından UV dezenfeksiyonu gerçekleştirildiği, daha sonra deniz deşarjı yapıldığı, tesiste yer alan disk filtre sayesinde deşarj suyunun kalitesinin arttığı, bu durumun kullanılmış suların yeniden kullanımı açısından büyük önem arz ettiği” ifade edilmiştir.

E. KOMİSYONDA GÖREVLENDİRİLENLERİN LİSTESİ

Komisyonda görevlendirilen uzmanların Komisyonun görev sahasına giren alanlarda ihtisas sahibi olmaları gözetilmiştir. Komisyon çalışmalarına ve rapor yazımında katkıda bulunmak üzere toplam 16 uzman Komisyonda görevlendirilmiştir.

İSİM	MESLEK/UNVAN	KURUM
Fatih TOPSAK	Yasama Uzmanı	TBMM Kanunlar ve Kararlar Başkanlığı
Mesut AYDINOĞLU	Yasama Uzmanı	TBMM Kanunlar ve Kararlar Başkanlığı
Doç. Dr. Arzu KARAHAN	Öğretim Üyesi	ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Deniz Biyolojisi ve Balıkçılığı Anabilim Dalı
Gürsel ERUL	Genel Müdür Yardımcısı	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Dr. Havva KILIÇ	Çevre Yüksek Mühendisi	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Berna ALADAĞ	Çevre Mühendisi	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Zerrin LEBLEBİCİ	Çevre ve Şehircilik Uzmanı	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Hatice AKMAZ	Çevre Mühendisi	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Personel Genel Müdürlüğü
Mustafa GÜNDOĞDU	Çevre ve Şehircilik Uzmanı	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Doç. Dr. İlhan AYDIN	Genel Müdür Yardımcısı V.	Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
Muharrem AKSUNGUR	Mühendis	Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
İlhan ÜZE	Mühendis	Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
Hüseyin DEDE	Mühendis	Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
Ceren AKSU	Tarım ve Orman Uzmanı	Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
Güney CAN	Tarım ve Orman Uzmanı	Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
Orhan SEZGİN	Mühendis	Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü

F. KOMİSYONA SUNULAN RAPORLAR VE BELGELER

SIRA	KİŞİ/KURUM/KURULUŞ	TARİH-SAYI	KONUSU
1	İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi	17.08.2021- 130.99-E857797	Müsilaj Sorununun Sebepleri Raporu
2	Bandırma Onyeddi Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi	27.08.2021- 130.99-E863924	Marmara Denizi'nde Müsilajın Seyrine İlişkin Gözlemler
3	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	01.10.2021- 130.99-E886425	Müsilajla Mücadele Çalışmaları
4	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Denizcilik Genel Müdürlüğü	05.10.2021- 130.99-E888342	Müsilajın Denizcilik Sektörüne Etkileri, Gemilerin Faaliyetlerinden Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi Çalışmaları
5	Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü	06.10.2021- 130.99-E889656	Müsilajın İnsan Sağlığına Etkilerine İlişkin Yapılan Çalışmalar
6	Mavi Deniz Çevre Hizmetleri A.Ş.	21.10.2021- 130.99-E899735	Deniz Temizliği Çalışmaları
7	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	25.10.2021- 130.99-E901462	Marmara Bölgesi Atıksu Yönetimi Çalışmaları, Ergene Havzası Koruma Eylem Planı
8	Mercanlar Çevre Teknolojileri A.Ş.	03.11.2021- 130.99-E906041	Müsilaj-Deniz Salyası Değerlendirme Raporu
9	Adnan PEKŞEN (Ziraat Yüksek Mühendisi)	03.11.2021- 13099-E906053	Atık Su Arıtma Projesi ve Atık Su Arıtımına Çözüm Önerileri Raporu
10	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü	05.11.2021- 130.99-E908044	Bütünleşik Kıyı Alanları Planlama Çalışmaları
11	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü	10.11.2021- 130.99-E909717	Müsilaj Temizleme, Denetim ve Bertaraf Çalışmaları
12	Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü	11.11.2021- 130.99-E910450	Nitrata Hassas Bölgeler Raporları (Marmara ve Susurluk Havzaları), Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri Özet Raporu
13	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	11.11.2021- 130.99-E910639	Atıksu Yönetimi, İleri Arıtmaya Dönüştürülecek Atıksu Arıtma Tesisleri
14	Kültür ve Turizm Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı	12.11.2021- 130.99-E912328	Müsilajın Deniz ve Kıyı Turizmine Etkileri
15	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	17.11.2021- 130.99-E914309	Marmara Denizi Eylem Planı Kapsamında Yapılan Çalışmalar
16	ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü	03.12.2021- 130.99-E922709	Müsilaj için Oşinografik Erken Uyarı Sistemi Projesi, MARMOD Projesi
17	Dr. Mustafa KORÇAK (Denizcilik Eski Müsteşarı)	06.12.2021- 130.99-E924000	Müsilaj Sorunu: Oluşumu, Nedenleri, Yapılan Çalışmalar ve Alınması Gereken Önlemler

G. KOMİSYON ÜYELERİNCE SUNULAN ÖNERİLER/ÖNERGELER

SIRA	MİLLETVEKİLİ	TARİH	KONUSU
1	Dilşat CANBAZ KAYA (İstanbul) Rıdvan TURAN (Mersin)	08.07.2021	Komisyon Toplantılarına Bilgi Vermek Üzere Davet Edilecek Kişi ve Kurumlara İlişkin Öneriler
2	Hayrettin NUHOĞLU (İstanbul)	08.07.2021	Komisyon Toplantılarına Bilgi Vermek Üzere Davet Edilecek Kişi ve Kurumlara İlişkin Öneriler
3	Müzeyyen ŞEVKİN (Adana) Emine Gülizar EMECAN (İstanbul) Ali ŞEKER (İstanbul) İlhami Özcan AYGUN (Tekirdağ)	09.07.2021	Komisyon Toplantılarına Bilgi Vermek Üzere Davet Edilecek Kişi ve Kurumlara İlişkin Öneriler
4	Ayşe Sibel ERSOY (Adana)	12.07.2021	Komisyon Toplantılarına Bilgi Vermek Üzere Davet Edilecek Kişi ve Kurumlara İlişkin Öneriler
5	Nevzat CEYLAN (Ankara)	07.10.2021	Komisyon Toplantılarına Bilgi Vermek Üzere Davet Edilecek Kişi ve Kurumlara İlişkin Öneriler
6	Müzeyyen ŞEVKİN (Adana) Emine Gülizar EMECAN (İstanbul) Ali ŞEKER (İstanbul) İlhami Özcan AYGUN (Tekirdağ)	28.10.2021	Komisyon Rapor Çalışmalarına İlişkin Öneriler
7	Dilşat CANBAZ KAYA (İstanbul) Rıdvan TURAN (Mersin)	28.10.2021	Komisyon Rapor Çalışmalarına İlişkin Öneriler
8	İlyas ŞEKER (Kocaeli)	05.11.2021	Komisyon Rapor Çalışmalarına İlişkin Öneriler
9	Hayrettin NUHOĞLU (İstanbul)	09.11.2021	Komisyon Rapor Çalışmalarına İlişkin Öneriler
10	İsmail Emrah KARAYEL (Kayseri)	03.12.2021	Komisyon Rapor Çalışmalarına İlişkin Öneriler
11	Ayşe Sibel ERSOY (Adana) Hasan KALYONCU (İzmir)	21.12.2021	Komisyon Rapor Çalışmalarına İlişkin Öneriler

MECLİS ARAŞTIRMASI KOMİSYONU RAPORU

BİRİNCİ BÖLÜM

MÜSİLAJ SORUNU

1.1 MÜSİLAJIN TANIMI, TARİHÇESİ, YAPISI, OLUŞUM NEDENLERİ

Müsilaj (deniz salyası, deniz karı); fazla besin tuzu bulanık güçlü tabakalaşmış sulara, uygun sıcaklık ve sakin havanın eşlik etmesi ile ortamda bulunan bazı fotosentetik tek hücreli canlıların birey sayısının aşırı artması, bunun sonucu olarak besin tuzlarının hızla tükenmesi, ardından gelen kitlesel ölümler ile hücre içeriğinde doğal olarak bulunan büyük şekerlerin (polisakkarit ve diğer hidrokarbonlar) dış ortama çıkması ile oluşan salya benzeri bir yapı olarak tanımlanabilir. Müsilaj su kolonunda (pelajik) oluşabildiği gibi deniz tabanında yaşayan (bentik) iplik şeklindeki makro alglerden dolayı da meydana gelebilmektedir. Müsilaj oluşumunun ardından devreye giren saprobik canlılar (çürükçüller; bazı mantar ve bakteriler) müsilajı parçalamaya başlamakta ve bu da ortam oksijen seviyelerinde dalgalanmalara neden olmaktadır.

1.1.1 Dünyada Yaşanan Müsilaj Olayları

Müsilaj dünyanın tüm okyanuslarında oluşmaktadır. Genel olarak yüzey sularının ısınması ve buna bağlı olarak su tabakalarının kararlılığının artmasının diğer tetikleyici faktörler ile birleşmesi bu olayın temel nedeni olarak gösterilmektedir.^{1,2} 1860'lardan bu yana, Yeni Zelanda'nın Güney Adası'nın kuzey kıyılarındaki sularda, yaklaşık 20 yıllık aralıklara büyük miktarlarda müsilaj oluşumu ve buna bağlı olarak deniz faunasında kitlesel ölümler kaydedilmiştir. Oluşumlar sırasında yapılan gözlemlere göre en dikkate değer kayıt, müsilajın çoğunlukla kış sonu ve ilkbahar dönemlerinde ortaya çıktığı, bazen yaz sonuna kadar devam ettiği şeklindedir. Tasman Körfezi'nde (Yeni Zelanda) 2000 yılının Ocak ayında meydana gelen müsilaj olayının birincil kaynağının planktonik, *Gonyaulax hyalina* (Ostenfeld ve Schmidt) isimli bir dinoflagellat (tek hücreli alg) türü olduğu bildirilmiştir.³ Ayrıca su kolonundaki güçlü tabakalaşmanın bu organizmaların aşırı çoğalması için en uygun koşulları oluşturduğu ve bunun bölgedeki müsilaj oluşumun en önemli ön nedeni olduğu öne sürülmüştür.

Meksika Körfezi'ndeki Deepwater Horizon istasyonunda Nisan 2010'da meydana gelen patlama sonucu platform çökmüş ve milyonlarca varil petrol denize karışmıştır. Bu

¹ Alldredge, A.L., Gotschalk, C., The Relative Contribution of Marine Snow of Different Origins to Biological Process in Coastal Waters, Cont. Shelf Res.,1990, 10, p.41-58.

² Danovaro, R., Fonda, Umani, S., Pusceddu, A., Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea, PLoS ONE, 2009, 4: e7006. doi:10.1371/journal.pone.0007006.

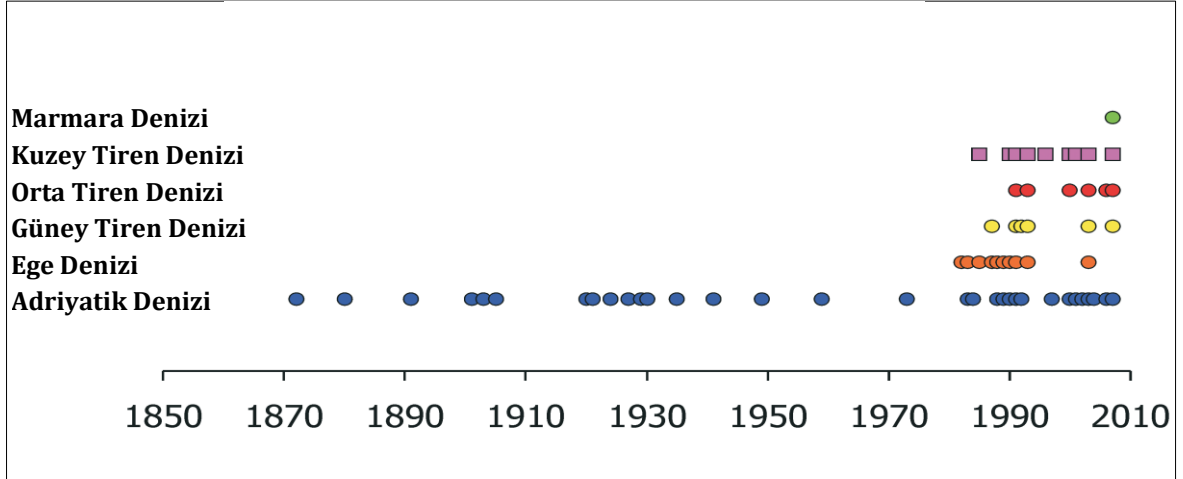
³ MacKenzie L., Sims I., Beuzenberg V., Gillespie P., Mass Accumulation of Mucilage Caused by Dinoflagellate Polysaccharide Exudates in Tasman Bay, New Zealand. Harmful Algae, 2002, p. 69-83.

durum büyük miktarlarda müsilaj oluşumuna neden olmuştur. Bölgede müsilajın, mikroskobik deniz canlılarının ölümü sonucunda oluştuğu bildirilmiştir. Olay büyük çaplı biyoçeşitlilik kaybına neden olmuş, kilometrelerce uzunlukla ölü mercan resifi kayıt edilmiştir. Ayrıca ortamda karbon fazlalığı ile nitrojen ve fosfor azlığının olduğu durumlarda fitoplanktonun daha fazla mukus ürettiği, bunun da tam olarak petrol (hidrojen ve karbon) kaynaklı bir durum olduğu bildirilmiştir.⁴

1.1.2 Akdeniz’de Yaşanan Müsilaj Olayları

Dünya çapında bakıldığında, Akdeniz Havzasındaki Adriyatik Denizi (özellikle kuzey kesimi) son derece verimli ve sıg su yapısı ile kitlesel müsilaj oluşumlarının en fazla görüldüğü ve bu oluşumlardan en fazla etkilenen alan olarak tanımlanmaktadır. Müsilaj, ilk kez 1729’da burada rapor edilmiş ve başlangıçta balık ağlarının tıkanmasına neden olduğu için bir “kirli deniz” fenomeni olarak tanımlanmıştır. O zamandan bu yana müsilaj varlığı zaman zaman rapor edilmiş, fakat son 40 yılda bu fenomenin sıklığı önemli ölçüde artmıştır. 1920’den önce müsilaj olayları yalnızca Adriyatik Denizi’nde rapor edilmişken, 1980’den itibaren Ege Denizi, Kuzey Tiren Denizi ve Tiren Denizi’nden de müsilaj olayları rapor edilmeye başlanmıştır. Son 30 yılda en fazla müsilajın görüldüğü bölge 14 oluşum ile Adriyatik Denizi olurken, bunu Tiren Denizi (11) ve Ege Denizi (9) izlemiştir (Şekil 1).

Şekil 1. Müsilaj Olayları ve Ortaya Çıkış Dönemleri (1850-2007)



Kaynak: Danovaro, R., Fonda, Umani, S., Pusceddu, A., Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea, PLoS ONE, 2009, 4(9): e7006.

Adriyatik Denizi’nde 1999 yılında oluşan müsilajın bakteri-organik madde etkileşimi ve hücre dışı polisakkarit (çoklu şeker) sentezi nedeniyle bakteriyel kökenli olduğu bildirilmiştir.⁷ Ayrıca bakterilerin deniz suyunda bulunan materyallerdeki (detritus,

⁴ <https://www.nationalgeographic.com/science/article/100916-sea-snot-gulf-bp-oil-spill-marine-snow-science-environment>, Erişim Tarihi: 17.10.2021.

fikosfer, partiküller) aktivitelerinin normalde az miktarda bulunan fosforun yenilenmesine ve fosfor sınırlı olan birincil üretiminin çok yüksek seviyelerde sürdürülmesine neden olduğu da bildirilmiştir.⁵ 2000 yılında Adriyatik'den alınan müsilağ örnekleri ışık ve elektron mikroskobu yardımı ile incelemiş ve diatomlar (tek hücreli alg) baskın grup olarak tanımlamışlardır.⁶ Aynı bölgede daha sonraki müsilağ patlaması sırasında yapılan genetik bir çalışmada, müsilağ içerisindeki bakteri çeşitliliğinin çevredeki deniz suyundan iki katı fazla olduğu ve müsilağ içerisinde bulunan bakteri gruplarının % 90'ının çevredeki deniz suyunda bulunmadığı ortaya konulmuştur.⁷ Ayrıca müsilağ örnekleri içerisindeki patojen bakterilerinin miktarının (*Vibrio spp.*, *Coliforms*) müsilağ olmayan deniz suyundan kat kat fazla olduğu, *Escherichia coli*, *Vibrio harveyi* gibi türlerinin sadece müsilağ içinde bulunduğu bildirilmiştir. Çalışmada, Akdeniz'de müsilağ yayılmasının iklim kaynaklı deniz suyu sıcaklığının artması ile bağlantılı olduğu sonucuna varılmış ve müsilağın okyanuslarda mikrobiyal çeşitliliği kontrol eden bir faktör olduğu, belirli mikroorganizmaların taşıyıcısı olarak hareket etme potansiyeline sahip olabildiği ve böylece patojenik bakterilerin yayılmasını artırabileceği rapor edilmiştir.

Kuzey Batı Akdeniz (Ligurya Denizi) kayalık bölgelerinde Haziran 2003'te meydana gelen anormal bir müsilağ oluşumu belgelenmiş ve birçok bentik (deniz tabanı) takson (tür-alem) üzerindeki olumsuz etkisi tanımlanmıştır.⁸ Bu olayın daha önce bölgede meydana gelen diğer müsilağ olaylarından farklı olarak normalde o sulara baskın olmayan ve serbest yaşayan farklı bir alg tarafından (*Acinetospora crinita*) meydana getirildiği bildirilmiştir. Ayrıca bu müsilağın dipte yaşayan organizmalar üzerinde, özellikle yavaş büyüyen mercan gibi canlılarda ciddi hasarlara neden olduğu; fakat bölgede 1 yıl sonra, Haziran 2004'te gerçekleştirilen bir araştırmada, bu organizmaların tamamen iyileştiği bildirilmiştir. Çalışmada bu müsilağ oluşumunun en önemli nedeninin 2003'de Avrupa'da yaşanan sıcak hava dalgası olduğu rapor edilmiştir.

Fransa kıyılarına yakın Güney Biscay Körfezi'nde, özellikle Adour Halici'nin güneyinde, 2013-2014 yıllarında tekrarlayan deniz müsilağ olayları gözlemlenmiştir.

⁵ Azam, F., Funari, E., Significance of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea, *Annali dell'Istituto superiore di sanità*, 1999, 35(3), 411-419.

⁶ Kovač, N., Mozetič, P., Trichet, J., Défarge, C., Phytoplankton composition and organic matter organization of mucous aggregates by means of light and cryo-scanning electron microscopy, *Marine Biology*, 2005, 147(1), 261-271.

⁷ Danovaro, R., Fonda, Umani, S., Pusceddu, A., Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea, *PLoS ONE*, 2009, 4(9): e7006. doi:10.1371/journal.pone.0007006.

⁸ Schiaparelli, S., M. Castellano, M., P. Povero, P., G. Sartoni, G., R. Cattaneo-Vietti. R., A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages, *Marine Ecology* 28 (2007) 341-353.

Yapılan bir genetik çalışmada, bölgede üç farklı derinlikte yıllık olarak deniz mikrobiyal topluluk kompozisyonu ve dinamikleri araştırmıştır.⁹ Çalışmada belirli bir bölgedeki müsilaç içerisinde bulunan bakterilerin toplam çeşitliliğinin çevredeki deniz suyundan önemli derecede düşük olduğu ve bu farklılığın müsilaçın biyokimyasal kompozisyonu, ilerleme derecesi, müsilaçla bağlantılı mikroorganizmaların ve komünitelerinin süksesyon (sıralı değişim) durumu gibi sebeplerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Ayrıca yıl boyunca Shannon endeksi (örnekte bulunan türlerin çeşitliliği ve bolluğu) izlenmesi sırasında müsilaç içerisindeki bakteri çeşitliliğinin bir dönem deniz suyundaki çeşitliliği aştığı ve müsilaçın parçalanması ile hızlıca azaldığı gözlemlenmiştir. Buradan müsilaçın dinamik bir habitat olduğu, kompozisyonunun ve mikrobiyal bolluğun zamanla değiştiği, içindeki çeşitliliğin azalmasının müsilaçın da yok olmaya başladığının göstergesi olduğu çıkarımına varılmış, ayrıca su kolonu boyunca farklı mikrobiyal komünitelerin varlığı rapor edilmiştir.¹⁰

Adriyatik Denizi'nde genetik teknikler kullanılarak yapılan bir mikrobiyal çeşitlilik analizinde ise ilgili yılın sadece bir ayında (Nisan) müsilaçtaki bakteri bolluğunun çevre sulardakinden daha fazla olduğu, diğer aylarda ise daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.¹¹ Kuzey Adriyatik Denizi'nde yapılan başka bir çalışmada müsilaç oluşumunun fitoplankton patlamaları sonrası görüldüğü bildirilmiştir.¹² Fitoplankton patlamaları ile ilişkili bakteri topluluklarının genetik yöntem ile tespitinin bu olayların altında yatan mekanizmaların açığa çıkartılmasında müsilaç oluşumu öncesi erken uyarı sistemi olabileceği bildirilmiştir.¹³

Ege Denizi kıyılarında yapılan bir çalışmada Mart 2017'den Şubat 2018'e kadar Selanik şehir merkezinin kıyı kesimlerinden haftalık ve aylık olarak alınan su örnekleri incelenmiştir.¹⁴ Çalışma süresi boyunca, bilinen müsilaç üreten diatomların bölgeye hâkim

⁹ Rouaud, V., Susperregui, N., Fahy, A., Guyoneaud, R., Bichon, S., Liénart, C., Del Amo, Y., Savoye, N., Gaudin, P., Duran, R., Lauga, B., Dynamics of microbial communities across the three domains of life over an annual cycle with emphasis on marine mucilage in the Southern Bay of Biscay resolved by microbial fingerprinting, *Continental Shelf Research*, 2019, 186, 127-137.

¹⁰ A.g.e.

¹¹ Vojvoda, J., Lamy, D., Sintès, E., Garcia, J. A., Turk, V., Herndl, G. J., Seasonal variation in marine-snow-associated and ambient-water prokaryotic communities in the northern Adriatic Sea, *Aquatic Microbial Ecology*, 2014, 73(3), 211-224.

¹² Totti, C., Cangini, M., Ferrari, C., Kraus, R., Pompei, M., Pugnetti, A., et al., Phytoplankton size-distribution and community structure in relation to mucilage occurrence in the northern Adriatic Sea, *Science of the Total Environment*, 2005, 353(1-3), 204-217.

¹³ Parulekar, N. N., Kolekar, P., Jenkins, A., Kleiven, S., Utkilen, H., Johansen, A., et al. Sæbø, M., Characterization of bacterial community associated with phytoplankton bloom in a eutrophic lake in South Norway using 16S rRNA gene amplicon sequence analysis, 2017, *PloS one*, 12(3), e0173408.

¹⁴ Genitsaris, S., Stefanidou, N., Sommer, U., Moustaka-Gouni, M.; Phytoplankton Blooms, Red Tides and Mucilaginous Aggregates in the Urban Thessaloniki Bay, Eastern Mediterranean; *Diversity*; 2019; 11; 136.

olduğu, bölgede Haziran 2017'nin sonlarında ortaya çıkan müsilaj oluşumunda *Noctiluca scintillans* ve *Spatulodinium pseudonociluca* isimli dinoflagellatların (tek hücreli alg) sorumlu olabileceği bildirilmiş, bunun yanı sıra aynı yılın Ekim ve Kasım aylarında 11 zararlı diatom türü de tanımlanmıştır. Aralık 2017'de ise tek hücreli bir canlı olan *Mesodinium rubrum* isimli farklı bir plankton (siliat) türünün bölgede redtide'a neden olduğu bildirilmiştir. Çalışmada zararlı alg patlamaları (aşırı çoğalma) ve redtide olayları sudaki yüksek besin tuzu konsantrasyonları ve ötrofikasyon ile ilişkilendirilmiştir.

Müsilaj ile ilgili en dikkat çeken çalışmalardan biri de¹⁵, çevre sulara göre müsilaj içinde 6 kat daha fazla hücre-hücre transferi ve hareketli elementlerle ilişkili genlerin (sıçrayan genler) bulunduğu ortaya konulmuş olmasıdır. Buradan müsilajın su kolonunda bulunan tek hücreli canlıların yatay gen transferi (farklı türler arasındaki gen akışı), yeni genetik kombinasyonların oluşumu ve yeni metabolik aktiviteler açısından sıcak bir nokta olduğu sonucuna varılmıştır.¹⁶ Bu durum müsilaj olan bölgelerde farklı bakteri varyantlarının (muhtemel yeni patojenlerin) ortaya çıkabileceğini göstermesi açısından önemlidir.

1.1.3 Marmara Denizi'nde Yaşanan Müsilaj Olayları

Denizlerimizde müsilaj olayı ilk kez 2007 yılının Eylül ayında İzmit Körfezi'nde ve Büyükada'da gözlenmeye başlanmıştır.^{17, 18, 19} Marmara Denizi'nde dağılım gösteren dokuz istasyonda alg patlaması periyodunda (Eylül 2007-Mart 2008) oluşan müsilajın diatom ve dinoflagellatlarla olan ilişkisi araştırılmıştır.²⁰ Ekim 2007-Şubat 2008 aralığında fitoplankton kompozisyonu ve bolluğu çevresel değişkenlerle birlikte incelenmiştir.²¹ Ayrıca Ocak-Haziran 2008 tarihleri arasında tek-hücreli organizmaların ve bakterilerin müsilaj oluşumundaki rolü Büyükada kıyılarında araştırılmıştır.²² Ocak 2004-Aralık 2007 arasındaki 4 yıllık veri kullanılarak fitoplankton komünitesinin kompozisyonu ile

¹⁵ Ganesh, S., Parris, D. J., DeLong, E. F., Stewart, F. J., Metagenomic analysis of size-fractionated picoplankton in a marine oxygen minimum zone, The ISME journal, 2014, 8(1), 187-211.

¹⁶ Stewart F.J., Where the genes flow, Nat Geosci, 2013, 6: 688-690.

¹⁷ Aktan, Y., Dede A. Çiftçi, P.S.; Mucilage events associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey; Harmful Algae News, an IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms, 2008.

¹⁸ Tüfekçi V., Balkis N., Beken C.P., Ediger D. and Mantıkcı M., Phytoplankton Composition and Environmental Conditions of the Mucilage Event in the Sea of Marmara, Turk J Biol, 2010, 34: 199-210.

¹⁹ Balkis, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H., Tüfekçi, V., Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükada Island (the Marmara Sea), Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2011, 91(4), 771-781.

²⁰ Aktan, Y., Dede A. Çiftçi, P.S.; Mucilage events associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey; Harmful Algae News, an IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms, 2008.

²¹ Tüfekçi V., Balkis N., Beken C.P., Ediger D. and Mantıkcı M., Phytoplankton Composition and Environmental Conditions of the Mucilage Event in the Sea of Marmara, Turk J Biol, 2010, 34: 199-210.

²² Balkis, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H., Tüfekçi, V., Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükada Island (the Marmara Sea), Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2011, 91(4), 771-781.

fizikokimyasal parametrelerle ilişkisi araştırılmış, potansiyel toksik alg türlerin varlığı ve Marmara Denizi'nde raporlanan müsilaj olayının değerlendirilmesi yapılmıştır.²³

Fitoplankton ve bakteri çalışmalarının yanı sıra, müsilaj oluşumu ile zooplankton komunitelerindeki değişim, Marmara Denizi'ne yeni giren *Liriope* isimli denizanasının besin zincirine dâhil olması ile farklı bir çerçevede de değerlendirilmiştir.²⁴ Marmara Denizi'nde Nisan-Aralık 2008'de yaşanan müsilaj olayı sırasındaki zooplankton kompozisyon ve bolluğu çevresel koşullarla ilişkili olarak incelenmiştir.²⁵ Gerçekleştirilen laboratuvar çalışmalarında, ortamda artan ve oranları değişen azot ve fosforun, değişik fitoplankton türlerinde, organik karbon ve karbonhidratı arttırdığı, özellikle amonyumun (NH₄) artışı ile de belirli türlerin (diyatome ve dinoflagellat türleri) aşırı çoğaldığı ortaya konulmuştur.²⁶

1.1.4 2020-2021 Yılları Müsilaj Olayı

Dalış gözlemlerine dayanılarak hazırlanan grafiğe göre (Şekil 2) Marmara Denizi'nde yaşanan son müsilaj olayının başlangıç tarihi 21 Kasım 2020 olarak verilmiş ve bu tarihte Kapıdağ Yarımadası çevresinde 8-18 metreler arasında müsilaj varlığı bildirilmiştir.²⁷ Aynı çalışmada Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında ise müsilajın yüzeyden 25 m derinliğe kadar olan sularda bulunduğu bildirilmiştir. Aşırı balıkçığın denizlerdeki besin ağının zarar görmesine ve türlerin azalmasına neden olduğu²⁸ bunun da müsilaj oluşumu ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır. ODTÜ-DBE R/V Bilim-2 gemisinin ScanFish kullanarak yaptığı su kolonu taramalarında (MARMOD projesi kapsamında, detaylar için bkz. bölüm 3.5.3.) Haziran-Temmuz döneminde gözlenen müsilajın özellikle 10-25 metreler arasına sıkıştığı, Eylül ayında ise su kolonundan tamamen kaybolduğu bildirilmiştir.

²³ Taş, S., Kuş, D., Yılmaz, I. N., Temporal variations in phytoplankton composition in the north-eastern Sea of Marmara: potentially toxic species and mucilage event, *Mediterranean Marine Sciences*, 2020, 21/3, 668-683.

²⁴ Yılmaz, I.N., Collapse of zooplankton stocks during *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin, *Marine Ecology*, 2015, 36(3), 595-610.

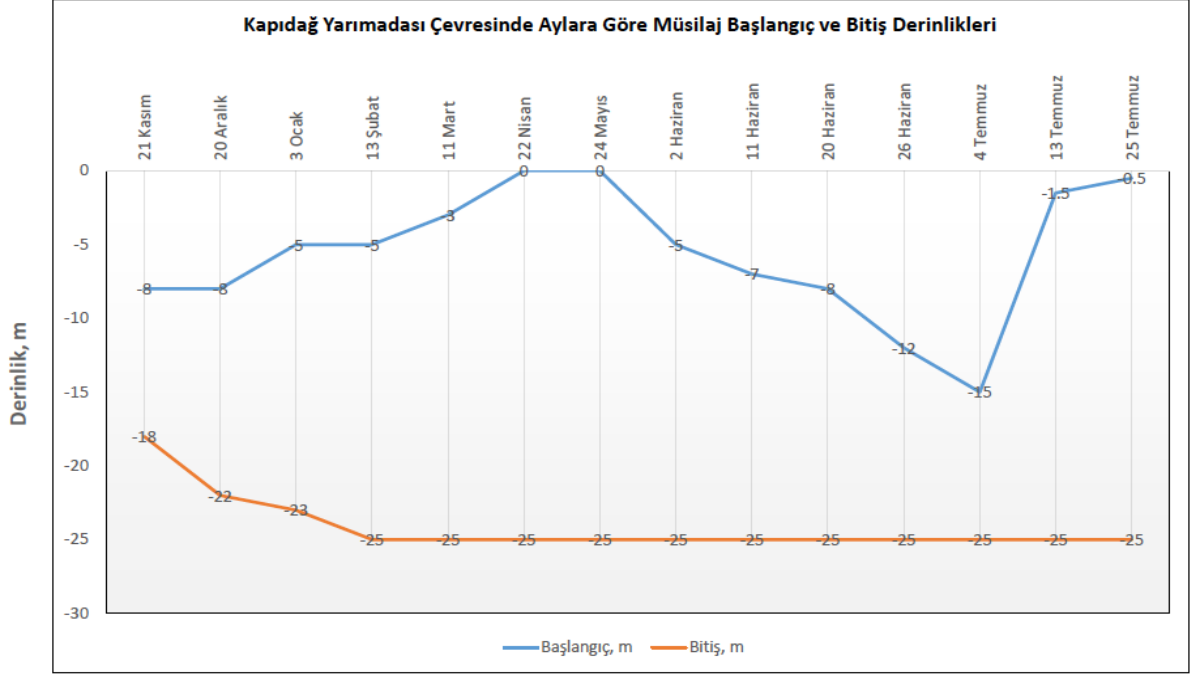
²⁵ Okyar, M.İ., Üstün, F., Orun, D.A., Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the northeastern Marmara Sea, *Turkish Journal of Zoology*, 2015, 39(1), 28-38.

²⁶ Polat-Beken Ç., Tüfekçi V., Sözer B., Yıldız E., Mantıkcı M., Atabay H., Telli-Karakoç F., Hocoğlu S., Ediger D., Tolun L., Olgun A., Deniz Ortamında Müsilaj/Mucus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında İncelenmesi, 2009, Proje No: 108Y083 TÜBİTAK, ULAKBİM, <https://app.trdizin.gov.tr/proje/TVRJd016UTA/deniz-ortaminda-musilaj-mucus-olusumunu-denetleyen-faktorlerin-labaratuvar-kosullarinda-inceleme>, Erişim Tarihi: 01.10.2021

²⁷ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁸ Froese, R., Pauly, D., FishBase, World Wide Web electronic publication, 2007, www.fishbase.org, version (05/2007).

Şekil 2. Dalış Gözlemlerine Dayanılarak Kasım 2020 ve Temmuz 2021 Tarih Aralığında Oluşan Müsilajın Kaydedildiği Derinliklere Ait Grafik



Kaynak: Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

Müsilaj içindeki fitoplanlar üzerinde yapılan çalışmada, müsilajın ara tabakanın (holoklin) üzerindeki, yüzey ve yüzeye yakın derinliklerde yoğun olarak geliştiği (patlama – bloom düzeylerinde), burada oluşan fitoplanktonun ölümleri sonrasında büyük oranda dibe çökemeyerek haloklin (su kolonu içinde tuzluluğu birbirinden farklı su kütlelerini ayıran ara katman) tabakasının üzerinde askıda kaldığı ve rejenere (geri dönüşüm) olduğu şeklinde yorum yapılmıştır.²⁹ Ayrıca bu çalışmada fitoplanktonun tüm yaşam döngüsünün sıg yüzey sularında gerçekleştiği bu yüzden müsilajın bu tabakada oluşumuna en büyük katkıyı verdiği ileri sürülmüştür. Çalışmada Haziran ayı başında ve sonunda alınan müsilaj örnekleri içindeki fitoplankton kompozisyonu incelenmiş, Haziran başlarında 86, sonlarında ise toplamda 90 tür gözlenmiştir. Her iki dönemde de fitoplanktonda baskın grubun diyatomlar olduğu bildirilmiş, diyatomları sırası ile dinoflagellat ve kokkolitoforidler ve diğerleri izlemiştir. Haziran başında küçük, Haziran sonunda ise büyük boy diyatomların (*Cerataulina pelagica*) patlama yaptığı rapor edilmiştir. Haziran başı ve sonu basende mevcut baskın türlerin ilk 20 tanesi Tablo 1'de verilmiştir. Diyatomların bu derece artışında, deniz suyunda azot ve fosforun yanı sıra silikatında yeterli düzeyde olması gerektiğine işaret edilmiştir.

²⁹ Uysal, Z., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

Tablo 1. Haziran Başı ve Sonu Basende Mevcut Baskın Türler

1-11 Haziran Arası Baskın Türler	27 Haziran-2 Temmuz Arası Baskın Türler
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cerataulina pelagica</i>
<i>Phaeodactylum sp.</i>	<i>Cylindrotheca closterium</i>
<i>Chaetoceros gracilis</i>	<i>Nitzschia tenuirostris</i>
<i>Emiliana huxleyi</i>	<i>Emiliana huxleyi</i>
<i>Nitzschia tenuirostris</i>	<i>Alexandrium spp</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Phaeodactylum sp.</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Chaetoceros gracilis</i>
<i>Thalassiosira sp.</i>	<i>Nitzschia longissima</i>
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Gymnodinium sp1</i>
<i>Alexandrium spp</i>	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Gyrodinium sp</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Leptocylindrus minimus</i>
<i>Gymnodinium sp1</i>	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
<i>Dinobryon sp.</i>	<i>Oxytoxum longum</i>
<i>Gyrodinium sp</i>	<i>Proboscia alata forma gracillima</i>
<i>Proboscia alata forma gracillima</i>	<i>Dinobryon sp.</i>
<i>Gymnodinium sp2</i>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
<i>Heterocapsa pygmaea</i>	<i>Gymnodinium sp2</i>
<i>Cerataulina pelagica</i>	<i>Asterolampra marylandica</i>

Kaynak: Uysal, Z., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

Basende yüzey ve yüzeye yakın sularda bolca gelişen diyatomun silikat gereksinimini doğal girdilerin yanı sıra rejenere silikattan da sağladığı, hücre sıklık profilleri incelendiğinde ölen populasyonun çok düşük bir oranının haloklin altına indiği bildirilmiştir (Şekil 3). Bu durumun yüzey ve yüzeye yakın sularda gelişen fitoplanktonun ölümünü takiben haloklinin hemen üzerinde (yaklaşık 15-30 m derinlikler arası) biriktiğinin ve orada rejenere olduğunun göstergesi olduğu rapor edilmiştir.³⁰ Kuvvetli poyraz ve lodos durumlarında bu derinliklerden yüzeye doğru rejenere besin tuzlarının taşınabildiği dolayısı ile Marmara baseninin besin tuzları içerikleri bağlamında kendi doğal kısır döngüsüne ek olarak diğer doğal ve antropojenik girdilere aşırı düzeyde maruz kaldığından müsilaj oluşumunun sürpriz bir durum olarak addedilmemesi gerektiği bildirilmiştir.³¹ ODTÜ-DBE’de müsilaj üzerinden yapılan zooplankton incelemelerinde ise incelenen tüm istasyonlarda ağırlıklı olarak Copepod türlerine rastlanmıştır.³²

Marmara Denizi Çınarcık Çukurunun 0-70 metreleri arasından plankton ağı ile toplanan müsilaj örneğinin içindeki mikrobiyal komüniteyi tanımlamak amacıyla metabarkodlama tekniği (16S, amplikon dizileme) kullanılarak yapılan ön çalışmada, toplam bakteri çeşitliliğinin yaklaşık % 34’ünün biyofilm yapan bakterilerden oluştuğu

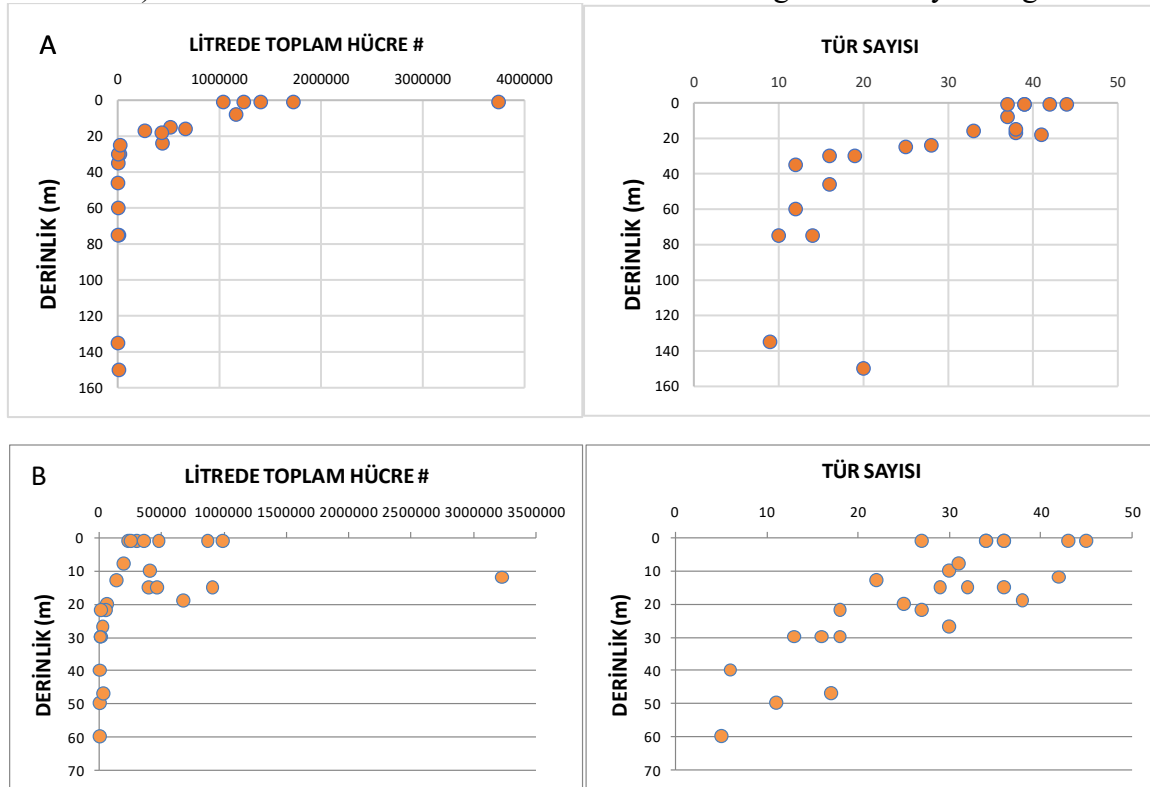
³⁰ Uysal, Z., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

³¹ A.g.e.

³² Ak-Orek, Y. ve Zenginer, A., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

bildirilmiştir.³³ Biyofilm oluşturan gruplar içinde göreceli bolluğu yaklaşık % 10 olan *Alteromonas genovensis* isimli bakteri türünün özellikle bakır bazlı anti-fouling boya uygulanmış gemi gövdelerinde çoğalmasına dikkat çekilmiştir. Ayrıca incelenen örnekte % 2 göreceli bolluğa sahip, diyatom ölümüne neden olan *Sulfitobacter porphyrae* grubu bakteriler de tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra müsilaj içerisinde müsilajı parçalayan, ağır metal biyoremediyasyon (çevre kirleticisinin mikroorganizmalar yardımıyla uzaklaştırılması işlemi) potansiyeli olan, tetradotoxin (panzehiri olmayan güçlü bir nörotoksin) üreten ve küresel azot döngüsünde görevli bakterilerin göreceli bolluğu da yüksek bulunmuştur. Örnek, patojen bakteriler açısından da incelenmiş ve sadece balıklarda vibriyozaya neden patojen bakteri tespit edilmiştir. Yapılan çalışmanın bir açık istasyonuna ait olduğu, kıyıda yapılacak olan analizlerde farklı sonuçların alınabileceği vurgulanmıştır.³⁴

Şekil 3. A) Haziran Başında Derinlikle Litrede Hücre Sıklığı ve Tür Sayısı Dağılımı
B) Haziran Sonunda Derinlikle Litrede Hücre Sıklığı ve Tür Sayısı Dağılımı



Kaynak: Uysal, Z., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

³³ Karahan, A., Küçükavşar, S., Esti, M., Kalkan, E., Öztürk, E., Örek, H., 'Revealing bacterial community composition of mucilage from an offshore station of Sea of Marmara during the June 2021 event via 16S rRNA metabarcoding technique (SCI dergiye sunulmuştur).

³⁴ A.g.k.

Yapılan başka bir çalışmada Ekstrasellüler Polisakkarit Madde (EPS) ürettiği bilinen diyatomların müsilaj olayında etkili olduğu ve ayrıca bakterilerin de bu oluşumda rol aldıkları bildirilmiştir.³⁵ Çalışmada, Marmara Denizi'nde 2007-2008 yıllarında müsilaj üretiminden sorumlu olduğu bildirilen türlerin (*Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* sp., *Thalassiosira rotula*, *Skeletonema costatum* and *Gonyaulax fragilis*) 2021 yılı müsilajı içinde de bulunduğu, fakat bunlara ek olarak daha önce Marmara Denizi'nde tanımlanmamış ve müsilaj oluşumunda etkili oldukları belirlenmiş yeni türlerin de (*Phaeocystis pouchetii*, *Chrysoreinhardia giraudii* ve *Nematochryopsis marina*) olduğu bildirilmiştir. Bu yeni türlerin gemi balast suları ile gelmiş olabileceği öne sürülmüş, ayrıca EPS salınımının ağır metal varlığında arttığı, Marmara Denizi'ndeki türler için Ergene Nehrinin bu ağır metallerin kaynağı olduğu da rapor edilmiştir.³⁶

1.2 MARMARA DENİZİ'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE MÜSİLAJ OLUŞUMUNU TETİKLEYEN FAKTÖRLER

Türk Boğazlar Sistemi'nin bir parçası olan Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile Karadeniz ve Ege Denizlerine bağlanan bir iç denizdir. Marmara Denizi ortalama 40 ve 80 metre derinliğe sahip bu iki dar boğazla Karadeniz'e (İstanbul Boğazı) ve Akdeniz'e (Çanakkale Boğazı) bağlanmaktadır. Her iki boğazın sıg yapısı Marmara Denizi'ni yarı kapalı bir deniz haline getirmektedir.^{37,38,39} Marmara Denizi, Boğazlar Sistemi aracılığıyla Karadeniz ile Ege Denizi arasındaki su değişimini sağlayan iki tabakalı bir ekosisteme sahiptir.^{40,41,42} Karadeniz ve Ege Denizi'nin birbirinden farklı su yoğunlukları nedeniyle Marmara Denizi'nin yüzeyindeki ince tabakada tuzluluğu kısmen az Karadeniz suları, bunun altında ise Ege Denizi'nden giren yoğunluğu fazla tuzlu Akdeniz suları bulunmaktadır (Şekil 4).⁴³ Bu iki farklı su kütlesi yaklaşık 25 m'lerde keskin bir piknoklin (su kolonu içinde yoğunluğu birbirinden farklı su kütlelerini ayıran ara

³⁵ Balkis-Özdelice, N., Durmuş, T., Balcı, M. A., A Preliminary Study on the Intense Pelagic and Benthic Mucilage Phenomenon Observed in the Sea of Marmara. Int. J. Env. and Geoinf. (IJEGEO), 2021, 8(4): 414-422.

³⁶ A.g.e.

³⁷ Oğuz, T., Özsoy, E., Latif, M.A., Sur, H.I. and Ünlüata, Ü., Modeling of hydraulically controlled exchange flow in the Bosphorus Strait, Journal of Physical Oceanography, 1990, 20(7): 945-965.

³⁸ Beşiktepe, Ş., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. and Ü. Ünlüata Ü., The circulation and hydrography of the Marmara Sea, Progress in Oceanography, 1994, 34(4): 285-334.

³⁹ Özsoy, E., Latif, M. A., Sur, H. I., Goryachkin, Y., A review of the exchange flow regime and mixing in the Bosphorus Strait, Bulletin-Institut Océanographique Mmonaco-Nnumero special-, 1996, 187-204.

⁴⁰ A.g.e.

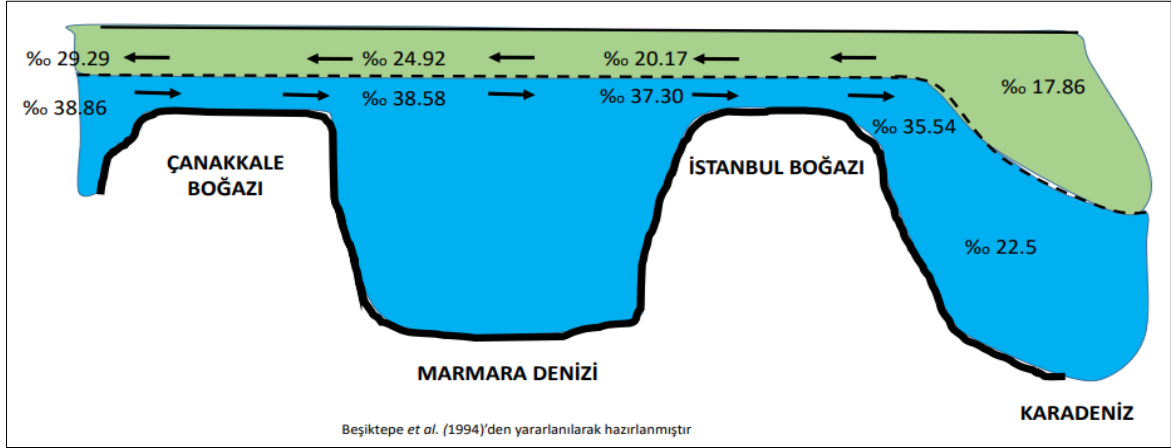
⁴¹ Öztürk, B. and Öztürk, A. A., On the biology of the Turkish straits system, Bull Inst Oceanogr, 1996, 17, 205-21.

⁴² Beşiktepe, Ş., Özsoy, E., Ünlüata, Ü., Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles lower layer inflow, Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 1993, 40(9), 1815-1838.

⁴³ A.g.e.

katman) tabakasıyla birbirinden ayrılmaktadır.⁴⁴ Ege Denizi'nden Marmara'ya alt akıntı ile giren Akdeniz suyunun tuzluluk ve sıcaklığı alt tabakada fazla değişmezken nitrat ve fosfat değerlerinde 10-20 kat artma; oksijen içeriğinde ise % 90-95 azalma gibi biyojeokimyasal değişimler meydana gelmektedir.⁴⁵ Boğazlardaki ters yönlü akıntıların neden olduğu dikey karışımlar ise Marmara'da Ege yönüne olan üst akıntının tuzluluğunu yükseltirken, ters yöndeki alt akıntının taşıdığı tuzlu suların yüzey sularıyla seyrelmesi sonucu tuzluluğunu düşürmektedir.^{46,47} Denizlerin oşinografik yapısıyla ilgili detaylı bilgilere aşağıda 1.2.1. nolu bölümde yer verilmektedir.

Şekil 4. Marmara Denizi Su Kolonu Üst ve Alt Tabaka Dinamiğini Gösteren Diagram



Kaynak: Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

Müsilaj olayı Marmara Denizi özelinde artan deniz suyu sıcaklıkları ve insan kaynaklı baskılar (evsel ve sanayi kaynaklı atıklar, arıtım seviyelerindeki yetersizlikler, aşırı balıkçılık vs.) ile tetiklendiği düşünülen organik bir oluşum olarak değerlendirilmektedir. Ortamda biriken organik maddenin insan kaynaklı yollarla artması ve bozulmanın normal hızının üzerine çıkması ile bozulma ürünlerinin birbirlerine tutunarak, muhtemelen içerisinde biriken gazlar ile denizin içi ve deniz yüzeyinde görünür biçimde geniş alanları kaplaması müsilaj olayını tetikleyen ana nedenler olarak ortaya çıkmaktadır.⁴⁸

⁴⁴ A.g.e.

⁴⁵ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ-DBE, "Marmara Denizi Bütünleşik Model Sistemi: Faz 1 Proje Final raporu", Ankara, 2017.

⁴⁶ Beşiktepe, Ş., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. and Ü. Ünlüata Ü., The circulation and hydrography of the Marmara Sea, *Progress in Oceanography*, 1994, 34(4): 285-334.

⁴⁷ Beşiktepe, Ş., Özsoy, E., Ünlüata, Ü., Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles lower layer inflow, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 1993, 40(9), 1815-1838.

⁴⁸ Yücel, M., Özkan, K., Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Mantıkçı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkın, Ş. S., Tuğrul, S., Salihoğlu, B., Marmara Denizi'nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, *Güncel Baskılar ve Çözüm Önerileri*, TÜBA, 2021, s.249-268.

Son dönem yapılan çalışmalarda, ötrofik koşulların yanında iklim değişimine bağlı deniz suyu sıcaklıklarındaki artış ve akıntı/tabakalaşma profillerindeki değişimlerin de müsilağ oluşumuna etkisi olduğu tartışılmaktadır.^{49,50} Ayrıca, doğal faktörler olarak denizlerde fotosentez ile oksijen üretme kabiliyetine sahip mikroskobik bitkisel canlılar olan fitoplanktonun; avcı türlere, güneşten gelen UV ışınlarına ve besin konsantrasyonlarındaki değişikliklere karşı kendilerini koruma mekanizması olarak müsilağ sentezleyebildiği bildirilmiştir.⁵¹ Marmara Denizi'nde insan kaynaklı baskılar ve kirlilik kaynaklarının yönetimindeki eksiklik sadece müsilağ olarak değil, dipte oksijen azalması ve biyoçeşitlilik kaybı olarak hâlihazırda ortaya konulmuştur.⁵²

Öte yandan Marmara Denizi'nde kirlenmeden ötürü tür çeşitliliğinin azalması (biyoçeşitlilik kaybı) ve kirliliğe dayanıklı türlerin fert adetlerindeki artış müsilağ sorunun asıl kaynağı olarak bildirilmiş ve kirliliğin biyoçeşitlilik üzerine olan 3 temel etkisi ile ilişkilendirilmiştir:

- 1) Kirliliğe bağlı olarak hassas türlerin ölmesi veya ortamı terk etmeleri, kirliliğe dirençli olan türlerin bölgede kalması,
- 2) Kirliliğe dirençli türlerin buldukları ekosistemlerdeki tür çeşitliliği azaldığı için aşırı derecede artması (*Bloom*),
- 3) Bir süre sonra azalan biyoçeşitlilik nedeni ile ekosistemin kısır döngüye girmesi ve biyotik (canlı) ortamların abiyotik (cansız) ortama dönüşmesi.⁵³

2020-2021 Müsilağ Olayları

Prof. Dr. SARI ve Prof. Dr. KESKİNLER tarafından yapılan sunumlarda,^{54,55} dünyanın farklı bölgelerinde yaşanan müsilağ olayında rapor edilen nedenlerin Marmara Denizi'ndeki müsilağ oluşumunda da ana etkenler olduğu bildirilmiştir (Şekil 5). Yüksek sıcaklık, fazla besin elementi ve durağan deniz birlikteliğinin müsilağ tetikleyicisi olduğu vurgulanmıştır.

⁴⁹ Taş, S., Kuş, D., Yılmaz, I. N., Temporal variations in phytoplankton composition in the north-eastern Sea of Marmara: potentially toxic species and mucilage event, *Mediterranean Marine Sciences*, 2020, 21/3 2020, 668-683.

⁵⁰ Danovaro, R., Fonda, Umani, S., Pusceddu, A., Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea, *PLoS ONE*, (2009), 4(9): e7006. s.1-8.

⁵¹ Yücel, M., Salihoğlu, B.; Kalkan-Tezcan, E., Mantıkçı, M., Örek, H., Ak-Örek, Y., Haznedaroğlu, B., Yenigün, O.; Deniz salyası: Denizin “organik başkaldırısı.”; Sarkaç; 2021, May 29; Retrieved December 8, 2021, from <https://sarkac.org/2021/05/deniz-salyasi-nedir/>

⁵² Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ-DBE., “Marmara Denizi Bütünleşik Model Sistemi: Faz 1 Proje Final Raporu”, Ankara, 2017.

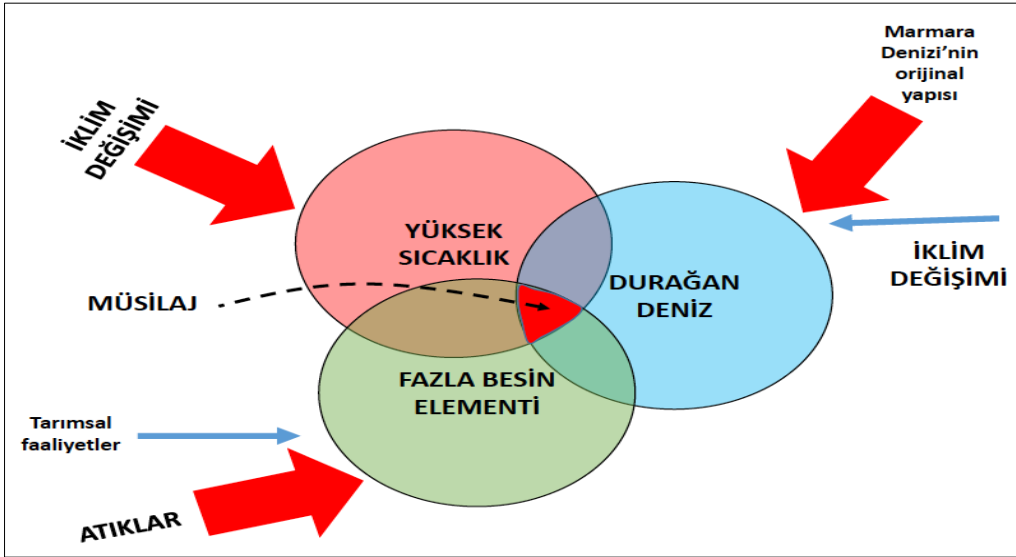
⁵³ Levent ARTÜZ, MAREM-Marmara Environmental Monitoring –Marmara Çevresel İzleme Projesi.

⁵⁴ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵⁵ Prof. Dr. Bülent KESKİNLER'in 3 Ağustos 2021 tarihli tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Prof. Dr. SALİHOĞLU müsilaj oluşumunu tetikleyen temel nedeni, ortam organik madde birikiminin insan kaynaklı yollar ile artırılması olarak tanımlamıştır.⁵⁶ Prof. Dr. SALİHOĞLU müsilaja neden olan etkenleri; 1) evsel ve sanayii kaynaklı atıklar, 2) azot, fosfor ve metaller, 3) biyoçeşitlilik kaybı ve buna bağlı ekosistem dayanıklılık kaybı, 4) aşırı balıkçılık, 5) kıyı şeridinin tahribatı, 6) dip tarama ve boşaltım faaliyetleri, 7) yoğun gemi trafiği vs., 8) iklim değişimine bağlı deniz suyu sıcaklıklarındaki artış, 9) akıntı/stratifikasyon (tabakalaşma) profillerindeki değişimler ve 9) karmaşık ekosistem dinamikleri, olarak sıralamıştır. Genel olarak ötrofikasyon, iklim değişikliği ve doğal dinamiklerin küresel ölçekte oksijen azalmasına neden olduğu ve Marmara Denizi'nin var olan oksijen azlığının müsilaja bağlı olarak daha yıkıcı hale geldiği bildirilmiştir. Tüm bunlara ek olarak yapılan gözlemler, güçlü boğaz akıntısı ile müsilaj oluşumunun zamansal ölçekte ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur (Konuyla ilgili detaylar bölüm 3.1.2'de verilmiştir).

Şekil 5. Müsilaj Neden Olan Temel Etmenler



Kaynak: Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

Prof. Dr. MANDAL tarafından Komisyona yapılan sunumda; Dünya Ekonomik Forumu 2021 Küresel Risk Raporunda yer alan ve önümüzdeki 10 yılda en yüksek etkiye sahip, yüksek olasılıklı risklerin çoğunun müsilaj oluşumunda etkili olabileceği belirtilmiş ve bunlar genel olarak; 1) iklim değişikliği ile baş etme ve adaptasyon/karbon nötr ekonomiye geçiş yatırımlarının yetersizliği, 2) insan kaynaklı çevreye verilen zararlar, 3) biyoçeşitliliğin kaybı, 4) olağanüstü hava koşulları, 5) doğal kaynak krizleri, şeklinde sıralanmıştır. Sunumda, deniz ekosistemindeki doğal dengeleri olumsuz yönde etkileyen

⁵⁶ Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 tarihli tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

pek çok unsurun ayrı ayrı veya bütünleşik olarak müsilaj vakalarının görülmesi ve sıklığının artmasında rol oynayabileceği bildirilmiştir.⁵⁷

1.2.1 Denizlerin Oşinografik Yapısı

Türkiye Karadeniz, Marmara Denizi ve Akdeniz olmak üzere üç tarafı denizlerle çevrili bir yapıya sahiptir. Türkiye'yi çevreleyen denizlerin fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik açıdan oldukça farklı özelliklere sahip olması bu denizleri bilimsel anlamda oşinografi araştırmaları için önemli birer özne haline getirmektedir.

Akdeniz: Doğu Akdeniz Türkiye'yi güneyden saran, genel anlamda buharlaşmanın tatlı su girdisinden daha fazla olduğu, farklı derinlikteki basenlerle (Rodos Çukuru: 4000 metre; Antalya Çukuru: 2500 metre; Kilikya Çukuru: 1000 metre) bölünmüş bir denizdir.⁵⁸ Doğu Akdeniz'in küresel okyanus sistemiyle olan en önemli bağlantısı Cebelitarık Boğazı'dır ve buradan giren su kütleleri ile buharlaşma karşısında sistem dengelenmektedir. Doğu Akdeniz'in önemli havzalarının başında Levant Havzası gelmektedir. Levant Havzası kuzeyden Türkiye, güneyden Mısır, doğudan ise İsrail, Lübnan ve Suriye ile çevrelenmiştir. Bu bölgede oşinografik özellikleri birbirinden farklı su kütleleri bulunmaktadır. Örneğin, yüzey suları aşırı buharlaşmanın etkisiyle sıcaklığı yüksek ve oldukça tuzlu bir yapıya sahiptir (% 39,1-39,3) (Şekil 6). Bu tabakanın altında yer alan ara tabakada (yaklaşık 100 metre derinlikte) Cebelitarık Boğazı'ndan sisteme giren Atlantik suyu yer almaktadır. Atlantik suyu görece daha düşük sıcaklığa sahip (15 °C) ve daha az tuzludur (% 36.5-38.5). Atlantik suyunun altında ise yaklaşık olarak 200 ile 600 metre derinlikte Atlantik suyuna göre daha sıcak ve daha tuzlu (% 38,5'dan fazla) Levant Ara Suyu (LAS) bulunmaktadır.⁵⁹ Son olarak daha derin bölgelerde daha soğuk (~13,5 °C) fakat daha az tuzlu Akdeniz dip suyu yer almaktadır. Bu bölgenin en önemli özelliği kışın sıcaklığın düşmesiyle birlikte yüzey sularının çok derinlere dikey karışım sayesinde batabilmesidir. Dikey karışım sonrası batan sular 400-500 metre derinliğe ulaşır Levant Ara Suyunu oluşturabildiği gibi belirli bölgelerde çok daha derinlere batıp (1000-1500 metre) Akdeniz Dip Suyunu (ADS) da oluşturabilir.^{60,61,62} Bu tip dikey karışım

⁵⁷ Prof. Dr. Hasan MANDAL'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵⁸ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s.1.21.

⁵⁹ A.g.e.

⁶⁰ A.g.e.

⁶¹ Sur, H. I., Ozsoy, E., and Unluata U., Simultaneous Deep and Intermediate Depth Convection in the Northern Levantine Sea, Winter 1992, Oceanologica Acta, 1993, 16 (1), 33-43.

⁶² Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Yılmaz, E., Tezcan, D., Salihoglu, I., Salihoğlu, B., Latif, M. A., Water Mass Variability and Levantine Intermediate Water Formation in the Eastern Mediterranean Between 2015 and 2017, Journal Of Geophysical Research-Oceans, 2021,126(2).

olaylarının en çok görüldüğü bölgelerin başında Rodos bölgesi gelmektedir. Ek olarak, Doğu Akdeniz tüm su kolonu boyunca yüksek miktarlarda çözünmüş oksijene sahip bir denizdir. Oksijen konsantrasyonu yüzeyde 200-300 μM seviyelerindeyken dip sularında bu değer 175-200 μM arasına düşmektedir (Şekil 6).⁶³ Kıyılarda nehir etkisiyle besin tuzu taşınımı yeterli miktarlarda değildir ve açık sularda ise atmosferik girdiler ve dip su karışımları haricinde sisteme besin tuzu sağlayan kaynak bulunmamaktadır.^{64,65}

Karadeniz: Karadeniz, Türkiye’yi kuzeyden çevreleyen, 40° 55’ ile 46° 32’ kuzey enlemleri ve 27° 27’ ile 41°42’ doğu boylamları arasında yer alan, ortalama 1.000 kilometre uzunluğa ve 400 km genişliğe sahip olan Anadolu, Avrupa ve Kafkaslarda kıyısı bulunan yarı kapalı bir iç denizdir (Şekil 7).^{66,67} Karadeniz’in yüzey alanı 423.000 km^2 iken toplam hacmi 547.000 km^3 civarındadır.⁶⁸ İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı, Karadeniz’i Marmara Denizi ve Akdeniz’e bağlamakta aynı zamanda da Karadeniz’in küresel okyanus sistemiyle de bağlantısını sağlamaktadırlar.⁶⁹ Karadeniz kıyadan merkezine doğru derinliği hızlı artış gösteren bir denizdir ve maksimum derinliği 2.200 metre civarındadır. Bu özelliğinin bir sonucu olarak genel hatlarıyla dar bir kıta sahanlığına sahip olan Karadeniz (ortalama 20-30 km genişliğinde), kuzeybatı kısımlarında Avrupa’nın en büyük nehirlerinden olan Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinin taşıdığı çökeller vasıtasıyla görece daha geniş bir kıta sahanlığına sahiptir.^{70,71} Ayrıca bu bölgede yer alan nehirler Karadeniz’e sağlanan tatlı su girdisinin % 70 gibi oldukça büyük bir kısmını oluşturmaktadır.^{72,73} Buna ek olarak Türkiye’de yer alan Sakarya, Kızılırmak,

⁶³ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 2002, 26(2), 219-235.

⁶⁴ Loye-Pilot, M.D., Martin, J.M., and Morelli, J., Atmospheric Input of Inorganic Nitrogen to the Western Mediterranean, Biogeochemistry, 1990, 9, 117- 134.

⁶⁵ Yılmaz, A., and Tuğrul, S., The Effect of Cold- and Warm- Core Eddies on the Distribution and Stoichiometry of Dissolved Nutrients in the Northeastern Mediterranean, Journal of Marine Systems, 1998, 16 (3-4), 253-268.

⁶⁶ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s 1.21.

⁶⁷ Murray, J., Stewart, K., Kassakian, S., Krynytzky, M., Dijulio, D.; Oxic, Suboxic and Anoxic Conditions in the Black Sea; The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement, 2007.

⁶⁸ Blokhina, M.D. and Afanasyev, Y.D., Baroclinic instability and transient features of mesoscale surface circulation in the Black Sea: Laboratory experiment, J. Geophys. Res., 2003, 108(C10): 3322.

⁶⁹ Oğuz, T., Tuğrul, S., Kideys, A., Ediger, V., Kubilay, N., Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea, The Sea, 2005, 14: 1331-1369.

⁷⁰ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s 1.21.

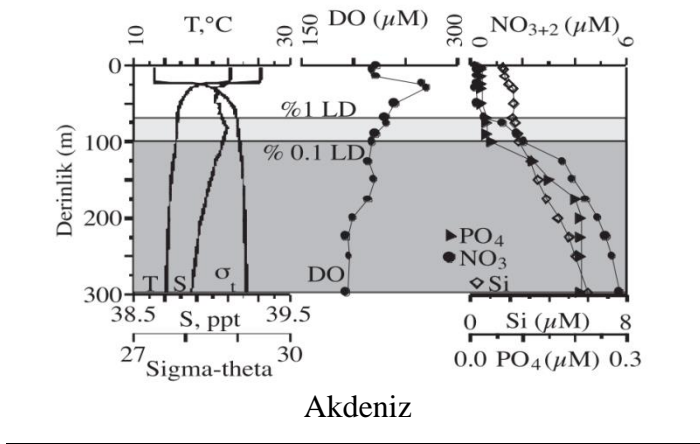
⁷¹ Oğuz, T., Tuğrul, S., Kideys, A., Ediger, V., Kubilay, N., Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea. The Sea, 2005, 14: 1331-1369.

⁷² Blokhina, M.D. and Afanasyev, Y.D., Baroclinic instability and transient features of mesoscale surface circulation in the Black Sea: Laboratory experiment, J. Geophys. Res., 2003, 108(C10): 3322.

Yeşilirmak ve Çoruh nehirleri de Karadeniz sistemi için önemli nehirlerin başında gelmektedir.

Kıyısı boyunca yer alan nehirler vasıtasıyla önemli miktarlarda tatlı su girdisinin bir sonucu olarak Karadeniz'in üst tabaka suyunun tuzluluğu düşüktür (Şekil 6). Örneğin, Karadeniz yüzey tabakasının ilk 30 ile 40 metrelik bölümü ‰ 18 tuzluluğa sahiptir.⁷⁴ Çanakkale ve İstanbul boğazları vasıtasıyla düşük yoğunluğa sahip Karadeniz üst suyu Marmara Denizi'ne doğru akmaktayken aynı zamanda ortalama ‰ 38,5'lik bir tuzluluğa sahip olan çok daha yoğun Akdeniz suyu Türk Boğazlar Sistemi vasıtasıyla dipten Karadeniz'e taşınmaktadır.⁷⁵ Bu taşınım sırasında Akdeniz suyunun özelliği değişmekte ve diğer su kütleleriyle karışım sonucu tuzluluğu azalmaktadır. Sonuç olarak, Karadeniz su kolonunun tuzluluk değerleri yüzeyden derine doğru ‰ 18 ile ‰ 22 (1.000 metre civarında) arasında değişmektedir (Şekil 6).⁷⁶ Ayrıca, sıcaklık profili yüzeyde mevsimsel olarak değişmekte ve derinlere gidildikçe belirli bir noktaya kadar azalmaktadır. Yaklaşık 50 metre civarında görülen bu sıcaklık minimumunun (yaklaşık 7 °C'ye kadar) ardından Karadeniz dip suyunun sıcaklığı derinlere gidildikçe kademeli olarak tekrar artış gösterir (Şekil 6).⁷⁷

Şekil 6. Türkiye Denizlerinin Hidrografik, Biyojeokimyasal ve Üretim Parametrelerinin Su Kolonundaki Düşey Dağılımı



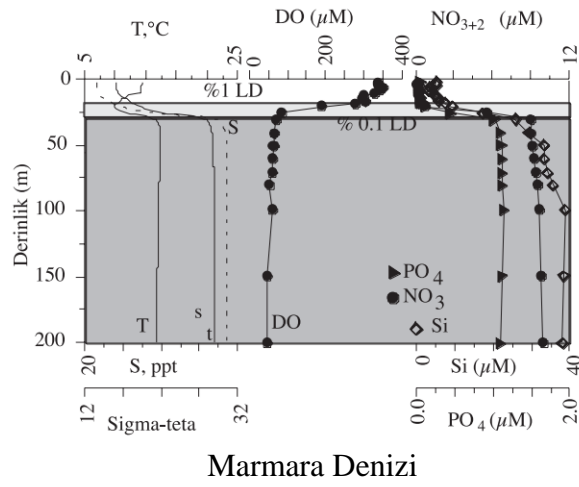
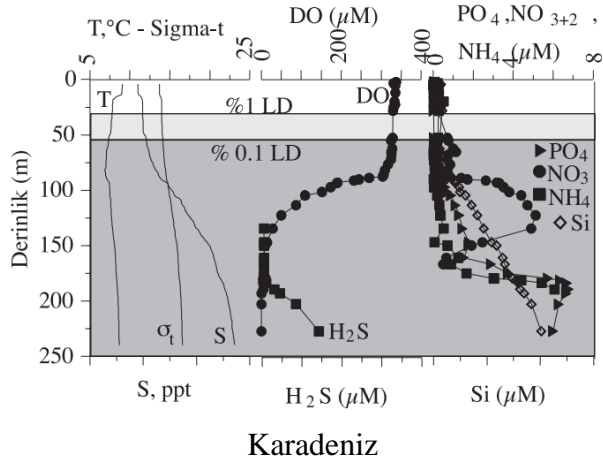
⁷³ Tsiaras, K. P., V. H. Kourafalou, A. Davidov, and J. Staneva, A three-dimensional coupled model of the western Black Sea plankton dynamics: Seasonal variability and comparison to SeaWiFS data, *J. Geophys. Res.*, 2008, 113, C07007, doi:10.1029/2006JC003959.

⁷⁴ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., *Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi* (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s 1.21.

⁷⁵ A.g.e.

⁷⁶ Tsiaras, K. P., V. H. Kourafalou, A. Davidov, and J. Staneva, A three-dimensional coupled model of the western Black Sea plankton dynamics: Seasonal variability and comparison to SeaWiFS data, *J. Geophys. Res.*, 2008, 113, C07007, doi:10.1029/2006JC003959.

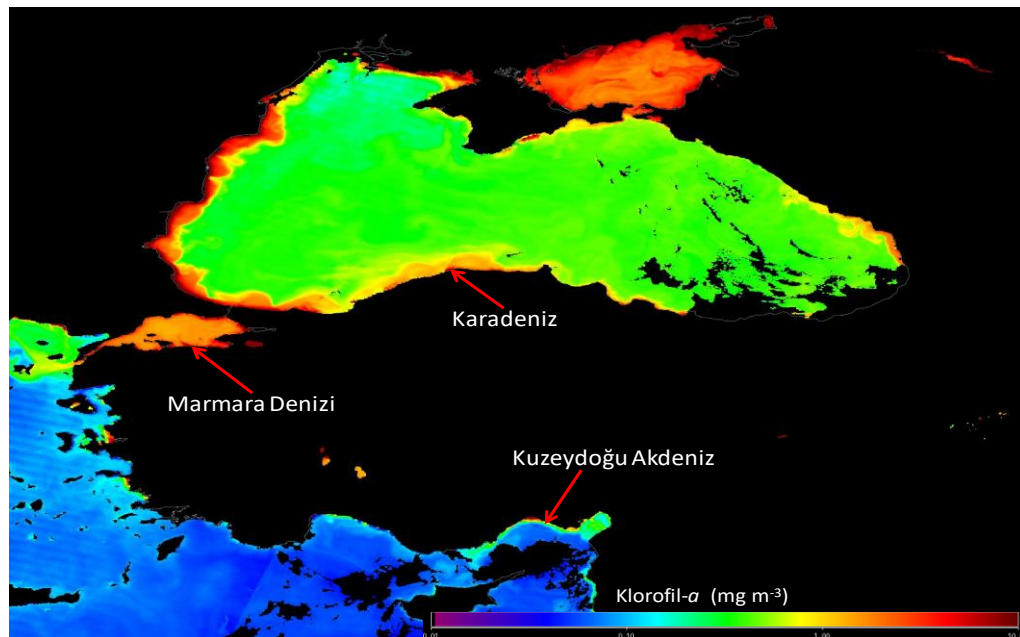
⁷⁷ Kononov S.K. Murray, J.W. and Luther, G.W., *Basic Processes of Black Sea*, *Oceanography*, 2005, 18, 24-35.



(S: Tuzluluk, T: Sıcaklık, NO₃: Nitrat, PO₄: Fosfat, Si: Silikat, DO: Çözünmüş Oksijen)

Kaynak: Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 2002, 26(2), 219-235.

Şekil 7. Türkiye Denizleri Üretkenlik ve Yüzey Suyu Klorofil-A Dağılımını Gösteren Harita



Kaynak: <https://worldview.earthdata.nasa.gov>, Erişim Tarihi: 02.12.2021.

Karadeniz sistemi biyolojik açıdan Doğu Akdeniz'e göre çok daha üretken bir sistemdir ve bu durum yüzey sularındaki klorofil-a dağılımından anlaşılmaktadır (Şekil 7). Ayrıca, yüzey ve dip suları arasında gözlemlenen yoğunluk farkından dolayı Karadeniz sistemi tabakalı bir yapıya sahiptir ve farklı tabakalar arası farklı özellikler görülmektedir.^{78,79,80} Karadeniz'in yüzey suları çözülmüş oksijen bakımından oldukça zengindir ve ortalama $300 \pm 75 \mu\text{M}$ seviyelerinde çözülmüş oksijen içermektedir. Bununla birlikte Karadeniz dip suları organik maddenin solunum ile parçalanması sonucu oksijen bakımından oldukça fakirdir.⁸¹ Yoğunluk farkının bir sonucu olarak yüzey ve dip su tabakaları arasındaki karışım oldukça sınırlıdır ve bu yüzden dip sularda canlıların yaptığı solunum ile kaybedilen oksijen çok hızlı bir şekilde yenilenemez. Bunun bir sonucu olarak Karadeniz'in derin sularında toksik bir gaz olan hidrojen sülfür (H_2S) oluşumu ve birikimi gözlemlenmektedir (Şekil 6).^{82,83} Karadeniz'de açık sularda H_2S ortalama olarak 90-100 metre civarında görülmeye başlarken kıyılara yakın bölgelerde bu derinlik ortalama 160-180 metre civarındadır ve H_2S tüm Karadeniz baseninde düşük derinliklerden yüksek derinliklere doğru artan bir eğilim göstermektedir.^{84,85,86} Bunlara ilaveten, nehirlerin Karadeniz üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, sisteme yüksek miktarda besin tuzu (nitrat, fosfat, silikat vb.) girdisi olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin nitrat değerleri Tuna Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü bölgede ortalama $6-8 \mu\text{M}$ seviyelerinde ölçülüyorken bu değerler nehir etkisinin görülmediği açık sularda $0.07-0.3 \mu\text{M}$ seviyelerinde ve kıyalarda $0.5-0.8 \mu\text{M}$ civarındadır.⁸⁷ Özellikle Karadeniz'i besleyen nehirlerin nitrat bakımından görece daha zengin sulara sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum Karadeniz

⁷⁸ Tugrul, S., Basturk, O., Saydam, C., Yilmaz, A., Changes in the hydrochemistry of the Black Sea inferred from density profiles, *Nature*, 1992, 359, s.137-139.

⁷⁹ Oguz, T., Tuğrul, S., Kideys, A., Ediger, V., Kubilay, N., Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea, *The Sea*, 2005, 14, 1331-1369.

⁸⁰ Konovalov S.K. Murray, J.W. and Luther, G.W., Basic Processes of Black Sea, *Oceanography*, 2005, 18, 24-35.

⁸¹ A.g.e.

⁸² Yilmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002, 26(2), 219-235.

⁸³ Murray J.W., Codispoti, L.A. and Friederich, G.E., Oxidation-reduction environments: the suboxic zone in the Black Sea. In: Huang C.P., O'Melia C.R., Morgan J.J. (Eds) *Aquatic Chemistry: Interfacial and Interspecies Processes*, ACS Advances in Chemistry Series, 1995, No. 224, pp. 157-176.

⁸⁴ Tugrul, S., Basturk, O., Saydam, C., Yilmaz, A., Changes in the hydrochemistry of the Black Sea inferred from density profiles, *Nature*, 1992, 359, 137-139.

⁸⁵ Oguz, T., Tuğrul, S., Kideys, A., Ediger, V., Kubilay, N., Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea, *The Sea*, 2005, 14, 1331-1369.

⁸⁶ Murray J.W., Codispoti, L.A. and Friederich, G.E., Oxidation-reduction environments: the suboxic zone in the Black Sea. In: Huang C.P., O'Melia C.R., Morgan J.J. (Eds) *Aquatic Chemistry: Interfacial and Interspecies Processes*, ACS Advances in Chemistry Series, 1995, No. 224, pp. 157-176.

⁸⁷ Cociasu, A., Dorogan, L., Humborg, C., and Popa, L., Long-term Ecological Changes in Romanian Coastal Waters of the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 1996, 32, 32-38.

sisteminde yüksek NO₃/PO₄ değerlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin bu değer 1960'lı yıllarda Tuna Nehri için 11.7 iken 1990'larda 22-33 seviyelerine yükselmiştir.⁸⁸ Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda, Karadeniz kıyı sularında biyolojik üretimde sınırlayıcı besin tuzunun fosfat olduğunu söylenebilir.⁸⁹ Nitrat ve fosfata ek olarak, silikat da deniz canlıları için önemli bir besin tuzudur ve genel anlamda denizel sistemlerde besin tuzlarının miktarlarında görülen artış ve azalış eğilimleri ekosistemleri doğrudan etkilemektedir. Örneğin, 1970'li yıllarda yapılan barajın bir sonucu olarak, Tuna Nehri'nden Karadeniz sistemine giren silikat miktarından ciddi anlamda bir azalma meydana gelmiştir. Bunun bir sonucu olarak Karadeniz yüzey sularının silikat değerlerinde % 60'lara varan azalmalar 1990'lı yılların başında ekosistemde önemli değişikliklere yol açmış ve diatom gibi silikatu önemli miktarlarda kullanan canlıların sayısının azalmasına ve başka canlıların ekosistemi baskılamasına neden olmuştur, ancak ekosistem zaman içinde tekrar dengeye ulaşmıştır.⁹⁰

Marmara Denizi: Karadeniz; Doğu Akdeniz'e İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı'nı içine alan Türk Boğazlar Sistemi vasıtasıyla bağlanmaktadır. Marmara Denizi yaklaşık olarak 11.500 km²'lik alana sahip olan bir iç denizdir.⁹¹ Deniz tabanı Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisiyle birlikte farklı batimetrik ve morfolojik özelliklere sahiptir. Örneğin, Marmara Denizi'nin kuzey yarısının derinliği 1.200 metreye kadar çıkabilmektedir ve bu bölge üç farklı derin basen sistemine ev sahipliği yapmaktadır (Örneğin Tekirdağ, Orta ve Çınarcık çukurları). Buna ek olarak, Marmara Denizi'ni Karadeniz'e bağlayan İstanbul Boğazı yaklaşık olarak 31 km uzunluğunda olup genişliği 0,7 km ile 3,5 km arasında değişmektedir ve ortalama derinliği 35 metredir. Güney ve kuzey uçlarına yakın bölgelerde İstanbul Boğazı 33 metrelik ve 60 metrelik iki farklı eşikle bölünmüş durumdadır. Diğer yandan Marmara Denizi'ni Doğu Akdeniz'e bağlayan Çanakkale Boğazı ise 62 km uzunluğundadır ve hat boyunca genişliği 1,2 km ile 7 km arasında değişmektedir. Çanakkale Boğazı'nın ortalama derinliği ise İstanbul Boğazı'ndan fazla olup 55 metre civarındadır. Karadeniz'e benzer şekilde Marmara Denizi'nde de iki tabakalı bir sistem mevcuttur ve yüzey sularındaki biyolojik üretim Marmara sisteminde oldukça fazladır (Şekil 7). İstanbul Boğazı üzerinden giren az tuzlu Karadeniz suları Marmara Denizi'nin 15-20 metrelik üst katmanını oluştururken Çanakkale Boğazı'ndan

⁸⁸ A.g.e.

⁸⁹ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 2002, 26(2), 219-235.

⁹⁰ A.g.e.

⁹¹ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s 1.21.

giren tuzlu Akdeniz suları alt katmanını oluşturmaktadır.⁹² Çanakkale'den Marmara Denizi'ne giren Akdeniz suları basen boyunca kendi yoğunluk değerlerine ulaşacak derinliklere batmaktadırlar. Oksijence zengin Akdeniz sularının Marmara sistemine girmesi Marmara Denizi'nin dip suyunu oksijen açısından beslemekte ve oksijensizleşmeye karşı belirli bir seviyeye kadar önleyici etki yapmaktadır. Marmara Denizi'ne giren alt ve üst tabaka suları sırasıyla en fazla Çanakkale ve İstanbul Boğazlarında değişime uğramaktadır. Çanakkale Boğazı'ndaki alt tabaka suyunun tuzluluk değerleri % 38,5-38,7 arasında değişmekteyken İstanbul Boğazı alt tabaka suyu tuzluluğu % 35-37,5 arasındadır.⁹³ Buna karşın Marmara Denizi boğazlara göre görece daha stabil bir ortamdır ve alt tabaka tuzluluk değeri % 38,52 civarındadır.⁹⁴ Ayrıca, tabakalar arası yoğunluk farkının bir sonucu olarak Marmara sisteminde üst tabaka ve alt tabaka suları arasındaki karışım oldukça sınırlıdır. Ancak Türk Boğazlar Sisteminin sahip olduğu farklı jeomorfolojik özellikler tabakalar arası karışım için zemin oluşturabilmektedir. Örneğin, Marmara Denizi üzerinden İstanbul Boğazına giren Akdeniz suları boğazda bulunan iki eşik üzerinden geçerken Marmara Denizi'nin daha az tuzlu üst katman suları ile karışarak daha düşük tuzluluk değerlerine ulaşmaktadır.⁹⁵ Karışım sonucu tuzluluk değeri Karadeniz'e göre biraz daha yükselen üst tabaka suyu (% 22-23) Marmara boyunca çok büyük değişikliğe uğramaz. Fakat Çanakkale Boğazına ulaştıktan sonra geçirdiği çeşitli değişiklikler sonucu tuzluluğunda % 4-5 seviyelerinde bir artış görülmekte ve tuzluluk değeri % 27-28 seviyelerine ulaşmaktadır.⁹⁶ Buna ek olarak, yüzey tabakası sıcaklık değerleri de mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, yaz aylarında sıcaklık 25° C civarına yükselirken kış aylarında 4° C seviyelerine düşebilmektedir.⁹⁷

Fotosentez ile biyolojik olarak besin ve enerji üretimi Marmara Denizi'nin üst tabakasına sıkışmış durumdadır ve bu tabaka içerisinde gerçekleşmektedir.⁹⁸ Bu yüzden üst tabakanın biyojeokimyasal özellikleri oldukça değişken olmakla birlikte alt tabakada meydana gelen değişiklikler görece daha sınırlıdır. Marmara Denizi alt tabakası için

⁹² Beşiktepe, Ş., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. and Ü. Ünlüata Ü., The circulation and hydrography of the Marmara Sea, *Progress in Oceanography*, 1994, 34(4): 285-334.

⁹³ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, *Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi* (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s 1.21.

⁹⁴ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002, 26(2), 219-235.

⁹⁵ Oğuz, T. ve Tuğrul, S., Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, *Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi* (Editör N. Görür), İstanbul, 1998, s 1.21.

⁹⁶ A.g.e.

⁹⁷ A.g.e.

⁹⁸ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002, 26(2), 219-235.

önemli kontrol faktörlerinin başında üst tabakada fotosentez ile üretilen organik madde miktarı gelmektedir. Burada üretilen organik madde yükü ışıksız alt tabaya çökerek ekosistem için önemli reaksiyonlarda rol oynamaktadır.⁹⁹ Marmara Denizi üst tabakasının oksijen miktarı 225-350 μM aralığında değişmekteyken alt tabaka oksijen konsantrasyonu 30-80 μM civarındadır (Şekil 6).¹⁰⁰ Oksijen konsantrasyonları derin Marmara'da bölgesel olarak da farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Marmara sisteminde bulunan basenlerin oksijen konsantrasyonu batıdan doğuya (Tekirdağ'dan Çınarcık'a) doğru azalan bir eğilim göstermektedir.^{101,102} Bunun temel nedenlerinden biri Akdeniz'den Çanakkale Boğazı vasıtasıyla giren oksijence zengin suyun oksijeninin büyük bir kısmını doğu basenine taşınmadan batı baseninde kaybedilmesidir.¹⁰³ Zaman içinde Marmara Denizi üzerindeki kirletici baskısının artması yüzey tabakasının besin tuzu (nitrat, fosfat, silikat gibi) değerlerinde artışa neden olmuş ve bu durum biyolojik üretim ile organik madde miktarında artışı beraberinde getirmiştir. Denizel sistemlerde besin tuzları canlıların yaşamları için oldukça gerekli kimyasallardır, çünkü canlılar besin tuzlarını kullanarak metabolik faaliyetlerinin devamı için gerekli besin ve enerjiyi üretirler. Marmara Denizi'nin besin tuzlarının tek kaynağı karasal kaynaklı kirlilik değildir. Besin tuzları Marmara sistemine Karadeniz üzerinden taşındığı gibi aynı zamanda da belirli dönemlerde dip sularının yüzey sularıyla karışmasıyla birlikte Marmara dip suyundan yüzey sularına besin tuzu girdisi de sağlanmaktadır.¹⁰⁴ Marmara sisteminde ışıklı yüzey tabasındaki besin tuzlarının büyük bir çoğunluğu fotosentezde organik madde üretmek için birincil üretim yapan canlılar tarafından kullanılmaktadır ve bu nedenle yüzey sularının nitrat ve fosfat konsantrasyonu oldukça düşüktür (Şekil 6).¹⁰⁵ Örneğin, 1990-1998 yılları arasında yapılan bir çalışmada üst tabaka nitrat değerlerinin 0,02-4,1 μM , fosfat değerlerinin ise 0,02-0,25

⁹⁹ Polat, S.C., Tugrul, S., Coban, Y., Basturk, O., and Salihoglu, I., Elemental Composition of Seston and Nutrient Dynamics in the Sea of Marmara, *Hydrobiologia*, 1998, 363, 157-167.

¹⁰⁰ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002, 26(2), 219-235.

¹⁰¹ Polat, S.C., Tugrul, S., ve Basturk, O., Marmara Denizi (N, P) Dengelerine ait Özet Bir Çalışma, *Türkiye Kıyıları 98, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı ve Fuarı*, 22-27 Eylül 1998, Ankara, Türkiye, *Bildiriler Kitabı*, Ozhan, E., (ed.), 1998, 639-648.

¹⁰² Hélène, O., Karine, O., Stéphanie, D., Carla, S., Anne-Sophie, A., Clément, G., Livio, R., Geological and biological diversity of seeps in the Sea of Marmara, *Deep-Sea Research*, 2020, Part I, 161, 103287.

¹⁰³ Polat, S.C., Tugrul, S., Coban, Y., Basturk, O., and Salihoglu, I., Elemental Composition of Seston and Nutrient Dynamics in the Sea of Marmara, *Hydrobiologia*, 1998, 363, 157-167.

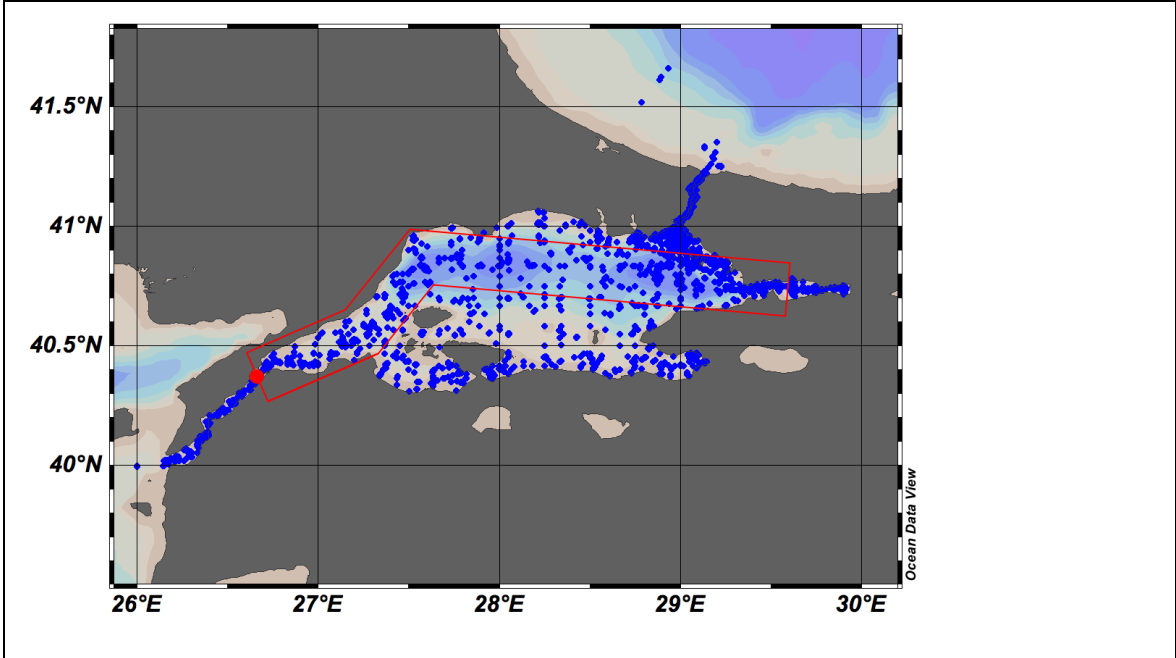
¹⁰⁴ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002, 26(2), 219-235.

¹⁰⁵ A.g.e.

μM aralığında olduğunu gösterilmiştir.¹⁰⁶ Fakat kış ve ilkbahar aylarını kapsayan dönemde Karadeniz kaynaklı besin tuzu girdisinde meydana gelen artış ve ek olarak dikey yönlü karışım ile dip sulardan taşınan besin tuzlarının yarattığı etkiyle birlikte yüzey sularındaki nitrat (örn; $7 \mu\text{M}$ seviyelerine) ve fosfat miktarlarında artış yaşanmaktadır.^{107,108}

Buna ek olarak, fotosentez ile üretilen organik maddeler besin tuzlarını içermektedir ve bu maddeler Marmara Denizi alt katmanlarına taşındıkça solunum yoluyla oksijen kullanılarak parçalanmaktadır. Parçalanma sonucu tekrar açığa çıkan besin tuzları Marmara Denizi dip suyuna karışarak buradaki besin tuzu miktarını arttırmaktadır (Şekil 6).¹⁰⁹ Alt tabakanın ortalama nitrat, fosfat ve silikat değerleri sırasıyla $7.8-10.7 \mu\text{M}$, $0.7-1.1 \mu\text{M}$ ve $32-39 \mu\text{M}$ şeklindedir.¹¹⁰

Şekil 8. Marmara Denizi Belirtilen Hat Boyunca Su Kolonu Çözünmüş Oksijen Değerleri



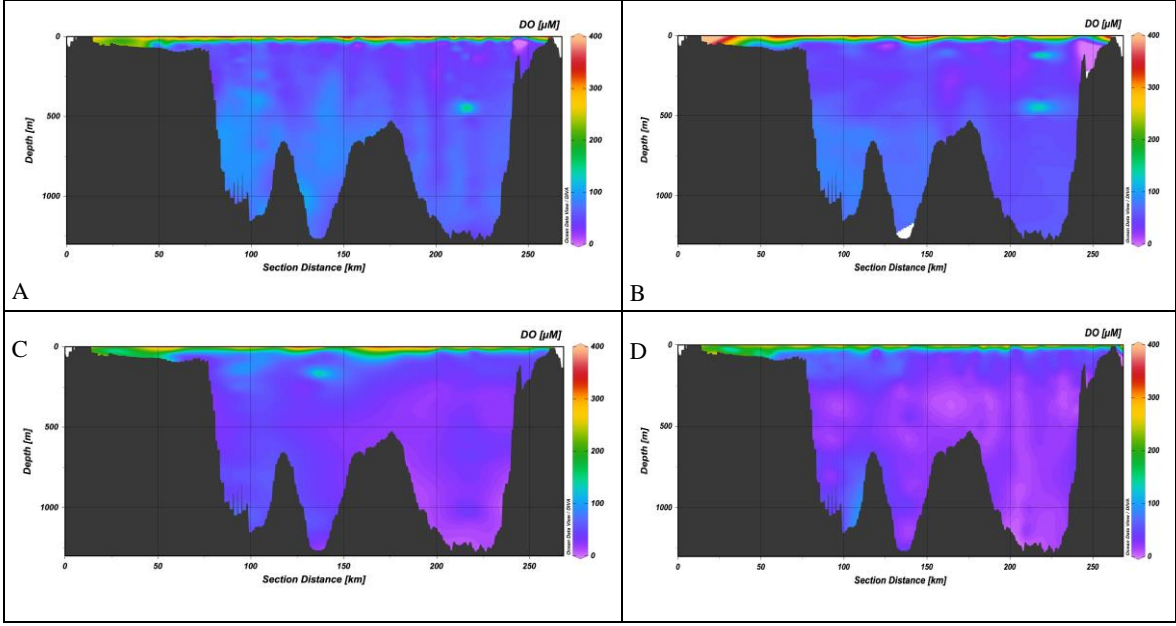
¹⁰⁶ Coban-Yıldız, Y., Tuğrul, S., Polat, S.C., Ediger, D., and Yılmaz, A., A Comparative Study on the Abundance and Elemental Composition of POM in Three Interconnected Basins: The Black, the Marmara and the Mediterranean Seas, *Mediterranean Marine Sciences*, 2000, 1 (1), 51-63.

¹⁰⁷ A.g.e.

¹⁰⁸ Yılmaz, A., Tuğrul, S., Polat, C., Ediger, D., Coban, Y., and Morkoc, E., On the Production, Elemental Composition (C, N, P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea, *Hydrobiologia*, 1998, 363, 141-156.

¹⁰⁹ Polat, Ç. and Tuğrul, S., Nutrient and Organic Carbon Exchanges between the Black and Marmara Seas through the Bosphorus Strait, *Cont. Shelf Res.*, 1995, 15 (9): 1115-1132.

¹¹⁰ Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002, 26(2), 219-235.



A) 1980-1990, B) 1990-2000, C) 2000-2010, D) 2010-2021

Kaynak: ODTÜ-DBE Veritabanı.

Zaman içinde artan besin tuzu miktarının bir sonucu olarak Marmara Denizi'nde yüzey sularında biyolojik üretim artmış ve ışıklı tabakanın kalınlığını azalmıştır.¹¹¹ Bu durum, zaman içinde Marmara Denizi dip sularının oksijeninin büyük bir kısmının kaybedilmesine ve oksijen azlığı gibi ekosistemi ciddi anlamda tehdit eden tehlikelerle karşı karşıya kalmasına neden olmuştur (Şekil 8). Öyle ki; yapılan güncel çalışmalarda Marmara'nın derin sularında (> 900 m) oksijen konsantrasyonunun 7,3 µM seviyelerine kadar düştüğü gösterilmiştir.¹¹²

1.2.2 Kirleticiler

Günümüzde denizel ortamlar, çeşitli tip ve miktarlardaki kirleticilerin baskısı altında kalmaktadır. Bu ortamlarda bulunan kirleticiler başta su kalitesi olmak üzere ekosistem sağlığı açısından önemli birçok parametreyi etkilemektedir. Artan kirletici miktarı denizel ortamların daha duyarlı hale gelmesine ve aynı zamanda besin zincirinde önemli değişikliklerin oluşmasına neden olabilmektedir.¹¹³

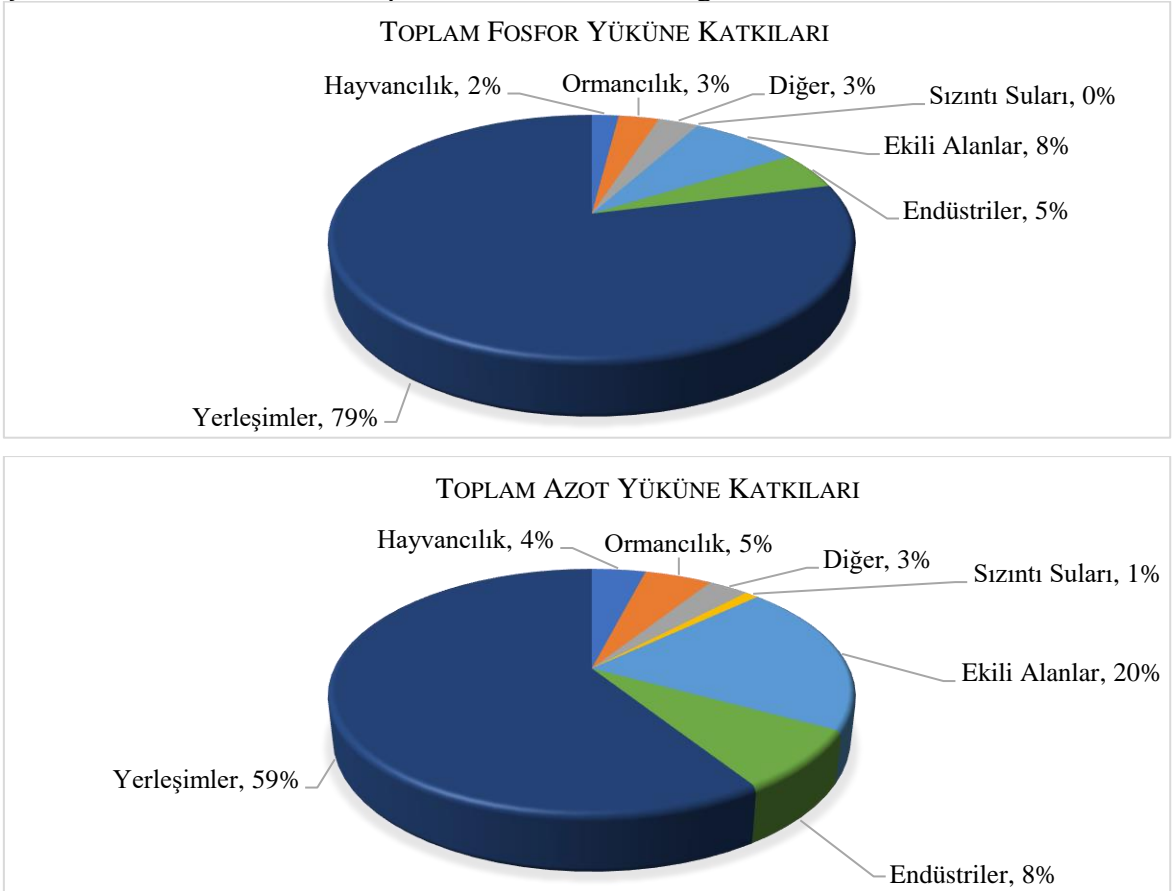
¹¹¹ Tuğrul, S., Besiktepe, S.T., Salihoglou, I., Nutrient exchange fluxes between the Aegean and Black seas through the Marmara Sea, *Mediterranean Marine Science*, 2002, 3 (1), 33-42.

¹¹² Yücel, M., Akcay, I., Orek, H., Tezcan, D., Ozkan, K., Ozhan, K., Arkin, S.S., Fach, B., Alimli, N., Sevgen, S., Husrevoglu, S., Mantikci, M., Salihoglu, B., Tugrul, S., Recent oxygen loss and redox-dependent alteration of seafloor iron, sulfur, nitrogen and phosphorus biogeochemistry in the Sea of Marmara, *Ocean Sci. Meet.*, 16–21. February 2020, San Diego, California.

¹¹³ Ediger, D., Beken, Ç., Yüksek, A., Tuğrul, S., Eutrophication in the Sea of Marmara. In: *The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.) Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Istanbul, 2016, Publication No.42, pp. 723-736.

Kirleticilerin birçoğu (örn.; gübre gibi tarım kaynaklı kirleticiler, deterjanlar ve türevleri gibi yerleşim alanı kaynaklı kirleticiler) besin tuzları olarak adlandırılan, nitrat ve fosfat gibi kimyasalları yüksek miktarlarda içermektedir (Şekil 9). Besin tuzları denizel ortamlarda bulunan canlılar tarafından kullanılan ve bu canlıların yaşamını sürdürebilmesi için gerekli oldukça önemli kimyasallardır. Örneğin, bu tip tuzlar fitoplankton gibi güneş enerjisini kullanarak fotosentez yapan canlılar için oldukça gereklidir. Denizel ortamlarda fotosentez yapan canlılar birincil üreticiler olarak adlandırılır ve ekosistem genellikle bu canlıların ürettikleri besin ve enerjiye muhtaçtır.

Şekil 9. Farklı Sektörlerin Toplam Fosfor ve Azot Dağılımlarını Gösteren Grafikler



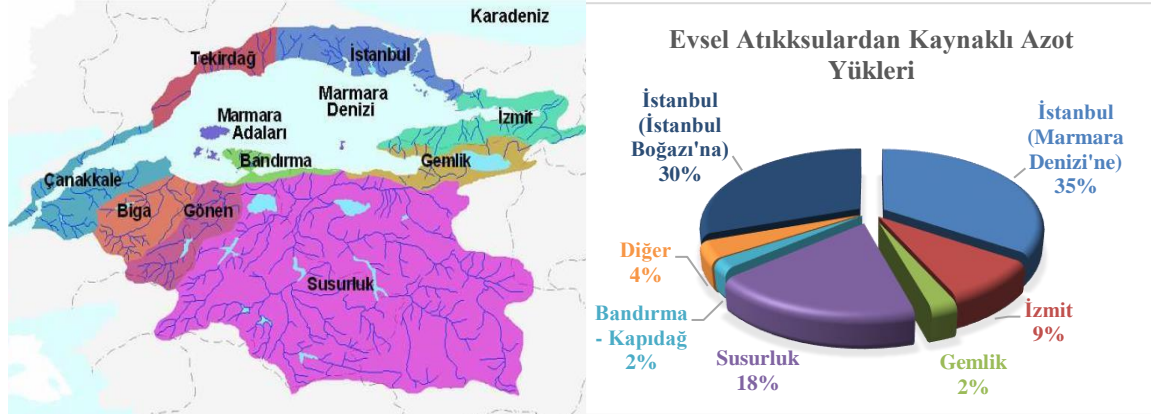
Kaynak: Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK'ün 6 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

Fakat besin tuzlarının sağlıklı bir ekosistem için denizel ortamlarda belirli seviyelerde olması gerekmektedir. Sisteme eşik değeri üzerinde besin tuzu girdisi birincil üretimi kontrolsüz şekilde arttırmakta (örn. ötrofikasyon) ve ekosistem sağlığını etkilemektedir. Bu noktada, kirleticiler aşırı miktarda besin tuzunun sisteme girmesine neden olmakta ve denizel sistemlerin ötrofikasyona karşı olan duyarlılığını arttırmaktadır. Ötrofikasyonla birlikte sayıları artan ve topluluk yapıları değişen birincil üretimden sorumlu canlılar, toksik alg patlamaları şeklinde kayıt edilebilirken, farklı ortam

koşullarında müsilaj benzeri yapıların oluşmasına da neden olabilmektedirler. Çeşitli çalışmalar zararlı alg patlamalarının ekosistem sağlığını etkileyecek parametreler üzerinde (örn; su renginin değişmesi, ışık geçirgenliğinin azalması ve müsilaj oluşumu) önemli etkileri olduğunu göstermiştir.^{114,115,116} İlave, ötrofikasyonla birlikte birincil üretimin artması üretilen organik madde miktarını da arttırmaktadır. Canlılar solunum sırasında organik madde ile oksijenin tepkimesinden enerji üretmektedirler ve bu yüzden sistemdeki organik madde yükünün artması solunumla birlikte oksijen tüketimini arttıracak ve zamanla sistemde bulunan oksijen miktarında ciddi azalmalar yaşanacaktır.¹¹⁷ Oksijenin denizel ekosistemlerin sağlığı için oldukça önemli bir parametre olduğu göz önünde bulundurulduğunda oksijen azlığıyla birlikte başta balık popülasyonları olmak üzere birçok farklı deniz canlısı olumsuz yönde etkilenmektedir.¹¹⁸

Ekosistem açısından önemli tehlikeler barındıran kirleticiler Türkiye denizlerinde dikkat edilmesi gereken önemli bir unsurdur. Özellikle Marmara bölgesindeki, başta İstanbul olmak üzere, şehirlerin nüfus yoğunluğu ve endüstriyel faaliyetlerinin boyutu göz önünde bulundurulduğunda, denizel ortamdaki kirleticiler Marmara Denizi ekosistemi için önemli bir baskı unsurudur (Şekil 10).

Şekil 10. Marmara Bölgesinde Bulunan Alanlarda Evsel Atık Sulardan Kaynaklanan Azot Yük Oranları



Kaynak: Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK'ün 6 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

¹¹⁴ Aktan, Y., Dede A. Çiftçi, P.S.; Mucilage events associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey; Harmful Algae News, an IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms, 2008.

¹¹⁵ Tüfekçi V., Balkıs N., Beken C.P., Ediger D. and Mantıkcı M. (2010), Phytoplankton Composition and Environmental Conditions of the Mucilage Event in the Sea of Marmara, Turk J Biol, 2010, 34: 199-210.

¹¹⁶ Taş, S., Kuş, D., Yılmaz, I. N., Temporal variations in phytoplankton composition in the north-eastern Sea of Marmara: potentially toxic species and mucilage event, Mediterranean Marine Sciences, 2020, 21/3, 668-683.

¹¹⁷ Tugrul, S. and Polat, Ç., Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the Sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the Black Sea, Water Science and Technology, 1995, 32(2): 115-121.

¹¹⁸ Karydis, M., Eutrophication Assessment of coastal waters based on indicators: a literature review, Global NEST Journal, 2009, 11(4): 373-390.

Marmara Denizi bölüm 1.2.1’de de özetlendiği üzere Karadeniz ve Akdeniz ile boğazlar vasıtasıyla bağlantılı ve farklı özelliklere sahip Akdeniz ve Karadeniz sularının tabakalaşması sonucu oluşan bir iç denizdir. Marmara Denizi’ne nüfus ve endüstri baskısına ek olarak Karadeniz üzerinden de yüklü miktarlarda besin tuzu girdisi olmaktadır (Tablo 2).^{119,120} Karadeniz, nehir girdisi açısından oldukça zengin bir sistemdir ve başta Tuna Nehri olmak üzere Dinyeper ve Dinyester nehirleri üzerinden Karadeniz sularına yüksek miktarlarda besin tuzları taşınmaktadır.^{121,122,123}

Tablo 2. Karadeniz’den Marmara Denizi’ne ve Marmara Denizi’nden Karadeniz’e Taşınan Besin Yüklü Miktarı

İstanbul Boğazı Karadeniz girişinden üst tabaka ile Marmara’ya gelen kirlilik	
Toplam İnorganik Azot (TIN)	50 t N/Gün
Toplam Fosfor (TP)	11 t P/Gün
Toplam Organik Karbon (TOK)	2340 t TOK/Gün
Boğaz alt tabaka akımı yoluyla Karadeniz’e verilen, ağırlıklı olarak İstanbul atıksu deşarjları kaynaklı kirlilik	
Toplam İnorganik Azot (TIN)	85 t N/Gün
Toplam Fosfor (TP)	22,5 t P/Gün
Toplam Organik Karbon (TOK)	1236 t TOK/Gün

Kaynak: Kaynak: Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK’ün 6 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

Karadeniz sistemine giren besin tuzları Karadeniz’in sahip olduğu akıntı sistemiyle birlikte güneybatı Karadeniz’e taşınıp İstanbul Boğazı üzerinden Marmara Denizi’ne ulaşmaktadır.¹²⁴ 1950’li yıllardan itibaren azot kullanımındaki ciddi artışla birlikte Tuna Nehri’nin kirletici baskısı Karadeniz ve Marmara Denizi üzerinde artış göstermiştir.^{125,126} Fakat 1990’lı yıllarda uygulanan önlem politikaları sayesinde taşınan besin tuzu miktarlarında meydana gelen azalmayla birlikte Tuna Nehri’nin bu denizler üzerindeki

¹¹⁹ Orhon, D., Uslu, O., Salihoğlu, S. and Filibeli, I., Waste-water management for Istanbul: basis for treatment and disposal, Environ. Pollut., 1994, 84:167-178.

¹²⁰ Tugrul, S. and Polat, Ç., Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the Sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the Black Sea, Water Science and Technology, 1995, 32(2): 115-121.

¹²¹ Cociasu, A., Diaconu, V., Teren, L., Nae, I., Popa, L., Dorogan, L., Malciu., V., Nutrient stocks on the Western shelf of the Black Sea in the last three decades, In Özsoy, E., Mikaelyan, A. (Ed.). Sensitivity to change: Black Sea, Baltic and North Sea, NATO ASI Series, Kluwer Academic Publishers, 1997, 49-63.

¹²² Oğuz, T., Salihoğlu, B., Fach, B., A coupled plankton-anchovy population dynamics model assessing nonlinear controls of anchovy and gelatinous biomass in the Black Sea, Marine Ecology Progress Series, 2008, 369, 229-256.

¹²³ Yücel, M., Özkan, K., Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Mantıkçı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkin, Ş. S., Tuğrul, S., Salihoğlu, B., Marmara Denizi’nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, Güncel Baskılar ve Çözüm Önerileri, TÜBA, 2021, s.249-268.

¹²⁴ Beşiktepe, Ş., Özsoy, E., Ünlüata, Ü., Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles lower layer inflow, Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 1993, 40(9), 1815-1838.

¹²⁵ Kroiss, Helmut, Zessner., Matthias, Lampert, Christoph., Nutrient Management in the Danube Basin and Its Impact on the Black Sea, Journal of Coastal Research, 2003, 19(4), 898-906.

¹²⁶ Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., Heussner, S., River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades?, Progress in oceanography, 2009, 80(3-4), 199-217.

baskısında da geçmişe göre azalmalar olduğunu söylemek mümkündür.^{127,128} Ek olarak yapılan bir araştırmaya göre 1990'lı yıllarda Karadeniz kaynaklı besin tuzu girdileri Marmara sistemi için etken bir role sahipken zamanla Marmara Denizi'ne kıyısı olan şehirlerde artan nüfusa paralel olarak şehir ve sanayi kaynaklı kirlilikte yaşanan artış majör bir hal almaya başlamıştır (Tablo 2).^{129,130} 15 milyonu aşan nüfusuyla birlikte İstanbul şehri, İzmit, Gemlik, Bandırma körfezleri ve Tekirdağ bölgesi Marmara Denizi için en önemli kirlilik kaynaklarının başında gelmektedir (Şekil 11).¹³¹ Örneğin bir sanayi bölgesi olarak İzmit Körfezi petrol rafinerileri, tersane, çimento, gübre, tarım ilacı, metal, deterjan ve boya fabrikaları başta olmak üzere bölgedeki yoğun gemicilik faaliyetlerinin doğurduğu bir kirliliğin baskısı altındadır ve bu durum bölge su kalitesini doğrudan etkilemektedir.^{132,133} Öyle ki bölgede gelişen ötrofik koşullar sudaki çözülmüş oksijen miktarını ciddi oranlarda azaltmış ve 2016 yılında ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından yürütülen bir araştırmada İzmit'in doğu baseninde mikromolar seviyelerde H₂S kimyasalına rastlanmıştır.

Tüm bunlara ek olarak, Marmara Bölgesi'nde üretilen, kısmen arıtılmış sanayi ve şehir atık sularının bir kısmının Marmara Denizi'nin alt tabakalarına deşarj edilerek Marmara sisteminden uzaklaştırması planlansa da yapılan bu deşarjların büyük çoğunluğunun tekrar üst tabaka sularına karışarak Marmara Denizi'ne geri döndüğü bilinmektedir.^{134,135} Bu durum üst tabakaya karışan kirlilik kaynaklı besin tuzlarının

¹²⁷ Kroiss., Helmut, Zessner., Matthias, Lampert, Cristoph., Nutrient Management in the Danube Basin and Its Impact on the Black Sea, Journal of Coastal Research, 2003, 19(4), 898-906.

¹²⁸ Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., Heussner, S., River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades?, Progress in oceanography, 2009, 80(3-4), 199-217.

¹²⁹ Polat, Ç. and Tuğrul, S., Nutrient and Organic Carbon Exchanges between the Black and Marmara Seas through the Bosphorus Strait, Cont. Shelf Res., 1995, 15 (9): 1115-1132.

¹³⁰ MEMPIS Konsorsiyumu, Marmara Sea of Marmara basin environmental master plan and investment strategy final report, The Ministry of environment and forestry European Investment Bank, 2007, 120 pp.

¹³¹ Ediger, D., Beken, Ç., Yüksek, A., Tuğrul, S., Eutrophication in the Sea of Marmara. In: The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.) Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Istanbul, 2016, Publication No.42, pp. 723-736.

¹³² Tüfekçi V., Balkıs N., Beken C.P., Ediger D. and Mantıkçı M. (2010), Phytoplankton Composition and Environmental Conditions of the Mucilage Event in the Sea of Marmara, Turk J Biol, 2010, 34: 199-210.

¹³³ Taş, S., Kuş, D., Yılmaz, I. N., Temporal variations in phytoplankton composition in the north-eastern Sea of Marmara: potentially toxic species and mucilage event, Mediterranean Marine Sciences, 2020, 21/3, 668-683.

¹³⁴ Yücel, M., Özkan, K., Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Mantıkçı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkın, Ş. S., Tuğrul, S., Salihoğlu, B., Marmara Denizi'nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, Güncel Baskılar ve Çözüm Önerileri, TÜBA, 2021, s.249-268.

¹³⁵ Yücel, M., Akçay, I., Örek, H., Tezcan, D., Özkan, K., Özhan, K., Arkın, S.S., Fach, B., Alimli, N., Sevgen, S., Husrevoglu, S., Mantıkçı, M., Salihoğlu, B., Tuğrul, S., Recent oxygen loss and redox-dependent alteration of seafloor iron, sulfur, nitrogen and phosphorus biogeochemistry in the Sea of Marmara, Ocean Sci. Meet, 16–21. February 2020, San Diego, California.

buradaki canlılar tarafından kullanılmasına ve Marmara Denizi'nin ötrofikasyon açısından duyarlı bir hale gelmesine neden olmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında sonuç olarak şehir, sanayi ve Karadeniz kaynaklı girdilerin kontrolü ve baskısı altında besin tuzlarında görülen artış dolayısıyla Marmara Denizi'nde ötrofik koşulların gelişmeye başlaması üretilen organik madde miktarında artışa sebep olmuş ve bu durum gün geçtikçe Marmara sisteminin oksijensizleşmesini beraberinde getirmiştir (Şekil 11).^{136,137,138}

Denizel ortamlardaki metallerin türü ve miktarı da ekosistem sağlığı için değerlendirilmesi gereken önemli kimyasal parametrelerin başında gelmektedir. Şimdiye kadar yapılan çeşitli çalışmalar genel anlamda deniz suyu, sediman ve biyota gibi farklı denizel ortam ara yüzlerinin içerdiği metal türlerine ve miktarına odaklanmıştır. Bu kapsamda Marmara Denizi ve çevresi özelinde gerçekleştirilen çalışmaların derlendiği liste Tablo 3'de sunulmuştur.¹³⁹ Söz konusu çalışmalara ek olarak, Marmara sisteminde yaşanan müsülaj patlamasından sonra yeni bir denizel ara yüz olarak müsülajın tuttuğu metal türleri ve miktarlarını anlamak önemli bir soru haline gelmiştir. Bu kapsamda ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na sunduğu "Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu" adlı çalışmada ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü laboratuvarlarında yapılan ölçümler vasıtasıyla ilk defa müsülajın yapısında biriken metallerin miktarları ortaya konulmuştur.¹⁴⁰ Bu çalışmanın sonucunda müsülaj sırasında oluşan deniz salyasında yüksek miktarda metallere rastlanmıştır (Tablo 2). Müsilajın içerdiği metal değerleri deniz suyu değerlerinden çok daha fazla olup görece sedimanda biriken metal değerlerine yakın veya daha fazladır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda ekosistem sağlığı açısından müsülajın taşındığı ve depolandığı bölgeler için risk içerdiğini söylemek mümkündür. İlgili karşılaştırma daha önce yapılan çalışmalar ışığında sonuçları yukarıda özetlenen Tablo 3'de sunular değerler üzerinden yapılmıştır. Farklı bölgelerden alınan bu örnekler arasındaki varyasyon çoğu metallerde yüksek seviyededir. Özellikle Pb değerlerinde 20 kata varan bir fark gözlemlenmiştir. Bu farklılık

¹³⁶ Yücel, M., Özkan, K., Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Mantıkçı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkin, Ş. S., Tuğrul, S., Salihoğlu, B., Marmara Denizi'nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, Güncel Baskılar ve Çözüm Önerileri, TÜBA, 2021, s.249-268.

¹³⁷ Yücel, M., Akçay, İ., Örek, H., Tezcan, D., Özkan, K., Özhan, K., Arkin, Ş.S., Fach, B., Alimli, N., Sevgen, S., Husrevoglu, S., Mantikci, M., Salihoglu, B., Tugrul, S., Recent oxygen loss and redox-dependent alteration of seafloor iron, sulfur, nitrogen and phosphorus biogeochemistry in the Sea of Marmara, Ocean Sci. Meet, 16–21. February 2020, San Diego, California.

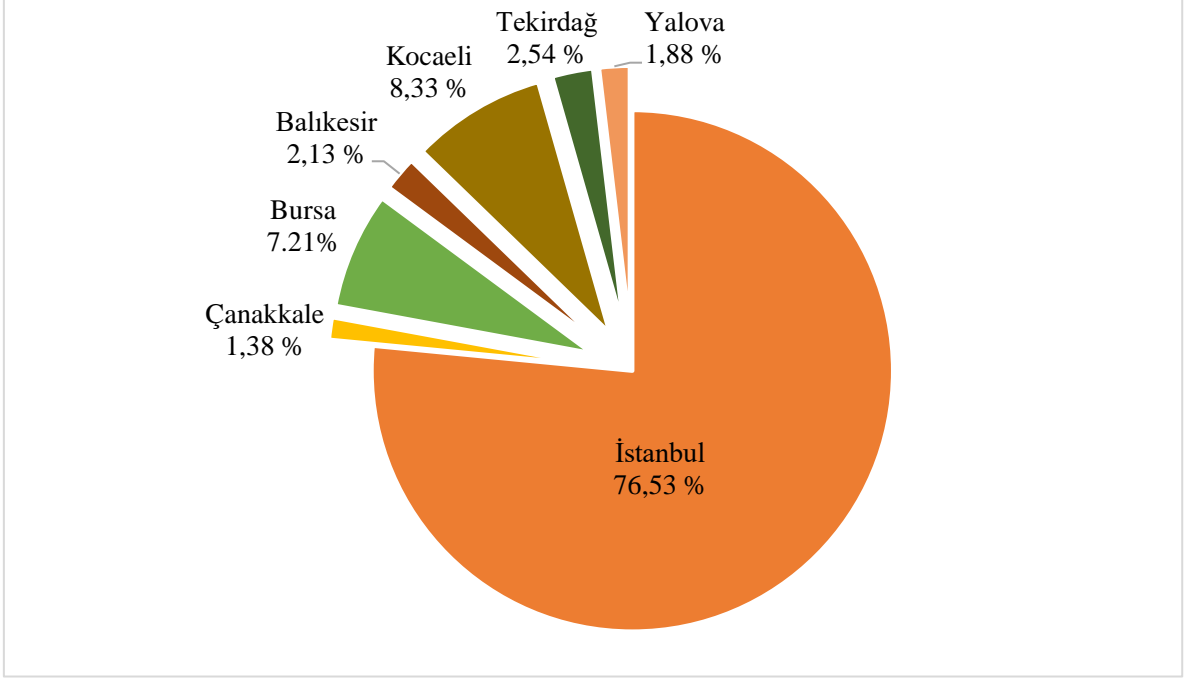
¹³⁸ Tuğrul, S. and Polat, Ç., Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the Sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the Black Sea, Water Science and Technology, 1995, 32(2): 115-121.

¹³⁹ Özhan, K., Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

¹⁴⁰ A.g.e.

farklı bölgelerde oluşan müsilajın oluştukları bölgenin karakteristik özelliklerini taşıyabileceğini göstermiştir.

Şekil 11. Marmara Denizi'ne Yapılan Deşarj Miktarının Şehirlere Göre Dağılımı (m³/gün)



Kaynak: Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK'ün 6 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

Tablo 3. ODTÜ-DBE Tarafından Müsilajın Metal İçeriğini Anlamaya Dair Gerçekleştirilen Çalışmanın Sonuçları

İstasyonlar	Cr (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (%)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
K42K30	9,4	177,8	4,4	2,5	15,2	12,3	87,4	1	201,1
K44L39	17	790,7	12,9	10	38,7	39,3	392,2	0,4	1715
K57J47	10,1	255,4	4,1	4,3	15	10,1	123,1	0,2	379,8
K23J57	17,1	759,6	13,4	6,6	22,7	89,5	151,1	1,1	69,3
ERL (mg/kg)	1,2				21	34	150	1,2	47
ERM (mg/kg)	9,6				52	270	410	9,6	218

Not: Eğer konsantrasyon değerleri < ERL= güvenli | Eğer konsantrasyon değerleri > ERM = riskli

Cr: Krom, Mn: Mangan, Fe: Demir, Co: Cobalt, Ni: Nikel, Cu: Bakır, Zn: Çinko, Cd: Kadmiyum, Pb:Kurşun

Kaynak: Özhan, K., Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

Tablo 4. Marmara Denizi ve Çevresinde Yapılan Çalışmalarda Farklı Ara Yüzlerde (Deniz Suyu, Sediman ve Biyota) Ölçülmüş Metal Değerleri

Yayın Adı	Ara Yüz	Cr	Mn	Fe (%)	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Balkis vd. 2007 ¹⁴¹	sediman (mg/kg) ortalama±ss	57.9±15	548±67	4.9±0.5	0.03±0	31.6±14	27.8±9.9	40.8±9.5	0.4±0.1	17.2±5.2

¹⁴¹ Balkis, N., Topcuoğlu, S., Güven, K. C., Öztürk, B., Topaloğlu, B., Kirbaşoğlu, Ç., Aksu, A., Heavy metals in shallow sediments from the Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea regions of Turkey, Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment, 2007, 13(2).

Okay vd. 2008 ¹⁴²	sediman (mg/kg) ortalama±ss	79±53	337±138	2.7±1.3		30±22	57±53	128±207	2.0±2.7	92±124
Topcuoglu vd. 2004 ¹⁴³	sediman (mg/kg) ortalama±ss	61.5±0.73	372.9±1.9	14.9±0.45	11.06±0.24	53.88±0.70	12.7±0.4	43.6±0.1	<0.02	22.7±2.1
Topcuoglu vd. 2004 ¹⁴⁴	sediman (mg/kg) ortalama±ss	27.2±1.60	273.6±0.5	6.0±0.36	10.54±2.78	20.53±0.47	30.6±0.1	34.1±0.1	<0.02	31.9±1.7
Topcuoglu vd. 2004 ¹⁴⁵	sediman (mg/kg) ortalama±ss	54.5±0.27	384.2±1.9	11.9±0.36	4.3±0.67	41.30±1.59	16.8±0.2	50.9±0.1	0.50±0.12	21.6±3.6
Boran ve Altınok, 2010 ¹⁴⁶	Karadeniz deniz suyu (mg/L) min-max		0.00038-0.0016	0.00004-0.0004		0.0004-0.0007	0.00006-0.0005			0.00002-0.00004
Altas ve Buyukgungor, 2007 ¹⁴⁷	Karadeniz deniz suyu (mg/L) min-max		0.030-0.252			0-0.133	0.003-0.310	0.003-0.555	0.004-0.067	0.001-0.307
Topcuoğlu vd. 2002 ¹⁴⁸	Organizma (mg/kg) min-max	<0.06-7.58	3.9-22.8	0.087-0.550	<0.05-5.36		7.2-72.2	73.3-512.5	<0.02-41.1	<0.05-2.60
Strezov ve Nonova, 2003 ¹⁴⁹	Organizma (mg/kg) min-max		9.0-60	0.111-0.567			0.3-9.0		0.10-1.87	0.4-6.3
Bakan ve Böke-Özkoç, 2008 ¹⁵⁰	Organizma (mg/kg) min-max	7.65-11.3	46.9-73.05				11.75-23.25	312.2-396.5	<0.02	<0.05-108.6
Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (2016) ¹⁵¹	Organizma (mg/kg) Karides-Midye	0.15-0.43						6.36-51.6	0.006-0.247	0.19-0.32
Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (2014-2016 arası) ¹⁵²	Organizma (mg/kg) Midye min-max	0.257-0.882						45-49.6	0.139-0.380	0.257-0.307

Cr: Krom, Mn: Mangan, Fe: Demir, Co: Cobalt, Ni: Nikel, Cu: Bakır, Zn: Çinko, Cd: Kadmiyum, Pb: Kurşun
Kaynak: Özhan, K., Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021, s.103.

¹⁴² Okay, O. S., Pekey, H., Morkoc, E., Başak, S., Baykal, B., Metals in the surface sediments of Istanbul Strait (Turkey), Journal of Environmental Science and Health Part A, 2008, 43(14), 1725-1734.

¹⁴³ Topcuoğlu, S., Kirbaşoğlu, Ç., Yılmaz, Y. Z., Heavy metal levels in biota and sediments in the northern coast of the Marmara Sea, Environmental Monitoring and Assessment, 2004, 96(1), 183-189.

¹⁴⁴ A.g.e.

¹⁴⁵ A.g.e.

¹⁴⁶ Boran, M., Altınok, I., A review of heavy metals in water, sediment and living organisms in the Black Sea, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2010, 10(4).

¹⁴⁷ Altaş, L., Büyüküngör, H., Heavy metal pollution in the Black Sea shore and offshore of Turkey, Environmental Geology, 2007, 52(3), 469-476.

¹⁴⁸ Topcuoğlu, S., Kirbaşoğlu, Ç. and Güngör, N., Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998. Environ. Int., 2002, 27: 521-526.

¹⁴⁹ Strezov, A., Nonova, T., Monitoring of Fe, Mn, Cu, Pb and Cd levels in two brown macroalgae from the Bulgarian Black Sea coast, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2003, 83(12), 1045-1054.

¹⁵⁰ Bakan, G., Özkoç, H. B., An ecological risk assessment of the impact of heavy metals in surface sediments on biota from the mid-Black Sea coast of Turkey, International Journal of Environmental Studies, 2007, 64(1), 45-57.

¹⁵¹ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TÜBİTAK-MAM, "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016: Marmara Denizi Özet Raporu", Kocaeli, 2017.

¹⁵² Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşleri 2014-2016 Marmara Denizi Özet Raporu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2017, s.79.

1.2.3 İklim Değişikliği ve Küresel Isınma

Zaman içinde sera gazlarının aşırı kullanımı yeryüzünün sıcaklığında belirli miktarlarda bir artışa (~1 °C) neden olmuştur ve yapılan araştırmalar, uygun önlemler geciktirildiği takdirde sıcaklık yükseliş eğilimlerinin devam edeceği yönündedir.¹⁵³ Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC)'nin 2019 raporuna göre şimdiye kadar bu sıcaklık artışı ve iklim değişiminin en önemli etkileri; deniz suyu sıcaklık ve asitlik değerlerinde artış, denizlerin çözülmüş oksijen seviyelerinde azalış, buzulların erimesi ve bunun bir sonucu olarak deniz seviyelerinde görülen yükseliş olarak karşımıza çıkmıştır.¹⁵⁴ Günümüzde iklim değişikliği ve küresel ısınma global ölçekte ciddi bir sorun olduğu kadar Türkiye denizlerini doğrudan etkileyen faktörlerin de başında gelmektedir. Örneğin, Akdeniz bölgesinde yıllar içinde iklim değişikliğinin etkisiyle gözlemlenen sıcaklık artışı global ölçekte gözlemlenen artıştan % 25 daha fazla olarak 1,4 °C seviyelerindedir.¹⁵⁵ Bölgedeki yüksek sıcaklık artışının etkilerinin Akdeniz suları için de önemli sonuçları olmuştur ve deniz suyu sıcaklığında yer yer 2 °C'ye varan artışlar yaşanmıştır (Şekil 12).¹⁵⁶ Buna ek olarak, Akdeniz suyunun pH değerleri azalmış (asitlenmiş) ve deniz seviyesi 6 cm kadar yükselmiştir.¹⁵⁷ Yıllar içinde iklim değişikliği kaynaklı benzer etkiler Karadeniz üzerinde de görülmeye başlanmıştır (Şekil 13). Karadeniz sistemindeki sıcaklık artışı ortalama 2 °C civarındadır ve sıcaklık artışı yazları daha fazla olacak şekilde mevsimsel olarak değişkenlik göstermektedir.¹⁵⁸ Buna ek olarak iklim değişikliğinin de etkisiyle 1990'ların ortalarından sonra Karadeniz yüzey sularının sahip olduğu besin tuzu miktarlarında ve biyolojik üretimde azalmalar meydana gelmiştir.¹⁵⁹

Benzer sıcaklık eğilimleri Marmara sistemi için de geçerlidir (Şekil 14). İstanbul Boğazı'nda yapılan incelemeler Marmara Denizi yüzey sularının sıcaklığında yıllar içinde artış meydana geldiğini göstermektedir. Boğazın Karadeniz çıkışında sıcaklık yılda 0,07 °C

¹⁵³ IPCC, 2009, Technical Summary. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (eds. Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B., Weyer, N.M.).

¹⁵⁴ A.g.e.

¹⁵⁵ Salihoğlu, B., Şahin-Yücel, E., Ibello, V., Yücel, M., İklim Değişikliği, Ekosistem Servisleri ve Bölgesel Yönetim Stratejileri (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021, pp. 1-23.

¹⁵⁶ Pastor, F., Valiente J.A., Khodayar S., A warming Mediterranean: 38 Years of increasing sea surface temperature, Remote Sensing 12: 2687, 2020, doi: 10.3390/rs12172687.

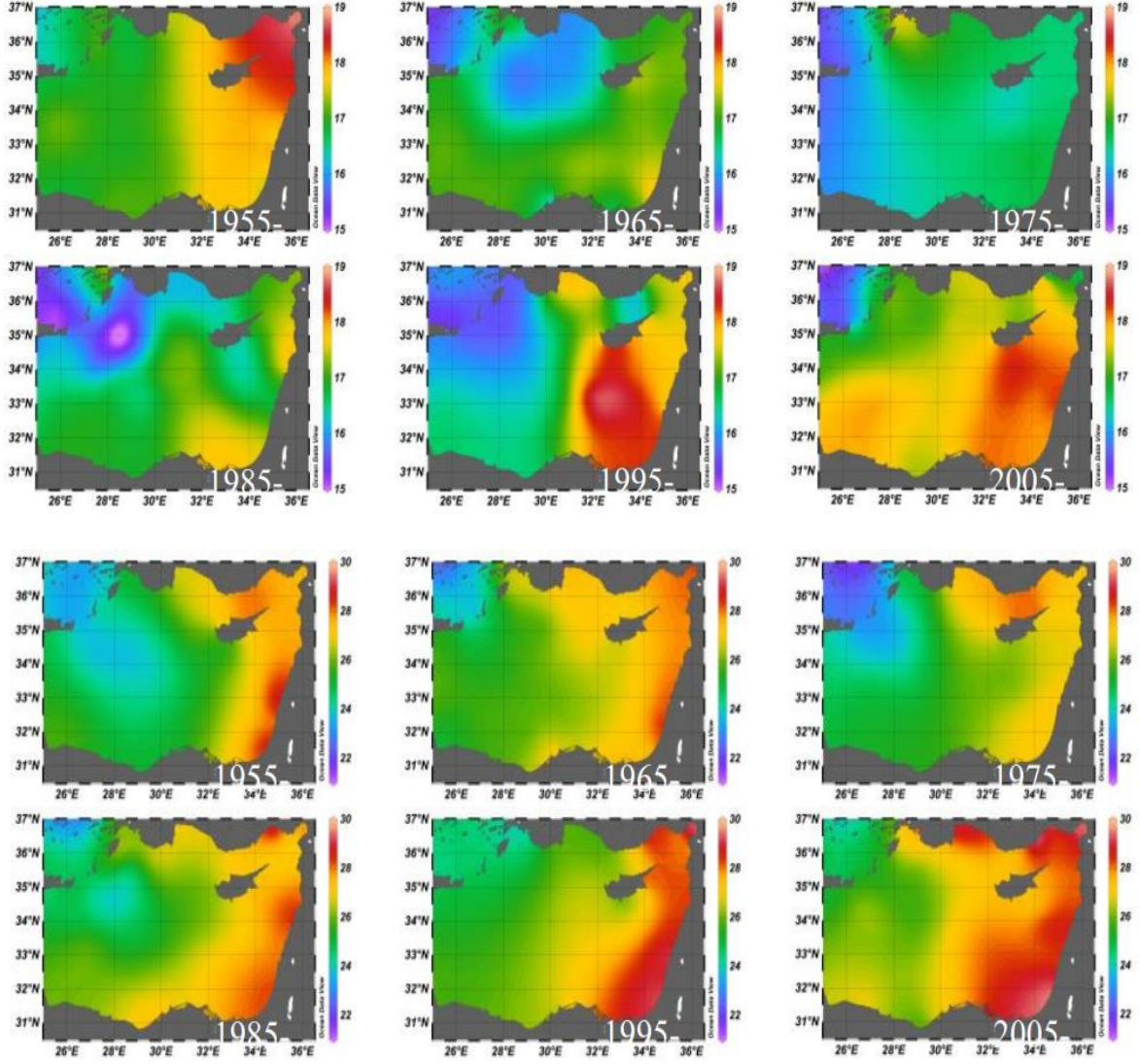
¹⁵⁷ A.g.e.

¹⁵⁸ Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J.P., Iglesias, A., Lange, M.A., Lionello, P., Llasat, M.C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M.N., Xoplaki, E., Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean, Nature Climate Change, 2018, 8: 972- 980.

¹⁵⁹ A.g.e.

kadar artmaktayken Marmara Denizi çıkışında sıcaklık artışı yılda 0,15 °C seviyelerindedir.¹⁶⁰ 1993-2020 arasında toplanan verilerin derlenmesiyle Marmara alt tabaka suyunun tuzluluğunun ve sıcaklığının da yükseldiği görülmektedir.¹⁶¹ ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen analizler de bu durumu gözler önüne sermektedir (Şekil 15).

Şekil 12. Doğu Akdeniz’de Yıllara Göre Yüzey Suyu Sıcaklığı Değişimleri (1955-2005)



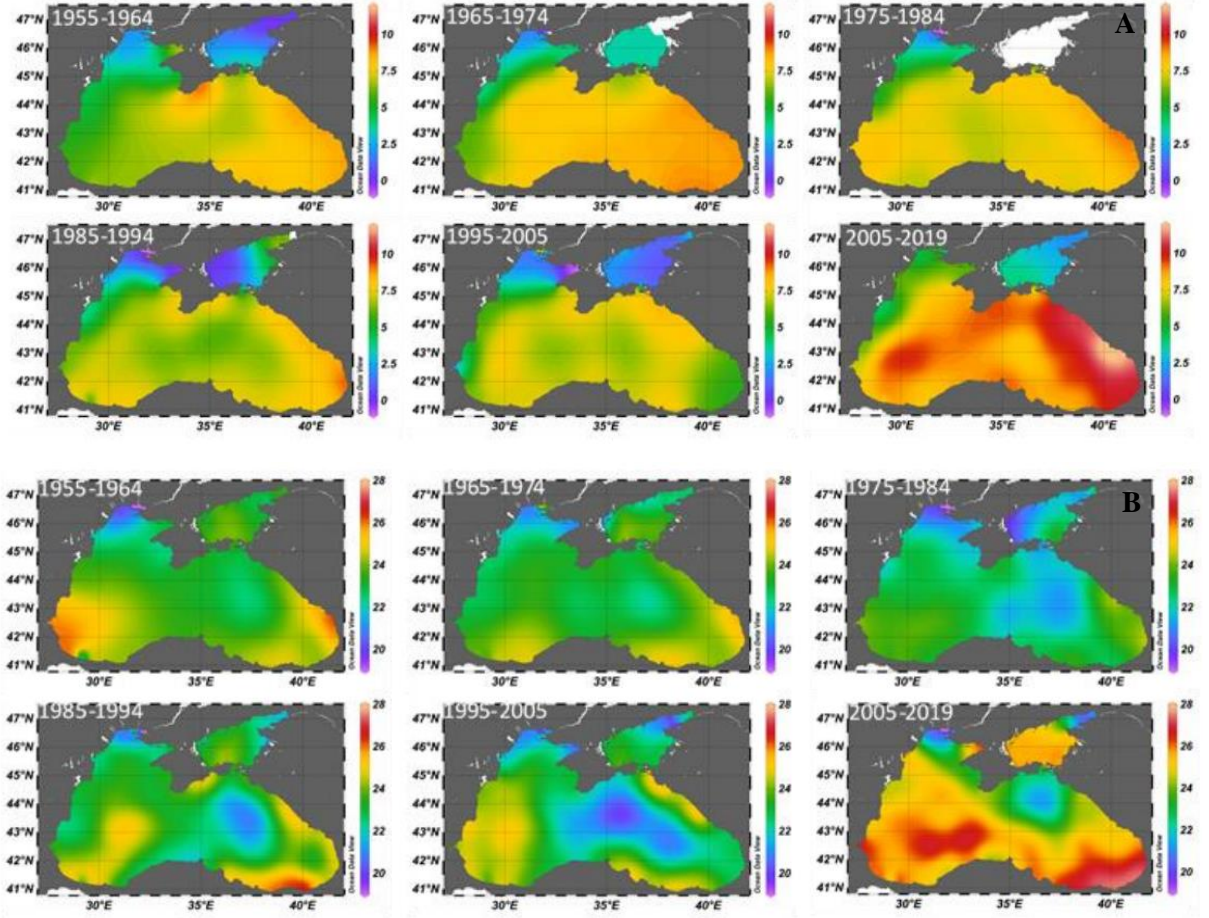
A) Ocak, Şubat, Mart ayları, B) Temmuz, Ağustos, Eylül ayları

Kaynak: Salihoğlu, B., Şahin-Yücel, E., Ibello, V., Yücel, M., İklim Değişikliği, Ekosistem Servisleri ve Bölgesel Yönetim Stratejileri (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021, pp. 1-23.

¹⁶⁰ Altıok, H., Dökümcü, K., Mutlu, S., Öztürk, İ., Ediger, D., Yüksek, A., İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi’nde İklim Değişikliği Göstergeleri (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021, pp. 48-62.

¹⁶¹ A.g.e.

Şekil 13. Karadeniz’de Yıllara Göre Yüzey Suyu Sıcaklığı Değişimleri (1955-2019)



A) Ocak, Şubat, Mart ayları, B) Temmuz, Ağustos, Eylül ayları

Kaynak: Salihoğlu, B., Şahin-Yücel, E., Ibello, V., Yücel, M., İklim Değişikliği, Ekosistem Servisleri ve Bölgesel Yönetim Stratejileri (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021, pp. 1-23.

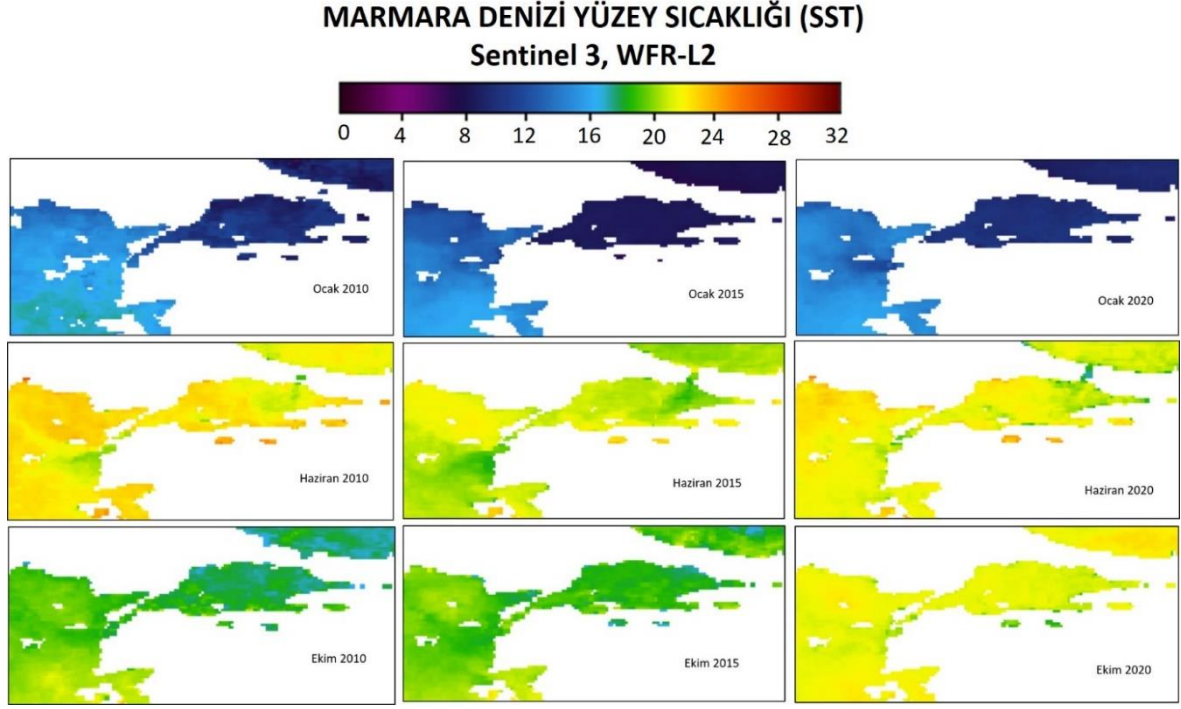
Denizlerdeki sıcaklık artışından dolayı temel olarak sağlıklı bir ekosistem için gerekli olan biyojeokimyasal döngülerin, besin ağlarının işleyişinin ve bunlardan faydalanan canlı gruplarının olumsuz yönde etkileneceği belirtilmiştir.¹⁶² Bu durum göz önünde bulundurularak, ekosistem dengesini bozan dış etkenlere (avcılık, kirlilik, kıyılarda yapılaşma vb.) ek olarak iklim değişikliğinin de denizel sistemleri doğrudan etkilediğini söylemek mümkündür.¹⁶³ Deniz suyu sıcaklık artışı ile planktonlarda görülen solunum miktarı fotosentez miktarına oranla daha fazla artacak ve denizlerin CO₂ tutulumu

¹⁶² Edwards, E., Impacts and effects of ocean warming on plankton. Chapter: 3.2, In: Explaining ocean warming: Causes, scale, effects and consequences, Full report, (eds., Laffoley, D., Baxter, J.M.) Gland, Switzerland: IUCN, 2016, pp. 75-86.

¹⁶³ Gissi, E., Manea, E., Mazaris, A.D. et al., A review of the combined effects of climate change and other local human stressors on the marine environment, Science of the Total Environment, 2021, 755: 142564.

zayıflayacaktır.¹⁶⁴ Böylece ekosistemde dengesizlikler meydana gelecek ve bu durum ötrofikasyon ve müsilaj tehdidini arttıracaktır.¹⁶⁵

Şekil 14. Yıllara Göre Marmara Denizi Yüzey Suyu Sıcaklık Değişimi



Kaynak: Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

Denizlerdeki sıcaklık artışının bir diğer etkisi ise ısınma ile birlikte zaman içinde su kütlelerinin fiziksel özelliklerinin değişmesi ve dikey olarak denizlerde tabakalaşmanın artması olacaktır.¹⁶⁶ Tabakalaşma sonucu farklı tabakalar arasındaki biyojeokimyasal alışveriş daha sınırlı hale gelecek ve bu durumun sistem üzerinde olumsuz etkileri olacaktır. İklim değişikliğinin bir başka önemli etkisi ise sudaki oksijen çözünürlüğünün azalmasıyla birlikte denizlerin oksijensizleşme gibi ekosistem sağlığını doğrudan etkileyen problemlerle karşı karşıya kalmasıdır.¹⁶⁷ Tüm bunların yanında, iklim değişikliğiyle birlikte okyanus asitlenmesi tüm denizler için önemli bir tehdit unsuru olarak gün yüzüne çıkmaktadır ve insan kaynaklı CO₂ salınımlarında meydana gelen artışın denizler üzerindeki

¹⁶⁴ López-Urrutia, A., San Martín, E., Harris, R.P., Irigoien, X., Scaling the metabolic balance of the oceans, *Proc Natl Acad Sci U.S.A.*, 2006, 103(8): 739-744.

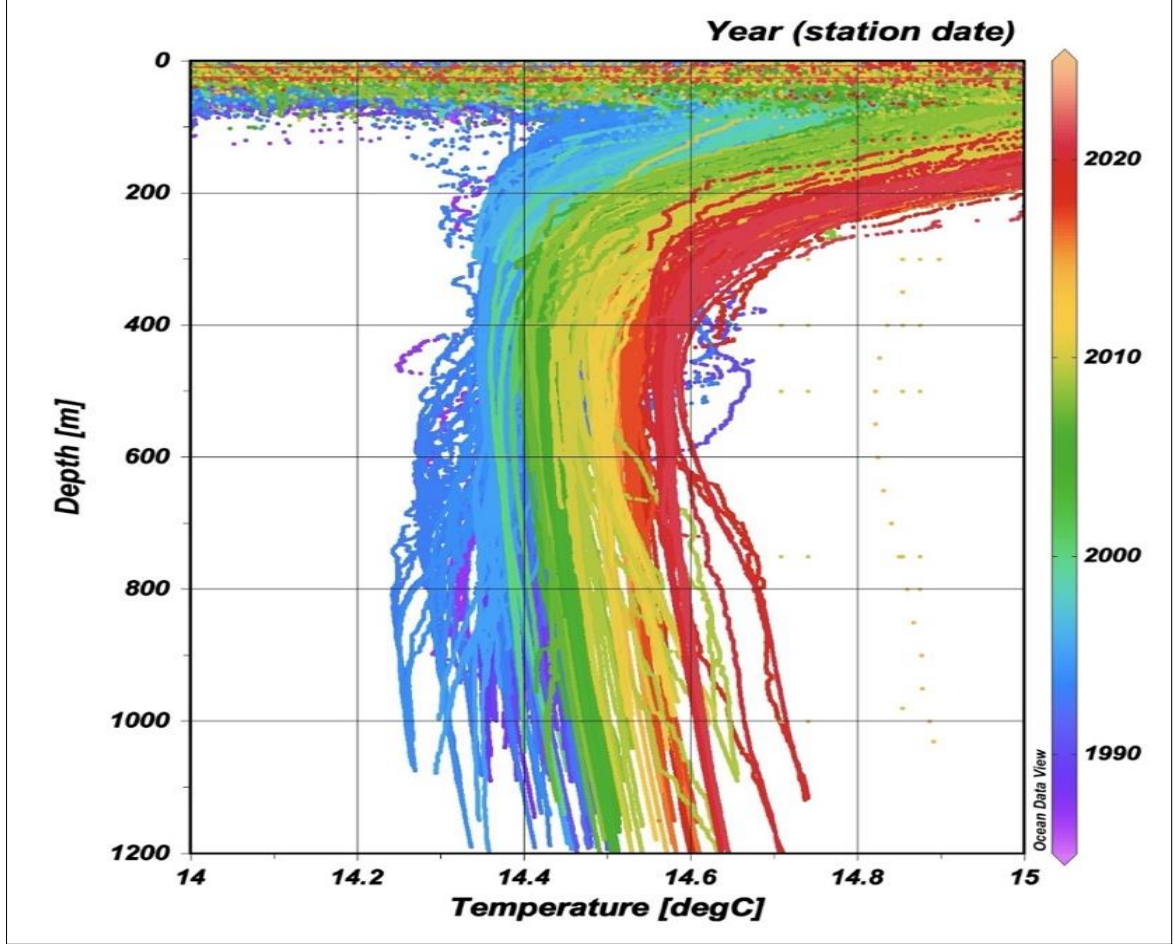
¹⁶⁵ Mantıkçı, M., Denizlerdeki Isınmanın Plankton Solunumu ve Birincil Üretime Etkisi (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.), İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021, pp. 79- 85.

¹⁶⁶ O'Connor, M.I., Pichler, M.F., Leech, D.M., Anton, A., Bruno, J.F., Warming and resource availability shift food web structure and metabolism, *PLoS Biol* 7, 2009, doi: 10.1371/journal.pbio.1000178.

¹⁶⁷ IPCC, 2019, Technical Summary, In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (eds. Pörtner, H.O., Roberts, D.C., MassonDelmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B., Weyer, N.M.).

etkisi aktif bir araştırma konusudur.^{168,169,170} Denizel ortama giren CO₂, sistemin pH değerini düşürmekte ve asitliğini arttırmaktadır. Asitliğin yükselmesi denizde yaşayan birçok canlı için olumsuz etki yaratacağından bütünsel anlamda deniz ekosistemi için tehdit oluşturmaktadır.

Şekil 15. Marmara Denizi Yıllara Göre Su Kolonu Sıcaklık Değişimi



Kaynak: ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Veritabanı; Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

Örneğin, Karadeniz'de gerçekleştirilen çalışmalar Karadeniz'de gerçekleşen asitlenmenin global okyanus sistemine göre çok daha hızlı ilerlediğini ortaya koymuştur.^{171,172,173} Öyle ki son 50 yıl içinde Karadeniz sisteminde yüzey ve yüzey altı

¹⁶⁸ Bindoff, N.L. et al., Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds., Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, UK and USA, 2007.

¹⁶⁹ Kroeker KJ, Kordas RL, Crim R, Hendriks IE, Ramajo L, Singh GS, Duarte CM, Gattuso JP., Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming, Global Change Biology, 2013, 19(6): 1884-1896.

¹⁷⁰ Schuckmann K., Traon P-Y L..... Zupa W., Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5, Journal of Operational Oceanography, 2021, 14:sup1, 1-185, DOI: 10.1080/1755876X.2021.1946240.

¹⁷¹ Bates, N.R., Peters, A.J., The contribution of atmospheric acid deposition to ocean acidification in the subtropical North Atlantic Ocean, Marine Chemistry, 2007, 107: 547-58.

sularının pH değerlerinde sırasıyla 0.06 ve 0.57 miktarlarında azalış meydana gelmiştir.^{174,175}

Sonuç olarak, tüm bunlar göz önünde bulundurularak iklim değişimin etkileri bütünsel anlamda düşünüldüğünde denizel sistemlerin ekosistem sağlığını olumsuz yönde etkileyecek faktörlere karşı hassasiyetinin her geçen yıl arttığını söylemek mümkündür. Bu durum global ölçekte bir problem olduğu kadar hâlihazırda var olan diğer baskı unsurlarına ek olarak Türkiye denizlerini de doğrudan etkilemektedir. Denizlerdeki bu hassasiyet artışı sistemleri ötrofikasyon ve müsilaj gibi tehditlerle karşı karşıya bırakmaktadır. Bu yüzden başta Marmara Denizi olmak üzere tüm denizlerimizde iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması adına gerekli önlemlerin alınması önem taşımaktadır.

1.3 MÜSİLAJ SORUNU BOYUTUYLA MARMARA BÖLGESİ

Nüfus yoğunluğu, kentleşme ve sanayileşme denizel ortamlar üzerindeki antropojenik baskıyı artırmaktadır. Söz konusu baskının etkilerini en aza indirmenin en önemli yollarından biri ise çevresel altyapının güçlendirilmesidir. Marmara Denizi özelinde değerlendirildiğinde ise, insan kaynaklı baskıların müsilaj oluşumunu tetikleyici temel faktörler arasında önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerdeki sosyo-ekonomik yapının ve mevcut çevresel altyapının incelenmesi gereğini ortaya koymaktadır. Müsilaj oluşumunu önleyici tedbir ve politikalar mevcut sosyo-ekonomik yapı ve çevresel altyapıya ilişkin durum değerlendirmesi çerçevesinde geliştirilmektedir.

1.3.1 Sosyo-Ekonomik Yapı

Bu bölümde Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerdeki nüfus, sağlık ve eğitim gibi sosyal yapı göstergeleri ile sanayi, inşaat, turizm, tarım, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi ekonomi göstergeleri incelenmiş; mevcut sosyo-ekonomik yapının müsilaj oluşumuna olası etkileri değerlendirilmiştir.

1.3.1.1 Nüfus

Günümüzde nüfus hareketlerinin çevre sorunları üzerindeki etkisi göz ardı edilemeyecek boyuttadır. Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj sorununun da temel sebeplerinden biri olan kirlilik, nüfus baskısı bağlamında değerlendirildiğinde bölgede

¹⁷² Olafsson, J., Olafsdottir, S.R., Benoit-Cattin, A., Danielsen, M., Arnarson, T.S., Takahashi, T., Rate of Iceland Sea acidification from time series measurements, *Biogeosciences*, 2009, 6: 2661-2668.

¹⁷³ Polonsky, A.B., Grebneva, E.A., The spatiotemporal variability of pH in waters of the Black Sea *Dokl Earth Sc*, 2019, 486: 669-674.

¹⁷⁴ A.g.e.

¹⁷⁵ Moiseenko, O.G., Konovalov, S.K., Kozlovskaya, O.N., Intraannual and long-term variations of the carbonate system of the aerobic zone in the Black Sea, *Phys Oceanogr*, 2011, 20: 435-450.

nüfusun ve nüfus artışının dikkatle ele alınması gereği ortaya çıkmaktadır. Komisyonun 03.08.2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Mustafa SARI, 25 milyonluk bir nüfusun evsel, endüstriyel ve tarım kaynaklı atığının Marmara Denizi'ne ulaştığını belirtmiştir.¹⁷⁶

TÜİK 2020 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre Marmara Denizi'ne kıyısı olan 7 il ülke nüfusunun % 28'ini oluşturmaktadır. Söz konusu iller nüfus içindeki paylarına bakıldığında ilk sırayı % 65'lik payla İstanbul almakta, onu sırasıyla Bursa, Kocaeli, Balıkesir, Tekirdağ ve Yalova takip etmektedir. Ülkedeki zorunlu kayıtlı istihdamın % 40'ı Marmara Bölgesi'ndedir. Bölgede nüfusun en yoğun olduğu il olan İstanbul'un net göç hızı (aldığı göç - verdiği göç) yıllara bağlı olarak değişkenlik gösterse de ekonomik faaliyetler, eğitim, sağlık, kültür-sanat alanındaki gelişmişliği ilin bölgesel ve sektörel yoğunlaşma merkezi olmasına neden olmaktadır. *“Türkiye’de göç eden yaklaşık her beş kişiden biri için İstanbul sunduğu imkânlarla cazip bir bölge olarak görülmektedir.”*¹⁷⁷ Bu durum özellikle atıksu ve katı atık yönetimi gibi kentsel altyapı hizmetleri üzerindeki baskıyı artırmaktadır. TOBB Sektörler ve Girişimcilik Daire Başkanı Ahmet Saygın Baban tarafından 13.10.2021 tarihli Komisyon toplantısında yapılan sunumda, İstanbul başta olmak bölgedeki bu yoğunlaşmanın istihdam, üretim, üretkenlik, nüfus ve gelir bağlamında değerlendirilerek Marmara'nın Türkiye'nin yüksek teknoloji üssü haline dönüştürülmesinin; ülkenin doğusuna yönelen sanayi aktivitesinin ise lojistik olanaklarla güçlendirilerek (Ankara/Konya/Kayseri hattını İskenderun/Mersin limanlarına bağlayacak altyapıyı oluşturmak) Orta Anadolu'yu ikinci Marmara Bölgesi'ne dönüştürmenin önemi vurgulanmıştır.¹⁷⁸

1.3.1.2 Sağlık

Ülke genelinde 2000 yılında toplam sağlık harcaması 8.248 milyon TL iken 2019 yılına gelindiğinde harcama tutarı 201.031 milyon TL'ye ulaşmış olup bu harcamanın % 78'ini genel devlet (merkezi devlet, mahalli idareler ve Sosyal Güvenlik Kurumu) harcamaları oluşturmaktadır. Son olarak 2015 yılı için yayımlanan TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Göstergesi Değerleri'ne göre Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerde bebek ölüm hızı, doğuştan beklenen yaşam süresi, hekim başına düşen müracaat sayısı, sağlığından memnuniyet oranı ve kamunun sağlık hizmetlerinden memnuniyet oranı bilgileri 5'te

¹⁷⁶ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

¹⁷⁷ İstanbul Kalkınma Ajansı, 2014-2023 İstanbul Bölge Planı. <https://www.istka.org.tr/media/1063/2014-2023-%C4%B0stanbul-b%C3%B6lge-plan%C4%B1.pdf>, Erişim Tarihi: 17.08.2021.

¹⁷⁸ TOBB Sektörler ve Girişimcilik Daire Başkanı Ahmet Saygın BABAN'ın 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

verilmiştir. Tabloya göre sağlığından memnuniyet oranı 7 ilde de % 70 ve üzerindedir. Kamunun sağlık hizmetlerinden memnuniyet oranı en düşük olan il İstanbul'dur. Ülke genelinde yapılan sağlık endeksi sıralamasına göre ise İstanbul söz konusu 7 il içerisinde ilk sırada, 81 il içerisinde ise 29. sırada yer almaktadır.

Marmara Denizi'ne kıyısı olan 7 ildeki sağlık hizmetleri altyapısına bakıldığında toplamda 370 hastane ve 61.722 hasta yatak sayısı ile sağlık hizmetleri verildiği görülmektedir. Buna göre ülke genelinde hastanelerin % 24'ü bu bölgede hizmet vermektedir. Bölge, hasta yatak sayısı açısından da ülke kapasitesinin yaklaşık % 26'lık payına sahiptir. 2009-2017 yılları arasında daimi ikametgâha göre seçilmiş ölüm nedenlerinin dağılımına bakıldığında ilk iki sırayı dolaşım sistemi hastalıkları ile iyi huylu ve kötü huylu tümörler almaktadır.¹⁷⁹

Tablo 5. İllerde Yaşam Endeksi Göstergeleri-Sağlık (2015)

	Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (Yıl)	Hekim Başına Düşen Müracaat Sayısı	Sağlığından Memnuniyet Oranı (%)	Kamunun Sağlık Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı (%)	Sağlık Endeksi Sıralaması (Ülke Genelinde)
Balıkesir	77,6	6.702	75,4	83,0	33
Bursa	77,5	5.620	76,2	77,3	35
Çanakkale	77,7	5.238	70,1	79,8	37
İstanbul	78,7	4.112	72,6	67,4	29
Kocaeli	77,9	5.589	73,3	70,5	48
Tekirdağ	77,1	6.133	75,4	75,1	53
Yalova	78,6	7.300	77,9	78,9	27

Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

1.3.1.3 Eğitim

Çevre bilinci, doğal çevreye zarar vermeyerek gelecek kuşaklara temiz bir çevre bırakmak olarak tanımlanmaktadır.¹⁸⁰ Çevre bilincinin ve çevreye duyarlılığın eğitim seviyesiyle olan ilişkisine dair pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan önemli bir kısmı da eğitim seviyesinin artmasıyla beraber çevresel farkındalık düzeyinin de arttığını göstermektedir. Öğrencilerle ilgili yapılan bir çalışmada çevresel duyarlılık, çevreyi koruma vaadi ve çevre dostu tüketim davranışlarının cinsiyet, yaşanılan yer ve ebeveyn eğitim seviyesiyle ilişkili olduğu görülmüştür.¹⁸¹ Deniz Temiz Derneği (TURMEPA)

¹⁷⁹ TÜİK Sağlık İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=saglik-ve-sosyal-koruma-101&dil=1> Erişim Tarihi: 17.08.2021.

¹⁸⁰ Yücel, M. Uslu, Altunkasa F, Güçray S, Say N. P. 2008; Adana'da Halkın Çevre Duyarlılığının Saptanması ve Bu Duyarlılığı Arttırabilecek Önlemlerin Geliştirilmesi, Adana Kent Sorunları Sempozyumu, 31, TMMOB Yayınları, s.363-382.

¹⁸¹ Yılmaz V. ve Arslan M. S. T., 2011, Üniversite Öğrencilerinin Çevre Koruma Vaatleri ve Çevre Dostu Tüketim Davranışlarının İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11/3, s.1-10.

Yönetim Kurulu Başkanı Şadan Kaptanoğlu tarafından 06.10.2021 tarihinde Komisyona yapılan sunumda 25 yıllık süreçte 8 milyon 500 binden fazla öğrenciye çevre eğitimleri verildiği, 18.500 eğitimci yetiştirildiği ve çevrimiçi eğitimlerle 500 bini aşkın öğrenciye ulaşıldığı ifade edilmiştir.¹⁸²

Bölgedeki eğitim durumuna bakıldığında güncel verilere göre 15 yaş üstü toplam nüfusun % 26'sı lise ve dengi meslek okulu mezunu olduğu görülmektedir. Buna karşılık nüfusun % 19,6'sı yüksekokul veya fakülte mezunudur. Bu oran ülke genelindeki orandan (% 17) yüksektir. Yükseköğretim Kurumu (YÖK) verilerine göre bölgede toplamda 67 yükseköğretim kurumunda bir milyonu aşkın öğrenci eğitim görmektedir.

Son olarak 2015 yılı için yayımlanan TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Göstergeler Değerleri'ne göre Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerde okul öncesi eğitimde okullaşma oranı, TEOG sistemi yerleştirmeye esas puan ortalaması, YGS puan ortalaması, kamunun eğitim hizmetlerinden memnuniyet oranı bilgileri 6'da verilmiştir. Buna göre okul öncesi eğitimde net okullaşma oranı en yüksek olan il Çanakkale olurken bu oranın en düşük olduğu il İstanbul'dur. Kamunun eğitim hizmetlerinden memnuniyet oran en düşük il % 61,6 ile İstanbul olmuştur. Ülke genelinde yapılan eğitim endeksi sıralamasına göre ise Yalova söz konusu yedi il içerisinde ilk sırada, 81 il içerisinde ise 5. sırada yer almaktadır.¹⁸³

Tablo 6. İllerde Yaşam Endeksi Göstergeleri-Eğitim (2015)

	Okul Öncesi Eğitimde (3-5 Yaş) Net Okullaşma Oranı (%)	TEOG Sistemi Yerleştirmeye Esas Puan Ortalaması (Puan)	YGS Puan Ortalaması (Puan)	Kamunun Eğitim Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı (%)	Eğitim Endeksi Sıralaması (Ülke Genelinde)
Balıkesir	37,3	316,2	199,9	82,7	12
Bursa	35,5	310,6	202,2	73,5	29
Çanakkale	41,7	319,4	199,5	75,5	8
İstanbul	27,5	298,2	202,0	61,6	56
Kocaeli	36,1	309,1	200,9	66,5	39
Tekirdağ	32,5	301,0	197,5	76,9	46
Yalova	39,8	316,6	207,9	70,8	5

Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

1.3.1.4 Sanayi

Marmara Bölgesi, başta İstanbul olmak üzere faaliyet kollarındaki çeşitliliği ve lojistik altyapısının gelişmişliği sayesinde ülke ekonomisine katkı açısından ilk sırada yer

¹⁸² Deniz Temiz Derneği (TURMEPA) Yönetim Kurulu Başkanı Şadan KAPTANOĞLU'nun 6 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

¹⁸³ TÜİK Gelir, Yaşam, Tüketim ve Yoksulluk İstatistikleri.

<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=gelir-yasam-tuketim-ve-yoksulluk-107&dil=1>
Erişim Tarihi: 07.10.2021.

almaktadır. Zorunlu kayıtlı istihdamın % 40'ı Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır. Milli gelirin % 42'si bu bölgede üretilmektedir. Yine toplam ihracatın % 61'i bu bölgeden yapılmaktadır.¹⁸⁴ İstanbul, Batı Marmara (Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Balıkesir, Çanakkale) ve Doğu Marmara (Bursa, Eskişehir, Bilecik, Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova) bölgelerinin 2019 yılı ülke GSYİH içindeki toplam payı % 46,7'dir.¹⁸⁵ Marmara Denizi'ne kıyısı olan iller bazında sektörel düzeyde GSYİH içindeki paylar ise 7'de gösterilmiştir. İmalat, madencilik ve taş ocakçılığı ve diğer sanayiler ile imalat sanayi faaliyetleri açısından başta İstanbul olmak üzere Bursa ve Kocaeli illerinin GSYİH içindeki payı dikkat çekmektedir.

Tablo 7. Sektörlere Göre GSYİH Payı (%)

Sektörler/İller	Balıkesir	Bursa	Çanakkale	İstanbul	Kocaeli	Tekirdağ	Yalova
Tarım, Ormanlık ve Balıkçılık	2,53	2,42	1,89	0,53	0,41	1,18	0,17
İmalat, Madencilik ve Taş Ocakçılığı ve Diğer Sanayiler	1,33	7,45	0,62	24,14	6,85	3,94	0,61
İmalat Sanayi	1,22	8,35	0,41	25,07	7,73	4,34	0,71
İnşaat	0,94	3,4	1,26	35,62	2,45	1,03	0,32
Toptan ve Perakende Ticaret, Ulaştırma ve Depolama, Konaklama ve Yiyecek Hizmeti Faaliyetleri	1,05	3,65	0,48	40,49	3,71	1,04	0,24
Bilgi ve İletişim	0,21	1,17	0,09	65,44	1,91	0,2	0,06
Finans ve Sigorta Faaliyetleri	0,74	2,22	0,34	58,22	1,68	0,62	0,13
Gayrimenkul Faaliyetleri	1,67	3,62	0,63	30,47	2,38	1,52	0,45
Mesleki, Bilimsel, Teknik, İdari ve Destek Hizmet Faaliyetleri	0,71	2,89	0,26	46,53	2,86	0,85	0,18
Kamu Yönetimi ve Savunma, Eğitim, İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmet Faaliyetleri	1,44	2,6	0,71	16,26	2,14	0,9	0,31
Diğer Hizmetler	0,92	2,56	0,38	26,83	1,91	0,61	0,19

Kaynak: TÜİK Ulusal Hesaplar 2019 yılı verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Söz konusu illerde Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) Sanayi Veritabanına kayıtlı ve imalat sanayi alanında faaliyet gösteren toplamda 33.608 firma bulunmaktadır. Bu firmaların yoğunluklarına göre öne çıkan ilçeler Tablo 8'de gösterilmiştir. Bölgedeki imalat sanayi üretim kollarına bakıldığında tekstil ve giyim, atık geri kazanımı, metal yapı, gemilerin ve yüzen yapıların inşası, mobilya imalatı ve süt ürünleri imalatı öne

¹⁸⁴ TOBB Sektörler ve Girişimcilik Daire Başkanı Ahmet Saygın BABAN'ın 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

¹⁸⁵ TÜİK (2009 Bazlı) cari fiyatlarla GSYİH değeri alınarak hesaplanmıştır.

çıkmaktadır. Türkiye’deki OSB’lerin % 30’u Marmara Bölgesi’nde yer almaktadır.¹⁸⁶ Bursa’da 15, Kocaeli’de 13, Tekirdağ’da 13, İstanbul’da 8, Balıkesir’de 4 ve Çanakkale’de 2 olmak üzere Bölge’de toplamda 57 adet OSB bulunmaktadır.¹⁸⁷

Tablo 8. İmalat Sanayi Faaliyetlerinde Öne Çıkan İlçeler

	Balıkesir	Bursa	Çanakkale	İstanbul	Kocaeli	Tekirdağ	Yalova
Öne Çıkan İlçeler	Altıeylül Bandırma	Nilüfer İnegöl	Biga Merkez	Başakşehir Esenyurt	Gebze Dilovası	Ergene Çerkezköy	Çiftlikköy Altınova

Kaynak: TOBB Sanayi Veritabanı.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı’nın (TTGV) hazırlamış olduğu raporda¹⁸⁸, “*üretim süreçlerine, ürün ve hizmetlere sürekli olarak bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisi uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılması*” olarak tanımlanan **temiz üretim** açısından öncelikli beş sanayi sektörü; ana metal, gıda, kimya, metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalatı ve tekstil sanayi olarak sıralanmıştır. Söz konusu sektörler yukarıda da belirtildiği üzere Marmara Bölgesi’nde de yoğun olarak faaliyet göstermektedir. Bu durum bölgede temiz üretimin yaygınlaştırılması açısından bir fırsat sunmaktadır.

1.3.1.5 İnşaat

İnşaat sektörü yarattığı katma değer ve sağladığı istihdam açısından ekonomik yapı içerisinde önemli bir yere sahiptir. 200’den fazla alt sektörle ilişkili olan inşaat sektörünün GSYİH içindeki payı gün geçtikçe artmaktadır.¹⁸⁹ İnşaat sektörünün iller bazında GSYİH’ye katkısına bakıldığında (Tablo 7) İstanbul’un % 35’lik payla öne çıktığı görülmektedir. İlde ikamet amaçlı binalar ilk sırada yer almaktadır. İstanbul Kalkınma Ajansı 2014-2023 Bölge Planı’nda belirtildiği üzere kentsel alanlar, bu alanda yaşayanların temel ihtiyaçlarından olan barınma gereğini karşılayan konut alanları ve diğer hizmetlerin sunulduğu kamusal alanlar ile ticaret ve sanayi alanlarından oluşmaktadır. Ulaşım, su ve kanalizasyon gibi altyapı hizmetleriyle de kentsel alanlar arasındaki etkileşim ve bütünlük sağlanmaktadır. Buna karşılık İstanbul’daki nüfus artışı ile birlikte yerleşimler ve ekonomik faaliyetler geniş bir alana boşluklar bırakarak ve plansız bir biçimde yayılım göstermekte; kent içindeki mevcut yerleşimler de yoğun yapılaşma ve devamında nüfus

¹⁸⁶ TOBB Sektörler ve Girişimcilik Daire Başkanı Ahmet Saygın BABAN’ın 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

¹⁸⁷ OSBÜK Yönetim Kurulu Üyesi Mustafa Rahmi TÜRKER’in 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

¹⁸⁸ TTGV, 2009, Türkiye’de Temiz Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması İçin Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Raporu, TTGV Yayınları, Ankara.

¹⁸⁹ Koç E., Kaya K. ve Şenel M.C., 2017, Türkiye’de İnşaat Sanayi Sektörünün Gelişimi-Temel İnşaat Sanayi Göstergeleri, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 6(2) 643-660.

yoğunluğuna maruz kalmaktadır. Bu durum kentin hâlihazırda yapılaşmış alanlarında altyapı hizmetleri üzerindeki baskıyı artırmakta, bazı bölgelerde ise altyapının atıl ve verimsiz kalmasına neden olmaktadır.¹⁹⁰

1.3.1.6 Turizm

Ülke genelinde turizm gelirlerinin GSYİH içindeki payı yıldan yıla farklılık göstermekle birlikte Türk Seyahat Acenteleri Birliği (TÜRSAB) verilerine göre 2019 yılında bu oran % 4,6 olmuştur. Marmara Bölgesi de çeşitlilik gösteren turizm olanaklarıyla buna katkıda bulunmaktadır. Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan yedi ilde 2.675 belediye belgeli, 1.149 Kültür ve Turizm Bakanlığı işletme ve yatırım belgeli olmak üzere toplamda 3.824 konaklama tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerden 74 adedi “çevreye duyarlı konaklama tesisi” sınıfındadır. Bahse konu illerde kıyı, termal, kış, kent, motor sporları temaları altında toplamda 33 Turizm Merkezi ile Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişme Bölgesi bulunmaktadır. Ayrıca Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ, Kocaeli, İstanbul ve Yalova'da 2021 yılı itibariyle toplamda 56 mavi bayraklı plaj, 4 mavi bayraklı marina ve 2 mavi bayraklı yat limanı yer almaktadır.¹⁹¹

İstanbul, Balıkesir ve Yalova illerinde, Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan 1 Kültür ve Turizm Koruma Gelişim Bölgesi (KTKGB) ve 10 Turizm Merkezi (TM) bulunmaktadır. İstanbul ilinde, İstanbul Boğazı da dâhil olmak üzere Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu uyarınca ilan edilen 9 Turizm Merkezi bulunmakta olup bu merkezler şu şekildedir:

- İstanbul Ataköy TM
- İstanbul Baltalimanı TM
- İstanbul Beşiktaş Atik Alipaşa Yalısı TM
- İstanbul Beykoz Hünkâr Kasrı TM
- İstanbul Beyoğlu Tophane Salıpazarı TM
- İstanbul Boğaziçi Okullar Bölgesi TM
- İstanbul Çırağan Sarayı TM
- İstanbul İstinye TM Tevsii
- İstanbul Yeşilyurt TM

İstanbul Ataköy TM'nin kıyı bandında bulunan ve planlama çalışmaları yürütülen Ataköy Yat Limanı, Zeyport, Kazlıçeşme Deniz Turizmi Tesisleri, bölgede gerek turizm

¹⁹⁰ İstanbul Kalkınma Ajansı, 2014-2023 İstanbul Bölge Planı. <https://www.istka.org.tr/media/1063/2014-2023-%C4%B0stanbul-b%C3%B6lge-plan%C4%B1.pdf>. Erişim Tarihi: 17.08.2021.

¹⁹¹ Kültür ve Turizm Bakanlığı, Turizm İstatistikleri, <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-100794/turizm.html> Erişim Tarihi: 18.08.2021.

faaliyetleri gerekse liman kullanımları açısından önemli fonksiyona sahiptir. İstanbul Boğaziçi kıyılarında yer alan turizm merkezleri ise tarihi ve kültürel potansiyelleri ile ön plana çıkmaktadır.¹⁹²

2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu uyarınca 26.01.2008 tarihli ve 26768 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak sınırları nihai halini alan “Balıkesir Marmara Güneyi Adalar Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesi (KTKGB)”; Marmara Denizi’nde yer alan Kapıdağ Yarımadası, Avşa Adası, Paşalimanı Adası, Koyun Adası, Ekinlik Adası’nı ve birçok küçük ölçekli adaları kapsamaktadır. Söz konusu KTKGB’ye ilişkin 17.02.2016 tarihinde onaylanmış olan 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı ve 1/25.000 ölçekli Nazım İmar Planında; anılan bölgenin deniz alanında: “Yat Limanı ve İskele”, kıyı alanı ve geri bölgelerinde: “Turizm Alanı, Günübirlük Turizm Tesis Alanı, Eko Turizm Alanı, Kamping Alanı ve Temalı Park Alanı”, küçük ölçekli adalarda: “Günübirlük Turizm Tesis Alanı” gibi turizme dönük kullanımlar yer almaktadır. Ayrıca, bahse konu 1/25.000 ölçekli Nazım İmar Planı kapsamında Kapıdağ Yarımadası ile anılan adalar arasında günübirlük tur güzergâhları belirlenmiştir.¹⁹³

Ayrıca Marmara Denizi’ne kıyısı bulunan ve 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu uyarınca 16.12.2006 tarihli ve 26378 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak ilan edilen Yalova Armutlu Termal Turizm Merkezi bulunmakta olup, söz konusu turizm merkezine ilişkin 1/25.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı 19.09.2008 tarihinde onaylanmıştır.

Bunun yanı sıra Balıkesir Marmara Güneyi Adalar KTKGB sınırları içerisinde turizm gelişiminin sağlanmasında deniz ve kıyı turizmi önemli bir role sahip olduğundan, onaylı üst ölçekli planlarda deniz ve kıyı turizmin geliştirilmesine yönelik kullanımlara ağırlıklı olarak yer verilmiştir. Yalova Armutlu Termal Turizm Merkezi içinde ise kıyı turizmi ile birlikte termal kaynakların turizm amaçlı kullanımına yönelik turizm tesis alanları oluşturulmuştur.¹⁹⁴

Üçüncü Turizm Şurası Çevre-Planlama-Altyapı Alt Komisyonu raporunda da belirtildiği üzere ülkemizde turizm özellikle kıyı bölgelerde yoğun olarak gerçekleştirilmekte, bu bölgelerdeki kontrolsüz büyüme kıyılarıdaki doğal yapının bozulmasına neden olmakta ve çeşitli çevre sorunlarına sebebiyet vermektedir.¹⁹⁵ Marmara

¹⁹² Kültür ve Turizm Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 12.11.2021 Tarih ve 1901464 Sayılı Cevabi Yazı.

¹⁹³ A.g.k.

¹⁹⁴ Kültür ve Turizm Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 12.11.2021 Tarih ve 1901464 Sayılı Cevabi Yazı.

¹⁹⁵ Kültür ve Turizm Bakanlığı, 3. Turizm Şurası Çevre-Planlama-Altyapı Komisyonu Raporu, <https://turizmsurasi.ktb.gov.tr/Eklenti/57380,cevreplanlamaaltyapikomisyoneraporupdf.pdf?0>

Denizi'ne kıyısı olan illerden Balıkesir'e yaz aylarında ikinci konut olarak kullanılan evlere ve turistik tesislere gelen turist sayısı 200 ile 400 bin arasında değişmekte olup ortalama 45 günlük bir süre zarfında konaklama gerçekleşmektedir.¹⁹⁶ Bu kapsamda atıksu arıtma tesislerinin tasarımında nüfus tahmin hesaplamaları yapılırken bölgenin turizm potansiyelinin ve mevsimsel nüfus değişikliklerinin dikkatle göz önünde bulundurulması gerekmektedir. 13 Ekim 2021 tarihinde Komisyon toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK, Çevre Kanunu'nun temel prensibinin "kirleten öder" prensibi olduğundan bahisle Venedik, Newyork, Tokyo gibi şehirlerde "turist vergisi" uygulamasının olduğunu belirtmiş, bu verginin çevrenin korunması için bir kaynak olacağını ifade etmiştir.¹⁹⁷

1.3.1.7 Tarım

Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerdeki tarımsal alanların toplam alan içerisindeki payları Tablo 9'da görülmektedir. Buna göre toplam alan içerisinde tarımsal alanı en fazla olan il Tekirdağ'dır. Tarımsal alanlar içerisindeki dağılım değerlendirildiğinde Yalova hariç diğer tüm illerde özellikle tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanının payı oldukça yüksektir.

Tablo 9. Tarımsal Alanlar ve Gübre Tüketimi

İller	Tarımsal Alanların Toplam Alan İçindeki Payı (%)*	Tarımsal Alanlar İçerisinde Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı (%)**	Tarımsal Alanlar İçerisinde Sebze Bahçeleri Alanı (%)**	Tarımsal Alanlar İçerisinde Meyve Bahçeleri, İçecek ve Baharat Bitkileri Alanı (%)**	Tarımsal Alanlar İçerisinde Süs Bitkileri Alanı (%)**	Gübre Tüketimi (ton)***
Balıkesir	27	68	7	25	0	55.392
Bursa	44	55	13	32	0,1	114.209
Çanakkale	43	73	7	20	0	87.634
İstanbul	29	92	4	4	0,1	39.908
Kocaeli	47	79	4	16	0,1	28.039
Tekirdağ	77	96	1	3	0	173.704
Yalova	33	47	5	45	3,3	684

Kaynak: *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Balıkesir, Çanakkale ve İstanbul 2019 Yılı İl Çevre Durum Raporları; Bursa, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova 2020 Yılı İl Çevre Durum Raporları CORINE arazi kullanım sınıflandırmasından derlenmiştir.

** 2020 yılı TÜİK verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Rakamlar yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

*** Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü.

Erişim Tarihi: 18.08.2021.

¹⁹⁶ Balıkesir Büyükşehir Belediye Başkanı Yücel YILMAZ'ın 18 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

¹⁹⁷ Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'ün 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Bitkisel üretimin yanında söz konusu illerde hayvancılık faaliyetleri de yürütülmektedir. Özellikle Çanakkale, Kocaeli ve Balıkesir illeri bu alanda öne çıkmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nca yürütülmekte olan Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi'ne göre: *“Hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan hayvan atıklarının bir bölümü, tarımda doğal gübre olarak kullanılmakta, geri kalan kısmı ise kontrolsüz şartlarda açık depolarda biriktirilmekte ve/veya en yakın araziye dökülmektedir (sızdırmaz depolarda katı veya sıvı olarak muhafaza edilip uygun zamanda toprağa uygulanması gerekmektedir). Dolayısıyla, hayvan atıklarından kaynaklanan yayılı yükler önemli kirletici kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir. Hayvan dışkıları doğal gübre olarak kullanıldıklarında, ortama yayılan kirletici yükleri, hayvan kategorisi, sayısı, beslenme alışkanlıkları, ağırlıkları, gübrelemenin şekline ve zamanına bağlı olarak yüksek oranda değişkenlik göstermektedir.”*¹⁹⁸

Sucul ortamların besin maddelerince özellikle azot ve/veya fosfor bileşiklerince zenginleşerek, alg ve daha yüksek yapılı bitkilerin üremesinin hızlanması ve böylece sudaki canlıların dengesini bozacak ve su kalitesinde oksijen seviyesinin düşmesi gibi istenmeyen bozulmalara yol açacak şekilde zenginleşmesi olarak tanımlanan ‘ötrofikasyon’ probleminin önemli sebeplerinden biri de tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı yayılı kirliliktir. Komisyonun 03.08.2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Bülent KESKİNLER Marmara Denizi’ndeki kirliliğin % 43-44’ünün noktasal kaynaklardan geldiğini, kirliliğin % 26-27’sinin ise yayılı kaynaklı kirlilik olduğunu belirtmiştir.¹⁹⁹

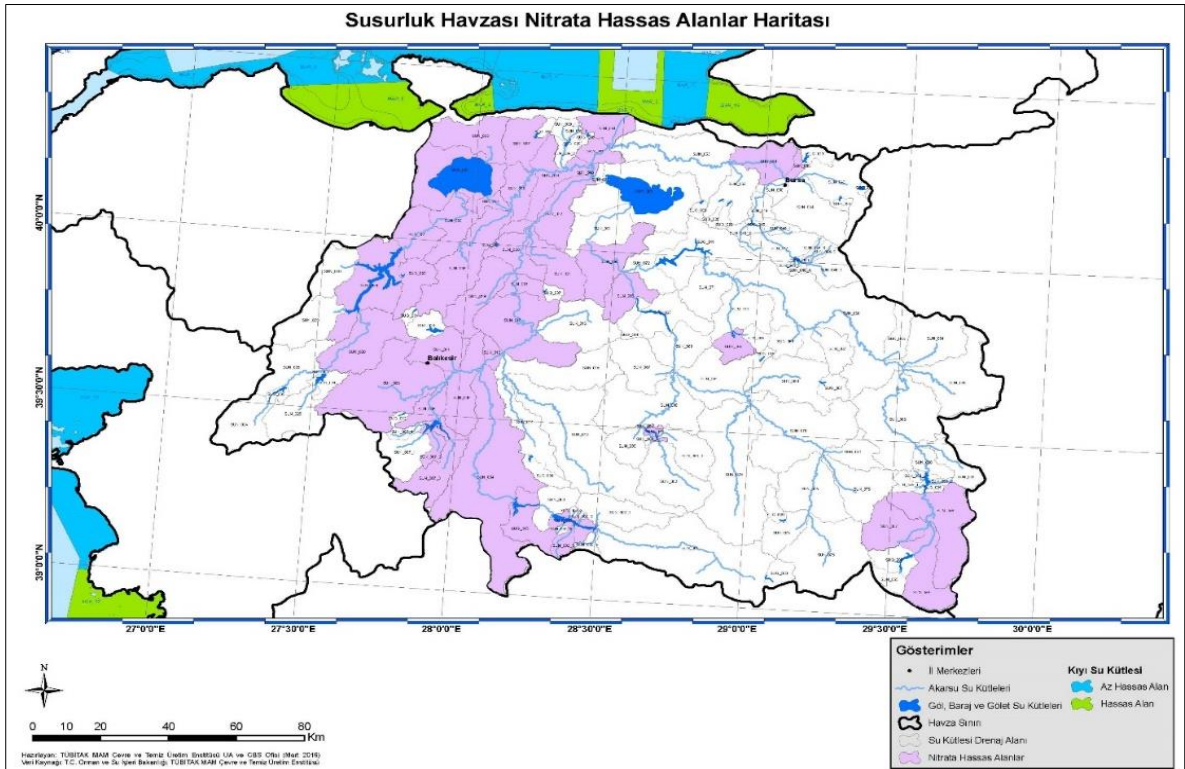
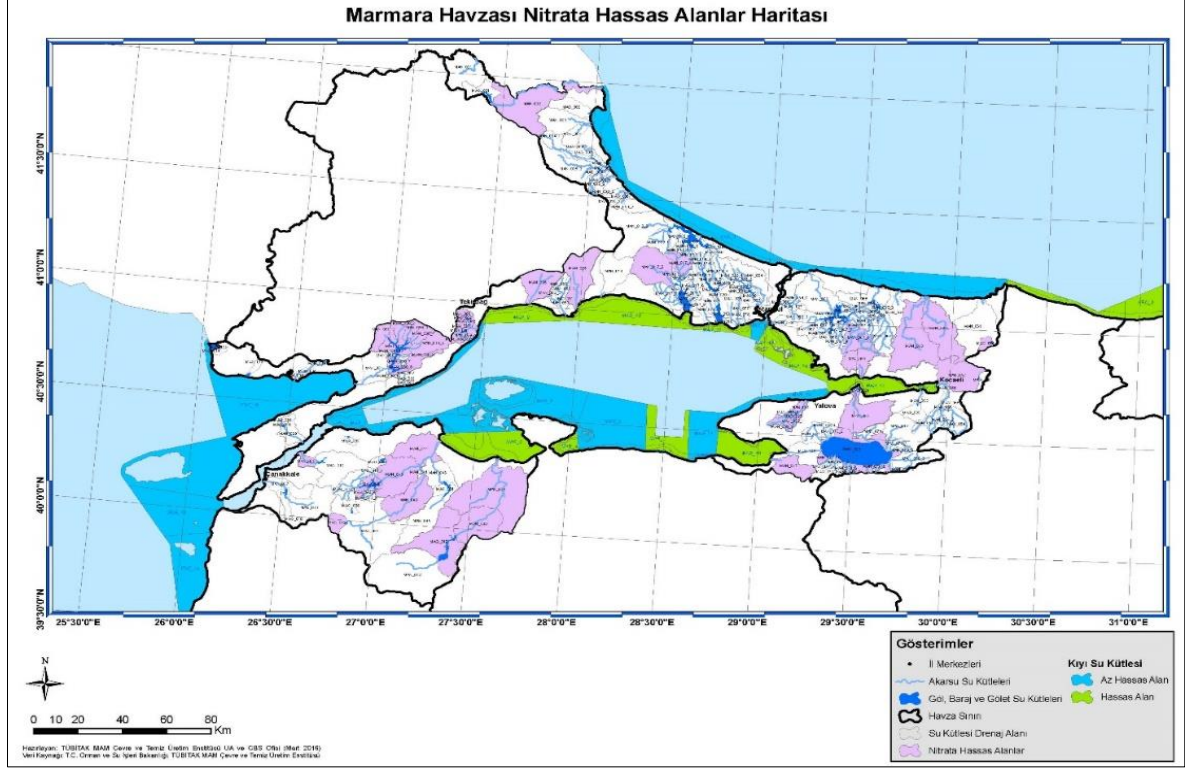
Şekil 16’da Marmara Havzası ve Susurluk Havzası’nda yer alan *“ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli tedbirler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek tatlı su göllerini, diğer tatlı su kaynaklarını, haliçler ve kıyı sularını etkileyen nitratın olduğu tarımsal ve tarım dışı arazileri ihtiva eden drenaj alanları”* olarak tanımlanan nitrata hassas alanlar gösterilmektedir. Buna göre Marmara Havzası’nda 23, Susurluk Havzası’nda 34 nehir su kütlesi drenaj alanı nitrata hassas alan olarak belirlenmiş ve 23.12.2016 tarih ve 29927 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi

¹⁹⁸ Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, Tarım ve Orman Bakanlığı (proje devam etmektedir).

¹⁹⁹ Prof. Dr. Bülent KESKİNLER’in 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Hakkında Yönetmelik'te listelenmiş, bu alanlarda alınması gereken tedbirler Yönetmelik Ek-7'de belirtilmiştir.

Şekil 16. Nitrata Hassas Alanlar (Marmara ve Susurluk Havzaları)

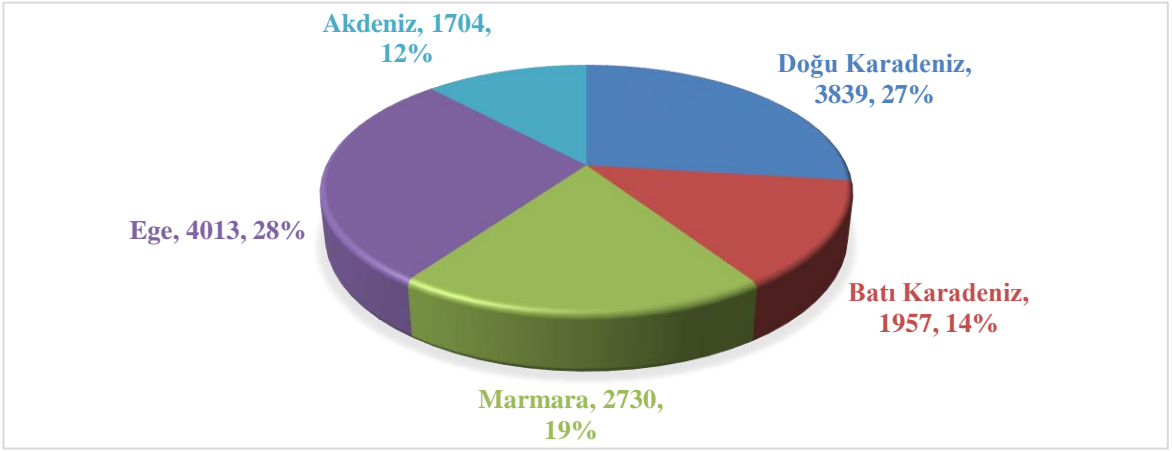


Kaynak: 23.12.2016 tarih ve 29927 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik, Ek-5 Harita 23 ve Harita 27.

1.3.1.8 Balıkçılık-Avcılık

Tarım Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü (BSGM), 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununa göre ticari veya sportif amaçlı su ürünleri avcılığına yönelik ruhsat tezkeresi verilmesini düzenleyen kurumdur. BSGM tarafından 2001 yılından günümüze kadar su ürünleri avcılığının sürdürülebilirliğini sağlamak üzere yeni balıkçı gemilerine ruhsat tezkeresi verilmemektedir. Halen denizlerimizde su ürünleri avcılığı yapmak üzere geçerli ruhsat tezkeresine sahip toplam 14.243 adet balıkçı gemisi bulunmaktadır. Bu balıkçı gemilerinden % 19'u Marmara Bölgesi illerine kayıtlıdır. Balıkçı gemilerinin bölgelere göre dağılımı (adet- oransal) Şekil 17'de verilmektedir.

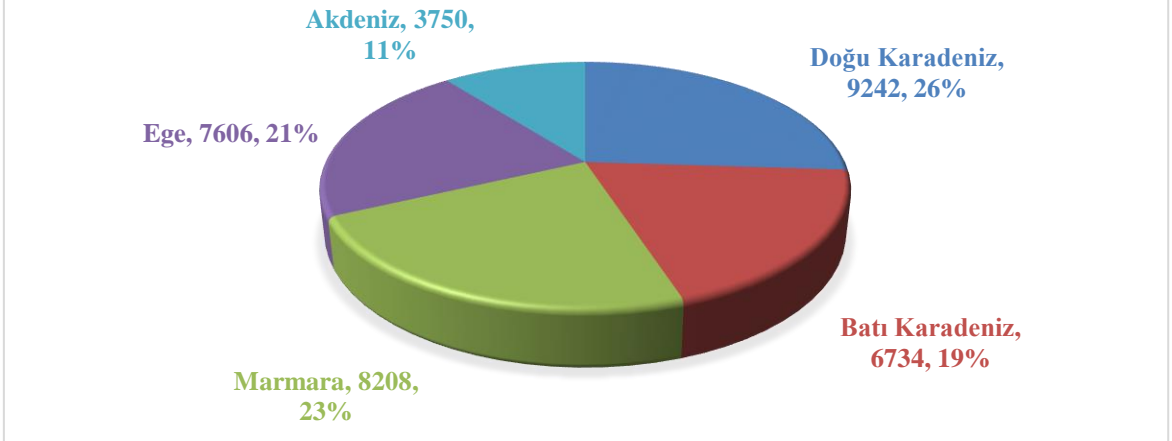
Şekil 17. Bölgelere Göre Balıkçı Gemileri Dağılımı (Adet / %)



Kaynak: BSGM-2021, TÜİK verileri kullanılarak BSGM tarafından hazırlanmıştır.

Ticari su ürünleri avcılığı yapan gerçek ve tüzel kişiler 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununa göre ruhsat tezkeresi almak zorundadır. Ülkemiz su ürünleri sektöründe çalışanların sayısı ve bunun bölgelere göre dağılımı (kişi ve oran) Şekil 18'de verilmektedir. Marmara Bölgesi'nde su ürünleri sektöründe çalışanların oranı % 23'tür.

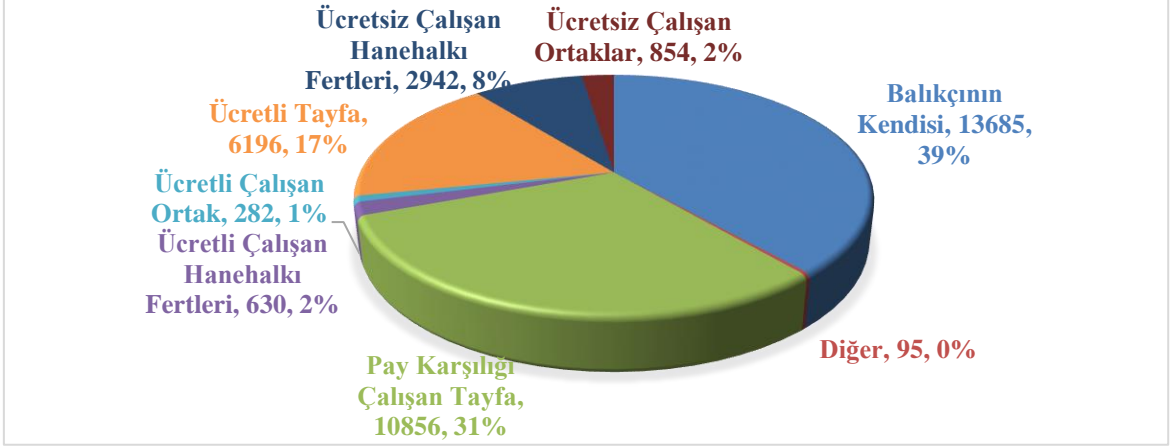
Şekil 18. Bölgelere Göre Su Ürünleri Sektöründe Çalışan Sayısı ve Oranı



Kaynak: BSGM-2021, TÜİK verileri kullanılarak BSGM tarafından hazırlanmıştır.

Su ürünleri avcılığı yapan balıkçı gemilerinde çalışma şekilleri balıkçı gemisinin boyu ve sahipliğine göre farklılık göstermektedir. Küçük balıkçı gemilerinde balıkçı kendisi veya aile boyutunda çalışmaktadır. Büyük gemilerde ise; pay çalışan tayfa, ücretli çalışan hane halkı fertleri, ücretli çalışan ortak, ücretli tayfa, ücretsiz çalışan hane halkı fertleri ve ücretsiz çalışan ortak gibi farklı kategorilerde yer almaktadır (Şekil 19).

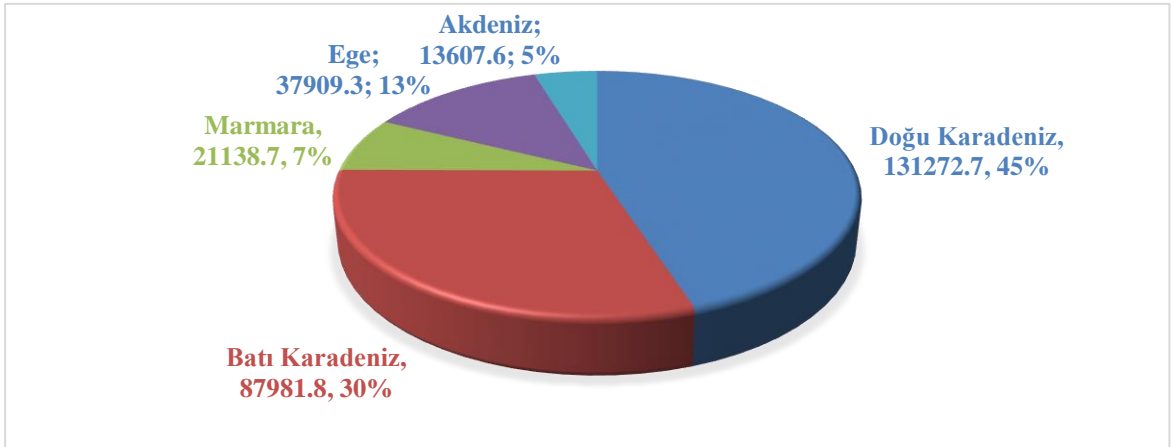
Şekil 19. Su Ürünleri Avcılığı Yapan Ruhsat Tezkeresine Sahip Kişilerin Dağılımı (Kişi/%)



Kaynak: BSGM-2021, TÜİK verileri kullanılarak BSGM tarafından hazırlanmıştır.

Ülkemiz su ürünleri avcılığında Marmara Bölgesi % 7'lik paya sahiptir. Bölgelere göre 2020 yılı deniz balığı avcılığının miktar (ton) ve oransal (%) dağılımı Şekil 20'de verilmektedir. Marmara Bölgesi'nde 51 türün ticari avcılığı yapılmakta ise de; hamsi, istavrit, kefal, kolyoz, palamut, lüfer, sardalya, kupez, mezigit avcılığı yapılan başlıca türlerdendir. Marmara Bölgesi'nde yıllara göre avlanma miktarına bakıldığında ise 2.000-3.000 ton arasında deniz balığı avcılığı yapıldığı görülmektedir.

Şekil 20. Bölgelere Göre Deniz Balıkları Avcılığı, 2020 Yılı (Ton / %)

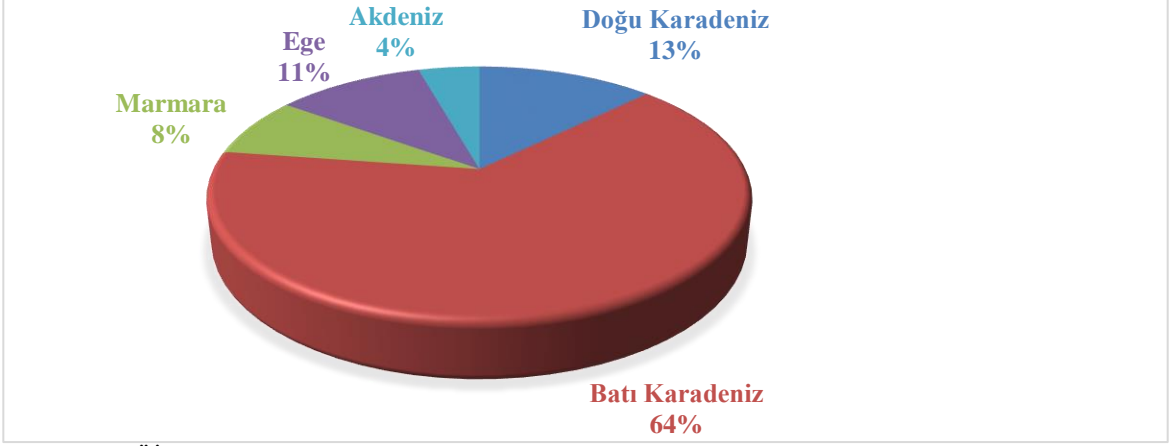


Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak BSGM tarafından hazırlanmıştır.

Ülkemiz diğer deniz ürünleri avcılığında Marmara Bölgesi Akdeniz'den sonra üretimde % 8'lik pay ile sondan ikinci sırada yer almaktadır. Bölgelere göre 2020 yılı diğer

deniz ürünleri avcılığının oransal (%) dağılımı Şekil 21’de verilmektedir. Marmara Bölgesi’nde avcılığı yapılan diğer deniz ürünleri arasında denizhiyarı, pembe karides, kırmızı karides, kum midyesi, deniz salyangozu ve jumbo karides başlıca türlerdir.

Şekil 21. Bölgelere Göre Diğer Deniz Ürünleri Avcılığı, 2020 Yılı



Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak BSGM tarafından hazırlanmıştır.

Marmara Bölgesi’nde halen balıkçılara hizmet vermek üzere 153 adet balıkçı barınağı bulunmaktadır. Balıkçı barınaklarının 56 adedi Balıkçı Barınakları Yönetmeliğine göre Tarım Orman Bakanlığı’nca su ürünleri kooperatiflerine kiralanarak; 14 adedi 6237 sayılı Limanlar İnşaatı Hakkında Kanun çerçevesinde yapılmış belediyeler, il özel idareleri vb. kamu kurumlarına kesin devri yapılarak ve 4 adedi aynı Kanun çerçevesinde protokol ile belediyeler, il özel idareleri vb. kamu kurumlarına geçici devri yapılarak işletilmekte, geri kalan balıkçılık kıyı yapılarının bir kısmının kiralama veya 6237 sayılı Kanun çerçevesinde Tarım Orman Bakanlığı’na devri devam etmekte, bir kısmının ise kiralama işlemi devam etmektedir. Balıkçı barınaklarının bazıları ise ulaştırma amaçlı belediyeler veya il özel idarelerince kullanılmaktadır. Devri yapılmış; belediyeler, il özel idareleri vb. kamu kurumları tarafından işletilmekte olan balıkçı barınaklarının illere göre dağılımı aşağıdaki Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Marmara Bölgesi İllerinde Bulunan Balıkçı Barınaklarının Dağılımı

İl	Balıkçı Barınağı Sayısı
Balıkesir	23
Bursa	9
Çanakkale	31
İstanbul	54
Kocaeli	18
Tekirdağ	8
Yalova	10
Toplam	153

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, BSGM.

1.3.1.9 Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Su Ürünleri Kanunu ve bu Kanuna istinaden çıkarılan Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine göre; Marmara Denizi'nin kapalı deniz olması, insan ve deniz trafiğinin yoğun olması nedenleri ile besinlerini süzerek alan çift kabuklu yumuşakça türleri dışında balık yetiştiriciliğine Tarım ve Orman Bakanlığınca izin verilmemektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde ise daha çok filtre ederek beslenen midye vb. su ürünleri yetiştiriciliğine izin verilmektedir. Tarım Orman Bakanlığı'nca yeni üretim alanları belirlenerek su ürünleri yetiştiriciliği yapmak isteyen yatırımcılara sunulmaktadır ve özellikle Marmara Bölgesi'nde çift kabuklu yumuşakça (midye, istidyeye, akivades, kidonya vb.) üretimini artırmaya yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar müsilaj sorunundan önce başlamış olmakla birlikte müsilaj sorunun ortaya çıkmasıyla birlikte hız kazandığı belirtilmiştir.²⁰⁰

Marmara Bölgesi'nde müsilaj sorununun kalıcı çözümüne katkı sağlamak amacıyla suyun filtre edilmesinde büyük bir öneme sahip midyelerin Marmara Denizi'nde çoğalmasını sağlamak amacıyla Marmara Denizi'nde midye yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar başlatılmış ve kısa bir süre içerisinde 9 tesiste faaliyete başlanılmış, 35 tesisin ise projelendirmesi ve yatırım süreci devam etmektedir. Yatırımın tamamlanmasıyla Marmara Denizi'nde midyeler vasıtasıyla 2 milyar litre deniz suyu bu canlılar tarafından filtre edilecek ve aynı zamanda standartlara uygun olarak yetiştirilen bu midyelerden gelir elde edilecektir.²⁰¹ Marmara Bölgesi'ndeki yetiştiricilik tesisleri ve bunların illere göre dağılımı Tablo 11'de verilmektedir.

Tablo 11. Marmara Bölgesi'nde Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yapan Tesislerin İllere Göre Dağılımı

	Tesis	Kapasite (ton/yıl)	Proje	Kapasite (ton/yıl)	Ön İzin	Kapasite (ton/yıl)	Müracaat	Kapasite (ton/yıl)	Toplam Kapasite (ton/yıl)
Balıkesir	3	4.417	3	4.000	5	3.660	5	5.750	17.827
Bursa	-	-	-	-	1	400	2	2.000	2.700
Çanakkale	3	3.800	3	2.990	3	3.000	4	4.000	13.790
Yalova	3	4.950	1	1.000	3	2.950	-	-	8.900
Toplam	9	13.167	7	7.990	12	10.010	11	11.750	43.217

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, 2021.

²⁰⁰ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.

²⁰¹ A.g.k.

1.3.2 Çevresel Altyapı

Bu başlık altında Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerdeki çevresel durum atık, hava ve atıksu başlıkları altında genel çerçevede değerlendirilmiştir; mevcut durum ortaya konulmuştur. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan "Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu (2019 yılı verileriyle)"²⁰² kapsamında illerin öncelikli çevre sorunlarına bakıldığında Balıkesir, İstanbul ve Yalova için su kirliliğinin; Bursa, Çanakkale, Kocaeli ve Tekirdağ için ise hava kirliliğinin öncelikli çevre sorunu olarak belirlendiği görülmektedir.

1.3.2.1 Atık

2020 yılı TÜİK verilerine göre Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerde atık hizmeti verilen nüfusun belediye nüfusuna oranı Çanakkale'de % 96, Balıkesir'de % 99 diğer illerde ise %100'dür. Söz konusu verilere göre, kişi başına ortalama belediye atık miktarı 1,85 kg/kişi-gün ile en yüksek miktar Çanakkale iline aittir. Bunu sırasıyla Yalova (1,48 kg/kişi-gün) ve İstanbul (1,23 kg/kişi-gün) takip etmektedir. Kişi başına ortalama belediye atık miktarı Türkiye ortalaması ise 1,13 kg/kişi-gün'dür. Tablo 12'de atık bertaraf yöntemleri kapsamında illerdeki atık bertarafı durumu verilmiştir. Buna göre tüm illerde atık bertarafında yaygın olan yöntem düzenli depolamadır. Atıkların geri kazanımı ve kompost uygulamaları ise sınırlı seviyededir. TÜİK 2013-2020 yılları verilerine göre ülke genelinde atık yönetimi hizmetleri konusundaki harcamalar yıldan yıla farklılık göstermekle beraber genel bir artış eğilimindedir. Bu kapsamda belediyelerin atık yönetimi hizmetlerinden gelen gelirleri de söz konusu süreçte artış göstermiştir.

Tablo 12. Atık Bertaraf Yöntemi (%)

	Başka Belediye Çöplüğünde Depolama	Belediye Çöplüğünde Depolama	Diğer Bertaraf İşlemleri	Diğer Geri Kazanım İşlemleri	Kompost Tesisine Gönderilen	Düzenli Depolama
Balıkesir	-	7	3	8	1	82
Bursa	-	2	-	6	-	92
Çanakkale	7	46	-	7	-	40
İstanbul	-	-	-	9	2	89
Kocaeli	-	-	-	10	-	90
Tekirdağ	-	-	-	5	-	95
Yalova	1	-	1	15	-	83

Kaynak: TÜİK Çevre ve Enerji İstatistikleri 2020 yılı verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

²⁰² Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tu-rk-yecevresorunlariveoncel-kler-2020-20210401124420.pdf> Erişim Tarihi: 17.01.2022.

Marmara Denizine kıyısı olan illerden; atık kirliliğinin öncelikli çevre sorunu olarak değerlendirildiği bir il bulunmamaktadır. Ancak atıkların ikinci öncelikli sorun olduğu iller arasında; Çanakkale, İstanbul ve Yalova bulunmaktadır. Çanakkale ilinde 2019 yılında “Tam Ölçekli Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi (EKAY) Projesi” imtiyaz sözleşmesi yürürlüğe girmiştir. Proje kapsamında entegre atık yönetimi sağlanacak olup proje toplama, taşıma, ön işlem, geri kazanım ve bertaraf süreçlerini içermektedir.²⁰³ Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen deniz çöpleri karakterizasyon çalışmasına göre deniz süpürgesi ile toplanan atıkların önemli bir bölümünü park ve bahçe atıkları oluştururken bariyerlerde toplanan atıkların % 60’dan fazlası ağaç parçaları olduğu tespit edilmiştir.²⁰⁴ Söz konusu illerde bulunan atık alma tesisleri ve atık alma gemilerine ilişkin bilgiler Tablo 13’de verilmiştir. Söz konusu tesis ve gemilerle sintine, slaç, atık yağ, sloop, pis su ve çöp alımları gerçekleştirilmektedir.

Tablo 13. Atık Kabul Tesisleri ve Atık Alma Gemisi Sayısı

	Atık Kabul Tesis Sayısı	Atık Alma Gemisi Sayısı
Balıkesir	6	-
Bursa	6	-
Çanakkale	8	5
İstanbul	82	10
Kocaeli	37	2
Tekirdağ	11	1
Yalova	25	1

Kaynak: Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova 2020 Yılı İl Çevre Durum Raporları, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Marmara Denizi’nde bulunan liman başkanlıkları tarafından yapılan değerlendirmeler neticesinde Kocaeli-Yalova-Bursa bölgesi gibi bazı deniz bölgelerinde denizcilik atıkları uygulamaları kapsamında atık alım tesisi sayılarının yetersiz olduğu, çalışma yapılarak ihtiyaçlar çerçevesinde atık alım tesisi sayılarının artırılması gerektiği belirtilmiştir. Bunun yanında bazı marinalarda atık depolama kapasitelerinin yetersiz olduğu ve pis su atıklarının foseptik çukurlarında toplandığı ya da kanalizasyona verildiği ancak verilen pis su ile ilgili gemilere herhangi bir belge düzenlenip verilmediği, yine bazı marinalarda sıvı atığın ilk olarak seyfar tanklara alındığı, sonrasında marinanın merkez depolama tanklarına alındığı; sabit, emniyetli, operasyonel atık alım noktalarının tam

²⁰³ 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı’nda Çanakkale Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²⁰⁴ 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı’nda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

olarak oluşturulmadığı; marinaların genelinde atıkların alınmasına yönelik herhangi bir prosedür oluşturulmadığı tespit edilmiştir.²⁰⁵

1.3.2.2 Hava

Marmara Denizi'ne kıyısı olan iller arasında hava kirliliğinin öncelikli çevre sorunu olarak belirlendiği illerden Bursa, Çanakkale, Kocaeli ve Tekirdağ'da kirliliğin ana nedenleri aşağıda yer almaktadır.

- **Bursa**'da nüfus ve sanayi yoğunluğu, nüfusla birlikte kentsel yapılaşmanın hava koridorlarını kısmen kapatması ile il merkezinin topografik yapısı hava kalitesini olumsuz etkileyen unsurlardır. Şehirdeki sanayi ve nüfus yoğunluğu karayolu trafiğini artırdığından egzoz gazı emisyonlarının artışına da sebep olmaktadır. Yapılardaki yalıtım yetersizliği konutlarda yakıt tüketimini dolayısıyla hava kirliliğini artırmaktadır. İlde yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanılması gerekmektedir.

- **Çanakkale**'de özellikle Çan ilçesinde ısınma ve sanayiden kaynaklı hava kirliliği dikkat çekmektedir.

- **Kocaeli**'de özellikle kış aylarında ısınma amacıyla konutlarda kalitesiz kömür kullanımı nedeniyle bazı ilçelerde/mahallelerde konutlardan kaynaklı hava kirliliği meydana gelmektedir. Ayrıca TEM ve E5 ana karayolunun il sınırları içerisinde geçiyor olması nedeniyle egzoz kaynaklı hava kirliliği meydana gelmektedir. Sanayileşmenin yoğunluğu ilde kümülatif etki yaratan bir hava kirletici kaynağıdır.

- **Tekirdağ**'da ısınma amaçlı kalitesiz yakıt kullanımı, Malkara, Süleymanpaşa, Hayrabolu ve Şarköy ilçelerinde linyit ocaklarının olması ve evsel ısınma ile sanayide yoğun olarak kömür kullanımı, Süleymanpaşa ilçesinin topografik yapısı ile meteorolojik koşullar ilde hava kirliliğine neden olan başlıca nedenler olarak sıralanmaktadır.²⁰⁶

1.3.2.3 Atıksu

Marmara Deniz Havzası'na yapılan deşarjlarda % 86'lık pay ile ilk sırayı "evsel atıksu ya da evsel atıksuyun endüstriyel atıksu ve/veya yağmur suyu ile karışımı" olarak tanımlanan kentsel atıksular oluşturmaktadır. Bu atıksuları yaklaşık % 7'şerlik pay ile "yaygın olarak yerleşim bölgelerinden ve çoğunlukla evsel faaliyetler ile insanların günlük yaşam faaliyetlerinin yer aldığı okul, hastane, otel gibi hizmet sektörlerinden kaynaklanan atıksular" olarak tanımlanan evsel atıksular ve "herhangi bir ticari ya da endüstriyel faaliyetin yürütüldüğü alanlardan, evsel atıksu ve yağmur suyu dışında deşarj edilen

²⁰⁵ Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Denizcilik Genel Müdürlüğü Tarafından Komisyona Sunulan 05.10.2021 Tarih ve 62937 Sayılı Cevabi Yazı.

²⁰⁶ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, Erişim Tarihi: 17.01.2022.

atıksular” olarak tanımlanan endüstriyel atıksular takip etmektedir. Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK 6 Ekim 2021 tarihli Komisyon toplantısında yaptığı sunumda, Marmara Belediyeler Birliği’nin 2021 yılı Marmara Denizi ile ilgili atıksu altyapı durumu ve deşarjları raporu kapsamında elde edilen bilgiye göre Marmara Denizi’ne kıyısı olan illerden Marmara’ya yapılan deşarjların %70’den fazlasının İstanbul ilinden kaynaklandığını belirtmiştir.²⁰⁷ İstanbul’u sırasıyla Kocaeli ve Bursa illeri takip etmektedir (Tablo 14).

Marmara Denizi’ne kıyısı olan illerin kentsel kanalizasyon sistemi ve atıksu arıtma tesis hizmetlerinin durumu Tablo 14’te gösterilmiştir. Buna göre kanalizasyon sistemi ve atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı % 88 ve üzerindedir.

Tablo 14. Kentsel Atıksu İstatistikleri

İller	Kanalizasyon Şebekesi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)*	Atıksu Arıtma Tesisi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)**	Hizmet Verilen Nüfus (Bin)**			Marmara Denizi’ne Kıyısı Olan İllerden Marmara Denizi’ne Yapılan Deşarjların Dağılımı (%)***
			İleri Arıtma	Biyolojik Arıtma	Fiziksel Arıtma	
Balıkesir	88	78,2	239	455	-	2,13
Bursa	98	99,2	3.018	103	-	7,21
Çanakkale	97	96,2	232	123	-	1,38
İstanbul	100	99,9	5.674	191	9.959	76,53
Kocaeli	99	100	1.541	491	-	8,33
Tekirdağ	93	94,1	549	17	20	2,54
Yalova	96	100	193	69	-	1,88

Kaynak: *TÜİK Çevre ve Enerji İstatistikleri 2020 yılı verileri.

**Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2022 yılı verileri.

***Prof. Dr. İzzet Öztürk’ün 06.10.2021 tarihinde Komisyona yaptığı sunum.

İstanbul İstişare Toplantısı ve Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Yapılan Sunumlara Göre Marmara Denizi’ne Kıyısı Olan 7 İlin Mevcut Durumu

07-09 Eylül 2021 tarihlerinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Balıkesir Büyükşehir Belediyesi tarafından Komisyona verilen bilgilere göre; **Balıkesir** ilinde 13 adet ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. İlde 3 adet (Erdek, Kepsut, Bandırma) inşaat aşamasında ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Ayrıca projeleri tamamlanmış toplamda 9 adet atıksu arıtma tesisinin 3’ünün Marmara Denizi

²⁰⁷ Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK’ün 6 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Havzası'na yapılması planlanmaktadır.²⁰⁸ İldeki mevcut tesisler 1.302.000 kişiye hizmet sağlamakta olup inşa aşamasındaki tesisler de hizmete girdiğinde 1.552.750 kişiye hizmet sağlanmış olacaktır.²⁰⁹ Balıkesir Büyükşehir Belediye Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin (BASKİ) 18 Ağustos 2021 tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Komisyona vermiş olduğu bilgiye göre ildeki ileri biyolojik arıtma kapasitesi (metreküp bazında) % 47'dir.²¹⁰ İldeki arıtma tesislerinden günlük ortalama 60-80 ton arıtma çamuru çıkmakta olup bu çamur solar kurutma tesislerinde kurutulmuş yakma tesislerine gönderilmektedir. 2024 yılında tamamlanan atıksu arıtma tesisleri ile birlikte 150-170 ton/gün çamur çıkışı beklenmekte olup 2024 yılına kadar BASKİ'ye ait bertaraf tesisinin kurularak arıtma çamurlarının bertaraf edilmesi hedeflenmektedir.²¹¹

Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından 18 Ağustos 2021 tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Komisyona verilen bilgiye göre; **Bursa** ilinde atıksuların yaklaşık % 88'i ileri biyolojik arıtmaya tabi tutulmaktadır. İlde Gemlik ve Mudanya'daki tesislerden derin deniz deşarjı yapılmaktadır.^{212,213} 07-09 Eylül 2021 tarihlerinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından Komisyona verilen bilgiye göre Gemlik Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) havzasındaki atıksular Gemlik ön AAT ve terfi merkezi noktasına cazibeli kanalizasyon hatlarıyla toplanmakta, terfi hattı ile Gemlik İleri Biyolojik AAT'ye iletilmekte ve burada arıtıldıktan sonra derin deniz deşarjı hattı ile Marmara Denizi'nin -40 m derinliğine deşarj edilmektedir.²¹⁴

18 Ağustos 2021 tarihinde gerçekleştirilen İstanbul İstişare Toplantısı ve 07-09 Eylül 2021 tarihlerinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Çanakkale Belediyesi tarafından Komisyona verilen bilgiye göre; **Çanakkale** ili Merkez İleri Biyolojik Arıtma Tesisi 2014 yılında hizmete alınmış olup 21.750 m³/gün ile hizmet vermektedir. Söz konusu tesiste % 90 kurulukta 10 ton/gün çamur kurutma kapasitesine

²⁰⁸ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²⁰⁹ 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²¹⁰ BASKİ Genel Müdürü İzzet GÜNAL'ın 18 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²¹¹ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²¹² 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Bursa Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²¹³ BASKİ Genel Müdür Yardımcısı Devrim İZGİ'nin 18 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²¹⁴ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Bursa Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

sahip solar çamur kurutma tesisi de bulunmaktadır. Kurutulan çamurlar lisanslı bertaraf tesislerine gönderilmektedir. Güzelyalı-Dardanos İleri Biyolojik Arıtma Tesisi sabit film entegreli aktif çamur sistemi olarak faaliyet göstermektedir. Arıtılmış suyun park ve yeşil alanda yeniden kullanılması konusunda çalışmalar yürütülmekte olup bu kapsamda bir adet çöktürme havuzu ve filtrasyon ünitesi planlanmaktadır.^{215,216}

18 Ağustos 2021 tarihli İstanbul İstişare Toplantısı ve 07-09 Eylül 2021 tarihlerinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından Komisyona verilen bilgilere göre; **İstanbul** ilinde toplamda 87 adet arıtma tesisi bulunmakta olup bu tesislerin toplam kapasitesi 5 milyon 812 bin m³/gün'dür. Söz konusu tesislerin 10'u ileri biyolojik arıtma, 69'u biyolojik arıtma ve 8'i de ön arıtma tesisidir. Beşiktaş, Sarıyer, Şişli, Kağıthane ve Beyoğlu ilçelerine hizmet eden mevcut 600.000 m³/gün kapasiteli Baltalimanı Atıksu Ön Arıtma Tesisi biyolojik atıksu arıtma tesisine dönüştürülecektir. Tuzla, Pendik, Kartal ve Maltepe İlçelerine hizmet eden mevcut 250.000 m³/gün kapasiteli Tuzla Atıksu İleri Biyolojik Arıtma Tesisi'nin kapasitesi ise Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında günlük 400.000 m³ daha artırarak, 650.000 m³'e ulaşacaktır. Sultangazi, Esenler, Bahçelievler, Zeytinburnu, Fatih, Bayrampaşa, Güngören ve Eyüp İlçelerine hizmet eden mevcut 840.000 m³/gün kapasiteli atıksu ön arıtma tesisi ise 600.000 m³/gün kapasiteli biyolojik atıksu arıtma tesisine dönüştürülmektedir. Ayrıca Küçükçekmece Gölü'nün doğu ve batı yakasında inşa edilen Küçükçekmece Tünelleri ile birlikte Küçükçekmece Atıksu Ön Arıtma Tesisine gelen atıksuların 250 bin m³/günlük kısmı Ataköy, 150 bin m³/günlük kısmı Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerine aktarılacaktır. Bunların yanında ilde planlanan 22 adet proje bulunmaktadır.²¹⁷

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından yapımı planlanan atıksu arıtma tesislerine ilişkin bilgiler ve 2021 yılı Temmuz ayına ait değerler ile inşaatı devam eden tesislerin bitmesiyle ulaşılabilecek oranlar aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir. Buna göre acil planlama dâhilinde 10, genel planlama dâhilinde ise 7 adet atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır.²¹⁸

²¹⁵ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Çanakkale Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²¹⁶ Çanakkale Belediyesi Başkan Yardımcısı Mehmet İrfan MUTLUAY'ın 18 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²¹⁷ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından Komisyona yapılan sunum.

²¹⁸ A.g.k.

Tablo 15. İSKİ Tarafından Yapılması Planlanan Atıksu Arıtma Tesisleri

	Tesis Adı	Durum	Mevcut Kapasite (m ³ /gün)	Ek/Yeni Planlanan Kapasite (m ³ /gün)	Revizyon Kapasite (m ³ /gün)
Acil Planlanan	Adalar (Kınalı-750, Burgaz-500, Heybeli-3500, Büyükkada-4000)İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	8.750	-
	Ambarlı İleri Biyolojik AAT 2. kademe	Ek	400.000	300.000	-
	Kadıköy Biyolojik AAT	Revizyon	833.000	-	550.000
	Küçüksu İleri Biyolojik AAT	Revizyon	640.000	-	125.000
	Paşaköy İleri Biyolojik AAT 3. Kademe	Ek	200.000	100.000	-
	Paşabahçe İleri Biyolojik AAT	Revizyon	575.000	-	150.000
	Şile Kumbaba İleri Biyolojik AAT	Revizyon	46.000	-	40.000
	Tepeören İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	250.000	-
	Ümraniye İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	150.000	-
	Üsküdar İleri Biyolojik AAT	Revizyon	77.760	-	100.000
Genel Planlama Dâhilinde	Ataköy İleri Biyolojik AAT 3. Kademe (250bin)+4. Kademe (400bin)	Ek	600.000	650.000	-
	Silivri İleri Biyolojik AAT 2. Kademe (200bin)+3. Kademe (200bin)	Ek	36.000	400.000	-
	Başakşehir İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	400.000	-
	Riva İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	15.000	-
	Gümüşdere İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	15.000	-
	Maltepe İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	250.000	-
	Göksu İleri Biyolojik AAT	Yeni	-	200.000	-

Kaynak: 07-09.09.2021 tarihlerinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından Komisyona yapılan sunum.

İstanbul ilinde bulunan mevcut atıksu arıtma tesislerinin toplam kapasiteleri dikkate alındığında yaklaşık % 30'u ileri atıksu arıtma tesisi olup, il genelinde yer alan kentsel atıksu arıtma tesislerinin arıtma türlerine göre kapasite ve atıksu miktarları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. İstanbul İlinde Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Kapasite ve Atıksu Miktarı Bilgileri

	İleri Arıtma		Biyolojik Arıtma		Fiziksel Arıtma		Toplam	
	(m ³ /gün)	Oranı (%)	(m ³ /gün)	Oranı (%)	(m ³ /gün)	Oranı (%)	(m ³ /gün)	Oranı (%)
AAT Kapasitesi	1.700.885	29,5	46.470	0,8	4.014.760	69,7	5.762.115	100
Atıksu Miktarı	1.370.340	35,6	37.168	0,9	2.437.304	63,5	3.844.812	100

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Verileri.

2018 yılı TÜİK verilerine göre ileri arıtma (azot ve fosfor giderimi) ile arıtılmış atıksuyun diğer arıtma türleri içindeki oranına bakıldığında Marmara Denizi'ne kıyısı olan iller içerisinde **Kocaeli**'nin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. 18 Ağustos 2021 tarihli

İstanbul İstişare Toplantısı'nda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından Komisyona verilen bilgilere göre ilde toplam 6 adet ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi (Kullar, Plajyolu, Gebze, Kandıra, Cebeci, Dilovası) bulunmakta olup 2020 yılında ilde arıtılmış kentsel atıksuyun % 65'i ileri biyolojik arıtmaya tabi tutulmuştur. 2021 yılında bu oran % 72'ye yükselmiştir. Kullar İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi sahasında atıksuların biyolojik arıtımının yanında geri kazanım suyu üretimi, çamur yakma tesisi, biyokütle enerji santrali ve güneş enerjisi santrali de bulunmaktadır. 2024 yılı itibariyle atıksuyun tamamının ileri biyolojik arıtma tesislerinde arıtılması ve genelgeler doğrultusunda ilin arıtma kapasitesinin 2024 yılına sonuna kadar % 24 oranında artırılması hedeflenmektedir.^{219,220} Komisyonun 03 Ağustos 2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU İzmit Körfezi'nin durağan ve zayıf akıntılı bir bölge olması sebebiyle buraya gelen her türlü kirliliğin engellenmesi gerektiğini vurgulamıştır.²²¹

18 Ağustos 2021 tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından Komisyona verilen bilgilere göre; **Tekirdağ** ilinde toplamda 21 adet atıksu arıtma tesisi bulunmakta olup bunlardan 9 adedi ileri biyolojik arıtma, 8 adedi biyolojik arıtma tesisi olup ilde 1 adet derin deniz deşarjı ve 3 adet doğal arıtma bulunmaktadır. Marmara Havzası dâhilinde ise toplamda 10 adet atıksu arıtma tesisi ve 1 adet ön arıtmalı derin deniz deşarjı (Şarköy) bulunmaktadır. Bu tesislerden dördünde (Süleymanpaşa-Batı, Çorlu-Ergene, Yeniçiftlik ve Yenice) ileri biyolojik atıksu arıtma mevcuttur. Ergene Havzası içerisinde yer alan 10 adet atıksu arıtma tesisinin 5 adedi (Çerkezköy-Kapaklı, Malkara, Hayrabolu, Muratlı ve Saray) ileri biyolojik atıksu arıtma yapmaktadır.²²² Şarköy'de hâlihazırda derin deniz deşarjı yapılmakta olup, 2024 yılında ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinin devreye alınması planlanmaktadır. Süleymanpaşa-Batı (2. Kademe), Süleymanpaşa-Doğu, Yeniçiftlik ve Marmaraereğlisi ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerinin de 2024 yılı sonuna kadar devreye alınması planlanmaktadır.²²³

07-09 Eylül 2021 tarihinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Yalova Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü tarafından Komisyona verilen bilgiye göre; **Yalova** ilinde 6 adet atıksu arıtma tesisi olup bu tesislerden 1'inde (YASKİ

²¹⁹ 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²²⁰ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²²¹ Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²²² 18.08.2021 Tarihli İstanbul İstişare Toplantısı'nda Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Su Ve Kanalizasyon İdaresi (TESKİ) Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²²³ 07-09 Eylül 2021 Tarihlerinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Tekirdağ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

Birlik Başkanlığı Atıksu Arıtma Tesisi) ileri biyolojik arıtma uygulanmaktadır. TASKAB Birlik Başkanlığı AAT, Mavi Deniz Birlik Başkanlığı AAT, Armutlu Belediyesi AAT, Esenköy Belediyesi AAT ve Kuru Belediyesi AAT’de biyolojik arıtma uygulanmaktadır. Bu arıtma tesislerinden Kuru Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi hariç tamamında derin deniz deşarjı yapılmaktadır. Kuru Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suları ise denize kıyından deşarj edilmektedir. İl merkezi ve ilçelerin turizm bölgesi olması nedeniyle özellikle yaz aylarında nüfus artışı yaşanmakta, bu durum arıtma tesislerinin kapasitelerini zorlamakta ve arıtma verimini düşürmektedir.²²⁴

Marmara Denizi’ne kıyısı olan illerde faaliyette olan OSB’lerin atıksu altyapı durumları ve ihtiyaç durumları ise Tablo 17 ve Tablo 18’de gösterilmiştir. 20 Ekim 2021 tarihli Komisyon toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu (OSBÜK) Yönetim Kurulu Üyesi Mustafa Rahmi TÜRKER maliyet çalışmaları devam eden OSB’lerle birlikte bölgedeki OSB’lerin atıksu arıtma tesisi revizyon, bakım-onarım, kapasite artışı ve yeni tesis yapımı için yaklaşık 50 milyon euroluk bir kaynağa ihtiyaç olduğunu belirtmiş; yapılacak tüm bu çalışmaların ilgili genelge doğrultusunda 22 Haziran 2024 tarihinde bitmesinin öngörüldüğünü ifade etmiştir.²²⁵

Tablo 17. OSB’lerin Atıksu Altyapı Durumları

AAT’si olan OSB’ler				AAT’si olmayan OSB’ler		
İleri Biyolojik AAT’si Olan OSB’ler	Ortak İleri Biyolojik AAT Kullanan OSB’ler	AAT’si olan ve Atıksuyunu İleri Biyolojik Belediye Kanalına Deşarj Eden OSB’ler	İnşaat Halinde İleri Biyolojik AAT’si olan OSB’ler	AAT’si İleri Biyolojik Olmayan OSB’ler	Atıksuyunu İleri Biyolojik AAT’ye Deşarj Eden OSB’ler	Atıksuyunu Çeşitli Yollarla Deşarj Eden OSB’ler
Balıkesir	Bursa Barakfaklı	İstanbul Beylikdüzü	Tekirdağ Kapaklı	Balıkesir Bandırma	Bursa Yenice	İstanbul Dudullu
Bursa Demirtaş	Bursa Kestel	İstanbul Deri	Tekirdağ Yalıboyu	Balıkesir Gönen Deri	Bursa Kayapa	Tekirdağ Marmara Ereğlisi
Bursa Hasanağa	Bursa Uludağ	İstanbul Tuzla	Tekirdağ Veliköy	Bursa	Bursa İnegöl Mobilyacılık	Bursa MKP Mermeciler
Bursa İnegöl			Tekirdağ Velimeşe	Bursa Deri	Çanakkale	Tekirdağ Hayrabolu
Kocaeli Asım Kibar				Bursa Mustafakemalpaşa	İstanbul İkitelli	Balıkesir Burhaniye Zeytin
Kocaeli Gebze				Bursa Yenişehir	İstanbul	

²²⁴ 07-09 Eylül 2021 Tarihinde Gerçekleştirilen Marmara Denizi Çalışma Ziyaretinde Yalova Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü Tarafından Komisyona Yapılan Sunum.

²²⁵ OSBÜK Yönetim Kurulu Üyesi Mustafa Rahmi TÜRKER’in 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.

					Anadolu Yakası	
Kocaeli Gebze Dilovası				Bursa Nilüfer	İstanbul Birlik	
Kocaeli Makine İhtisas				Çanakkale Biga	İstanbul Tuzla Kimya	
Kocaeli Gebze IV İMES Makine İhtisas				Kocaeli V Kimya	Kocaeli Arslanbey	
Tekirdağ Çerkezköy				Kocaeli Gebze Güzeller	Kocaeli Alikahya	
Tekirdağ Çorlu Deri				Kocaeli Gebze Plastikçiler	Yalova Avrasya Giyim ve Gemi	
Tekirdağ Muratlı				Kocaeli Kömürcüler		
Tekirdağ Çorlu-1				Kocaeli Kobi		
Tekirdağ Ergene-1				Kocaeli TOSB Otomotiv		
Tekirdağ Ergene-2				Tekirdağ Malkara (Paket)		
Yalova Kompozit ve Kimya İhtisas						
16	3	3	4	15	11	5

Kaynak: 20.10.2021 tarihli Komisyon toplantısında OSBÜK Yönetim Kurulu Üyesi Mustafa Rahmi TÜRKER tarafından Komisyona yapılan sunum.

Tablo 18. OSB'lerin Atıksu Altyapı İhtiyaç Durumları

İl	OSB Adı	Mevcut Durum	İhtiyaç Durumu	Bitiş Tarihi	Maliyet (Euro)
Balıkesir	Balıkesir	Fiziksel, Kimyasal, İleri Biyolojik	Revizyon devam ediyor (10.000 m ³ /gün kapasiteli arıtma tesisinin revizyon süreci % 50 oranında bitmiştir)	01.04.2022	3.550.000
	Gönen Deri İhtisas	Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik	Kapasite artışı (mevcut kapasitesini 20.000 m ³ /gün'e çıkarma planlanmaktadır)	22.06.2024	7.019.283
Bursa	Bursa	Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik	Bakım-onarım-revizyon (mevcut iki tesisi bulunmakta olup birinci tesisin yeniden yapım, ikinci tesisin ise revizyon ihtiyacı bulunmaktadır)		10.000.000
	Bursa Deri İhtisas ve Karma	Fiziksel, Kimyasal, İleri Biyolojik	Bakım-onarım-revizyon	22.06.2024	150.000
	Mustafakemalpaşa	Fiziksel, Biyolojik	Kapasite artışı (mevcut kapasitesini 4.000 m ³ /gün'e çıkarılması planlanmaktadır)	22.06.2024	2.485.068
	Mustafakemalpaşa Mermerciler İhtisas	Yok	Yeni atıksu arıtma tesisi	22.06.2024	Maliyet çalışması devam etmektedir

	İnegöl Mobilya Ağaç İşleri	Yok	Yeni atıksu arıtma tesisi	22.06.2024	Maliyet çalışması devam etmektedir
	Nilüfer	Fiziksel, Kimyasal	Bakım-onarım-revizyon	22.06.2024	1.600.000
Çanakkale	Biga	Fiziksel, Biyolojik	Bakım-onarım-revizyon	01.02.2023	500.000
Kocaeli	Kocaeli Gebze V. Kimya İhtisas	Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik	Revizyon devam ediyor	22.06.2024	10.000.000
	Gebze Plastikçiler	Fiziksel, Biyolojik	Bakım-onarım-revizyon	22.06.2024	Maliyet çalışması devam etmektedir
Tekirdağ	Tekirdağ MarmaraEreğlisi	Yok	Yeni tesis planlanmalı	01.05.2023	Maliyet çalışması devam etmektedir

Kaynak: 20.10.2021 tarihli Komisyon toplantısında OSBÜK Yönetim Kurulu Üyesi Mustafa Rahmi TÜRKER tarafından Komisyona yapılan sunum.

Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerdeki endüstri bölgeleri ve serbest bölgelere ilişkin bilgiler ve atıksu arıtma tesisi durumları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre tüzel kişilik kazanmış 9 endüstri bölgesi bulunmakta olup bunlardan 6'sı faaliyettedir. Söz konusu bölgelerden biri hariç tamamının arıtma tesisi mevcuttur. İllerdeki 6 sanayi bölgesinden birinin atıksu arıtma tesisi bulunmakta olup diğer sanayi bölgeleri kanalizasyona bağlıdır.

Tablo 19. Endüstri Bölgeleri ve Serbest Bölgelerin Atıksu Altyapı Durumları

	Endüstri Bölge Sayısı	Endüstri Bölgesi AAT Durumu	Sanayi Bölgesi Sayısı	Sanayi Bölgesi AAT Durumu
Balıkesir	1	AAT var	-	
Bursa	2	AAT var	1	AAT var
Çanakkale	1	AAT var	-	
İstanbul	1	Kanalizasyona bağlı	1	AAT/Kanalizasyona bağlı
İstanbul			2	Kanalizasyona bağlı
Kocaeli	1	AAT var	2	Kanalizasyona bağlı

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 17.11.2021 Tarih ve 914309 Sayılı Cevabi Yazı.

Ötrofikasyon Açısından Hassas Alanlar

Komisyonun 03.08.2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Melek İşinibilir Okyar'ın belirttiği üzere müsilaj oluşumu genellikle su alışıverişinin sınırlı olup diğer besin girdilerinin yoğun olduğu denizlerde görülmektedir.²²⁶ Bu alanlarda özel trofik koşullar (azot ve fosfor besin maddeleri açısından) söz konusudur. Marmara'ya

²²⁶ Prof. Dr. Melek İşinibilir Okyar'ın 03 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

ulaşan besin girdi kaynaklarından biri de atıksulardır. Şekil 24’te Marmara Havzası’nda yer alan azot ve fosfor kirlilik yükleri açısından hassas kıyı su alanları gösterilmektedir. Buna göre Marmara Havzası’nda boğazlar dâhil olmak üzere bütün kıyı suları 30.12.2021 tarih ve 31705 (2. Mükerrer) sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik’te Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik kapsamında “hassas su kütlesi” olarak ilan edilmiştir. Ayrıca bahsekonu yönetmelikte bu kıyı sularına drene olan tüm sular da “*Hassas su kütlelerinin drenaj alanı ile bu su kütlelerinin membasında bulunan ve hassas su kütlelerinde baskı oluşturarak su kalite hedeflerinin sağlanamamasına sebep olan kentsel atıksu drenaj alanları*” olarak tanımlanan “kentsel hassas alan” olarak ilan edilmiştir. 08.01.2006 tarih ve 26047 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’nde ise hassas su alanlarına yapılacak deşarjlara ilişkin Madde 11’de gerekli arıtma deşarj limitleri belirlenmiştir. Buna göre hassas su alanlarına yapılacak deşarjlardan önce ileri arıtma uygulanması gerekmekte olup deşarj limitleri Tablo 20’de verilmiştir.

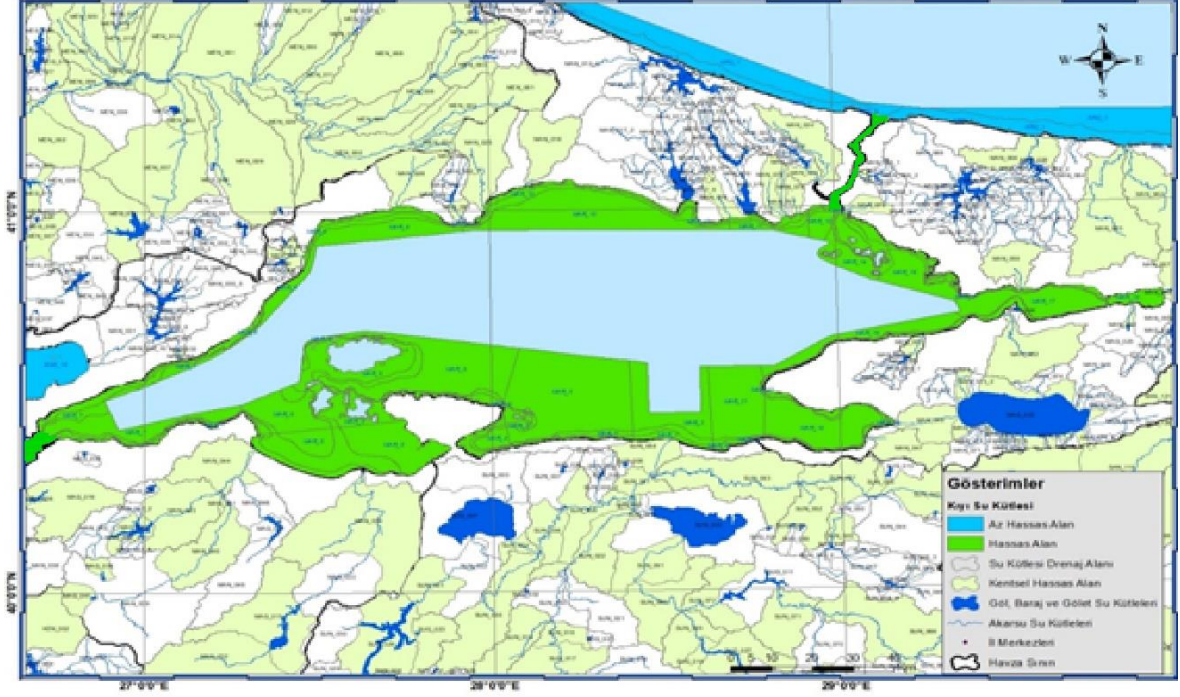
Tablo 20. Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinden İleri Arıtıma İlişkin Deşarj Limitleri*

Parametreler	Konsantrasyon	Minimum Arıtma Verimi (%)	Referans Ölçüm Metodu
Toplam Fosfor	2 mg/L P (10.000-100.000 Eşdeğer Nüfus için) 1 mg/L P (100.000 Eşdeğer Nüfustan fazlası için)	80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre
Toplam Azot²²⁷	15 mg/L N (10.000-100.000 Eşdeğer Nüfus için) 10 mg/L N (100.000 Eşdeğer Nüfustan fazlası için)	70-80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre

Not : *Yerel şartlara bağlı olarak parametrelerin biri veya ikisi birden uygulanabilir. Konsantrasyon değerleri veya arıtma verimleri uygulanacaktır.

Kaynak: 08.01.2006 tarih ve 26047 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, Ek-IV Tablo 2.

²²⁷ Toplam azot: toplam Kjeldahl-azotu (organik azot+amonyak-azotu), nitrat (NO₃)-azotu ve nitrit (NO₂)-azotu.

Şekil 22. Marmara Havzası Hassas Kıyı Su Alanları

Kaynak: 30.12.2021 tarih ve 31705 (2. Mükerrer) sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik’te Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Ek-4 Harita 1.

20.10.2021 tarihli Komisyon toplantısına katılarak bilgi veren Prof. Dr. Lokman Hakan TECER deşarj standartlarının tesisler özelinde sağlansa dahi çok sayıda tesisin deşarjları bir araya geldiğinde kümülatif bir kirlilik oluştuğuna dikkat çekmiş ve alıcı ortamların (deniz, nehir vb.) bu kümülatif kirliliği taşıyamayabileceğine değinmiştir. Bu noktada deşarj standartları belirlemek yerine alıcı ortamın taşıyabileceği yükü hesaplayarak her tesise tek tek arıtması gereken hedefleri atamanın önemini yani alıcı ortam bazlı deşarj kriterlerinin belirlenmesinin gereğini vurgulamıştır.²²⁸

²²⁸ Prof. Dr. Lokman Hakan TECER’in 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

İKİNCİ BÖLÜM

MÜSİLAJIN ETKİLERİ

Marmara Denizi özellikle son kırk yıldır yoğun çevresel sorunların baskısı altındadır. Bölgede artan nüfus, yoğun şehirleşme ve sanayi atıklarının yol açtığı kirlilik arıtma tesislerinin yetersiz kalmasına neden olmuştur. Evsel ve endüstriyel atıkların doğrudan ya da yetersiz arıtma ile denize verilmesi ve turizm, gemicilik, tarım gibi faaliyetler sonucu organik yüklerin artması Marmara Denizi'ni ötrofik hale getirmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalarda deniz ekosistemleri izlenmeye başlanmış ve yaşanan olumsuzluklara karşı tedbirler alınmaya çalışılmış ancak bu önlemler sınırlı kalmış ve çevresel bozulma devam etmiştir.²²⁹

Son yıllarda çevre sorunları ile birlikte iklim değişikliğinin artan etkisi deniz ekosistemlerine baskı oluşturmakta, biyoçeşitliliğin azalmasına yol açmakta, denizel canlı yaşamı tehdit etmektedir. Atıkların denize deşarjında organik birikimin taşıma kapasitesini aşması ve iklim değişikliği sonucu deniz suyu sıcaklıklarının artışı ve durağan deniz şartlarının su değişimini sınırlaması gibi oluşumların tetiklediği plankton patlamaları gibi oluşumlar daha sık gözlenmeye başlanmıştır. Deniz ekosistemindeki bu değişimlerin bir sonucu olarak Marmara Denizi'nde ilk kez 2007 yılında müsilaj oluşumu gözlenmiş, fakat etkisi nispeten sınırlı kalmıştır. Denizdeki plankton artışı ve bakteri faaliyetleri ile yapışkan/kaygan topaklanmalar şeklinde gözlenen müsilaj oluşumunun Marmara Denizi'ndeki kütleli etkisi son dönemde tekrar izlenmeye başlamıştır. Marmara Denizi'nde 2020 yılı sonbahar döneminde ortaya çıkan müsilaj oluşumunda yine benzer şartlar tetikleyici olsa da etkisi çok daha yaygın olmuştur. Özellikle 2021 yılı ilkbahar mevsiminde etkisi artan müsilaj yapıları endişe verici bir boyuta ulaşmıştır. Sadece deniz yüzeyinde değil, 25-30 m deniz derinliğine kadar etkili olan müsilaj oluşumunda, çevre felaketi boyutu dışında, bölgede yaşayan nüfusa olumsuz etkisi olmuş, birçok sektörde ekonomik sorunlar yaşanmasına yol açmıştır. Raporun bu bölümünde; müsilaj oluşumunun, denizdeki canlı yaşam ve besin zincirinin yanı sıra, balıkçılık ve turizm sektörleri ile insan sağlığına olası etkileri incelenmektedir.

2.1 DENİZ EKOSİSTEMİNE ETKİLERİ

Bu başlık altında Marmara Denizi ekosistemine etki eden doğal oluşumlar ve biyoçeşitliliğinde yaşanan değişim sürecine değinildikten sonra müsilajın besin zinciri değişimine etkisi ve sisteme giren istilacı türlerin oluşturduğu baskılara yer verilecek ve

²²⁹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021, Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı (2021-2024), Ankara, s.155.

son olarak müsilağın Marmara Denizi ekosisteminde oluşturduğu değişimler bir bütün olarak incelenecektir.

2.1.1 Marmara Denizi Ekosistemine Etki Eden Doğal Oluşumlar

Bir ortamda yaşayan canlı organizmalar (biyotik) ve onların içinde bulunduğu cansız (abiyotik) çevre birbirlerinden ayrılmayacak derecede kaynaşmıştır ve etkileşim içerisinde. Deniz canlı yaşamı, aynı anda birçok besin zincirinden oluşur. Bazı durumlarda yüzlerce canlıdan oluşan ve birbirine bağımlı, yakın ilişkide olan bu canlılar; popülasyonlar arasında bir denge oluşturma çabası içindedir. Bu ortamdaki besin döngüsü ve enerji akışı sayesinde, sistem içinde belirli bir biyotik yapı oluşur; sistemin canlı ve cansız bileşenleri arasında düzenli bir madde döngüsü sağlanır. Doğal ortamdaki canlı ve cansız yapıyı içine alan bu döngüye ekolojik sistem veya ekosistem denir.

Marmara Denizi, dünyada bütünü ile bir ülkeye ait olan tek deniz konumundadır. Marmara Denizi, küçük yüzey alanına sahip olmasına karşın, kendine özgü oşinografik yapısı ile biyotik ve abiyotik özellikler bakımından değişken özellikler göstermektedir. Marmara Denizi, Karadeniz'den giren az tuzlu yüzey suları ile Akdeniz'den giriş yapan daha tuzlu dip akıntılarının etkisi altındadır. Dünyanın önemli 13 boğaz ve kanal sisteminden ikisini barındıran Marmara Denizi, birçok denizel canlı için önemli bir göç yoludur. Bu nedenle çok önemli biyolojik çeşitliliğe sahiptir.²³⁰

Marmara Denizi'nde doksanlı yıllarda ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün yürüttüğü çalışmalarda, Akdeniz ve Karadeniz bağlantılı olarak yüzey ve dip akıntısı şeklinde tabakalaşma olduğu tespit edilmiştir. Denizdeki biyoçeşitlilik bu tabakalı ve katmanlı akıntı yapısına göre dağılım göstermektedir.²³¹

Marmara Denizi'ndeki dip yapıda yoğun tuzlulukla ayrışan ayrı bir su kütlesi olduğu, sıcaklık ve tuzluluk gibi iki tabakalı oluşum nedeniyle üst sulara geçişin sınırlı kaldığı bilinmektedir. Dip akıntısı ve yüzey akıntısının farklı olması kıyı bölgelerde sorun oluşturan atık suların derin deşarjı verilmesinde yeni bir fırsat olarak değerlendirilmiştir. Artan nüfusun yarattığı sorunlarla uğraşan belediyeler tarafından, atık suların ön arıtmalar ile derin deniz deşarjı olarak 40-50 m derinliklere verilmesi pratik bir çözüm olarak görülmüştür.²³² Oysaki bu derinlikler biyolojik deniz yaşamının en yoğun olduğu kıyı sularını içermektedir. Son otuz yılda çok sayıda derin deşarj yatırımı ile evsel ve sanayi

²³⁰ Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²³¹ BEŞİKTEPE, Ş.T., Sur, H.İ., Özsoy, E., Latif, MA Oğuz, T Ünlüata, Ü. 1994. The Circulation and Hydrography of the Marmara Sea, Progress in Oceanography 34 (4), s.285-334.

²³² Prof. Dr. Bülent KESKİNLER'in 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

kaynaklı atıklar denize verilmiştir. Bunun sonucu olarak deniz derinliğinde bulunan alanlarda nutrient oranı artış göstermiş, suda çözülmüş oksijen düzeyi ise buna bağlı olarak azalmıştır. Bu değişimler Marmara Denizi'ndeki pelajik ve dip ekosistemini ve canlı yaşamı oldukça etkilemiştir.

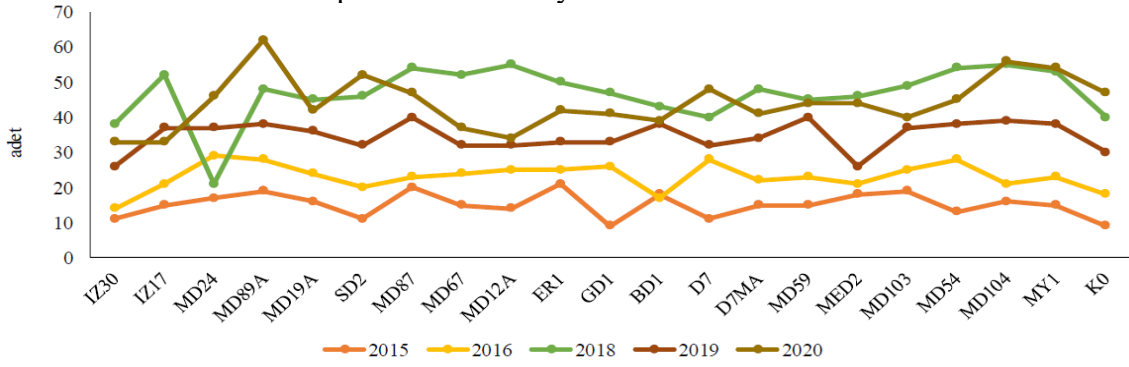
2.1.2 Marmara Deniz Biyoçeşitliliğinde Yaşanan Değişim Süreci

Marmara Denizi'nde son 60 yılda biyolojik çeşitliliği oluşturan türlerde sürekli bir değişim görülmektedir. Son yıllarda artan kirlilik, balıkçılık vb. antropolojik etkilerin stoklar üzerine baskısı ve küresel iklim değişiminin etkisi ile yeni türlerin sisteme girişi hızlanmıştır. Bu türlerden istilacı ve fırsatçı olanların denizlerimize adaptasyon sağladığı ve kalıcı olarak besin zincirine dâhil oldukları belirlenmiştir.²³³

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2020 döneminde yürütülen bilimsel çalışmalarda biyoçeşitlilikteki makro ve mikro tür sayısı sürekli değişkenlikler göstermiştir. Örneğin; 2016 yılı yaz döneminde gerçekleştirilen deniz tabanı biyoçeşitlilik çalışmalarında 26 adet kemikli balık türü, 9 adet kıkırdaklı balık türü, 54 adet makrozoobentik organizma türü tanımlanmıştır. Yapılan değerlendirmeye göre kıkırdaklı balık türlerinin frekans, bolluk ve biyokütle değerlerinde geçmiş dönemlere göre önemli düşüş olduğu belirlenmiştir.²³⁴

Marmara Denizi tür çeşitliliği yönünde incelendiğinde yaz döneminde 2014 yılında 31 tür, 2015'te 49 tür, 2016'da 46 tür, 2017 yılında 111 tür, 2018 yılında 85 tür, 2019 yılında 83 tür, 2020 yılında ise 108 tür teşhis edilmiştir. 2017 yılına kadar artış eğiliminde olan tür sayısı, 2017'den sonra yerini azalışa bırakmış, 2014'den sonra kesintisiz toplam 7 yaz döneminde yapılan örnekleme sonuçlarında en yüksek tür sayısı 2020 yılında gözlenmiştir (Şekil 23).

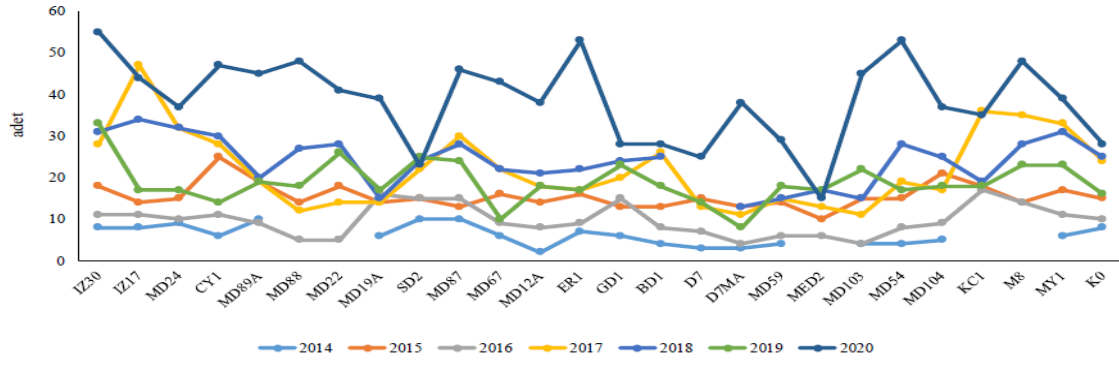
Şekil 23. 2015-2020 Örnekleme Döneminde Marmara Denizi'nde Yaz (A) ve Kış (B) Döneminde Tespit Edilen Tür Sayısı



A

²³³ Salıhoğlu, B., Öztürk, B. (Ed.) 2021, İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul, s.266.

²³⁴ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2017) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi 2014-2016 Akdeniz / Ege Denizi / Marmara Denizi / Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.



B

Kaynak: ÇŞB, TÜBİTAK MAM 2020. DEN-İZ projesi 2015-2020 yılı çalışma sonuç raporu.

Marmara Denizi'nde uzun yıllar sürdürülen bilimsel çalışmalarda, 19 su ürünleri türünün soyunun tükendiği, 22 türün de ticari olarak stoklarının azalmış olduğu tespit edilmiştir. Yani ticari balık türlerinin % 56'sı yok olma tehlikesi altındadır. 2011-2014 tarihleri arasında TAGEM destekli proje kapsamında aylık olarak algarna çekilerek yapılan örneklemede 40'ı kemikli balık, 7'si kıkırdaklı balık, 36'sı omurgasız tür olmak üzere toplam 83 tür belirlenmiştir.²³⁵ Birleşmiş Milletler, Ekolojik veya Biyolojik Olarak Önemli Deniz Alanları EBSA kriterlerine göre yapılan değerlendirmede ise 4 tür kritik düzey (CR), 4 tür tehlikede (EN), 6 duyarlı (VU) 12 tür tehlide açık (NT) 26 tür ise düşük riskli (LC) kategorisinde yer almıştır.²³⁶

Denizlerde biyolojik çeşitliliğin esas unsuru planktonik düzeydeki canlılardır. Bu canlılar çevresel değişime çok duyarlı olmakla birlikte mevsimsel olarak değişim gösterebilmektedirler. Marmara Denizi'nde son bir yılda yürütülen çalışmalarda; kış döneminde 10 taksonomik sınıfa ait toplam 109 fitoplankton türü tespit edilmişken, ilkbahar döneminde 86 tür, yaz döneminde ise 83 tür belirlenmiştir. Bu değişim denizdeki dinamik farklılaşmayı göstermektedir.²³⁷

Marmara Denizi su ürünleri stokları üzerine yürütülen araştırmalarda, toplam 93 tür tespit edilmiştir. Bunların; 49'u kemikli balık türü, 8'i kıkırdaklı balık türü, 8'i kabuklular, 6'sı kafadanbacaklılar ve 22'si de diğer türlerdendir. (Tablo 21).

Tablo 21. Marmara Denizi Su Ürünleri Türleri

Kemikli Balıklar	Kıkırdaklı Balıklar
Hamsi <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	Domuz balığı <i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758)
İstavrit <i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Kedi balığı <i>Scylorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)
Sarıkuyruk İstavrit <i>T. mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	Sivriburun vatoz <i>Dipturus oxyrinus</i> (Linnaeus, 1758)
Berlam <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Torpedo <i>Torpedo marmorata</i> (Risso, 1810)

²³⁵ Şirin, M. ve ark., 2014, Marmara Denizi Ekonomik Demersal Balık Türlerinin Popülasyon Yapısı ve Stok Tahmini Proje Sonuç Raporu, TAGEM/ HAYSÜD /2014, Bandırma.

²³⁶ SUMAE 2017, Marmara Denizi Balıkçılığın Sosyo-ekonomik Yapısı Proje Sonuç Raporu, Trabzon.

²³⁷ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2017) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2016 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

Mezgit <i>Merlangius merlangus</i> (Linnaeus, 1758)	Vatoz <i>Raja clavata</i> (Linnaeus, 1758)
Barbun <i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	Vatoz <i>Raja miraletus</i> (Linnaeus, 1758)
Tekir <i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)	Vatoz <i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)
Lüfer (çinekop) (<i>Pomatomus saltatrix</i>)	Camgöz köpekbalığı <i>Squalus blainville</i>
Palamut (torik) (<i>Sarda sarda</i>) Bloch 1793	Eklem Bacaklılar
Sardalya <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Derinsu pembe karidesi <i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)
Kalkan <i>Scophthalmus maximus</i>	Çalı karidesi <i>Plesionika heterocarpus</i> (A. Costa, 1871)
Dülger balığı <i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	Jumbo karides <i>Penaeus japonicus</i> (Spence Bate, 1888)
Fener balığı <i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	Karides <i>Pontocaris lacazei</i> (Gpurret, 1887)
İsparoz <i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	Yengeç <i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)
İskorpit <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758	Yengeç <i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)
Çizgili hani <i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	Keşiş yengeci <i>Paguristes syrtensis</i> (Saint Laurent, 1971)
İzmarit <i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)	Kırmızı karides <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)
Kancaağız pisi balığı <i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)	Kerevit <i>Nephrops norvegicus</i> (Linnaeus, 1758)
Kayabalığı <i>Lesuerigobius friesii</i> (Malm, 1874)	Örümcek yengeç <i>Macropodia rostrata</i> (Linnaeus, 1761)
Kırlangıç <i>Chelidonicichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)	Karavida <i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)
Kırlangıç <i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacepède, 1801)	Kafadan Bacaklılar
Kömürcü kayabalığı <i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	Ahtapot <i>Octopus vulgaris</i> (Cuvier, 1797)
Kurdela balığı <i>Cepola macrophthalma</i> (Linnaeus, 1758)	Mürekkep balığı <i>Sepia officinalis</i> (Linnaeus, 1758)
Küçük gelincik <i>Gaidropsarus biscayensis</i> (Collett, 1890)	Mis ahtapot <i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1798)
Lekli dil balığı <i>Microchirus variegatus</i> (Donovan, 1808)	Kalamar <i>Loligo vulgaris</i> (Lamarck, 1798)
Mazak <i>Trigloporus lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)	Omurgasızlar ve Diğer Türler
Horozbina <i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758	Deniz salyangozu <i>Galeodea echinophora</i> (Linnaeus, 1758)
Mıgır <i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz salyangozu <i>Murex brandaris</i> (Linnaeus, 1758)
Öksüz <i>Trigla lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz salyangozu <i>Aporrhais serresianus</i> (Locard, 1891)
Dil balığı <i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz tavşanı <i>Aplysia</i> sp.
Benekli pisi balığı <i>Lepidorhombus boscii</i> (Risso, 1810)	Deniz yıldızı <i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758)
Şeffaf dil balığı <i>Arnoglossus kessleri</i> (Schmidt, 1915)	Deniz yıldızı <i>Asterias rubens</i> (Linnaeus, 1758)
Tiryaki <i>Uranoscopus scaber</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz yıldızı <i>Astropecten irregularis</i> (Pennant, 1777)
Trakonya <i>Trachinus draco</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz yıldızı <i>Hacelia attenuata</i> (Gray, 1840)
Üzgün <i>Callionymus lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz yıldızı <i>Anseropoda placenta</i> (Pennant, 1777)
Kefal <i>Mugil</i> spp.	Deniz yıldızı <i>Antedon mediterranea</i> (Lamarck, 1816)
Sinagrit <i>Dentex dentex</i>	Deniz yılan yıldızı <i>Ophiura texturata</i> (Lamarck, 1816)
Mercan <i>Pagellus</i> spp.	Deniz hıyarı <i>Holothuria tubulosa</i> (Gmelin, 1791)
Üzgün <i>Callionymus fasciatus</i> (Valenciennes, 1837)	Deniz kestanesi <i>Spatangus purpureus</i> (O.F. Müller, 1776)
Uskumru <i>Scomber scomber</i>	Deniz kestanesi <i>Brissopsis lyrifera</i> (Forbes, 1841)
Levrek <i>Dicentrarchus labrax</i>	Deniz kestanesi <i>Echinus acutus</i> (Lamarck, 1816)
Çift Kabuklular	Deniz minaresi <i>Turritella communis</i> (Risso, 1826)
Akdeniz midyesi <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	Deniz kalemi <i>Pennatula</i> sp.
Beyaz kum midyesi <i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz örümcekleri <i>Pycnogonida</i> sp.
Midye <i>Aequipecten opercularis</i> (Linnaeus, 1758)	Deniz pabucu <i>Parastichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)
Pina <i>Pinna</i> sp.	Süngerler <i>Spongiidae</i>

Kaynak 1: Bilecenoglu, 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.

Kaynak 2: Aslan İhsanoğlu, M., İşmen, A. (2020). Marmara Denizi Biyoçeşitliliği ve Derinsu Pembe Karidesi Av Miktarı, *Aquatic Research*, 3(2), 85-97.

2.1.3 Müsilajın Besin Zinciri Değişimine Etkisi

Denizler, ekolojik olarak dinamik yapılardır. Barındırdığı canlı yapısı sürekli değişim gösterir. Diğer taraftan denizlerde canlı yaşam her yerde aynı dağılımı göstermez. Derinliği az olan kıyı kesimlerde biyolojik çeşitlilik daha fazladır. Özellikle ışık geçirgenliğinin olduğu, fotosentezin temel oluşturduğu planktonların ve deniz çayırlarının yer aldığı bu alanlar balıkların üremesi, beslenmesi ve balık larvalarının büyümesi için önem taşımaktadır.²³⁸

Denizlerde geniş yüzey alanlarını kaplayan ve deniz içinde ise yoğun şekilde ağımsı yapılar oluşturan müsilaj, birçok deniz canlısının yaşamını doğrudan etkilemektedir. Yoğun müsilaj yapısı güneş ışığının denizde canlı organizmaların yer aldığı derinliklere ulaşmasını engellediği için fotosentez yoluyla çözülmüş oksijen oluşumunu engellemektedir. Oksijen üretimini azaltmasının yanı sıra ortamdaki deniz çayırları ve mercanlar gibi canlı yaşamın olduğu alanları kaplaması ve balıklarda solungaçların tıkanması ile oksijen kullanımını engellemesi ölümcül etkilere yol açmaktadır. Ayrıca balık göç hareketlerini ve beslenmeyi kısıtlaması gibi fiziki engeller oluşturması nedeniyle de tüm ekosistemi etkilemektedir.

Marmara Denizi'nde canlı yaşam büyük çoğunlukla ilk 100 m derinlikte ve kıyı bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Dip bölgeler ise ekosistemi taşıyan midye yatakları, mercanlar, deniz patlıcanları, pinalar, karides türleri gibi çeşitli canlıların yaşadığı ve dip balıklarının bulunduğu alanlardır. Karadeniz'den boğaz yoluyla giren tuzluluğu düşük yüzey sularının taşıdığı besin maddeleri bu bölgedeki canlı yaşam için çok önemlidir.

Marmara Denizi'nde besin zinciri değişim göstermeye başlamıştır. Organik madde ve plankton üstünden beslenen denizanası ve medüz türleri Marmara Denizi'nin genelinde görülmeye başlamıştır. Hamsi ve pelajik türlerin stoklarının azalması, medüz ve denizanası kolonilerinin artması, fitoplankton üretiminin azalmasına yol açtığı için ortamdaki besini kullanan zooplankton ve yavru balıklar gibi pek çok canlının larval evredeki gelişimine etki etmiş, dolaylı olarak müsilaj oluşumuna yol açan organizmaların artışına ortam hazırlanmıştır. Bu değişim beraberinde zincirleme etkiyle pelajik ve demersal besin ağlarında değişime neden olmuştur.²³⁹

Marmara Denizi çevresel baskılardan dolayı tür kaybı son yıllarda artmaya başlamış ve biyolojik çeşitlilikte kayıplarının yerine plankton veya organik madde

²³⁸ Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'ün 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²³⁹ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2020) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2020 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

üstünden süzerek beslenen türler ekosisteme giriş yapmıştır. Böylece Marmara Denizi besin ağı zincirlerinde ani değişikliklere daha açık duruma gelmiştir. Zamanla deniz ekosistemine giren türler izleme çalışmaları ile tespit edilmeye çalışılmaktadır. Fakat tespit edilebilen türlerin dışında çok sayıda plankton türü ülkemiz denizlerindeki biyolojik çeşitliliği değiştirmekte ve yeni riskler oluşturmaya başlamaktadır.²⁴⁰

Marmara Denizi'nde kirlilik etkisi ile oluşan azot ve fosfor gibi besin maddeleri artışı, birincil üretimdeki plankton popülasyonunda ani artışlara yol açmaktadır. Plankton yapısındaki değişimler tüm biyolojik çeşitliliği etkilemesinin yanı sıra, müsilaç için uygun ortam oluşturan etkenlerdendir. Bu tip akut biyoçeşitlilik değişimlerinde, fırsatçı organizmalar uygun çevresel şartlarda aşırı üreme gösterebilmektedir.²⁴¹

Gelişen süreç içinde ötrofikasyon bazı balık türlerinin Marmara Denizi'nden uzaklaşmasına sebebiyet vererek organik atıklardan yararlanan, kirli sularda yaşayabilen ve hızlı üreyen fitoplanktonların-bitkisel organizmaların miktarlarında kitlesel artışlara yol açmaktadır.²⁴² Bununla birlikte denizlerde biyolojik değişimlerin birçok dengeleyici unsuru bulunmaktadır. Marmara Denizi'nde olduğu gibi kirlilik ve çevresel etkilerin, fırsatçı türleri ön plana çıkardığı durumlarda esas olarak bazı zooplankton türleri ve otçul beslenme yapan balık ve diğer organizmalar dengeleyici unsurlar olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat deniz suyu sıcaklık değişimi, kirlilik etkisi ile oksijen seviyesindeki azalmalar bu canlıların beslenmeleri için uygun ortam oluşmasını da etkilemektedir. Özellikle pH değişikliği ve çözünmüş oksijen seviyelerindeki düşüş bu duruma yol açmaktadır.

Son yıllarda ılıman denizlerdeki bilimsel çalışmalar ekosistem ve zooplankton dinamikleri üzerine önemli etkileri olan ya da olabilecek jelatinimsi zooplankton popülasyonlarındaki küresel artış üzerine yoğunlaşmaktadır. Denizel planktonda devam eden değişim, ötrofikasyon, iklim değişikliği, istilacı türler ve balık avcılığına bağlı olarak jelatinimsi zooplankton biyokütlesinin artışına doğru bir eğilim göstermektedir (Şekil 24).²⁴³

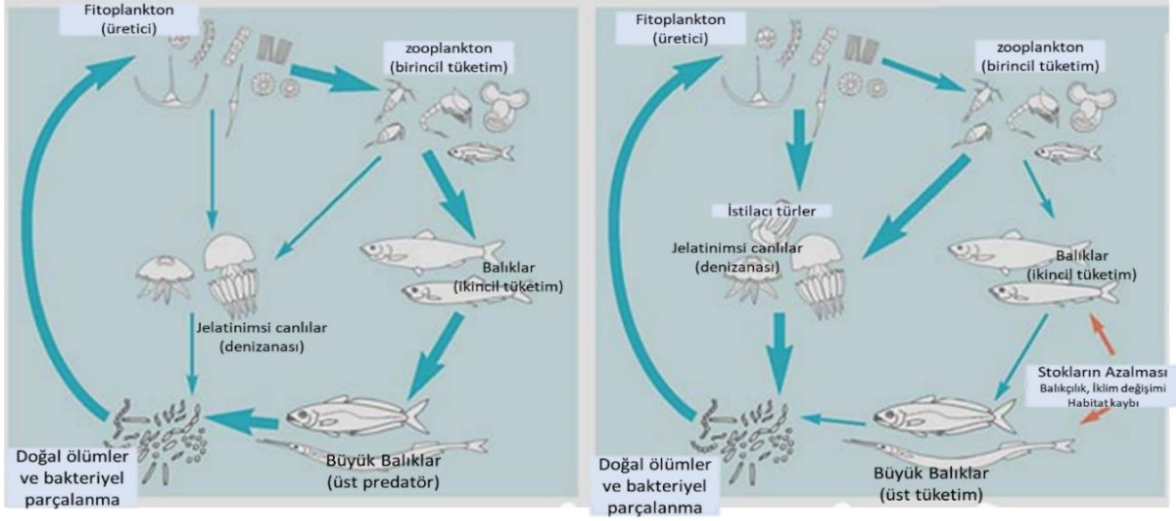
²⁴⁰ Doç. Dr. Muharrem BALCI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

²⁴¹ Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

²⁴² SÜRKOOP Başkanı Ramazan ÖZKAYA'nın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

²⁴³ CIESM 2001, Workshop Series, No: 14. Gelatinous Zooplankton Outbreaks: Theory and Practice, Naples, Italy, p.112.

Şekil 24. Denizel Ekosistemde Dış Etkilerin Besin Zincirinde Yol Açtığı Değişim



Kaynak: Sorokin, Y.I. 2003. The Black Sea - Ecology and Oceanography. Internationale Revue der gesamen Hydrobiologie und Hydrographie, 88(34):427-428 (Türkçe olarak yeniden düzenlenmiştir.)

Değişen hidrodinamik bir yapıya sahip olan Marmara Denizi'nde son dönemde jelatinimsi canlıların yoğun dağılımı gözlenmektedir. Özellikle doksanlı yıllarda ve sonrasında artan kirlilik etkisi ve çevresel baskıların diğer bir sonucu olarak midye yatakları azalmış, deniz dibi canlılarında tür sayıları etkilenmiş ve denizanası gibi bazı türlerin popülasyonunda artış görülmüştür. Yerel türler dışında sistemde yaygın olarak görülmeye başlayan salpa (*Salpa maxima*) türü canlılar sistemde dönem dönem aşırı çoğalma gösterebilmektedir. Bu canlılar suyu süzerek, bakteriler dâhil her boyuttaki planktonla beslenebilmektedir. Örneğin; *L. tetraphylla* 2005'de sisteme girer girmez tüm Marmara Denizi'ne yayılmıştır. Hızlı ve yüksek üremenin yanı sıra, deniz suyunu süzerek beslenme yeteneklerinden dolayı, diğer jelimsi türler üstünde baskı kuran bu canlı, zooplankton ve fitoplankton bolluğunu baskılamıştır.²⁴⁴

Marmara Denizi gibi kirlilik baskısının olduğu ortamlarda, pelajik balık stoklarındaki azalma ve dolaylı olarak denizanası vb. yumuşakçaların artışı için fırsat oluşturmaktadır. Denizanası esas olarak denizde su kütlelerinin fazla planktondan temizlenmesinde rol oynamaktadır. Fakat denizanası popülasyonunda çok fazla artış olduğu zamanlarda balıkçı ağlarını kapatacak şekilde, bir çeşit müsilaj etkisine neden olmaktadır. Hızlı üreme kabiliyetine sahip olan bu canlılar, özellikle mevsimsel olarak plankton artışı görülen ortamlarda yüksek popülasyonlara ulaşabilmektedir. Fakat hızla ürediği gibi, ani sıcaklık değişimi gibi mevsimsel etkilerle toplu ölümleri sonrasında diğer

²⁴⁴ Yüksek A. 2021, Marmara Denizi'nde Deniz Salyası/Müsilajı Oluşturan Sebepler, (M. Şeker, İ. Öztürk) (Ed.), Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri, TÜBA, Ankara, s.249.

jelatinimsi canlılarda olduğu gibi müsilaj benzeri yapı oluşturarak dibe batmakta ve batarken ortamdaki yüksek organik madde yükünü beraberinde dip yapıya taşımaktadırlar. Nitekim 2019 ve 2021 yılı sonbahar döneminde İzmit Körfezi'nde ve Çanakkale kıyı kesiminde toplu denizanası ölümleri gözlenmiştir (Resim 1).²⁴⁵

Resim 1. İstanbul Boğazı ve İzmit Körfezi'nde Denizanası Yoğunluğu (2021)



Kaynak: Bandırma KAE Enstitüsü, 2021 yılı Marmara Denizi saha çalışmalarından alınmıştır.

Denizanası yoğunluğu ve müsilaj oluşumu arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum bilimsel çalışmalar ile özellikle Adriyatik Denizi'nde görülen müsilaj oluşumunda açıklanmıştır. Denizanelerinin yüzde 90-95'i su, geri kalanı karbonhidrat ve proteinden oluşmakta ve yapılarında çok az bir miktar da tuz bulunmaktadır. Çevresel şartlar uygun olduğunda aşırı çoğalma gösterebilmektedir. Pelajik balık türlerinin azalması ile rekabet ortamı olmadığına bol bulunan planktonlarla rahat beslendikleri için sayıları artmaktadır. Fakat kısa sürede ani su sıcaklığı değişimi vb. etkiler ile yaşamlarını tamamlayanlar toplu şekilde ölüp parçalanmaktadır. Ölüp parçalandıklarında ise ortama bol miktarda çözünmüş organik madde girmektedir. Bazı fırsatçı "fitoplankton" türleri ortamdaki bu çözünmüş organik maddeleri kullanarak yoğunluğunu artırabilmektedir. Ortamdaki organik maddelerin bakteri ve plankton yoğunluğunu artırması doğal olarak müsilaj oluşumunda döngüsel bir ilişki oluşmaktadır.²⁴⁶

2.1.3.1 Birincil Üretim Fitoplankton Yoğunluğundaki Değişim

Besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplanktonlar doğrudan fotosentez yoluyla sudaki mineral maddeleri kullanabilmektedir. Fitoplanktonlar, deniz ve göl ortamındaki kirlilik yükünün de dengelenmesinde görev almaktadır. Tür sayıları milyonları bulan planktonlar sucul ekosistemin taşıyıcı unsurudur. En küçük balıklardan dip çamurda yaşayan canlılara kadar, birincil düzey beslenme planktonlardan sağlanmaktadır. Uygun

²⁴⁵ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁴⁶ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

çevresel şartların sağlanması durumunda bu bitkisel organizmalar çok hızlı çoğalma gösterir. Bu hızlı çoğalmalar bazen ani şekilde olduğu için “alg patlaması” veya “plankton patlaması” olarak adlandırılmaktadır.

Besin elementlerindeki artışın etkilerini direk olarak gösteren fitoplanktondaki çoğalma ve yoğunluk artışları normal biyolojik döngüler olarak gerçekleşmektedir. Fitoplankton biyokütlesinin göstergesi olarak kabul edilen klorofil-a seviyeleri, hem besin maddesinin artış/azalış hem de ışık durumunun uygunluğuna göre değişmektedir. Fırtına dönemleri, denizlerdeki yatay (vertikal) akıntıları etkilemektedir. Marmara Denizi'nde özellikle ilkbahar ve kış mevsiminde yaşanan akıntı ve yüzey karışımları nedeni ile oksijen seviyesinde artışlar, besin maddesi kullanan plankton yoğunluğunda artışa ve dolayısıyla klorofil-a seviyelerinin de yükselmesine neden olmaktadır. Müsilaj oluşumunun bu döngüleri etkilediği ve denizdeki fotosentez oluşumunu düşürdüğü belirlenmiştir.

Marmara Denizi, Akdeniz-Ege ve Karadeniz arasında bir köprü görevi görmekle beraber yüksek tabakalaşma ve ötrofikasyon nedeniyle oldukça farklı bir plankton yapısına sahiptir. Yıl içerisinde çevresel şartlarda değişim ve özellikle deniz suyu sıcaklığına bağlı olarak plankton yoğunluğu ve tür sayısı değişimler gösterebilmektedir. *Emiliana huxleyi* adlı kokolitofor bir fitoplankton ile *Noctiluca scintillans* türünün aşırı üremesi denizlerde ışık geçirgenliğini ve oksijen seviyelerini etkilemektedir.²⁴⁷ Bu tür, hızlı üreme yeteneği ve beslenme davranışı nedeniyle miktarını kısa süre içinde hızla artırmakta, red-tide oluşturabilmekte ve plankton biyokütlesi üzerinde baskı kurmaktadır. Bu nedenle deniz suyunun belirgin şekilde turuncu/kahverengi/kırmızıya dönüşmesine neden olmaktadır (Resim 2).²⁴⁸

Denizlerde birincil üretimin aşırı artışı, son yıllarda ılıman geçen kış mevsimlerinde de tespit edilmekle birlikte, çoğunlukla ilkbahar sonu veya yaz başlarında görülmektedir. Özellikle yoğun yağışlardan sonra karasal tatlısu girdileri yoluyla taşınan azot fosfor gibi besin tuzlarının, sisteme girişinden sonra denizel ortamın besinini oluşturan planktonlarda aşırı üreme olayları gözlenmektedir. Aşırı üreme oluşturan fitoplanktonun türüne bağlı olarak deniz suyu mavi/yeşil, turkuaz ya da kırmızı/kahverengi/turuncu renk almaktadır.

²⁴⁷ Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'ün 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁴⁸ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2020) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2020 Akdeniz / Ege Denizi / Marmara Denizi / Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

Kırmızı/kahverengi renk değişimi 'Red-tide' olarak tanımlanmakta ve dinoflagellat türlerinin neden olduğu bilinmektedir.²⁴⁹

Resim 2. İstanbul Sahili ve Gemlik Körfezi'nde Gözlenen Alg Patlamaları (Mayıs 2019)



Kaynak: Fotoğraflar Komisyona yapılan sunumlardan alınmıştır.

Bu alglerin ani çoğalması sonucu oluşan deniz yüzeyini kapladığı, geniş alanları kapladığı uydu görüntüleri ile tespit edilmiştir. 2017'de ani plankton çoğalmasına sonucu oksijen azalmasına bağlı balık ölümleri, 2019 yılı ilkbahar döneminde Marmara Denizi genelinde *Noctulica scintillans* türünün ortamda artış göstermesi ile oluşan plankton patlaması sonucunda yoğun kahverengi renk denize hâkim olmuştur. Son olarak, İstanbul kıyılarında salpa türü jelimsi organizmalarının yayılım göstermesi ve eş zamanlı olarak yoğun denizanası oluşumu ekosistemdeki bu hızlı değişimi göstermektedir.²⁵⁰

2020 yılında, müsilaj oluşumunun oksijen oranını düşürmesi ve fotosentezi etkilemesi sonucu besin ağında birincil üreticiler (fitoplankton) ile üst pelajik sistem arasında yer alan zooplankton ve küçük pelajik balıkların popülasyonunda azalmaya sebep olmuş, bu durum tüm pelajik sistemi etkilemiştir. Bu türlerin metabolik artığı olan bazı toksin ve kimyasal maddelerin birikimleri sonucu omurgasız/pelajik canlılar için toksik etki yaratabileceği vurgulanmıştır.²⁵¹

2.1.3.2 İkincil Üretim ve Zooplanktonlar Üzerindeki Etkisi

Müsilajın yol açtığı ötrofikasyon etkisiyle su kolonundaki ışık geçirgenliğinin azalması, diğer plankton oluşumlarını baskılamaktadır. Genelde ilkbahar ve kış dönemlerinde askıda madde artışı sonucu plankton üretimi artış göstermektedir. Fakat güneşli günlerin sınırlı olduğu dönemlerde ışık geçirgenliği azalmaktadır. Müsilaj oluşan alanlarda 15-20 metre derinliğe kadar olan bölgelerde ışık geçirgenliği azaldığından,

²⁴⁹ Prof. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ'in 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁵⁰ Salıhoğlu, B., Öztürk, B. (Ed.), 2021, İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul, s.266.

²⁵¹ M.Levent ARTÜZ'ün 10 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

plankton üretimi sınırlı kalmaktadır. Özellikle müsilajın deniz yüzeyini kapladığı zamanlarda güneş ışığı tamamen kısıtladığı için, fotosenteze bağlı olan plankton üretimi doğrudan etkilenmektedir. Bu üretim gerçekleşmediği durumlarda denizdeki doğal besin zinciri döngüsü zarar gördüğünden müsilajın yayılımını hızlandıracak bir etki oluşmaktadır.²⁵²

Bitkisel kökenli fitoplanktonların esas tüketici unsuru, zooplankton türleridir. Bazı küçük deniz canlıları, balıklar ve denizanası gibi organizmalar da fitoplankton tüketebilmektedir. Birkaç planktonik canlının aşırı çoğalması ile oluşan müsilaj, ışık geçirgenliği, çözülmüş oksijen gibi çevresel parametreleri de etkilediğinden, deniz ortamındaki besin zincirinin doğal döngüsüne zarar vermektedir. Zoo-planktonik canlıların baskılanması müsilajın etkisini arttırması için uygun ortam oluşturmaktadır.

Kısa yaşam döngüsü, yüksek çoğalma özelliği ile zooplanktonlar çevre şartlarındaki değişimden kaynaklanan strese kısa sürede tepki vermektedir. Bu stres predatör baskısından noktasal kirleticilere kadar çok geniş bir skaladan kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle zooplankton çevre şartlarındaki değişimin, özellikle iklim değişikliği ve insan etkisine bağlı değişimlerin, hassas göstergeleri olarak görülmektedir. Zooplankton bolluğundaki ve tür kompozisyonundaki değişimlerin takibi sucul ekosistemlerin durumunun değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. Zooplankton, fitoplankton ile beraber sucul besin ağlarının temelini oluşturmakta ve küresel biyokimyasal döngülerde önemli rol oynamaktadır.²⁵³ Zooplanktonun en önemli grubunu oluşturan kopepodlar aynı zamanda dünyadaki en kalabalık çok hücreli canlı grubunu oluşturmaktadır, öyle ki toplam kopepod sayısının tüm böceklerin 3 katından fazla olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 27). Zooplanktonun fitoplankton üzerinden beslenmesi dikey madde taşınımını hızlandırması açısından da çok önemlidir.

Denizlerde kıyı bölgelerde ve yüzeye yakın alanlarda bulunan zooplanktonlar artan sıcaklıklara bağlı olarak hassasiyet göstermektedir. Marmara Denizi gibi tabakalı sistemlerde, dışarıdan gelen etkilerin biyolojik çeşitlilik ve tür dağılımı üzerinde daha yüksek etkili olduğu bilinmektedir.²⁵⁴

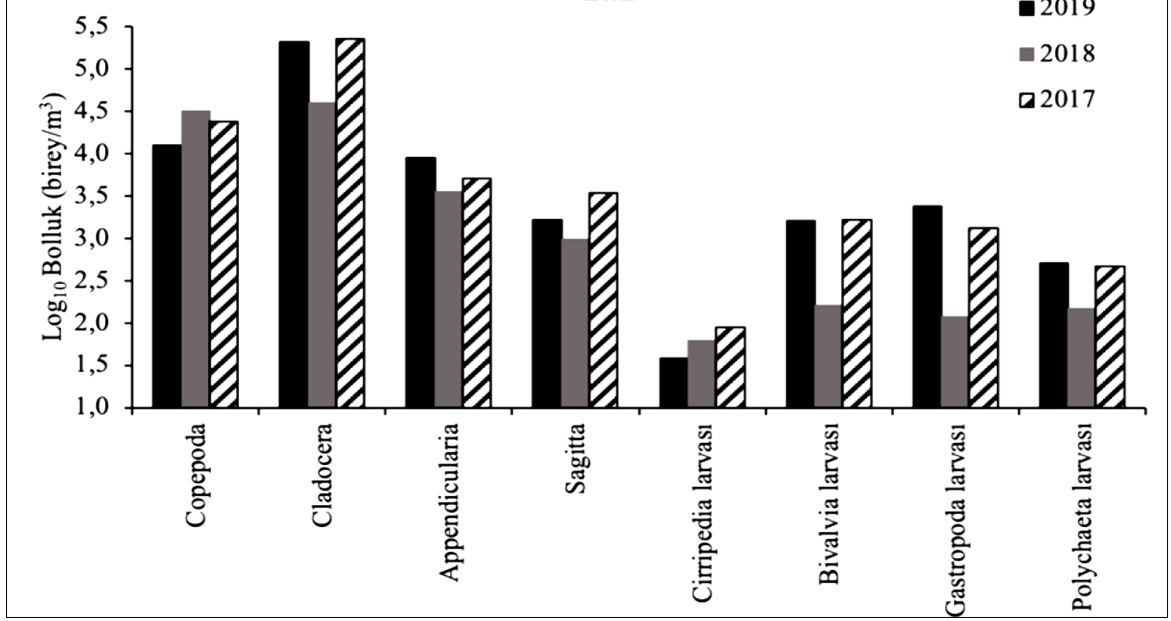
²⁵² Yüksek, A., Polat-Beken, Ç., Gül, G., Gürkan, Y., 2016, Marmara Denizi Biyoçeşitliliğinin Zamana Bağlı Değişimi, I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016, 112 TÜBİTAK- MAM, Gebze-Kocaeli.

²⁵³ Artüz, L. ve ark., 2014, Marmara Denizi'nde Değişen Oşinografik Şartlarının İzlenmesi Projesi, Oşinografik-Hidrografik-Biyolojik-Kimyasal-Sedimentolojik Klimatolojik İstasyon Çalışmaları Ara Raporu, İstanbul.

²⁵⁴ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Marmara Denizi genelinde görülen *Noctiluca scintillans*'a bağlı “kıızıl su”, *Ceratium* türlerine bağlı “yeşil su” olgusu gibi alglerin, *Cnidaria* türleri gibi zooplanktonik canlıların sayısal anomalilerine ek olarak, ilk defa 2007 yılının Eylül ayında kamuoyunun da ilgisini çekecek boyutlardaki *Rhizosolenia calcaravis*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis tripos*, *Gonyaulax fragilis* isimli diatom ve diğer alg türlerinin müsilağa yol açtığı gözlenmiştir.²⁵⁵

Şekil 25. 2017-2019 Yılları Arasında Zooplankton Gruplarına Ait Bolluk Değerlerinin Yıllara Göre Mevsimlik Değişimleri



Kaynak: Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (ÇŞB/ÇEDİDGM-TÜBİTAK/MAM; ODTÜ Deniz Çalışmaları)

2.1.3.3 Besin Zinciri Üst Basamağındaki Balıklar ve Diğer Su Ürünleri Canlılarına Etkisi

Marmara Denizi'nde 2007 ve 2008 yıllarında görülen müsilağ oluşumu TÜBİTAK, üniversiteler ile Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı su ürünleri araştırma enstitülerince yürütülen deniz çalışmalarında değerlendirilmeye alınmış, durgun deniz şartları, çevresel şartlar ve kirlilik etkisinin yanı sıra bir dönem önceki pelajik türlerdeki yüksek avcılık yürütülmesi nedeniyle besin zincirinin etkilenmesinin de buna yol açtığı vurgulanmıştır.²⁵⁶

Marmara Denizi için ilk kayda giren müsilağ oluşumunda sardalya, istavrit, hamsi ve gümüş balığı gibi türlerin çok etkilenmiştir.²⁵⁷

²⁵⁵ M.Levent ARTÜZ'ün 10 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁵⁶ Zengin, M. ve ark., 2017, Marmara Denizi Balıkçılığının Sosyoekonomik Yapısı Ve Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi Projesi, TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, Trabzon, 419 s.

²⁵⁷ Yüksek A. 2021, Marmara Denizi'nde Deniz Salyası/Müsilağı Oluşturan Sebepler, (M. Şeker, İ. Öztürk) (Ed.), Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri, TÜBA, s. 249.

İstanbul ve Çanakkale boğazları ile Marmara Denizi'nden oluşan Türk Boğazlar Sistemi; Doğu Akdeniz'in Ege Havzası ile Karadeniz arasındaki su taşınımını sağlayan bir iç deniz sistemi konumundadır ve palamut, torik, lüfer vb. balık türleri için biyolojik koridor görevini görür. Göç sonucu bu bölgeye yerleşmiş 26 tür saptanmıştır. Marmara Denizi'nin yüzeyinin İstanbul Boğazı yoluyla gelen Karadeniz sularının etkisi altında olduğu bilinmektedir. Marmara Denizi'nin daha derin bölgeleri ise Ege-Akdeniz sularını içermekte ve 400'den fazla bentik organizma türünü barındırmaktadır. Marmara Denizi birçok pelajik balık türünün yumurtlama yeridir. Literatür bilgilere son 50 yılda tür çeşitliliği 120 ile 250 arasında değişim göstermiştir.²⁵⁸

Müsilaj; tür çeşitliliğini olumsuz etkileyen, çevre ve tüm canlılar üzerinde sorunlara yol açan bir olgudur.²⁵⁹ Komisyona yapılan sunumlarda bazı bilim insanları Marmara Denizi'nde kirlilik yükü ve müsilaj oluşumu nedeniyle besin zincirinin kalıcı olarak zarar gördüğünü bildirirken,²⁶⁰ bazıları ise besin zincirinin kendi doğal döngüsünün zaman içerisinde değişim göstereceğini ama yeniden toparlanacağını belirtmişlerdir.²⁶¹ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli sunumunda Marmara Denizi'nde birçok canlı türünün müsilajdan etkilendiğini, özellikle deniz dibinde yaşayan mercanlar, pinalar, midyeler ve deniz bitkileri gibi hareketsiz canlıların ve üzerlerinin müsilaj ile kaplanması ve oksijen azalması sonucu ölümlere yol açtığını bu durumun besin zincirini doğrudan etkilediğini belirtmiştir. Özellikle balık yumurtalarının ve larval aşamada balık yavrularının müsilajdan zarar gördükleri, fakat son dönemde hareketli balık türlerinin ortama uyum sağlaması ve kendilerine daha uygun yaşam alanlarına göçleri ile bu etkinin azaldığı dile getirilmiştir.²⁶²

Doğal döngüde deniz tabanında, ortamın doğal temizliğini yapan çok sayıda canlı organizma vardır. Bu durum özellikle denizhiyari, midye ve akivades gibi canlıların besin ortamını etkilemektedir. Bu yolla ortamdaki organik yük deniz tabanına taşınmakta ve ortamdaki çekilmesi sağlanmaktadır. Fakat düşük oksijen seviyeleri dip yapıdaki canlı

²⁵⁸ Kunt, M., Gürbüzler, D., Erkal İ.F., Yıldırım, K. 2020. Türkiye 6. Çevre Durum Raporu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Yayın no: 11 Ankara, s. 332.

²⁵⁹ Savun-Hekimoğlu, B. ve Gazioğlu, C. 2021, Mucilage Problem in the Semi-Enclosed Seas: Recent Outbreak in the Sea of Marmara. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(4): 402-413.

²⁶⁰ M.Levent ARTÜZ'ün 10 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁶¹ Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'ün 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁶² Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

yaşamı da baskıladığı için döngüsel olarak müsilaj artışına neden olmaktadır.²⁶³ Müsilajın uzun süreli etkilediği bölgelerde özellikle deniz tabanında yer alan mercanlar, sünger oluşumları ve midye yataklarında tahribat yaşanmaktadır. Ekinlik Adası civarında daha önce bilimsel çalışmalarda sağlıklı olduğu tespit edilen kırmızı mercan topluluklarının ve gorgonlar, “paramuricea” gruplarının, yoğun olduğu bir bölgede 2021 yılı ağustos ayında yapılan dalışlarda müsilaj nedeniyle habitat kaybı olduğu belirlenmiştir. Bu alanların yeniden mercan oluşumu 100-150 yıllık süreyi gerektirmektedir.²⁶⁴

Adriyatik Denizi’nde müsilaj oluşumları üzerine yapılan araştırmalarda, müsilaj çevresindeki yapışkan yapının balıkların solungaçlarını kapatması sonucu boğulmalarına ve ölümlerine yol açtığı belirlenmiştir. Özellikle sürü oluşturan türlerde toplu balık ölümleri yaşanabilmektedir. Bir diğer etki de balık yavruları ve küçük larvaların besleme sahalarının müsilaj ile kaplanmasıdır. 2021 yılında TAGEM projesi kapsamında yapılan çalışmalarda yumurta ve larvaların müsilaj biyoyumaklarının içinde kalarak öldükleri belirlenmiştir.²⁶⁵ İstanbul Üniversitesi’nin yürüttüğü çalışmalarda ise deniz dibi canlı yaşamının yanı sıra mercanlar, deniz çayırları ve pina yataklarını kaplayan müsilajın tahribata yol açtığı ve doğal habitat kayıplarında etkili olduğu bildirilmiştir (Resim 3).^{266,267}

Resim 3. Müsilajın Deniz Çayırları, Mercanlar ve Diğer Canlı Yapıların Üzerini Kapatması ve Doğal Yaşama Etkisi

Müsilajdan önceki görünüm



Müsilaj oluşumu sonrası görünüm



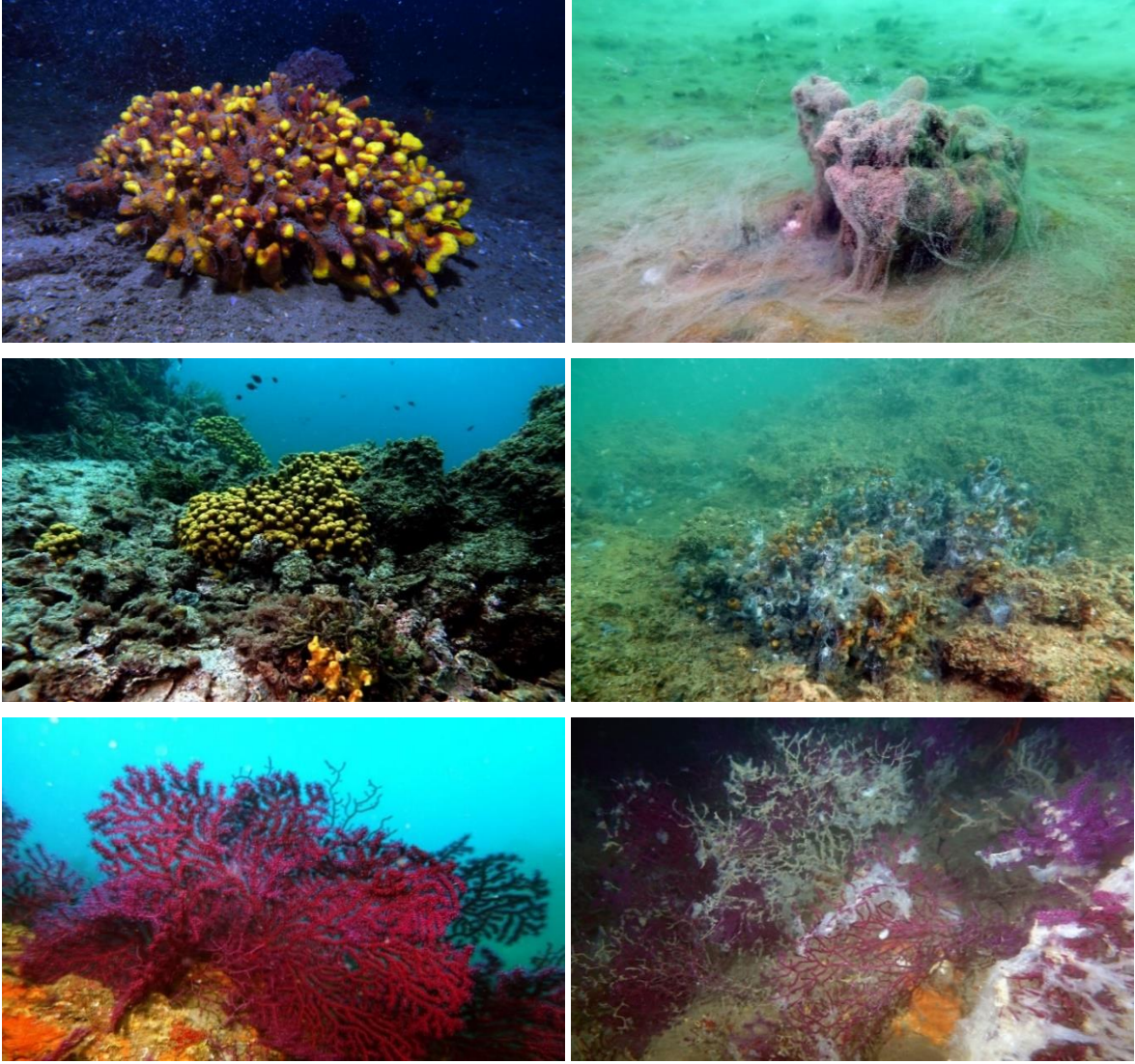
²⁶³ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR’ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

²⁶⁴ Prof. Dr. Mustafa SARI’nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

²⁶⁵ Kocabaş, E. ve ark., 2021, Müsilaj Oluşumunun Marmara Ekosistemine Etkisi, Bandırma KAE Su Ürünleri Bölümü, TAGEM/HAYSÜD/G/21/A6/P2/5567 Proje Raporu. Balıkesir, 2021.

²⁶⁶ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR’ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

²⁶⁷ Prof. Dr. Mustafa SARI’nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**



Kaynak: Fotoğraflar Komisyona yapılan sunumlardan alınmıştır.

2.1.4 İstilacı Türlerin Sisteme Girişi ve Oluşturduğu Baskılar

Marmara Denizi'nde artan çevresel baskılar, 25 milyonu geçen nüfus ve sanayi tesislerinin etkisi ile ekolojik yapıda geri dönüşsüz bozulmalar yaşanmaktadır. Diğer bir etki de küresel ısınma ve biyolojik çeşitliliği tehdit eden istilacı yabancı türlerin sisteme girişidir. Özellikle Akdeniz bağlantılı birçok denizel organizma ve yeni balık türü göç ederek buradaki besin zincirine dâhil olmaktadır. Doğal tüketicisi ve predatörü olmayan türler ise sistemde artış göstererek istilacı tür konumuna gelmektedir. Süveyş Kanalı'nın açılması sonrasında artan iklim değişikliği etkisi ile yüzlerce yabancı tür Akdeniz'e ve bir kısmı da Marmara bağlantılı olarak Karadeniz'e kadar yayılmış bulunmaktadır. Bu türlerden bazıları besin zincirini oluşturan sistemi tamamen değiştirecek etki gösterebilmektedir.²⁶⁸

²⁶⁸ Prof. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ'in 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Tür çeşitliliğinin fazla olmasının bir diğer nedeni denizler arasında geçiş yapan türlerdir. Marmara Denizi'nin doğal yapısında, mevsimsel olarak Akdeniz ve Karadeniz bağlantılı balık göçleri yaşanmaktadır. Bu türlerden bazıları ise artan küresel ısınma etkisi ile dağılım gösteren istilacı konumda türlerdir. 1869 yılında Süveyş Kanalı'nın açılmasıyla Akdeniz ve Kızıldeniz arasındaki coğrafik engel kalkmış, sıcak bir deniz olan Kızıldeniz'deki canlılar, ılıman bir deniz olan Akdeniz'e giriş yapmaya başlamıştır. Ancak Süveyş Kanalı'nın Akdeniz'e açılan bağlantı bölgesinde Nil Nehri'nden kaynaklanan tatlı su girişi, Kızıldeniz kökenli canlıların Akdeniz'e girişini yavaşlatan bir tampon etkisi oluşturmuştur. 1964 yılında Asuhan Barajı'nın su tutmaya başlamasıyla bu doğal engel ortadan kalkmıştır. Kızıldeniz kökenli türlerin Akdeniz'e girişi bu tarihten sonra hızlanmıştır. Halen 300 kadar makro canlı türü Akdeniz'e girmiş iklim değişikliğinin etkisi ile birçok tür adaptasyon sağlayarak istilacı konumda artış göstermiştir.²⁶⁹

Türkiye denizlerindeki yabancı türlerin sayısı 2005 yılında 263 iken, Doğu Akdeniz'in ülkemiz sularında ise istilacı yabancı tür sayısı 450'ye yaklaşmıştır. Akdeniz'de 160, Doğu Akdeniz'de 330, Ege Denizi'nde 165, Marmara Denizi'nde 69, Karadeniz'de 21 istilacı yabancı tür yerleşmiş durumdadır. Akdeniz'de bulunan istilacı yabancı türlerin % 66'sı Süveyş Kanalı'ndan gelmesine karşın, Karadeniz'de bulunan istilacı yabancı türlerin % 80'i gemilerin balast sularıyla gelmiştir.²⁷⁰

Son yirmi yılda yalnızca balon balığı, aslan balığı gibi balık türleri değil, birçok plankton türü ve midye/istiridye gibi dip canlıları sisteme giriş yapmıştır. Bunlardan uygun çevresel ortam bulan bazı türler sistemde aşırı çoğalarak bütün ekolojik döngüyü etkileyecek boyutta artış göstermiştir. Örneğin 2018 yılından itibaren sisteme yeni giren planktonik organizmaların etkisi ile müsilaj yapıların oluşumu gözlenmiştir. Son on yılda çeşitli yollarla (akuakültür, gemicilik, Süveyş Kanalı, fouling, balast suları ve akvaryum kazaları) 140 yabancı denizel makrofit türün giriş yaptığı tespit edilmiştir. Özellikle küresel iklim değişikliği etkisi ile tropikal kökenli bazı plankton türleri ülkemiz denizlerinde görülmeye başlamıştır. Türkiye denizlerinde 34 yabancı makroalg türü belirlenmiş, bu türlerden 14'ü kırmızı alg (Rhodophyta), 14'ü kahverengi alg (Phaeophyceae) ve 6'sı yeşil alg (Chlorophyta)'dir. Akdeniz kıyılarında şu ana kadar

²⁶⁹ Bianchi, C.N. ve Morri, C., 2000, Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research, Marine Pollution Bulletin, 40(5): p.367-376.

²⁷⁰ Kunt, M., Gürbüzler, D., Erkal İ.F., Yıldırım, K. 2020. Türkiye 6. Çevre Durum Raporu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Yayın no: 11 Ankara, s. 332.

bilinen makroalglerin % 12,5'u ve Türkiye denizlerinde bilinen makroalglerin % 5,6'sı yabancı türdür.²⁷¹

Marmara Denizi'nde dağılım gösteren makroalg tür çeşitliliği ve bu türlerin durumunun belirlenmesi amacıyla yürütülen bilimsel çalışmalarda, toplam 20 yabancı makroalg (11 kahverengi alg, 8 kırmızı alg ve 1 yeşil alg) türünün yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu türlerden *C. fragile* sub sp. *fragile* ve *P. Morrowii*'nin ise istilacı özellikte olduğu bildirilmiştir.²⁷²

2.1.5 Müsilajın Marmara Denizi Ekosisteminde Oluşturduğu Değişimler

2020 yılında kış ve yaz mevsimlerinde gerçekleştirilen Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi zooplankton örneklemelelerinde en dikkat çekici durum kış mevsiminde görülen agregasyon (kümeleşme) olmuştur. Geçmiş yıllarda yaşanan müsilaj olayına benzer yapıya sahip bu oluşum, örneklemelemlerin verimli biçimde gerçekleştirilememesine yol açmıştır. Ekim 2007 itibariyle kaydedilen müsilaj oluşumu öncesinde Marmara Denizi'nde *L. tetraphylla* denizanasının aşırı artışları kaydedilmiştir. Bu yabancı denizanası türünün 2005-2007 yılları arasında periyodik olarak aşırı artışları Marmara Denizi'nin baskın zooplanktonik gruplarından biri olan Cladocera grubunun çöküşüyle sonuçlanmıştır. Tüm bunların müsilaj oluşumunun basamaklarından olabileceği düşünülmüştür.²⁷³

Diğer taraftan Marmara Denizi'nde müsilaj örneklerinde yapılan bakteriyolojik analizlerle müsilaj oluşumunun mikroskobik özellikleri tanımlanmaya çalışılmıştır. Birçok kurum tarafından yürütülen bilimsel analizlerde müsilaj örneklerinde fitoplankton tür çeşitliliğinin yanı sıra, bakteriyel heterotrofik aktivite sonucu yüksek düzeyde çözünmüş karbonhidrat salgının yapışkan oluşuma neden olduğu tespit edilmiştir.²⁷⁴

Müsilaj oluşumu sırasında çevresel şartların etkisi ile birlikte, fitoplankton tür kompozisyonu ve bunların yoğunluğu araştırılmıştır. 2007 ve 2008 yıllarında Marmara Denizi'nde yaşanan yoğun müsilaj oluşumunda yapılan örneklemelemlerde ilk kez tespit edilen plankton türlerinin yer aldığı belirlenmiştir. *Rhizosolenia calcaravis*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis tripos*, *Gonyaulax fragilis* isimli diatom ve alg türleri müsilaja neden olurken 2018 yılı sonrasında görülen ve 2021 yılında etkili olan müsilaj oluşumunda en

²⁷¹ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2020, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2020 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

²⁷² Çakır, M., Taşkın, E., Akçalı, B., 2016, Marmara Denizi Yabancı Makroalg Türleri, I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016. 209 TÜBİTAK- MAM, Gebze-Kocaeli.

²⁷³ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2020, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2016 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

²⁷⁴ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

yoğun türlerin *Gonyaulax fragilis*, *Skeletonema costatum*, *Ceratoneis closterium* ve *Thalassiosira rotula* olduğu rapor edilmiştir.²⁷⁵

Komisyunun 13/07/2021 tarihli toplantısında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın yaptığı sunumda Bakanlık desteğinde yürütülen çok sayıda bilimsel araştırmada elde edilen sonuçlara göre; Marmara Denizi'nde fitoplankton tür çeşitliliği ve yoğunluklarında önemli mevsimsel değişimler olduğu (Şekil 28), Kuzeydoğu Marmara'da tür çeşitliliğinin azaldığı ve kirliliğin arttığı, bu bölgede kestane-*Spotangus purpureus* türünün baskın olduğu ve katı atık kirliliğinin de arttığı, Marmara Denizi'nde görülen müsilağdan alınan örneklerde; müsilağı çevreleyen su örneklerine göre yüksek çözünmüş karbonhidrat, yoğun bakteri üremesi ve yüksek heterotrofik aktivite tespit edildiği ve deniz ortamında çözünmüş karbonhidrat girdisini arttıracak herhangi bir oluşumun (fitoplanktonun belirli türlerinde artış gibi) bakteriyel metabolik aktiviteyi de arttırdığının tespit edildiği, ifade edilmiştir.²⁷⁶

Bazı fitoplankton türleri ve bakterilerin aktif olarak yer aldığı müsilağın oluşumunda, ölü hücrelerden salgılanan polisakarit özellikteki mukus yapılar yapışkanlık etkisi oluşturmaktadır. Bu nedenle denizdeki yosun ve makrofit benzeri canlıların bu tabakaya katılımı ile yüzer hale gelen müsilağ tüm yüzeyi kaplamaktadır. Marmara Denizi'nde son dönemde görülen müsilağ yoğunlukla yüzeyde beyaz köpüklü yapıdadır. Su içerisinde filamentli mukus benzeri yapılar halinde geniş alanları kaplamakta 15-30 m derinliğe kadar yoğunluk göstermektedir.²⁷⁷

Marmara Denizi ve Karadeniz gibi diğer denizlerle bağlantısı sınırlı olan ekosistemler hassas olarak değerlendirilmektedir. Bu tür alanların, maruz kaldıkları etkilere açık denizlerden daha fazla tepki verdikleri görülmektedir. Denizlerde derinliğe bağlı sıcaklık ve tuzluluk (haloklin) farkından dolayı oluşan su katmanları müsilağ dağılımında etkindir. Genellikle yüzeyde ya da tabakalaşma olan yerlerde biriken müsilağ yapısı, deniz derinliğinde vertikal su hareketini kısıtlamaktadır. Ani sıcaklık değişimi ve oksijen azalmasına bağlı olarak, dip yapıda canlı yaşamı etkilemektedir. Müsilağın yapısında bulunan bazı fitoplanktonların yoğun üremesi, diğer deniz canlıları üzerinde hem oksijeni azaltmasına bağlı hem de doğrudan teması ile çeşitli şekilde etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Özellikle ilkbahar ve sonbahar döneminde sakin deniz şartlarında yüzeyi

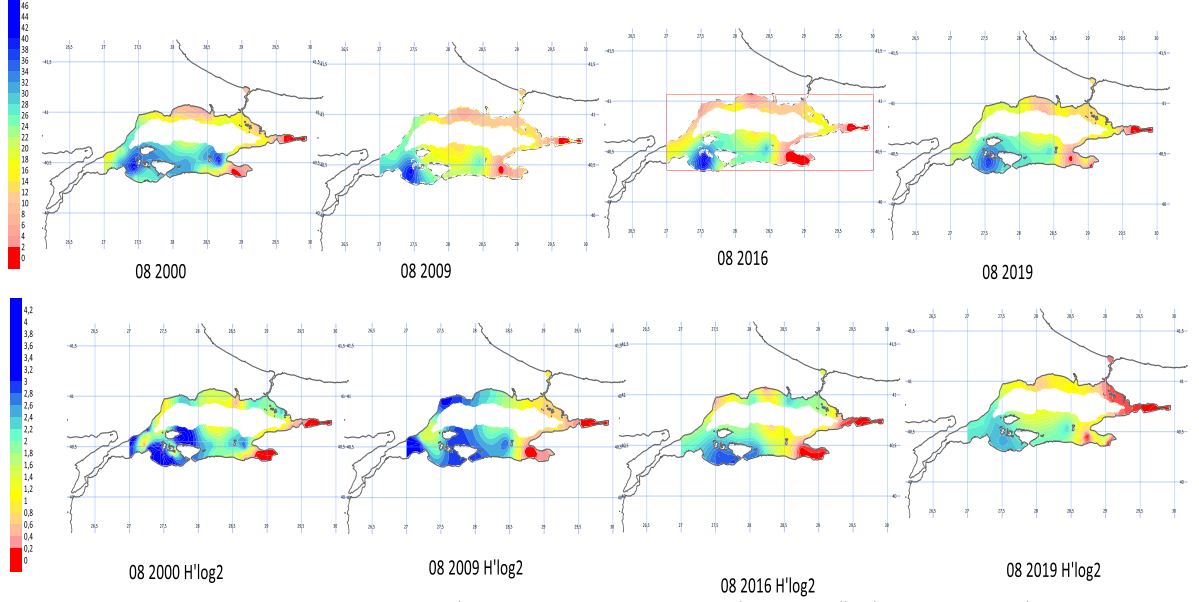
²⁷⁵ BSGM 2021, Müsilağın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021, Ankara, s.17.

²⁷⁶ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 13 Temmuz 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁷⁷ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

kaplayan müsilaj oksijen düzeyinde düşümlere diğer canlıların ölümüne yol açmaktadır. Bu anlık değişimler müsilaj oluşumuna organik yük olarak katılmakta ve müsilaj etkisi daha da belirgin hale gelmektedir. Bu durum müsilajın varlığını artırmakta ve uzun süre kalıcı olmasında etken olmaktadır.²⁷⁸

Şekil 26. 2000-2019 Yılları Arasında Marmara Denizi Biyolojik Çeşitliliğin Zamansal Değişimi



Kaynak: Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (ÇŞB/ÇEDİDGM-TÜBİTAK/MAM; İstanbul Deniz Bilimleri Enst. saha çalışmaları.)

Kuzey Adriyatik'te müsilajın denizel yaşama etkisi konusunda yürütölen çalışmalarda, çok farklı etki mekanizması olduğu bildirilmiştir. Farklı dönemlerde yapılan araştırmalarda küçük partiköl (0,5-1 cm), biyoyumak (1-5 cm), kısa şeritler ve ipliksi (2-25 cm), örümcek ağı yapıları, bulutsu görünüm, geniş yüzey alanları kaplayan köpükler ve hatta bu yapıların birleşmesi ile kilometrelerce genişlikte alanlarda müsilaj oluştuğu belirlenmiştir. Müsilaj deniz dibine çöktüğünde deniz çayırları üzerinde deniz battaniyesi veya sahte dip olarak bilinen görünömler oluşturmaktadır (Resim 4).²⁷⁹

²⁷⁸ Precali, R., Giani, M., Marini, M., Grilli, F., Ferrari, C.R., Peçar, O., Paschini, E., 2005, Mucilaginous Aggregates in the Northern Adriatic in the Period 1999–2002: Typology and Distribution, Science of the Total Environment, 353(3): p.10-23.

²⁷⁹ Prof. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ'in 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Resim 4. Müsilajın Farklı Yapıda Oluşumları



İpliksi yapıda müsilaj oluşumu



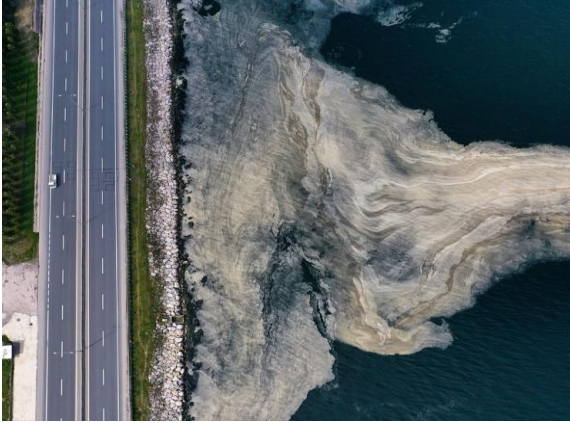
Biyoyumak yapıda müsilaj oluşumu



Deniz dibini kaplayan müsilaj oluşumu



Su kolonunda çoklu yumak yapıda müsilaj oluşumu



Deniz yüzeyinde geniş partikül yapıda ve köpüklü müsilaj oluşumu (sea blanket)

Kaynak: Fotoğraflar Komisyona yapılan sunumlardan alınmıştır.



Sonuç olarak Marmara Denizi'nde müsilaj oluşumunun deniz besin zincirinde çok fazla etkisi olduğu görülmektedir. Özellikle ilk beslenme basamağındaki birincil üretim canlıları olan plankton türlerinin popülasyon yoğunluklarında değişimler nedeniyle, ekosistem daha az üretken hale gelmiştir. Marmara Denizi'nde doğal yaşamın uzun sürelerde meydana getirdiği dengelerle oluşan mercanlar, deniz çayırları, doğal resif alanları bir anda yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Müsilajla birlikte ortamdaki kaybolan mercanlar ve süngerler varsa bunların yerini “hydrozoa” ve “bryozoa” gibi

fırsatçı türlerin alması durumuna karşı izleme çalışmaları yürütülmesi gerektiği ifade edilmiştir.²⁸⁰

Besin zincirini oluşturan ana unsurlarda ve mezoplankton, ihtiyoplankton biyokütlesinde değişim olması, ilk etapta bazı balık stoklarını etkilemiştir. Marmara ve Karadeniz’de özellikle son 30 yılda deniz suyu sıcaklığı artışı ve kirliliğin de etkisi ile biyoçeşitlilikte sürekli bir değişiklik söz konusudur. Artan kirlilik ve iklim değişikliğinin etkisinin dışında, müsilaj oluşumu gibi etkiler besin zincirindeki tüm yapıyı değiştirecek özellik göstermektedir.²⁸¹

Müsilaj gözleendiği dönemlerde yapılan bilimsel çalışmalar, özellikle dip (demersal) balıkları stoklarındaki azalmanın devam ettiğini göstermiştir. Doğal midye yataklarında % 30’a yakın ölümler olduğu, balık yumurta ve larvalarında ise ciddi oranda azalma olduğu belirlenmiştir.²⁸² Bu durum dip yapıda müsilaja bağlı olarak zamanla azalan, düşük orandaki çözünmüş oksijen seviyesinin (<0,5 mg/L) bir sonucudur. Eylül 2021 döneminde yürütülen anket çalışmalarına katılan balıkçıların beyanına göre ise pelajik balık miktarlarında artış olduğu, dolayısıyla, göç eden bu türlerin müsilajdan daha az etkilendikleri vurgulanmıştır.²⁸³

2.2 BALIKÇILIĞA ETKİLERİ

Marmara Denizi barındırdığı zengin tür çeşitliliği nedeniyle Türkiye denizleri balıkçılığında önemli bir yere sahiptir. Marmara Denizi, Akdeniz kökenli ekonomik öneme sahip birçok pelajik balığın Karadeniz’e yaptığı üreme ve beslenme göçlerine ev sahipliği yapmaktadır. Ülkemiz balıkçılığında önem taşıyan Palamut (*Sarda sarda*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*), İstavrit (*Trachurus trachurus*), Uskumru (*Scomber scomberus*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) vb. pek çok balık türü, özellikle üreme ve beslenme için Marmara Denizi’nde dağılım göstermekte, göç sırasında yaşamlarının bir kısmını bu denizde geçirmektedirler. Orkinos, palamut, lüfer, uskumru gibi balıkların bazen okyanustan başlayan uzun göçleri sonrasında Marmara Denizi’ne girmeleri ile bu denizde

²⁸⁰ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR’ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁸¹ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2020, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2016 Akdeniz / Ege Denizi / Marmara Denizi / Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

²⁸² BSGM 2021, Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021. Ankara, s.17.

²⁸³ Prof. Dr. Mustafa SARI’nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

geçici dönem de olsa balık stoklarının miktarı artmaktadır. Marmara Denizi'nin bol planktonlu suları, bu türlerin larvaları için bulunmaz bir mera niteliğindedir.²⁸⁴

Marmara Denizi'nin barındırdığı biyolojik tür çeşitliliği ve beslenme/üreme göç yolunda olmasına rağmen, Türkiye balıkçığının % 75-80'i esas olarak hamsi avcılığına bağlı olarak Karadeniz'de yapılmaktadır (Tablo 22).

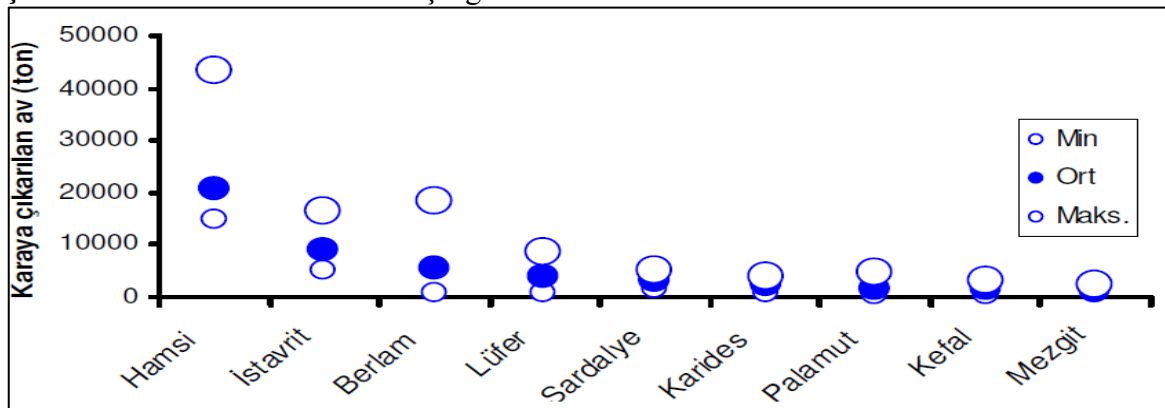
Tablo 22. Denizlere Göre Diğer Deniz Ürünleri Avcılık Miktarı (Ton)

Yıllar	Akdeniz	Batı Karadeniz	Doğu Karadeniz	Ege	Marmara	Toplam
2015	10.031	78.828	241.754	35.351	31.766	397.730
2016	11.724	100.404	122.680	34.690	31.963	301.463
2017	13.811	77.900	157.952	47.676	24.832	322.172
2018	12.726	86.922	89.355	42.612	52.338	283.954
2019	13.802	76.557	270.197	41.216	29.797	431.572
2020	15.336	113.425	136.268	42.106	24.146	331.281

Kaynak: TÜİK, 2020, Su Ürünleri İstatistikleri.

Marmara Denizinden sağlanan toplam avın büyük bir kısmını (% 87) pelajik türler oluşturmaktadır. Diğer denizlere göre daha küçük bir alana sahip olan Marmara'da; av yerine ulaşma, göç dönemlerinde balık sürülerinin boğazlar bölgesinde yoğunlaşması pelajik avcılığı avantajlı kılmaktadır. Gırgır avcılığında en önemli türler olan hamsi ve istavrit % 61'lik oran ile en baskın türler konumundadır. Bunu % 8'lik oran ile yine bir pelajik tür olan çaça balığı (*Sprattus sprattus*) izlemektedir. (Şekil 27).²⁸⁵

Şekil 27. Marmara Denizi Balıkçılığında 500 Ton ve Daha Fazla Av Veren Türler



Kaynak: SUMAE 2017, Marmara Denizi Balıkçılığın Sosyo-Ekonomik Yapısı Proje Sonuç Raporu.

Marmara Denizi'nde balık üretiminde düşüş olmasına rağmen ruhsatlı balıkçı sayısında ve ruhsatlı balıkçı gemi sayısında tersine artış görülmektedir. Bu durum yeni ruhsatlardan ziyade, diğer denizlerden ruhsatlı gemilerin Marmara Denizi'nde faaliyet

²⁸⁴ Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'ün 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁸⁵ Şirin, M. ve ark., 2014, Marmara Denizi Ekonomik Demersal Balık Türlerinin Popülasyon Yapısı ve Stok Tahmini Proje Sonuç Raporu, TAGEM/ HAYSÜD /2014, Bandırma.

göstermeye başlamasıyla ilgilidir. Marmara Denizi'nde gemi sayısı 2.676 adettir. Ticari balıkçılık yapan gemilerde istihdam edilen balıkçı ve tayfa sayısı nispeten yüksek iken, küçük gemilerde ise genellikle 1-2 kişidir. Deniz balıkları avcılığı yapan ruhsata sahip toplam balıkçı sayısı ise 7.176'sı ticari balıkçı olmak üzere toplam 47.980 kişidir. Balık avcılığı yapan gemilerin % 87'sini küçük balıkçı gemileri oluşturmaktadır (Tablo 23).²⁸⁶

Tablo 23. Balıkçı Gemilerinin Denizlere Göre Kullanım Şekilleri

Kullanım Şekli	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz	Toplam
Trol Gemisi	166	209	181	54	172	782
Gırgır Gemisi	79	68	127	66	33	373
Taşıyıcı Gemi	58	3	33	25	1	120
Uzatma Ağları	2.385	745	984	2.508	934	7.556
Algarna ve Dreçler	196	51	189	7	1	444
Paraketa ve Oltalar	799	551	672	1.119	585	3.726
Çevirme ve Voli Ağları	59	296	365	127	14	861
Sürütme Ağları	2	3	9	1	-	15
Çökertme Ağları	1	2	-	-	-	3
Pinter	-	-	-	2	-	2
Diğer	39	25	116	98	8	286
Toplam	3.784	1.953	2.676	4.007	1.748	14.168

Kaynak: Balıkçılık Yapılan Gemi ve Av Araçları Türleri, BSGM, 2021.

Av verileri incelendiğinde; özellikle 1994'ten sonra, zengin biyolojik çeşitliliğe sahip Marmara Denizi büyük değişim yaşamış, sistemden çekilen türlerin besin zincirindeki yerini başka türler almaya başlamıştır. İlk olarak kılıç, orkinos gibi büyük karnivorların stokları bitme noktasına gelmiş, pelajik besin ağında hamsi, sardalya, istavrit gibi küçük pelajik balıklar üzerinden yeni döngü oluşmuştur. Göç eden balıkların üreme ve beslenmesi için önemli alanlar barındıran Marmara Denizi'nde 1950'li yıllarda yerli tür olarak uskumru balığı baskın tür iken, stoklar hızla azalmış, hamsi, çaça, sardalya gibi türler esas avcılık veren türleri oluşturmuştur. Marmara Denizi'nde Karadeniz'deki türlerin yanı sıra pelajik balıklardan lüfer, kılıç, sardalya ve kolyoz balıkları önemli ticari türlerdir. Dip balıkları bakımından önemli türler ise dil balığı, kırlangıç ve berlam balıklarıdır. Artan av gücü, göç yapan bu türlerin stokları üzerinde baskı oluşturmuştur.

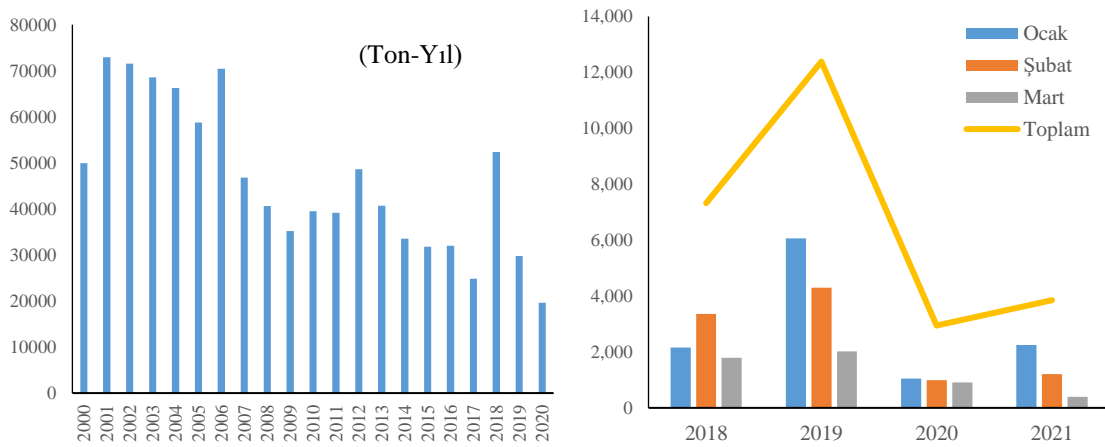
2018 yılı av sezonunda, büyük miktarda hamsi avlanmasına rağmen, sisteme yeni giren bazı türlerin etkisiyle yetersiz beslenen balıkların boylarının çok küçük olduğu belirlenmiştir. Bu av dönemi için küçük boy balıklar balık unu fabrikalarına satılmak

²⁸⁶ Tarım ve Orman Bakanlığı 2019. III. Tarım Orman Şûrası, Balıkçılık ve Su Ürünleri Çalışma Grubu Raporu.

zorunda kalmış, ama buna rağmen av sürdürülmüştür. 2020 yılında aynı durum henüz av sezonu başında yeniden gözlemlendiğinde ise Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından doğrudan av yasağı kararı alınmıştır.²⁸⁷

Özellikle besin azlığı yaşanan ve deniz çölü olarak bilinen Akdeniz'in tersine beslenme ortamındaki çeşitlilik, Marmara Denizi'ndeki balıkçılığı önemli hale getirmektedir. Ege ve Karadeniz'de yürütülen göçmen balık türleri avcılığında, boğazlar ve Marmara Denizi kritik önemdedir. Buna karşın, 1980'li yıllardan sonra bölgedeki nüfus artışına bağlı olarak insan aktiviteleri, kentsel yapılaşmanın getirdiği olumsuz çevre koşulları ve endüstriyel atıklar balıkçılık bölgelerini olumsuz etkilemiştir.

Şekil 28. Marmara Denizi Balık Avcılığının Yıllara Göre Değişimi



Kaynak: TÜİK Su Ürünleri İstatistikleri, 2020.

Marmara Denizi'ndeki balıkçılık kaynaklarını bentopelajik ve pelajik olmak üzere iki ayrı kategoride incelemek mümkündür. Avcılığın serbest olduğu sonbahar, kış ve erken bahar dönemlerinde ticari öneme sahip toplam 33 balık türünün avcılığı yapılmaktadır. Bu balıkların 12'si pelajik, geri kalan 21'i ise demersal veya bentopelajiktir. Ayrıca başta derin su pembe karidesi olmak üzere deniz salyangozu, Akdeniz midyesi, ahtapot gibi diğer bentik deniz canlılarından da 12 türün avcılığı yapılmaktadır. Marmara Denizi'nden avlanan su ürünleri miktarı 1983 yılında 43 bin ton iken, en yüksek seviyesine 1999 yılında 83 bin tonla ulaşmıştır. Bazı yıllarda ise göç eden lüfer/çinekop ve palamut balığı üzerinden avcılık sürdürülmektedir.²⁸⁸ Marmara Denizi balık avcılığının son 20 yıldaki değişimi Şekil 30'da görülmekle birlikte genel olarak bir azalış trendi dikkat çekmektedir.

²⁸⁷ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁸⁸ Tarım ve Orman Bakanlığı 2019, III. Tarım Orman Şûrası, Balıkçılık ve Su Ürünleri Çalışma Grubu Raporu.

2.2.1 Balık Avcılığına Etkileri

Müsilaj, deniz ürünleri avcılığını ve tür çeşitliliğini olumsuz etkileyen çevre ve tüm canlılar üzerinde sorunlara yol açan bir olgudur. Müsilaj oluşumunun balıkçılığı olumsuz etkilediğine dair ilk kayıtlar üç yüz yıl öncesine, 1730'lu yıllara dayanmaktadır. Bu dönemde İtalyan balıkçıları tarafından Adriyatik Denizi'nde çok sayıda müsilaj kaynaklı kirlilik olduğu bildirilmiştir. Balıkçılar arasında daha çok "kay-kay, salya, lez, köpük" olarak adlandırılan ve Marmara Denizi'nde 2007/08 av sezonunda ekosistemde çeşitli olumsuz biyotik ve abiyotik koşullar sonucu aniden meydana gelen jelimsi tabaka nedeniyle balık avcılığı olumsuz etkilenmiştir.²⁸⁹ Günümüzde de müsilaj oluşumunun ilk olarak etkilediği sektör balık avcılığıdır. Gırgır gemilerinin yapmış olduğu avcılık operasyonlarında sahadaki yoğun müsilajın ağlara takılması ile ağ gözlerinde tıkanma olmakta, ağırlaşan çamursu gri bir biyoyumak oluşumu ile kaplanan ağlar gemiye alınamamaktadır.²⁹⁰

Geniş alanlarda oluşan müsilajın balık göçlerini engellemesi ve su içerisinde rahat hareket etmelerini önlemesi nedeniyle üreme ve beslenme davranışlarını kısıtlamaktadır. Müsilajın biyolojik çeşitliliğe ve balık stoklarına olumsuz etkileri dolaylı olarak ekonomik zararları da artırmaktadır. Denizde yoğun müsilaj olduğu dönemlerde özellikle kıyı balıkçılığında uzatma ağlarını kaplayarak avcılığı engellemekte, balık ağlarının kaybolmasına neden olmaktadır. Balık ağlarının akıntı etkisi ile çamur benzeri müsilaj yumaklarıyla kaplanmasına, bu ağların denizde batmasına ve kaybolmalarına yol açmaktadır. Ayrıca, gırgır balıkçılığında hamsi ve istavrit gibi türlerin avcılığında ağların toplanmasında operasyona engel oluşturmaktadır. Balıkçı gemilerinde vinç yardımı olmaksızın ağların geri toplanması yapılamamaktadır.²⁹¹

Müsilajın yoğun olduğu dönemlerde denizanası vb. canlıların da oluşturduğu *kay kay* etkisi gırgır gemileri ile çevirme yapılan alanlarda avcılığı tamamen engellenmektedir, ve özellikle son iki av sezonunda büyük şikâyet konusu olmuştur. Müsilajın yoğun yaşandığı 2007/2008 sezonu ve 2020/2021 yılı balıkçılık av sezonunda özellikle gırgır balıkçılığı ve kıyı balıkçılığında zaman zaman % 80'lere varan oranlarda olumsuz etkiler olduğu belirtilmiştir. SÜRKOOP Başkanı Ramazan ÖZKAYA'nın 20 Ekim 2021 tarihinde Komisyon toplantısında yapmış olduğu sunumda; balıkçılık kooperatifleri üyeleri ile

²⁸⁹ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁹⁰ DEMBİR Başkan Yardımcısı Murat KUL'un 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁹¹ DEMBİR Başkan Yardımcısı Murat KUL'un 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

yapılan görüşmelerde, pelajik avcılık yapan balıkçıların % 61 oranında maddi kayıp yaşarken, demersal balıkçılığın daha az etkilendiği ifade edilmiştir.²⁹²

2007'de yaşanan müsilaj olayında sadece balıkçıların operasyonlarında ağların tıkanması değil, avcılık kaybı da yaşanmıştır. Asıl kayıp ise, dibe çöken deniz salyası olarak adlandırılan mukus yapısının deniz dibi ekosistemine verdiği hasar olmuştur. Kalkan, berlam/mezgit, barbun ve diğer dip balıklarının popülasyonunda ve karides avcılığında büyük çöküş yaşanmıştır. Sistemin 2007 yılından sonra toparlanması yaklaşık dört yıl sürmüştür. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nce müsilajın balıkçılığa etkilerine ilişkin Marmara Denizi çevresinde bulunan yedi ilde anket/saha çalışması yapılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde balıkçıların aylık gelir kaybının yaklaşık 100 milyon TL, gider artışının yaklaşık 60 milyon TL olduğu tespit edilmiştir.²⁹³ Bu durum, ürün kaybının yanı sıra operasyonların zorlukla yürütülmesine neden olmuş ve ağ donanımlarına ciddi zararlar vermiştir.

2018'de sadece bilimsel izlemelerde belirlenen ve balıkçıların çalışmalarında sorun oluşturan deniz kaykayı/salya artışı, 2020 Kasım ayında gözlenmeye başlanan müsilaj olayının bir başlangıcı olmuştur. Mukus benzeri maddenin kapladığı kalın bir köpük tabakası, Marmara Denizi'nin İstanbul kıyıları boyunca yayılmış ve deniz yaşamına ve balıkçılık endüstrisine zarar vermiştir. 2018-2019 yıllarında çok sayıda denizanası kıyı bölgelerde yoğunluk oluşturmuş, hatta kısa süreli red-tide olarak isimlendirilen toksik özellikte alg patlamaları gözlenmiştir. 2019 ve 2020 yıllarında balıkçı ağlarında birikmeler ile gözlenen müsilaj oluşumu 2020 yılında kasım ayı sonrasında artış göstermeye başlamıştır. Gırgır hamsi avcılığı yasaklanmasına karşın, kıyı balıkçılığında uzatma ağları bile müsilajdan etkilenmiştir.

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi kapsamında yürütülen çalışmalarda eş zamanlı olarak deniz suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri de ölçülmüştür. Her dönem sonunda sonuçlar değerlendirilip geçmiş veriler ile karşılaştırılmış ve uzun vadedeki değişimler incelenmiştir. Denizin dip bölgesi ve 50-75 m'den daha derin bölgede oksijen seviyesinde düşüş ve organik madde üstünden beslenen türlerin stoklarında artış olduğu belirlenmiştir. Pelajik sistem üzerindeki baskı, demersal sisteme organik madde birikimine yol açmıştır. Yapılan araştırmada, deniz suyunun yüzeye yakın kısmında balık larvalarının

²⁹² SÜRKOOP Başkanı Ramazan ÖZKAYA'nın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁹³ Kanyılmaz, M. 2021, Müsilajın Su Ürünleri Sektörüne Etkisi, (3 Haziran 2021) Müsilajın Ekolojik, Ekonomik, Sosyal Etkileri ve Çözüm Önerileri Paneli. ÇOMU Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak., Çanakkale.

çevresel şartlara bağlı olarak öldükleri, balıkların üreme dönemlerinde yoğun av baskısına maruz kalması ve çevre şartlarındaki olumsuz değişikliklere bağlı olarak eşeyssel olgunluğa erken ulaştığı, bunun neticesinde de özellikle ticari öneme sahip pelajik balıkların özellikle balık yumurta ve larvalarına odaklanıldığında son üç yılda hamsi ve sardalya yumurta bolluklarında % 50 oranında azalma görülmüştür. Ayrıca balık yumurtalarının canlılık oranlarının yaklaşık % 40 oranında azaldığı tespit edilmiştir.²⁹⁴

Marmara Denizi ekosistemi açısından önemli bir yere sahip olan çaça balığının on yıl öncesinde yüksek bolluk değerlerinde yumurta ve larvası bulunmasına karşın son iki yılda bu değerler sıfıra düşmüştür. Son dönemde deniz tabanında sahte dip ve deniz battaniyesi oluşu şeklindeki çökmeler neticesinde, deniz tabanında, su altı canlılığı yok olma noktasına gelmiş, dip balıklarını (pisi, vatoz, barbun, tekir, mezigit vb.), özellikle sığ bölgelerde de gümüş balıkları etkilemiştir (Resim 5 ve 6). Müsilajın izlenmesine yönelik çalışmalarda 2021 yılı yaz döneminde yüzey bölgelerde etkisini kaybettiği, fakat 10 m ile 30 m arasında yoğun bir şekilde müsilaj yapısı olduğu belirlenmiştir. 2021 yılı sonbahar döneminde yapılan izlemelerde ise deniz derinliğinde yer alan müsilajın partiküller haline dibe çöktüğü, kasım ayından sonra ise doğal yollar ile tamamen etkisini kaybettiği belirlenmiştir.^{295,296}

Resim 5. Müsilaj Nedeniyle Oksijensiz Kalan ve Ölen Küçük Pelajik Balıklar



Kaynak: Fotoğraflar Komisyona yapılan sunumlardan alınmıştır.

²⁹⁴ Kocabaş, E. ve ark., 2021, Müsilaj Oluşumunun Marmara Ekosistemine Etkisi, Bandırma KAE Su Ürünleri Bölümü, TAGEM/HAYSÜD/G/21/A6/P2/5567 Proje Raporu. Balıkesir, 2021.

²⁹⁵ Tarım ve Orman Bakanlığı Bakan Yardımcısı Akif ÖZKALDI'nın 14 Temmuz 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁹⁶ Kocabaş, E. ve ark., 2021, Müsilaj Oluşumunun Marmara Ekosistemine Etkisi, Bandırma KAE Su Ürünleri Bölümü, TAGEM/HAYSÜD/G/21/A6/P2/5567 Proje Raporu. Balıkesir, 2021.

Resim 6. Müsilajın Balıklar Üzerindeki Etkisi

Müsilajdan önceki görünüm

Müsilaj oluşumu sonrası görünüm

Kaynak: Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihinde Komisyona yaptığı sunumdan alınmıştır.

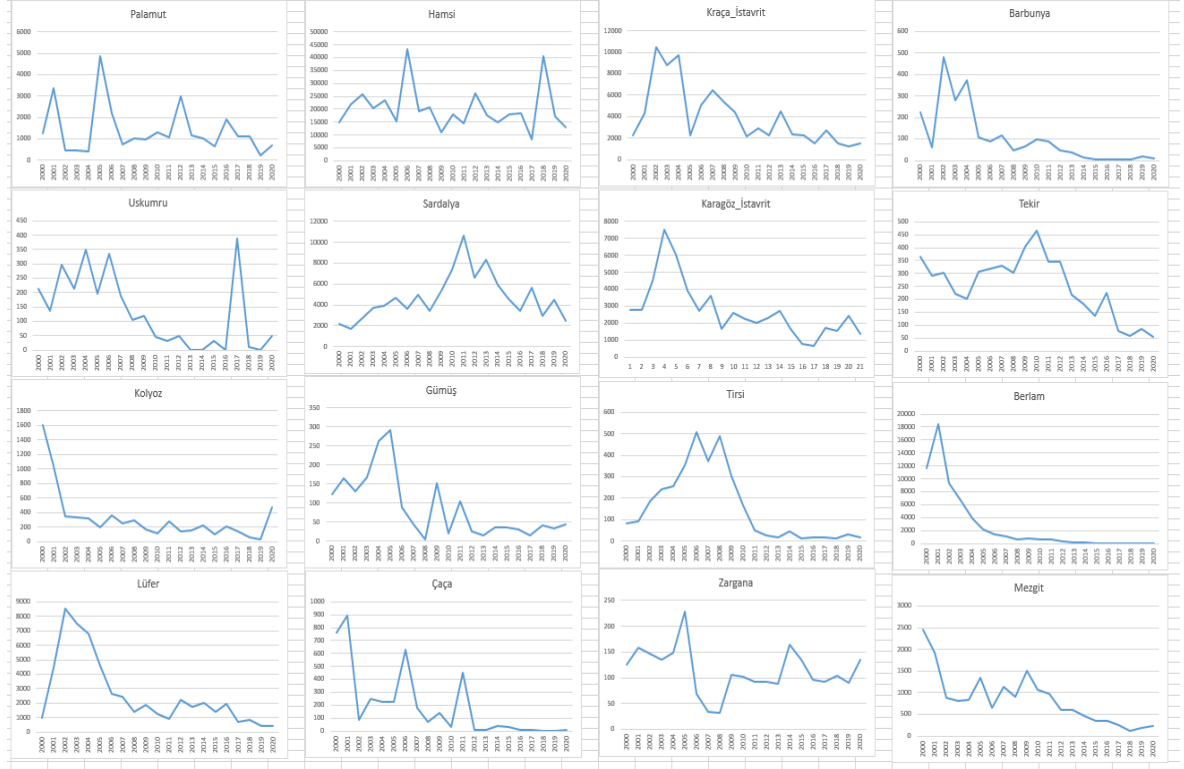
Su ürünleri ve balıkçılık sektörünün gelişimini ve üretimde sürdürülebilirliği temin etmek için su kaynakları ve bu kaynaklardaki su ürünleri stoklarının mevcut durumu ve değişimi üzerinde araştırma ve izleme çalışmaları yürütülmesi, çalışmalarda süreklilik sağlanması ve belirli periyotlarla çalışmaların tekrarlanması büyük önem arz etmektedir. Balıkçılığın sürdürülebilir yönetimi konusunda kararlar alabilmek için ülkemiz deniz ve içsularındaki stokların durumu ve bu stoklardan yapılan avcılığın stoklara etkilerinin takip edilmesi zorunludur.²⁹⁷

Küresel iklim değişikliği ve artan kirlilik sadece ülkemizde değil tüm dünyada balıkçılığı etkilemektedir. Marmara Denizi'nde balık stoklarının 2000'li yıllardan 2020'li yıllara kadar değişimi incelendiğinde, özellikle pelajik türlerin bir azalma trendinde olduğu görülmektedir (Şekil 29). Bu süreçte 2007-2008 müsilaj oluşumu sınırlı da olsa etkili olmuştur. Çünkü bu dönemdeki müsilaj 2020-2021 döneminde olduğu kadar yaygın oluşumlar göstermemiştir. Gerek deniz kirliliği gerek ekosistemdeki diğer faktörlere bağlı olarak balık stoklarının azalması, diğer canlıların tür dağılımını ve bolluk durumunu da etkilemiştir. Ülkemiz denizleri balıkların baskın olduğu ekosistemlerden zararlı alglerin ve denizanalarının baskın olduğu bir ekosisteme doğru evrilme tehlikesi altındadır. Ve hatta söz konusu tehlike sadece ülkemiz denizleri için değil, tüm dünya denizleri için geçerlidir.^{298,299}

²⁹⁷ Tarım ve Orman Bakanlığı 2019, III. Tarım Orman Şurası, Balıkçılık ve Su Ürünleri Çalışma Grubu Raporu.

²⁹⁸ Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

²⁹⁹ Savun-Hekimoğlu, B. ve Gazioğlu, C. 2021, Mucilage Problem in the Semi-Enclosed Seas: Recent Outbreak in the Sea of Marmara. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(4): 402-413.

Şekil 29. Müsilaj Oluşumunun Marmara Denizi'nde Su Ürünleri Avcılığına Etkileri

Kaynak: TÜİK ve Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri İstatistikleri 2000-2020.

Sonuç olarak Marmara Denizi'nde balıkçılık ekonomisini sarsan ve ekosisteme büyük zararlar veren müsilaj oluşumu;

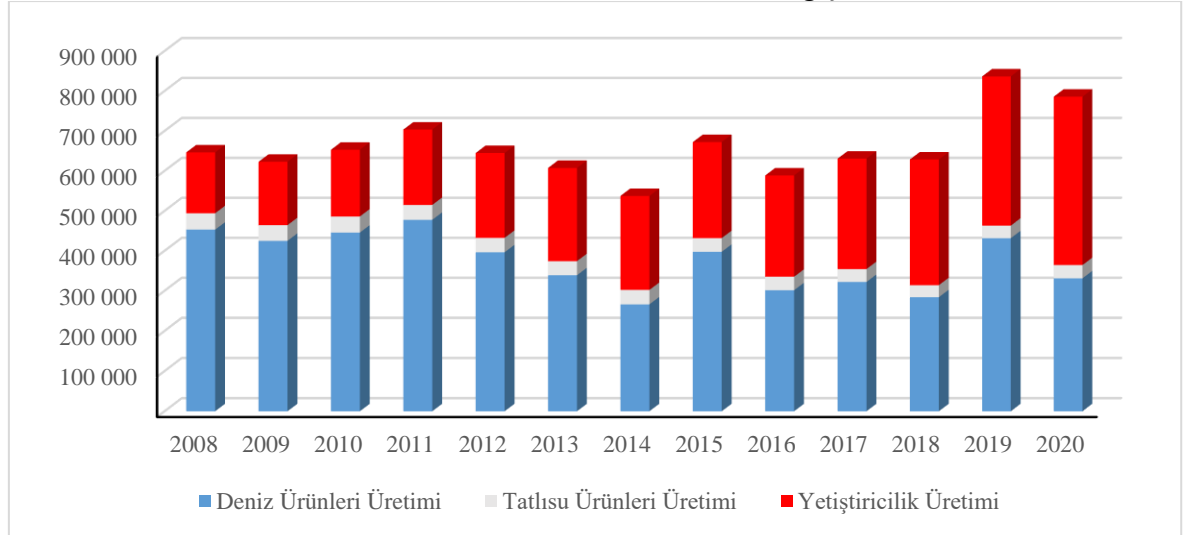
1. Denizde ölü organizmaların parçalanma sürecinde organik girdinin artmasına ve tüm su kütleğinde suda çözülmüş oksijen değerlerinin kritik seviyenin altına düşmesine,
2. Marmara Denizi balıkçılığı için büyük ekonomik öneme sahip pelajik balık larvalarında kitlesel ölüm vakaları oluşmasına ve dolayısıyla ergin ve avlanabilir pelajik balık (hamsi, sardalya vb.) stoklarının etkilenmesine,
3. Pelajik balık türlerinin göç davranışında engelleme; yoğun mukus yapısı dolayısıyla balık, yumurta, larva ve besin olarak değerlendirilen türlerde direkt ölümcül (letal) etkiye,
4. Deniz dibine çökerek bentik faunanın tahribatına,
5. Besin zinciri yolu ile insana kadar uzanan bir çizgide sağlık problemlerine,
6. Av esnasında yarattığı zorluk ve av araçlarına verdiği zararlar ile su ürünleri istihsalinin azalmasına,
7. Gerek avcılık gerekse yetiştiricilik yolu ile elde edilecek midyelerin et ve üreme veriminde azalmaya,
8. Rekreasyon açısından istenmeyen görüntülere yol açtığı anlaşılmaktadır.

2.2.2 Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Etkileri

Ülkemiz, su ürünleri sektöründe alabalık, çipura ve levrek üretiminde Avrupa'da lider duruma gelmiştir. Hem dünyada hem de ülkemizde hızlı büyüme gösteren (% 8-14) su ürünleri yetiştiricilik sektörü her türlü dış etkiye karşı dinamik yapıya sahiptir. Sektörde yaşanan tecrübe ve bilgi birikimi üst seviyededir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde, yem ve kullanılan diğer teknik malzemeler yerli üretimden sağlanmaktadır. Özellikle deniz balıkları üretiminde kuluçkahanelerinde yüksek teknoloji kullanılmaktadır.³⁰⁰ Sektör tarafından başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere 82 ülkeye su ürünleri ihracatı yapılmaktadır. Ülkemiz 2020 yılı su ürünleri ihracatı, 2023 hedefi olan 1 milyar \$ seviyesini geçmiş ve yeni 2023 ihracat hedefi yaklaşık 2 milyar \$ olarak güncellenmiştir. Sektörün mevcut sorunlarının çözülmesi ve kabuklu, çift kabuklu su ürünleri ile su bitkilerinin yetiştiriciliğinin geliştirilmesi durumunda öngörülen hedeflerin üzerinde bir üretim potansiyeline sahip olduğu görülmekte; 2023 yılında 600 bin ton olarak belirlenen yetiştiricilik üretiminin 2050 yılında 2 milyon tona ulaşması hedeflenmektedir.³⁰¹

Ülkemizde özellikle soğuk suları seven ve ekonomik öneme sahip midye türü (*Mytilus galloprovincialis*) ihracat amacıyla ve artan iç talebi karşılamak üzere üretilmektedir. Sıcaklık faktörü nedeniyle ülkemizde güney dağılım sınırı Marmara ve Karadeniz için avantaj sağlamaktadır. Doğal midye yataklarında ise ülkemize istilacı tür olarak gelen deniz salyangozunun predatör etkisi nedeniyle önemli oranda azalma yaşanmıştır.

Şekil 30. Ülkemizde Su Ürünleri Üretiminin Yıllara Göre Değişimi



Kaynak: TÜİK ve Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri İstatistikleri 2011-2020.

³⁰⁰ Su Ürünleri Üreticileri Merkez Birliği Yönetim Kurulu Üyesi Özerdem MALTAŞ'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

³⁰¹ Tarım ve Orman Bakanlığı 2019, III. Tarım Orman Şûrası, Balıkçılık ve Su Ürünleri Çalışma Grubu Raporu.

Türkiye su ürünleri sektörü çok dinamik bir yapıya sahiptir. 2019 yılının ilk aylarından beri tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisinin su ürünleri üretimini önemli derecede etkilemekle beraber, küresel anlamda su ürünleri ticaretinde kilit konumda olan ithalat ve ihracatçıları da olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Dünya genelinde son beş yılın verileri incelendiğinde su ürünleri üretimi ilk defa (% 0,3) azalmıştır. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinde, 2020 yılında da devam eden Covid-19’un üretim miktarına etkisi, önceki yıllar dikkate alındığında artış oranında azalma yönünde olmuştur.³⁰² Su ürünleri yetiştiriciliğinde 2020 yılında bir önceki yıla göre kıyasla % 12 oranında artış kaydedilmiştir. Bununla birlikte Marmara Denizi’ndeki midye üretim tesislerinde üretim azalmış, hatta bazı işletmelerde müsilajın etkisi ile hasat yapılamamıştır.³⁰³

Midye, deniz ortamında fitoplankton gibi canlıları süzerek beslenmekte ve denizel canlıların ara beslenme zincirinde önemli bir rol oynamaktadır. Fakat müsilaj ve çevresindeki mukus yapılar midyeler üzerinde tabaka oluşturmakta, su hareketlerini kısıtlamakta, süzme yapan midyelerin içerisinde birikimler ile ölümlerine yol açmaktadır (Resim 7).

Resim 7. 2020 Yılında Midye Üretim Bölgelerinde Yüzey Alanı Kaplayan Müsilaj



Müsilajdan önceki görünüm

Müsilaj oluşumu sonrası görünüm

Kaynak: Fotoğraflar Komisyona yapılan sunumlardan alınmıştır.

Marmara Denizi’nde müsilaj oluşumu öncesi yapılan izleme çalışmalarına 23 yeni istasyon ilave edilmiştir. Hem midyeler hem diğer su ürünleri ve balıklardan on beş günde bir analiz yapılmakta, fitoplankton toksinleri, toksik algler, ağır metaller, bakteriler ve diğer bileşenler açısından bakıldığında müsilaj öncesi ile müsilaj sonrası arasında çok

³⁰² Su Ürünleri Üreticileri Merkez Birliği Yönetim Kurulu Üyesi Özerdem MALTAŞ’ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

³⁰³ Yerli, S.V. ve Fidansoy, U., (2021), Küresel Isınmanın Su Ürünlerine Etkileri, (Salihoğlu, B., Öztürk, B. Ed.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, (138-146) Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul, s.268.

büyük değişiklik olmadığı rapor edilmiştir. Buna rağmen müsilağ oluşum bölgelerinde mukus yapıdaki polisakkaritlerin uygun ortam oluşturması *E.coli* ve *Vibrio* gibi bakterilerin artışı için uygun ortam meydana getirmektedir.³⁰⁴

Marmara Denizi'nin midye yetiştiriciliği yapılan güney bölümünde, özellikle körfez içlerinde tür çeşitliliği yüksektir. Bu nedenle üreticiler midyelere bol besin imkânı oluşturan bu bölgelerde çiftlik ruhsatı için müracaat yapmaktadır. 2014 yaz döneminde yürütülen örneklemelerde plankton tür sayısında olduğu gibi birkaç istasyon dışında çok düşük olan fitoplankton bolluğu, sonraki dönemlerde önemli bir artış göstermiştir. 2015-2016 örnekleme dönemi boyunca toplam 14 adet potansiyel toksik ya da zararlı tür (13 dinoflagellat, 1 diyatom) tespit edilmiştir. Bunlardan *Pseudo-nitzschia* spp., *Prorocentrum* spp. ve *Tripos* spp. sıklıkla gözlenmiştir. 2015 kış döneminde *P. micans* türünün neden olduğu ve 406×10^3 hücre L^{-1} bolluğa ulaştığı bir dinoflagellat aşırı çoğalması gözlenmiştir.³⁰⁵

Prof. Dr. Sevim Polat'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Komisyon sunumunda bölge için "Multitrofik Akuakültür" uygulamasının yapılması önerilmiştir. Buna göre ötrofikasyona açık şekilde müsilağa yol açan yoğun alg üretimlerinin kontrolünde bu yetiştiricilik uygulamasının avantajlar sağlayacağı belirtilmiştir. Midye yetiştiriciliği deniz yosunu gibi bitkilerle (Makrofitler) ve kontrollü alg üretimi ile birlikte yapılması filtrasyonla beslenen bu canlılar için avantaj sağlayacağı bildirilmiştir. Bu durumda ortamdaki besin elementleri ve kirlilik yükünü azaltıcı etki gösterecek, mezotrofik yapıyı destekleyen, ötrofikasyonu ise azaltan bir etki görüleceği bildirilmiştir.³⁰⁶

2.3 İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerde yaklaşık 25 milyon insan yaşamaktadır. Marmara Denizi'nden yılda yaklaşık 125 bin gemi geçiş yapmaktadır. Bütün bunlara son yıllarda gelişen sanayi de eklendiğinde Marmara Denizi önemli bir kirlilik baskısı altındadır. Artan kirlilik baskısının bir sonucu olarak meydana gelen müsilağ hadisesinin, bölgenin ekolojisi ve balıkçılık faaliyetlerini olumsuz etkilediği bilinmekte olup; bu etkilerin göz önünde bulundurularak müsilağın insan sağlığı üzerine olan etkilerinin de araştırılması ve ortaya konulması önem arz etmektedir. Konuyla ilgili yapılmış olan bilimsel çalışmalarda denizde oluşan müsilağın; bazı fırsatçı patojen mikroorganizmaların

³⁰⁴ İstanbul Ü., Su Bilimleri Fakültesi Tarafından TBMM'ne Sunulan Marmara Denizi'nde Yüzeyle ve Dipte Görülen Müsilağın Deniz Bakteri İzolatları ile Giderilmesini Konu Alan Pilot Çalışmanın Sonuç Raporu.

³⁰⁵ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2020) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2020 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

³⁰⁶ Prof. Dr. Sevim POLAT'ın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

büyümesi ve/veya hayatta kalması için uygun koşullar sağlayabildiği, bazı toksik alglerin gelişmesine ortam hazırladığı, çevredeki sulardan gelen kimyasal kirleticileri konsantre edebildiği, dolayısıyla deniz ürünlerinde biyobirikimleri artırabildiği tespit edilmiş olup; müsilajın insan sağlığı üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerinin araştırılması gerekliliği vurgulanmaktadır.³⁰⁷

2.3.1 Müsilajın İnsan Sağlığı Üzerinde Doğrudan ve Dolaylı Etkileri

Müsilajın insan sağlığı üzerindeki etkilerini net bir şekilde ortaya koymak veya ölçebilmek oldukça güçtür. Müsilajın insan sağlığı üzerinde direkt etkisine yönelik epidemiyolojik³⁰⁸ çalışma bulunmamakta olup; yapılan çalışmalarda müsilaj oluşumu gözlenen bölgede rekreasyon faaliyetleri sırasında müsilaj veya onu çevreleyen sulara maruz kalan kişilerden (fiziksel anlamda) hiçbir doğrudan etki vakası bildirilmemiştir.³⁰⁹

Ülkemizde görülen müsilaj hadisesi sonrasında, dünya genelinde daha önce yaşanan müsilaj sorunu ile ilgili yapılmış olan çalışmalar dikkate alınarak Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerde müsilaj ve müsilajlı sudan numuneler alınarak Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Referans Laboratuvarında mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, herhangi bir epidemiyeye neden olacak bir parametre tespit edilmediği belirtilmiş olup; yüzme alanlarında su kalitesini önemli miktarda etkileyecek herhangi bir husus olmadığı bildirilmiştir.³¹⁰

Müsilaj veya onu çevreleyen sulara maruz kalan kişilerden insan sağlığı üzerine müsilajın direk etkisi bildirilmemiş olsa da; Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, turizmin, sağlığı etkilediği, psikolojik açıdan faydalı olması gerektiği, fiziksel, psikolojik, sosyal ve estetik faktörlerin tümüne önem verildiği temiz ve uyumlu bir ortama sahip olması gerektiği bildirilmektedir. DSÖ'nün 1989 ve 1991 yılları arasında Adriyatik Denizi'nde meydana gelen müsilaj olgusunu ele aldığı çalışmasında, müsilajın herhangi bir sağlık riski oluşturmasa bile, fiziksel boyutlarının, insanların yüzme amaçlı kullanacağı sularla ilgili estetik kaygıların oluşmasında tek başına yeterli olduğu bildirilmiştir. Avrupa Birliği tarafından yüzme sularında biyolojik ve kimyasal saflığa ek olarak estetik sorunların (kabul edilebilir tat, koku ve renge sahip olması) da plaj kalitesinde önemli olduğunu bildirilmektedir.

³⁰⁷ Funari E., and Ade P., 1999, Human Health Implications Associated With Mucilage in The Northern Adriatic Sea, *Annali Dell'Istituto Superiore Di Sanita* 35(3):421-5.

³⁰⁸ Epidemiyoloji: Salgın hastalıkları inceleyen hekimlik dalı.

³⁰⁹ Funari E., and Ade P., 1999, A.g.e. 421-5.

³¹⁰ Sağlık Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 6 Ekim 2021 Tarihli ve 889656 Sayılı Cevabi Yazı.

Müsilajın insan sağlığı üzerindeki dolaylı etkilerini araştırmak için, mikrobiyolojik risk faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Mikrobiyolojik risk; fekal olarak kirlenmiş olan deniz ve kıyı alanlarında yapılan rekreasyonel faaliyetlerde, insan sağlığının etkilendiği ve başta mide/bağırsak problemleri olmak üzere bir dizi hastalığa maruz kaldığı bilinmektedir. Fekal olarak kirlenmiş alanlarda yetişen su ürünlerinin tüketilmesi de uzun zamandır patojenlerin neden olduğu salgın hastalıklarla ilişkilendirilmiştir.

Müsilaj ve diğer deniz agregalarının, patojenlerin büyümesini ve/veya hayatta kalmasını destekleyebileceği, oluşturduğu özel mikro habitat nedeniyle rekreasyonel faaliyetleri veya deniz ürünleri tüketimi ile ilişkili mikrobiyal riski artırabileceği düşünülmüş ve bu anlamda bir dizi çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda; kanalizasyon çıkışlarının yakınında toplanan müsilajda, fekal göstergelerin (koliformlar ve fekal streptokoklar) varlığına rastlandığı, ancak kirlenmemiş alanlarda toplanan müsilajda önemli ölçüde fekal göstergelerin olmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca deniz mikroorganizmalarından farklı olarak, sözde karasal kökenli bakteri popülasyonunun, müsilajlı kütleden oldukça bağımsız görüldüğü gözlemlenmiştir. Bu çalışmalardan, müsilajın kıyı sularında tek başına mikrobiyal riski artırmada herhangi bir rol oynamadığı sonucuna varmak mümkündür.³¹¹

Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nce Komisyona sunulan raporda, ülkemizde yüzme suyu izleme çalışmaları 25.09.2019 tarih ve 30899 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren ve Avrupa Birliği mevzuatı ile uyumlu olan "Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine Dair Yönetmelik" doğrultusunda yapılmaktadır. Yüzme sezonu boyunca sağlık il müdürlüklerince yüzme suyu numuneleri alınarak halk sağlığı laboratuvarlarında analiz edildiği ve analiz sonuçlarının çevrim içi olarak takip edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, Yönetmelik doğrultusunda yüzme alanlarındaki belirlenen izleme noktalarından Sağlık Bakanlığı tarafından yüzme sezonu öncesinden başlamak üzere sezon boyunca on beş günde bir numune alınmakta ve halk sağlığı laboratuvarlarında analizleri yapılmaktadır. Numune analizlerinde mikrobiyolojik parametrelere bakılmakta olup anlık değerlendirme ve sezon sonunda sınıflandırma işlemleri yapılmaktadır.³¹²

Ülkemizde 2021 yılında Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj sorununa yönelik Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülmek üzere Marmara Denizi Koruma Eylem Planı oluşturulmuş ve bu plan kapsamında Sağlık Bakanlığı'nın

³¹¹ Funari E., and Ade P., 1999, A.g.e. 421-5.

³¹² Sağlık Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 6 Ekim 2021 Tarihli ve 889656 Sayılı Cevabi Yazı.

koordinesinde “Müsilajın Çevre ve İnsan Sağlığına Etkilerinin Belirlenmesi Alt Çalışma Grubu” kurulmuştur. Söz konusu çalışma grubunca müsilajın Marmara Denizi yüzme suyu kalite kriterlerine etkisinin ve su ürünleri stoklarına etkilerinin değerlendirilmesine yönelik Sağlık Bakanlığı’na numune alımı ve yüzme suyu kalitesinin takibi işlemleri yapılmıştır.³¹³

Marmara Denizi’ne kıyısı olan illerde yaşanan müsilaj sorunu ile alakalı 7 ilde (İstanbul, Kocaeli, Bursa, Yalova, Tekirdağ, Balıkesir ve Çanakkale) tüm yüzme alanlarındaki izleme noktalarından il sağlık müdürlükleri tarafından 498 adet numune alınmıştır. Alınan numuneler Sağlık Bakanlığı’na bağlı halk sağlığı laboratuvarlarına gönderilmiş olup analiz sonuçlarında yüzme alanlarını etkileyen olumsuz bir durum ile karşılaşmadığı belirtilmiştir.³¹⁴

Komisyunun 3 Kasım 2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ, müsilaj sorunu kapsamında Marmara Denizi’ne kıyısı olan 7 ilde, 23 bölgede izleme çalışmalarının yapıldığını ve halen daha devam ettiğini belirterek şimdiye kadar yapılan izleme çalışmaları sonucunda müsilajın insan sağlığı yönünden herhangi bir riskinin olmadığını ifade etmiştir.³¹⁵

2.3.2 Müsilajın Su Ürünleri Açısından İnsan Sağlığına Etkileri

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından, gıda arz güvenliğinin temini ve ülkemiz ekonomisine katkı sağlanması doğrultusunda Marmara Bölgesi’nin deniz ve kara potansiyelinden azami ölçüde yararlanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Yapılan düzenlemeler çerçevesinde Marmara Denizi’nden genel olarak hamsi, istavrit, sardalya türleri başta olmak üzere 62 türde ekonomik değere sahip deniz ürünü avcılığı yapılmaktadır. 2020 TÜİK verilerine göre, Marmara Denizi’nde avlanan su ürünleri miktarının % 6,3’e düşmüş olmasına rağmen, Marmara Denizi su ürünleri avcılığı ve yetiştiriciliğine dayalı doğrudan 22.213, dolaylı olarak da yüz bin kişiye gelir kaynağı oluşturmaktadır.

Marmara Denizi’nde oluşan kirlilik yükü ve iklim değişikliğinin de etkisiyle 2007’de kısmen görülen müsilaj oluşumu 2021 yılında çok daha uzun ve görünür şekilde tekrar yaşanmıştır. Yaşanan müsilaj oluşumu Marmara Denizi’nden avcılık ve yetiştiricilik yapan balıkçıları olumsuz yönde etkilemiştir.

³¹³ A.g.k.

³¹⁴ A.g.k.

³¹⁵ Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ’nin 3 Kasım 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Marmara Denizi Eylem Planı çerçevesinde; İstanbul, Bursa, Balıkesir, Kocaeli, Yalova, Tekirdağ ve Çanakkale illerinde belirlenen, 23 bölgede Tarım ve Orman Bakanlığı il müdürlüklerince 15 günlük periyotlar halinde balık numuneleri alınmıştır. Alınan numuneler Tarım ve Orman Bakanlığı'nın akredite laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Marmara Bölgesinden alınan 248 numunede; *dioksin, PAH, kurşun, kadmiyum, civa, sülfid indirgeyen anaerob bakteriler, koagulaz pozitif stafılakoklar* yönünden yapılan analizlerde sonuçlar, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği ve Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde belirtilen kriterlere uygun bulunmuştur.³¹⁶

Çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarında yapılan izleme çalışmaları sonuçlarına göre, alan sınıflandırma kriterlerine aykırı bir durum tespit edilmemiştir. Balıkçılık Faaliyetlerinin Kontrolü Alt Çalışma Grubu çalışmaları kapsamında da Bakanlık tarafından Marmara'da belirlenen 6 istasyonunda su kalite verileri, su ürünlerinin yaşam koşullarında üremesi ve büyümesi üzerine etkileri araştırılmaktadır.

3 Kasım 2021 tarihinde Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ'nin Komisyona yaptığı sunumda; su ürünleri biyoçeşitliliğin korunması için Su Ürünleri Merkezi Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Trabzon) bünyesinde Ulusal Su Ürünleri Gen Bankası'nın kurulduğu, burada 2019'dan beri yürütülen çalışmalarda 193 su ürünleri türüne ait 23 bin 500 genetik örneğin muhafaza edilmeye başlandığı, endemik türler ve tehlike altında olan türler için yerinde korumanın yanı sıra yerel türlerin kendi doğal bölgelerinde genetik yapılarına göre damızlık sağlanarak çok sayıda kuluçkahanede yeniden yavru üretimi ve balıklandırmalar yapıldığı, düzenli olarak hamsi, istavrit ve sardalya gibi balık türlerinde analizler yapıldığı ve mevzuata uygunsuz bir durum tespit edilmediği ifade edilmiştir.³¹⁷

Tarım ve Orman Bakanlığı'nca Marmara Bölgesi'nde gerek avcılık yolu ile gerekse yetiştiricilik yolu ile elde edilen çift kabuklu yumuşakçalara yönelik olarak “*Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarının Belirlenmesi, Sınıflandırılması, Ürün Alımına Açılıp Kapatılması ve Numune Alımına İlişkin Uygulama Talimatı*” çerçevesinde izleme programı yürütülmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nca yürütülen izleme programı Avrupa Birliği mevzuatına uygun olarak geliştirilmiştir. Bu izleme programı çerçevesinde deniz suyu ve ürün analizleri yapılmaktadır. Alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre üretim alanları sınıflandırılmaktadır. İzleme programına göre analiz sonuçları uygun çıkan üretim

³¹⁶ A.g.k.

³¹⁷ A.g.k.

alanlarından ürün avcılığına izin verilmekte, uygun olan alanlarda ise çift kabuklu yumuşakça üretimine izin verilmektedir. İzleme programına göre analiz sonuçları uygun çıkmayan üretim alanları yeniden izleme programına alınmakta ve analiz sonuçları uygun çıkana kadar üretime kapatılarak ürün alımı durdurulmaktadır. Çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarında 2021 yılında yapılan izleme çalışmalarına ilişkin analiz sonuçlarının incelenmesi sonucunda alan sınıflandırma kriterlerine aykırı bir sonuç tespit edilmemiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı'nca; Marmara Bölgesi'nde 4 ilde 21 ayrı noktadan numune alınmaktadır. Marmara Denizi'nde, Balıkesir (4 üretim alanı / 8 numune alma noktası) Yalova (3 üretim alanı / 3 numune alma noktası) Çanakkale (2 üretim alanı / 4 numune alma noktası) Bursa (3 üretim alanı / 6 numune alma noktası) illerinde kara midye ve kum şırlanı avcılığı ve yetiştiriciliğine yönelik izleme çalışmaları yürütülmektedir.³¹⁸

Tablo 24. Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarından Alınan Numuneler

Analiz	Numune	Numune Alımı	Yasaklı Dönemde Numune Alımı
Toksik fitoplakton	Deniz Suyu	On Beş Günde 1	On Beş Günde 1
E.coli	Ürün	On Beş Günde 1	On Beş Günde 1
Salmonella	Ürün	A Sınıfı Alanda On Beş Günde 1	-
V.cholera, V.parahaemolyticus	Ürün	Yılda 2	-
Koagülaz pozitif stafilocoklar	Ürün	Yılda 2	-
E.coli (O157)	Tüketime Hazır Ürün	Yılda 2	-
PSP	Ürün	Haftada 1	Haftada 1
ASP	Ürün	Haftada 1	Haftada 1
Okadaik Asit	Ürün	Haftada 1	Haftada 1
Yesso toksinler	Ürün	Haftada 1	Haftada 1
Azaspir Asitler	Ürün	Haftada 1	Haftada 1
Kurşun	Ürün	Yılda 2	Yılda 1
Kadmiyum	Ürün	Yılda 1	Yılda 1
Civa	Ürün	Yılda 2	Yılda 1
Dioksinler	Ürün	-	Yılda 1
PAH	Ürün	Ayda 1	Ayda 1

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarının Belirlenmesi, Sınıflandırılması, Ürün Alımına Açılıp Kapatılması ve Numune Alımına İlişkin Uygulama Talimatı, s.16.

Sonuç olarak insan sağlığı açısından önemli bir protein kaynağı olan su ürünleri tüketiminin artırılması önemlidir. Su ürünleri tüketimine yönelik söz konusu analiz bulgularını da kapsayan bilgilendirme ve farkındalık çalışmalarının artırılması, sağlıklı ürünlerin tüketimi ve sektörün gelişimi için önem arz etmektedir.

³¹⁸ Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarının Belirlenmesi, Sınıflandırılması, Ürün Alımına Açılıp Kapatılması ve Numune Alımına İlişkin Uygulama Talimatı, S. 45980442-010.07.01-22949.

2.4 TURİZME ETKİLERİ

Marmara Bölgesi'nin tarihi ve coğrafyası onu popüler bir turizm bölgesi haline getirmiştir. Kıyı kesimlerde yer alan sahiller ve plajlar turizm sektörü açısından önemli cazibe merkezleridir. Diğer taraftan; Avrupa ile Asya arasında Doğu ile Batı kültürü arasında bir köprüdür ve sayısız sualtı kültür mirasına ev sahipliği yapmaktadır. Bu nedenle yıl boyunca turistik talep çok yüksektir.³¹⁹ Marmara Denizi; dalmak, yelken açmak veya yüzmek isteyen turistler için bir cazibe merkezidir.³²⁰ Nisan 2021'den itibaren yoğunlaşan müsülaj, geleneksel, kıyı ve deniz turizmi üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Marmara Denizi'nin turizm üzerindeki etkisinin analizinden önce, bölge içindeki müsülaj oluşumunu ve diğer vakalarla benzerliklerini analiz etmek gerekmektedir.³²¹

Kültür ve Turizm Bakanlığı görev, yetki ve sorumluluk alanı kapsamında 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu uyarınca, İstanbul, Balıkesir ve Yalova illerinde, Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan 1 Kültür ve Turizm Koruma Gelişim Bölgesi (KTKGB) ve 10 Turizm Merkezi (TM) bulunmaktadır. İstanbul ilinde, İstanbul Boğazı da dâhil olmak üzere Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu uyarınca ilan edilen 9 Turizm Merkezi (İstanbul Ataköy, İstanbul Baltalimanı, İstanbul Beşiktaş Atık Alipaşa Yalısı, İstanbul Beykoz Hünkâr Kasrı, İstanbul Beyoğlu Tophane Salıpaazarı, İstanbul Boğaziçi Okullar Bölgesi, İstanbul Çırağan Sarayı, İstanbul İstinye Tevsii ve İstanbul Yeşilyurt) bulunmaktadır.

Marmara Denizi'nde görülen müsülaj kirliliğinden turizm sektörünün olumsuz anlamda etkilenmemesi için birtakım çalışmalar yapılmakta ve önlemler alınmaktadır. Bu kapsamda İstanbul Ataköy TM'nin kıyı bandında bulunan ve planlama çalışmaları Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca yürütülen Ataköy Yat Limanı, Zeyport, Kazlıçeşme Deniz Turizmi Tesisleri, bölgede gerek turizm faaliyetleri gerekse liman kullanımları açısından önemli fonksiyona sahip olup söz konusu kıyı tesislerinin müsülaj sorunundan yoğun olarak etkileneceği değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra Balıkesir Marmara Güneyi Adalar KTKGB sınırları içerisinde turizm gelişiminin sağlanmasında deniz ve kıyı turizmi önemli bir role sahip olduğundan, onaylı üst ölçekli planlarda deniz ve kıyı turizmin

³¹⁹ Demir, C. (2004) A profile of Turkish tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 16(5): 325-328, Akal, M. (2009) Economic implications of international tourism on Turkish economy. *Tourismos* 5(1): 131-152.

³²⁰ Demiroglu, 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, pp. 247- 262.

³²¹ Mecozzia, M., Acquistucci, R., Noto, V.D., Pietrantonio, E., Amici, M., Cardarilli, D., 2001, Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance. *Chemosphere* 44(4): 709-720.

geliştirilmesine yönelik kullanımlara ağırlıklı olarak yer verilmiştir. Yalova Armutlu Termal Turizm Merkezi içinde ise kıyı turizmi ile birlikte termal kaynakların turizm amaçlı kullanımına yönelik turizm tesis alanları oluşturulmuştur.³²²

Bölgedeki rekreasyon faaliyetleri sırasında, müsilaj veya onu çevreleyen sulara maruz kalan kişilerden (fiziksel anlamda) hiçbir doğrudan etki vakası bildirilmemiş olsa da turizm faaliyetlerinin derinden etkilendiği, oluşan görüntü ve koku kirliliğinin başta deniz turizmi olmak üzere Marmara Denizi'nin kıyı ve şehirlerindeki turizm sektörünü olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.³²³ Bölge ve ülke ekonomisine ve su altı kültür mirasına önemli katkı sağlayan turizm sektörü için müsilaj ciddi bir tehdittir. Konu ile alakalı olarak Komisyonun 4 Ekim 2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Neslihan ÖZDELİCE, müsilajın görüntü kirliliğine ve kokuya sebep olduğunu dolayısıyla turizmi etkilediğini teyit etmiştir.³²⁴

Çoğu zaman kıyı bölgeleri, ekonomilerini sürdürmek için büyük ölçüde eğlence, deniz ve kültür turizmine güvenmektedir. Müsilaj, bölgedeki turistik aktiviteyi önemli ölçüde etkileyen “kirli bir deniz” oluşturmaktadır (Resim 8).

Resim 8. Kıyılarda Müsilaj Görüntüsü



Kaynak: <https://marmarahepimizin.csb.gov.tr/>

Kıyı turizminde turistlerin kararlarını etkileyen iki ana faktör; görsel kirlilik ve fiziksel kirliliktir. Marmara Bölgesi'ndeki turizm; özellikle İstanbul, Çanakkale, Balıkesir, Yalova ve Tekirdağ gibi şehirlerde, bölgenin denizine ve kıyılarına dayalıdır. Bölgedeki işletmeler, turizmin ağırlıklı olarak su altı fotoğrafçılığı, şnorkelli yüzme ve tüplü dalış,

³²² Kültür ve Turizm Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 12 Kasım 2021 Tarihli ve 912328 Sayılı Cevabi Yazı.

³²³ A.g.k.

³²⁴ Prof. Dr. Neslihan ÖZDELİCE'nin 4 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

balık tutma, yelken ve tekne gezilerine dayandığına dikkat çekmektedirler.³²⁵ Müsilaj kaplı bir bölgede bu faaliyetlerin yapılması mümkün görülmemektedir (Resim 9).

Resim 9. Müsilaj Kaplı Bölge



Kaynak: <https://marmarahepimizin.csb.gov.tr/>

Müsilajın neden olduğu diğer bir kritik tehdit; kültürel tarihe derinden kök salmış bölgelerdeki sualtı turizmine yöneliktir. Deniz altındaki eserler, arkeolojik alanlar, batık harabeler ve gemi enkazlarını içeren sualtı kültür mirası, UNESCO 2001 Sualtı Kültür Mirasının ve İçeriğinin Korunmasına İlişkin Sözleşme kapsamında korunmaktadır ve hem yerel hem de uluslararası turistler için önemli bir cazibe merkezidir. Bu nedenle, Türkiye'nin batı kıyıları ve Marmara Bölgesi, Çanakkale'deki H.M.S Majestic gibi bölgeyi su altı turizmi için cazip hale getiren birçok değerli gemi enkazına ev sahipliği yapmaktadır. Batık kalıntılar, deniz organizmaları için ideal yaşam alanları sağlayan yapay resifler de oluşturmaktadır. Dünyanın dört bir yanından gelen turistler ve dalgıçlar için bir "sıcak nokta" olan sualtı kültür mirasına zarar veren müsilaj, turistik ziyaretleri etkilemektedir. Müsilaj, batık gemilere yapışabilmekte ve deniz üzerinde fiziksel olarak zararlı bir etkiye sahip olabilmektedir (Resim 10). Oksijen azalmasına neden olarak yapay resifleri yok edebilmekte ve ayrıca gemi kalıntılarının yok olmasına neden olan hidrojen sülfür miktarını arttırmaktadır.³²⁶

Deniz yüzeyindeki müsilaj belirli bir yoğunluğa ulaştıktan sonra yüzeyin altına çökerek, hem yüzeyde hem de yüzeyin altında "kirli deniz" ile sonuçlanan bir "deniz karı" oluşturmaktadır.³²⁷ Zamanla müsilajın denizin derinlerine inmesi nedeniyle deniz dibindeki

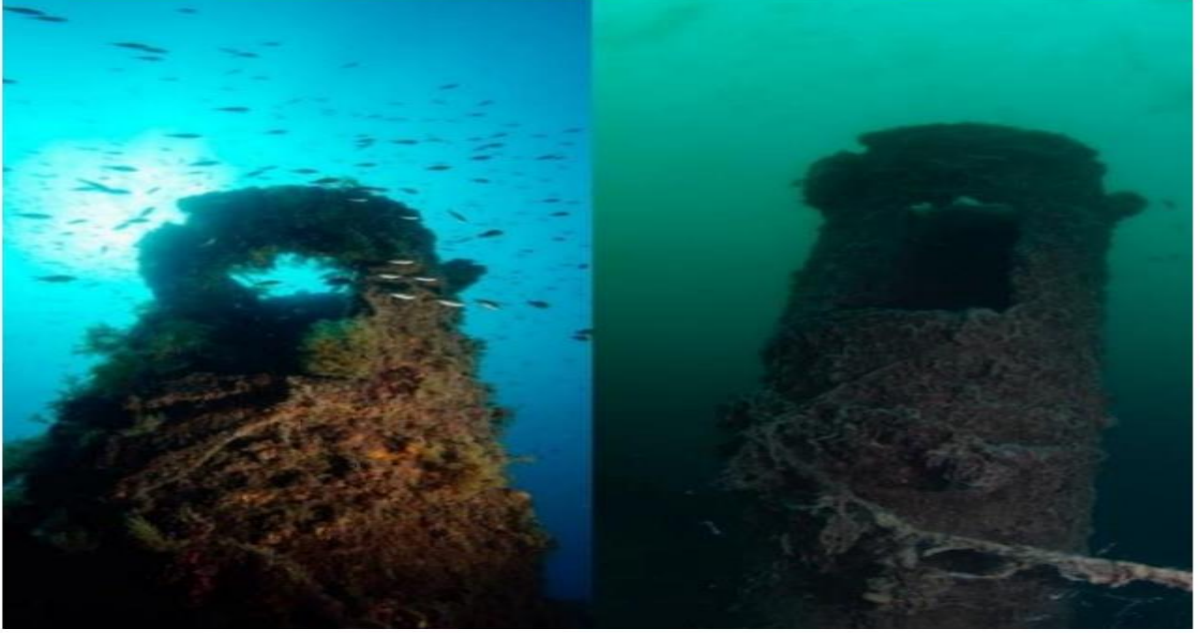
³²⁵ Çoşan, Burak, 2021, Müsilaj turizmi de vurdu, Hürriyet: <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/musilaj-turizmi-de-vurdu-41832304>, Erişim Tarihi: 02.12.2021.

³²⁶ Karakaş, Gökhan, 2021, Marmara'nın derinliklerinde hidrojen sülfür, Deniz Kartalı: <https://denizkartali.com/marmaranin-derinliklerinde-hidrojen-sulfur.html>, Erişim Tarihi: 13.08.2021.

³²⁷ Danovaro, R., Umami, S.F., Pusceddu A., 2009, Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. Plos One 4(9): e7006. Öztürk, B., 2010,

canlılar ve yapılar mülajla kaplanmakta ve deniz altında bulanık bir görüntüye neden olmaktadır. Dolayısıyla bu durum özellikle boğazlara yakın olan bölgelerde dalış turizmini de olumsuz etkilemektedir.

Resim 10. Çanakkale’de Batık Gemi H.M.S Majestic’in Mülaj Öncesi (Sol) ve Sonrası (Sağ) Fotoğrafları



Kaynak: Kalkavan, Can, 2021, The current impact of mucilage on tourism and underwater cultural heritage in the Marmara region, J. Black Sea/Mediterranean Environment Vol. 27, No. 2: 265.

2021 yılında Marmara Denizi’ne kıyısı olan 187 izleme noktası bulunmaktadır. Bu plajların; 103’ü A sınıfı (mükemmel), 56’sı B sınıfı (iyi), 26’sı C sınıfı (kötü) ve 2’si D sınıfı (girilmesi yasak) plaj niteliğindedir. Marmara Bölgesi’ndeki plajların iller bazında sıhhi sınıflandırmalarına göre dağılımı Tablo 25’de yer almaktadır.

Tablo 25. Marmara Denizi Kıyısındaki Plajlar ve Sıhhi Sınıflandırmaları

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

Kaynak: Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çevre Sağlığı Dairesi Başkanlığı.

Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Yüzme Suyu Takip Sistemi üzerinden ülkemizdeki tüm plajlara ait detaylı güncel verilere (teknik özellikler, deniz suyu analiz sonuçları vs.) çevrim içi olarak ulaşılabilmektedir.³²⁸

2021 yılında Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj kirliliği plajları doğrudan etkilemiş; gerekli analiz ve temizlik çalışmalarının yapılabilmesi için bir süre kullanıma kapatılmıştır. Plajların bölgenin turizmi için taşıdığı önem dikkate alındığında, müsilaj sorununun kalıcı çözümünün önemi ortaya çıkmaktadır.

Bununla birlikte, denizcilik sektöründe pompa ve filtrelerin müsilaj ile kaplanması sonucunda gemiler, tekneler, günübirlik tur tekneleri çalışamaz duruma gelmektedir. Ayrıca limanlar, yat çekek yerleri, marinalar da müsilaj ile kaplanabilmekte ve bu durum da turistik faaliyetleri olumsuz etkileyebilmektedir. Diğer yandan sahilde oluşan müsilaj kalıntıları nedeniyle meydana gelen görüntü ve koku kirliliği turizm sektörünü; özellikle kıyılardaki otelleri ve yakın çevresinde turistlere hizmet veren esnafı olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla müsilajdan turizm sektörünün olumsuz etkilenmesi sebebiyle; turizm sektörüne bağlı yan sektörler, turizm potansiyelinin yörede sağladığı hareketlilik ve bölge insanı olumsuz yönde etkilenmektedir.³²⁹

³²⁸ <https://yuzme.saglik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 01.12.2021.

³²⁹ Kültür ve Turizm Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 12 Kasım 2021 Tarihli ve 912328 Sayılı Cevabi Yazı.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MÜSİLAJIN KONTROLÜ VE ÖNLENMESİ

Marmara Denizi'nde iklim değişikliğinin etkisi ile birlikte deniz suyundaki durağanlık ve azot-fosfor miktarının artmasına bağlı olarak ortaya çıkan ve Marmara Denizi'nde doğal yaşamı etkileyen afet niteliğinde başlayan müsilaj kirliliğinin kontrol altına alınması ve giderimine yönelik 22 Maddeden oluşan “Marmara Denizi Koruma Eylem Planı” ivedi bir şekilde yayımlanmıştır.

Eylem Planı; Marmara Denizinin koruma alanı ilan edilmesi, müsilajın bilimsel temelli yöntemlerle tamamen temizlenmesi, atıksuların ileri biyolojik arıtım yapılmaksızın Marmara Denizi'ne deşarj edilmemesi, atıksu deşarj standartlarında kısıtlamaya gidilmesi, arıtılmış atıksuların mümkün olan her yerde yeniden kullanımının arttırılması, Marmara Denizi'ne gemilerin atıksularının boşaltılmasının önlenmesi, tersanelerde temiz üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması, alıcı ortama deşarj yapan atıksu arıtma tesislerinin 7/24 online izlenmesi, Bölgesel Atık Yönetimi Eylem Planı ve Deniz Çöpleri Eylem Planının hazırlanması, iyi tarım ve organik tarım uygulamaları ile basınçlı ve damlama sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, zeytin karasuyu ve peynir altısuyu kaynaklı kirliliğin önlenmesi, Marmara Denizi'ndeki tüm hayalet ağların temizlenmesi, soğutma suları ve termal tesislerden oluşan sıcak suların Marmara Denizi'ne etkilerinin azaltılması hususlarını içermektedir.

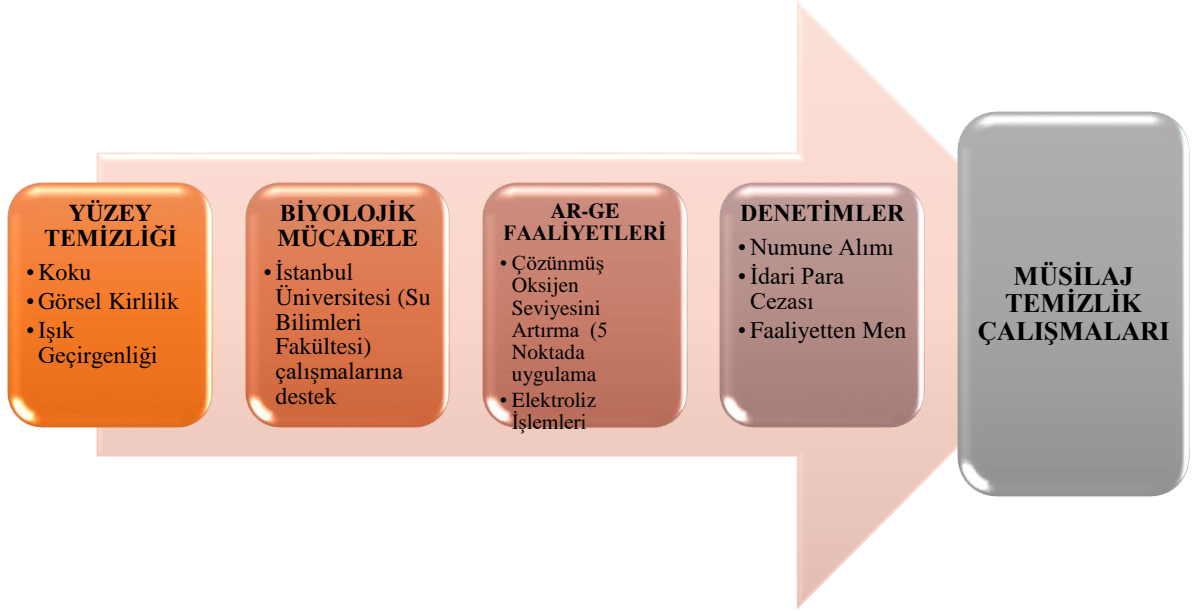
Bu kapsamda, bu bölümde öncelikli olarak müsilajın kontrol altına alınması için ilk aşamada gerçekleştirilen temizlik, bertaraf ve denetim çalışmaları ile Marmara Denizi Havzasına yönelik değerlendirmelerin ardından müsilajın önlenmesi için kentsel, endüstriyel, tarımsal, denizcilik faaliyetleri gibi tüm kirlilik kaynakları ve bu kaynakların etkilerinin azaltılmasına yönelik yürütülen çalışmalar ve alınması gereken tedbirler, su kaynaklarının korunması ve AR-GE çalışmalarına yer verilmiştir.

3.1 TEMİZLİK, BERTARAF VE DENETİM ÇALIŞMALARI

Eylem Planında yer alan çalışmalara süratle başlanmış olup; öncelikli olarak görüntü kirliliğine eden olan ve aynı zamanda ışık geçirgenliğini de azaltan müsilajın deniz yüzeyinden acilen temizlenmesi çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Eylem Planı çerçevesinde gerçekleştirilen temizlik çalışmaları ile toplanan müsilajın bertarafı ve müsilajı oluşturan etmenleri ortadan kaldırmak üzere kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınması amacıyla gerçekleştirilen denetim çalışmaları etkin bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

22 maddelik Eylem Planında da kısa vadeli çalışmalar içerisinde yer alan “Acil müdahale kapsamında 8 Haziran 2021 tarihinden itibaren, 7/24 esasıyla, Marmara Denizi’ndeki müsilajın bilimsel temelli yöntemlerle tamamen temizlenmesine yönelik çalışmalar başlatılacak” eylemine ilişkin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda, Türkiye’nin en büyük çevre temizliği hareketi bir seferberlik anlayışıyla Marmara Denizi’nde ortaya çıkan müsilaj kirliliğinin temizlenmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

Şekil 31. Müsilaj Temizliği Kapsamında Yapılan Çalışmaları



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR’ın 14.07.2021 tarihli sunum notları.

3.1.1 Müsilaj Temizleme Çalışmaları

Müsilaj temizleme çalışmaları; deniz yüzeyi temizlik çalışmaları, uydu gözlemleri yoluyla uzaktan algılama çalışmaları ve bakteriyolojik çalışmalar olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir.

3.1.1.1 Deniz Yüzeyi Temizlik Çalışmaları

4 Haziran 2021 tarihinde 700’ü aşan bilim insanı, kurum temsilcisi, STK ve belediye yetkilisinin iştirak ettiği en geniş katılımlı Marmara Denizi’nde Müsilaj Problemi ve Çözüm Önerileri Çalıştayı gerçekleştirilmiştir. 5 Haziran 2021 tarihinde İstanbul’da; Marmara Belediyeler Birliği Çalıştay Değerlendirme Toplantısı’nı ilgili kurum temsilcileri ve belediyeler ile birlikte düzenlenmiştir. 6 Haziran 2021 tarihinde Kocaeli’nde Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Toplantısı’nı gerçekleştirilmiştir. Toplantıda, Marmara Denizi’ne kıyısı olan belediyelerin yanı sıra ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile bilim insanlarının katılımıyla 22 maddelik Marmara Denizi Eylem Planı oluşturulmuştur.

6 Haziran 2021 tarihinde Marmara Denizi Eylem Planı'nın açıklanması ile müsilaj temizlik çalışmaları planlanma süreci başlatılmış ve temizlik çalışmalarına 8 Haziran 2021 tarihinde Caddebostan Sahili'nden Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM'un başkanlığında ilgili kurum kuruluşların katkı ve katılımları ile başlatılmıştır.

Marmara Denizi'ndeki müsilajın tamamen temizlenmesi yapılacak çalışmaların planlanmasında, ilgili kurum kuruluşlar, belediyeler STK'ların katkı ve katılımları ile 7/24 esasıyla acil müdahale çalışması yürütülmüştür.

Çalışmalar İstanbul'da kurulan Koordinasyon ve Bilgilendirme Merkezi koordinasyonunda yürütülmüştür. Çalışmalar aynı zamanda Marmara Denizi'ne kıyısı olan İstanbul, Kocaeli, Yalova, Tekirdağ, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale'de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda Valilikler başkanlığında koordine edilerek, günlük olarak Koordinasyon ve Bilgilendirme Merkezi'ne iletilmiştir.

Çalışma yapılan alanlar;

- Hava fotoğrafları,
- Uydu fotoğrafları,
- Saha tespitleri ile

günlük olarak belirlenmiştir (Resim 11).

Resim 11. Müsilaj Tespit Çalışmaları (Sahadan-Havadan)



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın koordinesi ile 8 Haziran 2021 tarihinde başlayan müsilaj temizleme çalışmaları 1 ay içerisinde tamamlanmıştır. Bu çalışmalarda toplamda 11.129,3 m³ müsilaj toplanarak bertarafa gönderilmiştir. Sahada temizlik çalışmaları 8 Temmuz 2021 tarihine kadar yoğun şekilde yürütülmüş, sonraki günlerde müsilaj görülmediğinden çalışma yapılmamıştır. Bu çerçevede temizlik çalışmaları sonucunda çalışma yürütülen bölge sayısı ve toplanan müsilaj miktarları

aşağıdaki şekilde belirlenmiş olup; yedi il bazında toplanan müsilaj miktarları ve bugüne dek toplanan müsilaj miktarları Tablo 26’da yer almaktadır.

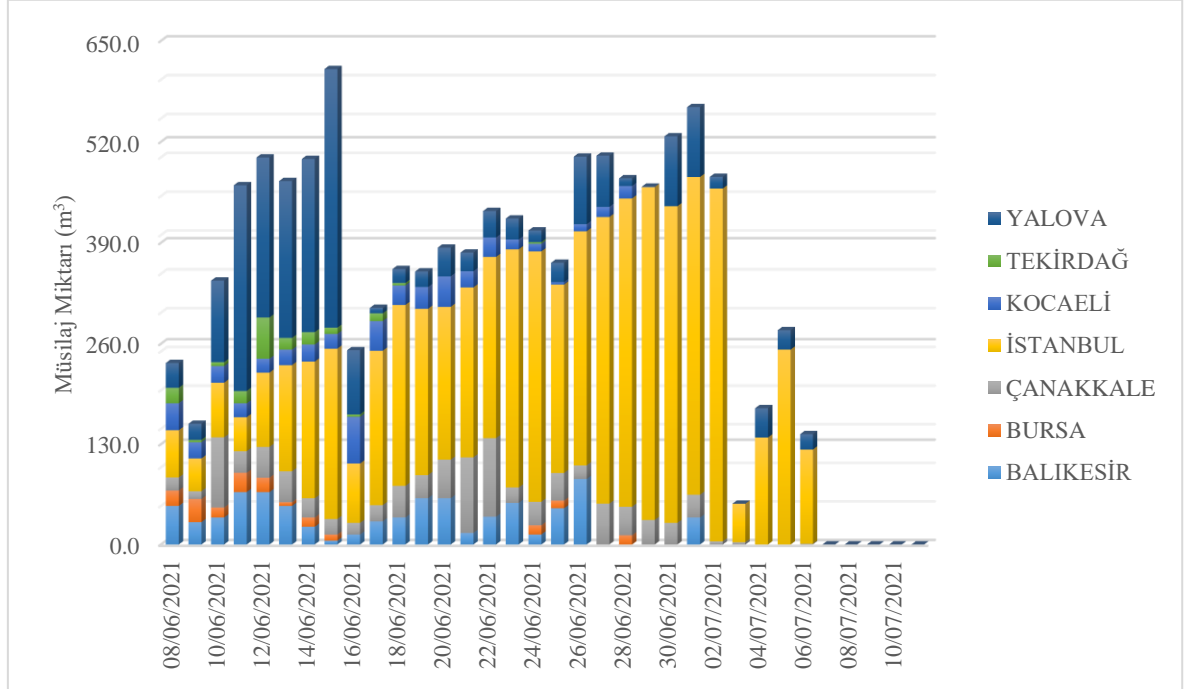
Tablo 26. Marmara Denizi’ne Kıyısı Olan ve Müsilaj Görülen İllerde Toplanan Müsilaj Miktarı

İl	Çalışılan Bölge Sayısı	Kümülatif Toplanan Müsilaj Miktarı (m ³)
İstanbul	356	6.440,6
Kocaeli	59	476,1
Bursa	24	180,5
Tekirdağ	21	154
Balıkesir	38	841
Çanakkale	73	919,1
Yalova	52	2.118
Toplam	623	11.129,3

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 1 Ekim 2021 Tarihli ve 1866575 Sayılı Cevabi Yazı.

Bir ay süren müsilaj temizleme çalışmalarında günlük toplanan müsilaj miktarlarının illere göre dağılımları Şekil 32’de verilmektedir.

Şekil 32. Günlük Toplanan Müsilaj Miktarlarının İllere Göre Dağılımları



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR’ın 14.07.2021 tarihli sunum notları.

Müsilaj temizleme çalışmaları kapsamında deniz temizleme tekneleri, bariyer serme tekneleri, yüzey sıyırma teknesi gibi lojistik tekneleri, vidanjörler, kanal açma ve vakum ekskavatörler kullanılmıştır. Temizlik çalışmalarında kullanılan ekipman listesi Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. Temizlik Çalışmalarında Kullanılan Ekipman Listesi

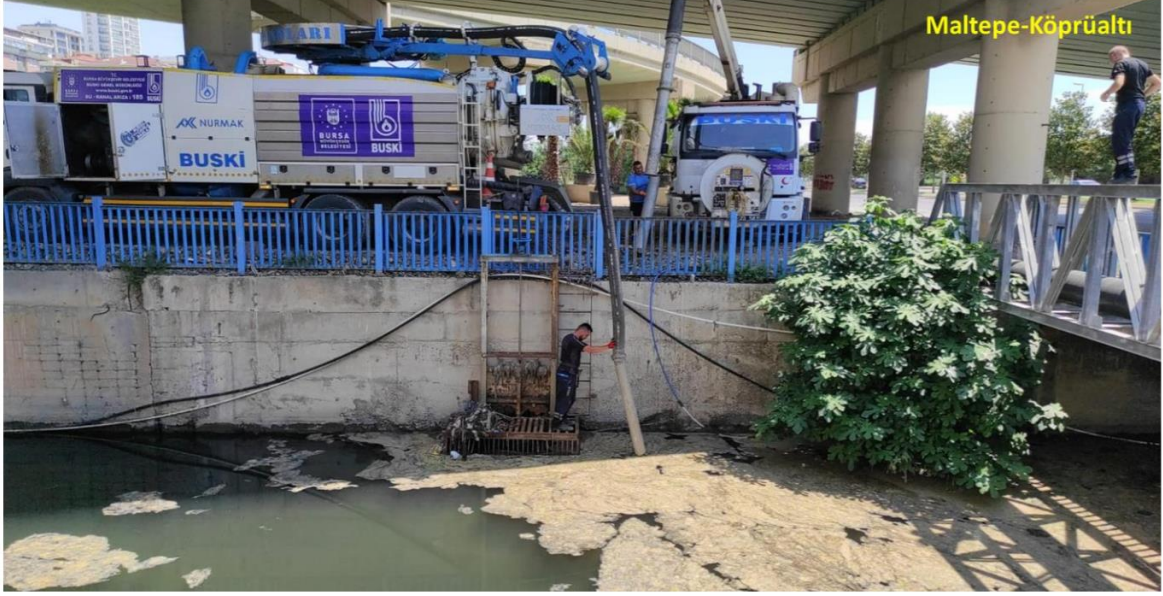
Ekipman	İstanbul	Kocaeli	Bursa	Balıkesir	Tekirdağ	Çanakkale	Yalova
Hizmet Teknesi	16	20	1	1	2	2	3
Bariyer	600 m engelleme bariyeri, 300 m sorbent boom	600 m engelleme bariyeri, 300 m sorbent boom	-	-	700 m engelleme bariyeri, 700 m sorbent boom	250 m engelleme bariyeri, 100 m sorbent boom	-
Pompa	5	5	-	-	4	4	6
Jeneratör	2	2	-	-	2	1	2
Pick-Up Araç	6	6	-	-	-	-	6
Kara Depolama Tankı	1	1	-	-	-	-	-
Kanal Açma Cihazı/ Vidanjör	22	4	3	3	-	6	8
Gemi	-	1	-	-	-	-	-
Deniz Uçağı	-	1	-	-	-	-	-
Amfibi Araç	-	2	1	-	-	-	-
Kepçe	-	1	-	-	-	-	-
Deniz Süpürgesi	-	-	-	-	2	-	-

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 17 Kasım 2021 Tarihli ve 914309 Sayılı Cevabi Yazı.

Bu kapsamda, 8 Haziran 2021’de başlatılan Marmara Denizi’nin müsilağdan temizlenmesi için yürütülen temizlik seferberliğine Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda; Marmara Denizi’ne kıyısı olan belediyelerin yanı sıra bölge dışındaki büyükşehir belediyeleri toplam 13 araç ile destek vermişlerdir.³³⁰

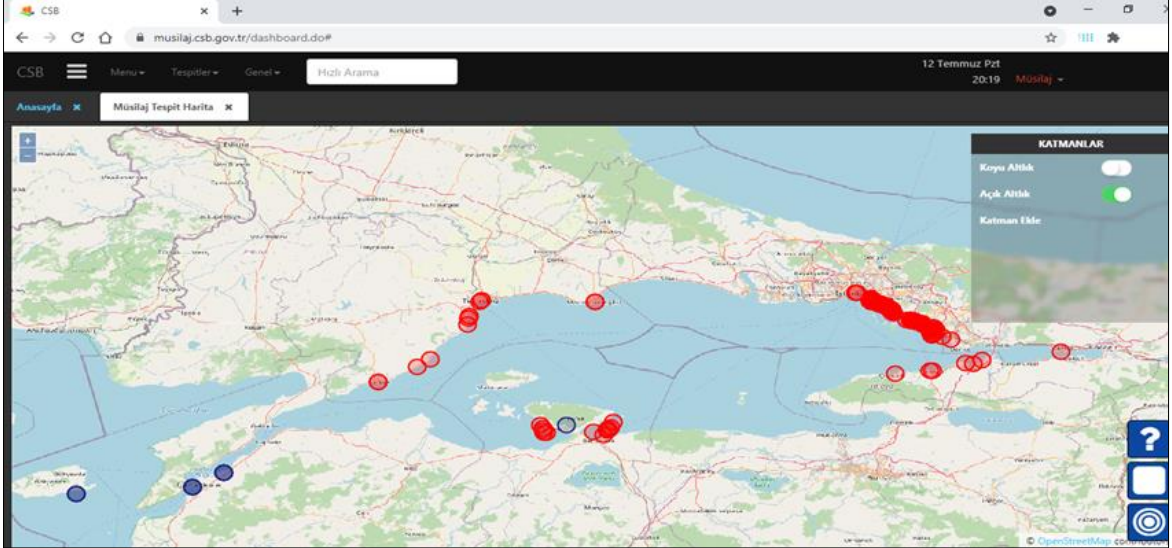
Temizleme çalışmalarında çoğunlukla müsilağ, bariyerler ile kıyıya çekilmektedir. Kıyıda hapsedilen müsilağ vakum ekskavatör, kanal açma araçları veya vidanjörler yardımıyla toplanmaktadır (Resim 12).

³³⁰ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 17 Kasım 2021 Tarihli ve 914309 Sayılı Cevabi Yazı.

Resim 12. Müsilaj Temizlik Çalışmaları, Maltepe-Köprüaltı

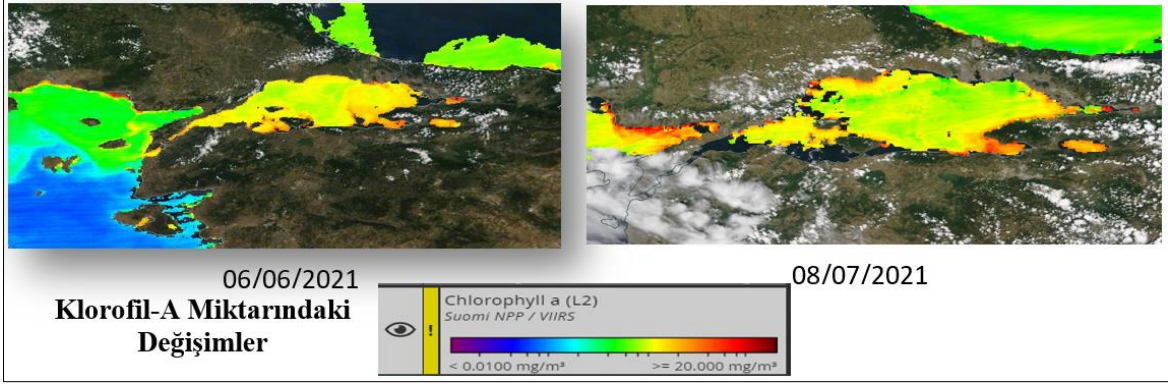
Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Sahada yapılan temizlik çalışmalarının koordinasyonu için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından geliştirilen bir uygulama ile sahada yapılan temizlik çalışmalarının etkin yönetimi, anlık veriler ile koordinasyonu ve izlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca, sahada yürütülen temizlik ve denetim çalışmaları günlük olarak raporlanmıştır.

Şekil 33. Müsilaj Temizlik Çalışmaları Çevrimiçi İzleme

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

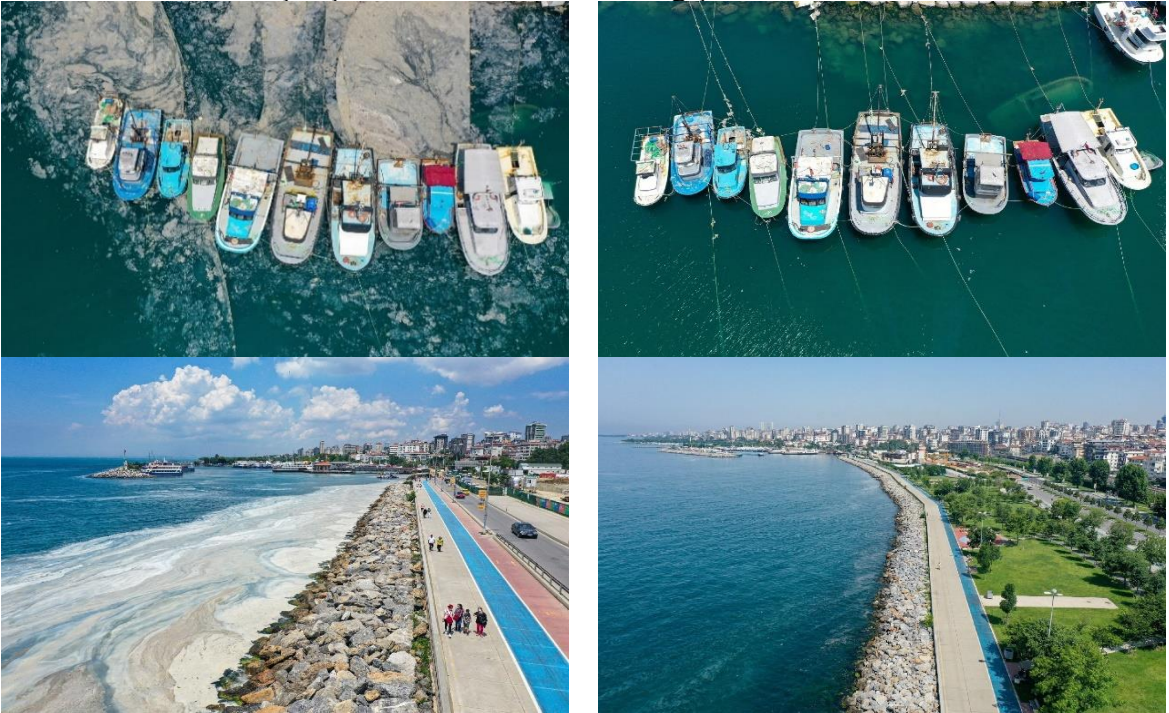
Bu çalışmalara ek olarak uydu haritaları kullanılarak müsilaj kirliliğinin tespiti ve müdahale edilecek alanların tespitine yönelik de çalışmalar yürütülmüştür. Bu kapsamda özellikle uydu haritaları ile çalışmaların ilerlemesi izlenmiştir.

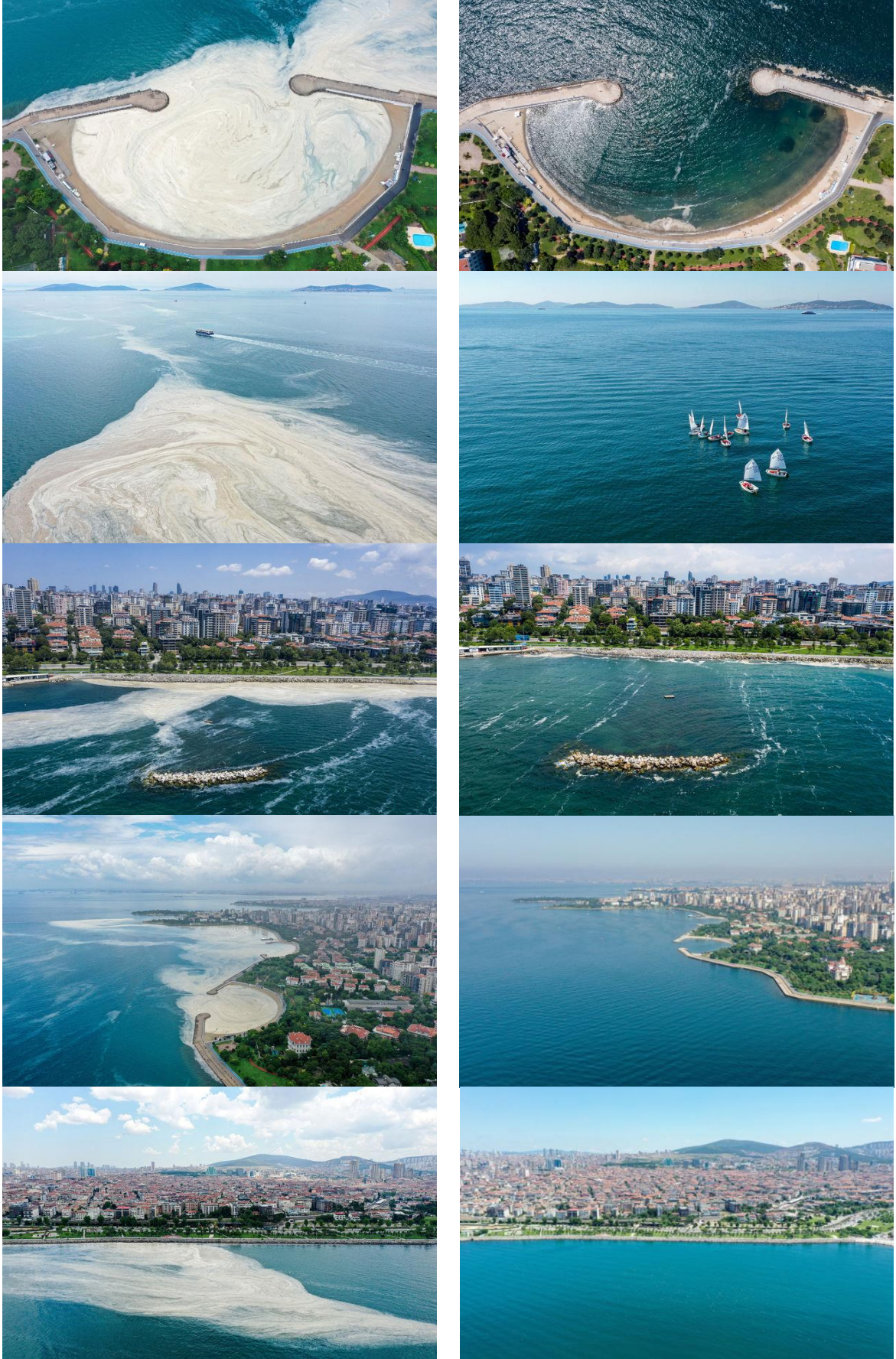
Resim 13. Uydu Fotoğraflarının Kullanımı

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 14.07.2021 tarihli sunum notları.

Bu kapsamda Klorofil-a değeri denizdeki fitoplankton varlığını göstermektedir. Müsilaj ise fitoplanktonların aşırı çoğalmasından kaynaklanmaktadır. Resim 13'de görüldüğü gibi sağdaki uydu görüntüsüne göre son 4 haftada Marmara Denizi'nin koy, körfez niteliğindeki kıyı bölgelerinde fitoplanktonların daha fazla varlık gösterdiği, orta bölgelerde ise fitoplankton varlığının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından, kıyı bölgelerinde yoğunlaşan temizlik çalışmalarının doğru bir strateji olduğunu göstermiştir.

Müsilaj hadisesi sonucunda yapılan temizlik çalışmaları hızlı bir şekilde sonuç vermiş olup; müsilaj oluşumu sonrasında Marmara Denizi görünümü ile temizlik çalışmaları sonrasında elde edilen görüntülerin kıyaslaması Resim 14'te görülmektedir.

Resim 14. Temizlik Çalışmaları Öncesi-Sonrası Değişimi

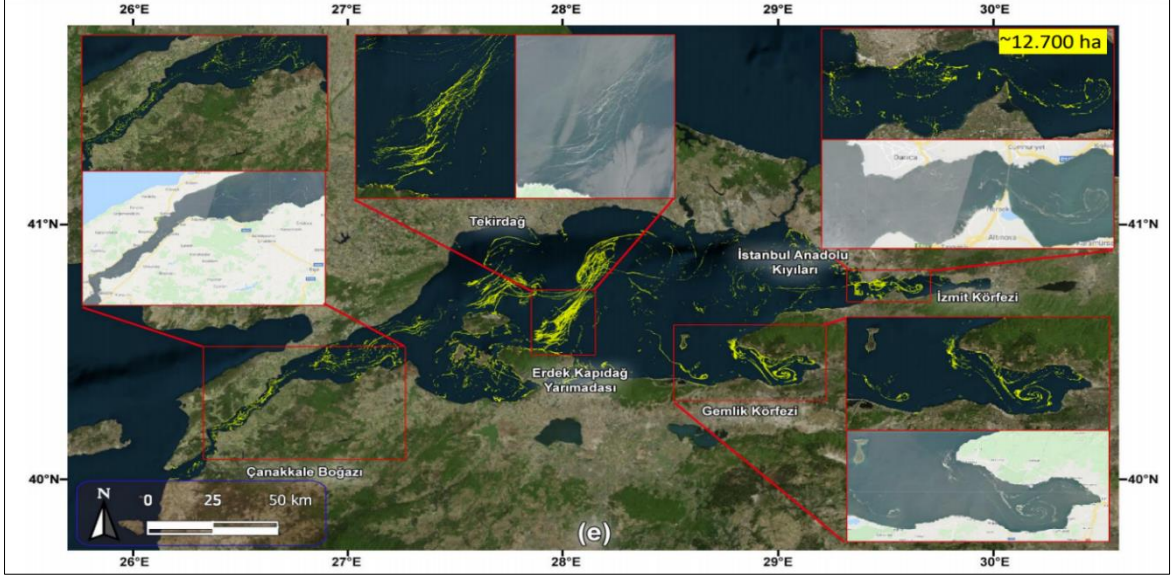


Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 14.07.2021 tarihli sunum notları.

3.1.1.2 Uydu Gözlemleri Yoluyla Uzaktan Algılama Çalışmaları

Uydu gözlemlerinden ve akademik çalışmalardan yararlanılarak müsilajın alansal olarak dağılımı ve bulunduğu alanların izlenmesi çalışmaları yürütülmüştür.

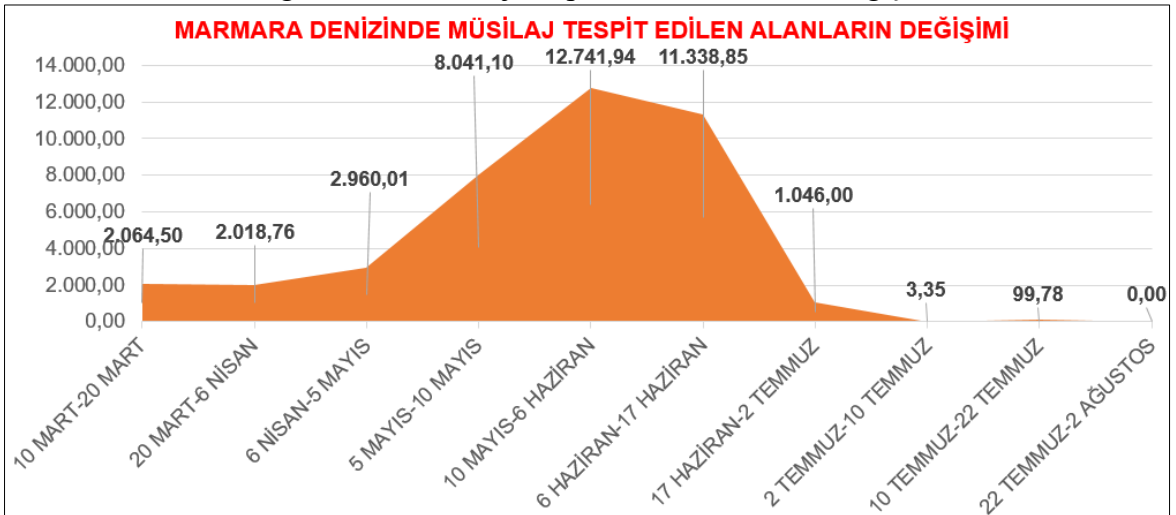
Resim 15. Uzaktan Algılama ile Müsilaj Alanlarının Takibi



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Yıldız Teknik Üniversitesinin yaptığı çalışmalara göre; 10 Mart 2021 tarihi ile 2 Ağustos 2021 tarihleri arasında yapılan uydu gözlemlerinde müsilajın alan büyüklükleri çıkarılmıştır. Marmara Denizi'nde 20 Mayıs-6 Haziran 2021 tarihinde müsilaj alan büyüklüğü 12.741 ha ile en yüksek seviyeye ulaşmış; daha sonra 8 Haziran 2021 tarihinde başlayan çalışmalar sonucunda 10 Temmuz 2021 tarihinde Marmara Denizi'nde müsilajın alan büyüklüğü 3,35 ha seviyesine inerken Ağustos ayı itibariyle Marmara Denizi'nde müsilaj tespit edilmemiştir.

Şekil 34. Uzaktan Algılama ile Müsilaj Tespit Edilen Alanların Değişimi



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 14.07.2021 tarihli sunum notları.

3.1.1.3 Bakteriyolojik Çalışmalar

Müsilaj temizlik çalışmalarına ek olarak sorunun tekrar yaşanmaması için farklı mücadele yöntemlerine yönelik araştırma çalışmaları yürütülmüştür. Müsilaj ile mücadele kapsamında;

- Bakteriyolojik müdahale
- Elektroliz-Yapay Resif
- Oksijenlendirme

yöntemleri değerlendirilmiş ve çeşitli pilot çalışmalar yürütülmüştür.

Bakteriyolojik çalışmalar kapsamında İstanbul Üniversitesi'nden 1 akademik pilot uygulamaya izin verilmiş olup, deniz bakteri izolatlarıyla yapılan çalışma ile müsilaj deniz yüzeyinden temizlenmiş ve uzun vadeli deniz ekolojisine etkilerinin incelenmesi çalışmaları sürdürülmüştür.

Müsilaj ile mekanik mücadele etmek için ise deniz yüzeyi geriliminin değiştirilerek oksijen seviyesinin artırılması için Kocaeli Körfezi ve Pendik Marina'ya ekipman yerleştirilerek oksijen değişim seviyeleri düzenli olarak incelenmiş fakat istenen sonuç elde edilememiştir. Ek olarak insansız deniz süpürgesi, savak sıyırıcı ve kendinden depolama kapasiteli bariyer sistemlerinin kullanımına yönelik incelemeler yapılmıştır.

Bu kapsamda müsilajın çözümüne ilişkin çeşitli öneri ve projeler değerlendirilmek üzere Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na iletilmiş olup, bu talepler 23.06.2021 tarihinde kurulan "Marmara Denizi Eylem Planı Bilim ve Teknik Kurulu"na değerlendirilmiştir.

Aynı zamanda TÜBİTAK tarafından araştırma ve geliştirme projeleri için çağrı açılmış olup, toplam 157 proje önerisi bilimsel değerlendirmeye alınmış ve yapılan değerlendirme sonucunda 37 proje önerisinin desteklenmesine karar verilmiştir.

3.1.2 Analiz ve Bertaraf Çalışmaları

Marmara Denizi'nde çeşitli bölgelerden alınan müsilaj örneklerine ilişkin yapılan analiz neticesinde,

- Müsilajın % 94-99 oranında nem içerdiği,
- Tehlikeli özellik göstermediği, toksik özellik görülmediği, patojen bakterilere (E coli ve Salmonella) rastlanmadığı,
- Kalorifik değer ve kükürt içeriği irdelendiğinde yakılarak enerji elde edilmesine uygun olmadığı,
- Düşük karbon içeriği ve yüksek tuzluluk oranı nedeniyle biyometanizasyon prosesi için uygun olmadığı,

- Yüksek tuz içermesi sebebiyle tarımsal amaçlı olarak doğrudan kullanılmasının uygun olmadığı, değerlendirilmiştir.³³¹

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde müsilağın tehlikeli ve toksik etkisinin olmadığı belirlenmiştir.³³² Denizden toplanan müsilağ karaya çıkarıldıktan sonra sızdırmaz araçlarla taşınarak katı atık düzenli depolama alanlarında depolanabileceği tespit edilmiştir.

Tablo 28. Denizden Toplanan Müsilağın Bertarafında Görev Alan Firmalar

Bölge Adı	Temizlik Firması	Gemi Adedi
Tuzla	Gisaş	1
Kadıköy/Caddebostan	Seagull İstaç	1 2
Yenikapı Açıkları	Meke	1
Kartal Sahilboyu	İstaç	1
Maltepe Dolgu Alanı	İstaç	1
Beylikdüzü/Gürpınar Sahili	Mavideniz	1
Kurbağalıdere	İstaç	1
Pendik Sahilboyu	İstaç	2
Kocaeli Körfez	Belediye	5
Bursa Gemlik	Belediye	1
Balıkesir Bandırma	Belediye	1
Çanakkale Marina Bölgesi	Seagull	1
Yalova Tersaneler Bölgesi/Aksa Önleri	Yalova Belediyesi	1

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 14.07.2021 tarihli sunum notları.

Marmara Denizi'nde ortaya çıkan müsilağ temizleme çalışmaları toplam 610 bölgede gerçekleştirilmiştir. Temizleme çalışmaları, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonu ve denetiminde, belediyeler ve müdahale firmaları tarafından yürütülmüştür. Marmara Denizi'ne kıyısı olan 7 ilde yapılan müsilağ bertaraf çalışmaları kapsamında toplanan 11.129,3 m³ müsilağ (tehlikeli ve toksik özellik göstermeyen, içeriğinde % 90 su bulunan), söz konusu illerde konumlandırılan deponi sahalarında özel olarak açılan alanlarda biriktirilmiştir (Tablo 29).

Tablo 29. Toplanan Müsilağ Miktarı (m³) ve Bertaraf Alanı

İl Adı	Miktar (m ³)	Bertarafa Gönderilen Depolama Alanı
Balıkesir	841	Balıkesir Düzenli Depolama Katı Atık Entegre Tesisi
Bursa	180,5	Hamitler Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi
Çanakkale	919,1	Çanakkale Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi
İstanbul	6.440,6	İBB İstaç Kömürcüoda Düzenli Depolama Tesisi
Kocaeli	476,12	İzaydaş Düzenli Depolama Sahası
Tekirdağ	154	PANAB Tekirdağ Enerji A.Ş. Düzenli Depolama Sahası

³³¹ https://webdosya.csb.gov.tr/db/marmarahepimizin/icerikler/tehliketespit2_20210629034653.pdf, Erişim Tarihi: 27.12.2021.

³³² Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 13 Temmuz 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Yalova	2.118	Yalova İli Yerel Yönetimleri Katı Atık Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği
Toplam	11.129,3	

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 17 Kasım 2021 Tarihli ve 914309 Sayılı Cevabi Yazı.

3.1.3 Denetim Çalışmaları

Çevre denetimi, Çevre Kanunu hükümlerinin ve ilgili yönetmeliklerin uygulanıp uygulanmadığının tespiti için bir işletmenin faaliyetlerinin gözden geçirilerek ilgili yasal ve teknik gerekliliklere uygunluğun incelenmesine, faaliyet ve izin arasındaki uyumun denetlenmesine yani izin koşullarına uyulup uyulmadığının değerlendirilmesine ve işletmenin çevre mevzuatına uymasının teşvik edilmesine yönelik bir süreçtir.

Denetim faaliyetleri değerlendirilirken, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından gerçekleştirilen denetimler planlı (rutin) ve plansız (rutin olmayan) denetimler olarak ikiye ayrılmaktadır. Planlı denetimler, bir program çerçevesinde haberli veya habersiz olarak gerçekleştirilen denetimlerdir. Plansız denetimler ise;

- İzin yenileme prosedürünün bir parçası olarak,
- Yeni izin alma prosedürünün bir parçası olarak,
- Kaza ve olaylar sonrasında (yangın ve aniden ortaya çıkan kirlilikler gibi),
- Mevzuata uygunsuzluğun fark edildiği durumlarda,
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından gerek görülen durumlarda,
- İhbar veya şikâyet sonrasında,

ani olarak gerçekleşen ve herhangi bir programa bağlı kalınmaksızın Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yapılan denetimlerdir.

Denetim sonrasında gerçekleşen yaptırım süreci, bir yasa veya yönetmeliğe uygunsuzluğun var olduğunun ortaya konduğu durumlarda ceza ve önlem gibi yasal araçlar kullanılarak mevzuata uygunluğun sağlanmasıdır.

2872 sayılı Çevre Kanunu'nun amacı bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır. Kanunda bu amaç ortaya konulduktan sonra, bu amacın gerçekleştirilmesi için tüm gerçek ve tüzel kişilerin uyması gereken kurallar, yerine getirmesi gereken yükümlülükler düzenlenmiş, yükümlülüklerin yerine getirilip getirilmediğinin izlenmesi, denetlenmesi, Kanun ve ilgili yönetmeliklerde öngörülen yükümlülüklerin yerine getirilmemesi halinde uygulanacak idari yaptırım (idari para cezası, faaliyetin

durdurulması) kararları, yaptırımın uygulanmasında yetkili merciler, kararlara itiraz, adli nitelikteki cezalar kirletenin sorumluluğuna ilişkin hükümler öngörülmüştür.

Bu kapsamda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2020-2021 yıllarında Türkiye genelinde yapılan denetimlere ilişkin veriler Tablo 30'da yer almaktadır.

Tablo 30. 2020-2021 Yılları Denetim Verileri (Türkiye Geneli)

Yıllar	Denetim Sayısı	İdari Yaptırım Miktarı	Durdurma
2020	40.921	238.406.285	298
2021	48.840	310.432.065	390

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

2872 sayılı Çevre Kanunu'nda (26 ncı madde) idari yaptırımların yanı sıra bir kısım adli nitelikteki cezalar da düzenlenmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yapılan çevre denetimleri sırasında çevre mevzuatı kapsamında 2872 sayılı Kanun ve ilgili mevzuata uygunsuzluk tespit edilmesi halinde;

- Herhalde tespit edilen aykırı fiil için Kanunun 20'nci maddesinde öngörülen ve aykırı fiile karşılık gelen idari para cezasının tatbik edilmesi,
- Süre verilmesi takdir edilir ise bir yılı geçmemek kaydı ile ve bir defaya mahsus olarak süre verilmesi, verilen süre sonunda aykırılığın giderilmemesi halinde faaliyetin, tespit olunan aykırılığın mahiyetine, yürütülen faaliyetin niteliğine göre, kısmen, tamamen, süreli ya da süresiz durdurulması,
- Süre verilmediği takdirde derhal, kısmen veya tamamen, süreli ya da süresiz olarak faaliyetin durdurulması, gerekmektedir.

Ayrıca, idari yaptırım kararlarının tesis edilmesi, uygulanması sırasında 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun yanı sıra 5326 sayılı Kabahatler Kanunu da göz önünde bulundurulmaktadır. 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nda Çevreye Karşı Suçlar bölüm başlığı altında çevrenin kasten kirletilmesi, çevrenin taksirle kirletilmesi, gürültüye neden olma suçları düzenlenmiştir.

Çevre Kanunu'na dayalı olarak çıkarılan yönetmelik, tebliğ gibi ikincil düzenlemeler ile de Kanun'da esasları belirlenen, çerçevesi çizilen konuların ayrıntılarına, teknik yönlerine, uygulama usullerine yer verilmiştir. Çevre Kanunu'nun 15 inci maddesinde, 2872 sayılı Kanun ve bu Kanun uyarınca yayımlanan yönetmeliklere aykırılık halinde aykırılığa sebep olan faaliyetin, bir defaya mahsus olarak ve bir yılı aşmayacak şekilde süre verilmesi halinde, verilen süre sonunda aykırılığın giderilmemiş olması

durumunda süre sonunda, süre verilmediği takdirde derhal, kısmen veya tamamen, süreli veya süresiz olarak durdurulacağı hüküm altına alınmıştır. Bu kapsamda durdurma kararı Bakanlık merkezde ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürü, illerde ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği il müdürleri tarafından verilmektedir.

Ayrıca 2872 sayılı Kanun'un 15 inci maddesinin son fıkrasında, faaliyetin durdurulmasına ilişkin olarak çevresel etki değerlendirmesi süreci bakımından süre ve durdurma kararı verecek makam ile ilgili olarak özel bir hüküm getirerek çevresel etki değerlendirilmesi incelemesi yapılmaksızın başlanan faaliyetlerin Bakanlık tarafından, proje tanıtım dosyası hazırlanmaksızın başlanan faaliyetlerin ise mahallin en büyük mülki amiri tarafından ve süre verilmeksizin durdurulacağını belirtmiştir.

Çevre Kanunu, Madde 12 ile denetim yetkisinin gerektiğinde Bakanlıkça;

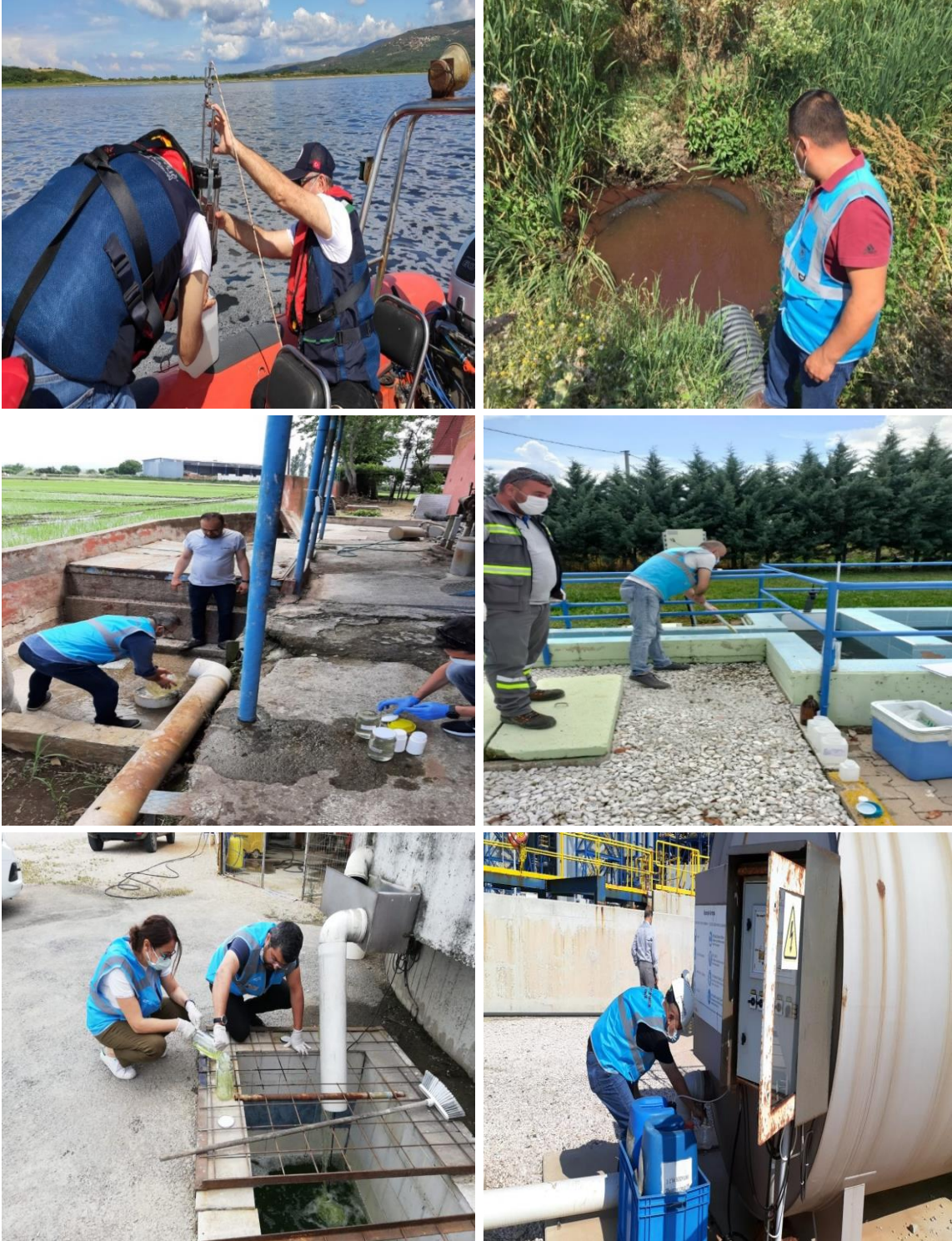
- İl özel idarelerine,
- Çevre denetim birimlerini kuran belediye başkanlıklarına,
- 13/10/1983 tarihli ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu'na göre belirlenen denetleme görevlilerine devredileceği hükmünü getirmiştir.

Denetim yetkisini devralan kamu kurumunun idari yaptırım kararını verme yetkisini de devralması söz konusudur. Çevre Kanunu'nun 24 üncü maddesine göre; bu Kanunda öngörülen idarî yaptırım kararlarını verme yetkisi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na ait olmakla beraber bu yetki, 12 nci maddenin birinci fıkrası uyarınca denetim yetkisinin devredildiği, yukarıda belirtilen kurum ve merciler tarafından da kullanılacaktır.

Marmara Denizi'nde ortaya çıkan müsilaj sorunu sebebiyle kirliliğin azaltılması ve izleme çalışmalarının yürütülmesi amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca hazırlanan Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında Marmara Denizi'nde meydana gelen kirliliğe müdahale edilmesi, kirliliğin azaltılması amacıyla Bakanlık merkez ve taşra teşkilatınca çalışan toplam 687 denetim personeli acil olarak görevlendirilmiş ve toplam 14.276 çevre denetimi gerçekleştirilmiştir. Çevrimiçi olarak da takibi yapılan denetimlerde 995 tesise toplam 103.655.330 TL idari para cezası uygulanmış olup Yalova'da 1, Balıkesir'de 8, Tekirdağ'da 49, Kocaeli'de 3, Bursa'da 22, Çanakkale'de 6, İstanbul'da 59 işletme olmak üzere, toplam 148 işletmenin faaliyeti durdurulmuştur. Ayrıca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca yetki devri yapılan İstanbul ve Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanlıkları ile Sahil Güvenlik

Komutanlığı tarafından toplam 75.411 deniz kirliliği denetimi yapılmış olup 99 gemiye 35.059.406 TL ceza uygulanmıştır.³³³

Resim 16. Müsilaj Denetim Çalışmaları



³³³ A.g.e.



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Müsilaj sorunu kapsamında Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde görevlendirilen toplam 841 personel ile 14.276 denetim gerçekleştirilmiş olup illere göre personel ve denetim sayıları ile kesilen cezalara ilişkin bilgiler Tablo 31’de yer almaktadır.

Tablo 31. Müsilaj Sorunu Kapsamında Gerçekleştirilen Denetim Çalışmaları

	Balıkesir	Bursa	Çanakkale	İstanbul	Kocaeli	Tekirdağ	Yalova
Görevli Personel							
İl Müdürlüğü Personeli	23	66	17	124	29	22	18
Denetçi	37	42	36	176	36	35	26
Şoför	17	21	18	52	17	17	12
Toplam	77	129	71	352	82	74	56
Denetim Sayısı	1.494	1.851	869	3.948	3.374	2.079	661
Ceza Miktarı (TL)	13.014.551	7.130.386	6.687.193	40.937.460	6.732.345	25.895.364	3.258.031
Ceza Sayısı (Adet)	135	78	63	365	72	241	41
Durdurma	8	22	6	59	3	49	1

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 10 Ekim 2021 Tarihli ve 0909717 Sayılı Cevabi Yazı.

Müsilaj kirliliğine neden olan faaliyetlere ilişkin denetimlerinin etkin bir şekilde yapılabilmesi amacıyla bazı kurum ve kuruluşlara Bakanlıkça yetki devri yapılmış olup bu kurumlar tarafından gerçekleştirilen denetimlere ilişkin veriler Tablo 32’de yer almaktadır.

Tablo 32. Yetki Devri Yapılmış Olan Kurumlar Tarafından Yapılan Denetimler

İlgili Kurum	Denetim Sayısı	Ceza Miktarı (TL)	Ceza Sayısı (Adet)
İstanbul Büyükşehir Belediyesi	51.858	22.197.551	65
Kocaeli Büyükşehir Belediyesi	364	12.560.158	7
Sahil Güvenlik Komutanlığı	23.189	301.697	27
Genel Toplam	75.411	35.059.406	99

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 10 Ekim 2021 Tarihli ve 0909717 Sayılı Cevabi Yazı.

3.2 MARMARA DENİZİ HAVZASI İÇİN YÖNETİM YAPISININ OLUŞTURULMASI

3.2.1 Marmara Denizi Koruma Eylem Planı

Marmara Denizi'nde iklim değişikliğinin etkisi ile birlikte deniz suyundaki durağanlık ve azot-fosfor miktarının artmasına bağlı olarak ortaya çıkan ve Marmara Denizi'nde doğal yaşamı etkileyen afet niteliğinde bir müsilaj (deniz salyası) kirliliği oluşmasıyla birlikte 4 Haziran 2021 tarihinde 700'ü aşan bilim insanı, kurum temsilcisi, STK ve belediye yetkilisinin iştirak ettiği en geniş katılımlı Marmara Denizi'nde Müsilaj Problemi ve Çözüm Önerileri Çalıştayı gerçekleştirilmiştir. 5 Haziran 2021 tarihinde İstanbul'da; Marmara Belediyeler Birliği Çalıştay Değerlendirme Toplantısı'nı ilgili kurum temsilcileri ve belediyeler ile birlikte düzenlenmiştir.

Söz konusu kirliliğin kontrol altına alınması ve giderimine yönelik üniversiteler ve ilgili kurum ve kuruluşların katılımı ile 22 Maddeden oluşan "Marmara Denizi Koruma Eylem Planı" hazırlanmış ve 06.06.2021 tarihinde Marmara Denizi'ne kıyısı olan tüm illerin üst düzey yöneticileri ile imza altına alınarak kamuoyu ile paylaşılmıştır (Şekil 35).

Şekil 35. Marmara Denizi Koruma Eylem Planı

MARMARA DENİZİ KORUMA EYLEM PLANI

EYLEM 1
Marmara bölgesinde kirliliğin azaltılması ve izleme çalışmalarının yürütülmesi amacıyla; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ilgili kurum ve kuruluşlar, üniversiteler, sanayi odaları ve STK'lardan müteşekkil Koordinasyon Kurulu; Marmara Belediyeler Birliği bünyesinde ise Bilim ve Teknik Kurulu oluşturulacak.

EYLEM 2
Marmara Denizi Bütünlük Stratejik Planı'na bu plan çerçevesinde hazırlanarak çalışmalar bu plan çerçevesinde yürütülecek.

EYLEM 3
Marmara Denizi'nin tamamını koruma alanı olarak belirleme çalışmaları başlatılacak, 2021 yılı sonuna kadar tamamlanacak.

EYLEM 4
Acil müdahale kapsamında 8 Haziran 2021 tarihinden itibaren, 724 esasıyla, Marmara Denizi'ndeki müsilajın bilimsel temelli yöntemlerle tamamen temizlenmesine yönelik çalışmalar başlatılacak.

EYLEM 5
Bölgede bulunan mevcut atıksu arıtma tesislerinin tamamı ileri biyolojik arıtma tesisine dönüştürülecek. Atıksuların ileri biyolojik arıtım yapılmaksızın Marmara Denizi'ne deşarjını engelleyici hedefler doğrultusunda çalışmalar yürütülecek.

EYLEM 6
Marmara Denizi'ne deşarj yapan atıksu arıtma tesislerinin deşarj standartları 3 ay içerisinde güncellenerek hayata geçirilecek.

EYLEM 7
Arıtılmış atıksuların mümkün olan her yerde yeniden kullanımı artırılabilecek, desteklenecek. Temiz üretim teknikleri uygulanacak.

EYLEM 8
Atıksu arıtma tesislerini gerektirdiği gibi işletmeyen OSSE'lerin rehabilitasyon ve iyileştirme çalışmalarıyla ileri arıtma teknolojilerine geçiş hızlandırılacak.

EYLEM 9
Atıksu arıtma tesislerinin yapımı ve işletilmesini çok daha kolay hale getirmek için kamu-özel sektör işbirliği modelleri hayata geçirilecek.

EYLEM 10
Marmara Denizi'ne gemilerin atıksularının boşaltılmasının önlenmesine yönelik üç ay içerisinde düzenleme yapılacak.

EYLEM 11
Tersanelerde temiz üretim teknikleri yaygınlaştırılacak.

EYLEM 12
Çevre ve Şehircilik Bakanlığımız tarafından yapılan çalışmalar çerçevesinde; alıcı ortama deşarj yapan atıksu arıtma tesislerinin tamamı 7/24 online izlenecek. Marmara Denizi'ndeki 91 izleme noktası 150'ye çıkarılacak. Türkiye Çevre Ajansı eylemi, Marmara Denizi ile ilişkili tüm havzadaki denetimler uzaktan algılama, uydu ve erken uyarı sistemleri, insansız hava araçları ve radar sistemleri kullanılarak artırılabilecek.

EYLEM 13
Marmara Denizi kıyılarını kapsayacak şekilde Bölgesel Atık Yönetimi Eylem Planı ve Deniz Çöpleri Eylem Planı üç ay içerisinde hazırlanarak uygulamaya konulacak.

EYLEM 14
İyi tarım ve organik tarım uygulamaları ile basınçlı ve damlama sulama sistemleri yaygınlaştırılacaktır.

EYLEM 15
Marmara Denizi'yle ilişkili havzalarda, dere yataklarına yapay sulak alanlar ve tampon bölgeler oluşturularak kirliliğin denize ulaşması önlenecektir.

EYLEM 16
Zeytin karasuyu ve peynir altısu suyu kaynaklı kirliliğin önlenmesi için, atık su azaltımını gerçekleştirecek teknolojik dönüşümler sağlanacaktır.

EYLEM 17
Fosfor ve yüzey aktif madde içeren temizlik malzemelerinin kullanımını azaltılarak organik temizlik ürünleri teşvik edilecektir.

EYLEM 18
Marmara Denizi'ndeki tüm hayalet ağları 1 yıl içerisinde temizlenecek.

EYLEM 19
Balıkçılık faaliyetlerinin ekosistem temelli yapılması sağlanacak, koruma alanları geliştirilecek.

EYLEM 20
Müsilaj nedeniyle zarar gören balıkçılara ekonomik destek sağlanacaktır.

EYLEM 21
Deniz kirliliğinin önlenmesi ve vatandaşlarımızın bilinçlendirilmesi amacıyla çalışmalar yapılarak kamuoyunun bilgilendirilerek bir platform oluşturulacak.

EYLEM 22
Soğutma suları ve termal tesislerden oluşan sıcak suların Marmara Denizi'ne atılmasının azaltılmasına yönelik tedbirler alınacak.

MURAT KURUM / ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Eylem Planı; Marmara Denizinin koruma alanı ilan edilmesi, müsilajın bilimsel temelli yöntemlerle tamamen temizlenmesi, atıksuların ileri biyolojik arıtım yapılmaksızın Marmara Denizi'ne deşarj edilmemesi, atıksu deşarj standartlarında kısıtlamaya gidilmesi,

arıtılmış atıksuların mümkün olan her yerde yeniden kullanımının artırılması, Marmara Denizi'ne gemilerin atıksularının boşaltılmasının önlenmesi, tersanelerde temiz üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması, alıcı ortama deşarj yapan atıksu arıtma tesislerinin 7/24 online izlenmesi, Bölgesel Atık Yönetimi Eylem Planı ve Deniz Çöpleri Eylem Planının hazırlanması, iyi tarım ve organik tarım uygulamaları ile basınçlı ve damlama sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, zeytin karasuyu ve peynir altısuyu kaynaklı kirliliğin önlenmesi, Marmara Denizi'ndeki tüm hayalet ağların temizlenmesi, soğutma suları ve termal tesislerden oluşan sıcak suların Marmara Denizi'ne etkilerinin azaltılması hususlarını içermekte olup yapılacak tüm iş/işlemlerin 3 yıl içerisinde tamamlanması gerekmektedir.

3.2.2 Koordinasyon Kurulu ile Bilim ve Teknik Kurulu'nun Teşekkülü

Marmara Denizi Eylem Planı'nın ilk maddesinde *“Eylem 1. Marmara bölgesinde kirliliğin azaltılması ve izleme çalışmalarının yürütülmesi amacıyla; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ilgili kurum ve kuruluşlar, üniversiteler, sanayi odaları ve STK'lardan müteşekkil Koordinasyon Kurulu; Marmara Belediyeler Birliği bünyesinde ise Bilim ve Teknik Kurulu oluşturulacak”* hususu yer almaktadır.

Marmara Denizi Eylem Planı çerçevesinde öngörülen işlerin belirtilen sürelerde tamamlanabilmesi, gereken çalışmaların bir bütünlük içerisinde yürütülebilmesi ve eylem planı çerçevesinde yapılacak uygulamalara karar verilmesi amacıyla 13 Haziran'da 2021/10 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile Marmara Denizi Eylem Planı **Koordinasyon Kurulu** kurulmuştur.

Marmara Denizi Eylem Planı gereğince Marmara Belediyeler Birliği (MBB) bünyesinde MBB Encümeni'nin 23.06.2021 tarihinde aldığı karar ile Marmara Denizi Eylem Planı Bilim ve Teknik Kurulu kurulmuştur. **Bilim ve Teknik Kurulu**, Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu çalışmalarına bilimsel tavsiyelerde bulunmak ve Marmara Denizi ile ilgili bilimsel çalışmalar yapmak amacıyla faaliyetlerini sürdürmektedir.

Ayrıca, Havzada ilgili tüm kurum/kuruluşlarca yapılacak çalışmaların koordineli bir şekilde yürütülebilmesi için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 7 Haziran 2021 tarihinde 2021/12 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı'nın Uygulanmasına İlişkin Genelge yayımlanmış ve Bakan Yardımcısı başkanlığında İstanbul'da **Koordinasyon ve Bilgilendirme Merkezi**, il bazında yapılan ve yapılacak çalışmaların yürütülmesi ve koordinasyonun sağlanması için 7 ilde valiliklerde Valinin başkanlığında **İl Koordinasyon Merkezleri** oluşturulmuştur.

3.2.2.1 Koordinasyon Kurulu 1. Toplantısı

Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu 1. Toplantısı 15 Haziran 2021 tarihinde gerçekleştirilmiş olup; Eylem Planı çerçevesinde yürütülecek temizleme çalışmaları ve kirliliğin önlenmesine ilişkin 14 adet alt çalışma grubu oluşturulmuştur.

Bununla birlikte Toplantıda alınan kararlar şu şekildedir:

1. 2021/12 sayılı Genelge ile 7 ilde kurulan İl Koordinasyon Merkezleri tarafından, illerde yapılan çalışmalara ilişkin raporlamanın günlük olarak Koordinasyon ve Bilgilendirme Merkezi'ne (musilaj@csb.gov.tr) sunulmasına,

2. Marmara Denizi Eylem Planı'nın tüm iş/işlemlerinin 3 yıl içerisinde tamamlanmasına,

3. 14 alt çalışma grubunun kurulmasına, verilen iş tanımı çerçevesinde çalışmalarına ve ilgili Valilikler tarafından bu çalışmalara destek verilmesine, yürütücülerin bir sonraki toplantıda raporlama yapmalarına,

4. Marmara Denizi'nin 2021 yılı Temmuz ayı sonuna kadar Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak ilan edilmesine,

5. Atıksu arıtma tesislerinin artırılmış atıksuyu yeniden kullanımı için gereken ilave yatırım ihtiyaçlarının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenmesine,

6. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından 15 gün içerisinde, Marmara Denizi Havzası'nda yer alan atıksu arıtma tesislerinin Kimyasal Oksijen İhtiyacı deşarj standardının kısıtlanmasına yönelik mevzuat yayımlanmasına,

7. Marmara Denizi'nde gemilerin atıksularının boşaltılmasının önlenmesi amacıyla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na bağlı Liman Başkanlıklarınca denetimlerin sürdürülmesine,

8. Tersanelerde temiz üretim tekniklerinin yaygınlaştırılmasına yönelik 3 ay içerisinde mevzuat yayımlanmasına,

9. Deniz çöpleri ile mücadele için belediyelerin ihtiyacı bulunan ekipmanın Valilikler aracılığı ile 1 hafta içerisinde belirlenmesine yönelik çalışma yapılmasına,

10. Havzada zeytin karasuyu ve peyniraltı suyu kaynaklı kirliliklerin önlenmesine ilişkin üretim teknolojisi ve 2 faza dönüşüm maliyetinin envanterinin Valilikler tarafından 15 gün içinde çıkarılmasına, iyileştirmeye yönelik yatırımların valiliklerce takibine, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yatırımlara maddi ve teknik destek verilmesine,

11. Tarım ve Orman Bakanlığı'nca 3 fazlı zeytinyağı işletme sistemlerine destek ve hibe verilmesinin durdurulmasına,

12. Marmara Denizi'ne kirlilik taşıyan noktasal kaynakların tamamının kontrol altına alınabilmesi için, arıtma yöntemine ve debisine bakılmaksızın tüm arıtma tesislerinin online olarak izlenmesine yönelik Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü tarafından mevzuatın 1 ay içinde yayımlanmasına ve yayımlanan mevzuat çerçevesinde sürecin Valilikler tarafından takip edilmesine,

13. Alınan tedbirlerin deniz suyu kalitesine olan etkisini takip edebilmek için, Marmara Denizinde deniz suyu kalitesi izleme nokta sayısının protokolle 150'ye çıkarılması için, ODTÜ ve TÜBİTAK MAM nezdinde çalışmaların başlatılmasına,

14. Tarım ve Orman Bakanlığı'nca, Marmara Denizi'ndeki hayalet ağların bir yıl içerisinde çıkarılmasına,

15. Tarım ve Orman Bakanlığı'nca, su kalitesinin geliştirilmesine yönelik (midye yetiştiriciliğinin artırılması gibi) tedbirlerin araştırılarak 1 ay içerisinde belirlenmesine ve konuya yönelik faaliyetlere başlanılmasına,

16. Soğutma suları ve termal suların Marmara Denizi'ne etkisinin belirlenmesine yönelik olarak araştırma projesi başlatılmasına ve soğutma sularının tesislerin girişinde de online olarak izlenmesine yönelik mevzuat değişikliğinin 1 ay içinde yapılmasına, karar verilmiştir.

Alt Çalışma Grupları ve Yürüttüğü Faaliyetler

Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu 1. Toplantısında alınan karara istinaden oluşturulan alt çalışma grupları kendi konuları ile faaliyetlerini yürütmekte ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na belli periyotlarda raporlamaktadır.

a) Noktasal Kaynaklı Kirliliğin Tespiti Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Yürütücü: İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Konya Teknik Üniversitesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi

Yapılacak İş: 3 hafta içerisinde, Marmara Denizi Havzası'nda yer alan tüm evsel/kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin yerinde incelenerek, tesislerin mevcut durumu ve revizyon ihtiyaçları, atıksu debisi, atıksu karakterizasyonu belirlenecek, bu kirlletici kaynaklardan Marmara Denizi Havzası'na yapılan deşarjlara ilişkin kirlilik yükleri tespit edilerek tedbirlerin önceliklendirilmesi yapılacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı İl Müdürlükleri ile 5 üniversiteden (İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Konya Teknik Üniversitesi,

Bursa Teknik Üniversitesi, Gebze Teknik Üniversitesi) ve Su ve Kanalizasyon İdaresi temsilcilerinin katılımı ile Noktasal Kaynaklı Kirliliğin tespiti amacıyla MAR-AAT Projesi gerçekleştirilmiştir.

Proje kapsamında üniversitelerden 16 öğretim üyesi ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan 25 personelin katılımı ile saha çalışmaları tamamlanmış, evsel/kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri yerinde incelenerek; mevcut durumları tespit edilmiş, ihtiyaç analizleri yapılmış, Marmara Denizi'ne gelen tüm noktasal kaynaklı kirlilik yükleri ortaya konulmuştur.

Marmara Denizi Havzası'nda yer alan zeytinyağı üretim tesislerinin incelenmesi, zeytinyağı üretim tesislerinin mevcut üretim proseslerinin durumlarının tespiti ve revizyon ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla Marmara Denizi Havzası'ndaki Zeytinyağı Endüstrisinin Durum Tespiti Projesi (MAR-ZEY) gerçekleştirilmiştir. Projede; Balıkesir Üniversitesi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve İl Müdürlüklerinden teşekkül olunan ekipler tarafından çalışmalar yürütülmüştür.

b) Yeni Yapılacak Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Yürütücü: İLBANK, Belediyeler, Su ve Kanalizasyon İdareleri Genel Müdürlüğü

Yapılacak İş: yeni yapılacak tüm atıksu arıtma tesislerinin yer tespiti ve yapımına ilişkin iş termin planlarının oluşturulması 3 hafta içerisinde yapılacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Noktasal Kirlilik Yüklerinin Tespiti (MARAAT) Projesi kapsamında yeni yapılacak kentsel atıksu arıtma tesisleri tespit edilerek ilgili altyapı yönetimlerinden iş termin planları alınmıştır. Söz konusu çalışma Noktasal Kaynaklı Kirliliğin Tespiti Alt Çalışma Grubu ile birlikte yapılmıştır.

c) Yeni Yapılacak Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisleri Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Yürütücü: Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu, Endüstri Bölgeleri, Serbest Bölgeler

Yapılacak İş: OSB'lerde, endüstri bölgelerinde ve münferit sanayi tesisleri için yeni yapılacak tüm atıksu arıtma tesislerinin yer tespiti ve yapımına ilişkin iş termin planlarının oluşturulması 3 hafta içerisinde yapılacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Noktasal Kirlilik Yüklerinin Tespiti (MARAAT) Projesi kapsamında yeni yapılacak endüstriyel atıksu arıtma tesisleri tespit edilerek ilgili altyapı yönetimlerinden iş

termin planları alınmıştır. Söz konusu çalışma Noktasal Kaynaklı Kirliliğin Tespiti Alt Çalışma Grubu ile birlikte yapılmıştır.

Ayrıca 09/09/2021 ve 10/09/2021 tarihlerinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve OSBÜK temsilcilerinin katılımı ile Marmara bölgesinde faaliyetteki 57 OSB'den 2021/13 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesine tabi olan OSB temsilcilerinin katılımı ile bilgilendirme ve değerlendirme toplantıları gerçekleştirilmiştir.

d) Yayılı Kaynaklı Kirliliğin Tespiti Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM

Yürütücü: TÜBİTAK-MAM

Yapılacak İş: Marmara Denizi Havzası'nda yayılı kirletici kaynaklardan gelen kirletici yükleri tespit edilerek, yayılı kirleticilerin azaltılmasına yönelik oluşturulacak tampon bölge yerleri ve ihtiyaçları belirlenerek tüm tedbirlerin önceliklendirmesi yapılacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması çalışmaları kapsamında Nitrat Kirliliği İzleme Çalışmaları, Nitrata Hassas Bölgeler (NHB) Sonucu Uygulanan Önlemler ve Nitrat Kirliliğini Önlemede Modern Sulama çalışmaları yürütülmektedir.

Marmara Denizi Havzası'nda yayılı kirletici kaynaklardan gelen kirletici yüklerin tespit edilerek, yayılı kirleticilerin azaltılmasına yönelik oluşturulacak tedbirler ve bu tedbirlerin önceliklendirilmesi amacıyla Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK MAM iş birliği ile hazırlanan "Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu" koordinatör Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na iletilmiştir.

Rapor kapsamında, Marmara Denizi'ne deşarj olan Marmara ve Susurluk havzaları için yayılı kaynaklı toplam azot ve toplam fosfor kirletici yüklerinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak bu yüklerin azaltılması için alınması gerekli tedbirlerin ortaya konmuştur. Alınacak tedbirler içerisinde bulunan yapay sulak alan konusunda ön çalışmalar yapılarak sulak alan yapılması önerilen yerler belirlenmiştir.

e) Teknolojik ve Biyolojik Mücadele Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: TÜBİTAK-MAM

Yürütücü: İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi ve Diğer Öneri Sahipleri

Yapılacak İş 1: Marmara Denizi'nde müsilajın giderilmesine yönelik önerilen her türlü biyolojik yöntemlerin uygulanmasına esas değerlendirilmeler yapılacaktır.

Yapılacak İş 2: Müsilaj ile mücadeleye yönelik önerilen teknolojik yöntemlerin uygulanmasına esas değerlendirilmeler yapılacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Marmara Denizi'nde uygulanması önerilen ve Enstitüyle iletişime geçen firmaların önerdiği teknoloji ve çözümler uygulanabilirlik açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirilen öneriler arasında; ekolojik derin deşarjı, fenton-plazma, sonik dalgalar, plazma hiper oksidasyon, atmosferden oksijen transferinin artırılması gibi öneriler yer almıştır.

f) Balıkçılık Faaliyetlerinin Kontrolü Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü

Yürütücü: Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, Deniz Ticaret Odası

Yapılacak İş: Marmara Denizi'nde besin zincirini etkileyen su ürünleri faaliyetlerinin incelenmesi ve alınacak tedbirlerin ortaya konması sağlanacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

27 Ağustos 2021 tarih ve 31581 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tebliğ ile Çanakkale İlinde mercan resiflerinin bulunduğu alanlar balıkçılık koruma alanı olarak belirlenmiş, Marmara Denizi'nden avcılık yoluyla elde edilen su ürünlerinin dökme olarak balık unu yağı fabrikalarına nakledilmesi yasaklanmıştır.

İstanbul İli Adalar Bölgesinde uygulamaya başlanmış olan yapay resif projesi ile kaçak/yasak avcılık engellenmekte, sucul biyoçeşitliliğin korunması sağlanmaktadır. Marmara Denizi ve Adalarının ÖÇK bölgesi ilanı çalışmalarında midye yetiştiricilik alanları belirlenmesine yönelik Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na görüş iletilmiştir. Yatırım sürecinde olan midye yetiştiriciliği tesislerin hayata geçirilmesi için çalışmalara hız verilmiştir.

g) Müsilajın Çevre ve İnsan Sağlığına Etkilerinin Belirlenmesi Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Sağlık Bakanlığı

Yürütücü: Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi

Yapılacak İş: Müsilajın Marmara Denizi yüzme suyu kalite kriterlerine ve su ürünleri stoklarına etkilerinin değerlendirilmesi sağlanacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Yüzme suyu izleme çalışmaları 25.09.2019 tarihli ve 30899 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine Dair Yönetmelik doğrultusunda yapılmaktadır. Yüzme suyu analiz sonuçları; Yüzme Suyu Takip Sisteminden online olarak takip edilmektedir.

Ayrıca Marmara Denizi’nde başlayan müsilajın avlanan balıklar üzerindeki etkisini araştırmak üzere yapılan çalışmada deniz suyundan alınan müsilaj örneklerinden bakteriyolojik analizler yapılmıştır.

h) Müsilaj Temizleme Çalışmalarının Düzenlenmesi Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Yürütücü: Valilikler

Yapılacak İş: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü tarafından müsilaj ile mücadelede ihtiyaç duyulan Türkiye geneli araç ve ekipman envanteri çıkarılarak, havzada araç ve ekipman ihtiyacı bulunan illere görevlendirilmesi, yönlendirilmesi, toplanan malzemenin bertarafı, yapılan çalışmaların raporlanması.

Yürütülen Faaliyetler:

Marmara Denizi’nin temizlenmesi için 7/24 esasına dayalı olarak hem denizden hem de kıyıda müsilaj temizleme çalışmaları yapılmıştır. Temizlik seferberliği 8 Haziran 2021 tarihinde başlamış ve 1 ay içerisinde tamamlanmış olup, 11.129,30 m³ müsilaj toplanmıştır.

i) Gemi Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: İçişleri Bakanlığı Sahil Güvenlik Komutanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı

Yürütücü: Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Ticaret Odası

Yapılacak İş: Marmara Denizi’nde gemilerin normal faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi için gereken tedbirler ve bu tedbirlerin maliyetlerinin ortaya konması sağlanacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Gemi atıkları alımında, yönetiminde ve bertarafında yaşanan sıkıntılar, Marmara Denizi genelindeki balıkçı barınaklarının ve bazı marinaların atık kabul tesisi eksikliklerinin giderilmesi gerektiğine yönelik konularda çalışmalar yürütülmektedir.

j) Deniz İzleme Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

Yürütücü: ODTÜ-DBE ve TÜBİTAK-MAM

Yapılacak İş: Marmara Denizi'nde kirlilik durumunun izlenmesiyle, alınan tedbirlerin etkinliğinin takibi yapılacak ve bu veriler ışığında modeller çalıştırılarak, ilave tedbirlerin gerekliliği değerlendirilecektir.

Yürütülen Faaliyetler:

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca, TÜBİTAK-MAM koordinasyonunda yürütülmekte olan Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) kapsamında tüm denizlerimizin kirlilik ve kalite durumu deniz suyu, sediman, biyota gibi matrislerde organik kirleticiler, fizikokimyasal parametreler, deniz çöpleri gibi çok çeşitli parametrelerde ortaya konulmakta, ODTÜ'nün yürütücüsü olduğu MARMOD Projesi ile müsilajı tetikleyen faktörler ve müsilajın Marmara Denizi ekosistemine etkisi araştırılması çalışmaları devam etmektedir.

k) Denetim Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

Yürütücü: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yapılacak İş: "Marmara Denizi'nde denetimlerin etkinliğinin artırılması, denetçi kapasitesinin iyileştirilmesi ve çevre mevzuatının uygulanmasının güçlendirilmesi projesi" ile daha etkin denetim yapılması sağlanacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Marmara Denizi'nde meydana gelen kirliliğe müdahale edilmesi, kirliliğin azaltılması amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve İl Müdürlüklerinde görev yapan toplam 687 denetim personeli acil olarak görevlendirilmiştir. 2872 sayılı Çevre Kanunu kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca bugüne kadar toplam 13.140 çevre denetimi gerçekleştirilmiştir. Online olarak da takibi yapılan denetimlerde 899 tesise toplam 96.536.628,70 TL idari para cezası uygulanmıştır.

l) Özel Çevre Koruma Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tabiat Varlıkları Koruma Genel Müdürlüğü

Yürütücü: Çevre ve Tabiat Varlıkları Kurulu ve Üniversiteler, Tarım ve Orman Bakanlığı

Yapılacak İş: Marmara Denizi'nin koruma alanı ilan edilmesine ilişkin tespitler yapılacak, hazırlanan rapor doğrultusunda Marmara Denizi Koruma Alanı ilan edilecektir.

Yürütülen Faaliyetler:

5 Kasım 2021 tarihli ve 31650 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak tespit ve ilan edilmiştir.

m) Bilgilendirme ve Farkındalık Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Yürütücü: Deniz Temiz TURMEPA Derneği

Yapılacak İş: Marmara Denizi Eylem Planı ile ilişkili çalışmalarda yürütülecek bilgilendirme ve farkındalık çalışmaları gerçekleştirilecektir.

Yürütülen Faaliyetler:

Akıllı Şamandıralar ile Ölçüm Çalışmaları, Müsilaj ile Mücadelede Bariyer Tedariği, Mavi Nefes Projesi (Eğitim Çalışmaları, Gezici Eğitim Otobüsü ve Deniz Yüzeyi Temizliği) konularında çalışmalar yürütülmektedir.

n) Basın Alt Çalışma Grubu

Koordinatör: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Yürütücü: İl Koordinasyon Merkezleri

Yapılacak İş: Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında İl Koordinasyon Merkezlerince yapılan çalışmalar Bakanlık Basın Müşavirliği aracılığıyla kamuoyu ile paylaşılacaktır.

Yürütülen Faaliyetler:

Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında yürütülen çalışmalar ve gelişmelere ilişkin bilgiler www.marmarahepimizin.com sitesinde ve sosyal medyadan düzenli olarak paylaşılmaktadır.

3.2.2.2 Koordinasyon Kurulu 2. Toplantısı

Eylem Planındaki uygulamaların takibi amacıyla 2021/10 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu 2. toplantısı ise 14 Temmuz 2021 tarihinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM başkanlığında gerçekleştirilmiştir. Toplantıda;

1. 2021/13 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi kapsamında revizyon ve yeniden yapılacak olan atıksu arıtma tesisleri için İş Termin Planlarının 15 iş günü içerisinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na sunulmasına ve konunun Valiliklerce takibine,

2. Havzada oluşan tüm peynir altı sularının işleme tesislerine ulaştırılması ve takibinin Valilikler tarafından yapılmasına,

3. Temiz üretim çalışmaları kapsamında renk giderimi ve tuz geri kazanımı için tasarlanan sistemlerin maliyet analizlerinin tamamlanarak uygulanabilirliğinin Bakanlıkça değerlendirilmesine,

4. Deterjanlar Hakkında Yönetmelik kapsamında piyasa gözetimi ve denetiminin daha etkin hale getirilmesine,

5. Soğutma sularının yeniden kullanımı ve denizden soğutma suyu ile diğer endüstriyel su kullanımının en aza indirilmesi için çalışma başlatılmasına ve ilgili mevzuatın 45 gün içerisinde hazırlanmasına,

6. Marmara Bölgesi'nde yer alan illerin İklim Değişikliği İl Eylem Planlarının Valilikler koordinasyonunda 2 ay içerisinde hazırlanmasına ve mevcut olanların uygulanmasına,

7. Marinalarda bağlı bulunan deniz araçlarından kaynaklanan pissuların alımına yönelik altyapının kurulması için Gemi Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi Alt Çalışma Grubu'nun, çalışma yapmasına ve Koordinasyon Kurulu'nun 3üncü Toplantısına sunulmasına, karar verilmiştir.

3.2.2.3 Koordinasyon Kurulu 3. Toplantısı

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM başkanlığında 22 Ekim 2021 tarihinde Cumhurbaşkanlığı Dolmabahçe Çalışma Ofisi'nde gerçekleştirilen 2021/3 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu (Koordinasyon Kurulu) 3. Toplantısında:

1. "Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı"nın onaylanmasına ve yürürlüğe konulmasına,

2. Marmara Denizi'nde Tarım ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda Marmara Belediyeler Birliği bünyesinde oluşturulan Bilim ve Teknik Kurulu ile iş birliği yapılarak belirlenecek alanlarda balıkçılık faaliyetlerinin biyolojik çeşitliliğinin artırılması amacıyla yeniden değerlendirilmesine,

3. Atıksu arıtma tesisi yatırımları için belirlenen iş programına uyulması amacıyla belediyeler ve sanayi kuruluşlarınca gerekli tedbirlerin alınması ve Valiliklerce takibinin yapılmasına,

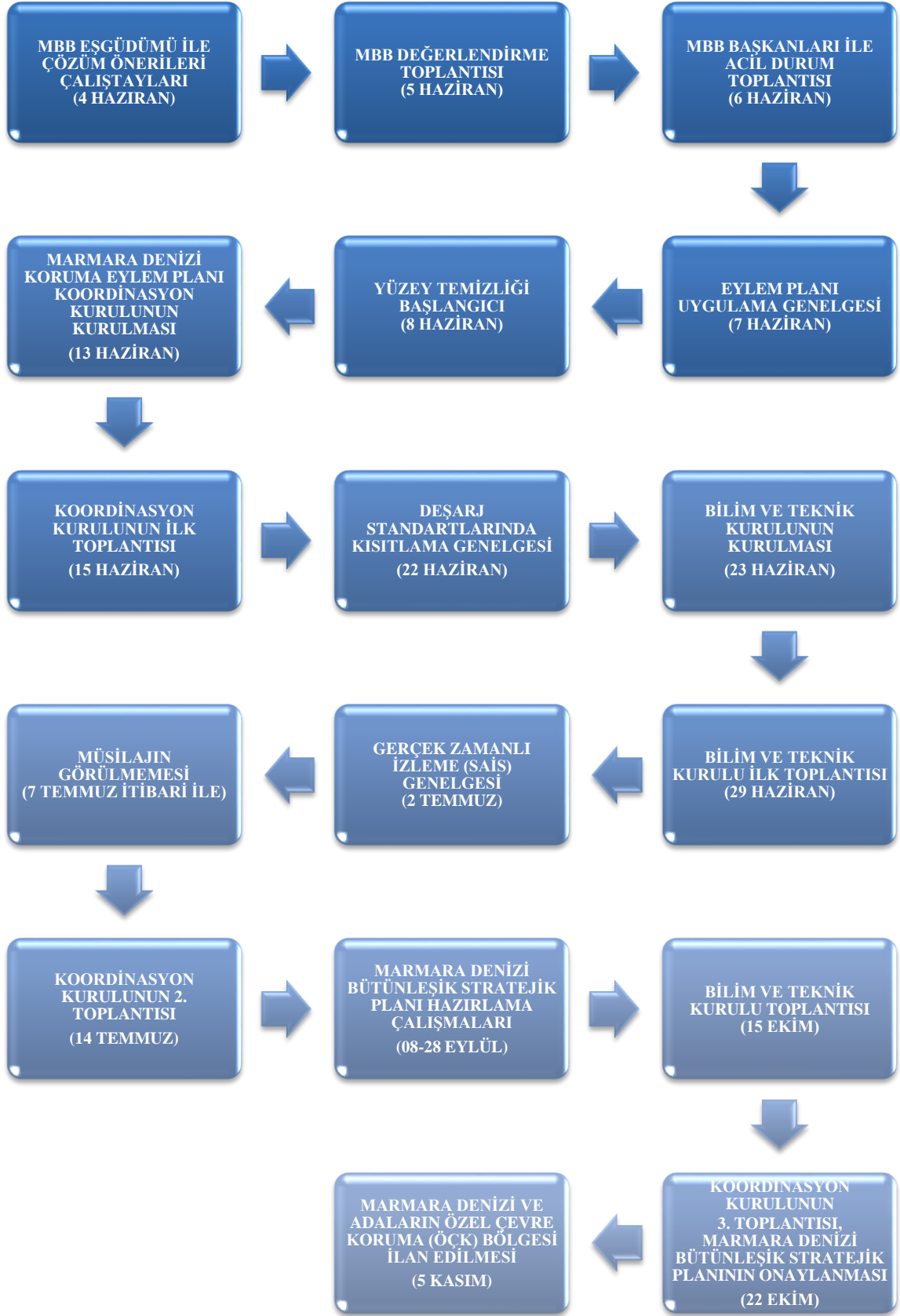
4. Atık kabul tesisi kurulması gereken veya mevcut atık kabul tesisi kapasitelerinin artırılması gereken balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin, ilgili kurumlar tarafından ilgili mevzuatları çerçevesinde 2 ay içerisinde belirlenmesine; belirlenecek balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin atık kabul tesislerinin Valiliklerce 01 Mart 2022 tarihine kadar kurdurulmasına,

5. Valilik koordinasyonunda, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve ilgili kurum- kuruluşların katılımı ile her il özelinde toplantılar yapılarak ilgili tüm hususların detaylı olarak istişare edilmesine,

6. Marmara Bölgesi'ne ilişkin mekânsal stratejik plan çerçevesinde sanayi, kentsel planlama, atık yönetimi ve afet yönetimi hususlarında iş birliğinin arttırılmasına, karar verilmiştir.

Ayrıca, 5 Kasım 2021 tarihli ve 31650 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 4/11/2021 Tarihli ve 4758 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile **Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi** olarak tespit ve ilan edilmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında, müsilaj ile mücadele sürecinin özetlendiği akım şeması Şekil 36'da sunulmaktadır.

Şekil 36. Müsilaj ile Mücadele Süreci

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

3.3 MARMARA DENİZİ'NİN KORUNAN ALAN OLARAK BELİRLENMESİ

Doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin çevresel baskılar sonucu yok olmaya başlaması 21. yüzyılda insanlığın en önemli sorunlarından biri olmaya devam etmektedir. Hızla artan dünya nüfusu, plansız kentleşme ve sanayileşme, tarımda kimyevi gübre ve ilaçlarının yaygın kullanımı ve insan yaşamına giren pek çok yenilik, beraberinde doğal kaynakların hızla tüketilmesi, düzenli yerleşim alanlarının daralması, hava ve su kirliliği gibi pek çok çevresel sorun, ülkeleri ortak çözüm arama yoluna yöneltmiştir.

Çevrenin, doğal ve kültürel kaynakların korunması amacıyla yapılan çalışmalar uluslararası sözleşme ve antlaşmalarla hukuki bir zeminde ve bilimsel araştırmaların ışığında yürütülmektedir. Bu bağlamda ülkemiz özellikle son on beş yıl içerisinde biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla birçok uluslararası antlaşmaya taraf olmuştur. Bern Sözleşmesi olarak bilinen Avrupa'nın Yaban Hayatının ve Habitatlarının Korunması Sözleşmesiyle, nesli tehdit ve tehlike altında olan türlerin korunması taahhüt edilmiştir. Söz konusu türler ve habitatların korunması "Barselona Sözleşmesi" ile de koruma altına alınmıştır. Bu sözleşmenin ek protokollerinden birini ise "Akdeniz'de Özel Koruma Alanları Kurulması" protokolü oluşturmaktadır. Bu sözleşmeler neticesinde, 383 sayılı Kanun Hükmünde Kararname³³⁴ ile alanlardaki çevre değerlerini korumak ve ona yönelik tedbirleri almak amacıyla "Özel Çevre Koruma Bölgeleri" tespit ve ilan edilmektedir.

1 nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 109. maddesi ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, kara, kıyı, akarsu, göl ve deniz kaynaklarının verimliliklerinin korunması, geliştirilmesi ve rehabilitasyonu amacıyla görevlendirilmiş olup, Özel Çevre Koruma Bölgeleri, Doğal Sit Alanları ve Tabiat Varlıklarını tescil ve ilan ederek bu alanlarda araştırma, inceleme, planlama ve uygulamalar yapmaktadır. Bu alanlarda nadir, nesli tehlikede bitki ve hayvan türlerinin popülasyonlarının tespit edilmesi, bunlara yönelik tehditlerin belirlenmesi ve korunmasına yönelik öneriler geliştirilmesi, doğal kaynakların korunması, sahip oldukları özelliklerin ve bunları tehdit eden faktörlerin bilimsel araştırmalar doğrultusunda ortaya konulması amacıyla çeşitli projeler yürütmekte, bu projeler ile elde edilen veriler ışığında doğal değerlerin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla planlama çalışmaları yapılmaktadır.

³³⁴ 19/10/1989 tarihli Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/4.5.383.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.02.2022).

Özel Çevre Koruma Bölgeleri; tarihi, doğal, kültürel vb. değerler açısından bütünlük gösteren ve gerek ülke gerek dünya ölçeğinde ekolojik önemi olan alanlardır. Bu alanlar; özelliklerinin geleceğe ve gelecek nesillere ulaştırılmasını ve doğal kaynakların korunarak kullanılmasını teminen, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 9. maddesi gereğince Cumhurbaşkanlığı Kararı ile ilan edilmektedir.

Özel Çevre Koruma Bölgeleri (ÖÇKB), biyolojik olarak hassas alanların, çevredeki önemli ve doğal manzarasıyla ön plana çıkan alanların ve insanların yerleşim alanlarının adeta bir karışımıdır. Dünya Koruma Birliği (IUCN) tarafından tanınan korunan alan kategorileri açısından, ÖÇKB'ler büyük oranda *“Koruma altında olan, doğal güzelliği ile ön plana çıkan karasal ve denizel manzaraya sahip alanlar”* kapsamındadır.

Bu kapsamda, karasal ve denizel biyoçeşitliliği korumak için en önemli önlemlerden biri Deniz Koruma Alanları ilan etmektir. Ege ve Akdeniz'de, toplam 12 adet deniz koruma alanı bulunmaktadır. Bu alanlar aynı zamanda özel çevre koruma bölgeleridir. Fethiye-Göcek, Köyceğiz Dalyan Özel Çevre Koruma bölgeleri 1988 yılında ilk ilan edilenlerdendir.

Marmara Denizi ve içerisinde bulunan Adalar binlerce yıllık bir birikimin mirası olan doğal yapısı, zengin flora-faunası ve sosyo-kültürel dokusu ile nadir alanlardan biridir. Hem Ege hem de Karadeniz için, Marmara Denizi eşsiz bir biyolojik koridor görevi görmektedir. Marmara Denizi'nde Kırmızı Veri Kitabında yer alan Akdeniz foklarını da içeren 52 denizel tür bulunmaktadır. Marmara Denizi'nde yaklaşık 200 balık türü yaşamaktadır. Aynı zamanda birçok göç yapan türün yumurtlama alanıdır. Ayrıca, İstanbul ve Çanakkale Boğazları da biyolojik koridor görevi görmeleri nedeniyle Karadeniz ve Akdeniz'in biyoçeşitliliği için büyük önem taşımaktadır.

Marmara Denizi; Karadeniz'den kaynaklanan kirliliğin, gemi kaynaklı kirliliğin ve evsel atık sular ile sanayiden kaynaklı kirliliğin etkisi altındadır. Sahip olduğu doğal değerler ile birlikte yoğun çevresel kirliliğin de etkisi altında kalmaktadır. Marmara Denizi hem sahip olduğu doğal değerler hem de tehdit altında bulunması nedeniyle Özel Çevre Koruma Bölgesi olmanın gerekliliklerini içermektedir. Bu nedenle Bölgenin özel çevre koruma bölgesi olarak ilanı ve onayı, bu alandaki koruma faaliyetlerinin desteklenmesi açısından hem ulusal hem de küresel açıdan önem arz etmektedir.

Ülkemizde 18 adet Özel Çevre Koruma Bölgesi bulunmaktadır. Bu bölgelerin 5'i hariç diğerleri deniz alanlarını da içeren bölgelerdir. Marmara Denizi, doğal değerler açısından özellikli denizel alandır. Marmara Denizi'ni koruyabilmek için adalarla birlikte planlanması ve yönetilmesi gerekmektedir. Bu nedenle alan için en uygun koruma

statüsünün “Özel Çevre Koruma Bölgesi” olması öngörülmüştür. Özel çevre koruma bölgesi ilanı ile birlikte alanda biyolojik çeşitlilik açısından çok yönlü ve kapsamlı bilimsel çalışmalar yürütülecektir.

Bölgede kirliliğe karşı etkin tedbirlerin alınabilmesi, mevcut faaliyetlerin koruma ve kullanma dengesi içerisinde yeniden düzenlenebilmesi, sonuç olarak alanın sürdürülebilir ve bütüncül bir anlayış ile yönetilebilmesi açısından elde edilen bilimsel altlıklar en önemli adımlar olacaktır.

Marmara Denizi’nde iklim değişikliğinin etkisi ile birlikte denizin durağanlığı ve azot-fosfor bolluğuna bağlı olarak ortaya çıkan ve Marmara Denizi’nde doğal yaşamı etkileyen ve afet niteliğindeki müsilaj (deniz salyası) kirliliğinin kontrol altına alınması ve bu kirliliğin giderilmesine yönelik olarak hazırlanan “Marmara Denizi Eylem Planı”nda 3. Eyleminde “Marmara Denizinin tamamını koruma alanı olarak belirleme çalışmaları başlatılacak, 2021 yılı sonuna kadar tamamlanacaktır” ifadesi yer almaktadır. Ayrıca Marmara Denizi’nde yaşanan müsilaj kirliliğinin uzun vadede yapılacak çalışmaların belirlenmesi amacıyla katılımcı bir yaklaşımla Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı hazırlanmış olup Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planında yer alan hedeflerden biri de “Marmara Denizinin Özel Çevre Koruma Bölgesi İlan Edilmesi”dir.

Yukarıda sayılan söz konusu sebepler ve değerlendirmeler ışığında, 5 Kasım 2021 tarihli ve 31650 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 4/11/2021 tarihli ve 4758 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile **Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi** olarak tespit ve ilan edilmesine karar verilmiştir. Özel çevre koruma bölgesi ilan edilen alanın toplamı 1.224.000 hektar olup Şekil 37’de gösterilmektedir.

Şekil 37. Özel Çevre Koruma Bölgesi İlan Edilen Alan



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Bu kararda; “*Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesinde ilgili mevzuat hükümlerine göre çevrenin araştırılması, korunması ve izlenmesine ilişkin belirlenecek usul ve esaslar ile bunların yansıtıldığı planlar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca hazırlanır ve onaylanır. Söz konusu usul ve esaslar çerçevesinde bölgedeki faaliyetlerle ilgili tedbirlerin alınması, kontrolü ve izlenmesi yetkisi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına aittir.*” hükmü yer almakta olup, Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesinde noktasal ve/veya yayılı olarak atık su deşarjları, debisine bakılmaksızın deşarj standartlarını sağlaması gerekmektedir.³³⁵

3.4 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM ÇALIŞMALARI

Doğal kaynakların fütursuzca kullanımı bir taraftan kaynak sıkıntısı oluştururken bir yandan da doğal yaşam alanları üzerinde büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu yüzden türler yok olurken doğal denge de hasar görmekte, sonuçta her gün daha şiddetlisine tanık olunan yeni afetlerle karşılaşmaktadır.³³⁶ Küresel sıcaklık artışı da bu afetlerden biri olarak tanımlanabilmektedir.

3.4.1 Küresel İklim Değişikliği

İklim değişikliği çağımızı tanımlayan ve uluslararası gündemin en üst sıralarında yer alan en önemli meselelerden biridir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, iklim değişikliğini “doğal değişimlerle ya da insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan iklimsel değişiklikler” olarak tanımlamaktadır.³³⁷

İklim değişikliğinin kara ve deniz sıcaklıklarını artırması, yağış miktarı ve biçimlerini değiştirmesi sonucunda küresel ortalama deniz seviyesi yükselmekte ve kıyılarıdaki erozyon riskleri de artmakta, hava ile bağlantılı doğal afetlerin şiddetinde artışlara şahit olunmaktadır. Değişen su seviyeleri, sıcaklığı ve debisi; gıda arzı, tarım, sağlık, sanayi, turizm ve ulaşım gibi birçok sektörün yanı sıra, ekosistem bütünlüğünü de etkilemektedir. Bugün dünyanın bazı bölgelerinde toplumlar iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ile daha fazla ve daha sık karşılaşmaya başlamışlardır.

İklim değişikliği son yüzyıl içinde dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük problem olma özelliğini korumakta olup; ABD’nin Ulusal Atmosfer İdaresi tarafından hazırlanan raporda; iklim değişikliğindeki gelişmelerin kötü yönde ilerlemekte olduğu, senaryolara göre 2100 yılında denizlerdeki su seviyesinin yaklaşık 60 cm yükseleceği, dünyanın

³³⁵ 5/11/2021 Tarihli ve 31650 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 4758 Sayılı Cumhurbaşkanı Kararı.

³³⁶ Birpınar M.E., Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı, İklim Değişikliği Başmüzakerecisi, Makaleler: <https://birpinar.com/canlarimiz-yanmasin/>, 2021.

³³⁷ Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/iklim-degisikligiyle-mucadelede-yeni-donem/>, 2021.

ortalama sıcaklığının ise 2010 yılında 15,6°C iken 2100 yılında 19,8°C olmasının beklendiği ifade edilmiştir.³³⁸

Aşırı iklim olayları, büyük ekonomik ve sosyal etkilere neden olmaktadır. Altyapı (binalar, ulaştırma, enerji ve su temini) sektörü de bu bağlamda iklim değişikliğinden etkilenmekte ve bu durum yoğun nüfusa sahip yerler için ayrı bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri ile deniz seviyesinde yükselme olduğunda, altyapının etkilenmesi konusu ayrı bir boyut kazanmaktadır. Dolayısıyla; ulaştırma, bölgesel kalkınma, sanayi, turizm ve enerji sektörleri dâhil olmak üzere, kara ve deniz alanlarına ilişkin planlama çalışmalarında daha stratejik ve uzun dönemli bir yaklaşım gerekli olmaktadır. Turizm sektörünün de muhtemelen dağlık bölgelerde azalan kar örtüsü ve Akdeniz Bölgesi'ndeki artan sıcaklıklardan olumsuz etkilenmesi kaçınılmazdır.³³⁹

İklim değişikliğine karşı alınacak önlemler, birbiri ile bağlantılı iki yol izlemektedir. Birincisi, sera gazı emisyonlarının azaltımı, diğeri ise olumsuz sonuçların hafifletilmesi yani etkilere karşı uyum sağlanmasıdır. Dünyanın sera gazı emisyonlarını sınırlandırmayı ve giderek azaltmayı başarması durumunda bile, gezegenin şu anda atmosferde bulunan sera gazlarından kurtulmasının zaman alacağı bilinmektedir. Bu durum, küresel emisyonların azaltılması çabalarının başarılı sonuçlar vermesi durumunda bile, mutlaka iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak gerektiğini göstermektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) Dördüncü Değerlendirme Raporu'nda³⁴⁰; uyum çalışmalarının, iklim değişikliğinin etkilerini yönetebilmek açısından büyük önem taşıdığı ve iklim değişikliğine uyumun, tarihsel süreçte emisyonlardan kaynaklanan etkilere karşı önlem alınmasının yegâne aracı olduğu belirtilmektedir. Bu durum, iklim değişikliğine uyum için önlemler alınmasını gündeme getirmekte, bu önlemlerin zamanında ve daha etkin bir şekilde alınmasını sağlamak için de küresel ölçekte olduğu kadar, bölgesel ve ülkeler ölçeğinde de stratejik bir yaklaşım benimsenmesinin ve çeşitli sektörler ile yönetim düzeyleri arasında uyum sağlanmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Bugün gelinen noktada, dünyada sera gazı emisyonlarının etkilerinin tam olarak telafi edilmesinin mümkün olmaması nedeniyle, ikinci yola, yani iklim değişikliğinin

³³⁸ Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/iklim-degismeden-biz-degiselim/>, 2013.

³³⁹ Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

³⁴⁰ IPCC, ilk Değerlendirme Raporunu 1990 yılında yayınlamıştır. Daha sonra sırasıyla İkincisi 1995, Üçüncüsü 2001 ve Dördüncüsü 2007 yıllarında yayınlamıştır. Bugün itibarıyla IPCC'nin Dördüncü Değerlendirme Raporu güncelliğini korumaktadır. IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporu (2007) 6 yıl sürmüş olup, 130 ülkeden 2500 uzman, 450 ana yazar ve 850 destekçi yazar rapora katkıda bulunmuştur.

etkilerine uyum sağlama ihtiyacına giderek daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Esasen iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama; insanların geçim kaynaklarının, ekonomilerin ve doğal sistemlerin iklimden kaynaklanan değişikliklerden daha az olumsuz etkilenmelerini, bazı durumlarda uyumdan fayda sağlanmasını amaçlamaktadır. Uyum için alınacak önlemler arasında; tarım sektörünün kuraklıklara karşı dayanıklılığının artırılması; daha fazla depolama ve altyapı yönetimi yoluyla taşkın ve sel risklerinin azaltılması; su kaynaklarının bütüncül yönetimi, ekosistemlerin korunması gibi önemli konular yer almaktadır. Ayrıca, bazı durumlarda iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarının hafifletilmesi, yani sera gazı emisyonlarının azaltımı ile uyum sağlama stratejileri yakından bağlantılı ve birbirlerini tamamlayıcısı da olabilmektedir.³⁴¹

İklim değişikliğiyle ilişkili aşırı hava olayları ve afetler sebebiyle küresel ölçekte önemli ekonomik kayıplar yaşandığı artık yadsınamaz bir gerçektir. Yoksullukla mücadele edilmesi, sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi doğrultusunda çevre ve iklim duyarlı yeşil yatırımlar ve yeşil dönüşüm her zamankinden önemli hale gelmiş durumdadır.³⁴²

İklim değişikliği ile mücadele noktasında; politika belirleyicilerin karşı karşıya bulunduğu güçlük, iklim değişikliğinin etkilerini anlamak, en uygun düzeyde uyum sağlanmasına yönelik stratejileri belirlemek ve bunları akılcı politikalara dönüştürerek uygulamaktır. İklim değişikliğine dayanıklı ekosistemlerin sağlıklı ve etkin bir biçimde işlevlerinin sürdürülmesi, su, arazi ve biyolojik kaynakların yönetilmesi ve korunması üzerine odaklanan stratejiler, esasen iklim değişikliğinin etkileri ile başa çıkmanın önemli yollarındandır. Kentsel ve kırsal alanlardaki etkilere uyum sağlamada, bazen fiziksel altyapıya önem verilmesi bile iklim değişikliğine uyum sağlamada etkin bir yol olabilmektedir. Avrupa Birliği'nin söylemi ile "yeşil altyapı", aşırı iklim koşullarında sosyal ve ekonomik bağlamda uyum sağlama çalışmalarında hayati bir rol oynayabilmektedir.

İklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama, muhtemel zararın boyutunu azaltan önemli bir savunma önlemdir. Uyum stratejileri daha çok olumsuz sonuçların hafifletilmesine yönelik tamamlayıcı bir yaklaşım sunmaktadır. Olumsuz sonuçların hafifletilmesi, olumsuz koşulların ortaya çıkması olasılığının azaltılması olarak görülebilirken; uyum sağlama, olumsuz koşulların sürmesi halinde birçok etkinin

³⁴¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023).

³⁴² Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpınar.com/yesil-buyume-yesil-isler-ve-yesil-donusum-dunyadaki-ve-turkiyedeki-egilimler/>, 2021.

şiddetinin azaltılması olarak görülebilir. Kısacası, uyum sağlama, meydana gelmesi muhtemel zarar düzeyini azaltmaktadır. Ancak uyum sağlama, maliyetsiz veya sorunsuz bir risk yönetim stratejisi değildir. Herhangi bir önlemin yararı incelenirken, kaçınılacak zararın öngörülen değeri ile uyum sağlama stratejisinin uygulanmasının gerçek maliyetleri dikkatli bir şekilde karşılaştırılmalıdır. Çünkü uyum sağlama, bir kerede anında meydana gelen bir adım değil, devam eden bir süreçtir. Bir yandan iklim değişikliğinin etkilerine dair araştırmalar iklim değişikliğinin anlaşılmasına destek olurken, öte yandan uyum sağlamada uygun stratejilerin ve politikaların belirlenebilmesi için gerekli bazı yönlendirmelere de ihtiyaç bulunmaktadır.

İklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamanın, ekosistemlerin korunması açısından ele alınması son derece önemlidir. Çünkü biyolojik sistemler, kesintisiz ve sürekli biçimde küçük (veya yavaş meydana gelen) sarsıntılarla başa çıkabilirken, iklimdeki küçük değişiklikler bile birçok ekosistem ve tür için rahatsız edici olabilir. Bunlara ek olarak dünyadaki türlerin birçoğu, kentsel gelişim, kirlilik, yayılmacı türler ve bölünmüş (veya ayrılmış) yaşam alanları dâhil olmak üzere çok çeşitli unsurlar nedeniyle zor durumdadır. Bu koşullar, öngörülen iklim değişikliğinin hızlı biçimde gerçekleşmesi ile birleştiğinde birçok türün direncini ve başarılı bir biçimde uyum sağlama şansını azaltabilecektir. Ancak, artan refah düzeyi ve gelişen teknoloji, iklim değişikliğine uyum için gerekli olan kaynakları ve muhtemelen kapasiteyi artıracaktır. Bu eğilimler mutlaka gelecekteki uyum sağlama önlemlerinin özelliği ve kapsamı ile başarılı olma olasılığının değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır.

Paris İklim Anlaşması

İklim Anayasası olarak kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1992 yılında imzaya açılmış 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye Çerçeve Sözleşmeye 2004 yılında taraf olmuştur.

Paris Anlaşması, Kyoto Protokolünün sona ermesinin ardından Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin yeni uygulama aracı olarak iklim değişikliği rejimini düzenlemeyi amaçlayarak 2015 yılında 195 üye ülke tarafından kabul edilmiştir. Uygulamaya girdiği 2020 yılı sonrası süreçte, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyoekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini hedeflemektedir. Anlaşmanın uzun dönemli hedefi, sanayileşme öncesi döneme kıyasla küresel sıcaklık artışının 2°C'nin olabildiğince altında (mümkünse 1.5 derece seviyesinde) tutulmasıdır.

Türkiye 2015 yılında Paris Anlaşması'nı kabul etmiş ve 22 Nisan 2016'da anlaşmayı imzalamıştır. Cumhurbaşkanı Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN, 21 Eylül 2021

tarihinde Birleşmiş Milletler 76. Genel Kurulunda Paris Anlaşması'nı onaylayacağımızı, 27 Eylül 2021 tarihinde gerçekleşen Kabine Toplantısı'nın ardından ise 2053 net sıfır emisyon hedefimizi açıklamıştır. Bu açıklamaların ardından Paris Anlaşması'nın Onaylanmasının Uygun Bulduğuna Dair Kanun 7 Ekim 2021 tarihli ve 31621 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Paris Anlaşması'na ilişkin Onay Belgesi ve Ulusal Beyanımız 11 Ekim 2021 tarihinde Anlaşma Depoziteri olan Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri'ne tevdi edilmiş, Anlaşma 10 Kasım 2021'de ülkemiz bakımından hukuki etki kazanmıştır.

Paris Anlaşmasına taraf olunmasının ardından iklim değişikliği ile mücadelenin ülkemizde en üst düzeyde ele alındığının bir göstergesi olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığının adı **Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı** olarak değiştirilmiş; bünyesinde İklim Değişikliği Başkanlığı kurulmuştur.

3.4.2 Türkiye ve İklim Değişikliği

Küresel sıcaklık artışının 2°C'ye ulaşması halinde, Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz Havzası'nda beklenenler, iklim değişikliğinin etkilerine karşı alınması gereken önlemlerin ne ölçüde programlı olması gerektiğini göstermektedir. IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporu'nda, Akdeniz Havzası'nda genel sıcaklık artışının 1° ile 2°C'ye ulaşacağı, kuraklığın geniş bölgelerde hissedileceği ve özellikle iç kesimlerde sıcak hava dalgalarının ve aşırı sıcak günlerin sayısının artacağı ifade edilmektedir. Türkiye'de ise yıllık ortalama sıcaklığın gelecek yıllarda 2,5° ile 4°C artacağı, Ege ve Doğu Anadolu bölgelerinde bu artışın 4°C'yi, iç bölgelerde ise 5°C'yi bulacağı tahmin edilmektedir. Gerek IPCC Raporu gerekse yürütülen bir dizi ulusal ve uluslararası bilimsel model çalışmaları, Türkiye'nin yakın gelecekte daha sıcak, daha kurak ve yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağını ortaya koymuştur.

Türkiye'de iklim değişikliğinin; özellikle su kaynaklarının azalması, taşkınların artması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ve bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz etkilere neden olacağı öngörülmektedir.³⁴³ Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Ortak Programı çerçevesinde gerçekleştirilen iklim öngörülleri, diğer çalışmaları destekleyecek şekilde sıcaklıklarda belirgin artışlar ile hemen hemen bütün ekonomik sektörleri, yerleşimleri ve iklime bağlı doğal afet risklerini temelden etkileyecek biçimde yağış düzeninin yani su döngüsünün değişeceğini öngörmektedir. Bu değişim öngörülleri yorumlandığında, Türkiye'de yağış ve sıcaklıklardaki değişimler su

³⁴³ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023).

kaynakları, tarımsal üretim, insan sağlığı, doğal afet riskleri ile ekonomik büyümeyi etkileyecek ve su gibi üretimde temel girdiyi teşkil eden faktörlerin miktar ve kalitesini düzenleyen ekosistem hizmetlerini de tehdit edecektir.

3.4.3 Türkiye'nin Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2050)

Türkiye, iklim değişikliğiyle mücadeleye vermiş olduğu önem doğrultusunda, 2010 yılında Ulusal İklim Değişikliği Stratejisini ve 2011 yılında Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planını yayımlamıştır. Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planında, ilgili sektörlerde 541 Eylem ve sorumlu kurumlar tanımlanmıştır.³⁴⁴

Ulusal İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, Türkiye'de iklim değişikliğinden etkilenebilirlik alanlarını, teknik ve bilimsel çalışmaların desteklediği ve katılımcı süreçler ile kabul edilen beş önemli alana odaklanmıştır.³⁴⁵ Bunlar:

- Su Kaynakları Yönetimi
- Tarım ve Gıda Güvencesi
- Ekosistem Hizmetleri, Biyolojik Çeşitlilik ve Ormancılık
- Doğal Afet Risk Yönetimi
- İnsan Sağlığı'dır.

İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planında yer alan sektörel hedeflerden bazıları şunlardır:

- 2023 yılına kadar sanayi sektöründe sera gazı sınırlandırılmasına yönelik yeni teknolojilerin geliştirmesi ve kullanılması,
- Yenilenebilir enerji payının toplam enerji payı içerisindeki oranının artırılması,
- Kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde, yıllık enerji tüketiminin 2015 yılına kadar % 10 ve 2023 yılına kadar % 20 azaltılması,
- 2023 yılı itibariyle karayollarının yük taşımacılığındaki (2009 yılında ton-km olarak % 80,63 olan) payının %60'ın altına, yolcu taşımacılığındaki (2009 yılında yolcu-km olarak % 89,59 olan) payının % 72'ye düşürülmesi,
- 2023 yılına kadar vahşi depolama sahalarının % 100'ünün kapatılması.³⁴⁶

³⁴⁴ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Uyum Dairesi Başkanlığı Yürütülen Çalışmalara İlişkin Bilgi Notu, Aralık 2021, Ankara.

³⁴⁵ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023).

³⁴⁶ A.g.k.

Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı (2023- 2030) Hazırlıkları³⁴⁷

İklim Değişikliği Stratejisinin ve İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planının uygulama sürelerinin 2023 yılında bitecek olması sebebiyle güncelleme çalışmalarına başlanmış durumdadır. Bu kapsamda, mevcut koşullar çerçevesinde İklim Değişikliği Stratejisinin 2050, Eylem Planının ise 2030 hedefleri doğrultusunda güncellenmesi planlanmaktadır.

Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı Güncelleme Çalışması³⁴⁸

Avrupa Birliği ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı eş finansmanı ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye tarafından IPA-2 dönemi kapsamında yürütülmekte olan Türkiye'de İklim Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi kapsamında 2011 yılında yayımlanan İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı güncellenecektir.

Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planları Çalışmaları³⁴⁹

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yayımlanan bilimsel raporlara göre Türkiye, iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır.

İklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarının farklı bölgelerimizde farklı etkilerinin olması ve bölgesel ekonomik, çevresel ve sosyal karakteristiklerin farklı yapıda olması nedeniyle her bölgenin iklim değişikliği bağlamında ayrı ayrı ele alınması önemlidir. Bu husus, Türkiye'nin 2019-2023 yıllarına dönük olarak hazırlanan 11. Kalkınma Planı'nda da vurgulanmaktadır. Plan'da ülkemiz yedi coğrafi bölgesi için iklim değişikliğine uyumun sağlanması ve gerekli tedbirlerin alınması amacıyla bölge ve şehir ölçeğinde ihtiyaçların tespit edilerek çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedefi söz konusudur. Bu doğrultuda Karadeniz Bölgesi İklim Değişikliği Eylem Planı, Temmuz 2019'da Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca kamuoyu ile paylaşılmıştır. Karadeniz Bölgesi ile başlatılan ve iklim değişikliğiyle mücadeleye dönük öncelikli eylemleri içeren Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planları çalışması tüm coğrafi bölgeler için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından tamamlanmış durumdadır.

³⁴⁷ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Uyum Dairesi Başkanlığı Yürütülen Çalışmalara İlişkin Bilgi Notu, Aralık 2021, Ankara.

³⁴⁸ A.g.k.

³⁴⁹ A.g.k.

Türkiye, bölgesel iklim değişikliği eylem planları ile yedi bölgesini iklim değişikliğine uyumlu hale getirmiş ve belediyelerde yerel iklim değişikliği eylem planları hazırlamak için yasal ve teknik düzenlemeler yapmıştır.³⁵⁰

Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planları kapsamında, Türkiye’de coğrafi bölgeler ölçeğinde farklı sektörlerde iklim değişikliğine bağlı olarak yaşanan mevcut sorunlar, sektörler bazda mevcut ve ortaya çıkması muhtemel etkileri ile birlikte ele alınmıştır.

Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı Çalışmaları³⁵¹

İklim değişikliği ile mücadelede uluslararası müzakerelerin yanında ulusal ölçekte gerçekleştirilen politika ve mevzuat çalışmalarının gereği olan eylemin yerelde karşılık bulduğunun bilinciyle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın Stratejik Planında 30 büyükşehir belediyesinin Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının 2023 yılı sonuna kadar hazırlanmasını hedeflenmiştir. Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının (YİDEP) ulusal bir standart doğrultusunda hazırlanması amacıyla mevzuat, teknik kılavuz ve E-YİDEP sistemi hazırlanması çalışmaları sürdürülmektedir.

Diğer taraftan, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından İklim Değişikliği Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi kapsamında dört pilot şehirde (Sakarya, Muğla, Konya ve Samsun) Yerel İklim Değişikliği Uyum Eylem Planı hazırlık çalışmaları sürdürülmektedir. Söz konusu çalışma, belirlenen illerin coğrafi ve sektörel temsiliyeti kapsamında önemli olduğu kadar, diğer şehirler için örnek teşkil edecek olması sebebiyle ayrıca önem arz etmektedir.

3.4.4 Marmara Denizi’ni Koruma Eylem Planı Kapsamında Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının Hazırlanması

21. yüzyılda insan ırkının karşı karşıya kaldığı en önemli problemlerden biri olarak kabul edilen iklim değişikliği, fosil yakıtların kullanımı, arazi kullanım değişiklikleri gibi çeşitli insan faaliyetleri ile oluşan sera gazlarının atmosferde birikimi ile tetiklenmektedir. Bilim camiasınca gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda, küresel ısınma sürecinin mevcut hız ile devam etmesi durumunda, ülkemizin de içinde bulunduğu havzalar için aşırı hava olayları, taşkınlar, yaygın ve şiddetli kuraklık olayları, orman yangınları gibi birçok önemli problemin ortaya çıkacağı öngörülmektedir.³⁵²

Ülkemiz denizleri aynı zamanda içlerinde sayısız canlı türünü de barındırmaktadır. Bu canlı gruplarından birisi de planktonlardır. Yunancadan gelen ve “gezen şey” manasını

³⁵⁰ Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/yeni-iklim-lideri-turkiye/>, 2021.

³⁵¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Uyum Dairesi Başkanlığı Yürütülen Çalışmalara İlişkin Bilgi Notu, Aralık 2021, Ankara.

³⁵² A.g.k.

taşıyan planktonlar hareket organeli olmayan, dolayısıyla da buldukları ortamın hareket etmesi ile bir yerden bir yere gidebilme yetisine sahip canlılardır. Genellikle bakteri, alg gibi mikroskobik özelliğe sahip olan bu canlılar içerisinde boyu metrelerce uzunluğa sahip denizanaları da yer almaktadır. Fitoplanktonlar, denizaltı yaşamın besin piramidinin en altında yer alırlar. Karadaki bitkiler gibi güneş enerjisi vasıtası ile fotosentez yaparak kendi besinlerini üreten ototrof canlılardır. Fitoplanktonlar fotosentez yapan canlılar olduğundan aynı zamanda ortama da oksijen verirler. Dolayısı ile fitoplanktonlara deniz altı yaşamın ağaçları da denilebilmektedir.³⁵³ Fitoplanktonların aşırı çoğalması beraberinde birtakım sorunlar oluşturmaktadır. Haliç başta olmak üzere Marmara’da görülen alg patlamaları bu hadiselerden bir tanesidir. Fitoplanktonların aşırı çoğalması için ihtiyaç duyulan sıcaklık ve besin faktörlerinin yanında, sularda oluşan durgunluk ve besin zincirinin en alt katmanında yer alan fitoplanktonlarla beslenen bir ara türün aşırı avcılık veya küresel iklim değişikliği etkisiyle oluşan yeni şartlara uyum sağlayamayarak ortamdaki yok olması da besin zincirindeki sürekliliği bozacağından bu durumun da aşırı çoğalmaya ve müsilaj oluşumuna bir etkisi olduğu tahmin edilmektedir.³⁵⁴ Müsilaj oluşumuna yol açan diğer bir faktör de sıcaklıktır. İklim değişikliğinden en çok etkilenen yerler arasında bulunan ülkemiz denizlerinde su sıcaklıkları verilere göre 1-2 derece artmıştır.³⁵⁵

Tüm bu bilgiler ışığında, “Türkiye’de İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi” kapsamında Marmara Havzası için üretilen iklim projeksiyonlarına göre, ortalama sıcaklıkların artacağı tespit edilmiş olup; toplam yıllık yağış miktarlarının yüzyılın sonlarına doğru artış göstereceği, yağış anomalilerinin ise 150-200 mm’ye ulaşacağı değerlendirilmiştir.

Bu çerçevede bölge ekonomisinde önemli yer tutan tarım, hayvancılık ve gıda üretimi sektörleri, doğal kaynak ve su kullanımı ile olan ilişkisi nedeniyle öncelikli olarak etkilenmesi beklenen sektörler arasında yer almaktadır. İklim değişikliğinin bir diğer etkisi olarak deniz suyu yükselmesinin, Marmara Bölgesi’nde deniz ekosistemleri ve kıyı alanları açısından, deniz seviyesindeki alanların su altında kalması, plaj ve dik sahillerin erozyona uğraması, yer altı ve yer üstü sularının tuzlanması, taban suyunun yükselmesi ve fırtına ile sel tahribatının artması gibi fiziksel etkiler oluşturacağı da öngörülmektedir.

Kentlerin bir yandan sınırları dâhilinde gerçekleşen faaliyetler nedeni ile iklim değişikliği sürecine önemli seviyede katkı sağladığı, öte yandan iklim değişikliği

³⁵³ Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpınar.com/yeni-kabus-musilaj/>, 2021.

³⁵⁴ A.g.k.

³⁵⁵ A.g.k.

sonucunda artış göstereceği öngörülen aşırı hava olaylarının kentleri meydana getiren sistemlerin varlığını tehdit ettiği bilinmektedir. Kent ölçeğinde özellikle altyapı, halk sağlığı ve su kaynakları yönetimi gibi alanlarda iklim değişikliğinden etkilenebilirliğin yüksek olması beklenmektedir.

Bu nedenlerle, yerel ölçekte oluşturulacak iklim değişikliği eylem planlarının, hem kentin iklim değişikliğine katkılarını (sera gazı emisyon salımlarını) hızlı ve adil bir şekilde durdurmaya, hem de kentin iklim değişikliğine uyum kapasitesini arttırmaya yönelik hedefler içermesi gerektiği kabul edilmektedir. Ülkemizde hâlihazırda 10 büyükşehir belediyesi için Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları (YİDEP) hazırlanmışken, bu planların sadece 5'inde hem azaltım hem de uyum konularında önlemlerin tanımlandığı görülmektedir. Öte yandan pek çok büyükşehir belediyesi bünyesinde YİDEP hazırlanmasına yönelik çalışmaların devam ettiği bilinmektedir.³⁵⁶

Marmara Denizini Koruma Eylem Planı kapsamında oluşturulan Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu'nun 14 Temmuz 2021 tarihinde gerçekleştirilen 2. toplantısında alınan karar doğrultusunda Marmara Bölgesi'nde bulunan illerin yerel iklim değişikliği eylem planlarının hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca, "Bazı Alanların Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi Olarak Tespit ve İlan Edilmesine İlişkin Karar (Karar Sayısı: 4758)" 5 Kasım 2021 tarihli ve 31650 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bu doğrultuda, Marmara Bölgesi'nde iklim eylem planı bulunmayan üç il için Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları'nın hazırlanması amacıyla 22/10/2021 tarihinde T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞB) Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi arasında "Tekirdağ, Çanakkale ve Yalova İlleri için Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi"ne ilişkin sözleşme imzalanmıştır. Proje kapsamında;

- Söz konusu illerde sera gazı emisyonlarına ve iklim değişikliğine etki eden faktörlere ilişkin bilgiler toplanmıştır.
- Ulusal/uluslararası normda kabul görmüş emisyon faktörleri kullanılarak üç il için sera gazı emisyon envanteri oluşturulmuştur.
- Sera gazı emisyon azaltım miktarları senaryo bazında değerlendirilerek, sera gazı emisyonlarının azaltımına yönelik eylemlerin belirlenmesi çalışmaları devam etmektedir.

³⁵⁶ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Uyum Dairesi Başkanlığı Yürütülen Çalışmalara İlişkin Bilgi Notu, Aralık 2021, Ankara.

- İklim değişikliğine uyum kapsamında genel bir değerlendirme yapılacak olup, iller için öncelikli uyum önlemlerinin belirlenmesi çalışmaları devam etmektedir.
- Elde edilen tüm çıktıları içeren “Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı” üç il için hazırlanacaktır.³⁵⁷

3.5 AR-GE ÇALIŞMALARI

Bu başlık altında müsilajın tespitine yönelik uzaktan algılama, izleme ve erken uyarı sistemlerine değinilecek, sonrasında Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) ve Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD) Projesi incelenecek ve son olarak bu iki proje kapsamında Marmara Denizi’nde müsilaja yönelik yürütülen araştırma sonuçları değerlendirilecektir.

3.5.1 Uzaktan Algılama, İzleme ve Erken Uyarı Sistemleri

Uzaktan algılama, direkt temas etmeden bir cisim, alan veya doğal olayla ilgili bilgileri toplama teknolojisi ya da bilim dalı olarak tanımlanmakta ve avantajları, 1) nesnelerin gözle görülemeyen özelliklerinin tespitine imkân vermesi, 2) hızlı ve düşük maliyetli olması, güncel verilere dayanması, 3) tehlikeli ve ulaşılması güç/imkânsız alanların görüntülenmesini sağlaması, 4) periyodik olarak görüntü temininin olması, şeklinde sıralanmaktadır.³⁵⁸ Ekim 1957’de Sovyetler Birliği’nin dünyanın ilk yapay uydusu olan Sputnik-1’i fırlatmasının ardından 40’tan fazla ülkeden birçok uydu gönderilmiştir. 1 Ocak 2021 tarihi itibariyle Dünya yörüngesinde 3.372’si aktif olan yaklaşık 6.542 uydu bulunmaktadır.³⁵⁹ Ayrıca İnsansız Hava Araçları (İHA, Drone) teknolojisinin yaygınlaşması ve sivil amaçlı kullanılması ile birlikte uzaktan izlemenin yeni uygulama alanlarının ortaya çıkmış olup bunlardan bazıları; kutuplardaki buz kütlesi hesabı, deniz su seviyesi ölçümü, su kirliliği araştırmaları, kuraklık analizleri şeklinde sıralanabilir.³⁶⁰

3.5.1.1 Boğaz Jetlerinin Uydudan Takibi

2013-2021 yılları arası yüksek çözünürlüklü Sentinel 2 ve Landsat 8 uydu resimleri ile yüzeydeki müsilaj oluşumunun incelendiği çalışmada; 2015, 2016, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında yüzeyde müsilaj görüldüğü, genellikle oluşumların Şubat-Haziran ayları arasında meydana geldiği, 2021 yılında müsilajın diğer dönemlere göre çok daha yoğun

³⁵⁷ A.g.k.

³⁵⁸ Prof. Dr. Taşkın KAVZAOĞLU’nun 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

³⁵⁹ Rawat, Pradeep, “Check out how many satellites are there in Space?”, <https://www.geospatialworld.net/videos/check-out-how-many-satellites-are-there-in-space/>, Erişim Tarihi: 01.11.2021.

³⁶⁰ Prof. Dr. Taşkın KAVZAOĞLU’nun 13 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

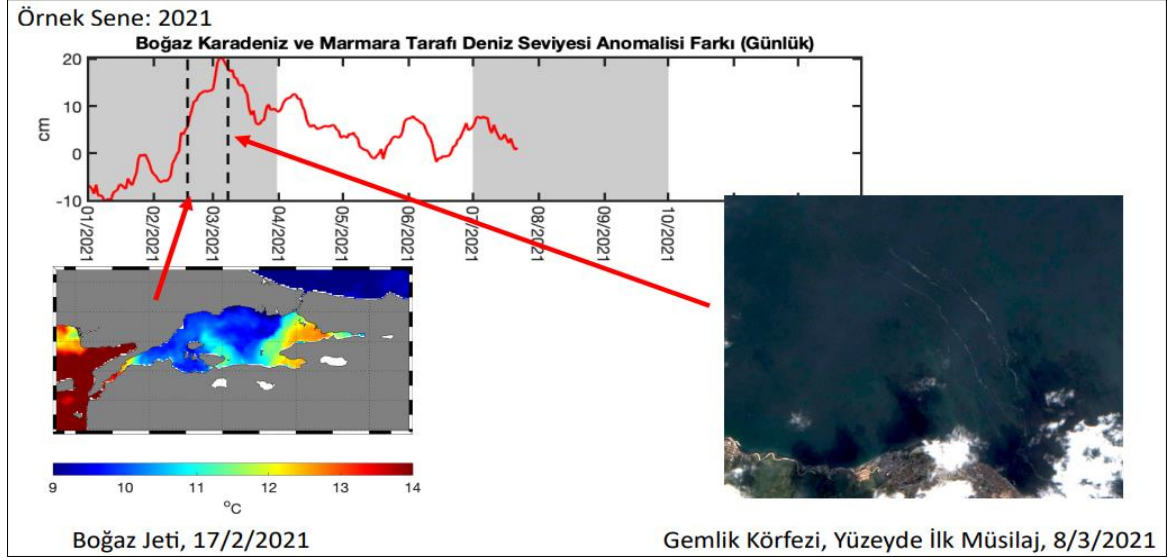
olduğu bildirilmiştir.³⁶¹ Ayrıca yüzeyde müsilağın 3-7 gün süren güçlü boğaz akıntısından (Boğaz jeti) 20-35 gün sonra gözlemlendiği bilgisi de paylaşılmıştır (Şekil 38). 2013-2021 yılları arasında görülen yüzey müsilağ olaylarının olası başlangıç ve bitiş tarihleri Tablo 33'te vermiştir.

Tablo 33. 2013-2021 Yılları Arasında Görülen Yüzey Müsilaj Olaylarının Olası Başlangıç ve Bitiş Tarihleri

Yıl	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi
2015	13 Nisan – 24 Nisan	26 Mayıs – 9 Haziran
2016	22 Şubat – 7 Mart	17 Nisan – 3 Mayıs
2019	28 Ocak – 4 Şubat	5 Mayıs – 13 Mayıs
2020	29 Nisan – 5 Mayıs	6 Haziran – 11 Haziran
2021	3 Mart – 8 Mart	1 Temmuz – 11 Temmuz

Kaynak: Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

Şekil 38. Güçlü Boğaz Akıntısı ve Müsilaj Olaylarının Zamansal İlişkisi



Kaynak: Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 Tarihli Sunumu.

3.5.1.2 Müsilaj Oluşumlarının Çok Zamanlı Optik ve Termal Uydu Görüntülerinden Makine Öğrenme Algoritmaları ile Tespiti

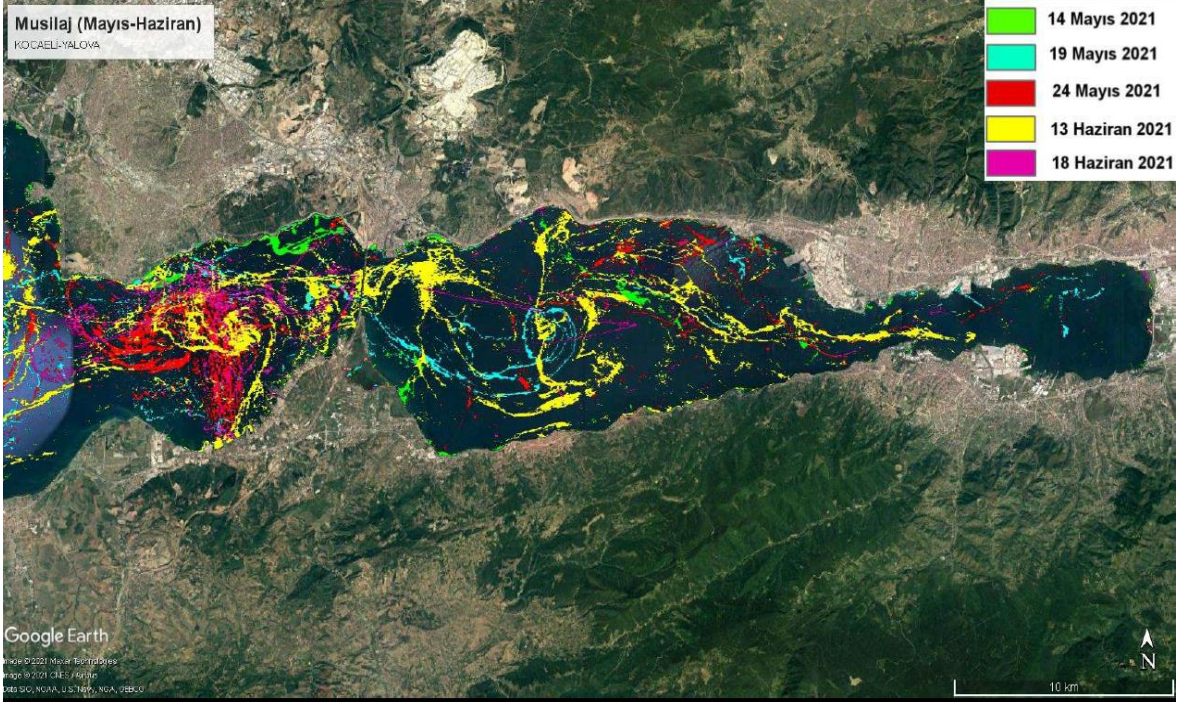
Marmara Denizi'nde yapılan uzaktan algılama ve makine öğrenmesi ile müsilağ tespit ve izleme çalışmaları kapsamında; optik ve termal uydu görüntülerinden faydalanarak müsilağ alanlarının tespiti ve oluşumun ısı değişimi ile ilişkisi incelenmiştir (Şekil 39)³⁶². Ayrıca alg konsantasyonunun haritalanması (Şekil 40), müsilağın hızlı ve etkin tespiti için yeni bir spektral indeks formülü ve yazılım kodu geliştirilmesi (Şekil 41) üzerinde de çalışılmaktadır.³⁶³

³⁶¹ A.g.k.

³⁶² A.g.k.

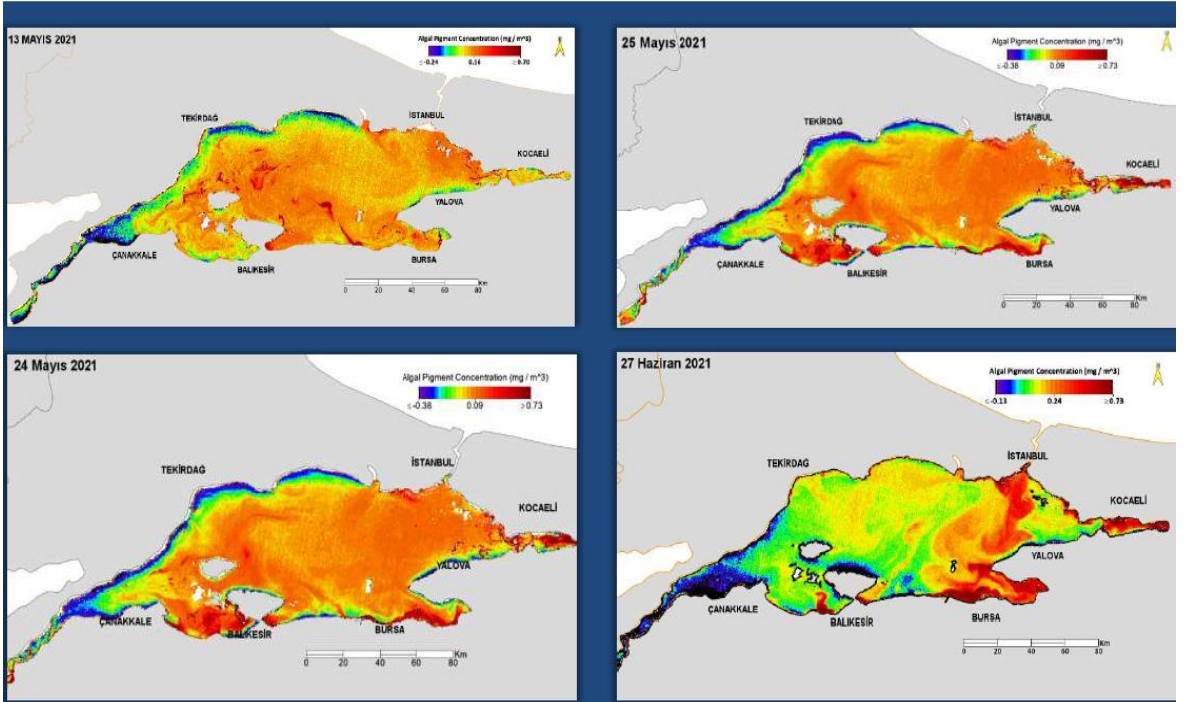
³⁶³ A.g.k.

Şekil 39. İzmit Körfezinde 14 Mayıs-18 Haziran 2021 Tarihleri Arasında Oluşan Müsilajın Optik Uydu Görüntüleri Kullanılarak Haritalanması

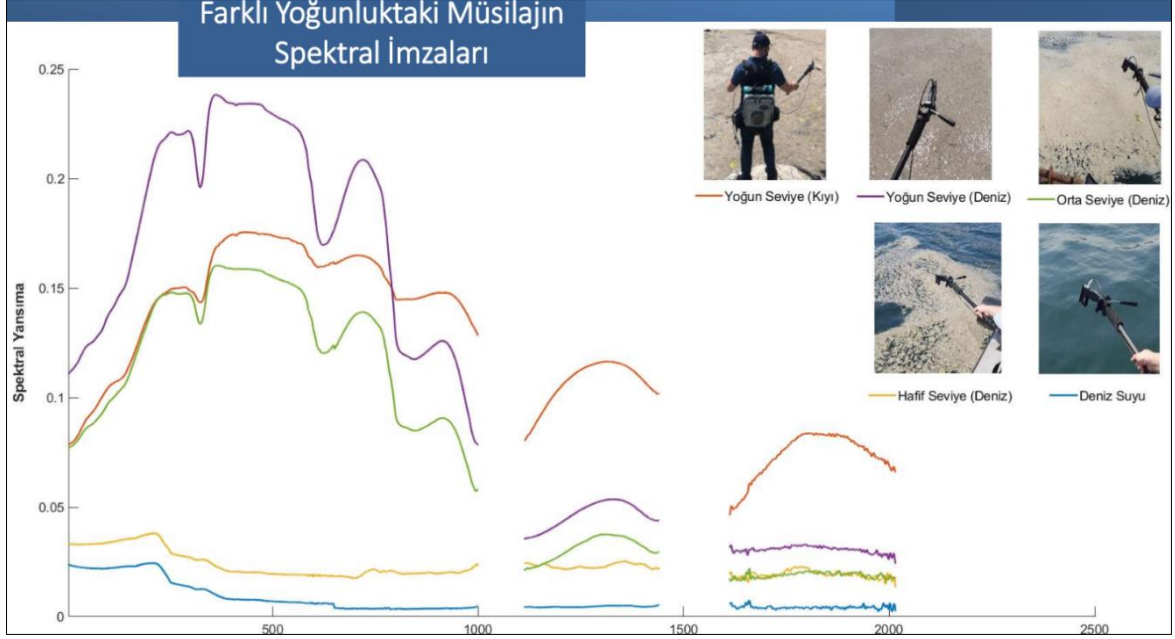


Kaynak: Prof. Dr. Taşkın KAVZAOĞLU'nun 13 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

Şekil 40. Marmara Denizi'ndeki Alg Konsantrasyonunun Uydu Verileri ile İzlenmesi



Kaynak: Prof. Dr. Taşkın KAVZAOĞLU'nun 13 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

Şekil 41. Farklı Yoğunluktaki Müsilajın Spektral İmzaları

Kaynak: Prof. Dr. Taşkın KAVZAOĞLU'nun 13 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

3.5.1.3 Müsilaj için Oşinografik Erken Uyarı Sistemi Projesi

Kuzey Adriyatik'de 1990'lı yıllarda meteorolojik ve oşinografik şartların müsilaj oluşumuna etkisinin incelendiği bir çalışmada müsilaj öncesinde hava ve su sıcaklıklarında ani ve normal olmayan pikler olduğu bildirilmiştir.^{364,365} İtalya'da yapılan bir çalışmada iklimsel olayların müsilaj oluşumları ile doğrudan ilişkili olduğu ortaya konulmuştur.³⁶⁶ Bu çalışmalardan, müsilaj oluşumunda önemli bir faktör olduğu kabul edilen su sıcaklığındaki ani değişimlerin ve diğer oşinografik parametrelerin sürekli takip edilmesinin, müsilaj oluşumunun önceden tahmin edilmesine olanak sağlayabileceği çıkarımı yapılmıştır.³⁶⁷ Bu temelden yola çıkarak TÜBİTAK'a sunulan ve onaylanan proje kapsamında Marmara Denizi'nde seçilecek olan 5 bölgeye kurulacak şamandıra sistemleri ile bir gözlem ağı oluşturulacağı, su kolonundaki uzun süreli ve ani sıcaklık değişimleri ile tuzluluk, çözülmüş oksijen ve pH gibi diğer oşinografik parametrelerin izleneceği, bu verilerdeki değişimlerin takip edileceği ve oluşturulacak olan bir ara yüz ile oşinografik parametrelerde oluşacak ani değişimlerin belirleneceği ve uyarı yayınlanacağı

³⁶⁴ Cozzi S, Ivancic, I., Catalano, G., Djakovac T., Degobbi, D., Dynamics of the oceanographic properties during mucilage appearance in the northern Adriatic Sea: analysis of the 1997 event in comparison to earlier events, J Mar Syst, 2004, 50:223–41.

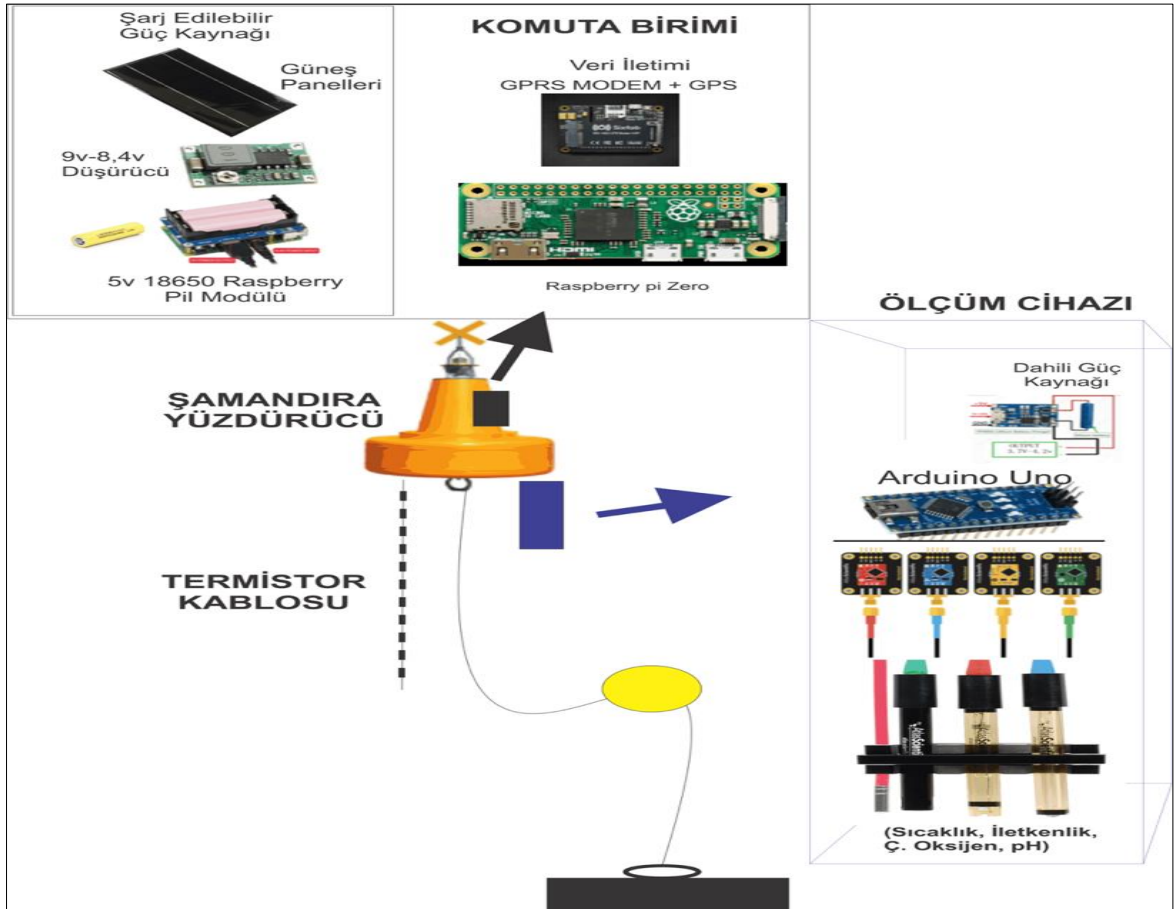
³⁶⁵ Russo A., Maccaferri, S., Djakovac, T., Precali, R., Degobbi, D., Deserti, M., Paschini, E., Lyons, D., Meteorological and oceanographic conditions in the northern Adriatic Sea during the period June 1999–July 2002: influence on the mucilage phenomenon, The Science of the total environment, 2005.

³⁶⁶ Deserti M, Cacciamani, C., Chiggiato, J., Rinaldi, A., Ferrari, C.R., Relationships between northern Adriatic Sea mucilage events and climate variability, Science of The Total Environment, 2005, Volume 353, Issues 1-3, 2005, pp. 82-88.

³⁶⁷ Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Komisyona sunulan 3 Aralık 2021 tarihli ve 922709 sayılı Bilgi Notu.

bildirilmiştir.³⁶⁸ Proje kapsamında öncelikli olarak 2021 yılı Ocak ayından itibaren Landsat ve Sentinel uydu görüntüleri ile yüzey suyu sıcaklığı ve klorofil konsantrasyonu izlenmesi ve böylece müsilaj oluşumunun Marmara Denizi'nde hangi bölgelerde başladığı ya da yoğunlaştığı araştırılması öngörülmektedir. Kurulması planlanan şamandıra sistemi ve sensörlerinin detaylı görüntüsü Şekil 42'de verilmiştir. Proje kapsamında geliştirilmesi planlanan bir web arayüzü sayesinde şamandıralardan elde edilecek verilerin gerçek zamanlı olarak kullanıcılara sunulabileceği ve Marmara Denizi'nde geçmiş yıllarda meydana gelen müsilaj olayları ile uydu verileri (yüzey suyu sıcaklığı, klorofil-a vb.) ve o dönemde toplanmış yerinde veriler kullanılarak müsilaj ile oşinografik parametreler arasındaki ilişkinin ortaya konulmaya çalışılacağı bildirilmiştir. Ayrıca şamandıra sistemlerinin bakımlarının ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Deniz Ekosistem ve İklim Araştırmaları Merkezi (DEKOSİM) ve yerel yönetimler ile sağlanmasının hedeflendiği vurgulanmıştır.

Şekil 42. ODTÜ-DBE'nin 121G154 Nolu TÜBİTAK Projesi Kapsamında Oluşturacağı Oşinografi Şamandıranın Modüllerini Gösteren Şema



Kaynak: Müsilaj için Oşinografik Erken Uyarı Sistemi Projesi- 121G154 (Yürütücü: Dr. Öğr. Üyesi Devrim TEZCAN), Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Komisyona sunulan 3 Aralık 2021 tarihli ve 922709 sayılı Bilgi Notu.

³⁶⁸ A.g.k.

3.5.1.4 Sürekli Deniz Gözlem ve İzleme Sistemleri

Dünya denizlerinde çok uzun yıllardır sürekli gözlem sistemleri kullanılmakla birlikte son 15 yılda gelişen teknoloji ile bu sistemler çok çeşitlenmiştir. Bu sistemler; denizlere yerleştirilen meteorolojik ve oşinografik amaçlı sabit şamandıralar, deniz tabanına yerleştirilen sismometreler, hareketli şamandıralar (drifter), yüzer ve sabit gözlem platformları, istenilen rotada hareket edebilen (glider) ya da akıntı ile sürüklenen (argo) profilleyciler şeklinde sıralanabilir.³⁶⁹ Araştırma gemilerinde sefer süresince sürekli ve gerçek zamanlı ölçüm alabilen sistemler bulunmasının yanı sıra WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) bünyesinde görev yapan VOS (Gönüllü Gözlem Gemileri-Voluntary Observing Ship) Programı kapsamında dünya üzerinde düzenli seferler yapan gemilere kurulan sistemler, gemilerin geçtikleri rota üzerinden sürekli meteorolojik ve oşinografik bilgi elde edilmesini sağlamaktadır.³⁷⁰

Yaklaşık olarak 8.400 km kıyı şeridi bulunan Türkiye'nin tüm bu alanlarının incelenmesi, denizlere ait anlık bilgilerin iletilmesi ve ileriye yönelik deniz ve hava tahminlerinin yapılması açısından gerekli ve önemlidir. Bu kapsamda başta Marmara Denizi olmak üzere denizlerimizde, oluşacak deprem, denizaltı heyelanları ve tsunami gibi doğal afetler ile iklim değişikliğinin deniz ekosistemlerine etkisini içeren oşinografik verilerin izlenmesi ve araştırılması için deniz tabanı ve deniz yüzeyinde ölçümler yapılmasını sağlayacak gözlem ağlarına acilen ihtiyaç olduğu bildirilmiş, bu kapsamda hem araştırma gemilerinin kapasitesinin artırılması hemde modern ve sürekli gözlem yapan yöntem ve teknolojilerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir.³⁷¹

Marmara Denizi'nde On-line İzleme Sistemleri Kurulması

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) koordinasyonunda 2018 yılında başlatılan IPA projesi ile Karadeniz ve Marmara Denizi kıyı bölgesinde oşinografik, meteorolojik ve akustik ölçümleri on-line olarak yürüten deniz izleme şamandıra sistemleri kurulmuştur. Projenin tedarik bileşeni kapsamında Çanakkale, Bandırma, Trabzon, Sinop ve İğneada olmak üzere toplam 6 noktaya yüzer platformlar yerleştirilmiştir. Bu deniz izleme sistemlerinden her dört saatte bir olmak üzere alınan veriler on-line olarak Ankara'da TAGEM Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulan Ulusal Balıkçılık UBSİBİM merkezine aktarılmaktadır. Proje kapsamında ayrıca iki adet insansız sualtı otonom cihazı ile araştırma gemilerinin saha

³⁶⁹ Ulusal Deniz Araştırmaları Programı: 2018-2027, Türk Deniz Kuvvetleri Seyir Hidroğrafi ve Oşinoğrafi Dairesi Başkanlığı.

³⁷⁰ A.g.k.

³⁷¹ A.g.k.

çalışmalarında lokal düzeyde deniz suyu özelliklerine ait veriler toplanmaktadır.³⁷² Boğaz geçişlerinde balık stoklarının izlenmesi, elde edilen verilerin değerlendirilerek hem stok ve balık göçlerine ilişkin verilerin elde edilmesi ve bu veriler üzerinden, bir ekosistem modeli oluşturulacak olması projenin ulaşmak istediği diğer bir hedef olarak vurgulanmıştır. Halen şamandıra sistemlerinde kurulu bulunan çok sayıda dijital ve akustik ölçüm yapan cihaz ile dalga boyu akıntı vb. meteorolojik ve nitrat, fosfat, klorofil-a vb fiziko kimyasal veriler, balık göç davranışı ve sürü oluşumları ve stok değerlendirmelerinin izlendiği bildirilmiştir.

Şekil 43. Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM Tarafından Kurulan Deniz İzleme Sistemlerinin Bulunduğu Alanlar



Kaynak: TAGEM 2021. “Implementation of Stock Assessments in Fisheries Activities” TR2015/AG/08/A3 Kodlu IPA Projesi.

Bu tarz uzun dönemli ve sabit lokasyonlu şamandıraların ürettikleri veriler özellikle kurulu oldukları bölgenin iklimsel özelliklerinin ortaya konulması açısından da önem taşımaktadır. Ayrıca üniversitelerin girişimi ile devlet destekli projelerden, akıntılara bağlı olarak hareket eden profilleyci cihazlardan (argo floats) Karadeniz’e dört ve Akdeniz’e iki tane bırakılmıştır.³⁷³ Ayrıca Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından deniz trafiğinin yoğun olduğu İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışının her iki yakasına HF Deniz Radarı kurulmuştur.

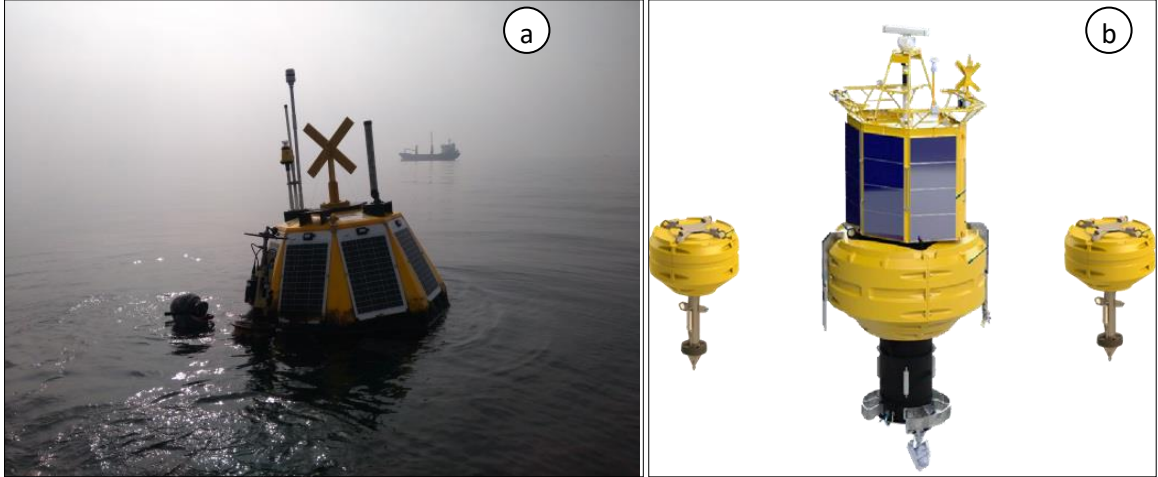
Hâlihazırda kurulu sürekli gözlem sistemlerinin hâkim oldukları alanların dar olması ve bunlardan üretilen veri setlerinin azlığı ülkemiz için özellikle deniz araştırmalarında ciddi bir eksiklik oluşturmaktadır. Türkiye’de kısa ve uzun dönemli araştırmalar için denizlerimizde bu tür gözlem sistemlerinin çeşitlendirilmesi, tüm

³⁷² TAGEM 2021, “Implementation of Stock Assessments in Fisheries Activities” TR2015/AG/08/A3 kodlu IPA Projesi, Ankara.

³⁷³ ODTÜ-Deniz Ekosistem ve İklim Araştırmaları Merkezi (DEKOSİM), <http://dekosim.ims.metu.edu.tr/> Erişim Tarihi: 01.12.2021.

kıyılarımızı kapsayacak şekilde sayılarının artırılması ve bir ağ kurulması gerekmektedir. Marmara Denizi'nde, İzmit Körfezi denizel bölgesinde TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü tarafından gerçek zamanlı izleme sistemi kurulması için prototip oluşturulmuştur. Bu amaçla, 2018 yılında yürütülen çalışmada, Osman Gazi Köprüsü'nün batısında kalan alanda gerçek zamanlı izleme şamandıra sistemi kurulmuştur. Şamandıra üzerinde yer alan algılayıcılar (sensörler) sayesinde su üstünde atmosferik, su altında ise oşinografik parametreler günde en az 4 defa ölçülerek karada bulunan sunucuya iletilmektedir. Marmara Denizi'nin iki tabakalı bir yapıya sahip olması nedeniyle her iki tabakayı temsil edecek şekilde ölçümler yapılabilmektedir. Böylece deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu, çözünmüş oksijen ve klorofil-a gibi fiziko-kimyasal parametreler ölçülmektedir. Ayrıca su kütlelerin hareketlerini tespit etmek için su kolonu boyunca akıntı ölçümü de yapılmaktadır.³⁷⁴

Şekil 44. TÜBİTAK MAM(a) ve TAGEM(b) Tarafından Marmara Denizinde Kurulan Gerçek Zamanlı Şamandıra İzleme Sistemleri



Kaynak: TÜBİTAK MAM, TAGEM.

3.5.2 Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ)

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca, TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi koordinasyonunda ve 6 üniversitenin denizcilik enstitüleri, Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu işbirliğinde araştırma gemileri (Resim 17) ve deniz bilimi uzmanlarınca yürütülmekte olan Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) ile tüm denizlerimizde toplam 423 noktada izleme çalışmaları düzenli olarak devam etmektedir.

³⁷⁴ TAGEM 2021, "Implementation of Stock Assessments in Fisheries Activities" TR2015/AG/08/A3 kodlu IPA Projesi, Ankara.

Resim 17. DEN-İZ Kapsamında Deniz Araştırma Gemileri

Kaynak: ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2021) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşİ 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli.

Ulusal izleme programı ile denizlerimizin kirlilik ve kalite durumu deniz suyu, sediman, biyota gibi matrislerde organik kirleticiler, fizikokimyasal parametreler, deniz çöpleri gibi çok çeşitli parametrelerde ortaya konulmaktadır (Resim 18). Program üçer yıllık dönemlerle yürütülmektedir.³⁷⁵ İlk iki üçer yıllık dönemi 2014-2019'da uygulamaya konularak tamamlanmış olup; 2020-2022 dönemi çalışmaları devam etmektedir.

Resim 18. DEN-İZ Fizikokimyasal İzleme ve Analiz Çalışmaları

³⁷⁵ ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2021) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşİ 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli.

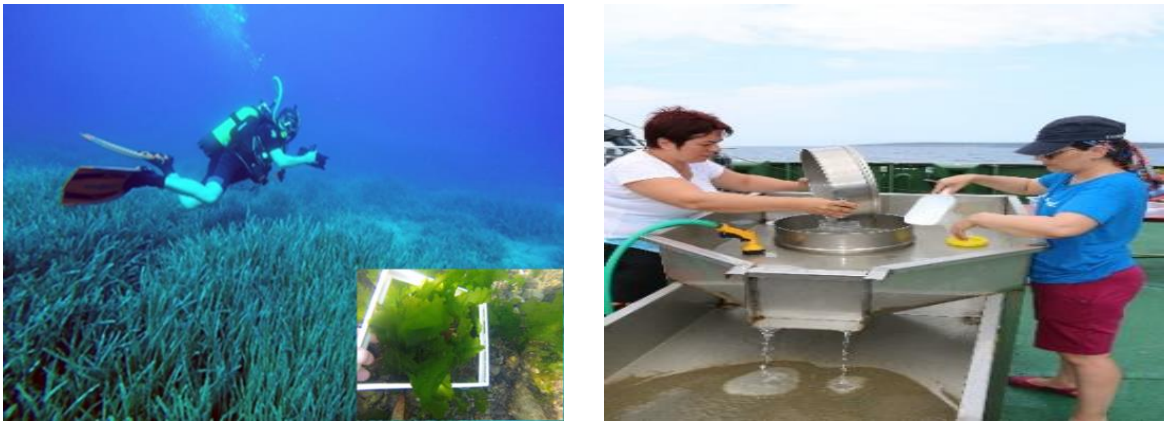


Kaynak: ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2021) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli.

Program taraf olduğumuz Bölgesel Deniz Sözleşmeleri (Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri), AB Direktifleri (Su Çerçeve Direktifi-SÇD ve Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi-DSÇD) ve ulusal mevzuatımıza göre tüm denizlerimizde ülke olarak yerine getirmek zorunda olduğumuz izlemelere göre entegre bir yapıda oluşturulmuştur. 2011 yılından itibaren program Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na yürütülmektedir. Programda; deniz suyunda fizikokimyasal parametreler, sediman ve biyotada kirletici parametreleri, biyoçeşitlilik açısından fitoplankton, zooplankton, deniz çayırları, makrozoobentoz, makroflora izlenmesi ve izleme alanlarında yabancı ve istilacı türler, deniz makro ve mikro çöplerinin izlenmesi, radyoaktivite izlenmesi gibi birçok bileşen yer almaktadır.³⁷⁶

Her yeni izleme döneminde programa yeni araştırma geliştirme bileşenleri ve Bölgesel Deniz Sözleşmeleri gerekliliklerine ve ülke ihtiyaçlarına göre yeni bileşenler eklenmektedir. 2017-2019 İzleme programında Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde deniz çayırının yayılış gösterdiği üç bölgede (Paşalimanı Adası ve Çeşme-İldır ve Karaada) istasyon kurulumu, istasyonların gözlem ve ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tüm denizlerimizde pilot ölçekli sahil çöp çalışmaları yapılmıştır.

Resim 19. DEN-İZ Biyoçeşitlilik İzleme ve Analiz Çalışmaları



³⁷⁶ A.g.k.



Kaynak: ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2021) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşİ 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli.

Denizlerimizdeki su kütleleri; Su Yönetim Birimi (SYB)³⁷⁷ ve Deniz Değerlendirme Alanlarına (DDA)³⁷⁸ ayrılarak değerlendirilmektedir. Bu ayrımlar, bölgesel olarak fiziksel, kimyasal ve oşinografik özellikler dikkate alınarak deniz bilimciler

³⁷⁷ Su Yönetim Birimi (SYB; Su kütlesi): Yüze sularının önemli özelliklerle-fiziksel, hidromorfolojik, ekolojik ve baskıların analizi ile- ayrıştırılmış bir yüze suyu bölümünü (Su Çerçeve Direktifi'ndeki "water body" kavramı).

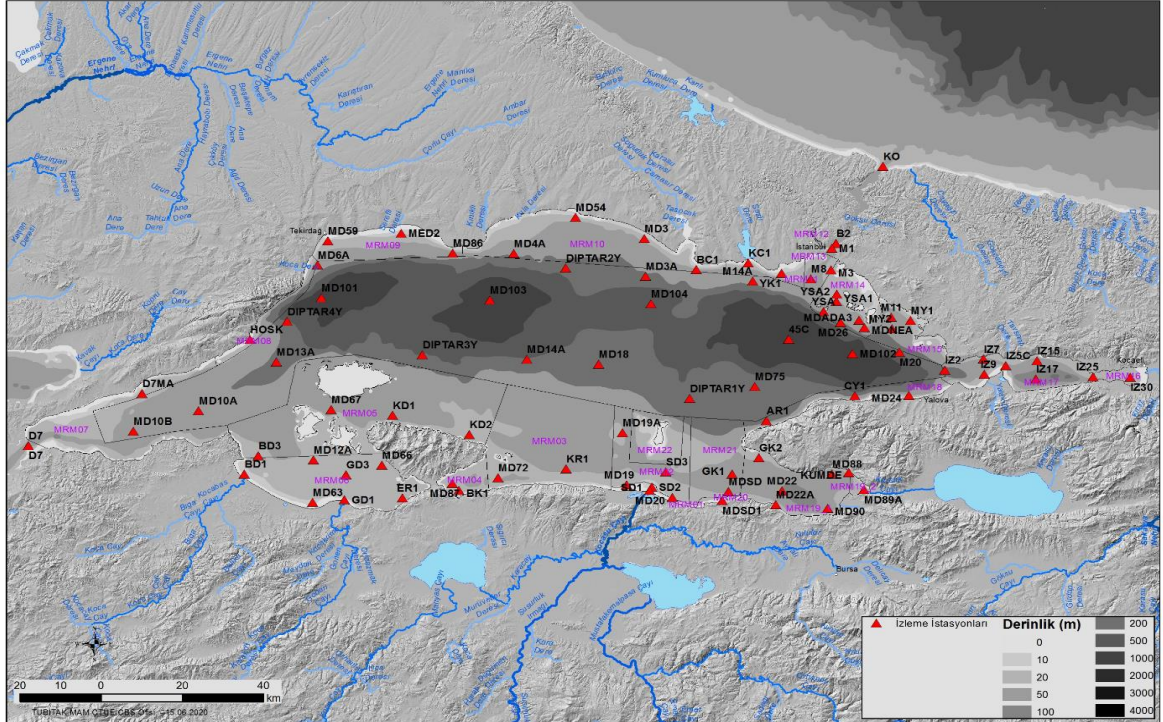
³⁷⁸ Deniz Değerlendirme Birimleri (DDB): Benzer hidrolomorfolojik, biyolojik ve baskı unsurlarına sahip ve her deniz için tanımlanan alt değerlendirme birimlerini, kıyı ve deniz sularını oluşturur. Deniz Stratejisi Çerçevesi Direktifinin getirdiği bir kavramdır.

tarafından yapılmaktadır. DEN-İZ programı kapsamında kara kökenli kirleticiler ve ulusal yönetmeliklere göre kıyıların değerlendirilmesi yapılmaktadır.³⁷⁹

Programdan elde edilen veri ve bilgiler Barcelona ve Bükreş Sözleşmeleri doğrultusunda uluslararası sekreteryaya raporlanmaktadır. Ulusal olarak ise TÜİK raporlamaları yapılmakta ve her üç yıllık izleme dönemi sonunda bilgiler ve değerlendirmeler Ulusal Deniz İzleme ve Değerlendirme Sempozyumları ile paylaşılmaktadır. 3. Ulusal Deniz İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu 2022 yılında gerçekleştirilmesini planlanmaktadır. Bununla birlikte her üç yıllık dönemler sonunda Özet Raporlar yayımlanmaktadır. 2015-2017 yılları arasında tüm denizlerimizde izlemelerde standardizasyonun sağlanması ve izleme stratejilerinin uygulanması, denizlerimize özgü izleme kılavuzlarının hazırlanması amacıyla Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi (DISSP) yürütülmüştür. Proje sonunda 12 adet izleme kılavuzu³⁸⁰ ile Ulusal Deniz İzleme Strateji Belgesi hazırlanmıştır.

2014 yılında 59 istasyonla yılda iki sefer izleme yapılan Marmara Denizi izleme ağı 2017 yılından itibaren yılda 3 sefer izleme olacak şekilde 91 istasyona genişletilmiştir (Şekil 45).

Şekil 45. Marmara Denizi Ölçüm ve Örnekleme İstasyon Haritası



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

³⁷⁹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

³⁸⁰ https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/menu/deniz_izleme_klavuzlari_20180516024237.pdf, Erişim Tarihi: 28.12.2021.

3.5.3 Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD) Projesi

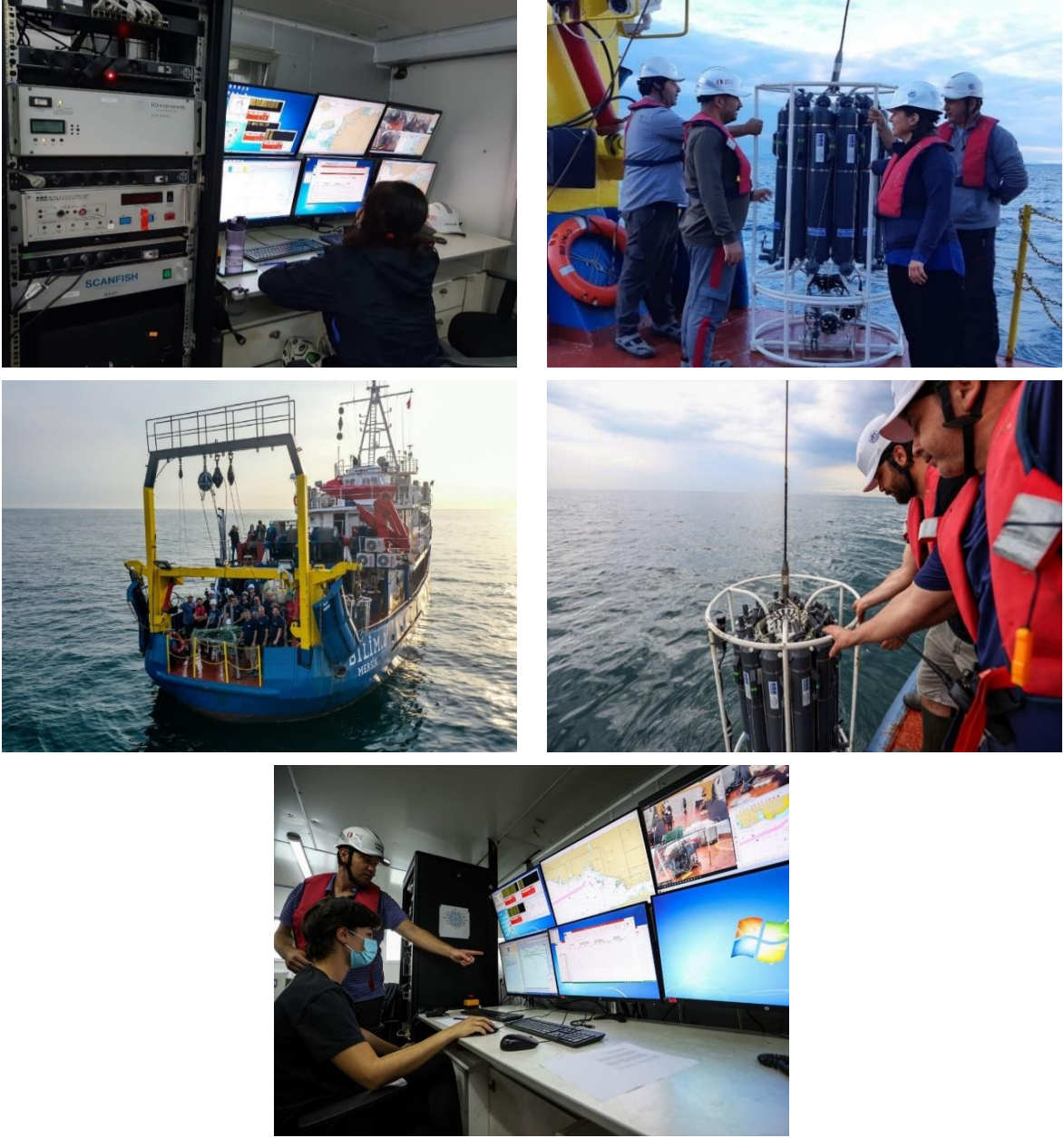
Marmara Denizi'ndeki çevresel durumun en önemli göstergelerinden birisi sudaki çözünmüş oksijen miktarıdır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen ulusal deniz izleme programı "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme" çalışması bulguları ve diğer araştırmalar ile Marmara Denizi'nin özellikle yaz ve sonbahar dönemlerinde ara ve alt tabakasında çözünmüş oksijen azalması olduğu tespit edilmiştir. Son 15-20 yıl içinde en derin bölgelerdeki oksijen değerleri ciddi azalmalar göstermiş, oksijen değerleri hipoksi (oksijen yetmezliği) sınırı olarak görülen 80 mikromoların altına inmiştir.³⁸¹

Marmara Denizi Karadeniz ve Akdeniz arasında bir geçiş denizi olması, iki tabakalı bir yapıda olması ve kıyısında yoğun insan nüfusunu barındırması nedenleri ile doğal bir laboratuvarıdır. Çevresinde Türkiye'nin ekonomisini güçlü kılan metropollerin bulunduğu önemli düzeyde taşımacılık, turizm ve balıkçılık başta olmak üzere diğer birçok ekonomik etkinliği destekleyen bir sistemdir.

Marmara Denizi üzerindeki baskı unsurlarının çok çeşitli olması ve sektörel çözümlerin yeterli olmaması, bütüncül ve sorumlulukların paylaşıldığı yaklaşım ve önlemlere ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Bu durum, Marmara Denizi'nin mevcut durumunun net olarak ortaya konulması, modelleme çalışması ile kirlilik yüklerinin azaltılması, noktasal kirlilik kaynaklarının belirlenmesi, ekosistem temelli yaklaşım esas alınarak Marmara Denizi'nin korunmasına yönelik eylemlerin oluşturulması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu kapsamda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile ilki 2017 yılında, ikincisi ise 2021 yılında imzalanan protokollerle Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü yürütücülüğünde Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD) Faz I ve Faz II projeleri kapsamında çalışmalar başlatılmış ve devam etmektedir (Resim 20). MARMOD projeleri ile Marmara Denizi için bir bütünleşik modelleme sistemi oluşturularak, Marmara Denizi'ne özgü çevresel yönetim ve ekolojik yaklaşımlı planlara katkı sağlanması hedeflenmiştir.³⁸²

³⁸¹ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TÜBİTAK-MAM, "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016: Marmara Denizi Özet Raporu", Kocaeli, 2017.

³⁸² Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Komisyona sunulan 3 Aralık 2021 tarihli ve 922709 sayılı Bilgi Notu.

Resim 20. MARMOD Projesi İzleme Çalışmaları

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

3.5.3.1 MARMOD Faz I

MARMOD Faz I projesinin ana amacı; Marmara Denizi'ne özgü çevresel yönetim ve ekolojik yaklaşımli su kalitesi iyileştirme planlarının oluşturulmasında kullanılacak Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi'ni (MARMOD) geliştirmek ve iyi kalite deniz ekosisteminin Marmara'da tekrar gelişmesine imkan sağlayacak şekilde kara kökenli noktasal kirlilik yüklerinde kademeli olarak azaltım hedeflerinin ortaya konulmasıdır.

Proje ile;

- Veri tabanı oluşturulmuş,
- Tek boyutlu MARMOD modeli geliştirilmiş,

- Marmara Denizi’nde ulaşılması gereken referans koşullar belirlenmiş,
- Modelde yer alan senaryolara göre eylem planı önerileri oluşturulmuş,
- Değerlendirmelerin ve çıktılarının paydaşlarla paylaşıldığı kapanış çalışmayı düzenlenmiştir.

Faz I kapsamında 2010 öncesi döneme göre son 15 yılda basende ciddi bir oksijen azalması olduğu tespit edilmiştir. Ekosistem modelleme çalışmaları kapsamında modelin kurulması için gerekli sınır koşulları belirlenmiş, bunun için veri tabanından Marmara Denizi’nin oşinografik özelliklerinin belirlenmesi, Karadeniz’den giren su bütçesinin ve buna bağlı yük miktarının hesaplanması çalışmaları yapılmıştır. Bununla birlikte karasal kaynaklardan giren yük miktarları belirlenmeye çalışılmış ve ardından ilk kez Marmara Denizi’ne özgü, Marmara Denizi’nin fiziksel ve biyojeokimyasal özelliklerini temsil eden ulusal kaynaklarla geliştirilen bütünleşik bir model oluşturulmuştur.³⁸³

MARMOD Projesi Faz I kapsamında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü (ODTÜ-DBE), İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü (İÜ-DBİE) ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK-MAM) birlikte çalışmışlardır. Marmara Denizi’ne özgü çevresel yönetim ve ekolojik yaklaşımlı su kalitesi iyileştirme planlarının oluşturulmasında kullanılmak üzere geliştirilen MARMOD projesi kapsamında model çalışmalarında kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturulmuştur. Öncelikli olarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen Ulusal Deniz İzleme Programı ve daha öncesinde değişik kurumlarca Marmara Denizi’nde toplanan denizel verilerin bir araya getirilmesi ve bu verilerin kalite kontrolünün yapılması hedeflenmiştir. İÜ-DBİE ve TÜBİTAK-MAM, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen Ulusal Deniz İzleme Projeleri kapsamında toplanılan denizel veriler ve ODTÜ-DBE’nin 1985 yılından itibaren farklı çalışmaları kapsamında Marmara Denizi’nden topladığı veriler bu veri tabanına eklemiştir.

MARMOD projesinin birinci fazının öncelikli hedefi, Marmara’da tek boyutlu modeller yardımıyla Akdeniz’den gelen oksijenli sular ile Karadeniz ve karasal kökenli yüklerin farklı derinlik tabakalarında etkileşimlerinin çözümlenmesi şeklinde belirtilmiştir.³⁸⁴ Tek boyutlu model ileriye dönük olarak Marmara derin baseni ortalama koşulları için 6 yıllık bir süre için çalıştırılmış, modelin günümüz koşullarını çok iyi yansıttığı görülmüştür. Buna göre karışmış tabakanın altındaki ortalama oksijen konsantrasyonu 40 mikromolar olarak hesaplanmıştır. Marmara derin baseni için tarihsel

³⁸³ A.g.k.

³⁸⁴ A.g.k.

veriye dayanarak referans koşul olarak belirlenen ve aynı zamanda balık gibi yüksek yapılı organizmalar için hipoksiye tolerans alt sınırı olarak kabul edilen 80 mikromolar değerinin çok altında olan bu değer nasıl bu kritik eşiğin üzerine çıkabileceği konusunda yönetim planlarına destek olunması için çeşitli senaryo model çalışmaları uygulanmıştır. Tüm senaryo sonuçları altı yıllık bir dönemi temsil etmiştir ve bu da sistemin göreceli olarak hızlı biçimde (6 yıl minimum olarak bildirilmiştir) ancak tüm basen ölçeğinde gerekli önlemler alındığında hipoksi riskini azaltan bir davranışa geçeceği vurgulanmıştır.³⁸⁵ MARMOD ilk faz sonuçlarından öne çıkan bulgular; **karasal yükler %40 oranında azaltıldığı takdirde Marmara Denizi alt sularının 6 yıl gibi bir sürede hipoksi eşiğinin üzerine çıkabileceğini göstermiştir.** Görece olarak Marmara'yı en fazla etkileyen girdilerin karasal kaynaklı olduğu görülmüş bunu sırasıyla Karadeniz'den gelen yükler ve boğaz alt suyuna yapılan deşarjlar takip etmiştir. Model sonuçlarına göre **Karadeniz'den gelen tüm yükler ortadan kaldırılsa dahi Marmara Denizi dip suları hipoksi eşiğini 6 yılda geçememektedir. Ancak Karadeniz'den gelen yüklerle birlikte boğaz alt suyuna verilen yükler beraber ortadan kaldırıldığında istenen düzeye yaklaşan bir iyileşme görülmüştür.** Karadeniz'den gelen yüklere bir müdahalenin söz konusu olmayacağı varsayıldığında, Marmara Denizi oksijen seviyelerini arzu edilen seviyelere getirmek için **karasal yüklerin azaltılmasının en öncelikli önlem olarak öne çıktığı, yalnız boğaz alt suyuna verilen deşarjlar konusunda da alınacak önlemlerin çok etkili olacağı model sonuçlarında gösterilmiştir.**³⁸⁶

Bu sonuçlara göre Marmara Denizi'nin ekolojik olarak sürdürülebilir yönetimi için ivedikle alınması önerilen önlemler:

- Susurluk Havzası'nda öncelikli olmak üzere yaygın olarak akarsu kenarı tampon bölge uygulamasına geçilmelidir.
- İstanbul öncelikli olmak üzere kentsel atık deşarjlarının hızla en verimli şekilde arıtılmasına imkân verecek yatırımlar yapılmalı ve deşarj noktaları hassas Marmara ekosistemini en az etkileyecek şekilde seçilmelidir.
- Bunlara ek olarak uzun vadede yük azaltımlarına imkân verecek planlama (tarım ve gübre kullanımı yönetimi, kentsel alanlardan yüzey suyu/yağış akışı ile gelen yüklerin yönetimi gibi) ve uygulama çalışmaları yapılmalıdır.

³⁸⁵ A.g.k.

³⁸⁶ A.g.k.

–Kuzey Marmara bölgesinde azot ve fosfor yükleri sanayi ve kentsel kaynaklı atık su deşarjları için alıcı ortamın taşıma kapasitesini dikkate alan limitlerin belirlenmesi gerekmektedir.³⁸⁷

3.5.3.2 MARMOD Faz II

İlk fazda yapılan analizler güncel havza kaynaklı besin yükü tahminlerinin gerçek değerlerden büyük oranda düşük olduğuna işaret etmiştir. Karasal noktasal ve yayılı kaynaklardan gelen yüklerin daha tutarlı tahminlerini yapmadan başarılı uygulama stratejilerini hayata geçirmek özellikle orta ve uzun vadede mümkün olmadığı gerçeğinden yola çıkılarak başlanılan MARMOD projesinin ikinci fazında seçilen pilot alanlarda, havza kaynaklı besin yüklerinin yüksek alansal ve zamansal ölçekte ortaya koyacak saha çalışmaları ile bu çalışmaların sonuçları kalan alanlara yansıtılarak daha tutarlı besin yükü tahminleri yapılacağı bildirilmiştir. Su bütçelerinin güncellenip besin yükü ve oksijen alışverişlerinin belirlenmesi ve model sonuçlarını iyileştirecek şekilde tasarlanan yeni saha çalışmalarının yapılması ile mevcut öngörü kapasitesinin daha da artacağı vurgulanmıştır. Projenin Faz II aşamasında gerek yeni gözlemler gerekse üç boyutlu modeller sayesinde Marmara Denizi'ne taşınan yükler hakkında daha güvenli ve alt bölgeler için detaylandırılmış, ilerideki dönemlerde bölgesel çaplı yönetim planları hazırlanması ve temel alınabilecek önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.³⁸⁸

MARMOD Faz II kapsamında ilk araştırma seferi Haziran 2021'de ODTÜ-DBE Bilim-2 araştırma gemisi ile gerçekleştirilmiştir. Yakın dönemde Marmara Denizi'nde ortaya çıkan müsilaj problemi nedeniyle proje kapsamında planlanan bilimsel çalışmalara ek çalışmalar yapılmıştır ve toplam 35 olan istasyon sayısı müsilaja yönelik yapılmasına karar verilen ek çalışmalar için değişik bölgelerden yapılan örneklemelerle birlikte 174'e çıkarılmıştır (Şekil 46 ve 47).

Birinci seferin tamamlanmasının ardından müsilajın yayılım sürecini incelemek için 23.06.2021-02.07.2021 tarihleri arasında ikinci bir Marmara araştırma seferi gerçekleştirilmiştir. Bu ikinci seferde toplam 59 istasyonda çalışmalar yapılmıştır. İzleme noktaları toplamda 150 istasyona çıkarılmıştır. Bu kapsamda İTP'ye göre 2021 yılında yapılması planlanan araştırma seferleri tamamlanmıştır. Bu seferlere ek olarak hem mevsimsel koşulların izlenmesi hem de müsilajın durumunun takip edilmesi için Eylül ayında üçüncü bir araştırma seferi gerçekleştirilmiştir.³⁸⁹ Yapılan araştırma seferleri

³⁸⁷ MARMOD Projesi Faz I Final Raporu.

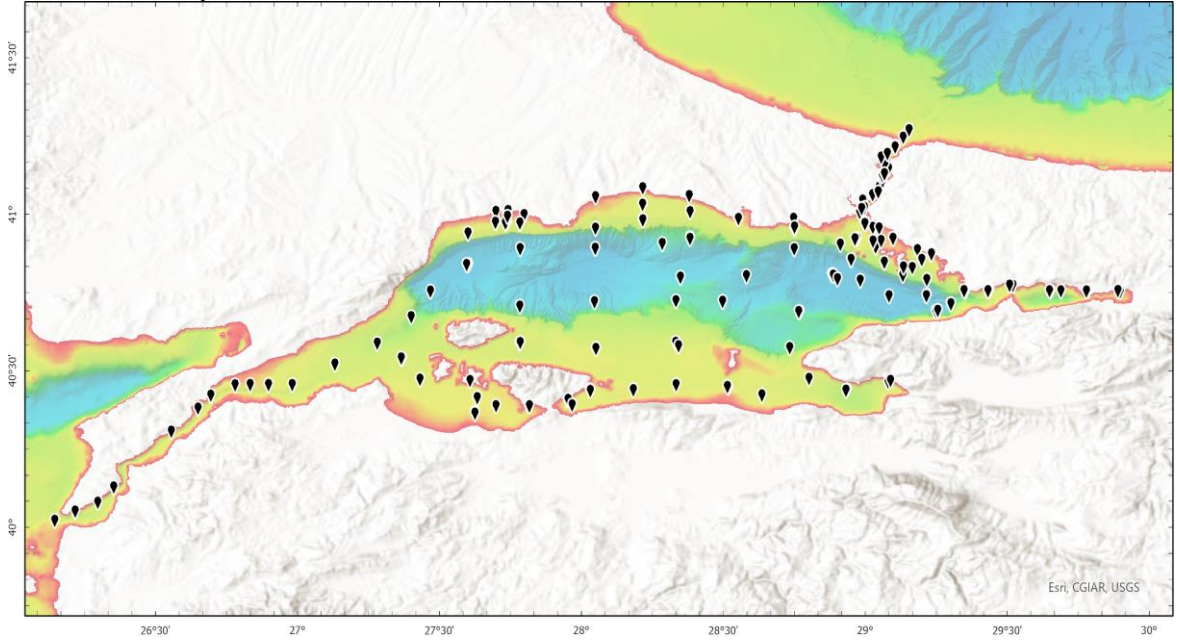
³⁸⁸ Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Komisyona sunulan 3 Aralık 2021 tarihli ve 922709 sayılı Bilgi Notu.

³⁸⁹ A.g.k.

sırasında ölçülen parametreler istasyonlara göre değişkenlik göstermekle birlikte; derinliğe bağlı tuzluluk, sıcaklık, yoğunluk, çözülmüş oksijen, fitoplankton biyokütlesi göstergesi olan Klorofil-a, pigment, pH, besin elementleri (TP, PO₄, NO₂, NO₂+NO₃, Si, NH₄), toplam askıda katı madde, partikül organik karbon ve partikül organik azot olarak verilmiştir. Bunlara ek olarak fitoplankton örnekleme de yapıldığı bildirilmiştir.³⁹⁰

Ayrıca müsilajın yayılım sürecini incelemek için gerçekleştirilen ikinci araştırma seferinde geleneksel yöntemlere göre çok daha fazla yüzey alanı tarayabilen, DEKOSIM projesi kapsamında alınan ScanFish (Su Kolonu Tarayıcısı) cihazı ile tarama yapılmış, bu sayede Marmara Denizi'nde toplam 500 km uzunluğunda hat boyunca sıcaklık, iletkenlik (tuzluluk), çözülmüş oksijen, klorofil ve bulanıklık parametreleri ölçülmüştür. ScanFish'in kesintisiz veri toplayabilmesi sayesinde hem düşey yönde hem de yanal yönde değişimler yerinde gözlenebilmiştir.³⁹¹

Şekil 46. MARMOD Faz II Kapsamında Gerçekleştirilen İlk Araştırma Seferi Örnekleme İstasyonları

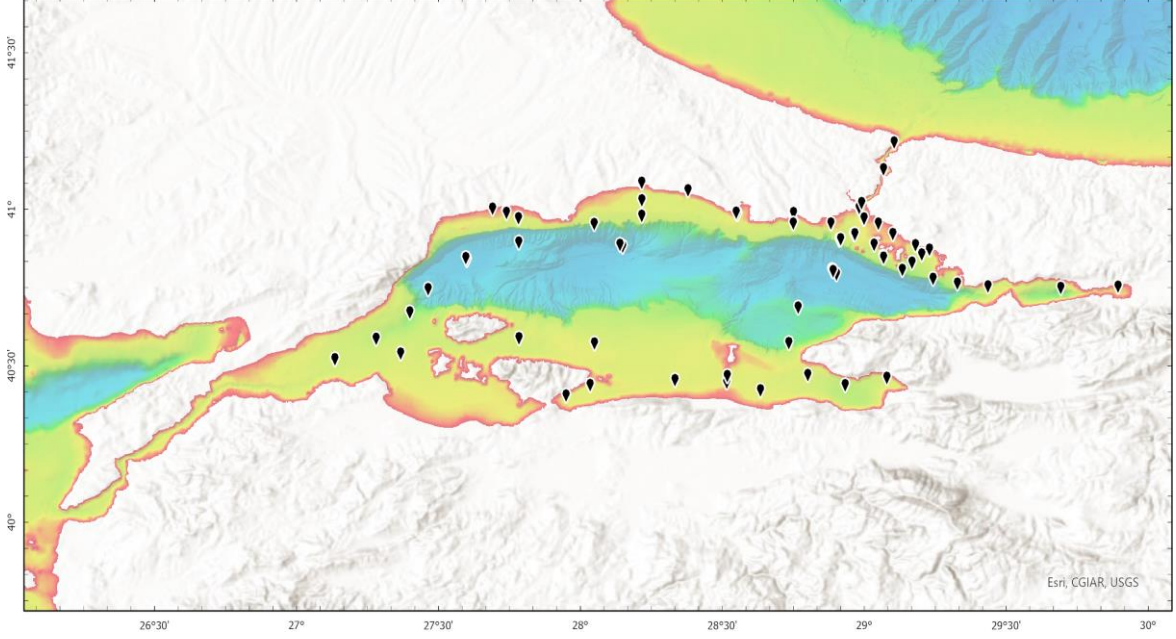


Kaynak: ODTU-DBE Veritabanı, 3 Aralık 2021 tarihinde Komisyona sunulan rapordan alınmıştır.

³⁹⁰ A.g.k.

³⁹¹ A.g.k.

Şekil 47. MARMOD Faz II Kapsamında Gerçekleştirilen İkinci Araştırma Seferi Örneklem İstasyonları



Kaynak: ODTU-DBE Veritabanı, 3 Aralık 2021 tarihinde Komisyona sunulan rapordan alınmıştır.

Proje kapsamında müsilajın yapısının anlaşılması ve etkilerinin izlenmesine yönelik yürütülen ek çalışmalar şu şekilde özetlenmiştir;³⁹²

1. Mikroskobik bitki türleri (fitoplankton) ve bakteri çalışması: Fiziksel dinamiklerin hızlı değişim gösterdiği belli istasyonlarda fitoplankton ve bakteri profillerinin tanımlanması.

2. Müsilajın kimyasal yapısını anlamaya yönelik analizler: Organik ve inorganik yapısının aydınlatması, içeriğinde varsa toksinlerin tespiti, böylece deniz suyunda bu yapıların izlenmesi ile müsilajın önceden tespit edilebilmesine yönelik ipuçlarının araştırılması.

3. Ortamdaki oksijen bütçesinin çıkartılması: Bu kapsamda belirli istasyonlarda yüzey tabakasında oksijen tüketim hızlarının ölçülmesi, müsilajlı materyalin ortamdaki oksijeni ne kadar tükettiğinin hesaplanması ve birincil üretimin ölçülerek, fotosentetik aktivitenin izlenmesi.

4. Genetik çalışmalar: Müsilaj yapısındaki bakteri gruplarının (patojenler dâhil) ve bu grupların görece bolluklarının ortaya çıkarılması, eğer varsa hastalık etkeni bakterilerin tespiti ve ekosisteme olası etkilerinin ön görülmesi. Ayrıca, müsilaj içindeki mantar, alg, bitki ve omurgasız hayvanların tespiti.

MARMOD Faz I kapsamında geliştirilen 1-boyutlu model tamamlanmış ve farklı parametre değerlerine göre tekrar çalıştırılabileceği rapor edilmiştir. MARMOD Faz II

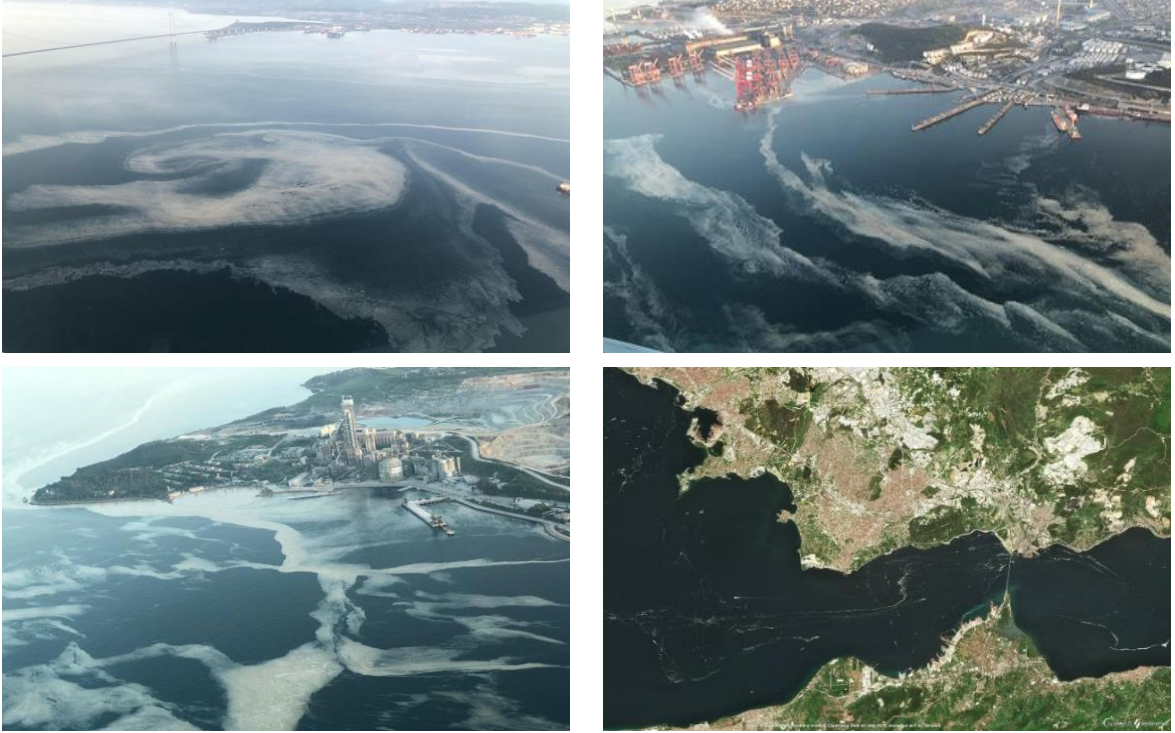
³⁹² A.g.k.

kapsamında ise geliştirilecek olan 3-boyutlu model için sınır ve başlangıç koşullarının tanımlanma süreç devam etmektedir.³⁹³

3.5.4 DEN-İZ ve MARMOD Projesi Kapsamında Marmara Denizi'nde Müsilaja Yönelik Yürütülen Araştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi³⁹⁴

Ülkemizde ilk olarak 2007 yılının Eylül-Ekim aylarında Marmara Denizi'nde meydana gelen müsilaj olayı üzerine yapılmış bir çalışmanın³⁹⁵ çıktılarına göre; müsilaj, fitoplankton olarak adlandırılan, denizlerde fotosentez ile oksijen üretme kabiliyetine sahip olan mikroskobik canlıların, hücre içeriklerinde bulunan organik karbon ve karbonhidrat kaynaklı olduğunu göstermiştir. Yapılan deney çalışmalarında, ortamda artan ve oranları değişen azot ve fosforun, değişik fitoplankton türlerinde, organik karbon ve karbonhidratı arttırdığı, özellikle amonyağın (NH_4) artışı ile belirli bir türde bu artışın hızlandığı ve deniz ortamında bu oluşumların evsel atık suların artışı ile yaşanabileceği belirtilmiştir. Oluşan bu jelimsi malzeme ayrıca çevresindeki canlı ve cansız karbon kaynaklarını da içine hapsederek deniz yüzeyinde, su kolonunda ve dibinde geniş alanları kaplayarak görsel, ekolojik (Resim 21) ve maddi hasara yol açmaktadır.

Resim 21. İzmit Körfezi'nden Müsilaj Oluşum Görüntüleri (Bahar 2021)



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

³⁹³ A.g.k.

³⁹⁴ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2021). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2020 Yılı Marmara Denizi Final Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

³⁹⁵ Deniz Ortamında Müsilaj/mukus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında İncelenmesi, TÜBİTAK 108Y083 Projesi.

Yapılan çalışmalar müsilajın yapısı ve oluşumu hakkında önemli bilgiler sağlasa da, müsilajın oldukça karmaşık bir mekanizmaya sahip olduğu ve tek bir sebebin bu oluşuma sebep olmadığı bilinmektedir. Bununla birlikte saha çalışmalarından edinilen bilgiler ışığında artan deniz suyu sıcaklıkları ve özellikle insan kaynaklı baskıların (evsel ve sanayi kaynaklı atıklar, arıtım seviyelerindeki yetersizlikler, aşırı balıkçılık vs.) bu tip oluşumları tetiklediği ve su kalitesinde ve ekolojik bozulmalara (dip sularında oksijen tükenmesi, balık, deniz omurgasızları ve bitkileri gibi canlıların toplu ölümleri gibi) yol açabileceği öngörülmektedir. Marmara Denizi kirlilik kaynaklarının artması sonucu alt tabaka suları geçen 20 yılda daha da oksijensiz hale gelmiştir. Özellikle doğu bölgesi derin baseninde oksijen seviyesi % 95 azalmış ve 2016 sonbahar döneminde 600 metrenin altındaki derin sularda tamamen oksijensiz koşullar dahi gözlenmeye başlanmıştır. DEN-İZ kapsamında da bu oksijen azalma durumunun devam ettiği gözlenmiştir.

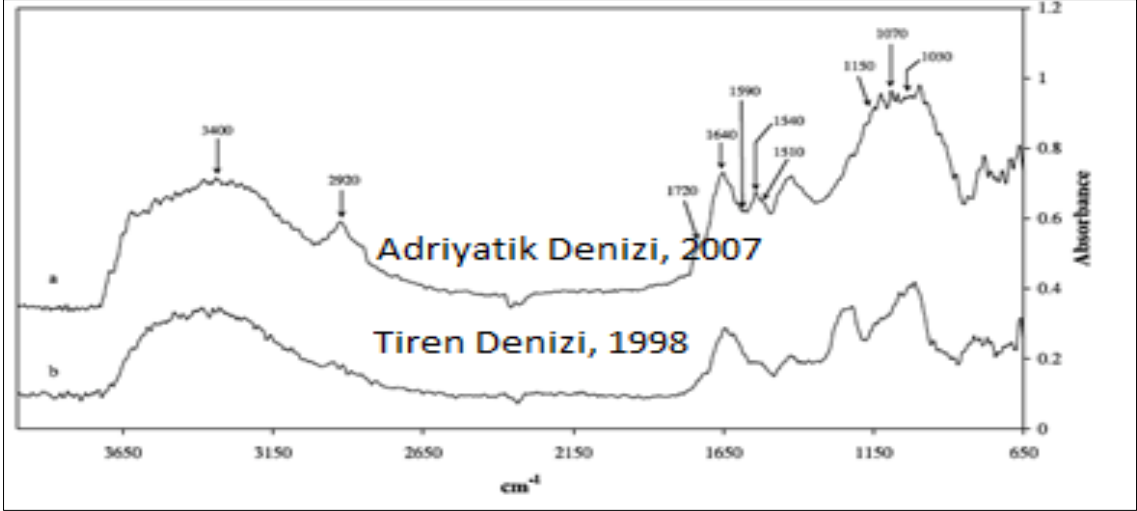
Müsilajın Yapısının Araştırılması³⁹⁶

MARMOD FAZ II Projesi kapsamında; yapılan çalışma ile denizde su kolonunda ve yüzeyde bulunan müsilajın yapısı Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometresi (FTIR) cihazı ile incelenerek bunun daha önce gerçekleşmiş müsilaj olaylarındaki yapılarla benzerliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. FTIR cihazından alınan sonuçlar daha önce Adriyatik ve Tiren denizlerinden alınan müsilaj örneklerinin yapısında bulunan fonksiyonel gruplarla benzerlik göstermektedir (Şekil 48). Görüntüler müsilajların öncekiler gibi deniz organizmaları kaynaklı bir salgı olduğu hipotezini desteklemektedir. Ayrıca daha önce 2007³⁹⁷ yılında Marmara Denizi'nde meydana gelen müsilaj olayında yapılan FTIR çalışması da bu yapının benzerliklerini ortaya koymaktadır (Şekil 49).

³⁹⁶ ODTÜ-DBE, ÇŞB, 2021. Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, Türkiye.

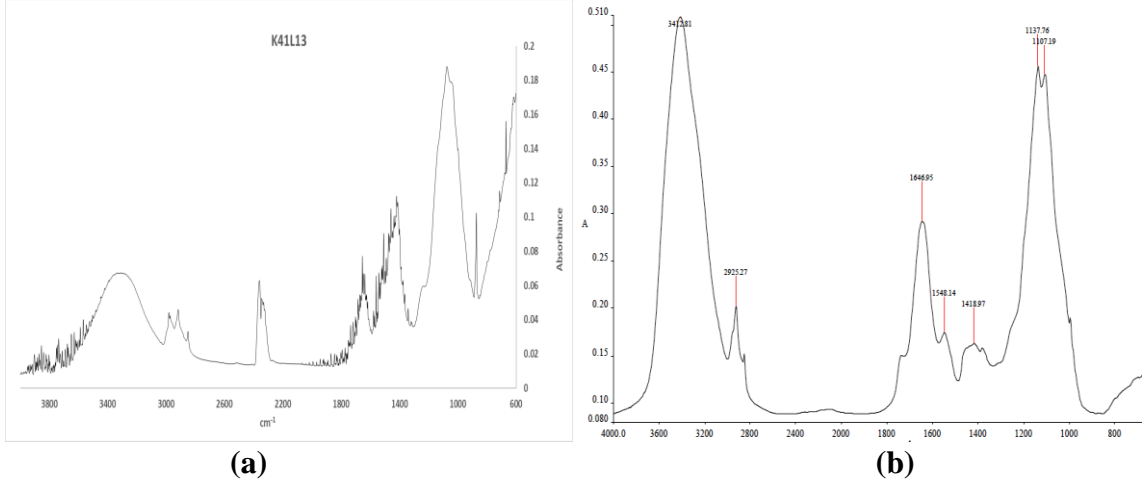
³⁹⁷ Polat-Beken, S.Ç., V. Tüfekçi, B. Sözer, E. Yıldız, M. Mantıkçı, H. Atabay, F. Telli-Karakoç, S. Hocoğlu, D. Ediger, L.Tolun, A. Olgun, 2008, 2009, 2010, 2011. Deniz Ortamında Müsilaj/mukus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuar Koşullarında İncelenmesi, TÜBİTAK 1001 Projesi, Proje no: 108Y083, Proje Raporları, Ankara.

Şekil 48. Daha Önce Farklı Denizlerde Gerçekleşmiş Müsilaj Örneği FTIR Sonuçları



Kaynak: ODTÜ-DBE, ÇŞB, 2021. Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara.

Şekil 49. (a) FTIR-Marmara Denizi Müsilaj Örneği 2021,
(b) FTIR-Marmara Denizi Müsilaj Örneği, 2007



Kaynak: ODTÜ-DBE, ÇŞB, 2021. Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara.

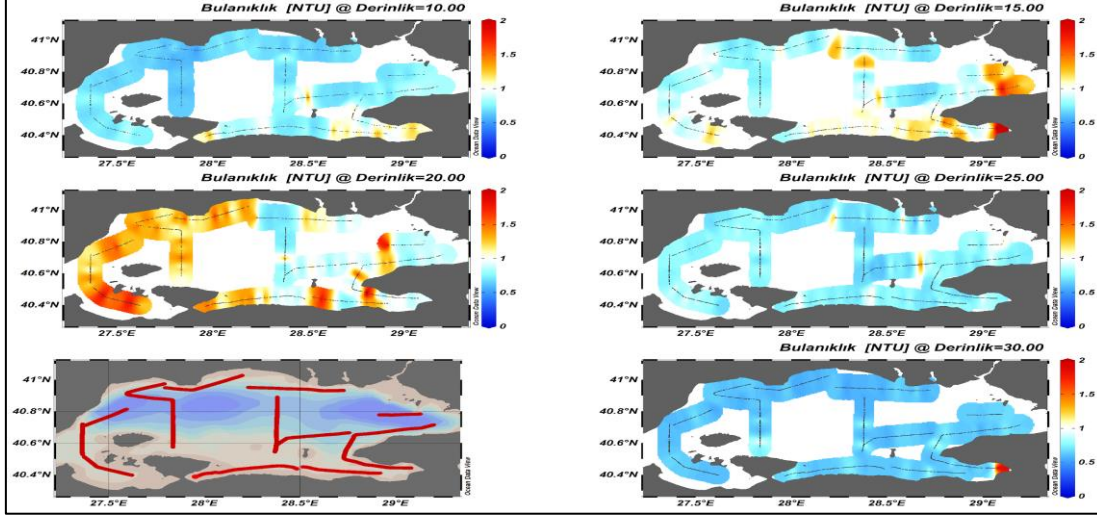
Müsilajın Haritalanması³⁹⁸

Su Kolonu Tarayıcısı (Scanfish cihazı) gemi tarafından çekilen, hareket halindeyken su kolonunda yukarı aşağı hareket ederek deniz suyunun fiziksel parametrelerini yüksek çözünürlükte ölçebilen modern bir cihazdır. Bu sistem deniz yüzeyinden 400 metre derinliğe kadar salınım yaparak çok yüksek çözünürlükte veri toplayabilmektedir. Sistem, geleneksel yöntemlere göre çok daha fazla yüzey alanı tarayabilmektedir. Kesintisiz veri toplayabilmesinden dolayı hem düşey yönde hem de yanal yönde değişimler yerinde gözlenebilmektedir. Marmara Denizi'nde yapılan hat boyunca çözülmüş oksijen ve bulanıklık ölçümleri yapılmıştır.

³⁹⁸ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

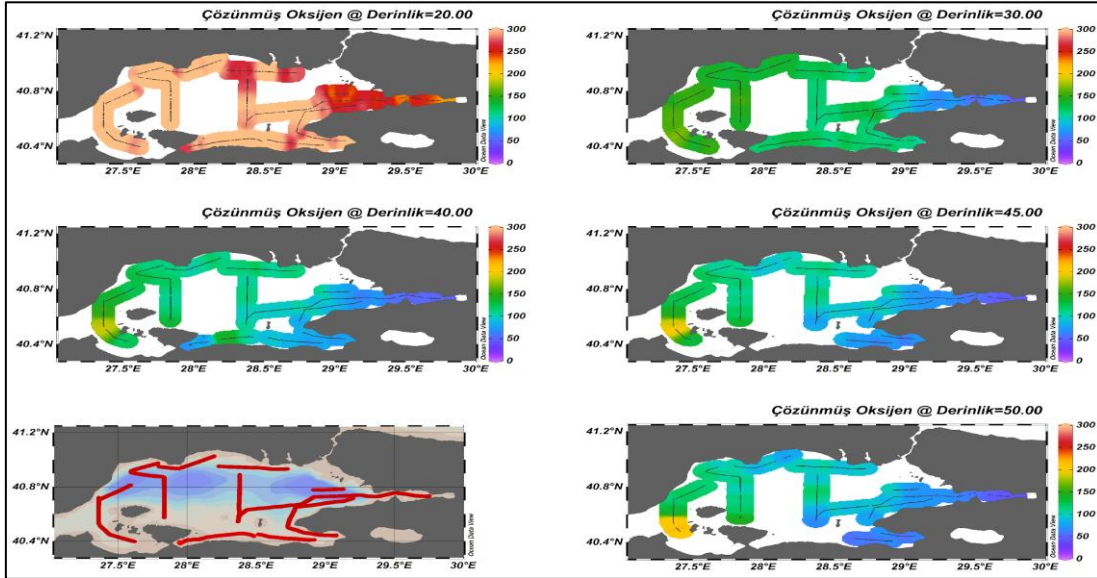
Bulanıklık deniz suyunun berraklığının ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Çalışmada bulanıklık ölçümleri müsilağın dağılımını ve yoğunluğunu haritalamak için kullanılmıştır. Scanfish cihazı ile Marmara Denizi'nde yapılan çözünmüş oksijen ve bulanıklık taraması müsilağın özellikle 10-25 m bandına sıkıştığı bulgusunu ortaya çıkartmıştır (Şekil 50, 51).

Şekil 50. Marmara Denizi'nde Belirlenen Hatlarda Scanfish Cihazı İle Farklı Derinliklerde Ölçülen Bulanıklık Değerleri



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

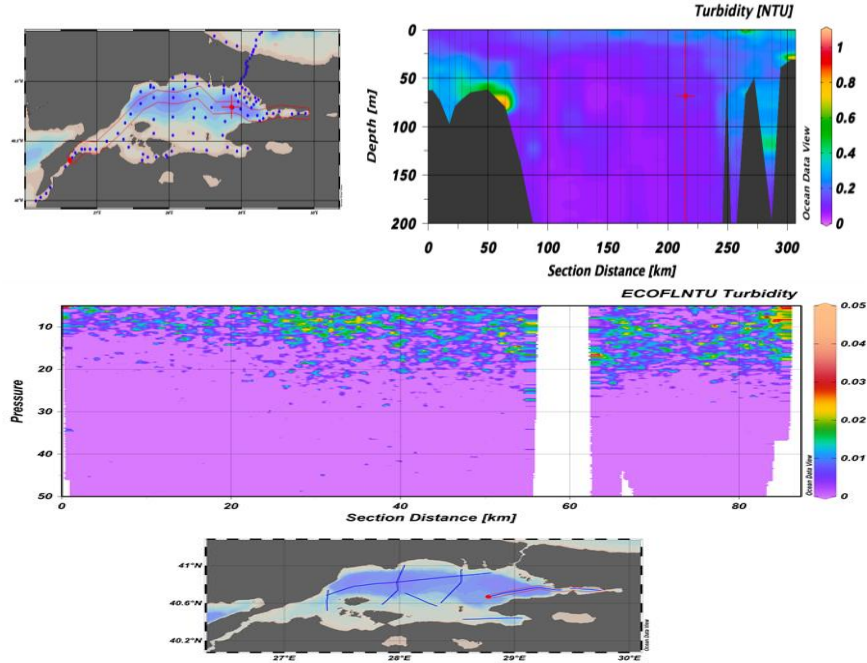
Şekil 51. Marmara Denizi'nde Belirlenen Hatlarda Scanfish Cihazı ile Farklı Derinliklerde Ölçülen Çözünmüş Oksijen Değerleri



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Yaz başında özellikle 10-25 metre derinlikte sıkışan, yoğun biçimde görülen müsilağ tabakaları Eylül ayında gözlemlenmemiştir. Bulanıklık değerleri de oldukça düşmüştür. Eylül ayından itibaren müsilağ Marmara Denizi'nde hemen hemen hiç kalmamıştır (Şekil 52).

Şekil 52. Marmara Denizi'nde Belirlenen Hatlarda Scanfish Cihazı ile Farklı Derinliklerde Ölçülen Bulanıklık Değerleri (Eylül Ayı)

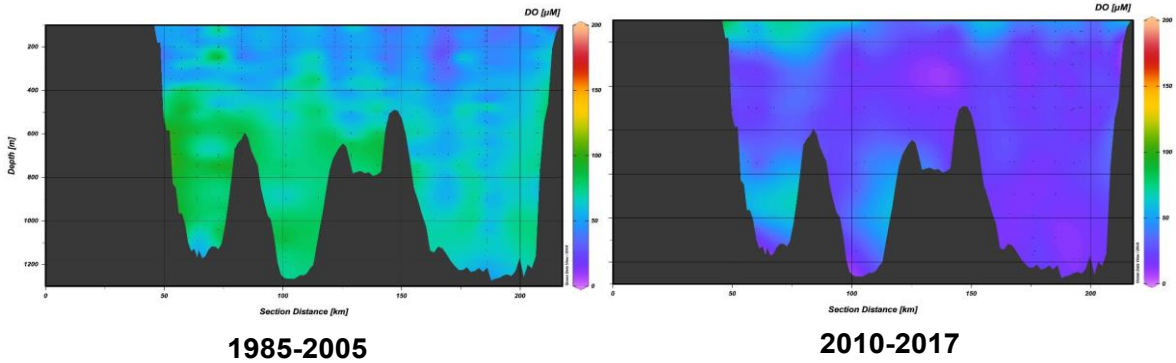


Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Müsilajın Su Kolonunda Oksijen Tüketim Hızı³⁹⁹

Marmara Denizi'nde son yıllarda yapılan çalışmalarda su kolonunun ara ve alt tabakalarında uzun yıllardır süregelen oksijen azalması ve azlığı (hipoksia) olduğu görülmektedir (Şekil 53). Bölgede artan nüfus, şehirleşme, sanayi, turizm, gemicilik, tarım, balıkçılık gibi faaliyetler ve yetersiz kalan arıtım tesisleri sonucu denize ulaşan nehirler ve deşarjlar ile Marmara Denizi'ndeki organik yükler artmış ve ötrofik hale gelmiştir.

Şekil 53. MARMOD Projesi Marmara Denizi Veri Tabanı ile Oluşturulmuş Farklı Dönemlerdeki Oksijen Konsantrasyonlarını Gösteren Grafikler



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Müsilajın oluşum mekanizmaları üzerine çalışmalar gelecekte bu tür olayların yaşanmaması için alınabilecek önlemlere ışık tutması açısından önemli olmakla birlikte,

³⁹⁹ A.g.k.

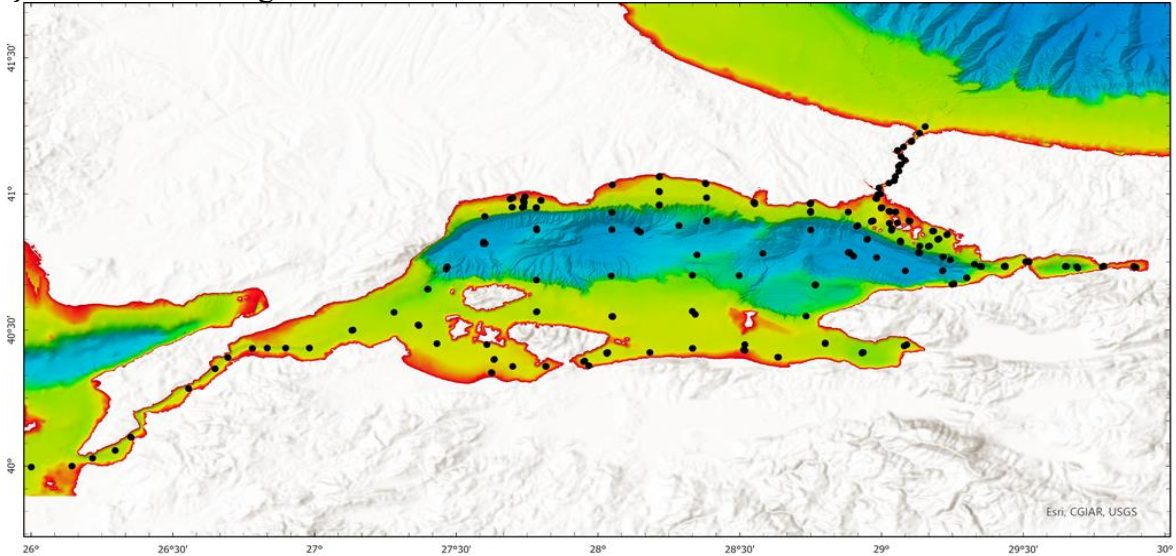
müsilajın denizde yaratacağı ekolojik ve biyojeokimyasal değişikliklerin veya etkilerin öngörülebilir olması ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için “etki” çalışmaları oluşum mekanizmaları kadar önem arz etmektedir.

Marmara Denizi’nde 2021 ilkbahar-yaz aylarında oluşan müsilajın su kolonunda oksijen tüketim hızlarını arttırarak oluşturabileceği oksijen azalmasını deneysel ve yerinde ölçümler ile araştırıp, plankton solunumu ve birincil üretimi ile çevresel değişkenler arasında bağlantı kurup oksijen dengesini ortaya koymak amacı ile yürütülen bu çalışmalar MARMOD FAZ II Projesi tamamlandığında ortaya konulacaktır.⁴⁰⁰

2021 Yılı Haziran ve Eylül Döneminde (Müsilaj Döneminde) Marmara Denizi Azot/Fosfor/Oksijen Durumu

MARMOD FAZ II Projesi kapsamında müsilaj olayından dolayı Haziran 2021 döneminde izleme ağı artırılarak çalışmalar müsilaja yönelik yapılmıştır. 40 sefer günü ve 234 noktada Marmara Denizi izlenmiştir (Şekil 54). Eylül ayında ise 441 noktada 1500 profil toplanmıştır.

Şekil 54. İzleme Ağı

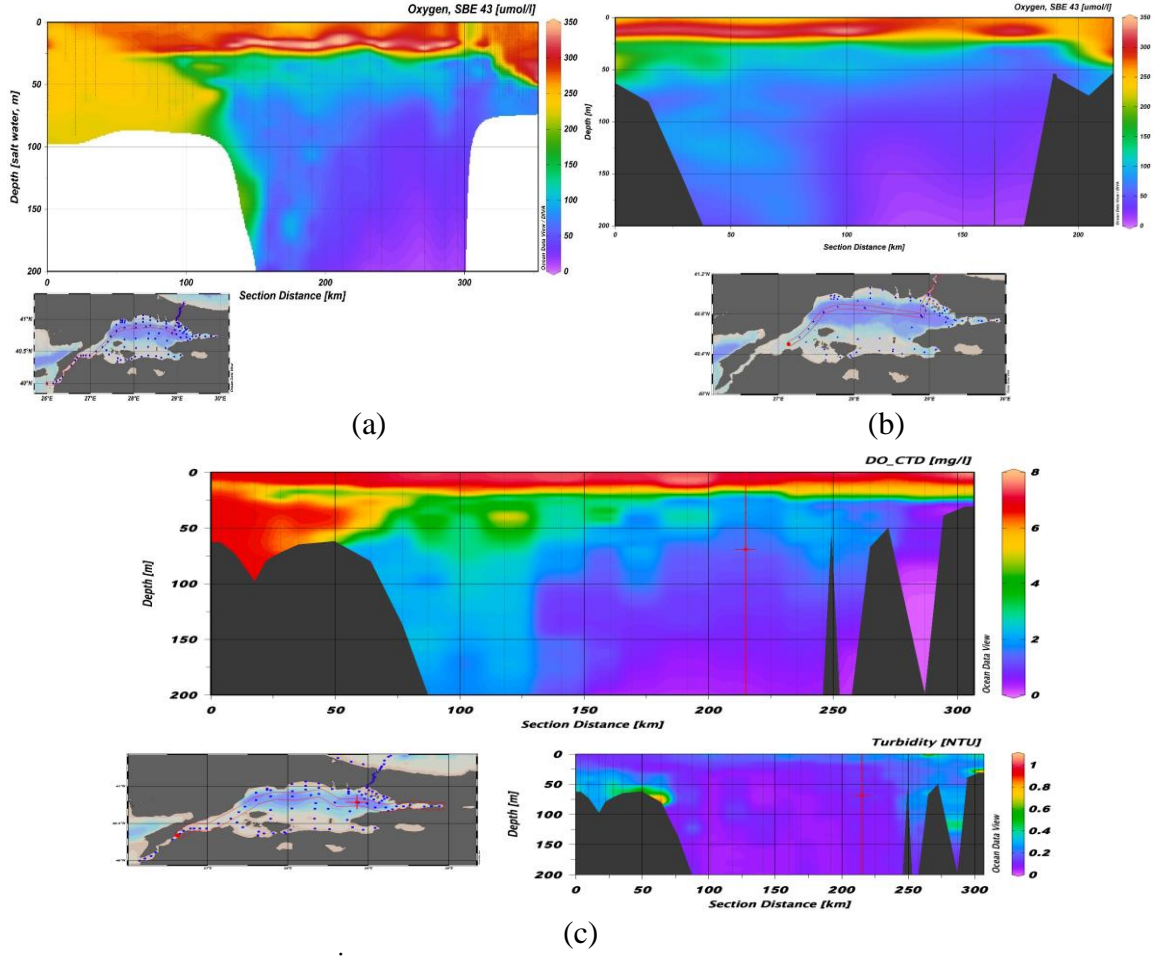


Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Oksijen durumuna bakıldığında; müsilaj üretimindeki azalmanın oksijen değerlerine yansımış durumda olduğu görülmektedir. Haziran başı ve sonu karşılaştırıldığında müsilajı oluşturan fitoplanktonun oksijen üretimini durdurduğu anlaşılmaktadır. Bunun ardından yüzeye müsilaj çıkışı da durmuştur. Özellikle güney şelfinde müsilaj üretimindeki azalış çok açıktır (Şekil 55).

⁴⁰⁰ ODTÜ-DBE, ÇŞB (2021). 2021. Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, Türkiye.

Şekil 55. a) Haziran Ayı Başı Oksijen b) Haziran Ayı Sonu Oksijen c) Eylül Ayı Oksijen Durumu Haritası



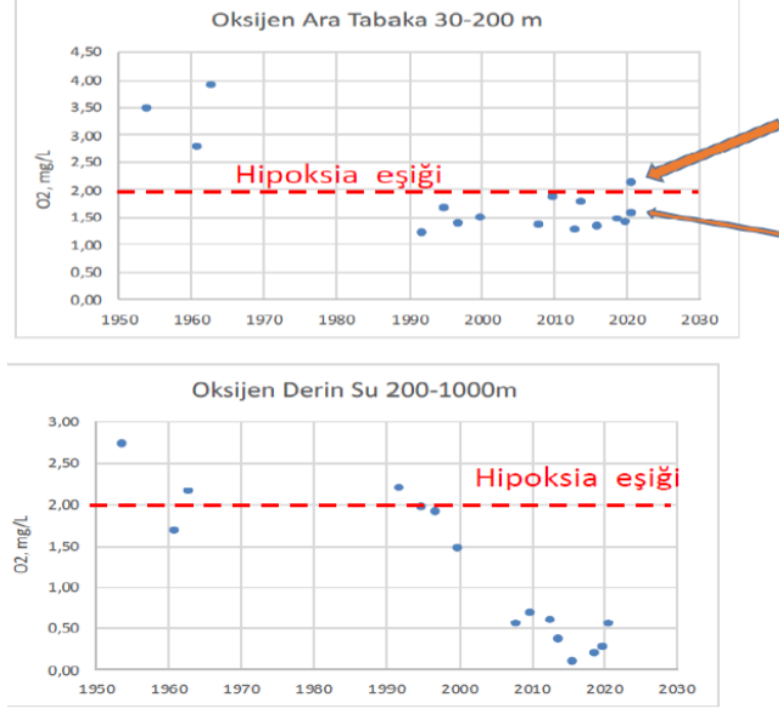
Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

2021 Haziran itibari ile ara tabaka ve derin sularda oksijen kaybı trendi devam etmekte olduğu ve 30 m ve altı 2 mg/L oksijen değerinin altında hipoksik (oksijen yetmezliği) durumda olduğu gözlenmiştir. Müsilajın etkisinin güçlü olduğu Haziran başında üretilen oksijen ile geçici olarak oksijen pompalanmış, ancak Haziran sonu itibariyle üretimin durması ile ‘normal’lere geri dönmüştür (Şekil 56)

Haziran ayına göre Eylül ayında ise daha az oksijen gözlenmiştir. Eylül ayında yapılan çalışmada 25 m ve altı 2 mg/L oksijen değerinin altında hipoksik (oksijen yetmezliği) durumda olduğu gözlenmiştir. Marmara Denizi ara tabaka geçiş (20-100 m) suları Haziran ayındaki seviyelerden daha az çözülmüş oksijen içermektedir. Özellikle Çınarcık baseni de denilen Doğu Marmara Denizi ve İzmit Körfezi’nde hipoksia (oksijen yetmezliği) eşiği olan 80 µM değeri 22-25 metre derinliğe kadar yükselmiştir. Haziran sonunda bu eşik bu bölgelerde 28-30 metre sınırında tespit edilmiştir. Yeni oksijen içeren su girdisinin olmaması durumunda, hem yaz sonu tabakalaşması hem de müsilajın da dâhil

olduğu organik birikimin bakteriyel çözünmesi ile yüzey sularının ciddi oksijen baskısı altına gireceği tespit edilmiştir.⁴⁰¹

Şekil 56. Yıllara Göre Oksijen Durum Değerlendirmesi Grafiği



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Marmara Denizi'nde fosfor parametrelerinin değişimlerine bakıldığında; ara tabaka ve derin sularda sistemin fosfor yüklü halinin devam etmekte olduğu ve hatta 1960'lı yıllara göre oldukça fazla fosfor taşıdığı belirlenmiştir. Son yıllar hariç ara tabakada artma eğilimi varken derin sularda artış bütün yıllarda daha da belirgindir. Haziran ayında fosfor değerleri son 30 yıldaki ortalamalar ile uyum içerisinde olup anormal bir akümülyasyon gözlenmemiştir (Şekil 57).

Marmara Denizi'nde azot parametresi incelendiğinde; ara tabaka ve derin sularda sistemin azot yüklü hali devam etmekte olduğu gözlenmiştir. Uzun yıllar içerisinde alt tabakada hafif bir artma eğilimi varken derin sularda azot yükü özellikle bakteriyel denitrifikasyon nedeni ile artış oluşmamıştır. Haziran ayında azot son 30 yıldaki ortalamalar ile uyum içerisinde olup anormal bir akümülyasyon yoktur.⁴⁰²

2021 yılı Eylül ayı itibari ile ara tabaka ve derin sularda sistemin azot yüklü hali devam etmektedir. Sistem ötrofikasyon öncesi (1960'lar) koşullara göre oldukça fazla azot taşımaktadır. Uzun yıllar içerisinde alt tabakada hafif bir artma eğilimi varken derin

⁴⁰¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

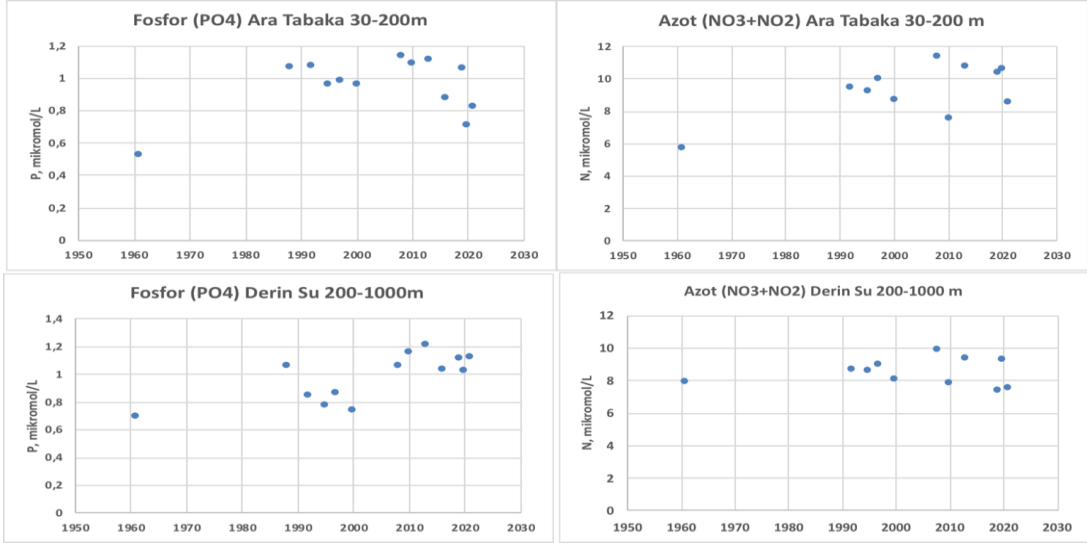
⁴⁰² A.g.e.

sularda azot yükü özellikle bakteriyel denitrifikasyon nedeni ile artış göstermemektedir. Müsilajın etkisinin güçlü olduğu Haziran ayında azot değerleri son 30 yıldaki ortalamalar ile uyum içerisinde olup anormal bir akümülyasyon gözlenmemiştir. Ara tabaka ve derin sularda sistemin fosfor yüklü hali ise devam etmektedir. Sistem ötrofikasyon öncesi (1960'lar) koşullara göre oldukça fazla fosfor taşımaktadır. Son yıllar hariç ara tabakada artma eğilimi varken derin sularda artış bütün yıllarda daha da belirgindir.

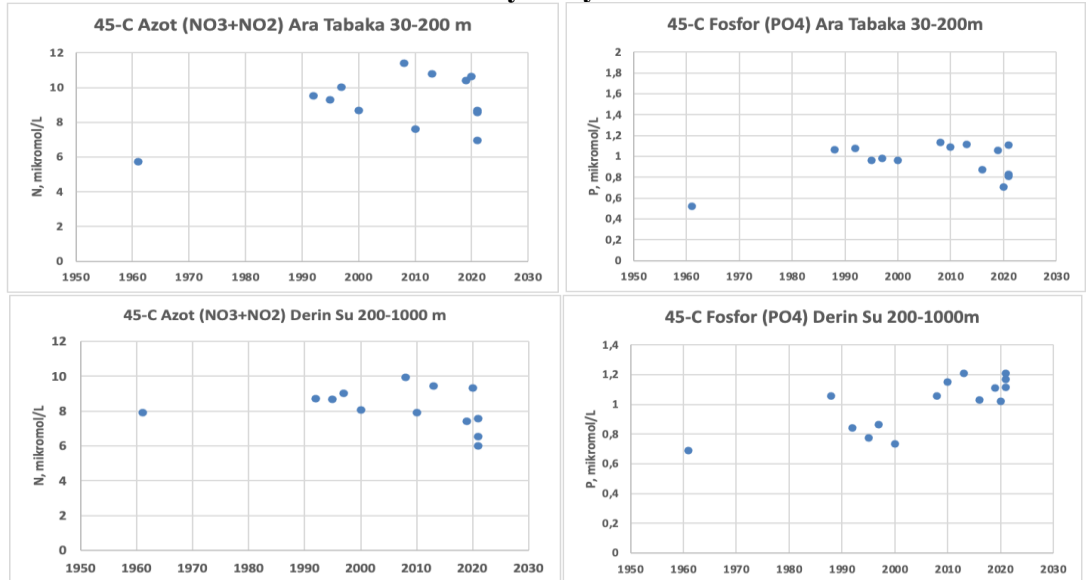
Müsilajın etkisinin güçlü olduğu Haziran ayında fosfor değerleri son 30 yıldaki ortalamalar ile uyum içerisinde olup anormal bir akümülyasyon gözlenmemiştir. Marmara Denizi besin elementi stokları giderek fosfor açısından daha zengin hale gelmektedir.⁴⁰³

Şekil 57. Azot ve Fosfor Parametrelerinin Yıllara Göre Değerlendirilmesi

Haziran ayı



Eylül ayı



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

⁴⁰³ A.g.e.

Müsilajın Deniz Çayırlarına Etkisi⁴⁰⁴

DEN-İZ kapsamında “deniz çayırları (*Posidonia oceanica*) izleme çalışması” Erdek Körfezi Paşalimanı’nda 2021 Haziran ayında gerçekleştirilmiştir (Resim 22). Müsilajın 6 m. derinliğe kadar deniz çayırının üzerini ve bentik bölgeyi çökerek katman halinde kapladığı tespit edilmiştir. Deniz çayırının fotosentez işlevinin sekteye uğrayarak hasar göreceği öngörülmüştür. TBMM Araştırma Komisyonu Heyetinin de 07.09.2021 tarihinde İstanbul Büyük Ada’da gerçekleştirdiği dalış ile müsilajın deniz çayırlarındaki etkileri yakından gözlemlenebilmiştir. DEN-İZ araştırma ekibi tarafından ise müsilajın 10 m. derinlikten itibaren pelajik⁴⁰⁵ bölgede serbest halde ve yoğun olduğu gözlenmiştir.

Resim 22. Deniz Çayırı İzleme Çalışması

Haziran



Ekim



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Durumu kontrol etmek amacıyla 15 Ekim 2021 tarihinde ikinci bir sefer düzenlenmiştir. DEN-İZ araştırma ekibince müsilajın deniz çayırı ve dip bölge üzerinde oluşturduğu katmanın kaybolduğu ancak yer yer küçük alanlarda gözlemlendiği, ayrıca müsilaj sonrası deniz çayırı üzerinde oluşan katmandan kaynaklı tortunun devam ettiği tespit edilmiştir.

⁴⁰⁴ ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2021). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2020 Yılı Marmara Denizi Final Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

⁴⁰⁵ Açık deniz veya okyanusun sahil veya deniz tabanına yakın olmayan kısmı.

İzmit Körfezi'nde Görülen Fitoplankton Aşırı Üreme Olayları

14 Temmuz 2021 tarihinde İzmit Körfezi'ndeki 4 istasyonda yapılan yüzey suyu fitoplankton örnekleme sonucunda Körfezde meydana gelen turkuaz renk değişiminin *Emilinia huxleyi* türünden kaynaklandığı belirlenmiştir. Temmuz ayı örnekleme analiz edilen fitoplankton verisi tür sayısı açısından değerlendirildiğinde komünitenin % 48'inin diyatom, % 43'ünün dinoflagellat türlerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

9 Ağustos 2021 tarihinde İzmit Körfezi'ndeki 4 istasyonda yapılan yüzey suyu fitoplankton örnekleme sonucunda Körfezin güney kesiminde bulunan Referans ve Başiskele istasyonlarında suyun kahverengi/turuncu renk aldığı görülmüştür.

Müsilaj Kirliliği Kapsamında Yapılan Çalışmaların Özeti

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca yürütülen DEN-İZ Programı ve MARMOD FAZ II Projesi ile müsilajı tetikleyen faktörler ve müsilajın Marmara Denizi ekosistemine etkisi araştırılması çalışmaları devam etmektedir. Mevcut çalışmaların kısa özeti ise aşağıda yer almaktadır:

Haziran, Temmuz, Ağustos ayı boyunca yapılan çalışmalarda;

- Hem derin tabakada (30-200 m) ve 50 metreden 1.210 metreye kadar derinden sediman karotu alınmış bunların yüzeylerinde müsilaja rastlanmamıştır.
- 2021 yılında Marmara derin basenlerinde hidrojen sülfür (H₂S) gözlenmemiştir.
- Müsilajın etkisinin güçlü olduğu Haziran başında üretilen oksijen ile geçici olarak oksijen pompalanmış, ancak haziran sonu itibarıyla üretimin durması ile 'normal'lere geri dönmüştür. Oksijen durumu izlenmeye devam etmektedir.
- Haziran ayında fosfor ve azot değerleri son 30 yıldaki ortalamalar ile uyum içerisinde olup anormal bir akümülyasyon gözlenmemiştir.
- Haziran ayında; Scanfish taraması, 15-20 m tabakasında müsilajın sürekliliğini göstermiştir.
- Müsilajın Yapısı: Polisakkaritler, proteinler, karboksilik asit ve halkalı yapılar müsilajın ana kısımlarını oluşturmaktadır. Bu durum, 2021 yılında meydana gelen müsilajın öncekiler gibi deniz organizmaları kaynaklı bir salgı olduğu hipotezini desteklemektedir.
- Paşalimanı deniz çayırılarının müsilajdan etkilendiği tespit edilmiştir.
- 2007 yılında meydana gelen müsilaj vakasında müsilajın oluşumuna katkı sağlayan türlerin 2021 yılı kış ve ilkbahar döneminde mevcut olduğu tespit edilmiştir.

– 14 Temmuz 2021 tarihinde İzmit Körfezi’ndeki 4 istasyonda yapılan yüzey suyu fitoplankton örnekleme sonucunda körfezde meydana gelen turkuaz renk değişiminin “Emilinia huxleyi” türünden kaynaklandığı belirlenmiştir.

– 9 Ağustos 2021 tarihinde İzmit Körfezi’ndeki 4 istasyonda yapılan yüzey suyu fitoplankton örnekleme sonucunda körfezin güney kesiminde bulunan Referans ve Başiskele istasyonlarında red-tide⁴⁰⁶ oluştuğu, suyun kahverengi/turuncu renk aldığı görülmüştür.

Eylül ayında yapılan çalışmalarda;

– Yaz başında özellikle 10-25 metre derinlikte sıkışan, yoğun biçimde görülen müsilaj tabakaları Eylül ayında gözlemlenmemiştir. Müsilaj, Marmara Denizi’nde hemen hemen kalmamıştır.

– Marmara Denizi ara tabaka geçiş (20-100 m) suları Haziran ayındaki seviyelerden daha az çözünmüş oksijen içermektedir. Müsilaj bir oksijen faturası bırakmıştır.

– 2021 itibari ile ara tabaka ve derin sularda sistemin azot ve yüklü hali devam etmektedir. Sistem ötrofikasyon öncesi (1960’lar) koşullara göre oldukça fazla azot ve fosfor taşımaktadır. Müsilajın etkisinin güçlü olduğu Haziran ayında azot ve fosfor değerleri son 30 yıldaki ortalamalar ile uyum içerisinde olup anormal bir akümülyasyon gözlenmemiştir.

– Müsilaj sonrası deniz çayırı üzerinde oluşan katmandan kaynaklı tortunun devam ettiği tespit edilmiştir.⁴⁰⁷

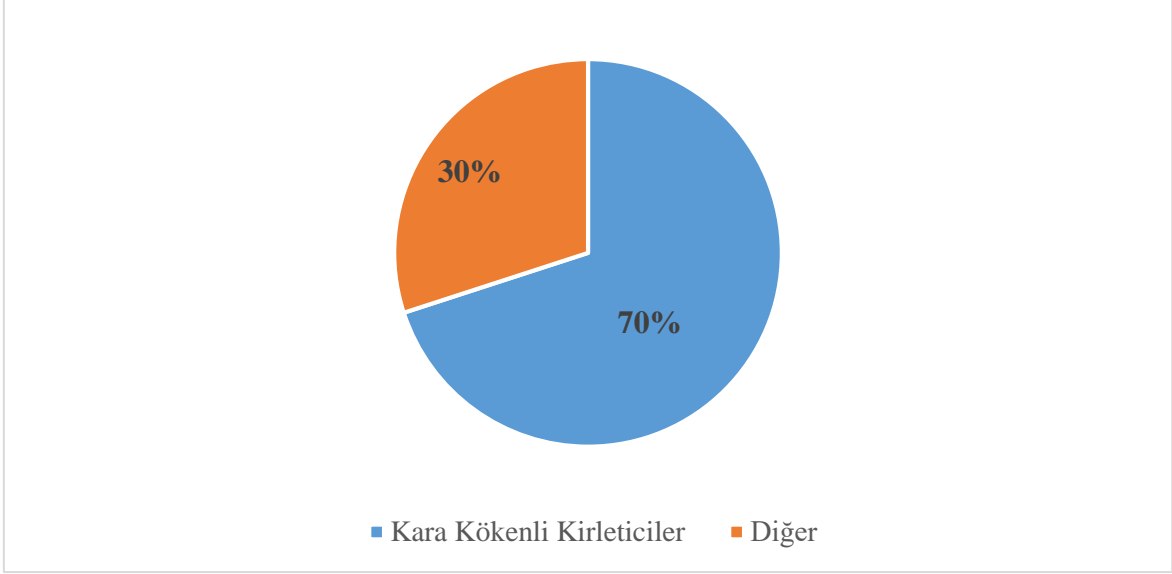
3.6 NOKTASAL KAYNAKLI KİRLİLİĞİN KONTROLÜ

Hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan su ihtiyacına karşın, uygun kaynak varlığının azlığı ve gün geçtikçe gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere paralel olarak ortaya çıkan aşırı kullanım ve oluşan kirlilik nedeniyle yaşanan sorunlar atıksu yönetiminin önemini ortaya çıkarmaktadır.

Son yıllarda özellikle teknoloji ve sanayinin hızla gelişmesi ve tüketim alışkanlıkları çevre sorunlarının ve su kirliliğinin artmasında etkili olmuştur. Artan kirliliğe karşın azalan kaynaklar özellikle insani faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin azaltılması konusunda çalışmalar yapılması gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

⁴⁰⁶ Suda yaşayan bazı fitoplanktonların yüksek konsantrasyonlarının neden olduğu bir alg patlaması türü.

⁴⁰⁷ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarih ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Şekil 58. Su Kirliliğinde Rol Alan Önemli Kirletici Kaynaklar

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 14 Temmuz 2021 tarihli Sunumu.

Şekil 58'de görüldüğü üzere toplam kirleticilerin yaklaşık % 70'ini oluşturan kara kökenli kirleticileri; noktasal kaynaklar ve yayılı kaynaklar oluşturmaktadır. Noktasal kaynakları genellikle kentsel ve endüstriyel atıksular, düzenli depolama sızıntı suları, termal ve yoğun su deşarjları oluşturmaktadır.

Su kaynaklarındaki kalitenin iyileştirilmesi ve korunması için noktasal kirleticilerin yanı sıra, su ve havza kirlenmesi üzerinde büyük etkisi olan yayılı kirleticilerin belirlenmesi ve kontrolü de son derece önemlidir. Ülkemizde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yaygın olması bu kirleticilerin dikkate alınmasının gerekliliğini bir kat daha artırmaktadır. Yayılı kirlilik, genellikle arazi akışı, yağış, atmosferik birikim, drenaj, sızıntı veya hidrolojik modifikasyondan kaynaklanmakta olup, noktasal kaynaklı olan evsel/kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan deşarjların aksine, birçok yayılı kaynaktan gelmektedir. Ülkemizde yayılı kirliliğin tespitine yönelik birçok çalışma yapılmış olup, yayılı kirlilik birim kirlilik yüklerine dayalı basit yaklaşım yöntemlerinin yanı sıra mevcut verilere bağlı olarak çeşitli hassasiyette havza taşınım modelleri kullanılarak da bulunabilmektedir.

Su kirliliğinde rol alan önemli kirletici kaynaklardan % 30'unu oluşturan diğer kirleticiler arasında gemi kaynaklı kirleticiler, dip taramaları, biyolojik kirlilik, kıyı düzenlemeleri, sınır aşan kirlilik ile deniz çöpleri yer almaktadır.⁴⁰⁸

⁴⁰⁸ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR'ın 14 Temmuz 2021 tarihli Sunumu.

3.6.1 Atıksu Arıtımının Genel Esasları ve Kullanılan Yöntemler

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş, özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ile yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzeyaltı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sulara atıksu denilmektedir.

Atıksu arıtımı, çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atıksuların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin birini ya da birkaçını kapsamaktadır.

Kentsel/evsel atıksu arıtma tesisleri yüksek maliyetli çevre yatırımları içerisinde yer almaktadır. Bu yüzden bir atıksu arıtma tesisinin yapımı ve işletmesinde telafisi güç sorunlarla karşılaşılması için başından sonuna kadar tüm süreçlerin takibine özen gösterilmesi ve her aşamanın önceden planlanması gerekmektedir.

Kentsel ve evsel atıksuyun miktarı ve kirlilik düzeyi; nüfus yoğunluğu, gelişmişlik düzeyi, tüketim alışkanlıkları, endüstrileşme, tatlı su kaynaklarına ulaşılabilirlik, içme ve kullanma suyu temininin maliyeti vb. hususlara bağlı olarak bölgeden bölgeye değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle atıksu arıtma tesisi (AAT)'nin planlama aşamasında bu hususlar göz ardı edilmemeli ve AAT'lerin projelendirilmesi aşamasında yatırım ve işletme maliyetlerinin optimizasyonu için atıksu miktarı (debi) ve karakterizasyonunun belirlenmesi amacıyla en az bir yıl izleme yapılmalıdır. Böylece atıksu karakterizasyonu ve kanalizasyon sistemindeki sorunlar tespit edilebilecek ve AAT'nin yatırım planlaması aşamasında karşılaşılabilecek sorunların ve yüksek işletme maliyetlerinin önüne geçilebilecektir.⁴⁰⁹

Atıksuların arıtımında karşılaşılan kirleticiler ve bu kirleticilerin arıtımında hangi arıtma ünitelerinin kullanıldığı Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Atıksu Arıtımında Kirleticiler ve Giderim Prosesleri

Kirleticiler	Kaynakları	Türleri	Arıtma Tesislerinde Hangi Ünitelerde Giderileceği
Büyük Katı Maddeler	Kanalizasyona atılabilen her türlü büyük katı madde	Poşet, ambalaj atıkları, hayvansal atıklar, zirai atıklar	Kaba ve ince ızgaralarda
Küçük İnorganik Katı Maddeler	Yağmur suları nedeniyle sokaklardan	Kum ve silt	Kum Tutucu Ünitesinde

⁴⁰⁹ Kentsel/Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri Proje Yönetimi Uygulama El Kitabı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014.

	ve konut temizliklerinden		
Yüzebilir Maddeler	Mutfaklar, küçük sanayi siteleri, mezbahaneler, banyolar	Köpük, yağ ve gres	Havalandırılmalı Kum Tutucu Yüzdürme Ünitesinde
Çökebilir Organik Maddeler	Organik bazlı çökebilir katı maddeler	Askıdaki Katı Madde (AKM), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)	Ön Çökeltim Ünitesinde
Karbon İçeren Çözünmüş Maddeler	Mutfak atıkları, kanalizasyon	KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) ve BOİ	Biyolojik Arıtma Ünitelerinde
Azot İçeren Çözünmüş Maddeler	İnsan üre ve dışkıları, mutfak atıkları	Organik azot ve amonyum/amonyak toplamı Toplam Kjeldahl Azotu (TKN)	Nitrifikasyon Denitrifikasyon Ünitelerinde
Fosfor İçeren Çözünmüş Maddeler	Deterjan, şampuan atıkları	Toplam Fosfor	Biyolojik veya Kimyasal Fosfor Giderim Ünitelerinde
Bakteriyolojik Parametreler	Kanalizasyon içindeki patojenler	Fekal Koliform, E. Coli	Dezenfeksiyon Ünitelerinde
Mikrokirleticiler	İlaç kalıntıları, toksik bileşenler	Herbisit, İnsektisit, Pestisit kalıntıları, Antibiyotik Kalıntıları, Endokrin Bozucular	Membran Prosesler, Adsorpsiyon, Ozonlamada

Kaynak: Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Eğitim ve Sertifika Programlarının Hazırlanması Projesi (AAT-SER), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.

Atıksu Arıtımında Kullanılan Arıtma Yöntemleri⁴¹⁰

Atıksu arıtımı; atıksuların deşarj edildikten sonra çevreye en az zarar verecek şekilde su döngüsüne katılmalarına ya da doğrudan geri kullanımlarına olanak sağlayan bir süreçtir.

Atıksu içindeki kirleticilerin uzaklaştırılması amacı ile atıksu karakterine göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Birincil arıtma, atıksudaki yüzen ve çökebilir katı maddelerin uzaklaştırılması işlemlerini kapsayan fiziksel arıtma ünitelerini içerirken ikincil arıtma, organik maddelerin gideriminde kullanılan biyolojik ve/veya kimyasal arıtma ünitelerini içermektedir. İleri arıtma bu işlemlere ilaveten ikincil arıtmada giderilemeyen kirleticilerin uzaklaştırılmasında kullanılan prosesleri kapsamaktadır.

Ön Arıtma veya Birincil Arıtım

Bir atıksuyun arıtma tesisine gelmeden, bazen kanalizasyona verilmeden önce kirletici özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. İlk arıtım olarak da bilinen birincil

⁴¹⁰ Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Eğitim ve Sertifika Programlarının Hazırlanması Projesi, Modül: Atıksu Arıtımında Genel Tanım ve Terimler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.

arıtım, atıksudaki çözünmemiş katıların giderilmesi için yapılan arıtmadır. Ön arıtmada, katı objelerin yakalandığı bir ızgaradan geçirme süreci, kum ve yüzebilen maddelerin giderilmesini sağlayan bir havalandırılmalı kum tutucu ve askıdaki katı maddelerin çöktüldüğü bir çöktürme süreci bulunmaktadır. Ön arıtım esnasında fiziksel süreçler kullanılarak, suda kirlilik oluşturan genellikle inorganik kirleticiler tutulmaya çalışılmaktadır. İnorganik kirleticilerle birlikte atıksulardaki organik kirleticiler de kısmen giderilmektedir.

İkincil Arıtım

Bu aşamada birincil arıtmada tutulamayan çözünmüş karbon içerikli organik maddeler giderilmektedir. Suda bulunabilen çözünmüş organik maddeler kendiliğinden çökelemezler. Bu nedenle bu maddelerin giderilmesi için mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Mikroorganizmalar çözünmüş organik maddeleri besin kaynağı olarak kullanır. Besin bulan mikroorganizmalar da ortamdaki oksijeni kullanarak, karbon dioksit salar. Bu enerji veren bir süreç olduğu için mikroorganizmaların üreyerek çoğalmaları ile sonuçlanmaktadır. Sonuç olarak atıksudaki çözünmüş organik karbonun bir kısmı karbon dioksit olarak atmosfere salınırken (oksidasyon), bir kısmı da yeni oluşan mikroorganizmaların yapısına katılır (sentez). Oluşan fazla mikroorganizmalar genellikle atıksudan bir çöktürme havuzu ile ayrılır. Ön arıtmadaki çöktürmeye “ilk çöktürme” adı verilirken ikincil arıtmanın son basamağı olan çöktürmeye “ikincil çöktürme” denilmektedir. Birincil çöktürmede çökebilir katılar çöktürülürken, ikincil çöktürmede genellikle organik maddenin sentezlenmesinden oluşan aktif biyokütle çöktürülür. İkincil arıtma sürecinde basit aktif çamur prosesi, damlatılmalı filtreler, döner biyodiskler vb. prosesler kullanılır. Biyolojik arıtmada kullanılan en yaygın yöntem aktif çamur sistemleridir ve karbonlu organik madde gideriminde tercih edilen en yaygın yöntemdir.

İleri (Üçüncül) Arıtım

Üçüncül arıtma, ikincil arıtmada yapılan karbon giderimine ek olarak, azot ve fosfor gideriminin yapıldığı ileri teknolojiler kullanılarak yapılan arıtmadır. İkincil arıtımla giderilemeyen askıda olan inorganik ve organik maddelerin, atıksuyun yeniden kullanım için geri kazanılması amacıyla daha ileri seviyede arıtılarak giderilmesine “ileri arıtım” denilmektedir. Kimyasal fosfor giderimi veya membran sistemli arıtmalar bir ileri arıtım örneğidir. Atıksulardaki patojen mikroorganizmaların giderildiği üniteler de üçüncül arıtım sınıflandırılmasına girmektedir.

İleri biyolojik arıtma sırasında organik azotun birçoğu amonyum ve diğer inorganik formlara dönüşürken amonyumun bir kısmı da mikroorganizmalar tarafından hücre

sentezinde kullanılmaktadır. Biyolojik olarak fosfor gideriminde ise mikroorganizmalar strese sokularak hücre büyümesi için gerekenden daha fazlasını adsorplamaları esasına dayanmaktadır. Bununla birlikte demir veya alum tuzları ya da kireç ile yapılan kimyasal çöktürme fosfor gideriminde kullanılan yöntemlerdendir.

İleri Biyolojik Atıksu Arıtımı ve Prensipleri

Arıtılmış atıksuda geriye kalan bileşiklerin çevredeki potansiyel etkisi deşarj ortamına göre önemli değişiklikler gösterir. Her ne kadar askıda katı ve biyolojik olarak parçalanabilen organiklerin arıtımı için klasik ikinci kademe arıtma sistemleri yeterli olsa da deşarjın göl, nehir, dere veya hassas bölgelere yapılması durumunda daha fazla arıtım gerekmekte, bu da ileri arıtma sistemlerinin ilavesini zorunlu kılmaktadır. Örneğin, atıksudaki azot (N) ve fosfor (P)'un alıcı ortamlarda ötrifikasyonu hızlandırdığı ve sucul büyümeyi artırdığı görülmüştür. Bu nedenle azot ve fosforun kontrolü ve deşarjının sınırlandırılması önem kazanmaktadır.

Biyolojik Azot Giderimi

Atıksu arıtma tesisi çıkış suları yüksek amonyum, nitrit veya nitrat konsantrasyonuna sahip olabilir. Bu durumda alıcı ortamlara verilen zararlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Toksikite
- Alıcı ortamlarda oksijen tüketimi
- Korozyon
- İnsan sağlığına olumsuz etkisi

Yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü azot, uygun ileri biyolojik arıtım yöntemleriyle arıtılarak atıksudan giderilmelidir. Bunun için nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi kullanılmaktadır.

Nitrifikasyon; aerobik şartlar altında nitrifikasyon bakterileri (Nitrosomonos ve Nitrobakter) tarafından amonyağın nitrata oksitlenmesidir.

$NH_4^+ + 3/2 O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + H^+$ (Nitrosomonos bakterileri tarafından gerçekleştirilir.)

$NO_2^- + 1/2 O_2 \rightarrow NO_3^-$ (Nitrobakter bakterileri tarafından gerçekleştirilir.)

Nitrifikasyon atıksu arıtma tesislerinde önemli bir prosestir. Deşarjdan önce atıksudaki amonyumun giderilmesi veya nitrata dönüştürülmesi gerekir. Nitrifikasyon işlemiyle amonyak (NH_4^+) biyolojik olarak nitrata (NO_3^-) yükseltgenir. Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinde önce nitrite (NO_2^-) ve sonra nitrata dönüştürülür.

Denitrifikasyon; azot bileşiklerinin nitrata oksitlenmesinden sonra, nitratın (NO_3^-) oksijensiz şartlarda parçalanarak azot gazına (N_2) dönüştürülmesi işlemidir. Nitrifikasyon işleminde azot sadece form değiştirerek nitrata dönüşür, azot ancak denitrifikasyon yolu ile giderilir ve azot gaz halinde (N_2) sudan uzaklaştırılır.



Atıksu Arıtma Tesislerinde Fosfor Giderimi

AAT çıkış sularında fosfor konsantrasyonu için genellikle sıkı deşarj standartları uygulanmaktadır. Bunun en önemli nedeni ise fosforun gübre özelliğinden dolayı alıcı ortamda alg büyümelerine neden olmasıdır. Azot gibi fosfor da canlıların yapı taşı olup, bütün canlıların ihtiyaç duyduğu bir mineraldir.

Atıksularda bulunan fosfor bileşiklerini arıtmak için kimyasal ve biyolojik metodlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılmaktadır. Fosfor bileşiklerinin kimyasal olarak arıtılmasında alüminyum tuzları, demir tuzları ya da kireç kullanılabilir. Bu işlemlerde fosfor, yüksek pH değerlerinde fosfat tuzları halinde çöktürülmektedir. Biyolojik metodlarla fosfor arıtımı, biyolojik arıtma sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile olmaktadır. Aktif çamur işlemi ile atıksudan 2-3 mg/L fosfat fosforu uzaklaştırılabilmektedir. İleri fosfor arıtımı için alglerin yoğun olarak üretilerek hasat edildiği sığ alg lagünleri de kullanılabilir. Hasat edilen algler, hayvan yemi veya biyogaz üretiminde ham madde olarak değerlendirilebilmektedir. Biyolojik fosfor giderimi kimyasal proseslere kıyasla daha çevreci ve ekonomik bir alternatiftir. Kireç, aşırı çamur oluşumuna neden olduğundan pek tercih edilmemektedir.

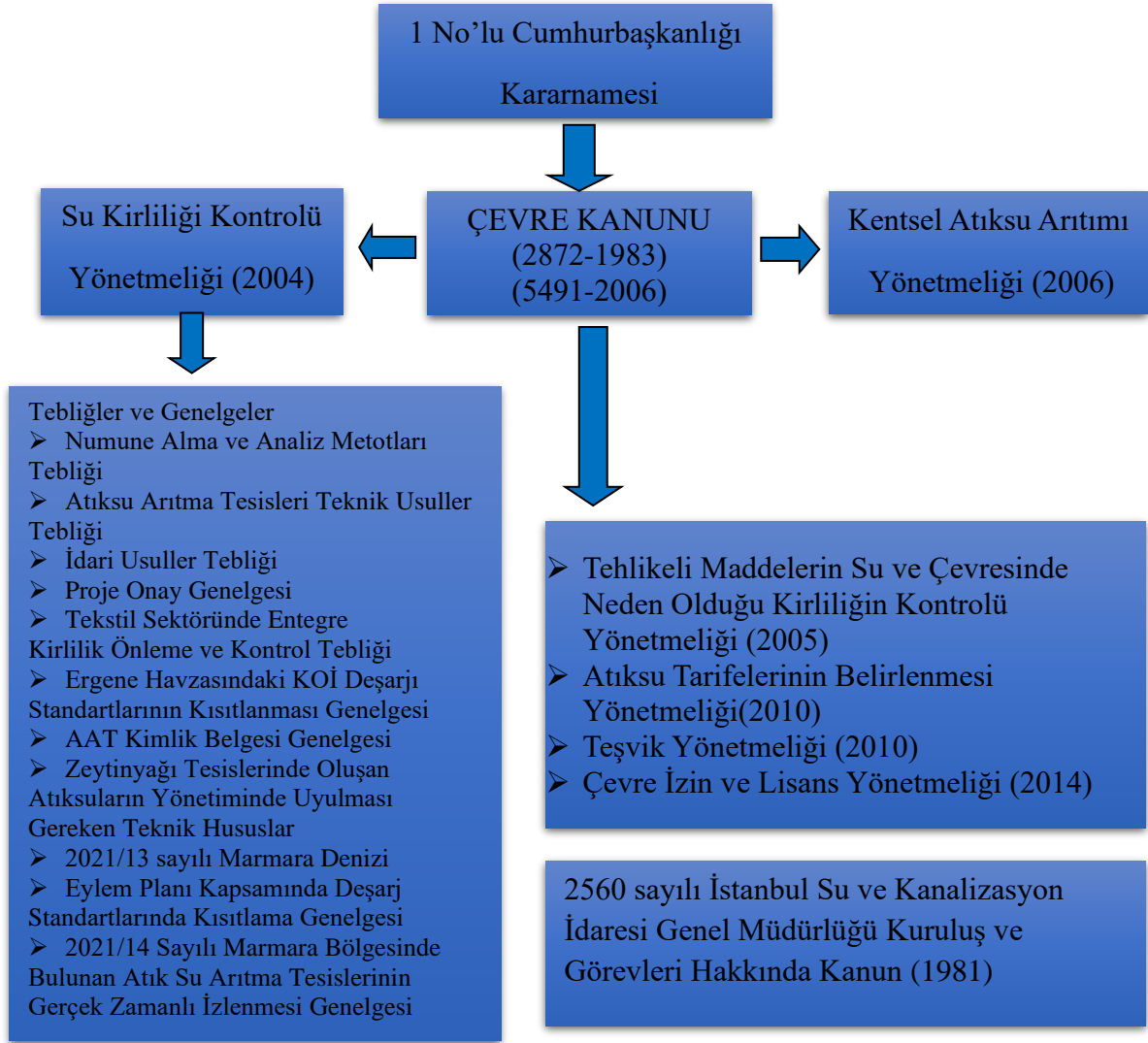
3.6.2 Atıksu Yönetimi

Anayasamızın 56. Maddesi, *“Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve kirlenmesini önlemek devletin ve yurttaşların ödevidir.”* hükmüne havidir. Ayrıca 9/8/1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ile ülkemizde yaşanan çevre sorunlarının çözümü konusunda tüm kesimlerin görev, yetki ve sorumlulukları düzenlenmiştir.

3.6.2.1 Atıksu Yönetimine İlişkin Mevzuat

Atıksu yönetimine ilişkin merî mevzuat Şekil 59’da gösterilmekte olup temel hususlar aşağıda kısaca özetlenmektedir.

Şekil 59. Atıksu Yönetimine İlişkin Mevzuat



09.08.1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu⁴¹¹

1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı Çevre Kanunu ile başlayan ulusal çevre politikası, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını amaçlamaktadır. Çevre Kanunu'na dayanılarak başta Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği olmak üzere birtakım yönetmelik, tebliğ ve genelgeler yayımlanmış olup su kirliliğinin önlenmesine ilişkin çalışmalar bu mevzuat çerçevesinde yürütülmektedir.

Çevre Kanunu'nun 11'inci maddesine göre kanalizasyon sistemi ile toplanan atıksuların arıtıldığı ve arıtılmış atıksuların bertarafının sağlandığı atıksu altyapı sistemlerinin kurulması, bakımı, onarımı, ıslahı ve işletilmesinden; büyükşehirlerde 20/11/1981 tarihli ve 2560 sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü

⁴¹¹ 11.08.1983 tarihli ve 18132 sayılı Resmî Gazete.

Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanunla belirlenen kuruluşlar, belediye ve mücavir alan sınırları içinde belediyeler, bunların dışında iskâna konu her türlü kullanım alanında valiliğin denetiminde bu alanları kullananlar sorumludur.

Bu bağlamda, söz konusu kanunun Geçici 4'üncü maddesi gereğince, atıksu arıtma tesisini kurmamış belediyeler Kanunda belirtilen sürelerde bu tesisleri işletmeye almakla yükümlü kılınmışlardır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği⁴¹²

2872 sayılı Çevre Kanununa dayanılarak çıkarılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atıksuların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını düzenlenmiş olup, yönetmelik ekinde belirlenen 16 sektör ve alt sektörler için alıcı ortam deşarj standartları belirlenmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca, iyi su durumuna ulaşılabilmesi için, alıcı ortam deşarj standartlarından, alıcı ortam bazlı deşarj standartlarına geçiş için uzun vadeli bir yol haritası belirlenmiştir. Buna göre uygulama adımları;

- Kısa vadede, SKKY ekinde yer alan deşarj standartlarında kısıtlamaya gidilmesi,
- Orta vadede, su tüketiminin yoğun olduğu sektörlerde öncelikli olarak temiz üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması,
- Uzun vadede ise, tüm bu çalışmaların sonuçları değerlendirildikten sonra (2030 yılı sonrası) alıcı ortam bazlı deşarj limitlerinin uygulamaya geçilmesi olarak belirlenmiştir.⁴¹³

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği⁴¹⁴

08.01.2006 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ve bu yönetmeliğe istinaden 2009 yılında yayımlanan Kentsel Atıksu Arıtımı Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği gereğince Türkiye'de hassas ve az hassas alanlar belirlenmişti. Bu kapsamda atıksu deşarj ortamı hassas olarak belirlenen ve mevcut nüfusu 10.000 kişinin üzerinde olan belediyelerin AAT'lerinin ileri arıtma (azot ve fosfor giderimli) yapma zorunlulukları bulunmaktadır.

⁴¹² 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete.

⁴¹³ Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018.

⁴¹⁴ 08.01.2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete.

Diğer taraftan; Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği çerçevesinde tüm alıcı ortamlar 4 yılda bir gözden geçirilerek hassas alanlar yeniden belirlenmektedir. Bu doğrultuda, mevcut nüfusu 10.000 kişinin altında olan ancak projeksiyon nüfusu 10.000 kişinin üzerinde olan ya da nüfusu 10.000 kişinin üzerinde ancak bulunduğu alanın hassas alan olma potansiyeli yüksek olan belediyelerin AAT tasarımlarında bu durum dikkate alınmalı, seçimi yapılan arıtma tesisinin kolayca ileri arıtmaya dönüşebilecek şekilde tasarımı planlanmalıdır.

Kentsel Atıksu Arıtımı Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği'nin yayımından sonra da hassas alanlara ilişkin çalışmalar devam etmiş olup, bu çalışmaların sonuçları ve hassas alanlar 23.12.2016 tarih ve 29297 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik"te yer almıştır.⁴¹⁵

Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj sorunuyla birlikte gerçekleştirilen çalışmalar ve eylem planında da yer alan karar neticesinde (Marmara Denizi'nin koruma alanı ilan edilmesi) bahsi geçen hassas alanlar yeniden değerlendirilmiş olup 30.12.2021 tarih ve 31705 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" ile Marmara Denizi kıyı suları boğazları da kapsayacak şekilde hassas alan olarak ilan edilmiştir.⁴¹⁶ Ayrıca bu kıyı sularına ulaşan nehirlerin besleme alanları da hassas alan kapsamına alınmıştır.

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği⁴¹⁷

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, kentsel atıksuların arıtılması ve geri kazanılması için yapılacak projelerin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından onaylanması sürecinde, günümüzün bilgi ve teknolojileri ile uyumlu, güncel ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte bir projelendirme kılavuzudur. Bununla birlikte şayet belediyeler arıtılmış kentsel atıksularını tarımsal veya yeşil alan sulamasında kullanacak ise AAT'lerin Tebliğ Ek-7'de (Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri) belirtilen sulama suyu kriterlerini sağlayacak şekilde projelendirilmesi gerekmektedir.

⁴¹⁵ 23.12.2016 tarihli ve 29297 sayılı Resmî Gazete.

⁴¹⁶ 30.12.2021 tarihli ve 31705 sayılı Resmî Gazete.

⁴¹⁷ 20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmî Gazete.

2018/14 sayılı Atıksu Arıtma/Derin Deniz Deşarjı Tesisi Proje Onay Genelgesi

2004 yılından bu yana ülke genelinde uygulanmakta olan AAT Proje Onay Genelgesi ile ülkemizdeki su kaynaklarının korunması ve ülke menfaatleri doğrultusunda sürdürülebilir kullanımının sağlanması için, istenilen düzeyde arıtma verimi sağlayacak, uygun yatırım ve işletim maliyetine sahip atıksu arıtma teknolojilerinin seçilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca faaliyet sahiplerinin verimli ve ekonomik bir arıtma tesisine sahip olmasıyla çevresel yükümlülüklerini daha özenle yerine getirmeleri sağlanırken, ülke genelinde arıtılmış atıksuların geri kazanımı ve yeniden kullanımı hedeflenerek, atıksu arıtma/derin deniz deşarjı tesisi projelerinin betonarme, statik ve uygulama projeleri hariç proje onay işlemleri konusunda da birliktelik sağlanması amaçlanmaktadır.⁴¹⁸

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği⁴¹⁹

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği ile 2872 sayılı Çevre Kanununca alınması gereken izin ve lisanslara ilişkin tüm iş ve işlemler, Yönetmelik Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer alan faaliyet ve tesisler için belirlenmiştir. Bu bağlamda, nüfusu 100.000 kişi ve üzeri olan kentsel ve/veya evsel nitelikli atıksu arıtma tesisleri Yönetmelik kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na, nüfusu 100.000 kişinin altında olan kentsel ve/veya evsel nitelikli atık su arıtma tesisleri ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüklerine başvuruda bulunarak çevre izin sürecini başlatmakla yükümlüdür.

Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği⁴²⁰

AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifinin Uygulanmasının ilk somut adımlarından biri olarak "2011 yılında yürürlüğe girmiştir. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerden; haşılama, yıkama, haşıl sökme, merserizasyon, ağartma, boyama-baskı, apre ve diğer terbiye işlemlerinin gerçekleştirildiği ve kurulu kapasitesi 10 ton/gün üzerinde olan tesisler bu Tebliğ hükümlerine tabidir.

2015/10 Sayılı Zeytinyağı Tesislerinde Oluşan Atıksuların Yönetiminde Uyulması Gereken Teknik Hususlar Genelgesi

Zeytinyağı Tesislerinde Oluşan Atıksuların Yönetiminde Uyulması Gereken Teknik Hususlar konulu 2015/10 sayılı Genelge 17.11.2015 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Genelge ile zeytinyağı üretimi sonucu ortaya çıkan zeytin karasuyunun ve diğer atıksuların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanması amaçlanmaktadır. Genelgede; 3 fazlı çalışan zeytinyağı işletmelerinde zeytin karasuyunun

⁴¹⁸ 2014/07 sayılı Atıksu Arıtma/Derin Deniz Deşarjı Tesisi Proje Onay Genelgesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

⁴¹⁹ 10.09.2014 tarihli ve 29115 sayılı Resmî Gazete.

⁴²⁰ 14.12.2011 tarihli ve 28142 sayılı Resmî Gazete.

buharlaştırılması amacıyla sızdırmaz lagünlerin inşasına ilişkin teknik hususlar ile 2 fazlı sistemlere geçiş yaparak karasu sorununun ortadan kaldırılması hususları yer almaktadır.

16 Temmuz 2021 tarih ve 31543 sayılı Cumhurbaşkanlığı Yeşil Mutabakat Eylem Planı Genelgesi⁴²¹

Yeşil dönüşüm alanında AB başta olmak üzere politika değişikliklerinin, ülkemiz dış ticareti ile bağlantılı bir şekilde sanayi, tarım, enerji ve ulaştırma politikaları üzerindeki etkilerinin bütünsel olarak ele alınması ve ülkemizin hem aday ülke statüsü hem Gümrük Birliği ilişkisi dikkate alınarak, uyumunu sağlayacak bir yol haritası oluşturulması ihtiyacı hâsıl olmuştur. Ülkemizin Gümrük Birliği ile AB'ye sağlanan bütünleşmesinin korunması ve daha da ileriye taşınmasının yanı sıra uluslararası ticaret düzeninde iklim değişikliği ile mücadele politikalarının olası etkilerine adaptasyonunu sağlayacak bir yol haritası oluşturulması hedeflenmiş ve Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu üyesi tüm kurumların katkıları ile ülkemizin Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyumunu sağlayacak bir Eylem Planı hazırlanmıştır.

Eylem Planı kapsamında yeşil ve döngüsel bir ekonomi hedefi doğrultusunda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından atıksu yönetimi ile ilgili olarak; su tüketiminin fazla olduğu tekstil sektöründe temiz üretim mevzuatı güncellenecek, deri sektörü için temiz üretim mevzuatı oluşturulacak; tekstil ve deri sektöründe temiz üretim uygulamalarına ilişkin eğitim programları düzenlenecek, arıtılmış atık suların kullanımının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının sağlanması amaçlanmaktadır.

Marmara Denizi Özelinde Yapılan Mevzuat Düzenlemeleri

Müsilaj kirliliğinin temizlenmesi ve Marmara Denizinde müsilaj oluşum nedenlerinin ortadan kaldırılması amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda çalışmalar hızla sürdürülmektedir. Marmara Denizi'ne özgü mevzuat çalışmaları kapsamında;

a) 2021/13 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi:

Eylem Planı doğrultusunda hazırlanan 2021/13 sayılı Marmara Deniz Havzası Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi 22.06.2021 tarihinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na yayımlanmıştır. Genelge ile Boğazlar ve Susurluk Havzası dâhil olmak üzere Marmara Denizi Hidrolojik Havzası'nda ve bu havzada yer alan illerden İstanbul, Bursa ve Kocaeli illerinin tamamında, sanayi ve evsel atıksu arıtma tesisleri için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı

⁴²¹ 16.07.2021 tarihli ve 31543 sayılı Resmî Gazete.

Yönetmeliği ekinde yer alan ve kirliliğin göstergesi olan Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) parametresinde kentsel atıksularda % 20 oranında, endüstriyel atıksularda ise her bir sektör için yeni bir deşarj standardı düzenlemesi yapılarak yaklaşık % 50'ye kadar kısıtlamalar getirilmiştir.

Genelge ile değiştirilen şartlara uyum için süreler belirlenmiş ve iş termin planları alınmıştır. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)'na ilişkin genelgede yer alan deşarj standartlarındaki kısıtlamaların alıcı ortam bazlı deşarj limitlerinin uygulamaya geçilmesine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

b) 2021/14 Sayılı Marmara Bölgesinde Bulunan Atık Su Arıtma Tesislerinin Gerçek Zamanlı İzlenmesi Genelgesi:

Alıcı ortama deşarj eden tesislerin arıtma tesisi giriş ve çıkış debileri ile numune alma yönünden Bakanlıkça on-line takip edilebilmesi ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Sürekli İzleme Merkezi (SİM) üzerinden, uzaktan otomatik numune aldırma yöntemi ile bu tesislerde 7/24 teknolojik denetim yapabilmesi amacıyla 02/07/2021 tarih ve 2021/14 Sayılı Marmara Bölgesinde Bulunan Atık Su Arıtma Tesislerinin Gerçek Zamanlı İzlenmesi Genelgesi yayımlanmıştır. Genelge kapsamında izleme ekipmanlarının kurulması için 6 ay geçiş süresi verilmiştir.

Genelge ile; Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde Genelge kapsamında yer alan atıksu arıtma tesisleri, ön arıtma tesisleri, derin deniz deşarjı yaparak çıkış sularını alıcı ortama deşarj eden tesisler (kesikli çalışan tesisler hariç); arıtma tesisi giriş ve çıkış debileri ile numune alma yönünden Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından on-line takip edilecektir. Bakanlık Sürekli İzleme Merkezi (SİM) üzerinden, uzaktan otomatik numune aldırma yöntemi ile bu tesislerde 7/24 teknolojik denetim yapabilecektir.

Suyu ısı transferi amaçlı (soğutma suları) kullanarak alıcı ortama deşarj eden tesisler; giriş ve çıkışlarında debi ve sıcaklık yönünden Bakanlıkça on-line takibe alınacak, Marmara Denizi'ne sıcaklık yönünden etkileri anlık verilerle değerlendirilecektir.⁴²²

3.6.2.2 Atıksu Kaynaklı Kirlilik Yükü

Türkiye, su ve atıksu yönetim politikasını, küresel ve bölgesel düzeydeki gelişmeler doğrultusunda mevcut ve gelecekteki su ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak geliştirmektedir. Zira günümüz dünyasında atıksu politikaları, ekonomi, teknoloji, tarım, su kaynakları, sağlık ve turizm olmak üzere hayatın her alanını etkilemektedir. Bu çerçevede

⁴²² 02/07/2021 tarihli ve 2021/14 sayılı Marmara Bölgesinde Bulunan Atık Su Arıtma Tesislerinin Gerçek Zamanlı İzlenmesi Genelgesi.

su kaynaklarının korunması ve kirliliğinin önlenmesi konusunda çalışmalar her geçen gün önem ve hız kazanmaktadır.

Çevre sorunları veya çevre tahribatı zaten sınırlı olan su kaynaklarının daha da kıt hale gelmesine ve böylece stratejik önem kazanmasına neden olmaktadır. Öte yandan çevre sorunlarının sınır tanımazlığı bu sorunların çözümünde çok yönlü bir işbirliği ve dayanışmayı da gerekli kılmıştır. Günümüzde öncelikli küresel konular arasında çevre sorunları yer almakta olup, küresel çevre sorunlarının başında ise iklim değişikliği gelmektedir. İklim değişikliğinin en çok etki edebileceği doğal kaynak ise su kaynakları olmaktadır. Böylece çevrenin en önemli unsurlarından olan su kaynaklarının korunması ve kirliliğinin önlenmesi her geçen gün daha fazla hayati önem kazanmaktadır.

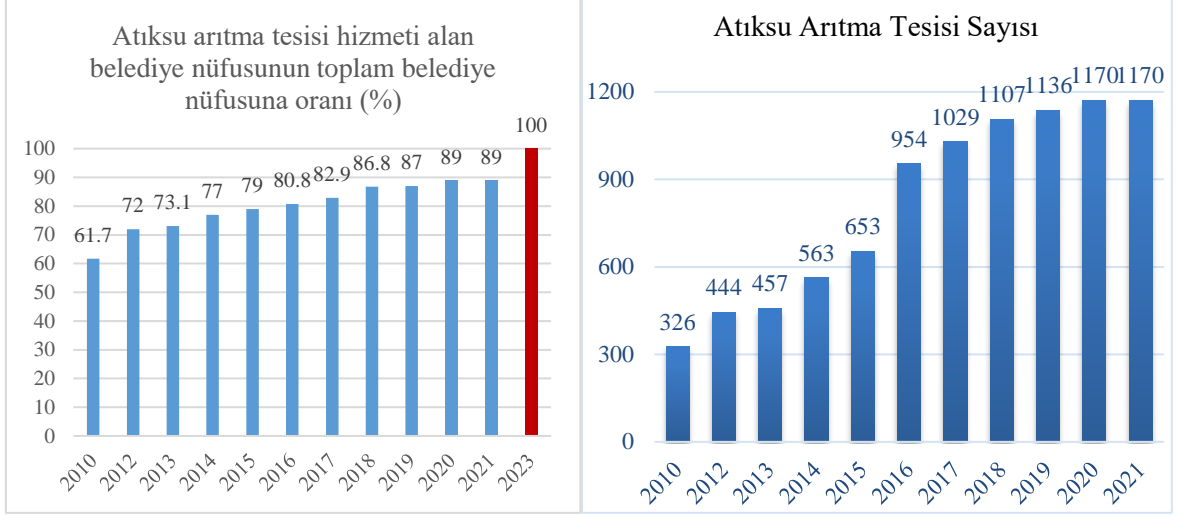
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının atıksu yönetimindeki temel politikaları ile öncelikli olarak atıksu oluşturmayan, su kullanımını minimize eden ya da oluşan atıksuyu geri kazanarak tekrar kullanımını sağlayan temiz üretimin benimsenmesi ve kirliliğin kaynağında önlenmesi hedeflenmektedir.⁴²³

Suyun korunması, tasarruflu kullanılması ve çeşitli amaçlarla oluşan atıksuların arıtılarak döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde farklı alanlarda tekrar kullanımının yaygınlaştırılması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de stratejik bir hedef haline gelmiş olup arıtılmış atıksuların alternatif su kaynakları olarak kullanımı önem kazanmaktadır.

Su kaynaklarının korunması, su tüketiminin ve atıksu üretiminin azaltılması, sağlıklı ve yaşanabilir çevrenin oluşturulabilmesi amacı ile atıksu yönetimi konusunda yapılan çalışmalar neticesinde, son yıllarda atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısında ve bu hizmetin verildiği nüfusta önemli artışlar olmaktadır. 2010 yılında 326 atıksu arıtma tesisi ile belediye nüfusunun yaklaşık % 62'sine atıksu arıtma hizmeti verilirken 2021 yılı sonu itibarıyla 1.170 atıksu arıtma tesisi ile bu oran % 89'a ulaşmıştır. 2023 yılına kadar % 100'e ulaşması hedeflenmektedir. Atıksu arıtma tesisi hizmeti alan belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı ve atıksu arıtma tesisi sayılarının yıllara göre dağılımı Şekil 60'da yer almaktadır.

⁴²³ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM'un 04 Kasım 21 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Şekil 60. Atıksu Arıtma Tesisi Hizmeti Alan Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı ve Atıksu Arıtma Tesisleri Sayısı



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarihli ve 910639 sayılı cevabi yazı.

Türkiye genelinde bulunan 1.170 evsel ve kentsel atıksu arıtma tesisinden 828'i Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, 288'i İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, 50'si Fiziksel Atıksu Arıtma Tesisi ve 4 tanesi de Kimyasal Atıksu Arıtma Tesisi olarak hizmet vermektedir. Ülkemizde genel itibariyle toplam atıksu arıtma tesislerinin durumu Tablo 35'de yer almaktadır.

Tablo 35. Türkiye Geneli Atıksu Arıtma Tesisi Sayıları, Kapasiteleri ve Arıtma Seviyeleri

Arıtma Tipi	Tesis Sayısı	Kurulu Kapasite (m ³ /gün)
İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	288	8.723.145
Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	828	3.897.398
Kimyasal Atıksu Arıtma Tesisi	4	19.902
Fiziksel Atıksu Arıtma Tesisi	50	4.564.754

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Tarafından Komisyona Sunulan 25.10.2021 tarih ve 901462 Sayılı Cevabi Yazı.

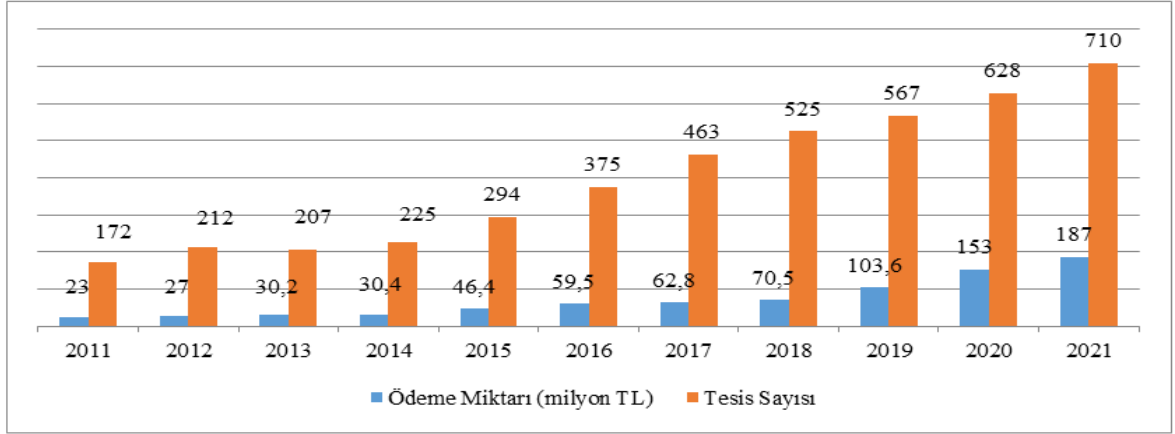
Alıcı ortamın su kalitesinin yükseltilmesi ve doğal kaynakların korunması amacıyla atıksu arıtma tesisini kuran ve mevzuata uygun çalıştıran atıksu altyapı yönetimlerini teşvik etmek amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından atıksu arıtma tesislerinin enerji giderlerinin % 50'si karşılanmaktadır. 2020 yılında yaklaşık 153 Milyon TL olmak üzere 2011-2021 yılları arasında atıksu arıtma tesislerinin enerji giderlerinin % 50'sine tekabül eden yaklaşık 793 milyon TL Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından karşılanmıştır (Tablo 36).

Tablo 36. Enerji Teşviki Ödeme Miktarı

Yıllar	Ödeme Miktarı (TL)
2011	22.897.941
2012	26.657.265
2013	30.156.077
2014	30.392.901
2015	46.361.744
2016	59.376.855
2017	62.752.444
2018	70.413.134
2019	103.608.395
2020	153.061.222
2021	186.814.571

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarihli ve 910639 sayılı cevabi yazı.

Ülkemiz genelinde atıksu arıtma tesislerine “enerji teşviki” kapsamında 2011 yılından bu yana yıllık olarak yapılan ödeme miktarları ve teşviklerden yararlanan tesis sayıları Şekil 61’de gösterilmektedir.

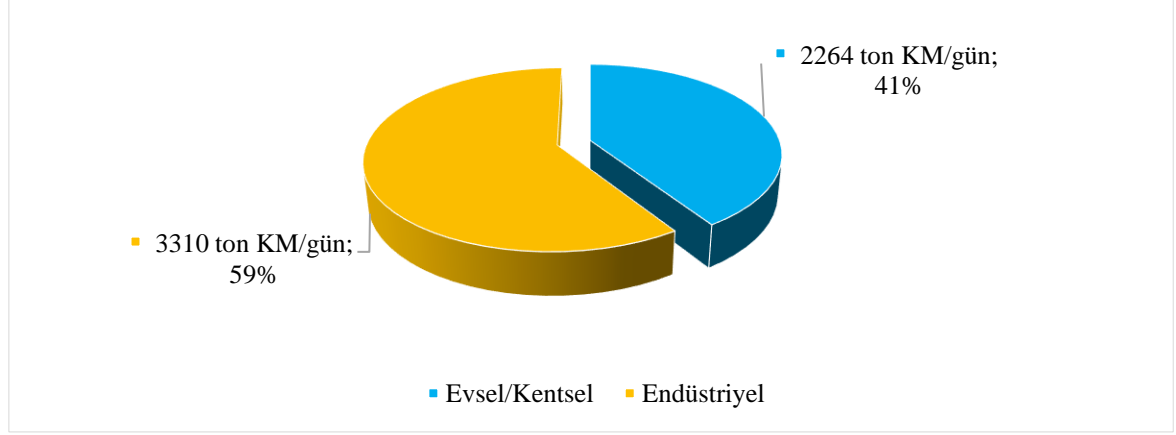
Şekil 61. Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Teşviki

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarihli ve 910639 sayılı cevabi yazı.

Ülkemizde atıksu arıtma tesislerinin sayısının artmasına bağlı olarak arıtma çamuru miktarı da giderek artmaktadır. Döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde etkin ve sürdürülebilir bir arıtma çamuru yönetiminin sağlanması önem arz etmektedir. Bu nedenle belediyeler ve endüstriler tarafından işletilmekte olan AAT’ler de kullanılan proseslere bağlı olarak önemli miktarda arıtma çamurları çıkmakta ve bu da AAT sahipleri için büyük külfet oluşturmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nca yurt genelinde etkin ve sürdürülebilir bir çamur yönetiminin gerçekleştirilmesi amacıyla “Türkiye’de Arıtma Çamuru Yönetimi ve Eylem Planı (TAÇYEP)” çalışması başlatılmıştır. Türkiye’de

yönetilmesi gereken toplam arıtma çamuru miktarı mevcutta evsel/kentsel 2.264 tonKM/gün ve endüstriyel 3.310 tonKM/gün'dür.

Şekil 62. Türkiye’de Oluşan Arıtma Çamuru Miktarı



Kaynak: Türkiye’de Arıtma Çamuru Yönetimi ve Eylem Planı Projesi (TAÇYEP), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.

Arıtma çamuru bertaraf yöntemi olarak daha çok depolama yöntemi tercih edilirken, içerdiği organik bileşikler, ısı değeri, vb. ekonomik değerler nedeniyle zaman içinde bir kaynak olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Günümüzde arıtma çamurlarının % 46’sı dögüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde ekonomiye (toprakta düzenleyici, ek yakıt, alternatif ham madde olarak vb.) kazandırılmaktadır.⁴²⁴

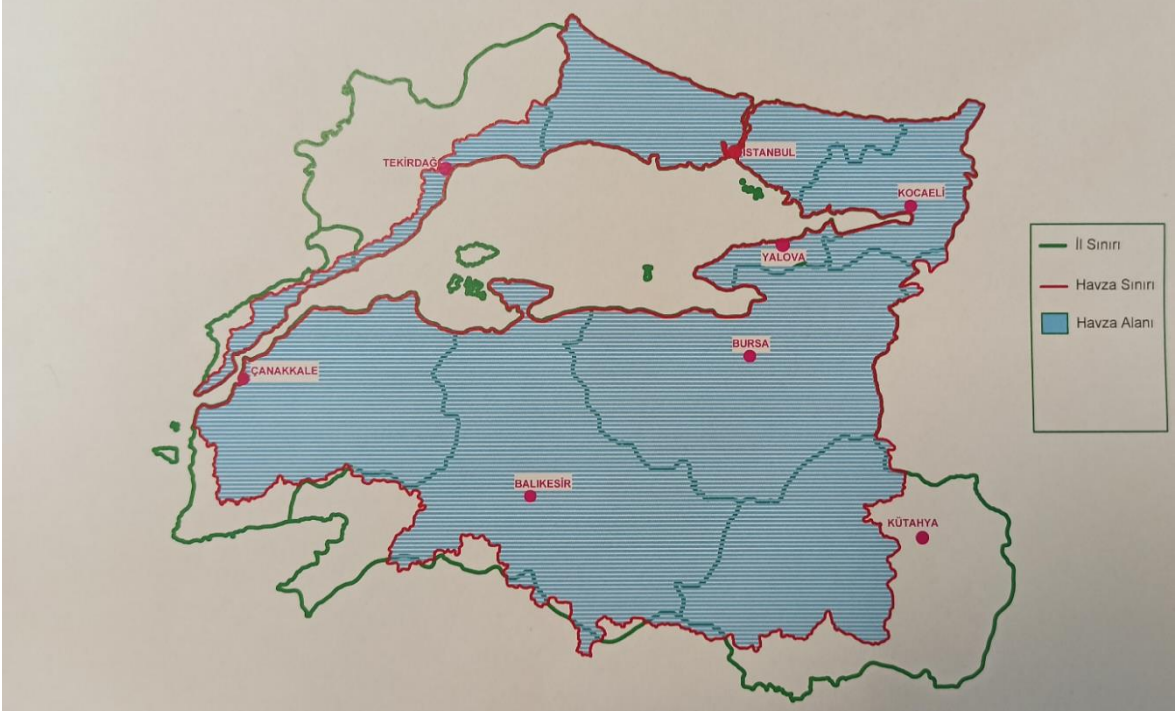
3.6.2.3 Marmara Denizi Havzasında Yer Alan AAT’lerin Genel Durumu ve Revizyon İhtiyacı Analizi

Marmara’daki su kalitesi durumunu istenen düzeye getirmek için karasal yüklerin azaltılması en öncelikli ve en etkili önlem olarak öne çıkmaktadır. Karasal kirleticilerin önemli bir kısmını oluşturan noktasal kaynaklı kirliliğin tespiti, mevcut durumun ortaya konulması, sürecin doğru yönetilmesi açısından önem arz etmektedir.

Marmara Denizinde kirliliğin tespiti ve önlenmesi için yapılacak tüm çalışmalarda Marmara Denizi Havzası sınırlarının dikkate alınması gerekmektedir.

Bilindiği üzere 2021/13 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesinde Marmara Denizi Havzası tanımlanmıştır. Marmara Denizi Havzası; Boğazlar ve Susurluk dâhil Marmara Denizi Hidrolojik Havzası’nda ve bu havzada yer alan İstanbul, Bursa ve Kocaeli illerinin tamamını kapsamakta olup Şekil 63’de Marmara Denizi Havzası sınırları gösterilmektedir.

⁴²⁴ Türkiye’de Arıtma Çamuru Yönetimi ve Eylem Planı Projesi (TAÇYEP), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.

Şekil 63. Marmara Denizi Havzası Sınırları

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

Bölüm 1.3.2’de Marmara Denizi’ne kıyısı olan 7 ilin çevresel altyapı durumları ortaya konulmuş olup bu bölümde yer alan çalışmalar ve elde edilen verilerde il sınırları değil Marmara Denizi Havzası sınırları dikkate alınmıştır.

Marmara Denizi Havzası Noktasal Kirlilik Yüklerinin Tespiti Projesi (MAR-AAT)

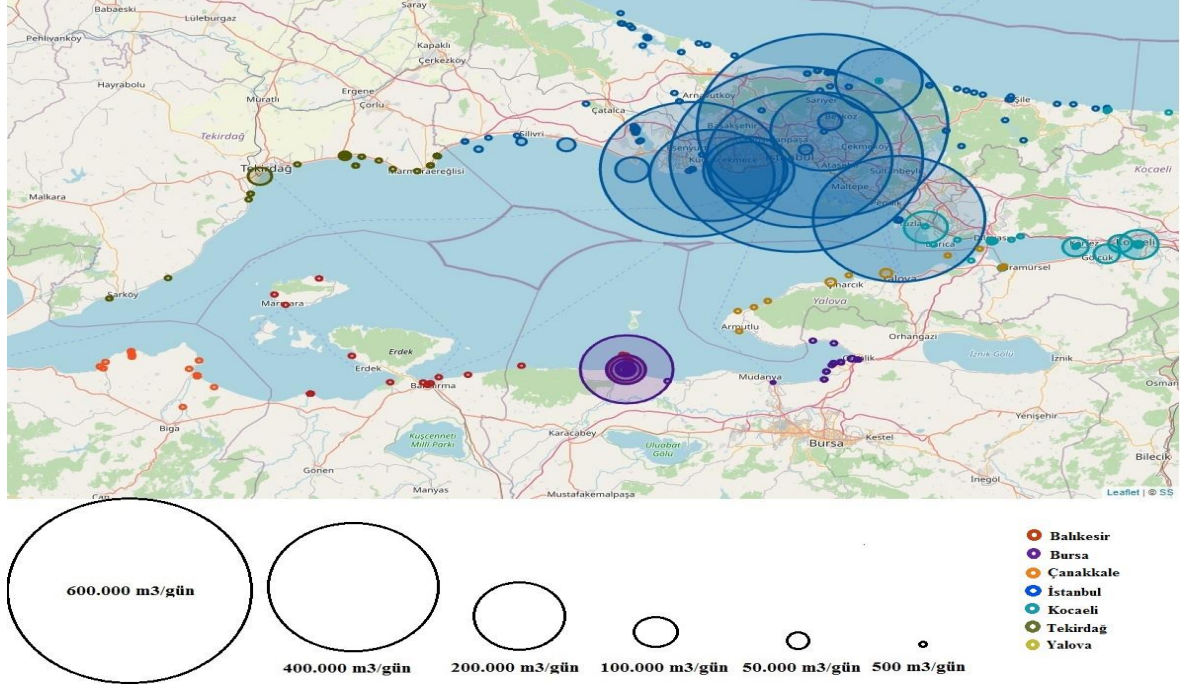
Eylem Planı çerçevesinde, Koordinasyon Kurulu’nun 1. toplantısında oluşturulan “Noktasal Kaynaklı Kirliliğin Tespiti Alt Çalışma Grubu” tarafından Marmara Denizi Havzası’nda atıksu kaynaklı noktasal kirliliğin tespiti amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 5 üniversite (İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Konya Teknik Üniversitesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Gebze Teknik Üniversitesi) ve Su ve Kanalizasyon İdaresi temsilcilerinin katılımı ile Marmara Denizi Havzası Noktasal Kirlilik Yüklerinin Tespiti Projesi (MAR-AAT) gerçekleştirilmiştir.

Proje kapsamında, Marmara Denizi Havzası’nda yer alan 50 m³/gün ve üzeri atıksuyu olan 445 evsel/kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisi yerinde incelenerek; mevcut durumları tespit edilmiş, ihtiyaç analizleri yapılmış ve Marmara Denizi’ne gelen atıksu kaynaklı kirlilik yükleri ortaya konulmuştur.

MAR-AAT Projesi sonuçlarına göre Marmara Denizi Havzası’ndaki atıksu arıtma tesislerinin mevcut durumları, atıksu kaynaklı kirlilik yükleri ile bu yüklerin illere göre

dağılımı Şekil 64'te verilmektedir. Buna göre, Marmara Denizi'ne ulaşan atıksu miktarının büyük oranda İstanbul Boğazı ve çevresinden kaynaklandığı görülmektedir.

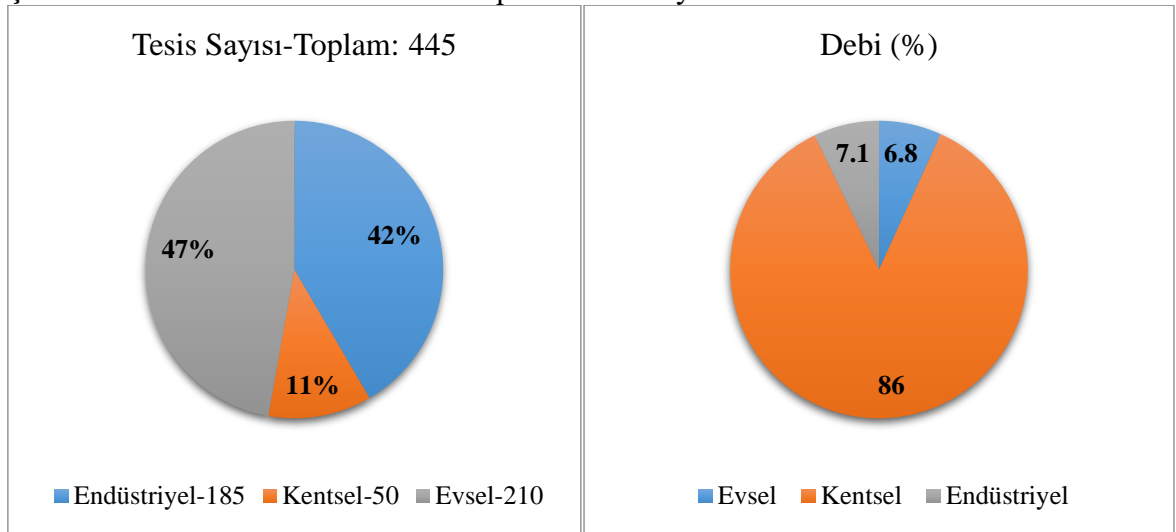
Şekil 64. Marmara Deniz'ine Ulaşan Atıksu Miktarları



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Marmara Deniz Havzasına verilen deşarjların yaklaşık % 86'sı kentsel, yaklaşık % 7'si evsel ve yaklaşık % 7'si ise endüstriyel atıksulardan kaynaklanmaktadır. MAR-AAT Projesi kapsamında havzada incelenen tesisler ve atıksu debilerine ilişkin bilgiler Şekil 65'de verilmektedir.

Şekil 65. Marmara Deniz Havzası Toplam Tesis Sayısı ve Debi Durumu



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Marmara Denizi Havzası il bazlı atıksu kaynaklı kirlilik yük dağılımı Tablo 37’de verilmektedir.

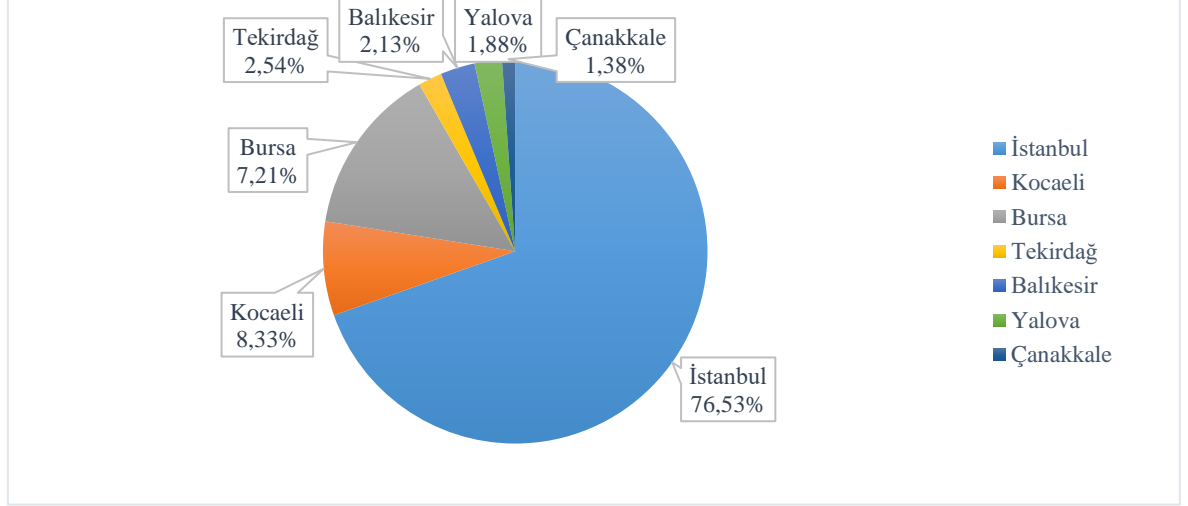
Tablo 37. İllere Göre Atıksu Kaynaklı Ortalama Kirlilik Yük Dağılımı (Kg / Gün)

İller	KOİ (kg/gün)	Oran (%)	TN (kg/gün)	Oran (%)	TP (kg/gün)	Oran (%)
Balıkesir	60.604	4,2	5.638	2,9	1.686	8,1
Bursa	59.568	4,2	8.995	4,7	793	3,8
Çanakkale	12.367	0,9	1.403	0,7	304	1,5
İstanbul	1.254.716	88,0	168.234	87,5	17.243	82,9
Kocaeli	19.016	1,3	4.853	2,5	311	1,5
Kütahya	1.839	0,1	364	0,2	92	0,4
Tekirdağ	10.779	0,8	1.695	0,9	171	0,8
Yalova	7.585	0,5	1.000	0,5	208	1,0
TOPLAM	1.426.474		192.182		20.808	

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Marmara Denizi’ne yapılan evsel atıksu deşarjlarının illere göre dağılımı Şekil 66’da görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere Marmara Denizi’ne yapılan deşarjlarda en yüksek paya sahip ilk üç il sırasıyla İstanbul, Kocaeli ve Bursa’dır.⁴²⁵

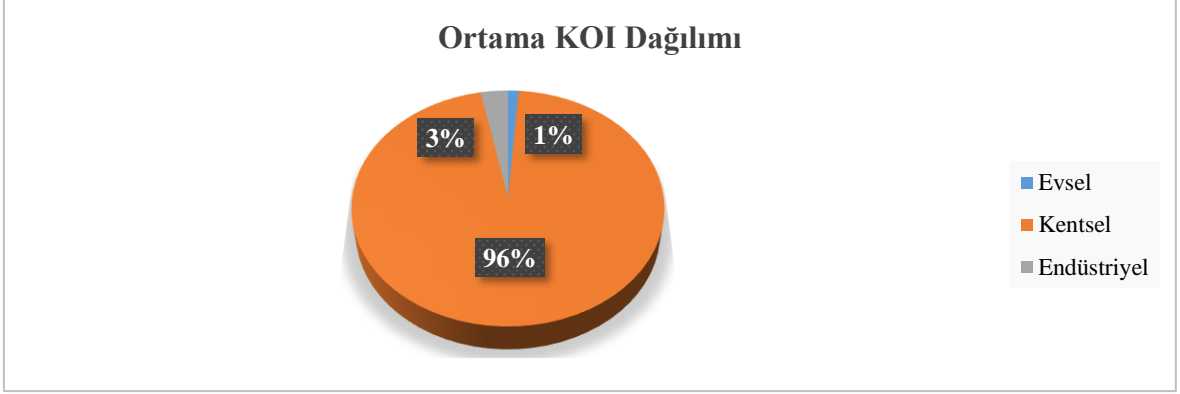
Şekil 66. Atıksu Deşarjlarının İllere Göre Dağılımı



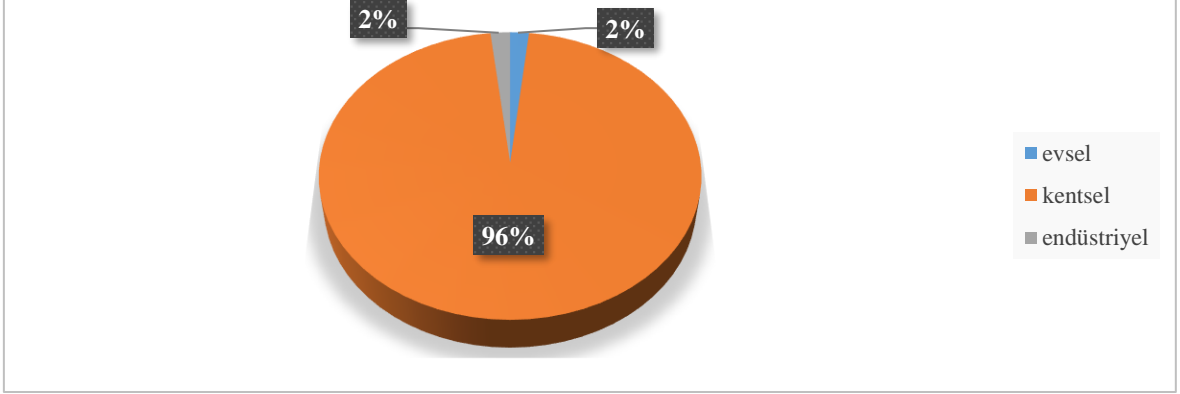
Kaynak: Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK’ün 6 Ekim 2021 Tarihli Sunumu.

Marmara Deniz Havzası günlük ortalama KOİ, TN ve TP yüklerinin atıksu türüne göre dağılımı Şekil 67, 68 ve 69’da verilmektedir. Buna göre; toplam atıksu kaynaklı kirlilik yükünün % 96’sı kentsel atıksulardan kaynaklanmaktadır.

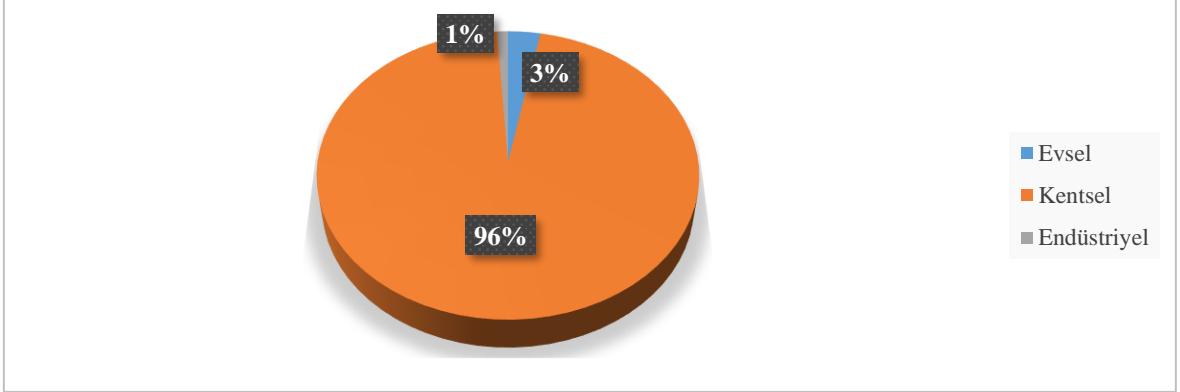
⁴²⁵ Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK’ün 6 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.

Şekil 67. Günlük Ortalama KOİ Yükünün Atıksu Türüne Göre Dağılımı

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Şekil 68. Günlük Ortalama Toplam Azot (TN) Yükünün Atıksu Türüne Göre Dağılımı

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Şekil 69. Günlük Ortalama Toplam Forfor (TP) Yükünün Atıksu Türüne Göre Dağılımı

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Kentsel Atıksu Yönetimi

Marmara Denizi için önemli baskı unsuru, kıyı bölgelerden denize verilen atıksu girdileridir. Bilindiği üzere Marmara Denizi Havzası'ndan kaynaklanan atıksu debisinin büyük bir çoğunluğunu kentsel atıksular oluşturmaktadır olup havzadaki kentsel atıksuların dağılımı Şekil 70'de yer alan haritadan görülmektedir.

Şekil 70. Marmara Deniz Havzası Atıksu Arıtma Tesisleri (AAT) Haritası

Kaynak: MARAAT Projesi Veri Tabanı, 2021.

Marmara Denizi Havzası'nda 287 evsel ve kentsel atıksu arıtma tesisi bulunmakta olup bu tesisler ile havzada bulunan belediye nüfusunun yaklaşık % 98'ine arıtma hizmeti verilmektedir. Tablo 38'de Marmara Denizi Havzası'nda illere göre arıtma hizmeti verilen nüfus ve arıtma türü bilgileri verilmiştir. Veriler, il verileri olmayıp Marmara Denizi Havzası tanımı içerisinde kalan alandaki bilgileri içermektedir

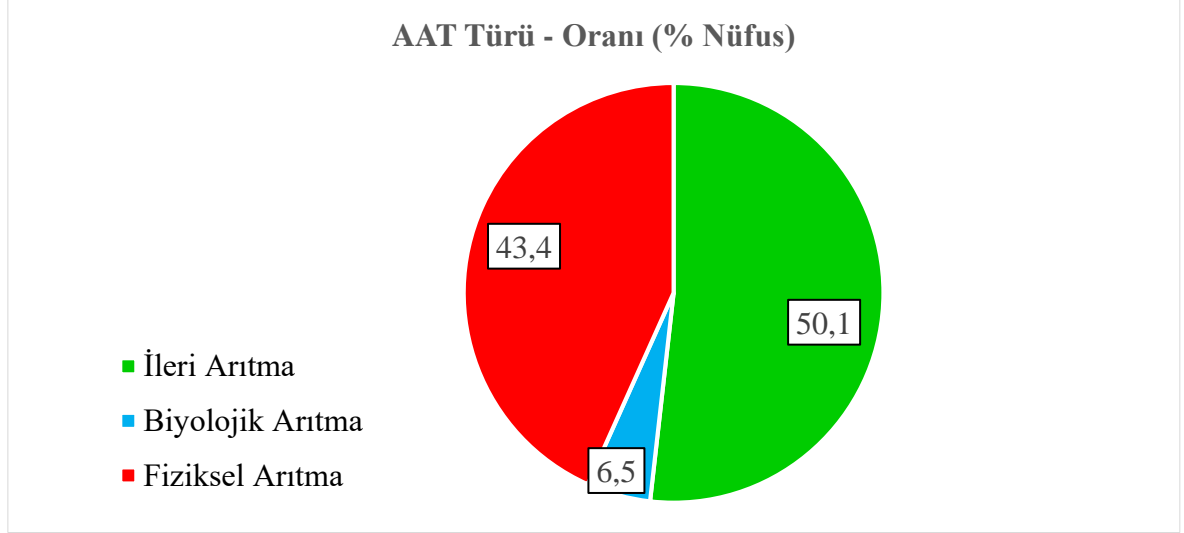
Tablo 38. Marmara Denizi Havzası'nda Yer Alan AAT'lerin İllere Göre Dağılımı ve Arıtma Seviyeleri

İL	Toplam Belediye Nüfusu (Bin)	Arıtma Hizmeti Verilen Belediye Nüfusu (Bin) (*)	AAT ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)	Hizmet Verilen Nüfus		
				İleri Arıtma (Bin)	Biyolojik Arıtma (Bin)	Fiziksel Arıtma (Bin)
Balıkesir	889	695	78,2	239	455	-
Bursa	3.148	3.121	99,2	3.018	103	-
Çanakkale	369	355	96,2	232	123	-
İstanbul	15.841	15.824	99,9	5.674	191	9.959
Kocaeli	2.033	2.033	100	1.541	491	-
Kütahya	149	109	73,5	73	36	-
Tekirdağ	623	586	94,1	549	17	20
Yalova	262	262	100	193	69	-
Toplam	23.314	22.988	98,6	11.521	1.487	9.980
Arıtma hizmeti verilen nüfusa göre arıtma türü dağılım oranı (%)				50,1	43,4	6,5
(*)Atıksuyu yalnızca fiziksel arıtmaya tabi tutulan nüfus dâhildir.						

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022.

Havzada arıtılan kentsel atıksular ve arıtma prosesleri Şekil 71’de sunulmaktadır. Buna göre, havzada oluşan kentsel atıksuyun % 43,4’ü yalnızca fiziksel arıtma yapılarak deşarj edilmektedir. Atıksu kaynaklı kirliliğin önemli bir kısmını ileri arıtmaya tabi tutulmadan deşarj edilen kentsel atıksular oluşturmaktadır.

Şekil 71. Kentsel Atıksuların Tabi Tutulduğu Arıtma Türüne Göre Dağılımı (% Nüfus)



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Marmara Deniz Havzası’nda bulunan 287 evsel ve kentsel atıksu arıtma tesisinden 228’ü Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, 50’si İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ve 9’u Fiziksel Atıksu Arıtma Tesisidir. Marmara Denizi genelinde evsel atıksu girdilerinin bertarafı için kullanılan yöntem genel olarak birinci seviye (fiziksel) arıtım sonrası derin deniz deşarjı (DDD) şeklindedir. Tablo 39’da Marmara Denizi Havzası’nda illere göre kentsel atıksu arıtma tesislerinin bilgileri ve arıtma türlerine göre kapasite oranı verilmiştir.

Tablo 39. Marmara Denizi Havzası’nda Kentsel Atıksu Bilgileri

İl	İleri Arıtma			Biyolojik Arıtma			Fiziksel Arıtma			Toplam	
	AAT Sayısı	AAT Kapasite (m ³ /gün)	Kapasite Oran (%)	AAT Sayısı	AAT Kapasite (m ³ /gün)	Kapasite Oran (%)	AAT Sayısı	AAT Kapasite (m ³ /gün)	Kapasite Oran (%)	AAT Sayısı	AAT Kapasitesi (m ³ /gün)
Balıkesir	6	36.728	32,1	13	77.717	67,9	-	-	-	19	114.445
Bursa	13	446.138	95,2	110	22.390	4,8	-	-	-	123	468.528
Çanakkale	4	51.406	62,1	10	31.417	37,9	-	-	-	14	82.823
İstanbul	11	1.700.885	29,5	70	46.470	0,8	8	4.014.760	69,7	89	5.762.115
Kocaeli	9	545.030	72,1	13	210.440	27,9	-	-	-	22	755.470
Kütahya	1	9.600	51,9	4	8.907	48,1	-	-	-	5	18.507
Tekirdağ	5	110.400	64,7	3	5.160	3	1	54.950	32,2	9	170.510
Yalova	1	75.000	54,3	5	63.080	45,7	-	-	-	6	138.080
Toplam	50	2.975.187	39,6	228	465.581	6,2	9	4.069.710	54,2	287	7.510.478

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021.

Endüstriyel Atıksu Yönetimi

Sanayileşmeden kaynaklanan çevre sorunlarının çözümünde, sanayileşmenin kontrollü bir şekilde Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) ve Küçük Sanayi Siteleri (KSS) içinde gelişiminin sağlanması etkili bir rol oynamaktadır. Sanayinin disiplin altına alınması, çevrenin korunması ve faaliyette bulunan işletmelerin çevre normlarına uygun üretim yapmalarının desteklenmesi bakımından, bu bölgeler önemli fonksiyonlara sahiptir.

Ülkemizde 326 adet OSB tüzel kişilik kazanmış olup aktif olarak faaliyet gösteren 243 adet OSB'nin 110'unda atıksu arıtma tesisi bulunmakta, 58'inde atıksular belediye kanalına verilmektedir. 75 tanesinde ise genel olarak doluluk oranı düşük olması nedeniyle işletme bazında atıksu bertarafı gerçekleştirilmektedir. Diğer OSB'ler ise genel olarak düşük doluluk oranına sahip olmakla birlikte bu OSB'lerde oluşan atıksular tesis bazında bertaraf edilmektedir.⁴²⁶ 2020 yılında atıksu arıtma tesisi enerji teşviki kapsamında 70 OSB'ye 72 atıksu arıtma tesisi için 29.329.422 TL ödeme yapılmıştır.⁴²⁷

Tablo 40. Türkiye'deki OSB'lerin Durumları

Tescilli OSB Sayısı	Faaliyette Olan OSB Sayısı	AAT Olan OSB Sayısı	Belediye Kanalına Bağlı OSB Sayısı	AAT Olmayan OSB Sayısı
326	243	110	58	75

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarihli ve 910639 sayılı cevabi yazı.

Marmara Denizi Havzasında yer alan 8 ilde tüzel kişilik kazanmış 61 adet OSB bulunmakta olup; bunlardan Marmara Denizi'ne kıyısı olan 7 ildeki 45 OSB doğrudan veya dolaylı olarak Marmara Denizi'ne deşarj yapmaktadır.⁴²⁸

Tablo 41. İllere Göre Marmara Denizi Havzası'na Deşarj Eden OSB Sayısı

İl	OSB Sayısı
Balıkesir	3
Bursa	15
Çanakkale	2
İstanbul	8
Kocaeli	13
Tekirdağ	2
Yalova	2
Toplam	45

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

⁴²⁶ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarihli ve 910639 sayılı cevabi yazı.

⁴²⁷ A.g.k.

⁴²⁸ A.g.k.

MAR-AAT Projesi kapsamında incelenen 50 m³/gün ve üzerinde atıksuyu olan 446 tane münferit sanayi tesisinin atıksu arıtma tesisleri incelenmiş olup arıtma tesislerinin durumu Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Marmara Havzası’nda Yer Alan Münferit Tesisler

Marmara Havzasında Yer Alan Münferit Tesisler							
İl	Revizyon İhtiyacı Yok	Revizyon Devam Ediyor	AAT Kapasite Artırılmalı	Bakım & Onarım ve Revizyon	KOI Revizyonu	NP Revizyonu	Tesis Yeniden Yapılmalı
Balıkesir	33	3	4	19	1	1	9
Bursa	73	6	9	12	7	0	3
Çanakkale	24	0	1	16	1	4	1
İstanbul	46	1	29	7	0	17	13
Kocaeli	46	2	1	4	0	0	2
Tekirdağ	12	2	1	6	0	0	6
Yalova	4	0	0	2	1	4	0
Toplam	238	14	45	66	10	26	34

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

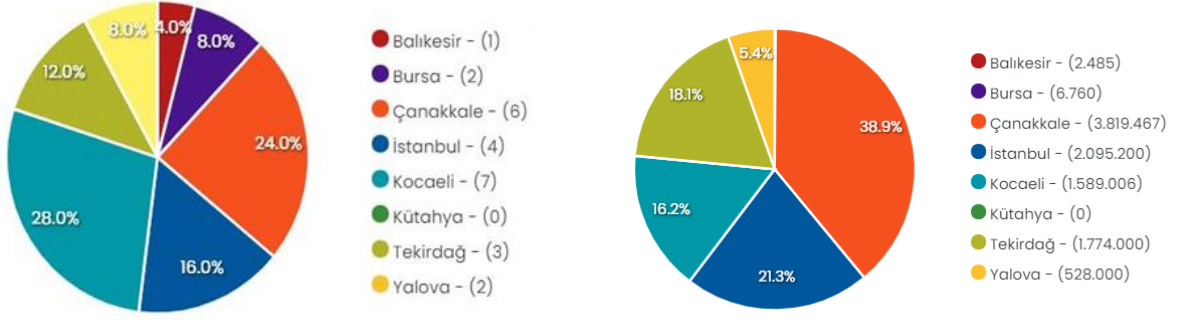
Marmara Denizi Havzası’nda yer alan sanayi tesislerinde kullanılan soğutma suları da MAR-AAT Projesi kapsamında incelenmiş olup (50 m³/gün ve üzerinde atıksu üreten) soğutma suyu kullanan sanayi tesis sayısı ve kurulu kapasitesi illere göre Tablo 43’te verilmiştir.

Tablo 43. 50 m³/gün Atıksu Oluşturan ve Soğutma Suyu Kullanan Sanayi Tesisleri

İl	Tesis Sayısı	Kurulu Kapasite
Balıkesir	1	129.600
Bursa	2	16.800
Çanakkale	6	18.219.984
İstanbul	4	4.206.600
Kocaeli	7	178.800
Tekirdağ	3	2.352.000
Yalova	2	655.000
Toplam	25	26.758.784

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

MAR-AAT Projesi kapsamında incelenen 50 m³/gün ve üzerinde atıksu üreten ve soğutma suyu kullanan tesislerin sayısı ve debi bilgisi illere göre oransal olarak Şekil 72’de verilmiştir.

Şekil 72. Soğutma Suyu Kullanan Tesislerin Sayısı ve Debi Bilgisi**Soğutma Suları (Tesis Sayısı)****Soğutma Suları (Debi m³/gün)**

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Marmara Denizi Koruma Eylem Planı'nın 22'nci maddesinde "Soğutma suları ve termal tesislerden oluşan sıcak suların Marmara Denizi'ne etkilerinin azaltılmasına yönelik tedbirler alınacak" eylemi yer almaktadır. Bu kapsamda, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından soğutma sularının Marmara Denizi'ne etkilerinin belirlenmesi ve soğutma suyu kullanımının azaltımını temin etmek üzere araştırma projesi gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

Marmara Denizi Havzasındaki Zeytinyağı Endüstrisinin Durum Tespiti Projesi (MAR-ZEY)⁴²⁹

Endüstriyel nitelikli atıksular; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY) tanımlanan arıtma ve bertaraf teknikleri kullanılarak yönetmelik ekinde tanımlanmış olan 14 adet sanayi sektöründen kaynaklanan atıksuların arıtılarak alıcı ortama deşarj edilebilecek olan deşarj standartları belirlenmiştir. Ayrıca atıksuyun arıtımının zor olduğu zeytincilik ve zeytinyağı sektörü ile tekstil sektörü özelinde de ilave tedbirlerin alınabileceği üretim tekniklerinde ek düzenlemelerde yapılmaktadır. Havza bazında su kirliliğinin olduğu bölgelerde de su kaynaklarının korunmasının sağlanması amacıyla da alıcı ortam deşarj standartlarında kısıtlamalar yapılabilmektedir.

"Zeytinyağı Tesislerinde Oluşan Atıksuların Yönetiminde Uyulması Gereken Teknik Hususlar" konulu 2015/10 sayılı Genelge düzenlenmiş ve zeytinyağı üretiminin 2 fazlı sistemlere geçiş yaparak karasu sorununun ortadan kaldırılması ve 3 fazlı çalışan zeytinyağı işletmelerinde zeytin karasuyunun buharlaştırılması amacıyla sızdırmaz lagünlerin inşasına ilişkin teknik hususlar düzenlenerek sektörde oluşan zeytin karasuyu bertarafına ilişkin çözümler geliştirilmiştir.

⁴²⁹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Bu çerçevede; Marmara Denizi Havzası'nda yer alan zeytinyağı üretim tesislerinin incelenmesi, zeytinyağı üretim tesislerinin mevcut üretim proseslerinin durumlarının tespiti ve revizyon ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla Marmara Denizi Havzası'ndaki Zeytinyağı Endüstrisinin Durum Tespiti Projesi (MAR-ZEY) gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında; zeytin karasuyu problemine yönelik olarak zeytinyağı işletmelerinin 3 fazlı üretim tekniğinden 2 fazlı üretim tekniğine dönüştürülmesi gerekliliği ortaya konulmuş, Marmara Denizi'ne deşarj yapan ve proje kapsamında Balıkesir, Bursa, Çanakkale ve Tekirdağ illerinde yer alan 36 tesis incelenmiş olup, ziyaret edilen zeytinyağı işletmelerine ait proses dağılımları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. Marmara Denizi'ne Deşarj Eden Zeytinyağı İşletmelerinde Proses Dağılımı

İl	2 Fazlı Üretim Prosesi	3 Fazlı Üretim Prosesi	Toplam
Balıkesir	4	10	14
Çanakkale	2	13	15
Tekirdağ	-	2	2
Bursa	-	5	5
Toplam	6	30	36

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 17.11.2021 tarihli ve 914309 sayılı cevabi yazı.

Ziyaret edilen 36 tesisten hâlihazırda 2 fazlı çalıştığı tespit edilen 6 tesis ve faaliyetini durdurmuş olan 2 tesis haricinde kalan toplam 28 tesiste 2 faza geçiş için ne gibi ihtiyaçlar olacağı ortaya çıkarılmıştır.

Diğer taraftan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2015/10 Zeytinyağı Tesislerinde Oluşan Atıksuların Yönetiminde Uyulması Gereken Teknik Hususlar Genelgesi revizyon çalışmaları sürdürülmektedir.

Ergene Derin Deniz Deşarjı

Ülkemizde ciddi kirlilik baskısı altında bulunan havzaların başında Ergene Havzası gelmektedir. Plansız sanayileşme, hızlı nüfus artışı, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları, zirai ilaç ve gübre kullanımı neticesinde Ergene Nehri'nin su kalitesi IV. Sınıf su kalitesine düşmüştür.⁴³⁰ Havzada 2.000'den fazla sanayi tesisi bulunmaktadır. Bu sanayinin % 82'si Tekirdağ, % 10'u Kırklareli ve % 8'i ise Edirne'de yer almaktadır. Yaklaşık 260.000

⁴³⁰ Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü "Marmara Denizi Kirlilik Problemi" Konulu Raporu, 09.06.2021.

m³/gün debisi olan Ergene Nehri'ne 460.000 m³/gün sanayi atık suları, 240.000 m³/gün de evsel atık sular deşarj edilmektedir.⁴³¹

Bu değerlendirmeler ışığında, Ergene Havzası içerisinde kirlenme durumunun belirlenmesi, tespit edilen kirlilik kaynaklarının daha detaylı incelenmesi ve özellikle mevcut durumda meydana gelen kirliliğin önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması, kısa orta ve uzun vadede kirliliğin azaltılmasına yönelik önlemlerin belirlenmesi amacıyla 06.05.2011 tarihinde mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından ‘‘Ergene Havzası Eylem Planı’’ hazırlanarak yürürlüğe konulmuştur. 13 Haziran 2013 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan ‘‘Ergene Havzası Koruma Eylem Planı Başbakanlık Genelgesi’’ ile birlikte planın uygulanması noktasında tüm kurumların sorumluluklarını yerine getirmesi ve koordinasyon içerisinde çalışması sağlanmaya çalışılmıştır.

Havzadaki en büyük kirletici kaynağı olan sanayi faaliyetlerine yönelik gerçekleştirilen tedbirler kapsamında; havzada dağınık halde yer alan sanayiler bir araya getirilerek Tekirdağ ili sınırları içerisinde Ergene 1, Ergene 2, Velimeşe, Muratlı, Çorlu-1, Veliköy, Kapaklı, Yalıboyu OSB’ler ile Kırklareli ili sınırları içerisinde Evrensekiz ve Büyükkarıştıran OSB’ler olmak üzere toplamda 10 adet OSB tüzel kişilik kazanmıştır.⁴³²

Tekirdağ Valiliği evre, şehircilik ve İklım Değişikliği İl Müdürlüğü tarafından İstanbul Teknik niversitesi’ne hazırlatılan çevresel etki raporu kapsamında ‘‘Ergene’den Marmara’ya aktarılan ileri arıtma uygulanmış OSB/İslah OSB atıksularının, difüzör delikleri çıkışındaki derinlik $\geq 47,5$ m ve ilk karışım bölgesindeki akıntı yoluyla ilk seyrelme ≥ 40 olmak üzere’’, Marmara Denizi alt tabaka (Akdeniz) sularına verilmesi önerilmektedir.⁴³³

Bu kapsamda hazırlanan Derin Deniz Deşarj Projesi ile Ergene Havzası’nda bulunan 7 adet OSB için inşa edilecek ve havzada yer alan OSB’lerden kaynaklanan 460.000 m³/gün’lük sanayi atıksularının arıtılacağı tesislerin son durumu şöyledir:

1. Muratlı OSB AAT: İşletmede (Derin Deniz Deşarj Sistemine dâhil değildir)
2. Ergene-1 OSB AAT: İşletmede
3. Ergene-2 OSB AAT: İnaatı tamamlandı
4. orlu-1 OSB AAT: İnaatı tamamlandı

⁴³¹ Prof. Dr. Lokman Hakan TECER’in 20 Ekim 2021 tarihli Sunumu ve Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁴³² A.g.k.

⁴³³ Ergene Havzası Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi ıkışlarının Marmara Denizi’ndeki evresel Etkileri Raporu, İstanbul Teknik niversitesi, şubat 2013.

5. Velimeşe OSB AAT: İnşaatı devam etmektedir⁴³⁴
6. Çerkezköy OSB AAT: İşletmede
7. Çorlu Deri ve Karma OSB AAT: İşletmede

Sanayi atıksuları, inşa edilmiş olan ileri atıksu arıtma tesislerinde ileri seviyede arıtıldıktan sonra, inşaatı devam eden Kara Boru, Tünel A/B ve Derin Deniz Deşarj hattı ile Marmara Denizi'ne derin deniz deşarj edilecektir. Bahse konu sistemin Doğu Hattı (Çorlu-Çerkezköy) 13.11.2020 tarihinde hizmete alınmıştır. Batı Hattı (Ergene 1-2 Tünelleri) 2021 yılı sonunda tamamlanmış olup; organize sanayi bölgeleri içerisindeki bağlantı hatları çalışmaları devam etmektedir.⁴³⁵

Eylem Planı kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca su kalitesinde iyileşmenin sağlanabilmesi amacıyla Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan alıcı ortam deşarj standartlarına ilave parametre eklenebildiği gibi kısıtlamalar da yapılabilmektedir. Bu kapsamda 1 Kasım 2011 tarihli 2011/10 sayılı Ergene Nehri'nde Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi yayımlanmıştır. Genelgeyle, havzada yer alan tüm sektörlerde KOI değerinde kısıtlamaya gidilmiş olup; Genelge 2019 yılında güncellenmiştir.⁴³⁶

Söz konusu deşarj hattından Ocak 2021 tarihinden itibaren Çorlu Deri ve Karma OSB'den kaynaklanan ortalama 12.000-15.000 m³/günlük atıksu ileri atıksu arıtma tesisinde 26.12.2019 tarihli ve 2019/17 sayılı Ergene Nehri'nde Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi'ne uygun şekilde arıtıldıktan sonra Marmara Denizi'nin 47,5 metre derinliğinden Karadeniz'e giden alt akıma deşarj edilmektedir. Deşarj sistemi hâlihazırda kapasitesinin % 2,7'si oranında hizmet vermektedir.⁴³⁷

Derin Deniz Deşarjı projesi ile OSB'lerde yürütülen işlerin tamamlanarak sistemin işletmeye alınabilmesi için 393 Milyon TL'lik bir bütçeye ihtiyaç duyulmaktadır. 2021 yılı ödeneği 193 Milyon TL olup, 21,6 Milyon TL'si harcanmıştır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan alınan maliyetler fiyat ve kur farklarından dolayı değişkenlik göstermekte olup, öngörülen maliyetlerin yükselmesine neden olabilmektedir).⁴³⁸

⁴³⁴ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 25.10.2021 Tarih ve 901462 Sayılı Cevabi Yazı.

⁴³⁵ Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü "Marmara Denizi Kirlilik Problemi" Konulu Raporu, 09.06.2021.

⁴³⁶ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 25.10.2021 tarih ve 901462 sayılı cevabi yazı.

⁴³⁷ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 25.10.2021 Tarih ve 901462 Sayılı Cevabi Yazı.

⁴³⁸ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 25.10.2021 Tarih ve 901462 Sayılı Cevabi Yazı.

Marmara Denizi'nin dip sularına deşarj edilecek kullanılmış suların arıtılsa dahi tuzluluk muhtevası yüksek olduğu için sulamada kullanılması bilimsel açıdan uygun görülmemiştir.⁴³⁹ 20 Ekim 2021 tarihli Komisyon toplantısına katılarak bilgi veren Namık Kemal niversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Lokman Hakan TECER; Marmara Denizi'nde Akdeniz'den gelen akıntı ile Karadeniz'den gelen akıntı arasında sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk ve çözünmüş oksijen parametreleri açısından önemli farklılıklar bulunduğunu, bundan dolayı iki akıntının birbirine karışmasının mümkün olmadığını bu nedenle alt akıntıya yapılacak deşarjın 20-21 metre arasında askıda kalıp yzeeye çıkamayacağını belirtmiştir.⁴⁴⁰

“Marmara Denizi'nin Değişen Oşinografik Şartlarının İzlenmesi Projesi (MAREM)” yöneticisi hidrobiyolog M. Levent Artüz 6 Ekim 2021 tarihinde Komisyona yapmış olduğu sunumda Ergene Derin Deniz Deşarjına ilişkin olarak başta deşarjın etki alanı olan Marmara Denizi kesitinde her iki su kütlesinde yaşama elverişli değerlerin, öncelikle çözünmüş oksijen olmak üzere, çok ciddi Şekilde sınırların altına düştüğünü, deniz rengi, pH (asitlik), besleyici tuzlar gibi değerlerde kirliliğe bağlı çok ciddi değerlişimler ölçüldüğünü, aynı istasyonlardan geçmiş senelerde yapılan örneklemelere oranla tür çeşitliliğinin dramatik Şekilde düştüğünü, Marmara deniz suyu kimyasal analizlerinin n bulguları erevesince, Marmara Denizi ana su kütlelerinde ortalama amonyak değerlerinin çok yüksek olduğunu belirtmiştir.⁴⁴¹

⁴³⁹ Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü “Marmara Denizi Kirlilik Problemi” Konulu Raporu, 09.06.2021.

⁴⁴⁰ Prof. Dr. Lokman Hakan TECER'in 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

⁴⁴¹ Mehmet Levent ARTÜZ'n 6 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Şekil 73. Marmara Derin Deniz Deşarj Sistemi



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü “Marmara Denizi Kirlilik Problemi” Konulu Raporu, 09.06.2021.

Diğer taraftan, Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği kapsamında, Ergene Havzasında tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, tebliğ ekinde yer alan mevcut en iyi tekniklerden (MET) kendilerine uygun olanları belirleyerek Temiz Üretim Planları (TÜP) hazırlamakta ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl

Müdürlüklerine sunmaktadırlar. 2020 yılında TÜP'leri onaylanan 142 tekstil tesisinden 24.580,91 m³/gün su tasarrufu ile 37.030,92 kwh/ton kumaş enerji tasarrufu sağlanmıştır.⁴⁴² Ergene Havzası'nda yapılan çalışmalar Marmara Havzası'na örnek teşkil etmektedir.

Marmara Denizi Havzasında Yer Alan AAT'lerin Revizyon İhtiyacı Analizi

Marmara Denizinde iklim değişikliğinin etkisi ile birlikte deniz suyundaki durağanlık ve azot fosfor bolluğuna bağlı olarak ortaya çıkan ve Marmara Denizi'nde doğal yaşamı etkileyen afet niteliğinde bir müsilaj kirliliği başlamış söz konusu kirliliğin kontrol altına alınması için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca ivedilikle çalışmalara başlanılmıştır.

Yapılan çalışmalar neticesinde Marmara Denizi'nde kirliliğin önlenmesi amacıyla 22 Maddelik Marmara Denizi Eylem Planı yayınlanmış olup Eylem Planının 5'inci maddesinde "*Bölgede mevcutta bulunan atıksu arıtma tesislerinin tamamı ileri biyolojik arıtma tesisine dönüştürülecek. Atıksuların ileri biyolojik arıtma yapılmaksızın Marmara Denizi'ne deşarjını engelleyici hedefler doğrultusunda çalışmalar yürütülecek*" kararı alınmıştır. Bu kapsamda Marmara Denizi'ne ulaşan noktasal kaynaklı kirliliğin azaltılması amacıyla, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca 22.06.2021 tarihli ve 2021/13 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi yayımlanmıştır.

Genelge ile Boğazlar ve Susurluk Havzası dâhil Marmara Denizi Hidrolojik Havzası'nda ve bu havzada yer alan İstanbul, Bursa ve Kocaeli illerinin tamamında; evsel atıksu arıtma tesisleri için 08.01.2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Ek-4 Tablo 1'de yer alan Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) parametresi için verilen deşarj standardı % 20 oranında kısıtlama yapılmıştır. Ayrıca, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğine tabi tesislerden, kurulu kapasitesi 1.000 m³/gün ve üzerinde olan kentsel atıksu arıtma tesisleri Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Ek-4 Tablo 2'de verilen deşarj standartlarını sağlamakla yükümlü kılınmıştır.

Söz konusu Genelgede; "*... Boğazlar ve Susurluk Havzası dahil Marmara Denizi Hidrolojik Havzası'nda ve bu havzada yer alan illerden İstanbul, Bursa ve Kocaeli illerinin tamamında; bu Genelge ekinde yer alan alıcı ortam standartlarına; mevcut atıksu arıtma tesislerinden kapasitesi yeterli olanların 3 ay, revizyon ihtiyacı olanların ise 1 yıl*

⁴⁴² Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarih ve 910639 sayılı cevabi yazı.

içerisinde uyum sağlaması gerekmektedir. Ayrıca, yeni yapılacak (eski tesislerden de yeniden yapılması gerekenler dâhil) tüm atıksu arıtma tesislerinin bu standartlara göre tasarlanması ve bu Genelgenin yayım tarihinden itibaren; 6 ay içerisinde proje onay işlemlerinin tamamlanması, 1 yıl içerisinde inşaat ihalesi işlemlerinin sonuçlandırılması, yukarıda belirtilen süreler de dâhil olmak üzere 3 yıl içerisinde tesislerin inşaatının tamamlanarak işletmeye alınması gerekmektedir.” hükmü ile değiştirilen şartlara uyum için süreler belirlenmiş ve iş termin planları alınmıştır.

Bu kapsamda havzada yer alan 7 ilde öncelikli olarak ileri arıtmaya dönüştürülmesi gereken atıksu arıtma tesisleri ile yeni yapılması gerekenler il bazında aşağıdaki Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Kapasite Artışı, Revize ve Yeniden Yapılacak AAT’ler

No	İl	Tesis Adı	Tesis Statüsü	Tesis Durumu	Sorumlu Kurum
1	Balıkesir	Bandırma Açık Ceza İnfaz Kurumu Müdürlüğü AAT	Evsel	Kapasite Artışı	BASKİ
2	Balıkesir	BASKİ Gönen AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BASKİ
3	Balıkesir	BASKİ İvrindi AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BASKİ
4	Balıkesir	BASKİ Dursunbey AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BASKİ
5	Bursa	BUSKİ Küçükkuşla AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
6	Bursa	BUSKİ Kurşunlu AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
7	Bursa	BUSKİ Batı AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
8	Bursa	BUSKİ Orhangazi AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
9	Bursa	BUSKİ Doğu AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
10	Bursa	BUSKİ İznik MBR AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
11	Bursa	BUSKİ Gemlik Narlı Paket AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
12	Bursa	BUSKİ Karacabey Boğaz Paket AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
13	Bursa	BUSKİ İznik Göllüce-1 Paket AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	BUSKİ
14	Çanakkale	Karabiga Belediyesi Kentsel Nitelikli AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	Karabiga Belediye Başkanlığı
15	İstanbul	İSKİ Boyalık Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
16	İstanbul	İSKİ Yassıören Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
17	İstanbul	İSKİ Ambarlı İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
18	İstanbul	İSKİ Aydımlar Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
19	İstanbul	İSKİ Çanakça Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
20	İstanbul	İSKİ Dağyenice Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
21	İstanbul	İSKİ İhsaniye Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
22	İstanbul	İSKİ İzzettin Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ

23	İstanbul	İSKİ Kestanelik Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
24	İstanbul	İSKİ Ormanlı Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
25	İstanbul	İSKİ Örcünlü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
26	İstanbul	İSKİ Örencik Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
27	İstanbul	İSKİ Subaşı Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
28	İstanbul	İSKİ Koçullu Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
29	İstanbul	İSKİ Akpınar Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
30	İstanbul	İSKİ Paşaköy İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
31	İstanbul	İSKİ Değirmençayırı Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
32	İstanbul	İSKİ Geredeli Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
33	İstanbul	İSKİ İmrenli Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
34	İstanbul	İSKİ Kabakoz Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
35	İstanbul	İSKİ Karakiraz Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
36	İstanbul	İSKİ Kervansaray Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
37	İstanbul	İSKİ Kömürlük Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
38	İstanbul	İSKİ Kurnaköy Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
39	İstanbul	İSKİ Sahilköy Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
40	İstanbul	İSKİ Satmazlı Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
41	İstanbul	İSKİ Sofular Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
42	İstanbul	İSKİ Üvezli Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
43	İstanbul	İSKİ Ataköy III. Kademe	Kentsel	Kapasite Artışı ve Revizyon	İSKİ
44	İstanbul	İSKİ Ataköy IV. Kademe	Kentsel	Kapasite Artışı ve Revizyon	İSKİ
45	İstanbul	İSKİ Silivri İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve Revizyon	İSKİ
46	İstanbul	İSKİ Akören Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
47	İstanbul	İSKİ Alacalı Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve Revizyon	İSKİ
48	İstanbul	İSKİ Baklalı Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
49	İstanbul	İSKİ Danamandıra Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve	İSKİ

				N,P Giderim Revizyonu	
50	İstanbul	İSKİ Oklalı Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
51	İstanbul	İSKİ Oruçoğlu Bitkisel AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
52	İstanbul	İSKİ Terkos İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
53	İstanbul	İSKİ Yazlık Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
54	İstanbul	İSKİ Yeniköy Paket Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
55	İstanbul	İSKİ Poyrazköy Biyolojik Paket AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
56	İstanbul	İSKİ Cumhuriyet Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSKİ
57	İstanbul	İSKİ Tuzla III. Kademe İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	Kentsel	Revizyonu Devam Ediyor	İSKİ
58	İstanbul	İSKİ Çanta	Kentsel	Revizyon	İSKİ
59	İstanbul	İSKİ Büyükçekmece	Kentsel	Revizyon	İSKİ
60	Kocaeli	İSU Cumaköy AAT	Kentsel	Revizyon	İSU
61	Kocaeli	İSU Tavşancıl AAT	Kentsel	Revizyon	İSU
62	Kocaeli	İSU Umuttepe AAT	Kentsel	Revizyon	İSU
63	Kocaeli	İSU Akmeşe AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSU
64	Kocaeli	İSU Bağıranlı AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	İSU
65	Tekirdağ	TESKİ Batı İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	TESKİ
66	Tekirdağ	TESKİ Yeniçiftlik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı	TESKİ
67	Balıkesir	Seljel Jelatin Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Gönen Şubesi	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
68	Bursa	Erikli Su ve Meşrubat San. ve Tic. A.Ş.	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
69	Bursa	Namsal Gıda San. ve Tic. A.Ş. Orhangazi Şb.	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
70	Bursa	Marmarabirlik S.S. 699 Sayılı İznik Zeytin Tarım Satış Kooperatifi	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
71	Bursa	S.S Yeşil Çevre Arıtma Tesisi İşletme Kooperatifi	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
72	Bursa	Serttaşlar Dış Ticaret A.Ş. - Karacabey Şubesi	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
73	Bursa	Zey-Tur San.Gıda San.ve Tic.A.Ş. Orhangazi-Gemiç Köyü Şubesi	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
74	İstanbul	İSTAÇ İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi - Kömürcüoda Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi	Sızıntı Suyu	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
75	Kütahya	Simav Yün Arıtma Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
76	Çanakkale	Dardanel Önentaş Gıda San. A.Ş.	Endüstriyel	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
77	Bursa	MKPOSB Mustafakemalpaşa OSB	OSB	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
78	Balıkesir	Gönen Deri İhtisas ve Karma OSB	OSB	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
79	Kocaeli	Makine İhtisas OSB (V)	OSB	Kapasite Artışı	Atıksu Altyapı Yönetimi
80	İstanbul	İSKİ Baltalimanı Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ

81	İstanbul	İSKİ Başakşehir İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
82	İstanbul	İSKİ Bozhane İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
83	İstanbul	İSKİ Burgazada İleri Biolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
84	İstanbul	İSKİ Büyükkada İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
85	İstanbul	İSKİ Göksu İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
86	İstanbul	İSKİ Heybeliada İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
87	İstanbul	İSKİ Kadıköy Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
88	İstanbul	İSKİ Kilyos İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
89	İstanbul	İSKİ Kınalıada İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
90	İstanbul	İSKİ Küçüksu Ön Arıtma ve DDD Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
91	İstanbul	İSKİ Maltepe İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
92	İstanbul	İSKİ Paşabahçe Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
93	İstanbul	İSKİ Riva İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
94	İstanbul	İSKİ Şile Kumbaba Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
95	İstanbul	İSKİ Tepeören İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
96	İstanbul	İSKİ Ümraniye İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
97	İstanbul	İSKİ Üsküdar Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
98	İstanbul	İSKİ Yenikapı Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
99	İstanbul	İSKİ Odayeri Biyolojik Paket AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
100	İstanbul	İSKİ Seymen Biyolojik Paket AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSKİ
101	İstanbul	İSKİ Küçükçekmece Atıksu Ön Arıtma Tesisi	Kentsel	Tesis iptal edilecek-Tünel İnşaatının Tamamlanması	İSKİ
102	İstanbul	İSKİ Öğümce AAT	Kentsel	Tesis iptal edilecek	İSKİ
103	İstanbul	S.S. Boğazköy Konut Yapı Koop Birliği	Evsel	Yeni Tesis	Site Yönetimi
104	İstanbul	Sinemköy Site Yöneticiliği	Evsel	Yeni Tesis	Site Yönetimi
105	Kocaeli	İSU Doğu Sahili AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSU
106	Kocaeli	İSU Sevindikli AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSU
107	Kocaeli	İSU Kadıllı AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSU
108	Kocaeli	İSU Yeniköy (Gölcük) Evsel AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSU
109	Kocaeli	İSU Körfez Evsel AAT	Kentsel	Yeni Tesis	İSU
110	Tekirdağ	TESKİ Şarköy İleri Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
111	Tekirdağ	TESKİ Süleymanpaşa Doğu AAT (İlçe Merkezi doğu kısmı)	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
112	Tekirdağ	TESKİ Marmara Ereğlisi AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
113	Tekirdağ	TESKİ Sultanköy Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
114	Tekirdağ	TESKİ Barbaros Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
115	Tekirdağ	TESKİ Kumbağ Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
116	Tekirdağ	TESKİ Mürefte Biyolojik AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TESKİ
117	Bursa	BUSKİ Tirilye (Mudanya) AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
118	Bursa	BUSKİ Yeniköy (Karacabey) AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
119	Bursa	BUSKİ Uludağ AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
120	Bursa	BUSKİ Harmancık AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
121	Bursa	BUSKİ Büyükorhan AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
122	Bursa	BUSKİ Keles AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
123	Bursa	BUSKİ Orhaneli AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
124	Bursa	BUSKİ Karacabey AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BUSKİ
125	Kütahya	Emet Belediyesi AAT	Kentsel	Yeni Tesis	Emet Belediyesi
126	Kütahya	Çavdarhisar Belediyesi Paket AAT	Kentsel	Yeni Tesis	Çavdarhisar

					Belediyesi
127	Kütahya	Kuruçay Belediye Başkanlığı AAT	Kentsel	Yeni Tesis	Kuruçay Belediye
128	Kütahya	Tavşanlı Tepecik Belediyesi AAT	Kentsel	Yeni Tesis	Tavşanlı Belediyesi
129	Kütahya	Tavşanlı Tunçbilek Belediyesi AAT	Kentsel	Yeni Tesis	Tavşanlı Belediyesi
130	Balıkesir	BASKİ Balıkesir Merkez AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BASKİ
131	Balıkesir	BASKİ Marmara Topağaç AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BASKİ
132	Balıkesir	BASKİ Erdek Ocaklar AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BASKİ
133	Balıkesir	BASKİ Balya AAT	Kentsel	Yeni Tesis	BASKİ
134	Yalova	TASK-KAB Başkanlığı AAT	Kentsel	Yeni Tesis	TASK-KAB
135	Balıkesir	A.B. Gıda Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi Aksakal Şubesi	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
136	Balıkesir	Hera Termal Sitesi 1 Kısım A-B-C-D-E-F-G Yöneticiliği	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
137	Balıkesir	Gönen Deri Sanayici Ve İşadamları Derneği İktisadi İşletmesi	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
138	Balıkesir	Mutlular Gönen Hayv. ve Entegre Et Tesis.San.ve Tic.Ltd.Şti.	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
139	Balıkesir	Ünlüer Gurme Restoran Ve Gıda Sanayi Ticaret Limited Şirketi	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
140	Balıkesir	Medist Hayvancılık İthalat Ve İhracat Anonim Şirketi (Susurluk Göbel Şubesi)	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
141	Balıkesir	Oraklar Turizm Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
142	Balıkesir	Şeref Beyhan Ve Ortakları Dericilik Ve Ticaret Kollektif Şirketi	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
143	Bursa	SS Marmara Zeytin Tarım Satış Kooperatifleri Birliği-Marmarabirlik	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
144	Bursa	Bal Kaynak Su İthalat İhr. San. ve Tic. A.Ş. İnegöl Şb.	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
145	Kütahya	Akyüz Süt Ürün.Gıdasan.Ve Tic.Ltd.Şti.	Endüstriyel	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
146	Balıkesir	BASKİ Manyas AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	BASKİ
147	Çanakkale	Eceabat Belediyesi AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Eceabat Belediyesi
148	Çanakkale	Lapseki-Çardak Ortak AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Lapseki-Çardak
149	Çanakkale	Kepez Belediye Başkanlığı Kentsel Nitelikli AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Kepez Belediye
150	Çanakkale	Yenice Belediyesi Kentsel Nitelikli AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Yenice Belediye
151	İstanbul	İSKİ Karaburun Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
152	İstanbul	İSKİ Binkılıç Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
153	İstanbul	İSKİ Çakıl Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
154	İstanbul	İSKİ Çiftlik Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
155	İstanbul	İSKİ Gökçeali Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
156	İstanbul	İSKİ İnceğiz Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim	İSKİ

				Revizyonu	
157	İstanbul	İSKİ Karaca Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
158	İstanbul	İSKİ Yalıköy Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
159	İstanbul	İSKİ Hüseyinli Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
160	İstanbul	İSKİ Reşadiye Köyü Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
161	İstanbul	Arıköy Toplu Yapı Yönetimi	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
162	İstanbul	İSKİ Zekeriyaköy Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
163	İstanbul	İSKİ Beyciler Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
164	İstanbul	İSKİ Büyükçavuşlu Biyolojik Paket AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
165	İstanbul	İSKİ Değirmenköy Biyolojik AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
166	İstanbul	İSKİ Gümüşyaka Biyolojik AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	İSKİ
167	Kütahya	Domaniç Belediye Başkanlığı - Atıksu Arıtma Tesisi	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Domaniç Belediyesi
168	Kütahya	Simav Belediyesi AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Simav Belediyesi
169	Yalova	Armutlu Belediyesi AAT	Kentsel	Kapasite Artışı ve N,P Giderim Revizyonu	Armutlu Belediyesi
170	Yalova	Mavi Deniz Atıksu Arıtma Birliği	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Mavi Deniz Atıksu Arıtma Birliği
171	Yalova	T.C.Esenköy Belediye Başkanlığı AAT	Kentsel	N,P Giderim Revizyonu	Esenköy Belediyesi
172	Balıkesir	Edinler Gıda Sanayive Tic. Ltd. Şti.	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
173	Bursa	Borçelik Çelik San. Tic. A.Ş. Gemlik Şubesi	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
174	Bursa	Tat Gıda Sanayi Anonim Şirketi Karacabey Konserve İşletmesi Şubesi	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
175	Bursa	Martaş Marmara Tarımsal Ürünleri Değ Erlendirme A.Ş. - Mustafakemalpaşa Şubesi	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
176	Bursa	Tar-Taş Gıda Tarım Ve Hayvansal Ürünler San. ve Tic.A.Ş. Mustafakemalpaşa Şb.	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
177	Bursa	Cargill Tarım Ve Gıda Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi-Orhangazi Şubesi	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
178	Bursa	Martaş - Marmara Tarımsal Ürünleri Değerlendirme A.Ş.	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
179	Bursa	Fine Food Gıda Sanayi Ve Ticaret İhracat-İthalat Anonim Şirketi-Yenişehir Uluköy Şubesi	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
180	Çanakkale	Çanakkale Liman İşletmesi Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi

181	Tekirdağ	Eczacıbaşı Tüketim Ürünleri San. ve Tic. A.Ş Fabrikası Şubesi	Endüstriyel	KOİ Revizyonu	Atıksu Altyapı Yönetimi
182	Bursa	İnegöl Mobilya Ağaç İşleri İhtisas OSB	OSB	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
183	Bursa	Bursa OSB AAT 1	OSB	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
184	Bursa	MKP Mermerciler İhtisas OSB	OSB	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
185	Tekirdağ	Marmara Ereğlisi OSB	OSB	Yeni Tesis	Atıksu Altyapı Yönetimi
186	Bursa	Bursa OSB AAT 2	OSB	Bakım Onarım Revizyon	Atıksu Altyapı Yönetimi
187	Bursa	Nilüfer OSB	OSB	Bakım Onarım Revizyon	Atıksu Altyapı Yönetimi
188	Bursa	Bursa Deri İhtisas ve Karma OSB	OSB	Bakım Onarım Revizyon	Atıksu Altyapı Yönetimi
189	Çanakkale	Biga OSB	OSB	Bakım Onarım Revizyon	Atıksu Altyapı Yönetimi
190	Balıkesir	Balıkesir OSB	OSB	Revizyon devam ediyor	Atıksu Altyapı Yönetimi
191	Kocaeli	Kocaeli-Gebze V Kimya İhtisas	OSB	Revizyon devam ediyor	Atıksu Altyapı Yönetimi
192	Kocaeli	Gebze Plastikçiler OSB	OSB	Bakım Onarım Revizyon	Atıksu Altyapı Yönetimi
193	Kocaeli	Kocaeli Gebze Dilovası OSB	OSB	Bakım Onarım Revizyon	Atıksu Altyapı Yönetimi

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Tarafından Komisyona Sunulan 11.11.2021 Tarihli ve 910639 Sayılı Cevabi Yazı.

Marmara Denizi'ne yapılan deşarjlarda azot ve fosfor yükleri açısından en yüksek paya sahip olan İstanbul'un Marmara Denizi'nde kirlilikle mücadelede özel bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca İstanbul'da oluşan kentsel atıksuların yarısından fazlasının (% 59) ön arıtma + Derin Deniz Deşarj (DDD) uygulamasıyla bertaraf edildiği ve Marmara Denizi'ne olan etkileri göz önüne alındığında, sorunun çözümünün aciliyeti ortaya çıkmaktadır.⁴⁴³

İstanbul'da İSKİ tarafından işletilmekte toplam 8 adet ön arıtma + DDD tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin 6'sı (Yenikapı, Baltalimanı, Kadıköy, Üsküdar, Küçüksu ve Paşabahçe) İstanbul Boğazı'nın alt akıntısına deşarj etmektedir. Diğerleri ise Karadeniz'e deşarj yapan Şile ve Marmara Denizi'ne deşarj yapan Küçükçekmece ön arıtma + DDD tesisleridir. İSKİ Genel Müdürlüğü tarafından mekanik arıtma olarak faaliyet gösteren bu tesislerin iyileştirilmesi çalışmalarına başlandığı belirtilmiştir.⁴⁴⁴

Marmara Denizi'ne Kocaeli tarafından yapılan toplam deşarj yaklaşık 435.000 m³ olmakla beraber Kocaeli tarafından Marmara Denizi'ne hiç mekanik ön arıtım atıksuyu deşarj edilmediği görülmektedir. Ancak İzmit Körfezi'nin hassas yapısı dikkate alındığında Kocaeli deşarjlarını oluşturan yaklaşık % 30'luk biyolojik arıtmanın kademeli olarak ileri

⁴⁴³ İSKİ Genel Müdürü Raif MERMUTLU'nun 18 Ağustos 2021 tarihli Sunumu.

⁴⁴⁴ A.g.k.

biyolojik arıtmaya yükseltilmesinin su kalitesinde iyileşmeye katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.⁴⁴⁵

Bursa'nın 336.000 m³'lük atıksuyunun herhangi bir Azot (N), Fosfor (P) giderimi yapılmaksızın deşarj edilmesi Marmara Denizi'nde önemli bir kirlilik kaynağı olarak değerlendirilmektedir.⁴⁴⁶

Marmara Denizi'ndeki kentsel atıksu yüküne diğer bir katkı Tekirdağ'ın günlük yaklaşık 44.000 m³'lük ön arıtım atıksu deşarjı gelmektedir. Ayrıca Marmara Denizi'ne deşarj yapan Tekirdağ ili Şarköy ilçesinin atıksuları da yalnızca fiziksel arıtmaya tabi tutulmaktadır.⁴⁴⁷

Marmara'daki kentsel atıksu yüküne bir başka katkı ise Balıkesir'in günlük yaklaşık 26.000 m³'lük ön arıtım atıksu deşarjı gelmektedir. Balıkesir'in Marmara Denizi ile ilişkili atıksu deşarjlarının yaklaşık dörtte biri neredeyse hiç arıtmaya tabi tutulmadan (sadece kaba ızgara) denizin derinliklerine deşarj edilmektedir. Geri kalan atıksuyun da sadece % 21'i ileri biyolojik proseslerden geçirildikten sonra deşarj edilmektedir. Balıkesir'in arıtılmaksızın derine deşarj ettiği atıksular yazlık nüfusun yoğun olduğu Erdek ve Bandırma'dan kaynaklanmaktadır.⁴⁴⁸

Marmara Denizi Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD projesi) sonuçlarına göre; Marmara Denizi'ni korumak için toplam besin yükünün % 40 seviyesinde düşürülmesi gerektiği işaret edilmektedir. Kuzey Marmara baseninde besin yüklerinin büyük oranda noktasal kaynaklarca etkilendiği ve bu nedenle boğaz alt suyuna yapılan deşarjların en etkin şekilde arıtılmasının sağlanmasının son derece önemli olduğu vurgulanmaktadır. Karadeniz'den gelen yükleri kısa vadede azaltmanın söz konusu olmayacağı varsayımıyla, Marmara'daki su kalitesi durumunu istenen düzeye getirmek için karasal yüklerin azaltılması en öncelikli ve en etkili önlem olarak öne çıkmaktadır.⁴⁴⁹

4/11/2021 tarihli ve 4758 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak ilan edilmiştir.⁴⁵⁰ Bu çerçevede Marmara

⁴⁴⁵ Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanı Doç. Dr. Tahir BÜYÜKAKIN'ın 18 Ağustos 2021 tarihli Sunumu.

⁴⁴⁶ Öztürk, İ., Dülekçürgan, E., Erşahin, M.E., "Marmara'da Deniz Salyası Sorunu: Tanımı, Sebepleri, Boyutları, Değerlendirme ve Çözüm Önerileri", "Marmara Denizi'nin Ekolojisi:Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri" içinde, Ed. Öztürk, İ., Şeker, M.), TÜBA, 2020, s. 36.

⁴⁴⁷ A.g.e., s. 36.

⁴⁴⁸ A.g.e., s. 36.

⁴⁴⁹ Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU'nun 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁴⁵⁰ 05.11.2021 tarihli ve 31650 sayılı Resmî Gazete.

Denizi Havzası'nda bulunan toplam 283 adet kentsel atıksu arıtma tesisinden 232 tanesinin 2024 yılına kadar ileri biyolojik arıtmaya dönüştürülmesi gerekmektedir.⁴⁵¹

3.6.3 Atıksu Yönetiminde Sürdürülebilir Yaklaşımlar

3.6.3.1 Atıksuyun Yeniden Kullanımı

Nüfus artışı, iklim değişikliği, kirlilik ve arazi kullanımındaki değişiklikler su miktarını ve kalitesini etkilediğinden tüm dünyadaki su kaynakları üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır. Mevcut ve öngörülen su sıkıntısını gidermek amacıyla birçok ülke su tasarrufunu artırmak için çalışmakta ve alternatif su kaynakları aramaktadır. İçme, sulama veya endüstriyel kullanımlar gibi yararlı amaçlar için arıtılmış atıksuyun tekrar kullanılması su kaynaklarının korunması için tercih edilen bir seçenektir.⁴⁵² Uluslararası standartlara göre, güncel teknik ve ekonomik kullanılabilir yenilenebilir su miktarı kişi başına yıllık 1.500-1.700 m³ olan Türkiye "su stresi" yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemiz nüfusunun 2030 yılında 100 milyona ulaşacağı öngörülmektedir. Bu durumda, kişi başına düşen su miktarının 1.120 m³/yıl olması beklenmektedir.⁴⁵³ Ayrıca 2000 yılı itibariyle takriben yıllık 5 milyar m³ olan içme-kullanma suyu ihtiyacının 2030 yılında 18 milyar m³'e ulaşacağı tahmin edilmektedir.⁴⁵⁴

Su kullanımının artması ile birlikte oluşan atıksu miktarı da artmaktadır. Belediyeler, imalat sanayi işyerleri, termik santraller, OSB ve maden işletmeleri tarafından 2016 yılında doğrudan alıcı ortamlara 15,3 milyar m³ atıksu deşarj edilmiştir. 2008 yılında ise doğrudan alıcı ortamlara 8,7 milyar m³ atıksu deşarj edilmiştir. Alıcı ortamlara deşarj edilen atıksuyun % 77,7'si denize, % 18,4'ü akarsuya ve % 3,9'u diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Toplam atıksuyun %56'si termik santraller, % 29'u belediyeler, % 12'si imalat sanayi işyerleri, % 2'si OSB'ler ve %12'si maden işletmeleri tarafından deşarj edilmiştir. Belediyeler, köyler, imalat sanayi işyerleri, termik santraller, OSB ve maden işletmeleri tarafından 2016 yılında deşarj edilen atıksuyun % 50'den fazlasını soğutma suları oluşturmuştur.⁴⁵⁵ Kentsel atıksu arıtma tesislerinden geri kazanılabilecek atıksu potansiyelinin, 2010 yılı itibarı ile $\approx 3,94 \times 10^9$ m³/yıl seviyesinde olduğu hesaplanmıştır. Bu miktar suyun 2/3'ünün teknik ve ekonomik olarak yeniden kullanımının mümkün olduğu kabulüyle pratikte geri kazanılabilecek arıtılmış atıksu miktarı $\approx 2,63 \times 10^9$

⁴⁵¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM'un 4 Kasım 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁴⁵² Environmental Protection Desalination: A National Perspective, National Research Council of the National Academies. 2012.

⁴⁵³ Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, WWF- Türkiye, 2014.

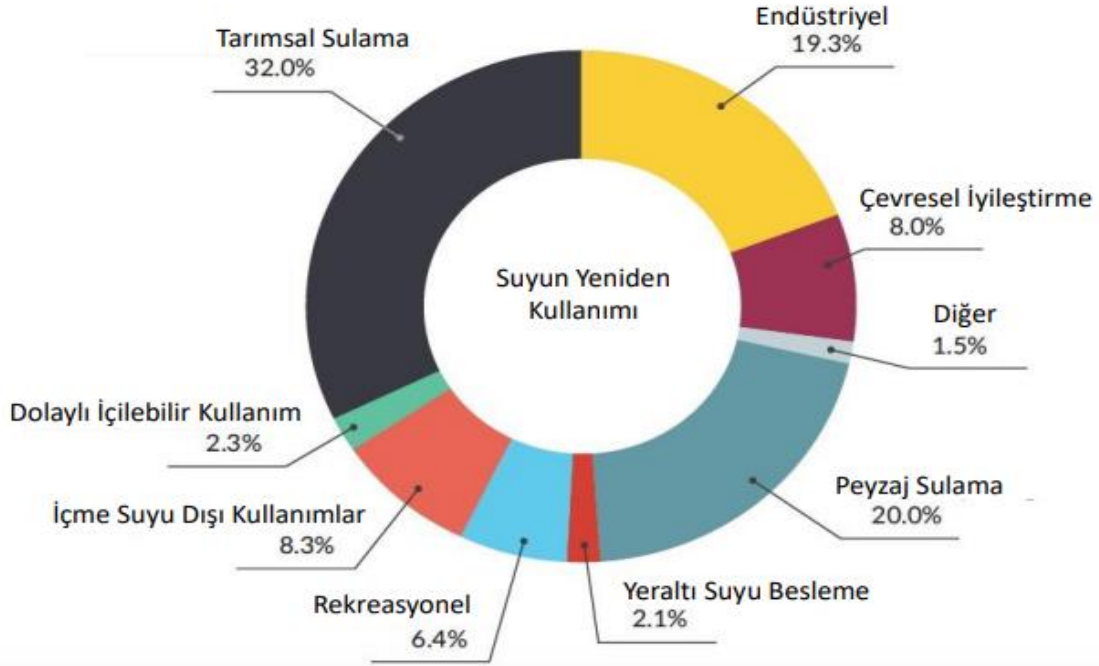
⁴⁵⁴ Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 2014, s. 53.

⁴⁵⁵ TÜİK Haber Bültenleri: Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri, TÜİK, 2017.

m³/yıl'dır.⁴⁵⁶ Doğal su kaynaklarına güvenilir bir alternatif olarak atıksuyun yeniden kullanımı ve atıksu yönetiminin “bertaraf etme/deşarj” yerine “geri kazanım ve yeniden kullanım” odaklı olması günümüzde kabul gören bir yaklaşımdır.⁴⁵⁷

Ülkemizde hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan su ihtiyacı, doğal kaynaklarının azalması, gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere paralel olarak ortaya çıkan aşırı su kullanımı, yer altı su rezervlerindeki düşüşler ve kirlilik oluşumu kaynaklı yaşanan sorunlar nedeniyle atıksu geri kazanım ve kullanımının önemi bir kat daha artmıştır. Geri kazanım teknolojilerindeki gelişmeler ile atıksuların tekrar kullanılması hem çevresel ve hem de kaynakların ekonomik kullanımını anlamda cazip hale gelmektedir. Gerek dünyada gerek ülkemizde atıksuların arıtıldıktan sonra güvenilir bir şekilde geri kazanılması ve yeniden kullanılması su kaynaklarının sürdürülebilir tüketimi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, atıksudan enerji, besin maddeleri ve diğer değerli materyallerin geri kazanım potansiyeli de mevcuttur. Şekil 74'te dünya çapında ileri arıtma sonrası atıksuların yeniden kullanım alanlarını göstermektedir. Ciddi ihtiyaca rağmen ülkemizde atıksuların geri kullanımı konusunda uygulamalar sınırlıdır.

Şekil 74. İleri Arıtma Sonrası Atıksuların Yeniden Kullanım Alanları



Kaynak: Wastewater: The Untapped Resource, UN World Water Development Report, UNESCO Dünya Su Değerlendirme Programı (WWAP), 2017.

⁴⁵⁶ Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 2014, s.53.

⁴⁵⁷ Wastewater: The Untapped Resource, UN World Water Development Report, UNESCO Dünya Su Değerlendirme Programı (WWAP), 2017.

Peyzaj, sulama, endüstriyel geri kazanım ve yeniden kullanma, tarımsal sulama, yeraltı suyu besleme, rekreasyonel kullanımlar, evsel ve endüstriyel uygulamalar gibi birçok alanda arıtılmış atıksular yeniden kullanılabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde atıksuyun yeniden kullanımı hacimsel olarak en fazla iken, Katar ve İsrail ise kişi başına en yüksek oranda yeniden kullanma miktarına sahiptir.⁴⁵⁸ İsrail arıtılmış atıksuyun % 70'ini farklı alanlarda tekrar kullanmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde % 7-8, Suudi Arabistan'da % 16, Avustralya'da % 8 oranında arıtılmış atıksu yeniden kullanılmaktadır.⁴⁵⁹ Geri kazanım sularının tarımsal sulamada kullanılması gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki en yaygın kullanım şeklidir. İsrail, sulama için kullanılan tüm suyun % 40'ını arıtılmış atıksulardan sağlamaktadır.⁴⁶⁰

Türkiye'nin içinde bulunduğu Akdeniz ülkelerinde de atıksuyun yeniden kullanımı çoğunlukla tarımsal kullanım ile sınırlanmaktadır. Ülkemizde özellikle tatlı su kaynaklarımızın büyük bir bölümü tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde mevcut 112 milyar m³ kullanılabilir su kaynağından yararlanma oranı % 36 civarında olup, 32 milyar m³'ü sulamada, 7 milyar m³'ü içme ve günlük ihtiyaçlarda, 5 milyar m³'ü sanayide kullanılmaktadır.⁴⁶¹ Bu durumda ülkemiz su kaynaklarının kullanımının yaklaşık % 74'ü sulama, % 11'i sanayi, % 15'i kentsel tüketim için kullanılmaktadır. Ülkemizde suların % 70'ten fazlasının tarımda kullanıldığı düşünüldüğünde, geri kazanım sularının bu alanda kullanılması su tasarrufu bakımından önem taşımaktadır. Geri kazanılan atıksuların kentsel ve endüstriyel uygulamalarda (ABD, Avustralya, Japonya) kullanımı artmaktadır.⁴⁶²

Çoğu Akdeniz ülkesinde en yaygın atıksu arıtma yöntemi ikincil arıtmadır. Ancak insan temasını içeren çoğu atıksu tekrar kullanım uygulamaları için üçüncül arıtma gereklidir. Bir suyun yeniden kullanımı için yatırım yapmak hem maliyet hem de fayda içeren karmaşık bir karardır. Genellikle, atıksuyun tekrar kullanımı doğal bir tatlı su

⁴⁵⁸ Angelakis, A., Gikas, P., Water Reuse: Overview of Current Practices and Trends in the World with Emphasis on EU States, Water Utility, 2014, Journal, 8: 67-78.

⁴⁵⁹ "Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R-12/618.", EPA/600/R-12/618 (September): 1-28, ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA), 2012.

⁴⁶⁰ Wastewater: The Untapped Resource, UN World Water Development Report, UNESCO Dünya Su Değerlendirme Programı (WWAP), 2017.

⁴⁶¹ "Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2015 Yılı Faaliyet Raporu (EK 6 - Su Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu,2010), DSİ, 2015.

⁴⁶² Kellis, M., Kalavrouziotis, I.K., Gikas, P., Review of Wastewater Reuse in the Mediterranean Countries, Focusing on Regulations and Policies for Municipal and Industrial Applications, Global Nest Journal, 2013, 15(3): 333-50.

kaynağından su çekmekten daha pahalıdır, ancak deniz suyu tuzsuzlaştırılmasından daha ucuzdur.⁴⁶³

Ülkemizde arıtılmış atıksuların sulama suyu olarak kullanılması; Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne bağlı Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (20.03.2010) "EK 7- Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri'nde tanımlanmıştır.⁴⁶⁴ Evsel atıksuyun sulama suyu olarak geri kazanılmasında su kalitesi açısından kullanılabilir en önemli göstergeler; koliform ve patojen mikroorganizma konsantrasyonudur. Mezkûr Yönetmelikte atıksu geri kazanımı için uygulanan arıtma teknolojileri ve giderdikleri kirleticiler verilmiştir. Ülkemizde evsel ve endüstriyel atıksuların yeniden kullanımının artırılması, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir su temini için uygun teknolojilerin geliştirilmesi gereklidir. Geri kazanılan suların kullanım potansiyellerinin araştırılması, atıksuların yeniden kullanımı için mevcut atıksu arıtma tesislerinin modifiye edilmesi, gri su toplanmasına izin veren yapısal dönüşümlerin sağlanması ve farklı endüstriler için farklı su geri kazanım hibrit teknolojilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli unsurlarından biri de sudur. Küresel iklim değişikliği ve kuraklığın su kaynakları üzerindeki baskıyı artırması nedeniyle arıtılmış atıksuların yeniden kullanımının önemi ortadadır. Ülkemiz, su ve atıksu yönetimi politikasını, devam eden AB'ye katılım sürecinin yanı sıra artan nüfusu, hızlı sanayileşme ve kentleşme, küresel ve bölgesel düzeydeki gelişmeler doğrultusunda mevcut ve gelecekteki su ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak geliştirmektedir. Artan atıksu altyapı yatırımlarına paralel olarak ülke çapında sayısı artmakta olan atıksu arıtma tesisleri ile birlikte düşünüldüğünde, atıksuların geri kazanımı konusunda büyük bir potansiyele sahiptir.

Ülkemizde, atıksuların alternatif bir su kaynağı olduğu yaklaşımı ve döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde planlamalar yapılmakta ve arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı sağlanarak su kaynaklarının üzerindeki kullanım baskısının azaltılması yönünde çalışmalar yürütülmektedir. 2019-2023 yıllarını kapsayan 11. Kalkınma Planı'nda kentsel altyapı ile ilgili ortaya koyulan hedeflerden biri de arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranının artırılmasıdır.

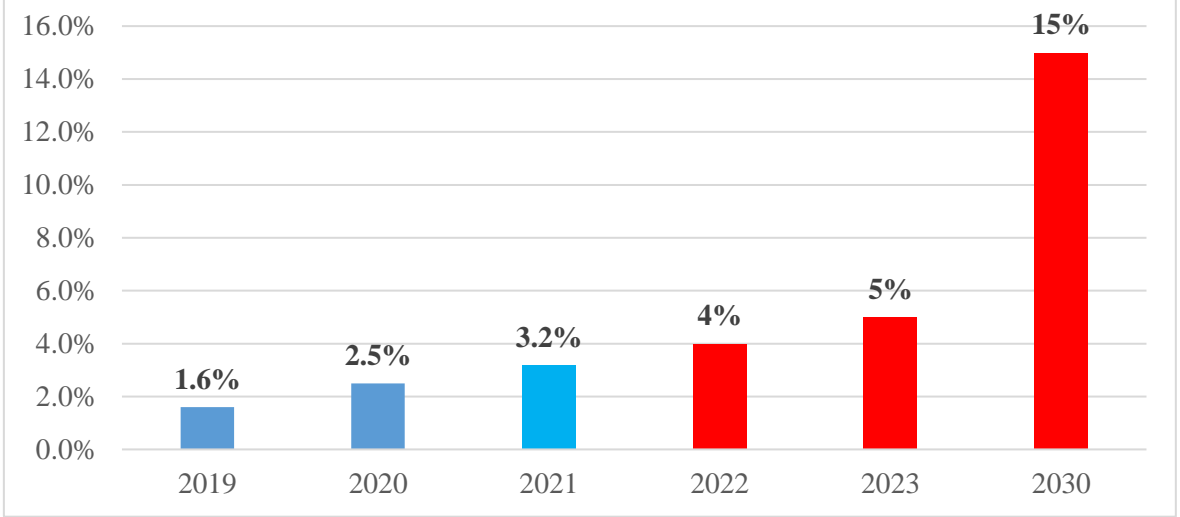
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda, mevcut durumda arıtılmış atıksuların ülke genelinde % 3,2'si, Marmara

⁴⁶³ A.g.e.

⁴⁶⁴ Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, 20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmî Gazete.

Bölgesi özelinde ise % 1,2'si yeniden kullanılmakta olup, ülke genelinde arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranının 2023 yılında % 5'e ve 2030 yılında ise % 15'e çıkarılması hedeflenmektedir (Şekil 75).

Şekil 75. Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılma Oranı ve Hedefler



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM'un 4 Kasım 2021 Tarihli Sunumu.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından, arıtılmış atıksuların yeniden kullanımına yönelik olarak 20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren ve bu konuda ülkemizde uygulanan tek mevzuat olan Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliğinin, arıtılmış atıksuların diğer yeniden kullanım alanlarını da içerecek şekilde revize edilerek mevzuatın gelişen ve değişen şartlara uyumlaştırılması hedeflendiği ifade edilmiştir.

Buna paralel olarak atıksu altyapı yönetimleri olan belediyeler ve organize sanayi bölgeleri yönetimlerinin bu konuda bilinçlendirilmesi için çalışmalar yapılarak atıksuların yeniden kullanımının önemi hakkında farkındalığın artırılması hedeflenmektedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından; arıtılmış atıksuların yeniden kullanımına ilişkin teşvik mekanizmalarının oluşturulmasına ilişkin çalışmalar ve planlamaların yürütüldüğü belirtilmektedir.

Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımı: “Mor Şebeke” Örneği

Arıtılmış atıksuyun yeniden kullanımına Konya İli'ndeki “Mor Şebeke” uygulaması örnek olarak verilebilir (Resim 23). Konya Kentsel İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisinden deşarj edilen arıtılmış atıksuların geri kazanıldığı atıksu geri kazanımı tesisi bulunmaktadır. Geri kazanım tesisi, ön klörlama, koagülasyon, multimedya filtrasyon, ultraviyole dezenfeksiyon ve son klörlama ünitelerinden oluşmaktadır.

Resim 23. Konya Atıksu Geri Kazanım Tesisi

Kaynak: <https://www.koski.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 15.12.2021.

Sistem çıkışında arıtılmış atıksuyun geri kazanılarak yeniden kullanıldığı yeşil alan sulamasında kullanılması amacıyla iletilmesi için “Mor Şebeke” boru hatları ile damlama sulama sistemi bulunmaktadır. Geri kazanılan atıksular; parklar, peyzaj alanları, rulo çim üretim tesisi vb. alanlarda kullanılmaktadır (Resim 24).

Resim 24. Mor Şebeke Sistemi ile Yeşil Alan Sulaması

Kaynak: Koyuncu S., Use Of Reclaimed Treated Wastewater For Irrigation Of Greenary Areas Konya Sample, International Network on Sustainable Water Management in Developing Countries, Konya, 2018.

Konya'daki uygulamanın yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar devam etmekte olup; 400.000 m³/gün'lük kentsel atıksu arıtma tesisi deşarj sularının geri kazanılacağı tarımsal sulama suyu üretim tesisi kurulmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir.

Arıtılmış atıksuyun geri kazanıldığı sistemlere diğeri bir örnek olarak; Kocaeli Büyükşehir Belediye Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne bağı kentsel AAT'lerde arıtılmış atıksuların hem yeşil alan sulamasında kullanılması hem de sanayi tesisleri ve organize sanayi bölgelerine proses suyu olarak satılarak gelir edilmesi, verilebilir.

Kentsel atıksu ile tarımdan dönen kullanılmış suların yeniden kullanılabilmesi amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce 2019 yılında bütün Türkiye'de başlatılan "Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi" kapsamında Marmara ve Susurluk havzalarında kullanılmış suların yeniden kullanım alternatiflerine ilişkin bilgiler Raporun "3.10.2 Kullanılmış Suların Yeniden Değerlendirilmesi Projesi" başlığı altında ele alınmaktadır.

3.6.3.2 Temiz Üretim Konusunda Yapılan Çalışmalar

1 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 103'üncü maddesinin birinci fıkrasının (c) bendi ile "*Temiz üretim ve entegre kirlilik önleme çalışmalarına yönelik politika ve stratejilerin belirlenmesine ilişkin çalışmaları yapmak ve ilgili mevzuatı hazırlamak*" görevi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na verilmiştir.

Temiz üretim, UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) tarafından önleyici çevre stratejilerinin proseslere, ürünlere ve hizmetlere sürekli olarak uygulanması ile verimliliğin artırılması; çevre ve insana yönelik risklerin azaltılması olarak tanımlanmaktadır.

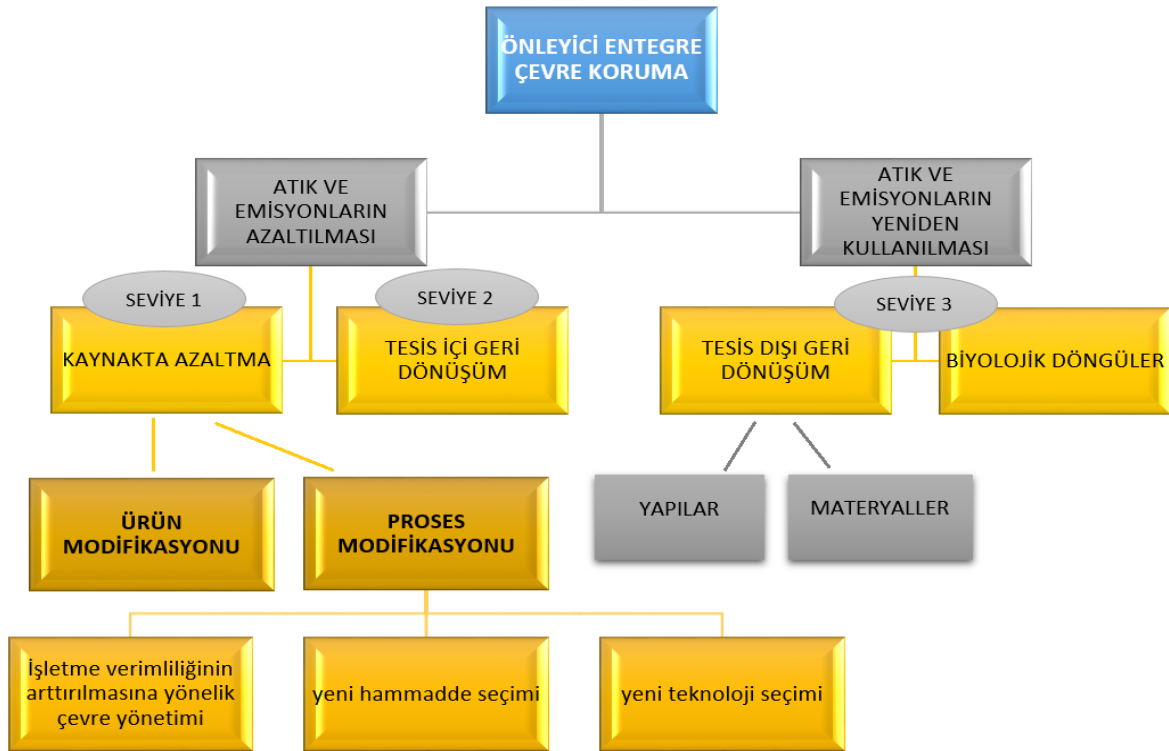
Temiz üretim uygulamaları ile; kirliliğin ve atığın kaynağında önlenmesi; atık ve emisyon oluşumu ile tehlikeli kimyasal kullanımının en aza indirilmesi, su ve enerji gibi doğal kaynakların ve çevrenin korunması, aynı zamanda işletme maliyetlerinin de kaynak kullanımına bağı olarak azaltılması amaçlanmaktadır. Sanayide temiz üretim ile sağlanan çevresel faydanın yanı sıra yadsınamayacak düzeyde ekonomik fayda sağlanmaktadır.

Temiz üretim, kaynakta kirliliği önleme ve atık azaltımını içeren, sürekli, önleyici ve bütünsel bir çevre yönetimi yaklaşımıdır. Kirliliği üretilmeden engellemeyi ve daha verimli üretim yöntemleriyle doğal kaynaklarını ve enerjiyi korumayı hedefleyen bir yaklaşım biçimidir.

Temiz üretim programlarının başarılı olabilmesi için en önemli etken çevre mevzuatının etkin bir şekilde uygulanmasıdır. Temiz üretim stratejileri Şekil 76'da

sunulmaktadır.⁴⁶⁵ Özellikle küçük ve orta ölçekteki firmaların “temiz üretim” yaklaşımını benimsemeleri için daha verimli enerji, su ve ham madde kullanımı nedeniyle ortaya çıkan ekonomik faydaların farkındalığının oluşturulması önem arz etmektedir. Hiç yatırım yapmadan yalnızca kaynak kullanımında tasarruf sağlanmasıyla dâhi iyi işletme prosedürü oluşturulabilmektedir. Temiz üretim çevre dostu teknolojiler önerdiği için firmaların pazar payında artışa da yardımcı olacaktır. Temiz üretim uygulaması; kültürel değerler, kaynak imkânları, ülke politikası, sanayi ve pazarın kabulü gibi faktörlere bağlıdır. İnsanların anılan yaklaşımı benimsemesi ve kabullenmesi uygulamanın başarılı olabilmesindeki en önemli adımdır. Bilgi eksikliğinden dolayı, firmalar Temiz Üretim yaklaşımının sadece ekstra maliyet gerektireceğini düşünmekte ve uygulamada isteksiz davranmaktadırlar. Burada yapılması gereken, “Temiz Üretim” yaklaşımının sektöre doğru bir biçimde anlatılmasıdır.

Şekil 76. Temiz Üretim Stratejileri



Kaynak: Demirer G.N., Ulusal Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Merkezi Toplantısı Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2010.

Temiz Üretim Yaklaşımı, kirliliğin kaynağında önlenmesi prensibine dayanmakta ve klasik boru sonu tekniklerden birtakım farklılıklar içermekte olup kirlilik kontrolü yaklaşımından temel farklılıkları Tablo 46’da özetlenmiştir.

⁴⁶⁵ Demirer G.N., Ulusal Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Merkezi Toplantısı Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2010.

Tablo 46. Temiz Üretim Yaklaşımının Kirlilik Kontrolü Yaklaşımından Temel Farklılıkları

Kirlilik Kontrolü Yaklaşımı	Temiz Üretim Yaklaşımı
Kirleticiler filtreler ve atık arıtım teknik ve teknolojileriyle kontrol edilir; yani problemin kendisi değil, sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklar giderilmeye çalışılır.	Kirleticilerin oluşumu, kaynağında ve bütünsel (entegre) tedbirlerle önlenir.
Kirlilik kontrolü, proses ve ürünler geliştirildikten ve kirlilik problemi ortaya çıktıktan sonra gündeme gelen uygulamalardır.	Kirliliğin önlenmesi, proses ve ürün geliştirme sürecinin ayrılmaz bir bölümüdür, dolayısıyla daha etkilidir.
Kirliliğin kontrolü ile gerçekleştirilen çevresel iyileştirmeler, kuruluşlarca ilave bir maliyet faktörü olarak görülür.	Kirleticiler ve atıklar, zararsız hale getirilerek faydalı ürün ya da yan ürünlere dönüştürülebilecek potansiyel kaynaklar olarak görülür.
Kirlilik kontrolü teknolojilerinin uygulanması, atık yöneticileri vb. çevre uzmanlarının görevidir.	Çevresel iyileştirmelerin ve temiz üretim gereklerinin yerine getirilmesi, tasarım ve proses mühendisleri de dahil olmak üzere kuruluşun tüm çalışanlarının sorumluluğundadır.
Çevresel iyileştirmeler, çeşitli teknik ve teknolojilerin uygulanmasını gerektirir.	Çevresel iyileştirmeler sadece teknik değil, aynı zamanda teknik olmayan yaklaşımları da içerir.
Çevresel iyileştirme önlemleri, otoritelerce konulmuş bir seri standarda uyum sağlamak üzere alınır.	Temiz üretim, sürekli olarak daha iyi çevre standartlarına ulaşmayı hedefleyen devamlı bir süreçtir.
Kalite, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verme olarak tanımlanır.	Kalite, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verecek ürünler üretilmesinin yanı sıra insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerin en aza indirilmesi şeklinde tanımlanır.
Kirliliğin kontrolü için kullanılan teknolojilerin sürekli bir maliyeti vardır ve bu maliyet zaman içinde artış gösterir.	Aynı sorunu çözmeye yönelik temiz üretim yaklaşımının maliyeti başlangıçta yüksek olabilir. Ancak uzun vadedeki uygulama, işletme ve bakım maliyetleri toplamı daha düşük olmaktadır; çünkü temiz üretim uygulamaları sonucunda ham madde, su ve enerji gibi girdilerin tüketimi azalmaktadır.

Kaynak: Demirer G.N., Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Temel Prensipleri. Çevre & Müh- TMMOB, 2003, 25: 13-20.

Avrupa Birliği çevre mevzuatının sanayi açısından en önemli bileşenlerinden birini, 1996 yılında yayımlanan eski adı ile “Entegre Kirlilik Önleme Kontrolü Direktifi (EKÖK)”, yeni adı ile “Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EED)” oluşturmaktadır. Direktif, sanayi kirliliğinin önlenmesine farklı bir yaklaşım getirerek, deşarj standartları yanında alıcı ortam özellikleri ve doğal yenilenme sürecinin de temel alındığı kirleticilerin kaynağında önlenmesi ilkesinin somutlaştırılmasını amaçlamaktadır.

Direktif, sanayi kirliliğinin önlenmesine farklı bir yaklaşım getirerek, deşarj standartları yanında alıcı ortam özellikleri ve doğal yenilenme sürecinin de temel alındığı kirleticilerin kaynağında önlenmesi ilkesinin somutlaştırılmasını amaçlamaktadır. Bu amaçla 33 sektör için Mevcut En İyi Teknik (MET) Referans Dökümanı, bazı sektörler için

MET Sonuç Belgeleri de yayımlanarak emisyonların azaltılması/önlenmesi için zorunlu olarak yapılması gereken MET'ler tanımlanmıştır.

Mevcut En İyi Teknikler (MET)

Mevcut En İyi Teknikler (MET), Endüstriyel Emisyonlar Direktifinde “*Emisyonların çevre üzerindeki etkilerinin bütün olarak önlenmesi, bunun mümkün olmadığı durumlarda en aza indirilmesi amacıyla tasarlanmış emisyon sınır değerleri ve iznin diğer şartlarına temel oluşturmak için belirli tekniklerin uygulanabilirliğini gösteren faaliyetlerin ve işletim yöntemlerinin geliştirilmesi sırasındaki en etkin ve ileri aşama*” şeklinde tanımlanmış olup; esas itibarıyla, maliyet ve faydaları göz önünde bulundurulduğunda, çevrenin yüksek düzeyde korunmasına yönelik en etkili tekniklerdir. MET'lerin, yalnızca bir işletme içerisinde kullanılan teknolojiyi ifade etmediğinin, ayrıca işletmenin tasarlanma, kurulma, işletme ve bakım şekline de atıfta da bulunduğu altının çizilmesi gerekmektedir.

Daha iyi çevresel performans elde edebilmek için atılması gereken çözüm önerilerinin maliyetleri ve çevresel faydalarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. En iyi çözüm önerisinin tespitinde; süreç içerisinde farklı sonuçlar oluşturabilir tekniklerin etkilerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi ve en iyi çevresel sonucun elde edileceği tekniklerin seçilmesi gerekmektedir.

Mevcut en iyi teknikler; havaya, suya salınan emisyonların ve atık oluşumunun azaltılması için prosesteki değişiklikleri içerebileceği gibi, boru sonu azaltma tekniklerini de içerebilmektedir. Doğal kaynakların daha verimli kullanılması ile emisyonların ve atık oluşumunun kaynağında azaltılması sadece çevresel olarak pozitif bir etki oluşturmakla kalmayıp, azalan bertaraf maliyetleri ve elde edilen tasarruflar tesisler için de büyük ekonomik kazanç sağlamaktadır. Ancak mevcut en iyi teknik uygulamalarının işlevsel bir şekilde yürütülebilmesi için, ulusal mevzuatla desteklenmesi gerekmektedir.

AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifinin uygulanmasının ilk somut adımlarından biri olarak “Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği” 2011 yılında yürürlüğe girmiştir. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerden; haşılama, yıkama, haşıl sökme, merserizasyon, ağartma, boyama-baskı, apre ve diğer terbiye işlemlerinin gerçekleştirildiği ve kurulu kapasitesi 10 ton/gün üzerinde olan tesisler Tebliğ hükümlerine tabidir. Tebliğ kapsamında kalan işletmeler Tebliğ ekinde yer alan mevcut en iyi tekniklerden kendilerine uygun olanları belirleyerek Temiz Üretim Planları (TÜP) hazırlamakta ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüklerine sunmaktadırlar. Tebliğ, işletmelerde temiz üretim anlayışının yaygınlaştırılması amacıyla

hareketle gönüllülük temeline oturtulmuş ve zorlayıcı hükümler içermemektedir. Tebliğ'in uygulanması ile sadece 2020 yılında, 22.292 m³/gün su tasarrufu ve yaklaşık 61.787 kwh/ton kumaş enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği tarafından, 2011-2014 yılları arasında yürütülen “Türkiye’de Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifinin (IPPC-2008/01/EC) Uygulanmasının Desteklenmesi Projesi” kapsamında Düzenleyici Etki Analizi çalışması yapılmıştır.

Temiz üretim bakış açısıyla, zeytinyağı tesislerinden çıkan zeytin karasuyundan kaynaklı kirliliğin önüne geçilebilmesi maksadıyla, “Zeytin Atıklarının Yönetimi Projesi” (ZeytinAY) gerçekleştirilmiştir. TÜBİTAK-MAM ile imzalanan sözleşme kapsamında yürütülen projede ülkemizde faaliyet gösteren zeytinyağı sektöründen kaynaklanan zeytin karasuyu probleminin çözümüne yönelik teknolojilerin incelenmesi, üretim proseslerinin iyileştirilmesi ve yenilenmesi, yeni teknolojilere geçiş için ekonomik fizibilitenin ortaya konulması, çözüm önerileri getirilmesi ve çözüme yönelik bir Yönetim Planı oluşturulması amaçlanmıştır. Proje çıktıları ışığında 2015/10 Sayılı “Zeytinyağı Tesislerinde Oluşan Atıksuların Yönetiminde Uyulması Gereken Teknik Hususlar Genelgesi” yayımlanmıştır.

Tekstil ve zeytinyağı sektörü ile başlatılan bu sürecin imalat sanayinde faaliyet gösteren diğer sektörlerde de yansıtılması amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi arasında imzalanan protokol çerçevesinde gerçekleştirilen “Sanayide Temiz Üretim Olanaklarının ve Uygulanabilirliğinin Belirlenmesi Projesi (SANTEM)’nde demir-çelik ve maya sektörlerinin mevcut durumu, sektörel ihtiyaçlar ve temiz üretim olanakları incelenerek belirlenen çeşitli olanakların ülkemiz koşullarında uygulanabilirliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Proje kapsamında belirlenen temiz üretim yöntemlerini içeren her bir sektöre özel rehber dokümanlar hazırlanmış, yürütülen Düzenleyici Etki Analizi (DEA) çalışmaları ışığında, demir-çelik ve maya sektörleri için tekstil sektöründekine benzer taslak tebliğ çalışması yapılmış ve temiz üretim konusundaki toplumsal bilinci artırmaya yönelik kamu spotu hazırlanmıştır.

Gelinen noktada temiz üretim konusunun sadece literatür çalışmaları üzerinden değil, aynı zamanda saha çalışmalarına ve tesis özelinde incelemelere ağırlık verilerek yürütülmesinin uygulamada yaşanan sorunları minimuma indireceği görülmüştür. Bu amaçla, yeni sektörlerin çalışılmasının yanında hâlihazırda çalışılmış olan tekstil sektörünün de tekrar ele alınması, özellikle tesis bazında incelemeler yapılması ve ülkemize özel mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesi gerekli görülmüştür.

Bu amaçla, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve ODTÜ ile imzalanan bir protokol ile “Belirli Sektörlerde Temiz Üretim Uygulamaları Projesi” (BESTÜ) başlatılmış ve proje 2020’de tamamlanmıştır. BESTÜ projesi ile tekstil sektörüne yönelik önceki çalışmaların daha da öteye taşınması ve mevcut tebliğin revizyonu; çimento, otomotiv ve büyük yakma tesisleri gibi daha önce tamamlanmış ama bir tebliğ çalışması yürütülmemiş sektörler için taslak tebliğler oluşturmayı ve deri sektörü için ise yeni bir çalışma başlatılarak yine bir tebliğ taslağı oluşturulması amaçlanmıştır. Proje sonucunda tekstil ve deri sektörleri için MET Kılavuzları hazırlanmış olup; ayrıca adı geçen beş sektör için (tekstil, deri, çimento, otomotiv, büyük yakma tesisleri) taslak tebliğler hazırlanmıştır. Sektörün görüşleri doğrultusunda son şekli verilen Taslak Sektörel Temiz Üretim Tebliği sektörün nihai görüşünün alınması amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği tarafından 2021 yılında yayınlanmıştır.

EKÖK kapsamında EED Direktifi Ek-1 kapsamında yer alan tekstil, deri işleme, otomotiv, büyük yakma tesisleri, çimento üretim tesisleri, demir metal işleme, demir çelik üretimi ile demir dışı metal üretimi sektörlerinde çalışmaların tamamlandığı belirtilmektedir.

Ayrıca, kimya ve mineral sektörleri için IPA II programı altında desteklenen “Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Kapsamında Türkiye’nin Endüstriyel Emisyon Stratejisinin Belirlenmesi (DIES) Projesi” 3 Temmuz 2020 tarihinden itibaren Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. 3 yıl sürecek olan DIES Projesi kapsamında EED Ek-1 kapsamındaki bütün sektörler için envanter oluşturulması, mineral ve kimya sektörleri analizi ile tüm sektörler için maliyet analizi, EED’ nin 1. ve 2. bölümlerini uyumlaştıran taslak mevzuat çalışması, uyum maliyeti ve sürecini içeren Ulusal Eylem Planı, Belgelendirme Sisteminin hazırlanması ile kurumsal kapasite geliştirme faaliyetleri yer almaktadır.

Sanayide yeşil dönüşümün ve döngüsel ekonominin geliştirilmesi amacıyla özellikle su tüketiminin yoğun olduğu tekstil sektörü için mevcut mevzuatın güncellenmesi ve deri sektörü için temiz üretim mevzuatının oluşturulması çalışmaları başlamıştır. Temiz üretimle ilgili sektörel çalışmaların tamamının 2023 yılına kadar tamamlanması hedeflenmektedir.

Ülkemizde su kullanımının en yoğun olduğu tekstil sektöründe su kullanım miktarını azaltmak ve arıtılmış atıksuların yeniden kullanılabilmesi amacıyla, temiz üretim çalışmalarına bölge ve tesis özelinde uygulamalara güzel bir örnek olarak; Gebze Teknik Üniversitesi ile “Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Uygulamaları Projesi” 2021 yılı

sonunda tamamlanmıştır. Tekstil sektörü, boyama işlemi sırasında yüksek miktarda boyar madde içeren ve boyama işlemi sırasında yoğun biçimde tuz kullanımı gerektiren bir sektördür. Boyama işlemi sonucunda ortaya çıkan atıksularda iletkenlik, renk ve KOİ parametrelerinin yüksek olması arıtma tesislerinin de yükünü arttırmakta ve ileri arıtma teknolojilerinin kullanımını gerektirmektedir. Proje ile boyama yapan tekstil işletmelerinde mevcut proses akışını değiştirmeden banyo sularında renk ve iletkenlik parametresi değerini düşüren; renk ve iletkenliği düşürürken çamur oluşturmayan bir arıtma sistemi tasarlanmıştır.

Gaziantep OSB’de yapılan renk giderim çalışmaları bağlamında, kumaş boyama yapılan 2 ayrı tesiste oluşan atıksularda renk giderimi için üretilen prototip (Resim 25) denenmiş olup, çıkan sonuçlarda boyama prosesinde yeniden kullanılabilir kalitede arıtılmış atıksu elde edildiği tespit edilmiştir (Resim 26).

Resim 25. Renk Giderim Prototipi

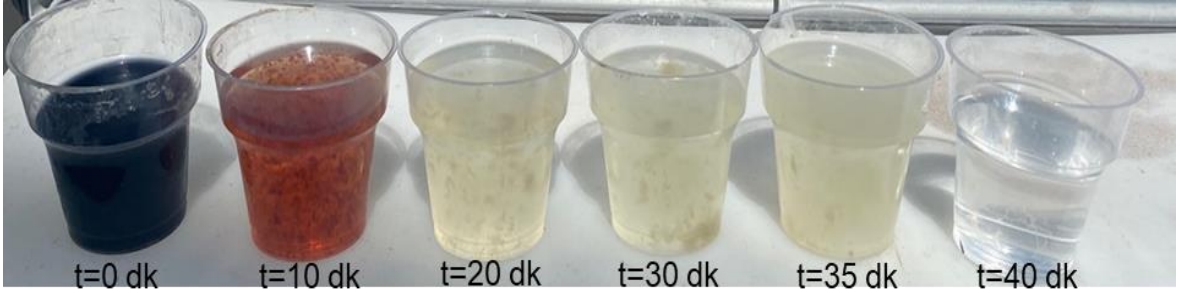


Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Uygulamaları Projesi Sonuç Raporu, 2021.

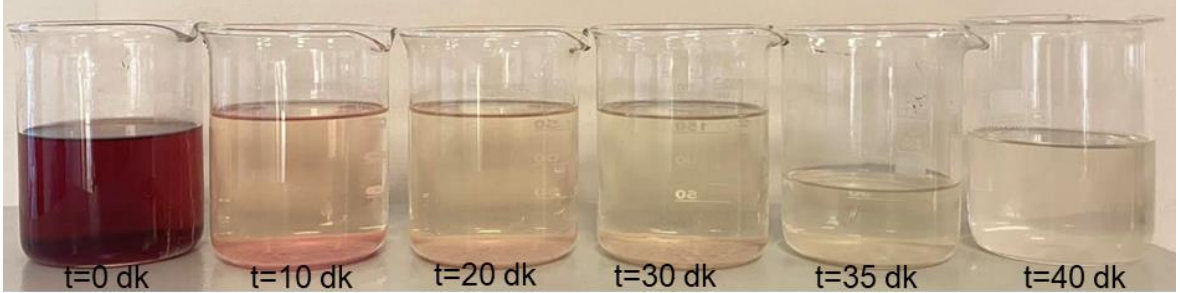
Resim 26. Tekstil Sektörü Atıksuyunun Geliştirilen Pilot Ölçekli Tesiste Arıtılması
Aqua-turkuaz rengine sahip atıksuyun pilot ölçekli tesiste arıtılması:
Tesiste 342.300 olan renk (Platin kobalt) 68'e düşürülmüştür.



Opak siyah rengine sahip atıksuyun pilot ölçekli tesiste arıtılması:
Tesiste yaklaşık 2.263 olan renk (Platin kobalt) 11'e düşürülmüştür.



Kırmızı rengine sahip atıksuyun pilot ölçekli tesiste arıtılması:
Tesiste yaklaşık 1.535 olan renk (Platin kobalt) 46'ya düşürülmüştür.



Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Uygulamaları Projesi Sonuç Raporu, 2021.

Projede ayrıca, su yumuşatma sistemlerinde reçine rejenerasyonu kaynaklı sorunun tuz rejenerasyon sistemi ile giderilmesine yönelik pilot tesis çalışmasında (Resim 27), kullanılan tuzun % 90-100 oranında geri kazanılarak su yumuşatma reçinelerinde rejenerasyon için tekrar kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Resim 27. Tuz Geri Kazanım Prototipi

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Uygulamaları Projesi Sonuç Raporu, 2021.

Tersanelerde Temiz Üretim

Dünya ticaret hacminin % 80'inin denizyolu taşımacılığı ile yapılması, gemilerin teknik ve ekonomik yönden uzun ömürlü olması gemi inşa sanayini önemli kılmaktadır. Ülkemiz gemi inşa sanayinde dünyada önemli bir role sahip olup ticaret gemileri, yat ve askeri gemilerin inşasında ve bakım-onarımında önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır.

Ülkemizde gemi inşa ve/veya bakım onarım faaliyeti gerçekleştirilen tersanelerde üretim veya bakım onarım prosesleri sonucunda ortaya çıkan ve deniz kirliliğine sebebiyet veren, deniz tabanında birikim oluşturarak uzun sürede ekosistem tahribatına yol açan kirleticilerin denize olan etkilerinin belirlenmesi, etkin bir kontrol mekanizması oluşturulması, çevresel yönetim konusunda kurumsal kapasitenin artırılması ve temiz üretim tekniklerinin belirlenmesi amacıyla "Tersanelerin Deniz Çevresine Olan Etkileri ve Temiz Üretim Tekniklerinin Belirlenmesi (Ter-Temiz) Projesi" gerçekleştirilmiştir.

Marmara Denizi Koruma Eylem Planı'nda "*Tersanelerde Temiz Üretim Teknikleri Yaygınlaştırılacak*" eylemi yer almaktadır.

Bu kapsamda, ülkemiz tersanelerinin Tuzla Tersaneler Bölgesi ile Altınova Tersaneler Bölgesi olarak yoğun şekilde Marmara Denizi çevresinde faaliyet gösterdiği bilinmektedir. Temiz üretim tekniklerinin bu bölgelerde yaygınlaştırılması ve deniz

çevresinin korunmasına yönelik düzenlemelerin ivedilikle hayata geçirilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

3.6.3.3 Avrupa Yeşil Mutabakat (AYM) Kapsamında Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde su kirliliğinin önlenmesi ve su tüketiminin azaltılmasına yönelik çalışmaların başında, sürdürülebilir üretim ve tüketim ilkeleri doğrultusunda döngüsel ekonominin en önemli araçlarından bir tanesi olan temiz üretim ilkelerinin uygulanması gelmektedir. Temiz üretim uygulamaları ile endüstriyel tesisler mevcut en iyi tekniklerin kullanılmasına yönlendirilmekte ve böylece su tüketiminin azaltılmasının yanı sıra su kirliliğinin önlenmesi, enerjinin verimli kullanılması ve atığın en aza indirilmesi sağlanmaktadır.

Bununla birlikte, ülkemizde, atıksuların alternatif bir su kaynağı olduğu yaklaşımı ve döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde planlamalar yapılmakta ve arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı sağlanarak su kaynaklarının üzerindeki kullanım baskısının azaltılması yönünde çalışmalar yürütülmektedir.

Bu kapsamda, su tüketiminin fazla olduğu tekstil ve deri sektörü başta olmak üzere temiz üretim çalışmaları yürütülmektedir.

Tekstil sektörü için; 14.12.2011 tarihli ve 28142 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği, ülkemizde temiz üretim anlayışının yerleşmesi ve mevcut en iyi tekniklerin uygulanması anlamında gönüllülük esasında bir ilk adım olmuştur.

Deri sektörü için; çevresel ve sektörel ihtiyaçlar doğrultusunda mevcut en iyi tekniklerin kullanılmasına yönelik yürütülen çalışmalar sonucunda taslak bir tebliğ oluşturulduğu, oluşturulan tebliğin sürdürülebilir ve uygulanabilir olması amacıyla sektör ile çalışmalar devam etmektedir.

Diğer sektörler için de temiz üretim uygulamalarının belirlenmesi ve hayata geçirilebilmesi adına proje ve mevzuat çalışmaları sürmektedir. Hâlihazırda yürütülen teknik çalışmalar sonrasında üniversitelerin de desteğiyle yerinde uygulamalar ile sektörel eğitimler verilmesi planlanmaktadır. Sanayi sektörlerinde mevcut en iyi tekniklerin uygulanması yoluyla temiz üretimin yaygınlaştırılması, getireceği çevresel faydaların yanı sıra kaynak verimliliği ve küresel rekabet konularında da ülke sanayisine olumlu etkiler sağlanması öngörülmektedir.

Tekstil ve deri işleme sektörü ile ilgili ülkemiz sanayisinin yeşil dönüşümünün ve döngüsel ekonominin geliştirilmesi için Avrupa Yeşil Mutabakat (AYM) Eylem Planı

kapsamında temiz üretim çalışmaları ile ilgili eğitim programları düzenlenmesi ve mevzuatın güncellenmesine yönelik eylemler yer almaktadır.

Eylem Planı kapsamında öngörülen faaliyetler aşağıda yer almaktadır:⁴⁶⁶

“Ülkemiz sanayinin yeşil dönüşümünün geliştirilmesi” hedefi altındaki eylemler arasında;

1. *Su tüketiminin fazla olduğu tekstil sektöründe temiz üretim mevzuatı güncellenmesi,*

2. *Su tüketiminin fazla olduğu deri sektörü için temiz üretim mevzuatının oluşturulması,*

eylemleri yer almaktadır. Anılan eylemlerin hayata geçirilmesi için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından;

- Ülkemizde sanayi kaynaklı su kirliliğinin giderilmesi su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi yönünde su tüketiminin fazla olduğu sektörler öncelikli olmak üzere temiz üretim çalışmaları yapılmış olup bu sektörlere yönelik Sektörel Temiz Üretim Tebliğ Taslakları hazırlanmış ve web sayfasında sektör ile paylaşılmıştır.
- AB tarafından yayımlanan Mevcut En İyi Tekniklerin ülkemiz şartlarında uygulanabilirliği, sürdürülebilirlik açısından her bir sektör özelinde rekabet gücü dikkate alınarak ve mali olarak karşılanabilirliği de sorgulanarak hava emisyonları, su tasarrufu ve atık geri kazanımı hususlarında yıllara sari uyum takvimi belirlenmektedir.

3. *Tekstil ve deri sektöründe temiz üretim uygulamalarına ilişkin eğitim programları düzenlenmesi” eylemi kapsamında ise;*

- Özellikle su tüketiminin yoğun ve atıksu kirlilik yükünün fazla olduğu tekstil ve deri sektörlerinde uygulamada yaşanan sorunların yanlış uygulamaların önüne geçmek, mevcut en iyi teknikler hakkında çalışanları bilgilendirmek amacıyla eğitim programları düzenlenmesi planlanmıştır.

“Üretimde ve tüketimde suların sürdürülebilir kullanımı ile atık suların yeniden kullanımının geliştirilmesi” hedefi altındaki;

4. *Aritılmış atık suların kullanımının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması” eylemi kapsamında;*

- Su kaynaklarının korunması, su tüketiminin ve atıksu üretiminin azaltılması, sağlıklı ve yaşanabilir çevrenin oluşturulabilmesi amacı ile atıksu yönetimi

⁴⁶⁶ Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021.

konusunda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca yürütülen çalışmalar sürdürülmektedir.

- 2021 yılı Temmuz sonu itibariyle toplam belediye nüfusunun % 89'una atıksu arıtma hizmeti verilmekte olup, arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranı % 3,2'ye yükselmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı stratejik hedef olarak 2023 yılında toplam belediye nüfusunun % 100'üne atıksu arıtma hizmeti verilmesi ve alternatif su kaynağı olarak arıtılmış atıksuların % 5 oranında, 2030 yılında ise % 15 oranında geri kazanılması hedeflenmiştir.

Ülkemizde arıtılmış atıksuların sulama amaçlı kullanıma yönelik düzenleme mevcut olup endüstriyel, çevresel ve diğer kullanım alanlarının da usul ve esasları belirlenerek arıtılmış atıksuların kullanım alanlarının genişletilmesi ve yaygınlaştırılması için taslak mevzuat oluşturulduğu bildirilmiştir.

“Sürdürülebilir tüketim ve üretim kapsamında entegre kirlilik önleme ve kontrol çalışmaları” hedefi altındaki;

1. *“AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol (EKÖK) mevzuatının uygulanmasına yönelik ulusal eylem planının ve uygulama takviminin hazırlanması”* eylemi kapsamında;

–Hava, su ve toprak için sıfır kirlilik eylem planı (Zero Pollution Action Plan) çerçevesinde en iyi teknik ve teknolojiler ile temiz üretimi hedefleyen, geçiş takvimi ile tüm çevresel ortamlara yönelik ulusal politikalarımızı kapsayan bir eylem planının 2023 yılı 3. Çeyrekte hazırlanması öngörülmektedir.

2. *“AB'nin Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol mevzuatı ile Mevcut En İyi Teknikler Sonuç Dokümanlarını da içeren genel ve sektörel ulusal mevzuatın hazırlanması”* eylemi kapsamında

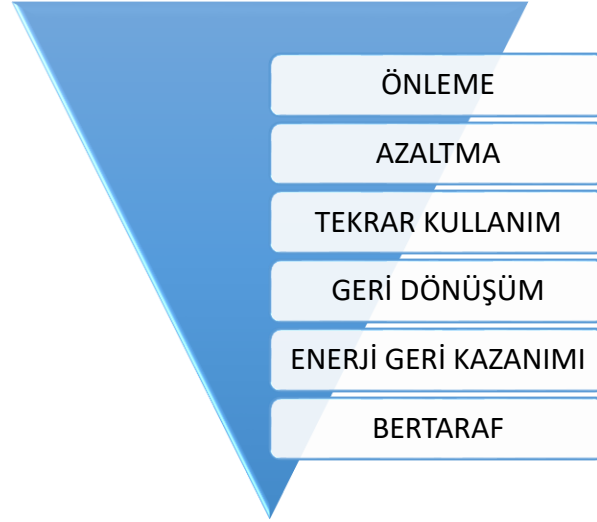
–2010/75/AB sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EED) 1. ve 2. bölümleri ile düzenlenen Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi ile MET Sonuçlarını içeren genel ve sektörel mevzuat çalışmalarının 2023 yılı 3. çeyreğinde tamamlanması öngörülmektedir.

3.6.4 Atık Yönetimi

Atık yönetimi hiyerarşisi, atıkların değerli bir kaynak olarak görülmesinde, çevreyi en uygun olan yöntemden en az uygun olana doğru koruyan süreçlerin değerlendirilmesinde kullanılan bir araçtır. İsrafi azaltmak, kaynakları korumak ve yönetmek için piramit şeklinde bir şematik oluşturarak seçilecek eylemlerde bir tercih sıralaması göstermektedir. İdeal atık yönetimi hiyerarşisine göre atıkların olduğu yerde önlenmesi ve azaltılması, oluşumunun önlenemediği durumda yeniden kullanımı atık

yönetimi hiyerarşisinin öncelikli basamaklarıdır. Yeniden kullanım imkânı olmayan atıkların ise ekonomiye kazandırılması amacıyla geri dönüştürülmesi, maddesel geri kazanımının sağlanması veya enerji olarak geri kazanılması gereklidir. Ancak uygun bir geri kazanım yöntemi olmaması/bulunmaması halinde atıkların nihai bertarafı tercih edilmelidir. Dolayısıyla, kaynağında önleme ve azaltma, yeniden kullanma, en yakın ve en uygun tesiste atığın işlenmesi yoluyla geri kazanımı ile atık yönetimi hiyerarşisinin etkin bir şekilde uygulanması çevre kirliliğinin minimize edilmesini sağlamaktadır. Atık yönetimi hiyerarşisine dair şema Şekil 77’de verilmektedir.

Şekil 77. Atık Yönetim Hiyerarşisi



Kaynak: Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2016.

Nüfus artışı, sanayileşme ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi ile birlikte üretilen atık miktarı da her geçen gün artmaktadır. Doğal kaynaklar hızla tükenmekte, çevre sağlığı giderek bozulmaktadır. Dünya çapında malzeme tüketimi ve kişi başına düşen “malzeme ayak izi” de hızla artmaktadır. 1990’da bir kişinin ihtiyacını karşılamak için yaklaşık 8,1 ton doğal kaynak kullanılırken, 2017’de kişi başına yaklaşık 12,2 ton kaynak kullanılmıştır.⁴⁶⁷ Kaynakların ve çevrenin korunması giderek daha önemli hale gelirken, ülkeler yeni atık yönetimi stratejileri belirlemektedir. Geçmişte atığın büyük bir kısmının bertaraf edilmesine yönelik olan atık hiyerarşisi tersine dönmüştür. Yeni anlayışa göre başta atığın oluşmadan önlenmesi, önlenemeyen kısmının azaltılması, geri dönüştürülmesi ve geri kazanılmasına odaklanılmıştır. Atığın hiçbir şekilde değerlendirilemeyecek kısmının bertaraf edilmesi nihai hedef haline gelmiştir. Doğada sınırlı olarak bulunan doğal kaynakların korunması için atık oluşumunun engellenmesi, engellenemeyen kısmının

⁴⁶⁷ Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), 2020.

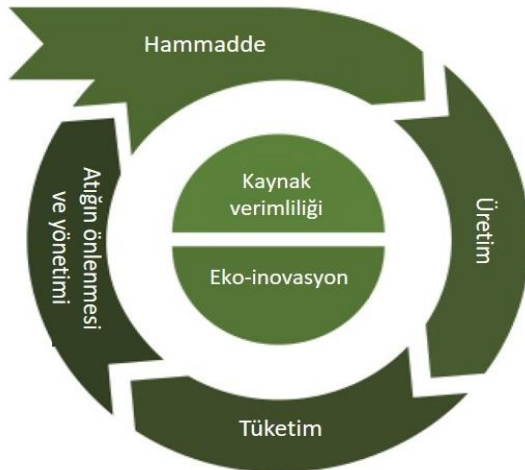
değerlendirilmesi ve mümkün olduğunca ham madde olarak yeniden üretime dâhil edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Atıkların atıl bir malzeme değil kaynak olarak görülmesini de kapsayan döngüsel ekonomi yaklaşımı ile ülkeler atık yönetimi faaliyetlerini bu yönde geliştirmeye yönelik çalışmalara başlamıştır. Bu sayede atıkların çevreye verdiği zarar minimum seviyeye indirilebilecek aynı zamanda işlenmemiş ham madde kullanımına olan ihtiyaç azalacaktır. Sonuç olarak ham maddenin elde edilmesinden işlenmesine, ham maddeden yeni ürün üretimine dair geçen tüm süreçlerin maliyeti azalarak ekonomi için katma değer oluşturulabilecektir.

Döngüsel ekonomi konsepti bir ürünün kullanım ömrü dolduğunda o ürünün atık olmasını engelleyip tekrar üretim sürecine dâhil edilmesini amaçlamaktadır. Burada ideal olan kapalı döngü sistemi ile tekrar aynı ürün ve/veya ürünün ham maddesi olarak kullanılması olmakla birlikte bu mümkün değilse farklı ürünlerin üretimi için değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Ham maddelerin yaklaşık % 90,9'u ekonomiye geri kazandırılmamaktadır. 2000 yılından bu yana ham madde fiyatlarındaki artış % 180'i bulmuştur.⁴⁶⁸ 2017 yılında AB'de 6.2 milyar ton ham madde üretime dâhil edilmiş olup % 12 oranında geri dönüştürülmüş malzeme kullanılmıştır.⁴⁶⁹ Döngüsel ekonomi konseptinde kapalı döngü sistemlere olanak verilmesi ve üretim sektöründe birincil ham maddeye olan ihtiyacın azaltılması için dünya genelinde uygulanmaya çalışan üretim tüketim döngüsüne dair şema Şekil 78 ile verilmektedir.⁴⁷⁰

Şekil 78. Yeşil Büyüme ve Döngüsel Ekonomi



Kaynak: Avrupa, 2021.

⁴⁶⁸ Building a more circular Australia, 2021, <https://www.pwc.com.au/important-problems/environment-social-governance/building-a-more-circular-australia.html>, Erişim Tarihi: 15.12.2021.

⁴⁶⁹ Avrupa, 2020; Avrupa, 2021.

⁴⁷⁰ Avrupa, 2021.

02.12.2015 tarihinde (2015/614) AB Komisyonu tarafından yayımlanan “Döngüsel Ekonomi Eylem Planı”nın ardından söz konusu eylem planına ait son güncelleme 11.03.2020 tarihinde yapılmıştır.

Sıfır atık; üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması, yeniden kullanıma öncelik verilmesi, oluşan atıkların ise kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması ve geri dönüşüm ve/veya geri kazanımının sağlanarak bertarafa gönderilecek atık miktarının azaltılması suretiyle çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen yaklaşım”dır.⁴⁷¹ Sıfır atık yönetim sistemi ise; “atık oluşumunun önlenmesinden başlayarak, atıkların azaltılması, kaynağında ayrı biriktirilmesi, geçici depolanması, ayrı toplanması, taşınması ve işlenmesi süreçlerinin hepsini içine alan, fayda ve maliyet unsurları göz önünde bulundurularak oluşturulan yönetim sistemi” şeklinde tanımlanmıştır. Atıkların geri dönüşüm ve geri kazanım süreci içinde değerlendirilmeden bertarafı hem maddesel hem de enerji olarak ciddi kaynak kayıpları yaşanmasına neden olmaktadır.⁴⁷²

Dünya üzerindeki nüfus ve yaşam standartları artarken tüketimde de kaçınılmaz şekilde bir artış yaşanmakta ve bu durum doğal kaynaklarımız üzerindeki baskıyı artırarak dünyanın dengesini bozmakta, sınırlı kaynaklarımız artan ihtiyaçlara yetişememektedir. Bu durum göz önüne alındığında, doğal kaynakların verimli kullanılmasının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu nedendir ki son yıllarda tüm dünyada sıfır atık uygulama çalışmaları hem bireysel hem kurumsal hem de yerel idareler genelinde yaygınlaşmaktadır.

Sıfır atık, israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atığın miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanan bir hedeftir. Atıkların geri dönüşüm ve geri kazanım süreci içinde değerlendirilmeden bertarafı hem maddesel hem de enerji olarak ciddi kaynak kayıpları yaşanmasına neden olmaktadır. Atık önleme, atıkların miktarının ve tehlikelilik düzeyinin azaltılmasını içermektedir. Atıkların oluşumunun önlenmesi hem enerji kaynaklarının hem de ham madde kaynaklarının israfının önüne geçilmesinde en etkili yol olup, çevrenin korunmasında ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımında temel bir faktördür. Bu nedenle atık önleme ve atık azaltımı, başta Çevre Kanunu olmak üzere atık yönetimine ilişkin tüm düzenlemelerde birincil öncelik olarak belirlenmiştir.

⁴⁷¹ Sıfır Atık Yönetimi Yönetmeliği, 12.07.2019 tarihli ve 30829 Sayılı Resmî Gazete.

⁴⁷² A.g.k.

Ülkemizde sıfır atık yönetim sistemine geçilmesine dair usul ve esasların belirlenmesi amacıyla 12/07/2019 tarihinde Sıfır Atık Yönetmeliği yayımlanmıştır. Yönetmelikte sıfır atık yönetim sistemine dair belirlenen usul esasların yanı sıra sıfır atık yönetim sistemine geçişlerinin tamamlanması için tüm kurum ve kuruluşlara dair verilen süreler yer almaktadır.

Ülkemizde TÜİK 2018 verilerine göre belediye atık miktarı 32,2 milyon ton olup bu atıkların % 55,5'ini biyoatıklar, % 5,9'unu plastik atıklar, % 8,1'ini kâğıt-karton atıkları, % 3,4'ünü cam, % 1,4'ünü metal atıklar kalan kısmı ise diğer atıklar oluşturmaktadır. Bu oranlara bakıldığında atıklarımızın çok büyük bir kısmının değerlendirilebilir yani geri kazanılarak ham madde olabilecek, yeni ürünlere dönüştürülebilecek atıklar olduğu görülmektedir.⁴⁷³

Komisyunun 03.08.2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. Mustafa SARI, evsel, endüstriyel, tarımsal ve gemi atıklarından gelen kirlilik yüklerinin azaltılmadığı sürece müsilaj oluşumunun devam edeceğini, Marmara Denizi için bütüncül bir yaklaşımla iklim değişimini de dikkate alan yeni bir “atık yönetim” politikasının oluşturulmasının önemini belirtmiştir.⁴⁷⁴

Marmara'ya kıyısı olan 7 ilin il bazlı belediye ambalaj atık miktarları ile kâğıt, cam, metal, plastik, miktarlarının 2017-2021 yılları arasında yıllar itibariyle dökümü Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. Marmara Denizi'ne Kıyısı Olan Yedi İlin İl Bazlı Atık Miktarları

İl	Yıl	Plastik (Kg)	Kâğıt Karton (Kg)	Metal (Kg)	Cam (Kg)	Karışık (Kg)	Toplam Ambalaj Atığı (Kg)*
Bursa	2017	10.462.277	55.654.324	375.036	4.052.918	85.024.360	182.661.161
	2018	12.244.427	38.873.062	429.942	2.995.038	84.588.369	168.166.126
	2019	12.377.839	41.923.719	364.583	2.243.515	77.752.729	167.648.645
	2020	11.275.902	41.115.577	458.966	2.567.111	30.455.643	117.870.559
Balıkesir	2017	1.397.857	2.487.284	97.563	7.650	49.868.939	53.964.903
	2018	1.587.148	3.377.611	98.974	16.240	66.034.054	71.429.607
	2019	1.719.172	3.136.397	102.878	35.618	44.895.664	50.236.059
	2020	1.353.322	3.859.615	110.759	31.120	57.087.461	62.791.387
Çanakkale	2017	-	-	-	-	15.279.960	15.279.960
	2018	27.880	215.600	16.540	-	13.392.730	13.652.750
	2019	-	3.400	-	-	8.882.653	8.886.053
	2020	-	-	-	-	1.988.935	1.988.935

⁴⁷³ <https://www.dunya.com/ekonomi/sifir-atik-projesi-ile-ekonomiye-17-milyar-liralik-katki-saglandi-haberi-608828>, Erişim Tarihi: 20.11.2021.

⁴⁷⁴ Prof. Dr. Mustafa SARI'nın 3 Ağustos 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

İstanbul	2017	7.133.150	137.358.628	147.022	45.393.794	257.643.032	450.390.925
	2018	7.330.733	144.287.945	64.876	32.909.037	223.605.460	409.598.359
	2019	7.318.611	130.016.851	238.031	39.277.799	219.517.446	398.116.133
	2020	5.769.688	94.046.564	338.791	31.364.987	185.261.928	320.094.315
Kocaeli	2017	14.842.487	61.367.592	277.077	27.592.300	63.185.611	183.753.048
	2018	14.011.791	64.687.876	254.324	27.419.520	60.988.219	181.879.430
	2019	13.651.073	55.043.488	276.432	27.878.908	48.329.948	155.454.007
	2020	9.148.271	39.436.722	33.329	39.431.668	60.012.060	159.215.230
Tekirdağ	2017	10.773.643	43.690.384	188.753	102.390	16.967.941	96.659.723
	2018	13.751.307	50.347.832	150.376	23.087	14.171.103	104.056.241
	2019	9.969.813	43.312.684	159.448	33.698	16.272.640	101.199.025
	2020	7.465.071	31.180.532	150.138	148.978	12.119.558	86.193.564
Yalova	2017	387.054	2.084.012	196.910	-	3.579.639	6.568.525
	2018	272.655	1.218.081	54.380	1.140	3.139.680	4.784.706
	2019	455.496	3.134.657	61.230	850	3.396.493	7.069.286
	2020	624.712	1.911.791	1.380	-	1.381.526	3.953.929
Not: Ambalaj Bilgi Sistemi 2021 yılı içinde Yönetmelik değişikliği ve revizyon çalışmaları sebebiyle kullanıma kapatılmıştır. (*) Toplam ambalaj atığı miktarı ile diğer verilerin toplamı arasındaki fark yukarıda yer almayan diğer ambalaj atıklarından meydana gelmektedir.							

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Tarafından Komisyona Sunulan 17 Kasım 2021 Tarihli ve 914309 Sayılı Cevabi Yazı.

Nüfus ve sanayinin en yoğun olduğu Marmara Bölgesi'nde, belediye atığı oranı (Tablo 48) Türkiye genelinin % 36'lık kısmını oluşturmaktadır.⁴⁷⁵

Tablo 48. Bölgesel Bazlı Belediye Atığı Miktarları

	Atık Miktarı (Ton/Yıl)	Nüfus
Marmara	9.653.673	23.608.079

Kaynak: Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2016, s.19.

Belediye atıklarının yüksek oranda geri dönüşümü ve geri kazanımının sağlanması için sıfır atık yönetim sistemine uyulması gerekmektedir. Sıfır atık yönetim sistemi, atık oluşumunun önlenmesinden başlanarak oluşan atıkların en az ikili toplama sistemine göre özelliğine ve türüne göre kaynağında ayrı toplanarak çevre lisanslı atık işleme tesislerine gönderilmesine kadar geçen süreci içeren sıfır atık yaklaşımını hedef almaktadır.

Ayrıca Sıfır Atık Yönetmeliği ile atıkların artık bir ham madde olarak görülmesinde ve atıkların ayrı toplanarak ülkemizin geri dönüşüm oranlarının artmasında önemli bir yeri bulunmaktadır. Halen atık yönetiminde atıkların düzenli depolanması dünyada ağırlığını hissettirse de 2030'lu yıllarda özellikle gelişmiş ekonomilerde bu durumun büyük oranda

⁴⁷⁵ Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2016.

ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Avrupa Birliği'nin değerlendirilmeden bertaraf edilen ikincil ham madde konumundaki atıklardan dolayı büyük kayıplar yaşadığı; örneğin 2013 yılında, AB genelinde üretilen 2,5 milyar ton atığın 1,6 milyar tonunun tekrar kullanım veya geri dönüşüme tabi tutulmadığından kaybedildiği; ancak, kaybedilen bu atığın 600 milyon tonunun değerlendirilebilmesinin mümkün olduğu AB raporlarına yansımaktadır.⁴⁷⁶ Bahse konu Rapor esas alınarak hazırlanan AB Döngüsel Ekonomi Planında 2030 yılına kadar evsel atıklar için düzenli depolama miktarının % 10 seviyelerine indirgenmesi planlanırken AB geri dönüşüm ortalamasının % 65 seviyelerine çıkartılması hedeflenmektedir.

Ülkemizde 2002 yılı öncesi belediye atıklarının geri kazanım oranı % 1 seviyelerinde iken bugün % 22,4 seviyelerine gelinmiştir. 2023 yılında % 35 hedefine ulaşılması planlanmaktadır.⁴⁷⁷

3.6.4.1 Marmara Denizi Havzası'nda Belediye Atık Yönetimi

Marmara Denizi'ne kıyısı olan 7 ilde uygulanan mevcut atık bertarafı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları Tablo 49'da özetlenmiştir.⁴⁷⁸

Tablo 49. Marmara Denizi Havzası'ndaki İllerinde Mevcut Atık Bertarafı

İl	Atık Bertaraf Tesisi
İstanbul	İstanbul'da biri Avrupa ve biri de Asya yakasında olmak üzere belediye atıklarının bertaraf edildiği iki adet düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. Düzensiz döküm sahası mevcut değildir. Düzenli depolama tesislerinden kaynaklı sızıntı sularının yönetimi sağlanmaktadır. (ÇŞB, 2021). Ayrıca, biyobozunur atıkların işlendiği biyometanizasyon ve kompost tesisi ile belediye atıklarının yakıldığı yakma tesisi devreye alınmıştır.
Kocaeli	Düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. Sızıntı suları arıtıldıktan sonra AAT'ye verilmektedir (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu- İÇDR-, 2019).
Yalova	Düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. (Yalova İÇDR, 2019).
Bursa	Düzenli depolama tesisleri bulunmaktadır. Sızıntı sularının yönetimi sağlanmaktadır. (Bursa İÇDR, 2019).
Balıkesir	Düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. (Çevre, Şehircilik Bakanlığı ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021)
Çanakkale	Çanakkale'de ve Gelibolu ilçesinde düzenli depolama tesisleri bulunmaktadır.
Tekirdağ	Atıklar düzenli depolama sahalarına taşınmaktadır. Tekirdağ düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. Sızıntı suyu yönetimi sağlanmaktadır.

Kaynak: Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı 2021-2024, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

⁴⁷⁶ Bayrak, S., "Kentsel Katı Atık Yönetiminde Panel Veri Yönetimiyle Maliyet Analizi: İzmir İlçe Belediyeleri Örneği", İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 2019.

⁴⁷⁷ Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2016, s.51.

⁴⁷⁸ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021.

Düzenli Depolama

Düzenli depolama tesisi (DDT); atıkların oluştuğu tesis içinde geri kazanım, ön işlem veya bertarafa gönderilmek üzere geçici depolandığı birimler, atığın geri kazanım veya ön işleme tabi tutulmak amacıyla üç yıldan daha kısa süreli ara depolandığı tesisler ile atığın bertaraf işlemine tabi tutulmak üzere bir yılı geçmeyecek şekilde ara depolandığı tesisler hariç olmak üzere atıkların yeraltı veya yer üstünde belirli teknik standartlara göre bertaraf edildiği sahalardır.⁴⁷⁹

Marmara Denizi Havzasında 11 adet II. sınıf düzenli depolama tesisi, 2 adet I. sınıf düzenli depolama tesisi faaliyet göstermektedir. Havzada 2 adet II. Sınıf Düzenli Depolama tesisi ise inşaat aşamasındadır. Düzenli depolama tesisleri Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin Ek-2'sinde yer alan sınır değerlere göre I, II ve III üncü sınıf olarak sınıflandırılır. Belediye atıkları, II. sınıf düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmektedir (Tablo 50).

Tablo 50. Belediye Atıkları Yönetimi Durum Analizi

İller	II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi		I. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi
	İşletme	İnşaat	
Balıkesir	1	-	-
Bursa	2	-	-
Çanakkale	2	2	-
Kocaeli	1	-	1
İstanbul	3	-	1
Tekirdağ	1	-	-
Yalova	1	-	-
Toplam	11	2	2

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021.

Marmara Denizi Havzasında bulunan 7 ilin İl Sıfır Atık Yönetim Planları İl Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri koordinasyonunda hazırlanmış olup, toplam 22 adet belediye sıfır atık belgesi almıştır. 7 belediyenin ise sıfır atık belgesinin değerlendirme aşamasında olduğu öğrenilmiştir. (Tablo 51).

Tablo 51. Marmara Denizi Havzası'nda Yer Alan İllerin Sıfır Atık Yönetimi Durum Analizi

İller	İl Sıfır Atık Yönetim Planı	Sıfır Atık Belge Alan Belediye Sayısı	Sıfır Atık Belge Değerlendirme Aşamasındaki Belediye Sayısı
Balıkesir	Hazırlandı	-	-
Bursa	Hazırlandı	5	-
Çanakkale	Hazırlandı	-	-
Kocaeli	Hazırlandı	4	2

⁴⁷⁹ Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 26.03.2010 tarihli ve 27533 Sayılı Resmî Gazete.

İstanbul	Hazırlandı	12	5
Tekirdağ	Hazırlandı	1	-
Yalova	Hazırlandı	-	-
Toplam		22	7

Kaynak: Sıfır Atık Bilgi Sistemi, 2021.

3.6.4.2 Deniz Çöpleri

Deniz çöpü; insanlar tarafından üretilmiş veya kullanılmış, denize, nehirlere veya plajlara bırakılmış; nehirler, atık sular, yağmur suyu veya rüzgâr ile denize dolaylı olarak girmiş; kötü hava koşullarında denizde kazara kaybedilmiş (balıkçılık malzemeleri, kargo) malzemelerdir.

Deniz çöpleri karasal ve denizel kaynaklı olabilmektedir. Karada ya da denizde bulunabildiği gibi nehirler, atıksular, rüzgâr, yağmur suları ve dalga ile taşınarak da dolaylı olarak denize ulaşabilmektedir.

Deniz çöpleri % 80 oranında karasal kaynaklardan denizlere ulaşmaktadır. Dolayısıyla karaya bırakılan her çöp deniz çöpü olma riski taşımaktadır.

Deniz çöplerinin büyük bir kısmı plastik ve türevi malzemelerden oluşmaktadır. Plastikler; hafif yapıları nedeniyle uzak noktalara taşınabilmekte, uzun süre doğada kalmakta ve parçalanarak mikroplastiklere dönüşmeleri sebebiyle de ayrıca tehlike arz etmektedir. Denizde ve kıyıda bulunan canlıların vücutlarına dolaşması sebebi ile hareketlerine engel olmakta ve yaralanmalarına sebep olabilmektedir. Bunun yanında deniz dibinde biriken çöpler de dipteki ekosisteme zarar vermektedir. Deniz çöplerinin kıyılardan ve deniz yüzeyinden temizlenmesi maliyet ve çalışma gücü kaybına sebep olmaktadır.

Tüm bu özellikleri sebebi ile deniz çöplerinin önlenmesi için dünyada olduğu gibi ülkemizde çalışmalar yürütülmektedir.

Deniz çöplerinin azaltılmasına yönelik uygulamaların sistematik bir şekilde yürütülebilmesi ve toplumda bu konuda bir duyarlılığın oluşturulması amacıyla, 10 Haziran 2019 tarihinde “Sıfır Atık Mavi” açılış etkinliği İstanbul’da gerçekleştirilmiştir. Sıfır Atık Mavi açılış etkinliği ile birlikte tüm yurttaki denizlerin korunması ve deniz temizliği seferberliği başlatılmıştır. Tüm vatandaşlar, sivil toplum kuruluşları, tüm ilgili kurumlar ile basın organlarının deniz çevresinin korunması konusunda duyarlı olmaya ve bilinçlendirme çalışmalarını arttırmaya davet edilmiştir. Sıfır Atık Mavi seferberliği ile deniz kirliliğini önlenmesine katkı sağlanmakta ve su kaynaklarımızı koruyacak çalışmalar yürütülmektedir.

2019 yılında plastik poşetin ücretlendirilmesi ile birlikte, plastik poşet kullanımında büyük oranda azalma gerçekleşmiştir. Ayrıca sıfır atık yaklaşımı ve “Sıfır Atık

Yönetmeliği”⁴⁸⁰ ile birlikte yaygınlaştırılan kaynağında azaltım, geri kazanım, geri dönüşüm çalışmaları ile deniz çöplerinin oluşumunun önlenmesine katkı sağlanmaktadır.

Sıfır Atık Mavi etkinliğinin açılış tarihi olan 10 Haziran 2019 tarihinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından “2019/09 sayılı Deniz Çöpleri İl Eylem Planlarının Hazırlanması ve Uygulanması Genelgesi” yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Genelge uyarınca, denize kıyısı bulunan tüm illerde valilerin sorumluluğunda Deniz Çöpleri İl Eylem Planları hazırlanmış ve uygulamaya alınmıştır. Eylem Planlarında bölgeye özgü olarak deniz çöplerinin kaynağının ve önlemeye ilişkin çalışmaların belirlenmesi, mevcut deniz çöplerinin temizlenmesi faaliyetleri ve yerel bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi yer almaktadır. Her yıl bahse konu il eylem planı kapsamında yapılan çalışmalar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na raporlanmaktadır. Tüm bu çalışmalar çerçevesinde tüm kıyılarımızda, 2019 yılında 65.250 ton, 2020 yılında 20.000 ton, 2021 yılı ilk üç çeyreğinde ise 37.000 ton deniz çöpü toplanarak bertaraf gönderilmiştir. Deniz çöpleri temizliği faaliyetleri sonucu Marmara Denizi’ne kıyısı olan illerde ise 2019-2021 yıllarında toplam 87.500 ton deniz çöpü denizlerden toplanarak bertarafa gönderilmiştir. Bursa Büyükşehir Belediyesi müsülajla mücadele kapsamında kıyı ve plajlardan 1300 ton atık, deniz yüzeyinden 631 m³ atık toplamıştır.⁴⁸¹ İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2021 yılının Temmuz ayında kıyı ve plajlardan 17.550 m³, deniz yüzeyinden 2.769 m³ atık toplamıştır.⁴⁸²

Bilindiği üzere, deniz çöpleri ve mikroplastikler alınan tedbirlere rağmen tüm dünyada hızla artmaktadır. Bu problemin uygun şekilde ele alınması için acilen küresel bir sözleşme hazırlanması ülkelerin ve UNEA’nın (Birleşmiş Milletler Çevre Asamblesi) gündemindedir. Özellikle Covid-19 salgını sonrası kullanılan tek kullanımlık sıhhi malzemeler ve plastik miktarının ciddi miktarda artması ve bu malzemelerin kullanımından sonra oluşan atıkların yönetiminde yetersiz kalınması deniz çöpleri probleminin katlanarak artmasına neden olmuştur.⁴⁸³ Komisyonun 13.07.2021 tarihli toplantısına katılarak bilgi veren Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR, 2050 yılında denizlerdeki plastiğin balıklardan çok olacağını ve karaya atılan atıkların yağışlarla denize ulaşarak denizleri kirlettiğini belirtmiştir.⁴⁸⁴ Ayrıca,

⁴⁸⁰ 12 Temmuz 2019 tarihli ve 30829 sayılı Resmî Gazete.

⁴⁸¹ Bursa Büyükşehir Belediye’sinin 18 Ağustos 2021 tarihli Sunumu.

⁴⁸² İstanbul Büyükşehir Belediye’sinin 18 Ağustos 2021 tarihli Sunumu.

⁴⁸³ Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı 2021-2024, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021.

⁴⁸⁴ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR’IN 13 Temmuz 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Komisyunun 06.10.2021 tarihli toplantısına katılarak Komisyona bilgi veren Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK, müsilaja yol açan etkenlerden, kıyı şeritlerinde artan kentleşme ve sanayileşme sonucu kara kökenli ve insan kaynaklı kirleticilerin bol miktarda deniz ortamına verilmesi ya da taşınmasının etkili olduğunu belirtmiştir.⁴⁸⁵

Ülkemiz hem Karadeniz hem Akdeniz’e kıyısı olan tek ülkedir. Her iki bölgesel denizin korunması ile ilgili olarak yürütülmekte olan bölgesel sözleşmelerin altındaki deniz çöpleri bölgesel eylem planları kapsamındaki çalışmalar ve bununla birlikte küresel ölçekteki yürütülen çalışmalar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nca takip edilmekte ve uygulanmaktadır. 10 Haziran 2019 tarihinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan “Deniz Çöpleri İl Eylem Planlarının Hazırlanması ve Uygulanması Genelgesi” ve sonrasında yürütülen çalışmalar bu durumu teyit etmektedir.

Bölgesel Atık Yönetimi Eylem Planı ve Deniz Çöpleri Eylem Planı

Müsilaj kirliliğinin önlenmesine yönelik olarak hazırlanan ve uygulamaya konan 22 maddelik Marmara Denizi Koruma Eylem Planı’nda yer alan 13 numaralı eylem; “*Marmara Denizi kıyılarını kapsayacak şekilde Bölgesel Atık Yönetimi Eylem Planı ve Deniz Çöpleri Eylem Planı üç ay içerisinde hazırlanarak uygulamaya konulacak*” şeklindedir.

Bu kapsamda, Marmara Denizi’ne kıyısı olan 7 il ile havzada yer alan Kütahya’nın da dâhil olduğu Bölgesel Atık Yönetimi Eylem Planı ve Deniz Çöpleri Eylem Planı hazırlanmıştır. Plan kapsamında deniz ve kıyı alanlarda kara kökenli ve denizel faaliyetlerden kaynaklanabilecek deniz çöplerinin mevcut durumu, azaltılması ve kaynağında önlenmesine yönelik tedbir ve faaliyetler ile planlanan çalışmalar ortaya konulmuştur.

3.7 TARIMSAL KAYNAKLI KİRLİLİĞİN KONTROLÜ

Su kirliliği, tanımlanabilir kaynaklardan gelen noktasal kirlilik ve tanımlanamayan dağınık kaynaklardan gelen yayılı kirlilikten oluşmaktadır. Günümüz bilgi ve teknolojisi sayesinde noktasal kirlilik kaynaklarının tanımlanması ve bu kaynaklardan oluşan kirliliğe çözüm getirilmesi, yayılı kirlilik kaynaklarına nazaran daha kolaydır. Alansal dağılım gösteren toprak özellikleri, arazi kullanımları, tarımsal faaliyetler gibi birçok unsura bağlı olarak ortaya çıkan yayılı kirlilik kaynaklarının su kaynakları üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi, havzadaki su, toprak ve atmosfer ilişkileri ile insan faaliyetlerinin

⁴⁸⁵ Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK’ün 6 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

yeterince aydınlatılabilmesine bağlıdır. Bu nedenle yayılı kirletici kaynaklarından oluşan kirliliğin tespitinin ve azaltılmasının zor, zaman alıcı ve maliyetinin yüksek olması da dikkate alınarak kirliliğin önlenmesinde en etkili çözüm; yayılı kirlilik oluşmadan koruyucu tedbirlerin titizlikle uygulanmasıdır.

Yayılı kirlilik kaynaklarının büyük bir kısmını ise tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. Şekil 79’da gübre kullanım miktarları yer almaktadır.

Şekil 79. Gübre Kullanımı Verileri



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanı Bekir PAKDEMİRLİ'nin 3 Ekim 2021 tarihli Sunumu.

Tarım ve Orman Bakanı Bekir PAKDEMİRLİ Komisyona verdiği bilgilere göre; ülkemizdeki bitkisel üretimin % 7,5'inin hayvansal üretimin ise % 4,5'inin Marmara Denizi'ne komşu olan illerde gerçekleşmektedir. Bu üretimin yapılması için Marmara Bölgesi'nde hektara 131 kg gübre kullanılmaktadır. Marmara Bölgesi'nde modern tarım tekniklerinin diğer bölgelere oranla daha çok yapılıyor olması nedeniyle kullanılan gübre miktarı dünya ortalamasına oldukça yakındır. Ancak; Avrupa Birliği ve diğer bazı ülkelerle kıyaslandığında ülkemizde daha az gübre kullandığı görülmektedir.⁴⁸⁶

Ülkemizde tarımsal kaynaklı kirliliğin azaltılması ve önlenmesine yönelik çalışmalar; Avrupa Birliği tarafından 1991 yılında yayımlanan Nitrat Direktifinin mevzuatımıza uyumlaştırılması çalışmaları kapsamında 18/2/2004 tarihli ve 25377 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliğinin yürürlüğe girmesi ile hız kazanmıştır. Sularda tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrolüne ilişkin çalışmalar Şekil 80'de yer almaktadır.

⁴⁸⁶ Tarım ve Orman Bakanı Bekir PAKDEMİRLİ'nin 3 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.

Şekil 80. Sularda Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Kontrolüne İlişkin Çalışmalar



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanı Bekir PAKDEMİRLİ'nin 3 Ekim 2021 tarihli Sunumu.

Tarım ve Orman Bakanı Bekir PAKDEMİRLİ'nin verdiği bilgilere göre; Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında; Nitrat Bilgi Sistemi oluşturulmuştur. Ülke genelinde yer üstü ve yer altı sularında 4.836 istasyondan alınan 30.000 numunede 200.000 analiz yapılmaktadır. İzleme ağı ve raporlama sistemi kurulması ile birlikte, Marmara Bölgesi'nde toplam 321 istasyonda izleme gerçekleştirilmektedir. Nitrata hassas bölgelerin belirlenmesi projesinde elde edilen verilere göre; Marmara ve Susurluk havzalarında yer altı suyunun % 90'ının, yer üstü suyunun ise % 87'sinin AB standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.⁴⁸⁷

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından İyi Tarım Uygulamaları Kodunu yayımlanmıştır. İyi Tarım Uygulamaları Kodunda; arazi yönetimi, bitki besin maddesi yönetimi, hayvansal gübre yönetimi ve sulama başlıkları altında sularda tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik oluşmadan, kirliliği kaynağında önlemeye yönelik koruyucu tedbirler yer almaktadır. Ayrıca; tarımsal eylem planları oluşturulması kapsamında da TÜBİTAK MAM ile birlikte Marmara ve Susurluk havzasında nitrata hassas bölgeler belirlenmiş ve kirliliği önlemeye yönelik eylem planları hazırlanmıştır.⁴⁸⁸

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Marmara Denizi Havzası'nda tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrolü ve yönetimi konusunda yaptığı çalışmalarla ilgili olarak; tarımsal üretimden kaynaklı nitrat kirliliğini önlemeye yönelik tarımsal destekler kapsamında birçok kaleme destekleme yapıldığı; bu kapsamda; Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP) kapsamında gübre deposu yapımı ve uygulama

⁴⁸⁷ A.g.k.

⁴⁸⁸ A.g.k.

ekipmanlarına % 50 hibe desteği verildiği belirtilmiştir. Bölgede en az 22 büyükbaş hayvana eşdeğer hayvancılık işletmelerine, hayvansal gübre deposu yapma zorunluluğu getirilmiştir. Bu çerçevede; Marmara Denizi Havzası'nda hayvansal gübre deposu yapma zorunluluğu olan 12.000 işletmenin hibe desteğinden faydalanmaları için çalışmalar başlatıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca 2021 yılında modern basınçlı sulama sistemlerinin bölgede yaygınlaşması için bölgedeki 7 ilde 130 bin dekar tarım arazisini sulayacak modern basınçlı sulama sistemlerine % 50 hibe desteği verildiği, Ziraat Bankası ve tarım kredi kooperatifleri aracılığı ile 2021 yılının ilk beş aylık döneminde modern basınçlı sulama sistemleri için 173 projeye 21 milyon TL düşük faizli kredi verildiği vurgulanmıştır.⁴⁸⁹

Tarım ve Orman Bakanlığı'nca bitkisel üretimde gübre kullanımını azaltmak ve çevre dostu üretim modelleri ile çiftçileri buluşturmak için organik tarım ve iyi tarım uygulamaları projeleri yürütülmektedir. Bu kapsamda Marmara Bölgesi'nde 327 bin dekar alanda 367 bin ton organik ve iyi tarıma dayalı bitkisel ürün üretilmektedir. Ayrıca, iyi tarım uygulamaları ve organik tarım için dekar başına 150 TL'ye kadar destekleme ödemesi yapılmaktadır. Halen iyi tarım uygulamalarıyla yapılan üretim Marmara Bölgesi'ndeki üretimin % 4,4'ünü oluşturmakla beraber yeni başlatılan projelerle bu oranın artırılması öngörülmektedir. Ayrıca; Marmara Bölgesi'nde çeltikte damla sulama yöntemine geçişin sağlanacağı; böylece tava sulama yöntemine göre yayılı yükte % 20 azalma, su kullanımında % 50 tasarruf ve maliyette % 20 azalma sağlanacağı belirtilmiştir.

Biyogaz üretimi kapsamında Balıkesir, Bursa ve Tekirdağ'da bulunan 5 adet tesiste 1,7 milyon ton hayvansal atık, enerjiye ve tarıma uygun forma dönüştürülmektedir.

Bunlara ilaveten; kimyasal gübre kullanımını azaltmak ve çevre dostu üretim modellerini teşvik etmek amacıyla organik ve organomineral gübre kullanımı desteklenmektedir. Organik ve organomineral gübre kullanımını; 2020 yılında ilk kez destekleme kapsamına alınmış ve dekar başına 10 TL destek sağlanmıştır. Destek tutarı 2021 yılında iki kat artırılarak 20 TL'ye çıkarılmıştır. Yapılan destekle kullanımın iki katına yakın artırılması hedeflenmektedir.⁴⁹⁰

Sularda tarımsal kaynaklı kirliliğin tespiti ve nitrata hassas bölgelerin belirlenmesi amacıyla Türkiye genelinde 2.520 yer üstü, 2.316 yer altı suyu olmak üzere toplam 4.836 istasyondan oluşan izleme ağı oluşturulmuştur. İzleme çalışmaları 20 mobil laboratuvar ve mobil cihazlarla yürütülmektedir. İzlemeler sonucu elde edilen analiz verileri web tabanlı

⁴⁸⁹ A.g.k.

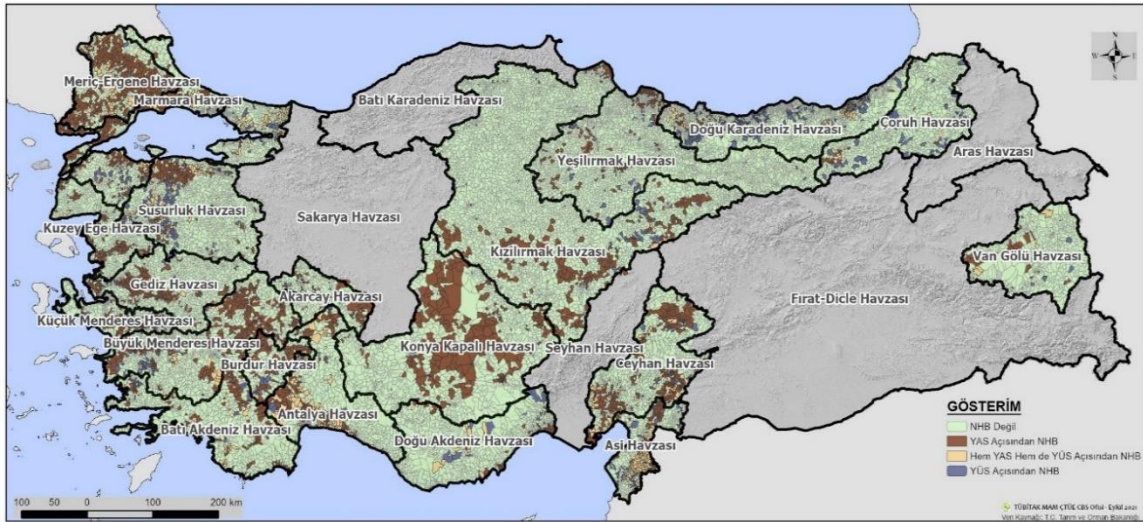
⁴⁹⁰ A.g.k.

Nitrat Bilgi Sistemine (NİBİS) kaydedilmekte ve eş zamanlı olarak takip edilmektedir. Yer üstü sularından ayda bir numuneler alınmakta ve nitrat, toplam azot, toplam fosfor, ortofosfat, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, sıcaklık ve klorofil –a parametreleri ölçülmektedir. Yer altı sularından üç ayda bir numuneler alınmakta ve nitrat, pH, elektriksel iletkenlik ve sıcaklık parametreleri ölçülmektedir.⁴⁹¹

Ülke genelinde nitrat kirliliği izleme sonuçları ile bitkisel ve hayvansal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik yük analizlerine bağlı olarak Tarım ve Orman Bakanlığı ile TÜBİTAK MAM iş birliğinde nitrata hassas bölgelerin (NHB) belirlenmesi çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışma sonunda 25 nehir havzasında nitrata hassas bölgeler belirlenmekte, bu bölgelere özgü kirliliği önlemeye yönelik eylem planları ve bu planların fayda/maliyet analizi hazırlanmaktadır.⁴⁹² İyi Tarım Uygulamaları Kodu çerçevesinde hazırlanan eylem planları, nitrata hassas bölgeler ilan edildikten sonra bu bölgelerde uygulanacaktır. Marmara Denizi'ni besleyen havzalar olan Marmara ve Susurluk nehir havzalarında nitrata hassas bölgelerin belirlenmesi ve bu bölgelerde kirliliği önlemeye yönelik eylem planlarının hazırlanması çalışmaları tamamlanmış olup; bu kapsamda;

- Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası Raporu ve
- Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Susurluk Havzası Raporu hazırlanmıştır.⁴⁹³

Şekil 81. Nitrata Hassas Bölgeler Haritası



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, NHB Projesi Havza Raporları, 2019-2021.

⁴⁹¹ Tarım ve Orman Bakanlığı, Nitrat Bilgi Sistemi Verileri.

⁴⁹² 20 nehir havzasında nitrata hassas bölgelerin belirlendiği ve eylem planları hazırlandığı, 25 nehir havzasında çalışmaların ise 2022 yılı Haziran ayında tamamlanmasının planlandığı belirtilmiştir.

⁴⁹³ Tarım ve Orman Bakanlığı, Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, 2021.

2017 yılında yayımlanan Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği (2016/46)'nin ekinde yer alan *İyi Tarım Uygulamaları Kodu* ile tarımsal kaynaklı kirliliğin önlenmesi amacıyla alınması gereken önlemler belirlenmiştir. İyi Tarım Uygulamaları Kodunun yayımlanması ile belli büyüklüğe sahip yeni kurulacak hayvancılık işletmelerinin hayvansal gübre deposu ve hayvansal gübre yönetim planı ile projelendirilmesi zorunlu hale getirilmiştir.

Tarımsal kirliliğin önlenmesi için alınması gereken tedbirleri içeren İyi Tarım Uygulamaları Kodu ile ilgili olarak, ülke genelinde il/ilçe tarım ve orman müdürlükleri tarafından "il yayım programları" çerçevesinde çiftçi eğitim, yayım ve farkındalık çalışmaları yürütülmektedir.

Tarımsal kaynaklı kirliliği önlemeye yönelik tedbirler desteklemelerle ilişkilendirilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı kirliliği önlemeye yönelik olarak; hayvansal gübre deposu yapımı, hayvansal gübre uygulama ekipmanları alımı ve organik gübre işleme tesisi yapımına hibe destekleri verilmektedir.

3.7.1 Marmara ve Susurluk Havzalarında Tarımsal Kaynaklı Kirlilik⁴⁹⁴

Marmara ve Susurluk Havzalarında tarımsal kaynaklı kirlilik ile ilgili olarak Tarım ve Orman Bakanlığı ve TÜBİTAK iş birliği ile yürütülen *Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi (NHB) Projesi* yürütülmektedir. Proje kapsamında Marmara ve Susurluk havzalarına ilişkin tespitler aşağıda yer almaktadır.

3.7.1.1 Marmara Havzası

Marmara Havzası; Türkiye'nin kuzey batısında yer almakta olup kuzeyden Karadeniz ve Bulgaristan, doğudan Sakarya Havzası, güneyden Susurluk ve Kuzey Ege havzaları ve batıdan Meriç-Ergene Havzası ile sınırlanmaktadır. Havzanın yağış drenaj alanı 23.113 km² olup, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık % 3'ünü oluşturmaktadır.⁴⁹⁵

Marmara Havzası'nda İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ, Çanakkale, Bursa, Yalova, Balıkesir ve Kırklareli il toprakları yer almaktadır. Havzanın % 23'ünü İstanbul, % 13'ünü

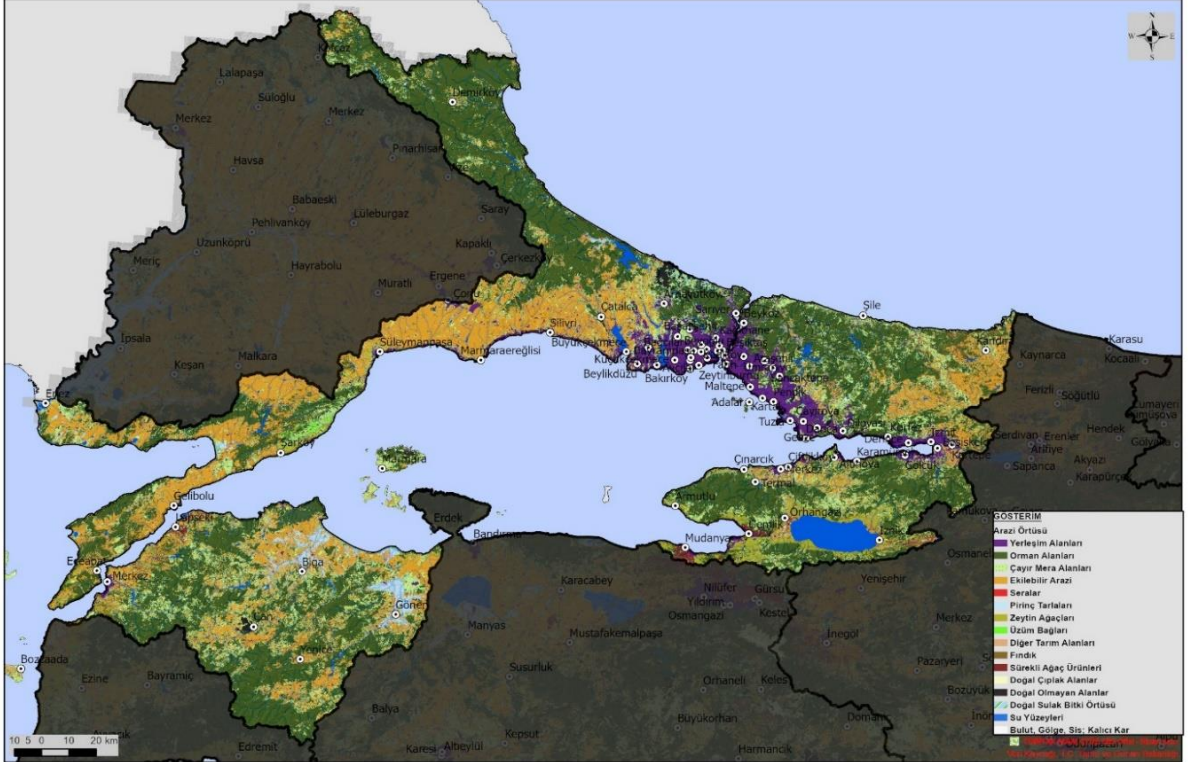
⁴⁹⁴ Marmara ve Susurluk Havzalarında tarımsal kaynaklı kirlilik ile ilgili bilgiler; Tarım ve Orman Bakanlığı ve TÜBİTAK iş birliği ile yürütülen NHB Projesi kapsamında hazırlanan; a)Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası Raporu (Eylül 2021), b)Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Susurluk Havzası Raporu (Temmuz 2021), c) Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu (Temmuz 2021)'ndan alınmıştır.

⁴⁹⁵ Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Eylül 2021, s.19.

Kocaeli, % 28'ini Çanakkale il toprakları kaplamaktadır. İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ, Yalova ve Çanakkale il merkezleri havza içerisinde kalmaktadır.⁴⁹⁶

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından üretilen ve Marmara Havzası'nda arazi kullanım durumunu gösteren LPIS (Arazi Parsel Tanımlama Sistemi-Land Parcel Identification System) verilerine göre havzanın % 47,1'ini orman alanı, % 23,5'ini tarım alanı, % 16,2'sini çayır-mera ve % 7,3'ünü kentsel alan oluşturmaktadır. Marmara Havzasındaki arazi kullanım Şekil 82'de verilmiştir.

Şekil 82. Marmara Havzası Arazi Kullanımı LPIS Verisi



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, LPIS Verileri 2015.

Tarım ve Orman Bakanlığı ile TÜBİTAK MAM tarafından yürütülen NHB Projesi kapsamında uzman akademisyenler tarafından çiftçi görüşmeleri ve arazi çalışmaları ile havzada çiftçi alışkanlıklarına göre kullanılan kimyasal gübre miktarları belirlenmiştir. Bakanlık tarafından yayınlanan “Toprak, Su, Gübre Tavsiye Rehberi”nde kullanılması gereken tavsiye kimyasal gübreleme miktarları bölgelere göre tespit edilmiştir. Bu çalışmalar neticesinde proje ile havzaya özel kullanılan ve kullanılması gereken kimyasal gübre kullanım miktarları ortaya konulmuştur.

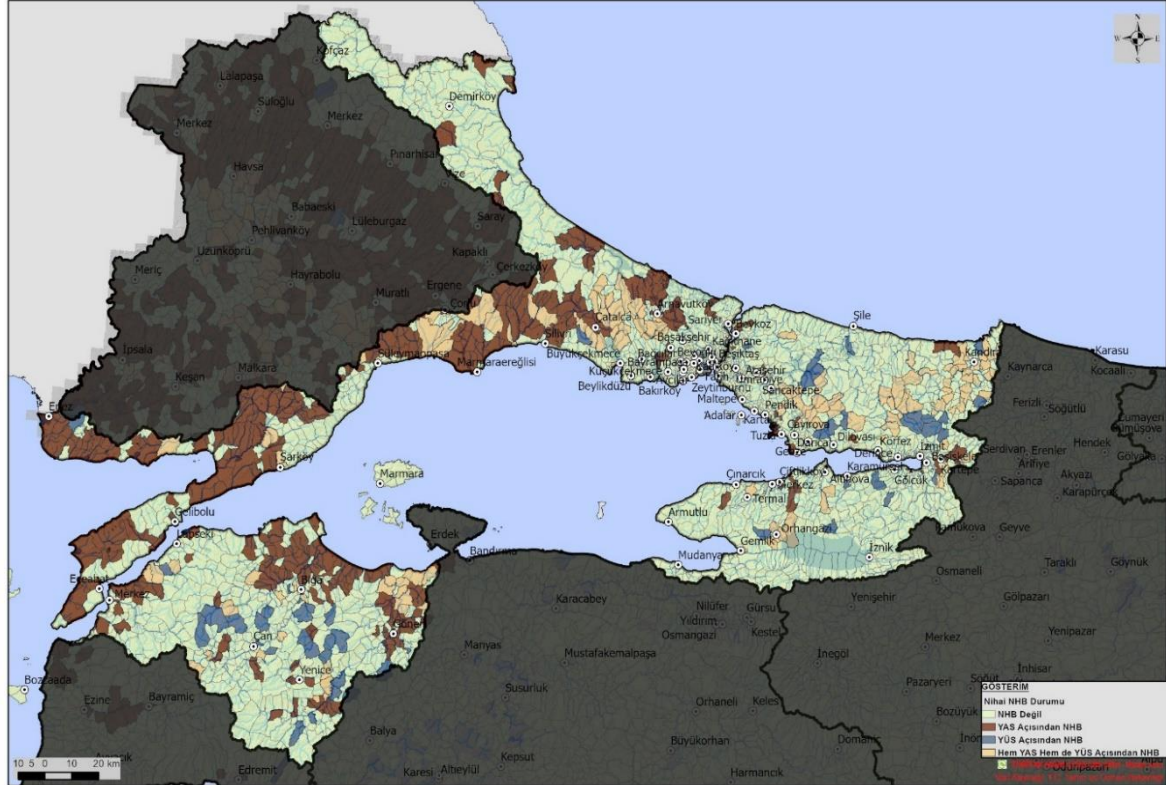
Marmara Havzasında 597.131 büyükbaş, 1.208.038 küçükbaş ve 9.606.522 kümes hayvanı bulunmaktadır.⁴⁹⁷

⁴⁹⁶ A.g.e., s. 20.

⁴⁹⁷ Tarım ve Orman Bakanlığı, Hayvancılık Bilgi Sistemi (HAYBİS) Verileri, 2020.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından NHB Projesi ile havzadaki nitrata hassas bölgeler belirlenmiştir. Nitrata hassas bölgelerin belirlenmesi için geliştirilen yöntem ile coğrafi veri altyapısının oluşturulmasını müteakip nitrata hassas bölgeler yer altı su kütelleri ve yer altı su kütelleri açısından ayrı ayrı ve bir arada olacak şekilde haritalandırılmıştır. Marmara Havzası NHB Haritası Şekil 83'te yer almaktadır.

Şekil 83. Marmara Havzası NHB Haritası



Kaynak: Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Eylül 2021, s. 209.

3.7.1.2 Susurluk Havzası

Ülkemizin batısında yer alan Susurluk Havzası, 27°-30° doğu boylamları ile 39°-40° kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin yüzölçümünün yaklaşık olarak % 2,9'unu kapsayan havzanın toplam alanı 24.332 km²'dir. Havzada; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Manisa, Kütahya ve Çanakkale illeri bulunmaktadır.

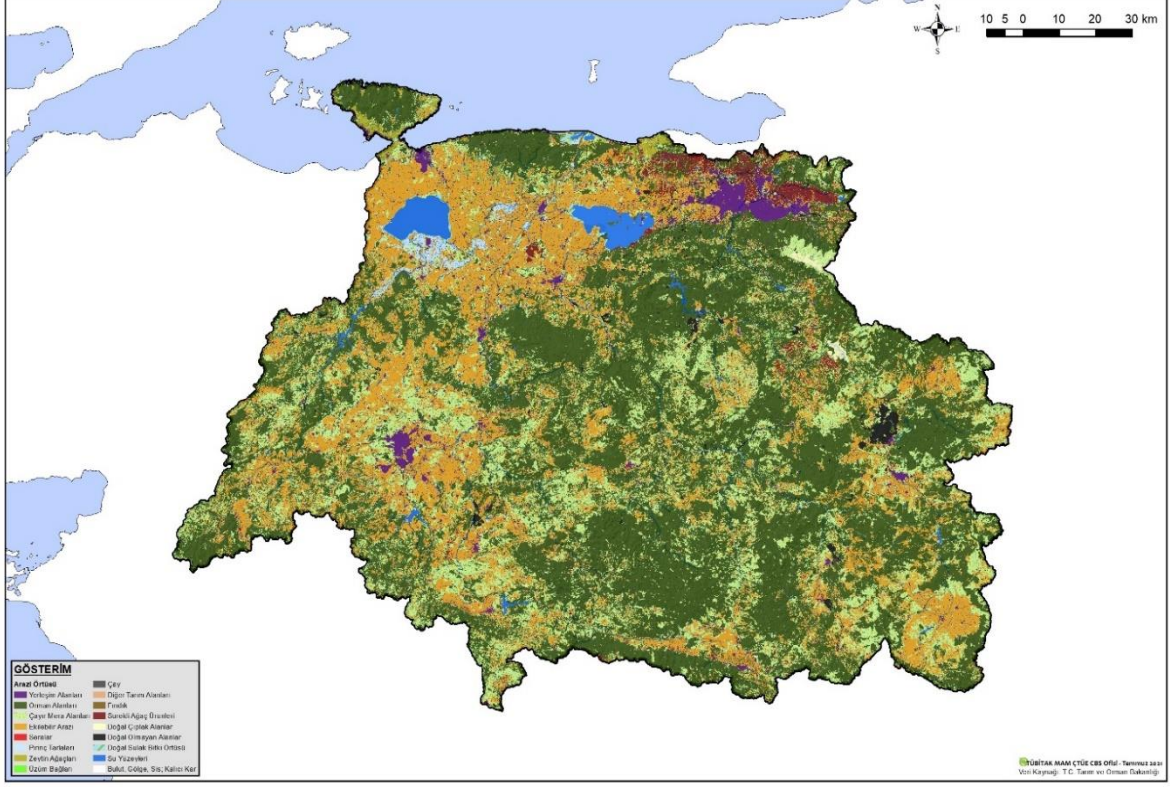
Yıllık su potansiyeli 6.08×10^9 m³ (6.080.000.000 ton) olan havzadaki başlıca akarsular; Nilüfer Çayı, Mustafakemalpaşa Çayı, Simav Çayı ve Kocaçay'dır.⁴⁹⁸

Ayrıca Uluabat ve Manyas gölleri de Susurluk havzasının sınırları içerisinde yer almaktadır.

⁴⁹⁸ Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Susurluk Havzası Raporu Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 20.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından üretilen ve Susurluk Havzası'nda arazi kullanım durumunu gösteren LPIS verilerine göre havzanın % 42,9'unu orman alanı, % 24,7'sini tarım alanı, % 24,4'ünü çayır mera ve % 1,8'ini kentsel alan oluşturmaktadır. Susurluk Havzası arazi kullanımı Şekil 84'te verilmiştir.

Şekil 84. Susurluk Havzası Arazi Kullanımı LPIS Verisi

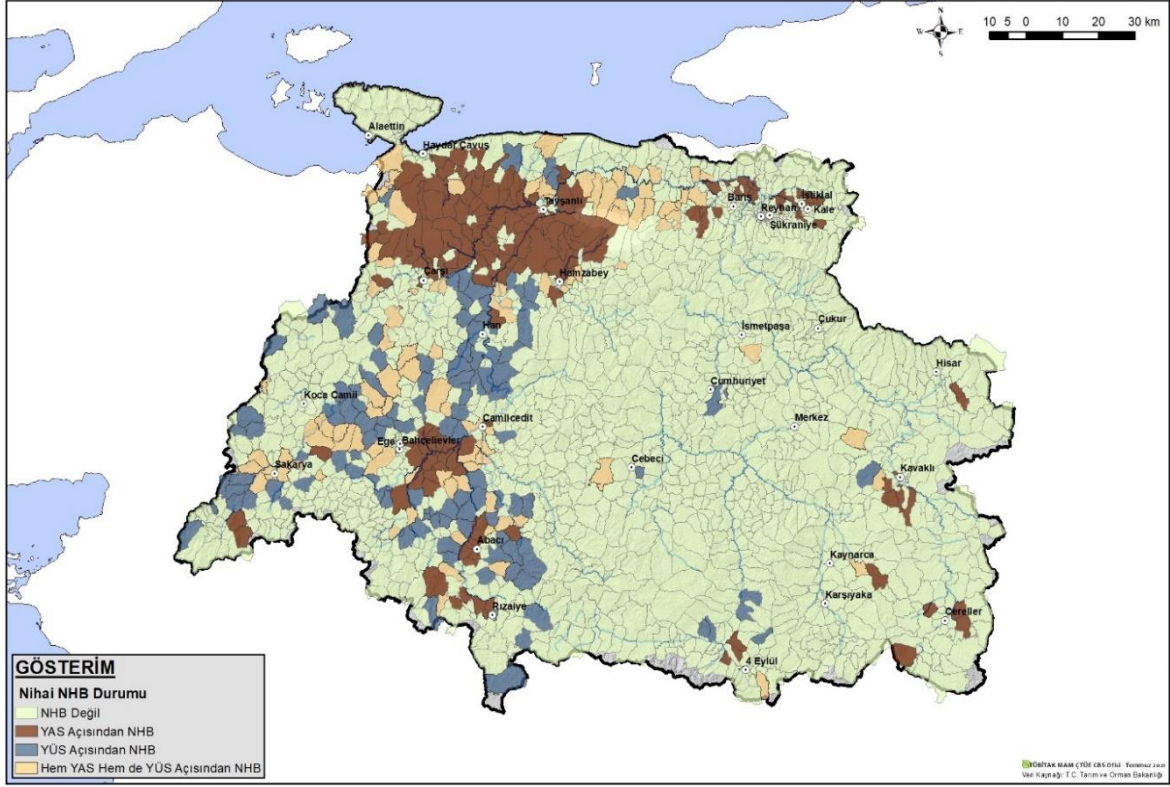


Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, LPIS Verileri 2015.

Susurluk Havzasında; 901.983 büyükbaş, 2.111.078 küçükbaş ve 22.365.783 kümes hayvanı bulunmaktadır.⁴⁹⁹

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından NHB Projesi ile havzadaki nitrate hassas bölgeler belirlenmiştir. Geliştirilen yöntem ile coğrafi veri altyapısının oluşturulmasını müteakip NHB'ler yer üstü ve yeraltı su kütleleri açısından ayrı ayrı ve bir arada olacak şekilde haritalandırılmıştır. Susurluk Havzası NHB Haritası Şekil 85'te verilmiştir.

⁴⁹⁹ Tarım ve Orman Bakanlığı, Hayvancılık Bilgi Sistemi (HAYBİS) Verileri (2020).

Şekil 85. Susurluk Havzası NHB Haritası

Kaynak: Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Susurluk Havzası Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 20.

3.7.1.3 Yayılı Kaynaklı Kirlilik

Su kaynaklarındaki kalitenin iyileştirilmesi ve korunması için noktasal kaynaklı kirleticilerin yanı sıra, su kirliliği üzerinde büyük etkisi olan yayılı kaynaklı kirleticilerin belirlenmesi ve kontrolü de son derece önemlidir. Ülkemizde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yaygın olması bu kirletici kaynaklarının dikkate alınmasının gerekliliğini bir kat daha arttırmaktadır. Yayılı kirlilik; noktasal kaynaklı endüstriyel ve evsel kirliliğin aksine, birçok yayılı kaynaktan gelmekte ve genellikle yüzey akışı, arazi akışı, yağış, atmosferik birikim, drenaj ve sızıntıdan kaynaklanmaktadır. Yayılı kirlilik miktarının belirlenmesinde, birim kirlilik yüklerine dayalı basit yaklaşım yöntemlerinin yanı sıra, mevcut verilere bağlı olarak çeşitli hassasiyette havza taşınım modelleri kullanılarak da hesaplamalar yapılabilmektedir.

Ülkemizde Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği (2016/46)'nin ekinde yer alan İyi Tarım Uygulamaları Kodunda tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan nitrat kirliliğinin azaltılmasına yönelik tedbirleri içeren en iyi uygulama yöntemleri belirlenmiştir.

3.7.1.4 Riskli Bölgelerin Belirlenmesi Metodolojisi⁵⁰⁰

Marmara Denizi için yayılı yüklerin hesaplanması ve besin maddesi (azot ve fosfor) yükleri açısından riskli alanların tespit edilmesi için kullanılan metodoloji aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

Temelde riskli bölgelerin tespit edilmesine olanak sağlayan analiz algoritması 4 aşamadan oluşmaktadır.

Birinci aşamada, riskli bölgelerin belirlenmesi amacıyla Marmara ve Susurluk havzaları için detaylı havza analizleri yapılarak sırasıyla mikro havzalar, alt havzalar ve Marmara Denizi drenaj alanı oluşturulmuştur.

İkinci aşamada, oluşturulan her bir mikro havza için yayılı kaynaklı kirlilik unsurları arasında yer alan bitkisel üretim faaliyetleri, hayvancılık faaliyetleri ve tarım dışı arazi örtüsünden kaynaklı, karada oluşan toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) yükleri hesaplanmıştır. Bu unsurlar arasında bulunmayan fakat yayılı olarak kabul edilen foseptik, düzensiz depolama alanı sızıntı suları ve atmosferik taşınım kaynaklı toplam TN ve TP miktarları görece diğerlerine göre daha düşük oranda olması ve bu kaynaklar ile ilgili güncel veri eksikliği nedeniyle dikkate alınmamıştır.⁵⁰¹ Hesaplanan TN yükleri kendi içerisinde 1'den 5'e kadar indekslenmiştir. Böylelikle her bir mikro havza için bitkisel üretim faaliyetlerinden kaynaklanan yük indeksi, hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan yük indeksi ve tarım hariç arazi örtüsünden kaynaklanan yük indeksi olmak üzere 3 farklı indeks belirlenmiştir.

Üçüncü aşamada, havzada oluşan yüklerin alıcı ortama hızlı veya yavaş ulaştığının bir göstergesi olan mikro havzanın hidrolojik hassasiyet indeksi hesaplanmıştır. Yer üstü sularında oluşan kirliliğin taşınımı temel olarak yüzeysel akış ile gerçekleşmektedir. Yüzeysel akış ile taşınacak kirlilik yükü miktarı; karada oluşan TN ve TP miktarları ile yüzeysel akış şiddetine bağlıdır. Bu bağlamda yerüstü sularının kirlenmeye karşı hassasiyetinin değerlendirilmesi için yüzeysel akış debisi kullanılmıştır. Yüzeysel akışın tahmini için pik debi tahmininde kullanılan Rasyonel Metot kullanılmıştır.⁵⁰² Marmara

⁵⁰⁰ Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu- Tarım ve Orman Bakanlığı -TÜBİTAK, Temmuz 2021.

⁵⁰¹ A.g.k.

⁵⁰² Rasyonel Metot yüzey akış hesaplama yöntemlerinden en basit ve en çok kullanılan yöntemdir. Bu metotta alanı (A) olan bir havzaya düşen (i) şiddetinde yağışın meydana getireceği maksimum (Q) debisi (m³/s) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$Q = C \times i \times A$$

A: Havza alanı (m²)

i: Havzanın geçiş süresi kadar devam eden bir yağışın şiddeti (m/s)

C: Akış katsayısı (zeminin geçirimsizliğine, havzanın eğimine ve bitki örtüsüne bağlı olarak 0.05-0.95 arasında değişmektedir)

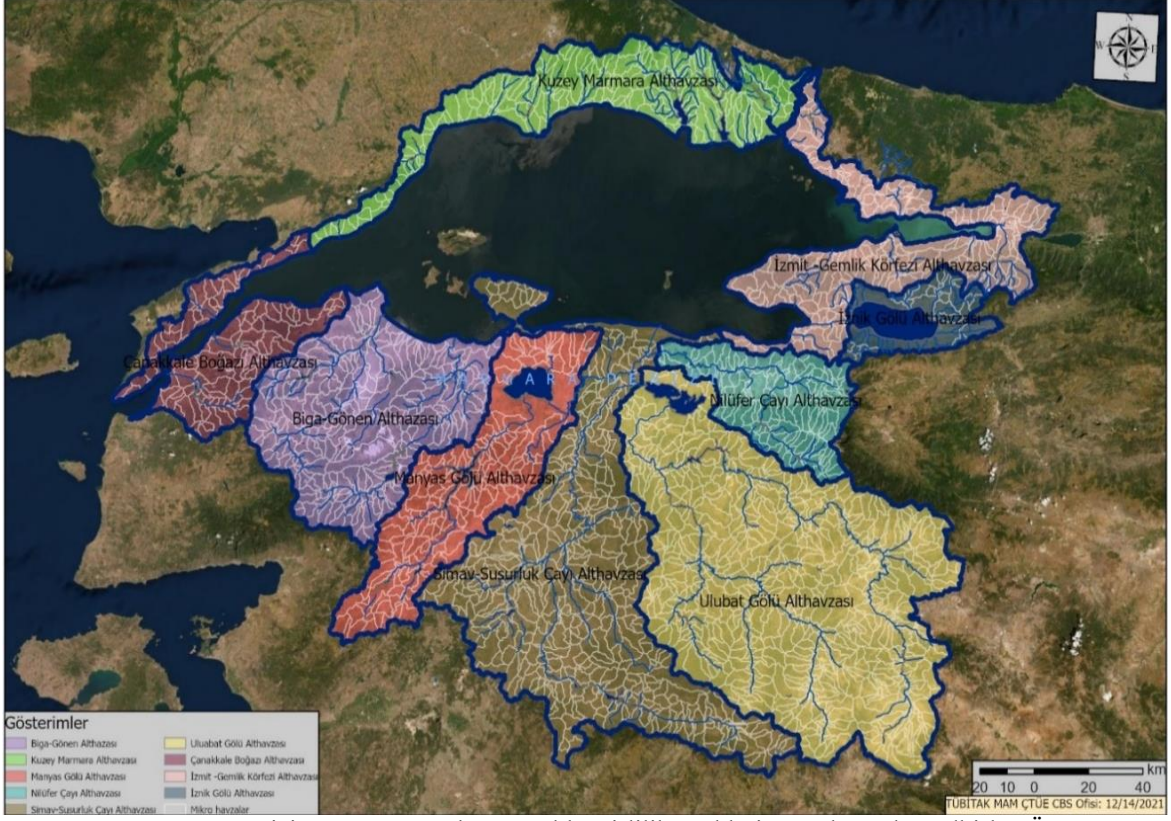
Denizi drenaj alanındaki mikro havzalar bazında akışa geçen yağış miktarları göz önünde bulundurularak, her bir mikro havza için bitkisel üretim, hayvancılık ve tarım hariç arazi örtüsü alanları için 3 farklı hidrolojik hassasiyet indeksi hesaplanmıştır.

Dördüncü aşamada, bitkisel üretim, hayvancılık ve tarım hariç arazi örtüsü için oluşturulan üç farklı TN kirlilik yük indeksi ile hidrolojik hassasiyet indeksi birleştirilerek üç farklı kirlilik kaynağı için riskli alanlar mikro havza bazında tespit edilmiştir.

Marmara Denizi Drenaj Alanının Belirlenmesi

Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu'nda Marmara Havzası ve Susurluk Havzasından Marmara Denizi dışına da bir akış olması nedeniyle Marmara Denizi Havzası yayılı kaynaklı kirlilik yükleri ve alınacak tedbirlerin belirlenmesi çalışmaları kapsamında öncelikle “Marmara Denizi Drenaj Alanı” belirlenmiştir.

Marmara Denizi'nin gerçek drenaj alanını belirlemek için Marmara ve Susurluk havzalarında NHB Projesi alt yapısı ile havza analizleri yapılarak 10 km² eşik değeri ile mikro havzalar oluşturulmuştur. Bu mikro havzalar içerisinde Marmara Denizi'ne akışı olan toplam 2.269 mikro havza birleştirilerek Marmara Denizi'nin drenaj alanı tespit edilmiştir. Mikro düzeyde yapılan bu çalışmadan sonra bütünü yönetmenin güçlüğü nedeniyle Marmara Denizi drenaj alanında gerek kirliliğin kaynağı olan bölgelerin tespit edilmesi, gerekse eylemlerin uygulama alanlarının daha doğru belirlenmesi için ana nehir kolları gözetilerek, Marmara Denizi drenaj alanı toplamda 10 adet alt havzaya bölünmüştür. Oluşturulan bu alt havzalar sayesinde, Marmara Denizi'ne en fazla hangi alt havzadan yük taşındığı ve önlem alınması gereken yerler konusunda önemli bilgiler elde edilmiştir. Şekil 86'da Marmara Denizi Drenaj Alanı-Mikro Havzaları ve Alt Havzaları haritası verilmiştir. Boğazlar da dâhil edildiğinde **Marmara Denizi'nin toplam drenaj alanı 39.587 km²** olarak tespit edilmiştir.

Şekil 86. Marmara Denizi Drenaj Alanı-Mikro Havzaları ve Alt Havzaları

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK - Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s.12.

Marmara Denizi drenaj alanının tespit edilmesine yönelik olarak yapılan havza analiz çalışmaları neticesinde, gerektiğinde mikro, gerektiğinde makro düzeyde bakışı sağlayacak şekilde NHB Projesi kapsamında bir alt yapı oluşturulmuş olup, yapılan tüm hesaplamalar bu alt yapı üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Yayılı Kaynaklı Yüklerin Belirlenmesi

Proje kapsamında, Marmara Denizi Havzasında yayılı kaynaklı yük; alıcı ortamda değil, kaynağında (karada oluşan) toplam azot ve fosfor değerleri olarak ton/yıl biriminde hesaplanmıştır. Kirlilik azaltımı için uygulanacak tedbirlerin belirlenebilmesi için, kirleticilerin alıcı ortamlara karışmadan önce kaynağında hangi miktarlarda oluştuğu ve bu kirleticilerin oluştukları kaynaklar arasındaki dağılımlarının tahmin edilmesi son derece önemlidir.

Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu'nda havzalarda oluşan yayılı kaynaklı yük miktarları, bitkisel üretim (kimyasal gübre kullanımı) ve hayvancılık faaliyetleri olarak tarımsal kaynaklı ve tarımdışı kaynaklı (arazi örtüsü) olmak üzere, mikro havza ile LPIS verisi karşılaştırılarak aşağıda anlatılan yöntemlere uygun olarak toplam azot ve (TN) ve toplam fosfor (TP) cinsinden hesaplanmıştır.

Arazi Kullanımı

Arazi kullanımından kaynaklanan yayılı yüklerin hesaplanmasında literatürde yer alan birim yük değerleri kullanılmıştır. Kullanılan TN ve TP yükleri arazi kullanımlarından alıcı su ortamlarına ulaşan birim yükler olarak hesaba katılmıştır.⁵⁰³

Sızma ve yüzeysel akış sebebiyle oluşan kayıplar, fosforun % 0,5-5'i, azotun ise % 5-30'u arasındadır.⁵⁰⁴

Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporunda toprakta oluşan toplam kayıplar neticesinde, azotun % 10'u, fosforun ise % 2,5'inin alıcı ortama ulaştığı kabul edilerek (su ortamına gelen) arazi kullanımından kaynaklı toprakta oluşan miktarları belirlenmiştir.

Bitkisel Üretim (Kimyasal Gübre Kullanımı)

Kimyasal gübre kullanımından kaynaklanan girdilerin hesabı için, NHB Projesi alt yapısı kullanılmıştır. Ülkemiz genelinde yürütülen proje kapsamında uzman akademisyenler tarafından arazi çalışmaları yapılmış ve elde edilen sonuçlar bitkisel üretimden kaynaklanan yayılı yüklerin tespit edilmesinde ana girdiyi oluşturmuştur.

Bitkisel üretimden kaynaklanan azot yükü, kullanılan gübre miktarı ile orantılı olup LPIS verisindeki tarım alanları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Burada kullanılan gübre miktarı kilit rol oynadığı için yapılan arazi çalışmalarında bölgedeki çiftçiler ile görüşmeler yapılmıştır. Gübre kullanım alışkanlıklarındaki bölgesel farklılıkların tespit edildiği bu çalışma sonunda, her bir bölgedeki tarım alanları için kullanılan gübre miktarları saf azot ve P₂O₅ cinsinden kg/dekar olarak elde edilmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamına aktarılmıştır. Toplam fosfor miktarına ulaşabilmek için P₂O₅ miktarı P değerine çevrilmiştir. Bitkisel üretimden kaynaklanan yayılı yük miktarlarının ekilebilir alanlarda daha hassas hesaplanabilmesi için toprak verisinde yer alan "Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları" diğer bir parametre olarak dikkate alınmıştır.

Hayvancılık Faaliyetleri

Hayvancılık faaliyetleri kaynaklı kirlilik yüklerinin hesaplanmasında, NHB projesinden temin edilen mahalle bazında HAYBİS küçükbaş hayvan, büyükbaş hayvan ve kümes hayvanı güncel sayıları kullanılmıştır.

⁵⁰³ Dahl, S., Kurtar, B., Environmental Situation, Working Paper, 1993, No: 21; Ömerli-Elmalı J.V., Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi Fizibilite Raporu, Ömerli ve Elmalı Ortak Girişimi, 1993.

⁵⁰⁴ Oenema, O. and Roest, W.J., Nitrogen and Phosphorous Losses from Agriculture into Surface Waters: The Effects of Policies and Measures in the Netherlands, Water Science and Technology, 1998, 37 (2), 19-30.

Botcher, D. and Rhue, D., Fertilizer Management- Key to a sound Water Quality Program, Circular 816, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, USA, 2000.

Azot girdisi hesaplamaları için; İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği'nin Tablo 2.1.'inde verilen "Hayvan birimlerine denk gelen değerler ve hayvan gübresinden üretilen yıllık toplam azot miktarı" değerleri kullanılarak hesap yapılmıştır. Fosfor girdisi hesaplamaları için ise; birim yükler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.⁵⁰⁵

Hidrolojik Açıdan Yerüstü Suların Kirlenme Hassasiyetlerinin Belirlenmesi

Bir akarsu kesitinde belirli bir zaman dilimi içerisinde geçen su parçacıklarının hareket doğrultusunda birçok kesitten geçerek ilerlemesi ve bir noktaya ulaşması süresince gerçekleşen olaya akış adı verilmektedir.

Yeryüzüne düşen yağışın bir bölümü yüzeyde bir kısmı da süzülerek zemin içinde akışa geçmektedir. Dolayısıyla yer üstü suları için kirliliğin taşınımı temel olarak yüzeysel akış ile gerçekleşmektedir. Yüzeysel akış ile taşınacak kirlilik yükü miktarı oluşan kirlilik emisyonu ve yüzeysel akış miktarına bağlıdır.

Bu bağlamda yer üstü sularının kirlenmeye karşı hassasiyetinin değerlendirilmesi için yüzeysel akış debisinin kullanılmasına karar verilmiş ve yüzeysel akışın tahmini için pik debi tahmininde kullanılan "Rasyonel" Metot kullanılmıştır.

Rasyonel yöntemde aşağıdaki toprak gruplaması kullanılmıştır.⁵⁰⁶

Grup A (Düşük Akış Potansiyeli-İyi Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda bile orta infiltrasyon derecesine sahip, derin ve iyiden aşırıya kadar drene olmuş, başlıca kumlu ve çakıllı topraklardır. Bu topraklar yüksek su geçirme derecesine sahiptir.

Grup B (Normal Akış Potansiyeli-Orta Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda orta infiltrasyon derecesine, orta derinden derine kadar derinliğe sahip, orta iyiden iyiye kadar drene olmuş, orta inceden orta kabaya kadar bünyeye sahip topraklardır. Bu topraklar orta derecede su geçirme derecesine sahiptir.

Grup C (Yüksek Akış Potansiyeli-Düşük Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda yavaş infiltrasyon derecesine, orta inceden inceye kadar bünyeye ve yavaş infiltrasyon derecesine sahip topraklardır. Bu topraklar yavaş su geçirme derecesine sahiptir.

Grup D (Çok Yüksek Akış Potansiyeli-Çok Düşük Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda çok yavaş infiltrasyon derecesine sahip, şişme potansiyeli yüksek killi topraklardır. Devamlı yüksek taban suyu seviyesine sahip topraklar, yüzeye yakın kil

⁵⁰⁵ Agricultural Statistics, 2001, Animal Waste, Wyoming Agricultural Statistics, Service, 2001 Wyoming Agricultural Statistics, www.wyomingbusiness.org/pdf/energy/biomass3.pdf, (Erişim Tarihi: 01.12.2021); Andreadakis, A., Gavalakis, E., Kaliakatsos, L., Noutsopoulos, C. and Tzimas, A., The Implementation of the Water Framework Directive (WFD) at the River Basin of Anthemountas with Emphasis on the Pressures and Impacts Analysis, Desalination, 2007, 210, 1-15.

⁵⁰⁶ Özer, Z., Su yapılarının projelendirilmesinde hidrolojik esaslar (Teknik Esaslar), Ankara, 1990.

katına sahip topraklar, hemen hemen geçirimsiz materyaller üzerindeki sığ topraklar bu gruba girer. Bu topraklar çok yavaş su geçirime potansiyeline sahiptir.

A grubu topraklar geçirimli toprakları, D grubu topraklar ise geçirimsizliği oldukça düşük - geçirimsiz toprakları tanımlanmaktadır.

Yer üstü suları (YÜS) hidrolojik hassasiyet indeksi Marmara Denizi havzaları için CBS veri katmanı olarak üretilmiştir. Havzanın bütünü için oluşturulan hidrolojik kirlenme hassasiyet indeksinin mikro-havza içerisindeki dağılımları irdelenmiş ve o mikro-havzayı temsil edecek bir değer atanarak mikro-havza bazında “Hidrolojik Kirlenme Hassasiyet İndeksi Haritası” oluşturulmuştur. Bu harita; toprak tipine, arazi örtüsüne ve eğime bağlı olarak yer üstü su kütlelerinin kirlenme olasılığını göstermektedir.

Yayılı Yük Açısından Riskli Bölgelerin Belirlenmesi

Yayılı kaynaklı kirlilik yükleri açısından riskli bölgelerin belirlenmesi iki ana parametreye bağlıdır. Birinci parametre oluşabilecek yayılı yükün hidrolojik açıdan alıcı ortama ulaşma olasılığıdır. Bu değer hidrolojik kirlenme hassasiyet derecesi ile doğru orantılıdır. İkinci parametre ise şiddet olup yayılı yük miktarları ile doğru orantılıdır. Riskli bölgelerin mikro havza bazında belirlenmesi için hidrolojik kirlenme hassasiyeti ile yayılı yük miktarının birleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla yayılı yük miktarları ile hidrolojik kirlenme hassasiyet değerleri kendi içerisinde gruplanarak 5 farklı sınıf oluşturulmuş ve her iki gruptaki 5 farklı sınıfı 25 farklı değerle temsil edecek şekilde karar matrisi ortaya çıkmıştır. Oluşturulan karar matrisinde yük ve hassasiyeti orta/yüksek, orta/çok yüksek, yüksek/yüksek, yüksek/çok yüksek ve çok yüksek/çok yüksek değerlerine sahip olan mikro havzalar riskli olarak kabul edilmiştir. (Tablo 52)

Tablo 52. İndeksleme Yöntemi ile Karar Matrisinin Oluşturulması

		Yayılı TN Kirlilik Yüğü İndeksi					Risk Durumu
		Önemsiz	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	
Hidrolojik Kirlenme Hassasiyet İndeksi	Önemsiz	1	2	3	4	5	Riskli Olmayan Alanlar
	Düşük	6	7	8	9	10	
	Orta	11	12	13	14	15	
	Yüksek	16	17	18	19	20	Riskli Alanlar
	Çok Yüksek	21	22	23	24	25	

Kaynak: Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Eylül 2021, s. 199.

Riskli bölgelerin belirlenmesi çalışmasının sonuçlarını etkileyecek en önemli husus indeksleme işleminin doğru bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacak eşik değerlerinin uygun aralıklarda seçilmesidir. NHB Projesi kapsamında tüm Türkiye için “Hidrolojik Kirlenme Hassasiyeti” ile “Bitkisel Üretim ve Hayvancılık Yükleri” için İndeks belirleme süreci tamamlandığı için aynı süreç burada da uygulanmıştır. Üretilen hidrolojik kirlenme hassasiyet indeks haritası ve bitkisel üretim ve hayvancılık yayılı yük indeks haritası baz alınarak her bir mikro havza için yükün (arazi örtüsü, bitkisel üretim, hayvancılık) olduğu alanlarda maksimum indekse sahip olan indeks değeri ilgili yayılı yük sınıfı için hidrolojik kirlenme hassasiyet indeks değeri olarak veri tabanına eklenmiştir.

Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporunda sadece arazi örtüsünden kaynaklanan yayılı yük sınıflarının oluşturulması için tüm Marmara Denizi Drenaj Alanı 2.269 adet mikro havzadaki arazi örtüsü yük dağılımı göz önünde bulundurularak kendi içerisindeki dağılımına göre karar matrisi için gereken 5 sınıf oluşturulmuştur.

Sonuçta her bir mikro havza için üç farklı yayılı yük (bitkisel üretim kaynaklı yayılı yük, hayvancılık kaynaklı yayılı yük ve arazi örtüsü kaynaklı yayılı yük) ile bu yüklerin olduğu alanlarda hesaplanan hidrolojik kirlenme hassasiyeti oluşturulan karar matrisi ile birleştirilerek Marmara Denizi drenaj alanında riskli olan mikro havzalar belirlenmiştir.

3.7.1.5 Riskli Bölgelerin Değerlendirilmesi⁵⁰⁷

Yayılı kaynaklı yüklerinin değerlendirmesi farklı ölçeklerde yapılarak aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır. Hesaplamalar aşağıdaki her bir ölçek için değerlendirilmiştir:

- 10 x10 km² Ölçeğinde Belirlenmiş Olan Mikro-Havzalarda,
- Alt Havzalarda.

Mikro-Havzalar Bazında Değerlendirme

Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu (TÜBİTAK, Tarım ve Orman Bakanlığı)'nda Marmara Denizi'ne kıyısı olan Marmara ve Susurluk havzalarında Marmara Denizi'ne akışı olan toplamda 2.269 adet mikro havza oluşturulmuştur.⁵⁰⁸

⁵⁰⁷ Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021.

⁵⁰⁸ Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından belirlenmiş olan Marmara Havzası sınırlarında bulunan üst havzaların akışı Karadeniz yönündedir. Bu bölgelerde oluşan noktasal ve yayılı kaynaklı yüklerinin ulaştığı nokta Karadeniz'dir. Bu sebeple bu mikro-havzalar Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporunda yapılan hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

Her bir mikro-havzada oluşan tarımsal (bitkisel üretim ve hayvancılık) ve tarım-dışı (arazi örtüsü) yayılı kaynaklı yük miktarları belirlenen yöntem kullanılarak hesap edilmiştir. Marmara Denizi Havzasında oluşan yayılı kaynaklı toplam azot ve toplam fosfor yükü miktarları Tablo 53’de verilmektedir.

Tablo 53. Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Toplam Azot (TN) ve Toplam Fosfor (TP) Yükü Miktarları

Marmara Denizi Havzaları	Bitkisel Üretim (A)	Hayvancılık (B)	Arazi Örtüsü (C)	Toplam Tarım (A+B)	TOPLAM (A+B+C)
	Ton/yıl	Ton/yıl	Ton/yıl	Ton/yıl	Ton/yıl
Toplam Azot (TN)	155.907	91.327	82.152	247.234	329.387
Dağılım	% 47	% 28	% 25	% 75	% 100
Toplam Fosfor (TP)	35.022	31.024	12.212	66.046	78.257
Dağılım	% 44	% 40	% 16	% 84	% 100

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s.18.

Mikro-havzalar ölçeğinde yapılan değerlendirme sonucu yayılı kaynaklı TN yükleri açısından; 155.907 ton/yıl bitkisel üretim, 91.327 ton/yıl hayvancılık ve 82.152 ton/yıl tarım dışı (arazi örtüsü) kaynaklı azot yükü bulunmaktadır. TP yükleri açısından 35.022 ton/yıl bitkisel üretim, 31.024 ton/yıl hayvancılık ve 12.212 ton/yıl tarım dışı (arazi örtüsü) kaynaklı fosfor yükü üretilmektedir.

Tüm yayılı kaynaklı TN yükü açısından incelendiğinde % 47’sini bitkisel üretim, % 28’ini hayvancılık faaliyetleri ve % 25’ini tarım dışı (arazi örtüsü) oluşturmaktadır. Toplam yayılı kaynaklı TN yükleri; % 75 oranında tarımsal faaliyetlerden, % 25 oranında tarım dışı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Tüm yayılı kaynaklı TP yükü açısından incelendiğinde ise %44’ünü bitkisel üretim, %40’ını hayvancılık faaliyetleri ve %16’sını tarım dışı (arazi örtüsü) oluşturmaktadır. Toplam yayılı kaynaklı TP yükleri; %84 oranında tarımsal faaliyetlerden, %16 oranında tarım dışı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Özellikle Manyas Gölü alt havzası başta olmak üzere Susurluk Nehri alt havzalarının bitkisel üretim ve hayvancılık kaynaklı yük açısından oldukça yüksek bir seviyede olduğu görülmektedir.

Alt-Havzalar Bazında Değerlendirme

Manyas Gölü 1996 yılında ve Uluabat Gölü 1998 yılında RAMSAR alanı ilan edilmiştir. İznik Gölü sulak alan statüsünde bir koruma alanıdır. Bu göller ve göllerin havzaları, kendi statülerinde ilgili yönetmelik ve mevzuatlar ile kirlilik tehditlerine karşı koruma altındadırlar.

Manyas Gölü alt-havzası, Uluabat Gölü alt havzası ve İznik Gölü alt havzalarında oluşan yüklerin bitkiler tarafından kullanılmayan miktarları nehirler aracılığı ile öncelikle bu göllere taşınmaktadır. Bu alt havzalarda oluşan ve taşınan kirlilik yükleri öncelikle Manyas, Uluabat ve İznik göllerini tehdit etmekte ve etkilemektedir. Göllere taşınan kirlilik, göllerin kendi iç dinamik döngülerine maruz kaldıktan sonra göllerin çıkış noktasından derelere ve akabinde bu dereler/nehirler vasıtasıyla Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır. Dolayısı ile bu göllere akışı olan dere/nehir kollarının taşıdığı kirlilik yükleri öncelikle göle ve gölden çıkış olması durumunda Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır.

Alt havzaların yayılı kaynaklı toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) yük miktarları incelendiğinde TN açısından oluşan toplam 329.387 ton/yıl yükün; % 35'i Uluabat, Manyas ve İznik Gölü alt havzalarında, TP açısından ise oluşan 78.257 ton/yıl yükün; % 32'si Uluabat, Manyas ve İznik Gölü alt havzalarında oluşmaktadır. Bu yükün bitkiler tarafından kullanılmayan miktarları nehirler vasıtasıyla öncelikle bu göllere taşınmaktadır.

Alt Havzalar bazında yayılı kaynaklı TN yükleri (bitkisel üretim, arazi örtüsü ve hayvancılık faaliyetleri sonucu oluşan) incelendiğinde Marmara Denizi'ne doğrudan akışı olan havzalar arasında TN açısından toplam yük olarak en büyük pay % 26 ile Simav-Susurluk Çayı Alt Havzasında bulunmaktadır. Bu alt havzayı % 14'lük pay ile Biga-Gönen Alt Havzası ve % 10'lik pay ile Kuzey Marmara Alt Havzası takip etmektedir. Tüm yayılı kaynaklı TN yükü açısından incelendiğinde; yükün % 47'sini bitkisel üretim, % 28'ini hayvancılık faaliyetleri ve % 25'ini arazi örtüsü oluşturmaktadır. Toplam yayılı kaynaklı TN yükleri; % 75 oranında tarımsal faaliyetlerden, % 25 oranında tarım dışı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Alt Havzalar bazında yayılı kaynaklı TP yükleri (bitkisel üretim, arazi örtüsü ve hayvancılık faaliyetleri sonucu oluşan) incelendiğinde Marmara Denizi'ne doğrudan akışı olan havzalar arasında TP açısından toplam yük olarak en büyük pay % 26 ile Simav-Susurluk Çayı Alt Havzasından gelmektedir. Bu alt havzayı % 14'lük pay ile Biga-Gönen Alt Havzası ve % 11'lik pay ile Kuzey Marmara Alt Havzası takip etmektedir. Tüm yayılı kaynaklı TP yükü açısından incelendiğinde; % 44'ünü bitkisel üretim, % 40'nı hayvancılık faaliyetleri ve % 16'sını arazi örtüsü oluşturmaktadır. Toplam yayılı kaynaklı TP yükleri; % 84 oranında tarımsal faaliyetlerden, % 16 oranında tarım dışı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Şekil 87’de Marmara Denizi drenaj alanında bulunan 10 alt havzanın toplam yük içerisindeki payları TN ve TP olarak haritada gösterilmektedir. Buna göre özellikle Simav-Susurluk Çayı Alt Havzası’nın hem oluşturduğu yük, hem de doğrudan Marmara Denizi’ne deşarj olması nedeniyle yayılı yükler açısından öncelikli ele alınması gereken alt havzalardan biridir.

Şekil 87. Marmara Denizi’ne Akışı Olan Alt Havzalar Bazındaki TN ve TP Dağılımları



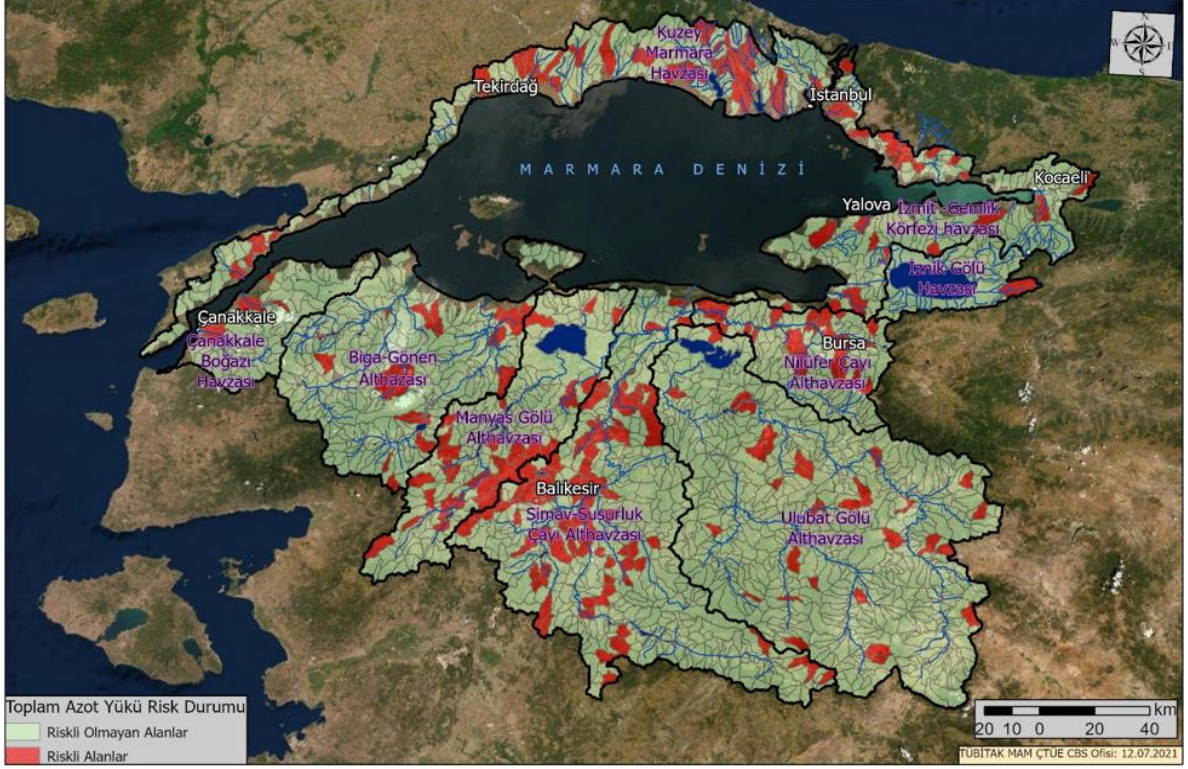
Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 20.

Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri Açısından Riskli Bölgeler

Kirlilik yük indeksi değerleri ve yerüstü hidrolojik kirlenme hassasiyeti durumlarının birlikte değerlendirildiği karar matrisine göre riskli bölgeler (mikro-havzalar) kırmızı renk ile renklendirilerek Şekil 88’de yer almaktadır. Bir mikro havza en az bir faaliyet açısından riskli bulunması durumunda riskli kabul edilmiş ve toplam yük açısından risk durum haritası oluşturulmuştur. Buna göre; Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu (TÜBİTAK, Tarım ve Orman Bakanlığı)’nda Marmara Denizi Havzasında belirlenen 2.269 adet mikro havzadan 255 tanesi riskli bulunmuştur.

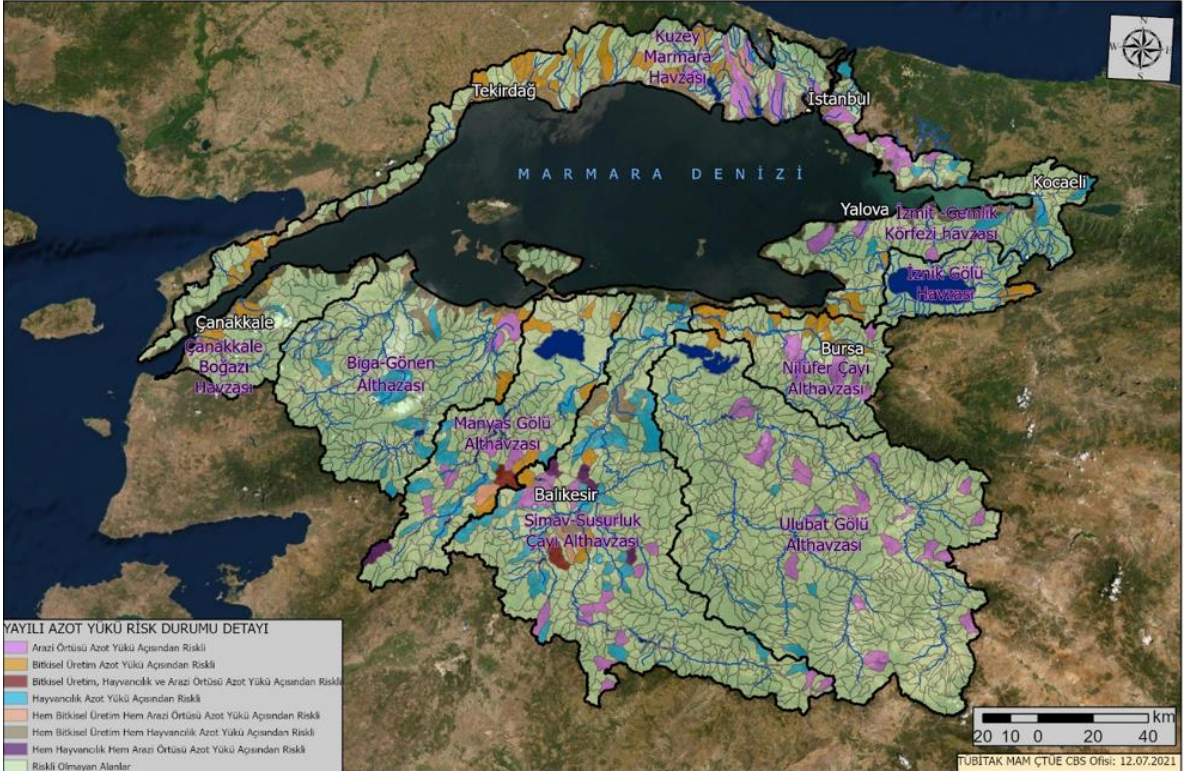
Şekil 89’da ise mikro havzaların hangi faaliyetlerden dolayı riskli olduğu bilgisi haritalandırılmıştır.

Şekil 88. Yayılı Kirlilik Kaynaklı Toplam Azot Yükü Risk Durumu



Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özeti Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 24.

Şekil 89. Toplam Azot Yükü Risk Durumu Detay Haritası



Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özeti Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 25.

3.7.2 Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Kontrolü İçin Eylemler

Yayıllı kaynaklı tarımsal kirliliği önlemek ve azaltmak için uyulması gereken eylem ve tedbirleri, Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği (Tebliğ No: 2016/46) ekinde yer alan **İyi Tarım Uygulamaları Kodu** düzenlemektedir.⁵⁰⁹

3.7.2.1 İyi Tarım Uygulamaları Kodundaki Eylemler

İyi Tarım Uygulamaları Kodu'nun temel amacı; nitrat kirliliğini azaltmak, tarım arazisine hayvansal gübre ile yıllık uygulanabilecek azot miktarının 170 kg'ı, yer altı ve yer üstü suyundaki nitrat konsantrasyonunun 50 mg NO₃/L miktarını geçmemesini ve ötrofikasyonun önlenmesini sağlamaktır.

İyi Tarım Uygulamaları Kodu; Nitrata Hassas Bölgeler (NHB) için zorunlu, Nitrata Hassas Olmayan Bölgeler için ise gönüllük esasına dayalı olarak tüm tarımsal işletmelere yöneliktir. Ancak Nitrata Hassas Olmayan Bölgelerde yıllık 3.500 kg ve üzeri azot üreten hayvancılık işletmelerinin, hayvansal gübrenin depolanması ve hayvansal gübre yönetim planlarına ilişkin kurallara uyması zorunludur. Ayrıca 1.600 kg ve üzerinde azot üretme kapasitesine sahip yeni kurulacak hayvancılık işletmelerinde sızdırmaz ve uygun kapasiteli hayvansal gübre deposu yapılması zorunlu hale getirilmiştir.

İyi Tarım Uygulamaları Kodu; genel olarak gübrelerin uygulama dönemleri, uygulama koşulları, uygulama miktarları, kayıtlarının tutulması, hayvansal gübrenin depolanması ile ilgili hususlar, ekim nöbet sistemi ve uygun sulama sistemlerinin kullanımı hususlarını kapsamaktadır. Bu hususlar aşağıdaki sıralanmıştır:

1. Arazi Yönetimi
2. Gübreleme Yönetimi
3. Sulama Yönetimi
4. Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanımı
5. Ötrofikasyon
6. Kayıtların Tutulması
7. İyi Tarım Uygulamaları Kodunun Yerine Getirilmesi için Zorunlu Önlemler

Tarım ve Orman Bakanlığı ve TÜBİTAK MAM'ın işbirliği ile yürütülen NHB Projesi (2018-2022) kapsamında her bir havza için sularda tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirliliği önlemeye yönelik eylem planları hazırlanmıştır. Marmara Denizi Havzası Yayıllı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporunda Marmara ve Susurluk Havzasında arazi yönetimi, gübreleme, hayvan gübresi yönetimi ve sulama

⁵⁰⁹ 11 Şubat 2017 tarihli ve 29976 sayılı Resmî Gazete.

için planlanan eylemler ve bu eylemlere ilişkin tedbirler ve tedbir uygulama koşulları özetlenmiştir.

Arazi Yönetimi

Arazi yönetimi ile ilgili İyi Tarım Uygulamaları Kodunda yer alan eylemler aşağıda yer almaktadır (Tablo 54). Tedbirlerin uygulama koşulları NHB Projesinde ayrıntılı bir şekilde belirlenmiştir.

Tablo 54. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Eylemler, Tedbir ve Uygulama Koşulları - *Arazi Yönetimi*

Eylemler	Tedbirler	Tedbir Uygulama Koşulu ⁵¹⁰
1. Arazi Yönetimi		
EYLEM 1.1 Gübre uygulama dönemlerine/koşullarına uyulması	T 1.1.1. Ekim dönemi dışında toprak yüzeyi çıplak ve bitki örtüsünden yoksun ise hayvansal ve kimyasal gübre uygulanmamalıdır. (Kod 1.1.)	Mera alanları dışında kalan NHB ler.
	T 1.1.2. Toprak ve hava koşulları uygun olmadığında, hayvansal ve kimyasal gübreler toprağa uygulanmamalıdır. (Kod 1.2)	İnce tekstürlü alanlar.
	T 1.1.3. Sıvı hayvan gübresi ekim veya dikim zamanından önceki bir hafta içinde uygulanmalıdır. (Kod 1.2)	Mera alanları ve dikili araziler dışında kalan tüm NHB ler.
	T 1.1.4. Katı hayvan gübreleri bitki ekim veya dikim tarihinden önceki 1 ay içerisinde uygulanmalıdır. (Kod 1.2).	Dikili araziler dışında kalan tüm tarım alanları
	T 1.1.5. Katı hayvan gübresi çayır ve meralara büyüme döneminden önce uygulanmalıdır. (Kod 2.9).	Tüm NHB lerde çayır ve meralar.
	T 1.1.6. Eğimli, erozyon riskinin yüksek olduğu yerlerde otlaklar sürülmemeli, sürülmesi gerekli ise ilkbaharda sürülüp ardından azot ihtiyacı yüksek bitkiler ekilmelidir. (Kod 1.3).	Mera alanlarında; eğim % 12'den fazla ise ve erozyon durumu; şiddetli veya çok şiddetli ise.
EYLEM 1.2 Koruyucu Toprak İşleme (Sıfır sürüm, kontur sürüm, şeritvari ekim), malçlama ve örtü bitkisi uygulamasının yaygınlaştırılması.	T 1.2.1. Yüzey akış ve erozyon kontrolü için alınacak önlemler; kritik eğim değerleri, yağış, bitki örtüsü ve tekstür dikkate alınarak belirlenmelidir. (Kod 1.5).	Eğim % 8 ve %12 arasında ise ve erozyon durumu; orta veya şiddetli veya çok şiddetli ise.
	T 1.2.2. Eğimli alanlarda sürümler eğime dik yapılmalıdır. (Kod 1.6).	Ekilebilir arazilerde eğim durumu; % 2 ve 12 arasında ise.
	T 1.2.3. Toprak işleme zamanı, topraktaki kritik nem oranı dikkate alınarak belirlenmelidir. (Kod 1.7).	Toprak bünyesi; ince ise.
	T 1.2.4. Toprağın yapısını, nemini korumak ve erozyon riskini azaltmak için koruyucu toprak işleme yöntemleri uygulanmalıdır. (Kod 1.8).	Tüm tarımsal üretim alanları.
	T 1.2.5. Toprak ve suyun korunmasında tercih edilecek örtü bitkileri kolay ve hızlı yetişen, kökleri derine uzanan, kuvvetli büyüyen bitki türlerinden seçilmelidir. (Kod 1.10).	Üretim deseni; ekilebilir alanlar veya eğimi % 6 ve % 12 arasında alanlar.
EYLEM 1.3 Erozyonu önleyici uygulamaların yaygınlaştırılması (Teraslama, dikili tarım, kalıcı bitkiler)	T 1.3.1. Yüksek eğimli arazilerde parseller arasında 0,5 metre genişliğinde işlenmemiş bir alan bırakılmalıdır. (Kod 1.9).	Üretim deseni; ekilebilir alanlar veya eğimi %10 dan fazla alanlar.
	T 1.3.2. Eğimi % 20'yi geçen arazilerde gübre uygulamaları özel tedbirler (teraslama, kalıcı bitki örtüsü vb.) alınmak kaydıyla yapılmalıdır. (Kod 2.17).	Eğim; % 20'nin üzerinde ise.
EYLEM 1.4 Ekim nöbeti uygulamasının yaygınlaştırılması	T 1.4.1. Bölgelere uygun üretim deseni dikkate alınarak ekim nöbeti planlaması yapılmalıdır. (Kod 1.11).	Üretim deseni; tahıl üretim alanları veya tek yıllık sulanan sebze veya endüstri bitkileri ise.

Kaynak: İyi Tarım Uygulamaları Kodu, Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017; Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Havza Raporları.

⁵¹⁰ Tabloda yer alan Tedbir Uygulama Koşulları; NHB projesinde hazırlanan Tarım ve Orman Bakanlığı, Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası ve Susurluk Havzası Raporlarından alınmıştır.

İyi Tarım Uygulamaları Kodu çerçevesinde yukarıda belirtilen düzenlemeleri sağlayan kodlara karşılık gelen tedbirlerin uygulanabilmesi için gereken koşullar NHB Projesi kapsamında belirlenmiştir. Bu koşullar; eğim, tuzlu/alkali/asit karakterli topraklar, toprak derinliği, toprak bünyesi, toprak drenaj durumu, erozyon durumu, bitkisel azot yükü, üretim deseni, mera alanları gibi koşulları kapsamaktadır. Bu koşulların hangisinin hangi ana eylem veya alt kırılımlarıyla çakıştığı durum dikkate alınarak eylemin gerçekleştirilmesi yönünde karar vericilere ve uygulayıcılara kılavuz niteliğinde yardımcı olacak bir araç oluşturulmuştur. Büyük Toprak Grupları (BTG) Haritaları kullanılan erozyon bilgilerinde yer alan erozyon sınıfları, eğim ve LPIS arazi kullanımından faydalanılmıştır. Böylece, arazi yönetimi tedbirleri kapsamında uygulanması tavsiye edilen eylemler için alanlar hesaplanmıştır.

Gübreleme ve Hayvan Gübresi Yönetimi

Aşırı kullanılan azotlu gübre, yer altı ve yer üstü su kütleleri üzerinde nitrat baskısı oluşturduğu gibi üretim maliyetlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Çiftçi koşullarında azotlu gübre kullanımının bitkinin ihtiyacının üzerinde olduğu bilinmektedir. Gübreleme ile ilgili İyi Tarım Uygulamaları Kodunda yer alan eylemler aşağıda sıralanmaktadır (Tablo 55). Tedbirlerin uygulama koşulları NHB Projesinde ayrıntılı bir şekilde belirlenmiştir.

Tablo 55. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Eylemler, Tedbir ve Uygulama Koşulları - *Gübreleme*

Eylemler	Tedbirler	Tedbir Uygulama Koşulu
2. Gübreleme		
EYLEM 2.1 Gübre Yönetim Planlamasının yapılması ve kayıtların tutulması	T.2.1.1. Nitrata Hassas Bölgelerde yeter gelimli tarımsal arazi büyüklüğüne sahip çiftçiler, her bir bitki çeşidi için hayvansal ve kimyasal gübreden gelen azot uygulanmasına yönelik gübreleme planını ekim veya dikimden önce hazırlamalıdır. (Kod 2.1).	Tüm NHB ler
	T.2.1.2. Toprağa uygulanacak gübre miktarı, mutlaka toprak analizi yapılarak ve bitki ihtiyacına göre belirlenmelidir. (Kod 2.2).	Tüm NHB ler
	T.2.1.3. Nitrata Hassas Bölgeler için yılda 1600 kg ve üzeri azot üreten hayvancılık işletmelerinde gübre yönetim planlaması oluşturulmalıdır. (Kod 2.3).	Tüm NHB ler.
	T.2.1.4. Nitrata Hassas Olmayan Bölgeler için yılda 3500 kg ve üzeri azot üreten hayvancılık işletmelerinde gübre yönetim planlaması oluşturulmalıdır. (Kod 2.3).	Tüm havzalar (NHB dışındaki > 3500 kg N üreten işletmeler).
	T.2.1.5. Tarım alanlarında kullanılmak üzere işletmeye dışardan gelen hayvan gübresi, analiz belgesi ile birlikte alınmalıdır. (Kod 2.11).	NHB lerde >1600kg N olan işletmeler.
	T.2.1.6. Çiftçiler, hayvan gübresi taşınmasına dair kayıtları tutmakla	NHB lerde >1600kg N olan işletmeler.

	yükümlüdür. Bu kayıtlarda asgari olarak çiftçinin adı ve adresi, hayvan gübresi türü ve miktarı, teslim yeri ve tarihi bulunmalıdır. (Kod 2.11)	
	T.2.1.7. Yüksek oranda yağış alan veya sulama yapılan topraklarda, azotu nitrat formunda içeren gübreler, yıkanma riski yüksek olduğundan bölünerek uygulanmalıdır. (Kod 2.4).	[Yağış 400 mm den fazla ve Eğim > 12 ve Erozyon durumu = In (Orta, şiddetli, çok şiddetli)] veya [Yağış \geq 600 mm ise veya Eğim > 6 ve Erozyon durumu = In(Orta, şiddetli, çok şiddetli)] veya yağış 400 mm den fazla ve toprak tekstürü (üst) kaba- çok kaba olan tarım arazilerinde].
	T.2.1.8. Azotlu gübreler yetiştirme dönemi boyunca uygun miktarlarda bölünerek uygulanmalıdır. (Kod 2.20).	Yağış > 400 mm olan NHB lerde veya sulanan alanlarda.
EYLEM 2.2 Hayvansal gübre kullanımının sınırlandırılması	T.2.2.1. Hayvan gübresi (katı hayvan gübresi, sıvı hayvan gübresi ve sulu hayvan gübresi) ile uygulanan "toplam azot" miktarı, Nitrata Hassas Bölge için hektara 170 kg' ı geçmemelidir. (Kod 2.7)	Tüm NHB ler
	T.2.2.2. Hayvan gübresi (katı hayvan gübresi, sıvı hayvan gübresi ve sulu hayvan gübresi) ile uygulanan "toplam azot" miktarı, Nitrata Hassas Bölgelerin dışında ise 340 kg' ı geçmemelidir. (Kod 2.7).	NHB alanları dışında uygulanacaktır.
	T.2.2.3. Sulu hayvan gübresi/bulamaç veya katı hayvan gübresinin uygulanması, araziye mümkün olduğu kadar yeknesak bir şekilde yapılmalıdır. Bulamaç ya da sıvı hayvan gübresi uygulama miktarı 50 m ³ /ha'dan fazla olmamalıdır. (Kod 2.10).	Tüm NHB ler.
	T.2.2.4. Bölgelere göre hayvan gübresi uygulamasına izin verilen ve yasaklanan aylara uygun olarak gübreleme yapılmalıdır (Bkz: Tablo 2.5). (Kod 2.23).	NHB lerdeki tüm alanlar (mera + bitkisel üretim alanları).
	T.2.2.5. Aylık ortalama sıcaklığın +5 °C' nin altında olduğu aylarda katı veya sulu hayvan gübresi uygulanmamalıdır. (Kod 2.14).	Tüm NHB ler
	EYLEM 2.3 Silaj depo sızıntıları ve yıkama suları kontrol altına alınmalıdır	T.2.3.1. Silaj depoları ve silaj sızıntılarının toplama sistemleri sızdırmaz, silaj depolarının zemini sızıntıların tahliyesi için eğimli olmalıdır. Silaj depoları ve toplama sistemlerinin yılda en az bir defa aşınma ve sızıntı kontrolü yapılmalıdır. (Kod 2.13).
EYLEM 2.4 Gübre uygulama alanı ile su kaynakları arasında bırakılması gereken mesafelere uyulması. (Tampon bölge ve yeşil kuşak uygulamaları)	T.2.4.1. Akarsular, su yatakları gibi su kaynakları boyunca uzanan arazilerde akışı engelleyici bir yüzey oluşturularak veya şerit halinde bitkili bir arazi parçası bırakılarak gübrelerin yıkanarak su kaynaklarına ulaşması engellenmelidir. (Kod 2.15).	Tüm havzalarda akar derelerin ana kol sağ ve sol sahil 10 m ve tali kollar sağ ve sol 5m, rezervuar veya doğal göllerde minimum 30 m (parsel kıyı çizgisine komşu ise)
	T.2.4.2. . Her çeşit gübre uygulaması için, eğimi %12'den az ve % 12'den fazla olan arazilerde, gübre uygulama alanı ile su kaynakları arasında bırakılması gereken mesafelere uyulmalıdır. (Tablo 2.2).	Tablo 2.2'den NHB lere uygulanmalı
EYLEM 2.5 Hayvan gübresi uygulandığında uygulamadan sonra toprakla karıştırılmalıdır. (veya kod tedbir olarak alınabilir)	T.2.5.1. Eğimi %12'yi geçen tarım arazilerine hayvan gübresi uygulandığında uygulamadan sonra 12 saat içerisinde toprakla karıştırılmalıdır. (Kod 2.18).	Eğim \geq 12 ve tarım arazisi
	T.2.5.2. Eğim % 12 den az ise 24 saat içerisinde toprakla karıştırılmalıdır. (Kod 2.18).	Eğim <12 ve tarım arazisi.
	T.2.5.3. Sıvı hayvan gübresi uygulanacaksa	Eğim \geq 12 ve tarım arazisi.

	6 saat içinde toprağa karıştırılmalı veya direkt toprak altına verilmelidir. Sıvı hayvan gübresi, eğimi %12'den fazla olan alanlara uygulanmamalıdır. (Kod 2.19).	
EYLEM 2.6 Suyla doymuş, su basmış, donmuş ya da karla kaplı topraklara gübre uygulanmaması.	T.2.6.1. Suyla doymuş, su basmış, donmuş ya da karla kaplı topraklara gübre uygulanmamalıdır. (özel ürün grupları hariç; çeltik gibi) (Kod 2.25).	Tüm NHB' lerdeki tarım alanları.
EYLEM 2.7 Topraksız yetiştiricilik yapılan seralarda besin çözeltileri toprağa deşarj edilmemesi.	T.2.7.1. Topraksız yetiştiricilik yapan modern seralarda ise besin çözeltilerinin toprağa deşarj edilmesi kesinlikle önlenmelidir. Bu seraların besin çözeltilerinin tekrar kullanmaları (resirküle) sağlanmalıdır. (Kod 2.26).	NHB'deki Seralar.
EYLEM 2.8 Hayvancılık İşletmelerinde sızdırmaz nitelikte ve uygun kapasitede en az 6 aylık gübre deposu yapılması.	T.2.8.1. Depolama tesisleri düzenli olarak kontrol edilmeli, çatlak veya sızıntı varsa düzeltici önlemler alınmalıdır. Tesisin tamiri mümkün değilse kapatılmalı ve yeni bir tesis yapılmalıdır. (Kod 2.28).	NHB ve ≥ 1600 kg N yıl, NHB olmayan ve ≥ 3500 kg N yıl.
	T.2.8.2. Nitrata Hassas Bölgelerde yılda 1600 kg ve üzeri azot (N) üreten, hayvancılık işletmelerinde hayvan gübresi depolanmak üzere toplanmalıdır. (Kod 2.29).	NHB ve ≥ 1600 kg N yıl.
	T.2.8.3. Nitrata Hassas Olmayan Bölgelerde ise; yılda 3500 kg ve üzeri azot (N) üreten hayvancılık işletmelerinde hayvan gübresi depolanmak üzere toplanmalıdır. (Kod 2.29).	NHB olmayan ve ≥ 3500 kg N yıl.
	T.2.8.4. İşletmelerde barınak ile gübre depoları arasında sızdırmaz özelliğe sahip aktarma sistemleri olmalıdır. (Kod 2.30).	Hayvancılık azot yükü > 170 ve Bitkisel azot yükü > 150 .
	T.2.8.5. Depolar, gübrelemenin yasak olduğu yağışlı dönemlerde toplanan gübreleri en az kapalı dönem boyunca depolayabilecek kapasitede olmalıdır. (Kod 2.35).	NHB ve ≥ 1600 kg N yıl, NHB olmayan ve ≥ 3500 kg N yıl.
	T.2.8.6. Tüm hayvan gübreleri için en az 6 aylık depolama kapasitesi olmalıdır. (Kod 2.36).	NHB ve ≥ 1600 kg N yıl, NHB olmayan ve ≥ 3500 kg N yıl.
	T.2.8.7. Sulu gübre ve yıkama suyu ile ağıllardan gelen kirli sular ve diğer sıvı atıklar ayrı depolarda tutulmalıdır. Ön toplama çukurları tüm sulu gübreyi ve yıkama sularını en az 15 gün boyunca toplamak için yeterli kapasiteye sahip olmalıdır. (Kod 2.37).	NHB ve ≥ 1600 kg N yıl, NHB olmayan ve ≥ 3500 kg N yıl.
	T.2.8.8. Gübre depoları ile diğer üniteler, Tablo 2.9.'da belirtilen mesafelere uygun olarak inşa edilmelidir. (Kod 2.38).	Tüm NHB ler.
EYLEM 2.9 İşletmelerde Gübre olarak değerlendirilemeyecek sıvı ve katı atıkların ayrı olarak depolanması ve bertaraf edilmesi.	T.2.9.1. Tarımsal işletmeden çıkan atık su, yalnızca atık su toplama amacıyla ayrılan tank, konteyner veya atık toplamaya uygun tesislerde toplanmalıdır. (Kod 2.31).	Tüm NHB ler.
EYLEM 2.10 Açık ve yarı açık sistem yetiştiricilik yapılan hayvancılık işletmelerinde hayvanların gezinti alanlarında zeminin sızdırmaz olması.	T.2.10.1. Açık ve yarı açık sistem yetiştiricilik yapılan hayvancılık işletmelerinde hayvanların gezinti alanlarında zemin sızdırmaz olmalıdır. (Kod 2.36).	Tüm NHB ler.

Kaynak: İyi Tarım Uygulamaları Kodu, Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017; Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Havza Raporları.

Sulama

Sulama ile ilgili İyi Tarım Uygulamaları Kodunda yer alan eylemler aşağıda sıralanmaktadır. (Tablo 56).

Tablo 56. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Eylemler, Tedbir ve Uygulama Koşulları-*Sulama*

Eylemler	Tedbirler
Sulama	
Sulama planlarının oluşturulması ve kayıtların tutulması	Sulama esnasında, su kaynaklarının kirlenmesine neden olan yüzey akışına izin verilmemeli ve bitki kök bölgesinin altında derine sızmalara yol açan aşırı sulamalardan kaçınılmalıdır. (Kod 3.1).
	Sulama suyu standartları çerçevesinde belirlenen kalite sınıflamasına uygun olmayan sular sulamada kullanılmamalıdır. (Kod 3.2).
	Sulama uygulamaları verimli, bitki ihtiyacına göre çevreye zarar vermeyen, toprak ve su kaynaklarını koruyacak şekilde belli bir program dâhilinde yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır. (Kod 3.3).
Basınçlı sulama sistemlerinin kullanımı ve Fertigasyonun yaygınlaştırılması	Su kullanım etkinliği en yüksek olan sulama yöntemi kullanılmalıdır. (Kod 3.5).
	Fertigasyon uygulamalarında sulama suyu ve gübre yönetimi doğru planlanmalı, basınçlı sulama sistemleriyle doğru sulama işletmeciliği uygulanmalı, fertigasyon aralığı ve uygulanan sulama suyu ve gübre miktarı kayıt altına alınmalıdır. (Kod 3.6).

Kaynak: İyi Tarım Uygulamaları Kodu, Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017; Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Havza Raporları.

3.7.2.2 Marmara ve Susurluk Havzaları İyi Tarım Uygulamaları İçin Eylemler

Marmara ve Susurluk havzalarında iyi tarım uygulamaları için eylemler; arazi yönetimi, kimyasal gübre kullanımı, hayvansal gübre yönetimi ve sulama alt başlıklarında ele alınmaktadır.

Marmara Havzası

Arazi Yönetimi

“Yüzey akış ve erozyon kontrolü için alınacak önlemler; kritik eğim değerleri, yağış, bitki örtüsü ve tekstür dikkate alınarak belirlenmelidir (Kod 1.5, T.1.2.1).” eyleminin hayata geçirilmesi kapsamında NHB Projesi uzman ekibi tarafından Marmara Havzası’ndaki LPIS tarım alanları katmanlarına uygulanabilecek tedbirler işaretlenmiştir (Tablo 57).

Tablo 57. T.1.2.1. Eylemi İçin Gerekli Tedbirler ile Marmara Havzası’nda Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları

LPIS Tarım Arazi Katmanları	Sürmeden Ekim	Kontür / Eğime Dik Sürüm	Sıfır Sürüm	Malçlama	Örtü Bitkisi
Ekilebilir Arazi	*	*	*		
Zeytin Ağaçları			*	*	*
Karma Tarım Alanları			*	*	

Üzüm Bağları			*	*	*
Seralar	*	*	*		
Sürekli Ağaç Ürünleri			*	*	*
Sürekli Çalı Ürünleri			*	*	*
Seyrek Ağaçlı Ekilebilir Arazi	*	*	*		
Çeltik Ekim Alanları					
Otlaklar			*	*	*

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 39.

“Eğimi % 20’yi geçen arazilerde gübre uygulamaları özel tedbirler (teraslama, kalıcı bitki örtüsü vb.) alınmak kaydıyla yapılmalıdır (Kod 2.17, T.1.3.2)” eylemi doğrultusunda NHB Projesi uzman ekibi tarafından Marmara Havzası’ndaki LPIS tarım alanları katmanlarına uygulanabilecek tedbirler işaretlenmiştir (Tablo 58).

Tablo 58. T.1.3.2. Eylemi İçin Gerekli Tedbirler İle Marmara Havzası’nda Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları

LPIS Tarım Arazi Katmanları	Teraslama	Ağaçlandırma (Dikili Tarım)	Kalıcı Bitki Örtüsü Uygulaması
Ekilebilir Arazi	*		*
Zeytin Ağaçları	*		*
Karma Tarım Alanları		*	*
Üzüm Bağları	*		*
Seralar			
Sürekli Ağaç Ürünleri	*		*
Sürekli Çalı Ürünleri	*		*
Seyrek Ağaçlı Ekilebilir Arazi		*	*
Çeltik Ekim Alanları			
Otlaklar			*

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s.39.

Kimyasal Gübre Kullanımı

Marmara Havzası genelinde (NHB ve NHB dışı) bitkisel üretim amacıyla kullanılan çiftçi alışkanlıklarına göre 101.151 ton saf azot yükü hesaplanmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan tavsiye rehberine göre bitkisel üretim için kullanılması gereken saf azot miktarı 78.662 ton olarak hesaplanmıştır.

Bu değerlere bağlı olarak havzada karasal olarak oluşan tarımsal azot yükünün; çiftçinin ihtiyacından fazla gübreye erişimini engelleyecek tedbirlerin alınması ve çiftçi eğitim çalışmaları ile çiftçi alışkanlıklarının değiştirilerek tavsiye rehberine uygun gübre kullanımının sağlanmasıyla % 22 oranında azaltılmasının imkân dâhilinde olduğu görülmektedir.

Hayvansal Gübre Yönetimi

Marmara Havzası genelinde 115.118 hayvancılık işletmesi bulunmakta olup, NHB ve NHB dışı alanlarda toplam 4.449 işletmede hayvansal gübre deposu yapılması gerekmektedir.

Hayvan gübresi yönetimi hususunda hayvansal gübrenin uygun şartlarda depolanmasını teşvik edici desteklerin sağlanması, depolanan gübreyi arazisine uygulayan çiftçilere uygulama desteği verilmesi ve çevreye duyarlı işletmelere “Yeşil Bayraklı İşletme” unvanı verilmesi gibi uygulamalarla hayvancılık faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz baskılarının azaltılmasına katkı sağlanabilecektir.

Sulama

2020 yılı sulama verilerine göre Marmara Havzası’nda sulanan alanlar 71.106 ha olup, bu alanların % 60’ı klasik sulama yöntemleri ile (salma, karık, tava) sulanmaktadır. Bu alanlarda modern basınçlı sulama sistemlerine geçilmesi gerekmektedir.

Su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemlerinin uygulanmasına yönelik teşviklerin arttırılması ve DSI’nin açık kanal uygulamalarına son verilerek su kaynağından tarla başına kadar suyun kapalı basınçlı sistemlerle getirilmesi, çiftçilerin basınçlı sulama sistemlerine geçişlerini kolaylaştıracaktır.

Susurluk Havzası

Arazi Yönetimi

“Yüzey akış ve erozyon kontrolü için alınacak önlemler; kritik eğim değerleri, yağış, bitki örtüsü ve tekstür dikkate alınarak belirlenmelidir (Kod 1.5, T.1.2.1).” eylemi doğrultusunda NHB Projesi uzman ekibi tarafından Susurluk Havzası’ndaki LPIS tarım alanları katmanlarına uygulanabilecek tedbirler işaretlenmiştir (Tablo 59).

Tablo 59. T.1.2.1. Eylemi İçin Gerekli Tedbirler İle Susurluk Havzası’nda Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları

LPIS Tarım Arazi Katmanları	Sürmeden Ekim	Kontür/Eğime Dik Sürüm	Sıfır Sürüm	Malçlama	Örtü Bitkisi
Ekilebilir Arazi	*	*	*		
Zeytin Ağaçları			*	*	*
Karma Tarım Alanları			*	*	
Üzüm Bağları			*	*	*
Seralar	*	*	*		
Sürekli Ağaç Ürünleri			*	*	*
Sürekli Çalı Ürünleri			*	*	*
Seyrek Ağaçlı Ekilebilir Arazi	*	*	*		
Çeltik Ekim Alanları					
Otlaklar			*	*	*

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 41.

“Eğimi %20’yi geçen arazilerde gübre uygulamaları özel tedbirler (teraslama, kalıcı bitki örtüsü vb.) alınmak kaydıyla yapılmalıdır (Kod 2.17, T.1.3.2).” eylemi için NHB Projesi uzman ekibi tarafından Susurluk Havzasındaki LPIS tarım alanları katmanlarına uygulanabilecek tedbirler işaretlenmiştir (Tablo 60).

Tablo 60. T.1.3.2. Eylemi İçin Gerekli Tedbirler İle Susurluk Havzasında Uygulanabileceği LPIS Tarım Arazi Katmanları

LPIS Tarım Arazi Katmanları	Teraslama	Ağaçlandırma (Dikili Tarım)	Kalıcı Bitki Örtüsü Uygulaması
Ekilebilir Arazi	*		*
Zeytin Ağaçları	*		*
Karma Tarım Alanları		*	*
Üzüm Bağları	*		*
Seralar			
Sürekli Ağaç Ürünleri	*		*
Sürekli Çalı Ürünleri	*		*
Seyrek Ağaçlı Ekilebilir Arazi		*	*
Çeltik Ekim Alanları			
Otlaklar			*

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 41.

Kimyasal Gübre Kullanımı

Susurluk Havzası’nda (NHB ve NHB dışı) bitkisel üretim amacıyla kullanılan çiftçi alışkanlıklarına göre 477.377 ton saf azot yükü hesaplanmıştır. Tarım ve orman Bakanlığı tarafından hazırlanan tavsiye rehberine göre bitkisel üretim için kullanılması gereken saf azot miktarı 311.000 ton olarak hesaplanmıştır.

Bu değerlere bağlı olarak havzada karasal olarak oluşan tarımsal azot yükünün; çiftçinin ihtiyacından fazla gübreye erişimini engelleyecek tedbirlerin alınması ve çiftçi eğitim çalışmaları ile çiftçi alışkanlıklarının değiştirilerek tavsiye rehberine uygun gübre kullanımının sağlanmasıyla % 35 oranında azaltılmasının imkân dâhilinde olduğu görülmektedir.

Hayvansal Gübre Yönetimi

Susurluk Havzası’nda 140.773 hayvancılık işletmesi bulunmakta olup, NHB ve NHB dışı alanlarda toplam 6.412 işletmede hayvansal gübre deposu yapılması gerekmektedir.

Hayvan gübresi yönetimi hususunda hayvansal gübrenin uygun şartlarda depolanmasını teşvik edici desteklerin sağlanması, depolanan gübreyi arazisine uygulayan çiftçilere uygulama desteği verilmesi ve çevreye duyarlı işletmelere “Yeşil Bayraklı

İşletme” unvanı verilmesi gibi uygulamalarla hayvancılık faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz baskılarının azaltılmasına katkı sağlanabilecektir.

Sulama

2020 yılı sulama verilerine göre Susurluk Havzasında sulanan alanlar 117.098 ha olup bu alanların % 60’ı klasik sulama yöntemleri ile (salma, karık, tava) sulanmaktadır. Bu alanlarda modern basınçlı sulama sistemlerine geçilmesi gerekmektedir.

Su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemlerinin uygulanmasına yönelik teşviklerin artırılması ve Devlet Su İleri Genel Müdürlüğü (DSİ)’nün açık kanal uygulamalarına son verilerek su kaynağından tarla başına kadar suyun kapalı basınçlı sistemlerle getirilmesi, çiftçilerin basınçlı sulama sistemlerine geçişlerini kolaylaştıracaktır.

3.7.2.3 Marmara Denizi Havzaları İyi Tarım Uygulamaları Kodu Eylemleri İçin Önceliklendirme

Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu’nda kirlilik yük indeksi değerleri ve yer üstü hidrolojik kirlenme hassasiyeti durumlarının birlikte değerlendirildiği karar matrisine göre riskli bölgeler (mikro-havzalar) kırmızı renk ile renklendirilerek yukarıda Şekil 89’da verilmiştir. Eylem planlarının önceliklendirilmesinde, Tablo 61’de verilen riskli olan mikro havzaların yayılı kirlilik kaynaklarına göre alt havzalar bazındaki sayıları göz önünde bulundurulmuş ve önceliklendirme buna uygun olarak önerilmiştir.

Bu kapsamda;

- **Arazi örtüsü** kaynaklı yayılı kirlilik yükü açısından özellikle **Simav-Susurluk Çayı ve Uluabat Gölü alt havzalarının** riskli olduğu, dolayısıyla bu havzalarda **arazi yönetimine yönelik eylemlerinin öncelikli olması** gerektiği;
- **Bitkisel üretimden** kaynaklanan yayılı kirlilik yükü açısından özellikle **Kuzey Marmara ile Nilüfer Çayı alt havzalarının** riskli olduğu, dolayısıyla bu havzalarda **kimyasal gübre kullanımına dair eylemlerin öncelikli olması** gerektiği;
- **Hayvancılıktan** kaynaklanan yayılı kirlilik yükü açısından özellikle **Simav-Susurluk, Manyas ve Biga-Gönen alt havzalarının** riskli olduğu, dolayısıyla bu havzalarda **hayvan gübresi yönetimine dair eylemlerin öncelikli olması** gerektiği değerlendirilmiştir.

Tablo 61. Riskli Mikrohavzaların Yayılı Kirlilik Kaynağına Göre Alt Havza Bazında Dağılımları

Alt Havzalar	Riskli Mikrohavza Sayısı							Genel Toplam
	Arazi Örtüsü Azot Yükü Açısından Riskli	Bitkisel Azot Yükü Açısından Riskli	Hayvancılık Azot Yükü Açısından Riskli	Bitkisel Üretim ve Hayvancılık Azot Yükü Açısından Riskli	Bitkisel Üretim ve Arazi Örtüsü Azot Yükü Açısından Riskli	Hayvancılık ve Arazi Örtüsü Azot Yükü Açısından Riskli	Bitkisel Üretim, Hayvancılık ve Arazi Örtüsü Azot Yükü Açısından Riskli	
Biga-Gönen Alt Havzası	2	5	13	1				21
Çanakkale Boğazı Alt Havzası		9	1					10
İzmit - Gemlik Körfezi Alt Havzası	10	5	9					24
İzmit Gölü Alt Havzası		1						1
Kuzey Marmara Alt Havzası	8	26	1		1			36
Manyas Gölü Alt Havzası	5	6	16		1	1	1	30
Nilüfer Çayı Alt Havzası	7	20	2					29
Simav-Susurluk Çayı Alt Havzası	17	9	37	6	1	4	1	75
Ulubat Gölü Alt Havzası	20	1	8					29
Genel Toplam	69	82	87	7	3	5	2	255

Kaynak: Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu, TÜBİTAK-Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021, s. 42-43.

3.8 BALIKÇILIK VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

3.8.1 Mevzuat ve Genel Uygulamalar

Demersal balıkçılık kaynaklarının korunması amacı ile 1970'li yılların başından itibaren Marmara Denizi'nde dip trolü avcılığına yasak getirilmiştir. Avcılık yasağına karşı uzun süre altyapı yetersizlikleri nedeni ile etkin bir kontrol yürütülemediği görülmüştür. İdari, caydırıcı olmayan cezalar nedeniyle Marmara Denizi'nde şebeke denilen kaçak trol avcılığı yürütülmüştür. 2000'li yıllarda Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün kurulması ile artan kontrol faaliyetleri ve yasal düzenlemelerin ağır cezalar getirmesiyle trol avcılığı engellenmiş durumdadır.

Özellikle 2019 yılında “1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu”nda yapılan son değişiklikler ile kaçak avcılığın engellenmesi için illegal avlanan gemilere ve av araçlarına el konularak mülkiyetinin kamuya geçirilmesi yönünde uygulama başlamıştır. Balıkçılık alanındaki önemli eylemlerden olan balıkçılık faaliyetlerinin ekosistem temelli yapılarak, koruma alanlarının geliştirilmesi ile ilgili eylemde müsilajdan önce de önemli faaliyetler ve denetimler yapılmaktadır. Su Ürünleri Kanunu’nda gerçekleştirilen düzenlemeler ile bu konuda daha fazla ilerleme sağlanmış ve Marmara Denizi’nde sürdürülebilir balıkçılık için yeterince düzenleme ve kısıtlama olduğu belirtilmiştir.⁵¹¹

Su Ürünleri Kanunu’nda gerçekleştirilen değişiklikler ile Tarım ve Orman Bakanlığı, Sahil Güvenlik Komutanlığı ve Deniz Polisi tarafından ülke genelinde ve Marmara Denizi’nde 2021 yılının ilk 10 ayında 25 bin denetim yapılarak 65 gemiye el konulduğu, 2019’dan itibaren ise Marmara Bölgesi’nde el konulan gemi sayısının toplam 167 olduğu ifade edilmektedir. Özellikle müsilajın oluşumu da dikkate alarak Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından mevcut yasaklara ilave yasaklamalar getirilmiştir. Buna göre: Marmara Denizi’nde ışıkla avcılığın yasaklanması, üreme ve beslenme bölgelerinde avcılık kısıtlamalarının uygulanması, dip trolü ve orta su trolünün tamamen yasak olması, 24 m’den sığ sularda gırgır avcılığının yasak olması (Marmara’nın % 33’ü); endüstriyel balıkçılığa 4,5 ay izin verilmemesi, Marmara Denizi genelinde ağ kafeslerde balık yetiştiriciliğine izin verilmemesi, deniz patlıcanı avcılığının yasaklanması, bilimsel ön izleme yapılmayan alanlarda çift kabuklu yumuşakça toplayıcılığının yasaklanması, kum çakıl alımına (1996’dan beri) tamamen yasaklanması gibi uygulamalar getirilmiştir.⁵¹² Ayrıca; Çanakkale ilinde mercan resiflerinin bulunduğu alanlar balıkçılık koruma alanı olarak belirlenmiştir. Marmara Denizi’nden avcılık yoluyla elde edilen ve dökme olarak adlandırılan küçük balıkların avlanmasını ve balık unu yağı fabrikalarına nakledilmesini yasaklanmıştır.⁵¹³

3.8.2 Müsilaj Olaylarında Yürütülen Çalışmalar

Müsilajla mücadele kapsamında balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği alanlarında spesifik olarak yürütülen faaliyetler aşağıda 2007-2008 ve 2020-2021 dönemleri olarak iki alt başlık altında incelenmektedir.

⁵¹¹ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY’ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵¹² Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ’nin 3 Kasım 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵¹³ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY’ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

3.8.2.1 2007-2008 Yılları Müsilaj Oluşumu

Marmara Denizi'nde balık avcılığı ağırlıklı olarak kıyı bölgede uzatma ağları ile yürütülmektedir. Bununla birlikte av sezonunda hamsi ve istavrit avcılığının yanı sıra, lüfer ve palamut gibi türlerin göçlerinin yoğun olduğu dönemlerde gırgır avcılığı da yapılmaktadır. 2007 yılında balıkçıların “kay kay” olarak niteledikleri müsilaj oluşumu ilk kez görüldüğünde ilk olarak balık avcılığını etkilemiş, balıkçıların şikâyetleri üzerine Tarım ve Orman Bakanlığı, su ürünleri araştırma enstitüleri tarafından bilimsel çalışmalar yürütülmüştür. Bu dönemde ilk olarak yerinde izleme çalışmaları yürütülmüş ve sosyo-ekonomik anketlerde müsilaj oluşumunun balıkçılığa etkisi değerlendirilmiştir (Tablo 62). Marmara Denizi'nde; alan çalışmalarının yürütüldüğü 2006/2007 (normal av periyodu) ve 2007/2008 (müsilaj probleminin yaşandığı av periyodu) ardışık iki av sezonunda karaya çıkarılarak pazara sunulan seçilmiş bazı balık türlerine ilişkin av miktarları ile ortalama tekne çıkış fiyatları arasındaki ilişki belirlenmiştir. Normal av sezonunda balık fiyatları olağan seyirde devam ederken, müsilaj probleminin meydana geldiği av sezonunda aynı balık türlerinin fiyatında % 12,4 ile % 64,5 arasında değişen bir artış tespit edilmiştir. Balıkçı lehine görünen bu fiyat değişimini esas olarak belirleyen faktör; müsilaj döneminde karaya çıkarılan balık miktarlarında meydana gelen % 20 ile % 70 arasındaki düşüşlerdir. 2006/07 av sezonunda, bir geminin istavrit avı ortalama 28.960 kg, müsilaj probleminin yaşandığı 2007/08 av sezonunda ise % 34,2 azalarak 19.083 kg olmuştur. Av veriminin düşük olduğu dönemde istavrit tekne çıkış fiyatı % 37,5 oranında artmıştır.⁵¹⁴

Tablo 62. Balıkçıların Müsilajdan Etkilenme Durumları

Tercih	N	%
Avcılık yaptım ama çok fazla değil	176	68.2
Avcılık hiç yapamadım	51	19.8
Geleneksel av sahamın dışına, başka denizlere gittim	18	7.0
Hiç etkilenmedim	13	5.0
Toplam	258	100

Kaynak: SUMAE 2017, Marmara Denizi Balıkçılığın Sosyo-ekonomik Yapısı Proje Sonuç Raporu.

Yapılan bir araştırmada, Marmara balıkçı filosunu oluşturan ve karakteristik olarak farklı tasarım özelliklerine sahip ağlardan oluşan dört ayrı boydaki gemi grubunun müsilajdan etkilenme durumu incelenmiş ve bu gemi gruplarının normal ve müsilajlı av sezonunda karaya çıkardığı av miktarları karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre normal sezona göre müsilajlı sezondaki av kayıpları sırasıyla 10 m küçük amatör avcılık

⁵¹⁴ Zengin, M. ve ark., 2017, Marmara Denizi Balıkçılığının Sosyoekonomik Yapısı Ve Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi Projesi, TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, Trabzon, s. 419.

yapan gemilerde % 27, 10-15 m boyda kıyı balıkçılığı yürüten gemilerde % 32,1, 15-25 m boyda (orta büyüklükte) ticari gemilerde % 87,7 ve 25 metreden daha büyük gırgır avı ve ticari avcılık yapan büyük boy gemilerde % 89,1 oranında av kaybı yaşandığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre en büyük av kayıpları ticari avcılık yürüten dreç ve gırgır balıkçığı yapan büyük balıkçı gemilerinde meydana gelmiştir. Bu gruptaki gemiler genel olarak 152 gırgır ve dip trolü ağlarını kullanmaktadır. Marmara’da dip trol avcılığı yasaktır. Buna rağmen illegal trol avcılığı kısmen devam etmektedir. Bununla birlikte önceki yıllara göre illegal avcılık giderek azalmaktadır. 2018 yılı yasa dışı trol avcılığının belli ölçüde kontrol altına alındığı göz önüne alındığında (Su Ürünleri Kanunu değişikliği ile gemilere el koyma kararı sonrası trol avcılığı yasağı tam olarak uygulanmaya başlamıştır) her iki gruptaki gemilerin avının büyük kısmını pelajik türler oluşturmaktadır.⁵¹⁵

Bu dönemde balıkçıların bu ekonomik kayıpları giderebilmek için genellikle borçlanma yoluna gittiği dile getirilmiştir. Bazı büyük gırgır gemileri ise Marmara Denizi dışına çıkarak Karadeniz ve Akdeniz’de avlanmışlardır. Küçük ölçekli amatör (sportif) amaçlı balıkçılıkla uğraşan tekne sahiplerinin bazıları emeklilikten gelen gelirleri olduğu için bu olaydan daha az etkilenmişlerdir. Balıkçı gemi sahiplerinin müsilaj nedeniyle meydana gelen maddi zararlarını ne şekilde telafi ettikleri de sorgulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre balıkçıların önemli bir kısmı (% 62,1) bankalardan kredi veya kabzımal/tüccardan veya arkadaşından borç almıştır. % 12,8’i tezgâhta balık satışı, gırgır gemilerinde tayfacılık, gemi boyama-ağ tamiri, dalgıçlık, kahvehane-lokantada işçilik, şoförlük, inşaat ve tarım işçiliği gibi ikinci bir işe başlamıştır. % 12,8’i mevcut birikiminden veya gayrimenkul satışı yaparak mağduriyetini gidermeye çalışmıştır. % 3,1’ine ailesi destek olmuştur. % 1,2’si ise başka denizlerde avcılık faaliyetini sürdürmüştür. Marmara Denizi’nde 2007/08 av sezonunda yaşanan müsilaj probleminden ötürü av verimi önemli ölçüde düşmüştür. Avın azaldığı bu dönemde komisyoncu kesintilerinin normal sezona göre yüksek alınması dikkat çekicidir. Balıkçıların bu konudaki başlıca talebi; müsilaj zararına karşılık av sezonu içerisinde bankalardan çektikleri kredi faizlerinin ertelenmesi ya da düşük faizli kredi veya hibe sağlanabilmesi

⁵¹⁵ BSGM 2021, Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021, Ankara, s.17.

yönünde olmuştur. Ayrıca bu desteğin özellikle ağ konusunda yapılması için yoğun istekleri olmuştur.⁵¹⁶

Bu araştırma ile ayrıca balıkçıların kullandıkları canlı kaynağın/balık stoklarının mevcut sorunları ve bu sorunların giderilmesine yönelik çözüm önerileri de değerlendirilmiştir. Gemi sahiplerinin genel olarak Marmara Denizi için avcılık faaliyetlerini etkileyen başlıca 15 farklı problemin varlığından söz etmişlerdir. Bu problemlerin içerisinde; % 17,4 ile müsilaj ilk sırada yer almıştır. Araştırmanın yürütüldüğü 2007/08 ve 2008/09 av sezonu süresince Marmara Denizi'nde jelimsi organizmaların aşırı artışı nedeniyle avcılık faaliyetleri ve dolayısıyla karaya çıkarılan av miktarlarında önemli düşüşler meydana gelmiş ve balıkçılar büyük bir ekonomik zarara uğramıştır. Bunu % 15,4 ile aşırı avcılık nedeniyle balık stoklarının azalması, başlığında sorun bildirmiştir. İlegal avcılık (% 9), gırgır gemilerinin kıyılara yakın sahalarda avlanmaları ve hava muhalefeti nedeniyle avcılık faaliyetlerinin sekteye uğraması (% 7,7), kirlilik; sanayi ve evsel atıkların denize deşarj edilmesi (% 6,6) gibi sorunlar dile getirilmiştir.⁵¹⁷

Balıkçılığa etkinin engellenmesi için bir dizi önlem alınmasının yanı sıra balıkçıya doğrudan destek sağlanması gerektiği rapor edilmiştir. Bu dönemde müsilaj etkisi lokal alanlarda ve uzun süreli görülmediği için, etkisi sınırlı düzeyde kalmış, Bakanlık tarafından ayrıca önlemler oluşturulmamıştır.⁵¹⁸

3.8.2.2 2020-2021 Yılları Müsilaj Oluşumu

Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ 03.11.2021 tarihinde Komisyon toplantısında yapmış olduğu sunumda Marmara Denizi'nde görülen müsilajın kontrolüne ilişkin alınan önlemleri değerlendirmiştir. Bakanlığın tarımsal kirliliğin sınırlandırması kapsamında aldığı önlemler dışında doğrudan balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği başlığında yürüttüğü çalışmalar sunumda yer almıştır. Buna göre:

- İstanbul'da yürütülen yapay resif projelerinde; 2021 yılı içerisinde 510 resif, 41 anti trol bloğu denize bırakılmış, 2022 yılında 200 resif daha bırakılacağı belirtilmiştir.
- İstanbul kıyılarından, 40 bin adet levrek, 3 bin adet kalkan balığı, 75 bin adet midye Marmara Denizi'ne bırakılmıştır. Bakanlık enstitülerinde üretilen yavru balıklar

⁵¹⁶ Zengin, M. ve ark., 2017. Marmara Denizi Balıkçılığının Sosyoekonomik Yapısı Ve Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi Projesi, TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, Trabzon, s. 419.

⁵¹⁷ A.g.k.

⁵¹⁸ Tarım ve Orman Bakanlığı Bakan Yardımcısı Akif ÖZKALDI'nın 14 Temmuz 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

stokların desteklenmesi amacıyla bir program dâhilinde denize bırakılmaya devam edeceği de belirtilmiştir.

- Denizin doğal şekilde temizlenmesini sağlayan midye yetiştiriciliğinin destekleneceği, Marmara Denizi'nde mevcut projelerle birlikte, yatırım ve izin süreci devam edenlerin hayata geçirildiğinde 45 bin ton yıllık midye üretim kapasitesine ulaşılacağı vurgulanmıştır.
- Midye üretimi ile doğal biyolojik arıtmanın deniz suyu kalitesine olumlu etki sağlayacağı, 22,5 milyar litre suyun midyeler tarafından filtre edilerek temizleneceği dile getirilmiştir.⁵¹⁹

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2020 yılı başından itibaren sırası ile Marmara Denizi'ndeki müsilağ oluşumunu engellemek için balıkçılık yönünden oluşturulan önlemler Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında oluşturulmuştur.⁵²⁰

Buna göre;

1. Müsilağ oluşumuna dair ilk belirtilerin ve balıkçılığa olumsuz etkilerinin gözlemlenmesiyle birlikte Ekim 2020'de TAGEM'le güdümlü proje başlatılmıştır.⁵²¹
2. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'yla, kirliliğe sebebiyet veren hususlarda bu etkiyi kaldıracak/hafifletecek önlemlerin devreye sokulmasına ilişkin çalışmalar başlatılmış, nitrat kirliliği izlemesi ve yayılı kirlilik kaynakları konusunda bilgi paylaşılmıştır.
3. Marmara Belediyeler Birliği'yle, kirliliğe sebebiyet veren hususlarda bu etkiyi kaldıracak/hafifletecek önlemlerin devreye sokulmasına ilişkin çalışmalar başlatılmıştır.
4. Ziraat Bankası ile müsilağdan zarar gören balıkçılara düşük faizli tarımsal kredi imkânı sağlanması veya varsa kredi borçlarının ertelenmesi konularında çalışma yürütülmüştür.
5. Müsilağdan kaynaklanan riskler nedeniyle su ürünleri sektörünün uğrayacağı zararların tarım sigortaları kapsamına alınması için girişimde bulunulmuştur.
6. Müsilağın balıkçılara verdiği zararlarla ilgili durum tespitine yönelik olarak Marmara Denizi'ni çevreleyen 7 ilin denize kıyısı olan ilçelerinde 264 balıkçı ile anket yapılarak durum değerlendirmesi yapılmıştır.
7. İstanbul'da Prens adaları civarına dalış yaptırılarak durumun su altında kontrolü yapılmıştır.

⁵¹⁹ Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ'nin 3 Kasım 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵²⁰ BSGM 2021, Müsilağın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021. Ankara, s.17.

⁵²¹ Kocabaş, E. ve ark., 2021, Müsilağ Oluşumunun Marmara Ekosistemine Etkisi, Bandırma KAE Su Ürünleri Bölümü, TAGEM/HAYSÜD/G/21/A6/P2/5567 Proje Raporu. Balıkesir, 2021.

8. Geleneksel kıyı balıkçılığı desteklemesi kapsamında 12 metrenin altındaki balıkçı gemilerine yapılacak 1.000-1.400 TL/yıl destekleme ödemesi öne alınmış ve Marmara Bölgesi'ne kıyısı bulunan 7 ildeki balıkçılara ödenen destek iki katına (2.000-2.900 TL) çıkarılmıştır. Marmara Bölgesi'nde 3.447 balıkçı ödeme için başvurmuştur.

9. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi iş birliğinde 3 Haziran 2021 tarihinde gerçekleştirilen panel organize edilmiştir. Panelde konu uzmanları ile müsilajın nedenleri ve çözüm önerileri hakkında görüş alışverişinde bulunularak farkındalığın artırılması amaçlanmıştır.

10. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 4 Haziran 2021 tarihinde düzenlenen çalıştayda, müsilajın su ürünlerine etkisi ve çözüm önerileri değerlendirilmiştir.

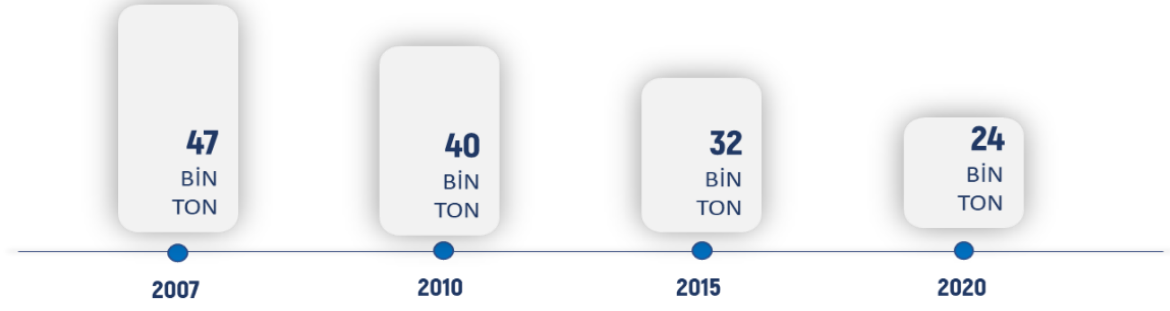
11. Müsilaj sorununun çözümüne katkı vermek amacıyla Marmara Denizi'nde midye yetiştiriciliğinin yapılması için yatırımcılara yönlendirme yapılmıştır; bu kapsamda 9 tesis faaliyete başlamıştır, 35 tesisin ise projelendirmesi ve yatırım süreci devam etmektedir.⁵²²

Marmara Denizi'nde ticari balık avcılığı sürekli azalmaktadır (Şekil 90). Bu nedenle birçok bilimsel araştırma yürütülerek kirlilik durumu, çevresel etkiler, oşinoğrafik yapı ve stok izlemeleri yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2018-2020 döneminde balıkçıların müsilajın olumsuz etkileri konusundaki şikâyetleri nedeniyle, konuyla ilgili araştırma projesi başlatılmış, Marmara Denizi genelinde örnekleme ve izleme çalışmaları yürütülmüştür. Bandırma KAE Enstitüsü, Su Ürünleri Bölüm Başkanlığı tarafından yapılan çalışmada 2-4 Beaufort rüzgâr koşullarında yüzey, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m derinliklerde örnekleme yapılarak çalışılmıştır. Yüzey suları 19,2-20,3°C arası değişirken 30 m derinlikte 10,6-14°C ölçülmüştür. İstasyonlar arasında pH değeri 8,01-8,44 arası ölçülmüş ve bu değerler Marmara Denizi için normal seviyede olduğu raporlanmıştır. Suda çözülmüş oksijen seviyesi en düşük 4-6 mg/L ile 30 m derinlikte ölçülmüştür. Çalışılan istasyonlarda %24,3 ile %32,8 arası tuzluluk oranı ölçülerek Secchi-disc (Işık geçirgenliği, bulanıklık) ise müsilajdan kaynaklı olup 5 m ile 7 m arasındadır. Klorofil-a değeri en yüksek 2,8 µg/L ölçülmüştür.⁵²³

⁵²² Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ'nin 3 Kasım 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵²³ Kocabaş, E. ve ark., 2021, Müsilaj Oluşumunun Marmara Ekosistemine Etkisi, Bandırma KAE Su Ürünleri Bölümü, Proje Raporu. Balıkesir, 2021.

Şekil 90. Marmara Bölgesi Son 15 Yılda Balık Avcılığı Verilerinin Değişimi



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021.

Aşırı avcılığın önlenmesi ve balıkçılık filosunun optimizasyonu amacıyla, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2001 yılından itibaren yeni balıkçı gemisine ruhsat tezkeresi verilmemektedir. Mevcut filo kapasitesinin azaltılması amacıyla 2013-2018 yılları arasında gemisini avdan çekmek isteyen toplam 1.264 adet balıkçının gemileri Tarım ve Orman Bakanlığı'nca 16.489.000 TL bedeli ödenmek suretiyle satın alınarak filodan çıkarılmıştır. Su Ürünleri Kanunu'nda 2019 yılında yapılan değişiklikle yasa dışı avcılık yapan gemilere el koyma ve mülkiyetinin kamuya geçirilmesi hükmünün getirilmesi ile Tarım ve Orman Bakanlığı ve Sahil Güvenlik Komutanlığı Birimlerince, Marmara Bölgesi'nde toplam 167 adet, ülke genelinde ise toplam 302 gemiye el konulmuştur.⁵²⁴

Marmara Denizi'nde yoğun olarak görülen müsilaj probleminin ele alınması ve çözüm önerilerinin belirlenmesi amacıyla 04.06.2021 tarihinde çevrimiçi çalıştay yapılmıştır. Çalıştaya 650'nin üzerinde akademisyen, bakanlıklar, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşlar katılım sağlamıştır. Çalıştay, genel oturumlar sonrası üç ayrı grupta çözüm önerileri ve yapılması gereken faaliyetler ele alınmış, sonuç raporu oluşturulmuştur.⁵²⁵

Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj kirliliğinin giderilmesi amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda Marmara Deniz Havzasında yer alan valilikler, yerel yönetimler, ilgili kurum/kuruluşlar, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerin katılımlarıyla 06.06.2021 tarihinde kamuoyuna duyurulan Marmara çerçevesinde müsilajın giderilmesine yönelik hazırlanan 07.06.2021 tarih ve 2021/12 sayılı Marmara Denizi Eylem Planı'nın Uygulanması Genelgesi yayımlanmıştır.⁵²⁶

⁵²⁴ BSGM 2021, Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021. Ankara, s.17.

⁵²⁵ Kanyılmaz, M. (2021). Müsilajın Su Ürünleri Sektörüne Etkisi, (3 Haziran 2021) Müsilajın Ekolojik, Ekonomik, Sosyal Etkileri ve Çözüm Önerileri Paneli. ÇOMU Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak., Çanakkale.

⁵²⁶ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021, Marmara Denizi Eylem Planı.

Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında hayalet ağların toplanması için çalışma başlatılmıştır. Eylemin süresi içerisinde gerçekleştirilebilmesi için 11.000.000 TL ek bütçe talebinde bulunulmuştur. Bütçe talebinin karşılanması durumunda hayalet ağların Marmara Denizi'nden temizlenmesi için gerekli hazırlıklar tamamlanmıştır.⁵²⁷

Marmara Denizi Eylem Planı kapsamında balıkçılık faaliyetlerinin ekosistem temelli yapılmasının sağlanması ve koruma alanları geliştirilmesi amacıyla çalışma başlatılmıştır. Marmara Denizi'nin Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmesi için talep edilen görüş yazısında midye yetiştiriciliği için alanlar belirlenmesi konusu Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına iletilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nce;

Özel Çevre Koruma Bölgesi ilanında da amaçlandığı üzere; doğal kaynakların korunarak, kullanılması ve gelecek nesillere aktarılmasına yönelik olarak, 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu gereği yürürlüğe konulmuş olan ticari ve amatör amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğler ile Marmara Denizi'ndeki su ürünleri avcılığı için yer, zaman, tür, boy ve avlanma araçları bakımından bazı düzenlemeler getirilmiştir. Doğal kaynakların korunarak kullanılması ilkesinden hareketle Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmesi öngörülen Marmara Denizi ve Adalar ile ilgili olarak; İstanbul İli, Caddebostan-Kartal arasındaki sahil şeridini de kapsayacak şekilde Kınalıada, Büyükada, Sedef Adası ile ilgili 5/1 Tebliğ'de belirtilen koordinat hattı içerisinde kalan alanda geleneksel avlanma yöntemleri olan uzatma, çapari ve olta dışında her türlü istihsal vasıtasıyla su ürünleri avcılığı yasaklanmıştır.⁵²⁸

Endüstriyel balık avcılığı olarak bilinen trol ve gırgır ağları ile yapılan su ürünleri avcılığına yönelik tebliğ kapsamında getirilen düzenlemelere bakıldığında ise Marmara Denizi'nin tamamı ile İstanbul ve Çanakkale boğazlarında her türlü trol avcılığı yapılması yasaklanmıştır. Diğer taraftan Gemlik ve İzmit körfezlerinin bazı kesimleri gırgır avcılığına kapatılmış, serbest yerlerde 24 metreden daha sığ sularda gırgır yöntemi ile avcılığa sınırlama getirilmiştir. Ayrıca tebliğde, Marmara Denizi için yer bakımından getirilmiş av yasağı düzenlemeleri de yer almıştır. Kimi yerler avcılığa tamamen kapatılırken kimi yerlerde av aracı bakımından düzenlemeler yapılmış, su ürünlerinin üreme ve göç dönemi dikkate alınarak zaman ve üreme boyları bakımından boy yasakları getirilmiş, nesli tehlike altında olan su ürünlerinin avlanması ise tamamen yasaklanmıştır.

⁵²⁷ Tarım ve Orman Bakanı Dr. Bekir PAKDEMİRLİ'nin 3 Kasım 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵²⁸ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Geleneksel kıyı balıkçılığının kayıt altına alınması ve desteklenmesi kapsamında, 2021 yılında, müsilaj yüzünden ava çıkamayan veya av araçları zarar gören veya istediği avcılığı yapamayan ve zarar gören başta Marmara Denizi'ne kıyısı olan ve Marmara Denizi'nde balıkçılık yapan Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerimizdeki kıyı balıkçıların mağduriyetlerinin giderilmesi için, destekleme ödemeleri bu illerde Bakanlıkça belirlenen kriterlere uygun olanlara iki kat olarak hesaplanacaktır.⁵²⁹ Bu desteklemeyle ilgili "Tarımsal Destekleme ve Yönlendirme Kurulu Kararı" 11.06.2021 tarihinde alınmış, 14/07/2021 tarihli ve 31541 sayılı Resmî Gazetede 4276 sayılı Geleneksel Kıyı Balıkçılığının Kayıt Altına Alınması ve Desteklenmesine İlişkin Cumhurbaşkanlığı Kararı ve desteklemeye ilişkin Tebliğ hazırlanarak yayımlanmıştır.⁵³⁰

Müsilajın insan sağlığına olası etkilerinin belirlenmesi amacıyla balık ve midyelerin tüketilmesiyle ilgili hem Sağlık Bakanlığı hem de Tarım ve Orman Bakanlığı'nca rutin örnekleme ve analizler yapılmasına başlanmıştır. Müsilajın insan sağlığına etkilerinin belirlenmesi çalışma grubu kapsamında; 7 il, 23 bölgede, il müdürlüklerince balık numuneleri alınarak Bakanlığın akredite olmuş laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği ve Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği mevzuatına uygun bulunmuştur. Çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarında yapılan izleme çalışmaları sonuçlarına göre; alan sınıflandırma kriterlerine aykırı bir durum da tespit edilmemiştir.⁵³¹

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından midye üretim çiftliklerinde ve avcılık yapmak üzere belirlenen alanlarda mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal parametrelerin yanı sıra toksik alg etkisini belirlemek için izleme planı oluşturulmuştur. Bu plan çerçevesinde suyun çeşitli katmanlarından su ve ürün numuneleri alınarak Tarım ve Orman Bakanlığı'nın akredite laboratuvarlarında analiz edilerek sonuçları yetiştiricilere, avcı veya toplayıcılara ve bu ürünleri işleyen veya canlı olarak paketleyerek ihraç eden onaylı tesislere duyurulmaktadır. Sonuçları olumsuz çıkan alanlarda ve yetiştiricilik çiftliklerinde hasat işlemi geçici olarak durdurulmakta, pazara ürün gönderilmesine izin verilmemektedir. Özellikle yetiştiricilik tesislerinde numune alma sıklığı artırılarak, sonuçlar halk sağlığına uygun olana kadar ürünün o sahadan hasadına izin

⁵²⁹ A.g.k.

⁵³⁰ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵³¹ BSGM 2021, Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021. Ankara, s.17.

verilmemektedir. Üretim alanlarında toksik alg ve biyotoksin arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere modelleme çalışmaları devam etmektedir. İstilacı tür olarak sisteme giren bazı fitoplankton türlerinin toksik özellikte olduğu belirlenmiştir. Bu türlerin aşırı çoğalmalarının izlenmesi için eşik düzeyler izlenmektedir.^{532,533}

Marmara Denizi'nde sadece midye yetiştiriciliğine ruhsat verilmiş olup, balık yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Müsilaj sorununun kalıcı çözümüne katkı sağlamak amacıyla suyun filtre edilmesinde büyük bir öneme sahip midyelerin Marmara Denizi'nde çoğalmasını sağlamak amacıyla Marmara Denizi'nde midye yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar başlatılmıştır. “Çevre Dostu Su Ürünleri Yetiştiriciliği”nin geliştirilmesi hedefi doğrultusunda, su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerinde çevrenin korunması, kaynakların koruma-kullanma dengesi gözetilerek sürdürülebilir kullanılması amacıyla midye yetiştiriciliği hâlihazırda teşvik edilmekte ve midye yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesi çalışmaları devam etmektedir. Bu amaçla dokuz yeni tesiste faaliyete başlanılmış, 35 tesisin ise projelendirmesi ve yatırım süreci devam etmektedir. Yatırımlar tamamlandığında Marmara Denizi'nde midyeler vasıtasıyla deniz suyu filtre edilecek aynı zamanda standartlara uygun olarak yetiştirilen bu midyelerden gelir elde edilecektir. Marmara Denizi sınırları dâhilinde Akdeniz Midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) yetiştiriciliği yatırım süreçleri devam eden ve hâlihazırda faaliyette olan tesislerin toplam kapasitesi 45.847 ton/yıldır. Eylem kapsamında yatırım sürecinde olan tesislerin ivedilikle hayata geçirilmesi için çalışmalara hız verilmiştir.^{534,535}

3.9 DENİZCİLİK FAALİYETLERİNDEN KAYNAKLI KİRLİLİĞİN KONTROLÜ

3.9.1 Gemi Kaynaklı Atıkların Yönetimi

Deniz kirliliğinin yaklaşık % 80'i karasal kaynaklardan oluşmakta olup, kalan % 20 lik kısmının ise denizel faaliyetlerden kaynaklandığı bilinmektedir. Dünya ticaretinin % 80'i deniz yoluyla yani gemiler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu açıdan bakıldığında gemilerin operasyonel faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların deniz kirliliğine sebep olmayacak şekilde yönetimi büyük önem arz etmektedir.

⁵³² Koçer, M.A.T. ve ark., 2017, Report on the Toxic Phytoplankton and Marine Biotoxins in Bivalve Mollusc Production Areas in Turkey, Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM.

⁵³³ Tarım ve Orman Bakanlığı Bakan Yardımcısı Akif ÖZKALDI'nın 14 Temmuz 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

⁵³⁴ BSGM 2021, Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021, Ankara, s.17.

⁵³⁵ Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürü Dr. Altuğ ATALAY'ın 20 Ekim 2021 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Ülkemizde, gemilerin normal faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların yönetimi, Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından yürütülen ve Ülkemizin de 1990 yılında taraf olduğu, “Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesi Sözleşmesi” (MARPOL 73/78 Sözleşmesi) ile “2000/59/EC Gemilerin Ürettiği Atıklar ve Yük Artıkları İçin Kullanılan Liman Atık Alım Tesisleri Hakkında Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi” kapsamında hazırlanmış ve 26/12/2004 tarihli ve 25682 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmış olan “Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında yürütülmektedir.

Yönetmelik ile, Türkiye’nin deniz yetki alanlarında bulunan gemilerin atıkları ile yük artıklarının denize verilmesinin önlenmesi ve deniz ortamının korunması amacıyla; kıyı tesisleri tarafından atık kabul tesislerinin kurulması, işletilmesi ve atık alma gemileriyle ilgili hükümler belirlenmiştir.

02/09/2021 tarihli ve 184756 sayılı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının Denizcilik Atıkları Uygulaması Hakkında Genelge ile Türkiye’nin deniz yetki alanlarında gemilerin normal faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar ile yük artıklarına ilişkin uygulanması gereken bildirim yöntemleri ve atık alım yükümlülerinin atıkların yönetimi esnasında kullanmaları gereken Gemi Atık Takip Sistemi ile Mavi Kart Sistemi’ni kapsayan Denizcilik Atıkları Uygulamasına ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir. Gemi kaynaklı atıklara ilişkin atık alım işlemleri kaydedilmekte ve ilgili kurumlar tarafından çevrim içi ortamda takip edilmektedir.

Ülkemizin tüm kıyılarında 324 tesiste atık alım hizmeti verilmekte ve toplam 48 adet lisanslı atık alma gemisi hizmet vermektedir.

Marmara Denizi’ne kıyısı bulunan illerdeki atık alım hizmeti veren tesis sayıları; Balıkesir’de 6, Bursa’da 6, Çanakkale’de 8, Kocaeli’de 37, Tekirdağ’da 11, Yalova’da 25, İstanbul’da ise 82 adettir. Bunlara ilaveten balıkçı barınaklarında da atık alım hizmeti verilmektedir. Bununla birlikte Marmara Denizi’ne kıyısı bulunan illerdeki gemi atıklarının alımı konusunda; Çanakkale’de 5 adet, İstanbul’da 10 adet, Kocaeli’nde 2 adet, Tekirdağ’da 1 adet ve Yalova’da 1 adet atık alma gemisi hizmet vermektedir.

Marmara Eylem Planı’nın 10’uncu maddesi (*Marmara Denizi’ne gemilerin atıksularının boşaltılmasının önlenmesine yönelik üç ay içerisinde düzenleme yapılacaktır.*”) gereğince gemi kaynaklı kirliliğin önlenmesi amacıyla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından 09/06/2021 tarihinden itibaren MARPOL Sözleşmesi ve Uluslararası Balast Suyu Yönetimi Sözleşmesi kapsamında, sıklaştırılmış denetim çalışmaları yürütülmektedir.

3.9.2 Dip Tarama Faaliyetleri

Limancılık faaliyetleri, balıkçı barınakları, marinalar ile nehir ağızlarında sediman taşınımı nedeniyle zamanla biriken sedimanların belirli aralıklarla taranarak alınması zorunluluğu oluşmaktadır. Son yıllarda endüstriyel gelişmelere bağlı olarak ülkemiz limanlarında gerçekleşen denizcilik faaliyetlerinin oldukça artış göstermesi sonucu ülkemiz kıyılarında liman kapasitesi artışına da ihtiyaç duyulmaktadır.

Tarama gerektiren aktiviteler; mevcut kanal veya liman alanının genişletilmesi, yeni kanal ve liman açılması, boru/kablo döşeme amaçlı yapılan taramalar ve kanal ya da deniz yapılarının tasarım boyutunda kalmasını sağlayıcı çalışmalar şeklinde sıralanabilir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından; deniz ve kıyı sularında yapılan dip taramaları, nehir ağızı taramaları, kazı ve inşaat faaliyetlerinden çıkacak tarama malzemesinin çevre ve insan sağlığına zarar vermeden sürdürülebilir kullanım ilkeleri doğrultusunda yönetiminin sağlanmasına yönelik usul ve esasların belirlenmesi, denizde boşaltım ve karada bertaraf yöntemlerinin bilimsel verilere dayanarak ortaya çıkarılması amacıyla; TÜBİTAK-KAMAG⁵³⁶ Programından TÜBİTAK, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü ve İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'nden akademisyenlerin katılımıyla "Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi (DİPTAR)" projesi gerçekleştirilmiştir.

Denizlerimizin mevcut yapısı dikkate alınarak her bir deniz özelinde boşaltım alanlarının belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalara istinaden; Marmara Deniz'inde bulunan Çınarcık Çukuru'nun derin deniz ekosistemleri açısından son derece önemli bir alan olduğu ve çeşitli kirlilik baskıları sebebiyle suboksik kimyasal tepkimelerin (denitrifikasyon, mangan indirgenmesi) sürdüğü, düşük oksijenli koşullara ulaştığı ve Çınarcık Çukurunun dip tarama malzemesi boşaltım sahası olarak kullanılmasının uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Ayrıca Marmara Denizi'nin derinliğe bağlı oksijen durumu dikkate alındığında Çınarcık Çukurunun su değişim potansiyelinin çok düşük olduğu (6 yıl), bu sebeple su değişim kapasitesinin yüksek olduğu sığ deniz alanlarına (50-400 metre arası) boşaltımın uygun olacağı belirlenmiştir.

Bu kapsamda, Marmara Denizinde; Silivri, Şarköy, Esenköy-1, Esenköy-2, Kapıdağı ve Tuzla olmak üzere toplam 6 alan, uygun boşaltım alanı olarak belirlenmiştir. Proje ile denizlerimizin genel durumunun yanı sıra uluslararası yükümlülüklerimiz ve dünyadaki iyi uygulamalar araştırılarak bir mevzuat hazırlanmıştır.

⁵³⁶ KAMAG: Kamu Araştırmaları Destek Grubu.

Mevzuat, deniz ve kıyı suları ile nehir ağızlarında gerçekleştirilen dip tarama faaliyetleri ile bu faaliyetler sonucunda ortaya çıkan tarama malzemelerinin standartlarını, bu malzemelerin boşaltılacağı deniz alanlarının kriterlerini, boşaltım yöntemlerini, bertaraf ve faydalı kullanım olanaklarını, alınması gereken izinleri, faaliyetin deniz çevresine olan etkilerinin izlenmesine ilişkin hususları ve idareye yapılacak olan raporlamayı kapsamaktadır.

Mevzuat kapsamında Marmara Denizi'nin boşaltım faaliyetlerinden en az düzeyde etkilenmesi amacıyla proje ile belirlenen 6 adet boşaltım alanı yayımlanmış ve bu alanlar dışında herhangi bir alana dip tarama malzemesinin boşaltımı yasaklanmıştır. Böylece, tarama faaliyetlerinden çıkan malzemenin Marmara Denizi üzerindeki etkisinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

Bazı alanların Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak tespit ve ilan edilmesine ilişkin Cumhurbaşkanlığı Kararı (Karar Sayısı: 4758) 05.11.2021 tarih ve 31650 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. 14.01.2020 tarih ve 31008 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliğinin genel esaslar başlığı altında "Dip tarama malzemesinin; özel çevre koruma bölgelerine, diğer koruma statüsü bulunan biyolojik çeşitliliğin zengin olduğu yaşam alanlarına, doğal, kentsel, tarihi ve arkeolojik sit alanlarına, dalışa yasak alanlara, taşınmaz kültür varlıklarının koruma alanlarına ve atıksu deşarj hatları ile boru hatlarının bulunduğu deniz alanlarına boşaltılması yasaktır." hükmü bulunmaktadır.

Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesinde 383 sayılı "Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname" doğrultusunda çalışmalar yürütülecek ve bölgenin koruma-kullanma esasları ve bölgenin yönetim modeli belirlenecektir. Bu süreçte bölgede yürütülecek iş ve işlemlerde geçiş dönemine ihtiyaç duyulmuş olup, Marmara Denizi'nde gerçekleştirilecek dip tarama malzemesinin boşaltım faaliyetleri için 22.01.2022 tarih ve 31727 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" ile Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planının da süresi de dikkate alınarak 30 Haziran 2024 tarihine kadar geçiş süreci tanımlanmıştır.

3.10 SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ

Kıyı bölgelerinin sunduğu imkânlar dolayısıyla özellikle kıyı alanlarında yoğunlaşan kentleşme, hızla artan endüstriyel faaliyetler sonucu kurulan sanayi tesisleri, kara ve denizde gerçekleştirilen turizm faaliyetleri ve iç bölgelerden yüzeysel sular vasıtasıyla gelen evsel, tarımsal ve benzeri kaynaklı kirlilik nedeniyle ülkemiz kıyıları

önemli çevre sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Müsilaj sorunun görüldüğü Marmara Denizi; Marmara ve Susurluk havzalarından gelen sularla beslenmekte, doğal olarak bu havzalarda bulunan noktasal ve yayılı kirletici faktörlerden etkilenmektedir.

Denizleri etkileyen ve doğrudan deşarjlarla, nehirler aracılığıyla, taşkın sularıyla ve atmosfer yoluyla taşınan bu kirleticilerin kontrol edilebilmesi amacıyla ülkemizin taraf olduğu Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri Kara Kökenli Kirleticiler Protokolleri doğrultusunda çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda ilk olarak 2004 yılında Kara Kökenli Kirleticilerden Kaynaklanan Kirliliğe İlişkin Ulusal Eylem Planı hazırlanmış; söz konusu Plan, 2017’de güncellenmiştir. Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri ve ekleri çerçevesinde Türkiye, diğer taraf ülkelerle birlikte, kara kökenli kirleticilerden kaynaklı kirliliği izlemek, değerlendirmek ve önlenmesine yönelik gerekli tedbirleri almaktan sorumludur.⁵³⁷ Bu sorumluluğu yerine getirmek için ortaya konulacak su kaynakları politikası ise Avrupa Birliği’nin su konusundaki temel mevzuatı olan 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) doğrultusunda oluşturulmaktadır.

Su Çerçeve Direktifi, su kaynaklarının ortak bir standarda göre, nicelik ve nitelik olarak korunmasını hedefleyen, bütüncül su kaynakları yönetimi ilkesini ön plana çıkaran, havza bazlı yönetim yaklaşımına sahip bir su politikasını ortaya çıkarmıştır. SÇD’nin temel yapısını bütüncül havza yönetimi oluşturmaktadır. Bütüncül havza yönetimi; farklı sektörlerden tüm kullanıcıların bir arada değerlendirilmesi, insani faaliyetlerin su kaynakları üzerinde kalite ve miktar açısından oluşturduğu baskılar ve bu baskıların meydana getirdiği etkilerin tespit edilmesi, su kaynaklarındaki kötüye gidişin engellenmesi ve hem miktar hem de kalite olarak iyi su durumunun korunmasına yönelik tedbirlerin alınması hususlarını kapsamaktadır. Direktif; yer üstü ve yer altı olmak üzere tüm kıta içi suları, geçiş sularını ve 1 deniz miline (1.852 m) kadar olan kıyı sularını içermektedir. Bu kapsamda “*Nehir havzalarına dayalı olarak bir su yönetimi yaklaşımının geliştirilmesi*” (SÇD md. 3) esas alınmaktadır. Direktif hedeflerine ulaşılması için ise “*Nehir Havza Yönetim Planlarının hazırlanması*” (SÇD Md. 30) araç olarak gösterilmektedir.⁵³⁸

SÇD, 1 deniz miline kadar olan kıyı sularını kapsarken, 2008/56/EC sayılı Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi ise tüm denizi kapsamaktadır. Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi ile deniz sularının, ekolojik olarak çeşitli, dinamik ve kullanım durumları ile birlikte

⁵³⁷ Denizlerimizin Kara Kökenli Kirleticilere Karşı Korunmasına Yönelik Ulusal Eylem Planının (UEP) Güncellenmesi Projesi (2016-2017), <https://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr/icerik/denizlerimizin-kara-kokenli-kirleticilere-karsi-korunmasina-yonelik-ulusal-eylem-planinin-uep>, Erişim Tarihi: 10.11.2021.

⁵³⁸ 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>, Erişim Tarihi: 14.11.2021.

sağlıklı, temiz, üretken, süregelen ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayacak şekilde sürdürülebilir kullanımlarının garanti edilebildiği “iyi çevresel durum”a ulaşmayı hedeflemektedir.⁵³⁹ Dolayısıyla ülkemiz denizlerindeki suların “iyi çevresel durumu”; hem Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri Kara Kökenli Kirleticiler Protokolleri hem de Su Çerçeve Direktifi hedefleri çerçevesinde birlikte ele alınmalıdır.

AB müktesebatının uyumu kapsamında yürürlüğe giren “Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği”⁵⁴⁰ ile SÇD ülkemiz mevzuatına aktarılmıştır. Yönetmelik ile nehir havzalarındaki su kaynaklarının ve canlı hayatının korunması, geliştirilmesi ve bozulmamasının sağlanması amacıyla su kaynakları için sürdürülebilir bir koruma-kullanma dengesi gözetilerek nehir havzası yönetim planlarının hazırlanması hususları düzenlenmiştir.⁵⁴¹

SÇD ile aynı zamanda “çevresel hedef” kavramı da mevzuatımıza yeni bir terminoloji olarak girmiş olup; bu kavram yönetilebilir bir su kütlesindeki sucul canlıların en yüksek derecede korunması için kimyasal ve ekolojik açıdan su kütlesinin ulaşabileceği en iyi su durumunu ifade etmektedir. Yer üstü suları için hedef olan “iyi su durumuna” ulaşmak için “iyi ekolojik durum ve iyi kimyasal durumun sağlanması” gerekmektedir. İyi su durumuna ulaşmak için ise her bir su kütlesi için “çevresel kalite standartlarının (ÇKS) belirlenmesi” gerekmektedir.

Çevresel kalite standardı, insan sağlığı ve çevreyi korumak için belli bir kirletici veya kirletici gruplarının su, sediman veya biyotada aşmaması gereken konsantrasyonları ifade etmektedir. Alıcı ortamlarda sağlanması gereken kalite durumunu ifade eden ÇKS ile boru sonu deşarjları için değil atıksuların deşarj edildiği su kaynaklarında deşarj sonrasında suda aşılması gereken öncelikli maddeler ve belirli kirleticilerin konsantrasyonları belirlenmektedir. Bunun için kaynak doküman olarak SÇD için Ortak Uygulama Stratejisi kapsamında 2011 yılında yayınlanan “Çevresel Kalite Standartlarının Belirlenmesine İlişkin Teknik Rehber Doküman” kullanılarak belirlenmesi gerekmektedir.⁵⁴²

Alıcı ortam olarak su kaynaklarında, ÇKS’lerin sağlanabilmesi için noktasal kirlilik kaynaklarının kontrolü çok önemlidir. Deşarj standartları, alıcı ortamlara boşaltılan atıksuların kalite özelliklerini kısıtlayan standartlardır. Teknoloji bazlı standartlar, alıcı ortam kalitesinden bağımsız olarak arıtma teknolojileri ve ekonomik koşullar gözetilerek

⁵³⁹ 2008/56/EC sayılı Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi,

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0056>, Erişim Tarihi:14.11.2021.

⁵⁴⁰ 07.10.2012 tarihli ve 28434 sayılı Resmî Gazete.

⁵⁴¹ 17.10.2012 tarihli ve 28444 sayılı Resmî Gazete.

⁵⁴² Su Yönetimi Genel Müdürlüğü - Çevresel Kalite Standartlarının Belirlenmesine İlişkin Teknik Rehber Doküman, 2011.

belirlenmektedir. Bu standartlar, daha düşük maliyetli ve kolay yönetilmektedir. Alıcı ortam bazlı standartlar ise çevresel hedefler, özümseme kapasitesi ve ÇKS'leri dikkate almakta ve tesis bazında belirlenmektedir.

Ülkemiz için 2011-2014 yılları arasında 250 adet belirli kirletici ve bu kirleticiler için tatlı ve tuzlu sulara ait ÇKS değerleri ortaya konulmuştur. Diğer taraftan, 2008/105/EC sayılı Çevresel Kalite Standartları Direktifi'nde yer alan 45 adet öncelikli maddeye ait ÇKS değerleri de mevcuttur.⁵⁴³ Bu kapsamda, ülkemize özgü belirli kirleticiler ile AB tarafından belirlenen öncelikli maddelere ilişkin ÇKS değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne aktarılmıştır.⁵⁴⁴

SÇD kapsamında su kaynaklarının korunması için belirlenecek olan tedbirler, "temel tedbirler" ve "tamamlayıcı tedbirler" olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Temel tedbirler; ulusal mevzuat, ulusal eylem planlarının ve bölgesel planlamaların gerekliliklerini içeren tedbirler olarak tanımlanmaktadır. Tamamlayıcı tedbirler ise temel tedbirlerin uygulanması sonucu çevresel hedeflere istenilen süre içerisinde ulaşılamaması durumunda belirlenecek ve mevzuatta yer almayan ilave tedbirlerdir. Hâlihazırda 8 nehir havzasında yürütülmüş çalışmalara göre, su kaynaklarının korunması için alınan temel tedbirler yetersiz kalmakta, su kaynaklarında çevresel hedeflere -iyi su kalite hedefine- ulaşılmakta güçlükler yaşanmaktadır.^{545,546} Deşarj standartlarının yer aldığı temel mevzuat olan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'nde üretim tiplerine göre gruplandırılmış sektörler için teknoloji bazlı-sektöre özgü deşarj standartlarını içeren tablolar bulunmaktadır. Bu standart değerler, ÇKS'leri dikkate almayan, konvansiyonel parametreler ve bazı metaller için deşarj standartlarıdır. Tehlikeli maddeler (mikrokirletici özellikteki belirli kirleticiler ve öncelikli maddeler) için deşarj standartları getirilmemiştir.⁵⁴⁷

Atıksu deşarjı ile ilgili bir diğer mevzuat olan Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ile kanalizasyon sistemlerine boşaltılan kentsel ve biyobozunur endüstriyel atıksuların (gıda vb. sektörlerden kaynaklanan) toplanması, artırılması, deşarjı ve izlenmesi ile ilgili hususlar ile kentsel atıksu arıtma tesislerinden ikincil ve ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri belirlenmiştir. Bu çerçevede; sadece BOİ, KOİ, toplam askıda katı madde, toplam fosfor ve

⁵⁴³ 2008/105/EC sayılı Çevresel Kalite Standartları Direktifi.

⁵⁴⁴ 10.08.2016 tarihli ve 29797 sayılı Resmî Gazete.

⁵⁴⁵ 26 Aralık 2019 tarihli Ergene Nehrinde Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/2019-17-sayili-koi-genelgesi-20191230084555.pdf> Erişim Tarihi:14.12.2021.

⁵⁴⁶ 22 Haziran 2021 tarihli Marmara Deniz Havzası Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/2021-13-sayili-genelge-22-06-2021-1172378-20210623132535.pdf>, Erişim Tarihi:14.12.2021.

⁵⁴⁷ 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete.

toplam azot açısından deşarj limitleri belirlenmiştir. Bu yönetmelikteki standartlar, özümleme kapasitesini dikkate almayan, teknoloji bazlı limitlerdir.⁵⁴⁸

Başta müsilağ problemi yaşanan Marmara Denizi Havzası olmak üzere ülkemizde tüm havzalar için kentsel ve endüstriyel atıksu deşarjları için alıcı ortam bazlı deşarj limitleri belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, su kaynaklarının özümleme kapasitesini de dikkate alacak şekilde, mevcut deşarj parametrelerinin ve standartlarının gözden geçirilmesi, hâlihazırda deşarj standardı bulunmayan öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler için deşarj standartlarının belirlenmesi, öncelikle ÇKS değeri aşıl原因 öncelikli madde ve belirli kirleticiler olmak üzere ülkemizde su kaynaklarında tespit edilen tehlikeli maddeler için alıcı ortam bazlı deşarj limitlerinin mevcut çalışmalar doğrultusunda belirli bir program dâhilinde geliştirilerek uygulamaya alınması ve kontrol/denetim mekanizmasının güçlendirilmesi öncelik arz etmektedir.

Bu kapsamda, Marmara Denizi'ne suları ulaşan havzalardan biri olan Susurluk Havzası için nehir havza yönetim planı hazırlanmış, 2019 yılında onaylanmış ve yürürlüğe girmiştir. Marmara Denizi'ni etkileyen bir diğer havza olan Marmara Havzası için nehir havza yönetim planı hazırlanması çalışmaları ise 2021 yılı Eylül ayında başlatılmış olup, 2025 yılı Mart ayında tamamlanması hedeflenmektedir.

Nehir Havza Yönetim Planları kapsamında tüm su kütlelerinin iyi duruma erişmesi ve iyi durumda olanların da korunması amacıyla;

1. Kentsel Atıksu Yönetimi (kanalizasyon altyapısının inşası, atıksu arıtma tesislerinin iyileştirilmesi, uygun arıtma ile atıksu arıtma tesislerinin inşası, ikincil arıtma ile atıksu arıtma tesisinin inşası, azot ve fosfor giderimi ile atıksu arıtma tesisinin inşası),

2. Endüstriyel Atıksu Yönetimi (organize sanayi bölgesinde sanayi atıksu arıtma tesisi inşası, zeytinyağı fabrikalarının 3 fazlı sistemden 2 fazlı sisteme geçirilmesi, atıksu arıtma tesislerinin iyileştirilmesi, sofr zeytini ve zeytinyağı üretimi faaliyetlerinden kaynaklanan sıvı ve katı atıklar için gazlaştırma tesisi inşa edilmesi, akaryakıt istasyonlarında yağ tutucu ünitesi kurulması),

3. Katı Atık Yönetimi (düzenli katı atık depolama sahasının inşası, düzensiz katı atık depolama sahaslarının kapatılması ve katı atık transfer istasyonunun inşası, düzensiz katı atık depolama sahaslarının kapatılması, entegre katı atık yönetim tesisi kurulması),

4. Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yönetimi ve Kontrolü (hayvan çiftliği/tesislerinde hayvansal gübre depolarının inşası, sularda tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan nitrat kirliliğinin önlenmesine yönelik iyi tarım uygulamaları kodu tebliğinin uygulanması, su

⁵⁴⁸ 08.01.2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete.

kütlesinin kesiştiği hat boyunca su kütlelerinde yeşil tampon şeritlerinin oluşturulması, eğimi % 20'yi geçen sulanmış arazilerde teraslama yapılması, tarım alanlarında ürün rotasyonu yapılması),

5. Maden sanayii atıksuları için atıksu arıtma tesisinin inşası; maden sahalarında geçirimsiz atık barajlarının inşası, geçirimsizliğinin sağlanması ve kuşaklama kanallarının oluşturulması; terkedilmiş veya hâlihazırda işletilmeyen maden sahalarının rehabilitasyonu,

6. Çevresel akış rejiminin uygulanması,

7. Habitat ve türlerin korunması,

8. Jeotermal enerji tesislerinde kullanılan jeotermal suyun alındığı oluşuma reenjeksiyonu,

9. Alıcı ortam esaslı deşarj standartlarının belirlenmesi,

gibi farklı alanlarda tedbirler belirlenmektedir.⁵⁴⁹

3.10.1 Nehir Havza Yönetim Planlama Çalışmaları

Ülkemizde yer alan su kaynaklarının havza ölçekli yönetimi, etkin ve verimli bir şekilde korunması, geliştirilmesi ve kullanılması maksadıyla havza ölçekli yönetim planları hazırlanmaktadır. Yerüstü suları ve yeraltı sularının bütüncül bir yaklaşımla miktar ve kalite açısından korunması ve havza yönetim planlarının hazırlanması maksadıyla “Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği” 17 Ekim 2012 tarih ve 28444 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Su kaynaklarımız üzerindeki baskı ve etkilerin belirlenmesi, çevresel altyapı tesislerinin mevcut durumunun ortaya konulması, su kaynaklarının havza ölçeğinde korunması ve kirlenmesinin önlenmesi için kısa, orta ve uzun vadede alınması gereken tedbirlerin planlanması maksadıyla ülkemizde yer alan 25 havza için Havza Koruma Eylem Planları (HKEP) 2013 yılında tamamlanmıştır. Bu süreç içerisinde Marmara Denizi etrafında yer alan Marmara Havzası ve Susurluk Havzası için havza koruma eylem planları da 2010 yılında hazırlanmıştır.

Havza Yönetimi konusunda bütünlüğün sağlanması, birden fazla strateji belgesinde aynı konu ile ilgili hususların tekrarından kaçınılması ve hazırlanan strateji belgelerinin uygulanmasının kolaylaştırılması maksadıyla hazırlanan Ulusal Havza Yönetimi Stratejisi Belgesi, Yüksek Planlama Kurulu’nun 13 Haziran 2014 tarihli ve 2014/11 sayılı kararı ile

⁵⁴⁹ “3 Nehir Havza Bölgesindeki Önemli Su Yön Etimi Konuları: Çevresel Etkiler ve Bu Etkilerin Ele Alınması” - Akarçay Nehir Havza Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2021, s. 561.

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/Akar%C3%A7ay%20NHYP.pdf> Erişim Tarihi: 08.12.2021.

kabul edilmiş ve 4/7/2014 tarihli ve 29050 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. HKEP’lerde yer alan İş Takvimleri Ulusal Havza Yönetimi Stratejisi Belgesinin resmi eki olarak kabul edilmiştir. Bahse konu İş Takvimlerinin uygulanması ve ülkemizin AB üyelik süreci çerçevesinde yapılan Nehir Havza Yönetim Planlarının hazırlanması çalışmalarına katkı sağlamak üzere 2013 yılından bu yana her havza için teşkil edilen Havza Yönetim Heyetleri⁵⁵⁰ ve her ilde İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulları⁵⁵¹ tarafından takip edilmektedir.

Söz konusu planların, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ile uyumlu Nehir Havza Yönetim Planlarına dönüştürülmesi çalışmalarına 2014 yılında başlanmış olup, 25 havza için Nehir Havza Yönetim Planları tamamlanacak ve 6 yılda bir güncellenecektir. Susurluk Havzası’nda yer alan yer üstü ve yer altı sularının iyi su duruma erişmesine yönelik olarak “Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havza Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi AB Teknik Yardım Projesi (2014-2018)” kapsamında “Susurluk Nehir Havzası Yönetim Planı” hazırlanmış olup mezkûr yönetim planı, 2019 yılında gerçekleştirilen Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu toplantısında onaylanarak yürürlüğe konulmuştur.⁵⁵²

Marmara Nehir Havza Yönetim Planının hazırlanması çalışmaları ise 13 Eylül 2021 tarihinde başlayan ve 42 ay sürecek olan “6 Havzada Nehir Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması Avrupa Birliği Teknik Yardım Projesi” kapsamında gerçekleştirilecektir.⁵⁵³

Susurluk Havzası’nda yer alan ve Marmara Denizi’ne dökülen su kütlelerinde su kalitesi izleme çalışmaları ve debi verileri dikkate alınarak, müsilaç oluşumu için önem arz eden Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Azot (TN) ve Toplam Fosfor (TP) parametreleri açısından ortalama kirlilik yükleri hesaplanmıştır (Tablo 63). Kirlilik yükü hesabı yapılırken yıl içerisindeki yıllık ortalama kirletici konsantrasyonları dikkate alınmış ve kirletici konsantrasyonları ilgili su kütlesindeki debi verisi ile çarpılarak kirlilik yükü hesaplanmıştır. Mevsimsel izleme sonuçları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde, Susurluk Havzası’ndan Marmara Denizi’ne dökülen Kocasu Geçiş Suyunun KOİ parametresi açısından II. Sınıf, TN ve TP parametreleri açısından ise I. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.⁵⁵⁴ İlâveten söz konusu su kütlesi kaynaklı

⁵⁵⁰ 18.06.2013 tarihli ve 28681 sayılı Resmî Gazete.

⁵⁵¹ 20.05.2015 tarihli ve 29361 sayılı Resmî Gazete.

⁵⁵² <https://www.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?OgeId=685&Liste=Duyuru>
Erişim Tarihi: 14.12.2021.

⁵⁵³ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/883/6-Havzada-Nehir-Havza-Yonetim-Planlarinin-Hazirlanmasi-Avrupa-Birligi-Teknik-Yardim-Projesinin-Baslangic-Toplantisi-Gerceklestirildi>
Erişim Tarihi: 10.11.2021.

⁵⁵⁴ Su Kalite sınıfları ve su kütlelerinin durumuna ilişkin kalite ifadeleri 30.11.2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete’de yer alan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” doğrultusunda değerlendirilmiştir.

kirlilik yükü KOİ parametresi açısından 347.587,2 kg/gün, TN parametresi açısından 5.793,12 kg/gün, TP parametresi açısından ise 115,86 kg/gün olarak hesaplanmıştır.

Tablo 63. Susurluk Havzası'ndan Kaynaklanan ve Marmara Denizi'ne Dökülen Kirlilik Yükleri

Ortalama Debi (m ³ /s)	KOİ (mg/L)	KOİ (kg/gün)	TN (mg/L)	TN (kg/gün)	TP (mg/L)	TP (kg/gün)
134,1	30	347.587,2	0,5	5.793,12	0,01	115,86

Kaynak: SUGİGS001 Kodlu İzleme Noktası Verisi, DSİ 2021.

Susurluk Nehir Havzası Yönetim Planı ile tüm su kütlelerinin iyi su durumuna ulaşması ve iyi veya çok iyi durumda olan su kütlelerinde ise durumunun korunması ve bozulmanın önlenmesi amacıyla toplamda 1.283 tedbir belirlenmiştir. Bu tedbirler kentsel ve sanayi atıksu ve katı atık yönetimini, yayılı kaynaklı kirliliğin kontrolünü ve su verimliliğini kapsamakta olup, tedbirlerin maliyeti, uygulama zamanı ve kimin tarafından uygulanacağı tedbirler programında verilmektedir. Söz konu tedbirlerin toplam yatırım maliyeti 2,23 milyar TL olup, yıllık işletme bakım maliyeti 108 milyon TL'dir. Yönetim Planı kapsamında belirlenen tedbirler alındığında Susurluk Havzası'nda tüm su kütlelerinde 2030 yılında iyi su durumuna erişilmesi planlanmaktadır.⁵⁵⁵

Susurluk Havzası kaynaklı Marmara Denizi'ne ulaşan kirliliğin kontrolü amacıyla alınması gereken tedbirler de yine Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı kapsamında belirlenmiş olup uygulamaya konulmuştur. Hem noktasal hem de yayılı kaynaklı baskı unsurlarına yönelik belirlenen söz konusu tedbirlere ilişkin özet Tablo 64'te sunulmaktadır.

Tablo 64. Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı Kapsamında Belirlenen Tedbirlere İlişkin Özet Bilgi

Tedbir Kapsamı	Tedbir Türü	Tedbir Sayısı	Yatırım Maliyeti (TL)	İşletme-Bakım Maliyeti (TL)
Arıtma Çamuru	Temel	26	63.779.337	9.909.842
Balık Geçidi	Tamamlayıcı	17	13.277.000	1.039.903
Çevresel Akış	Tamamlayıcı	12	3.408.000	340.800
Endüstriyel	Temel	41	70.230.971	7.160.380
	Tamamlayıcı	102	12.910.532	1.438.008
Erozyon ve Çölleşme	Tamamlayıcı	122	15.042.244	0
Etkin Su Kullanımı	Temel	2	97.800.000	0
	Tamamlayıcı	2	3.463.300	159.200
Habitat ve Türlerin Korunması	Temel	14	169.651	8.483
İçme Suyu	Temel	8	1.159.645	57.982
İdari	Temel	147	225.970.211	10.685.456

⁵⁵⁵ Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 167.

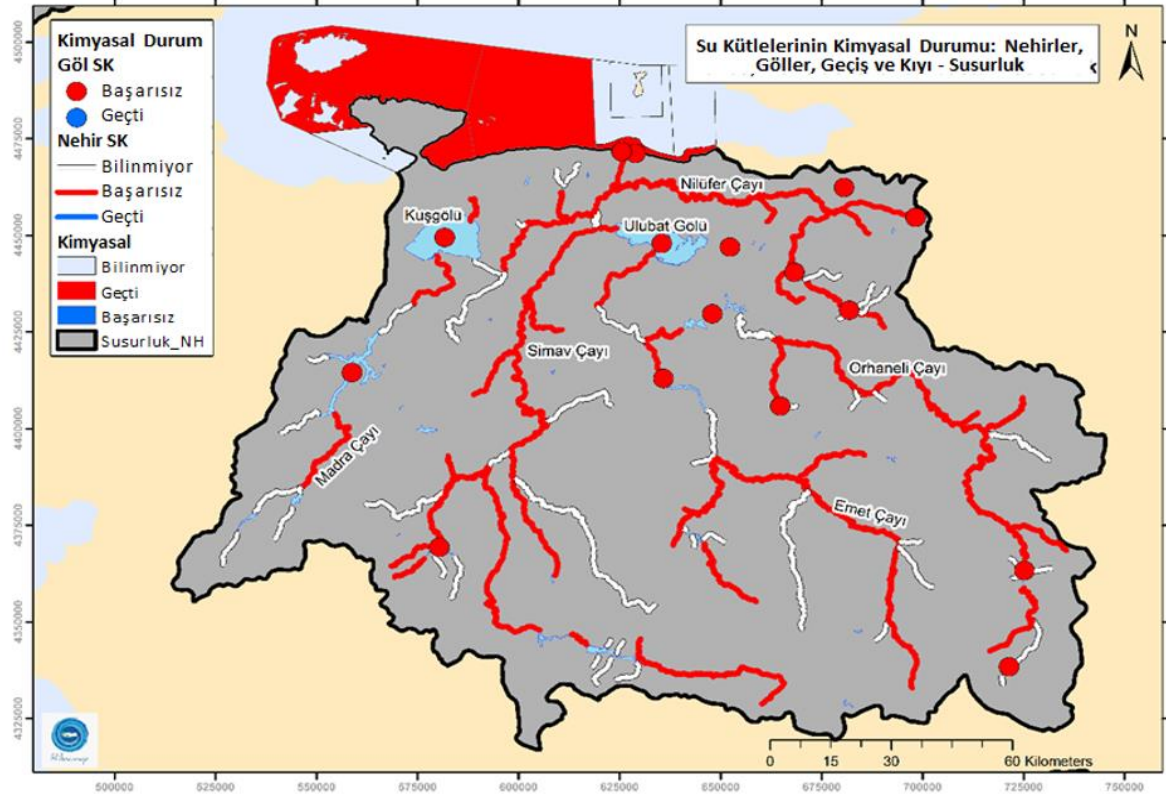
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/SUSURLUK%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf>, Erişim Tarihi: 10.11.2021.

	Tamamlayıcı	85	5.041.000	88.750
İyi Tarım Uygulamaları	Temel	446	318.588.075	14.799.860
	Tamamlayıcı	33	2.704.900	450.817
Jeotermal	Temel	12	215.508.281	15.085.580
Katı Atık Depolama	Temel	17	12.969.598	7.221.098
Kentsel Deşarjlar	Temel	134	420.278.736	29.908.188
	Tamamlayıcı	2	20.729.374	1.036.469
Kıyı Şeridi Restorasyonu	Tamamlayıcı	41	337.655.291	4.051.871
Madencilik	Temel	22	392.300.846	4.707.611
Genel Toplam		1.283	2.232.986.994	108.150.296

Kaynak: Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 167.

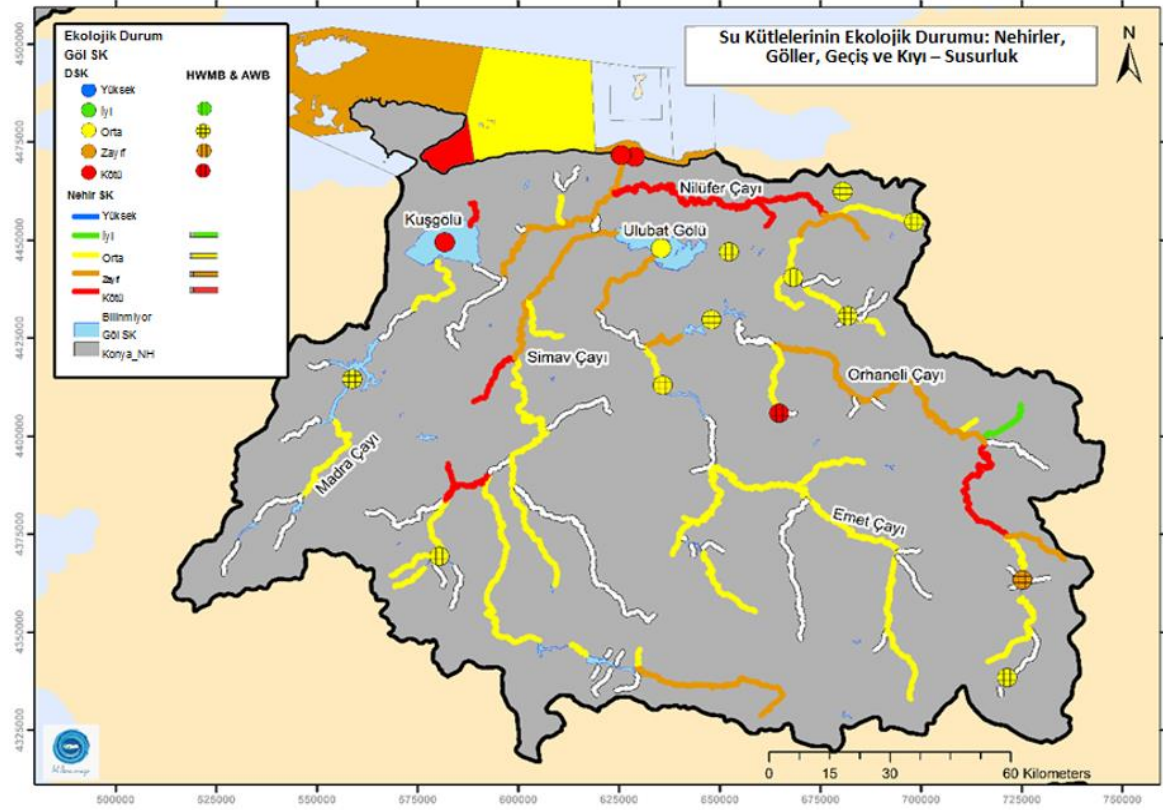
Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı kapsamında modelleme çalışmaları ile havzanın mevcut durumu ortaya konularak, tedbirlerin etkisinin ileriye dönük değerlendirilmesi de gerçekleştirilmiştir. 118 yer üstü suyu izleme noktası ve 48 noktada gerçekleştirilen yer altı suyu izleme çalışmaları sonucu yapılan tespitler doğrultusunda 76 adet yerüstü su kütlesinin iyi su durumunda olmadığı (Şekil 91), 15 adet yeraltı suyu kütlesinin kalite açısından zayıf durumda olduğu belirlenmiştir (Şekil 92).

Şekil 91. Susurluk Havzası Yerüstü Su Kütleleri Kimyasal Durum Haritası



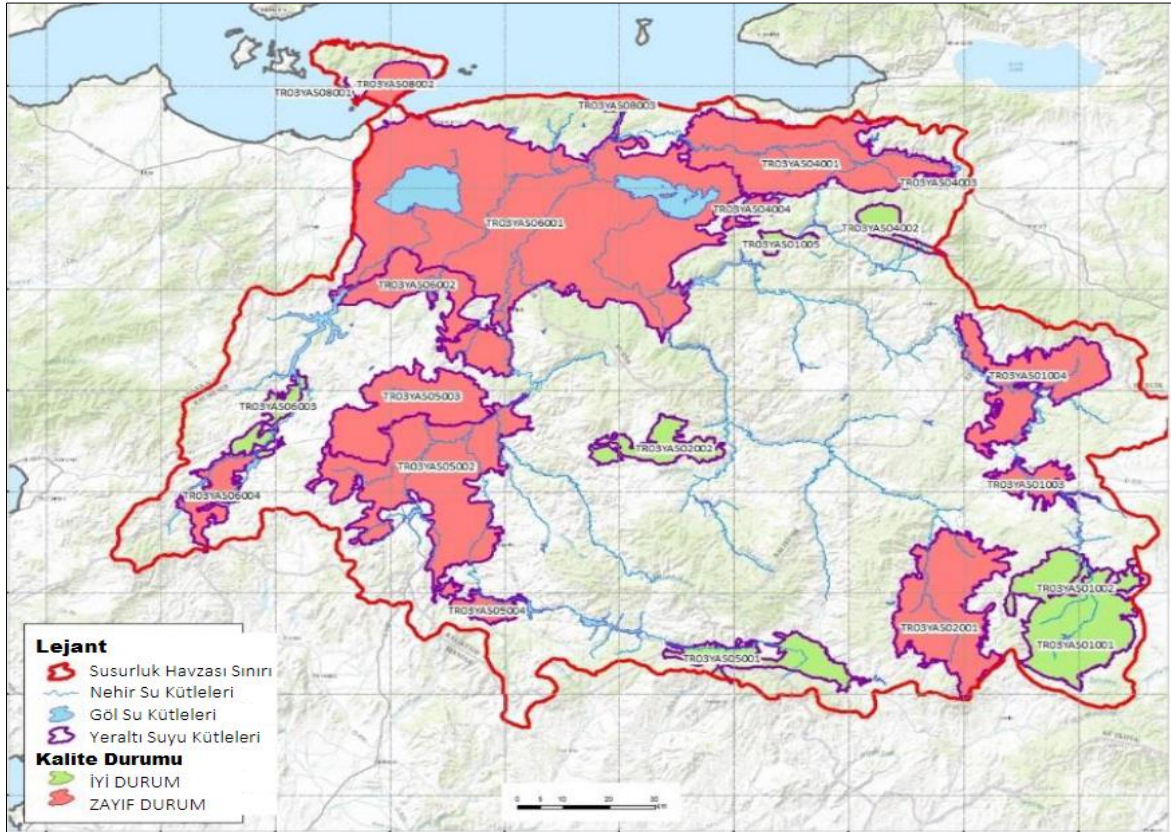
Kaynak: Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 78.

Şekil 92. Susurluk Havzası Yerüstü Su Kütleleri Ekolojik Durum Haritası



Kaynak: Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 79.

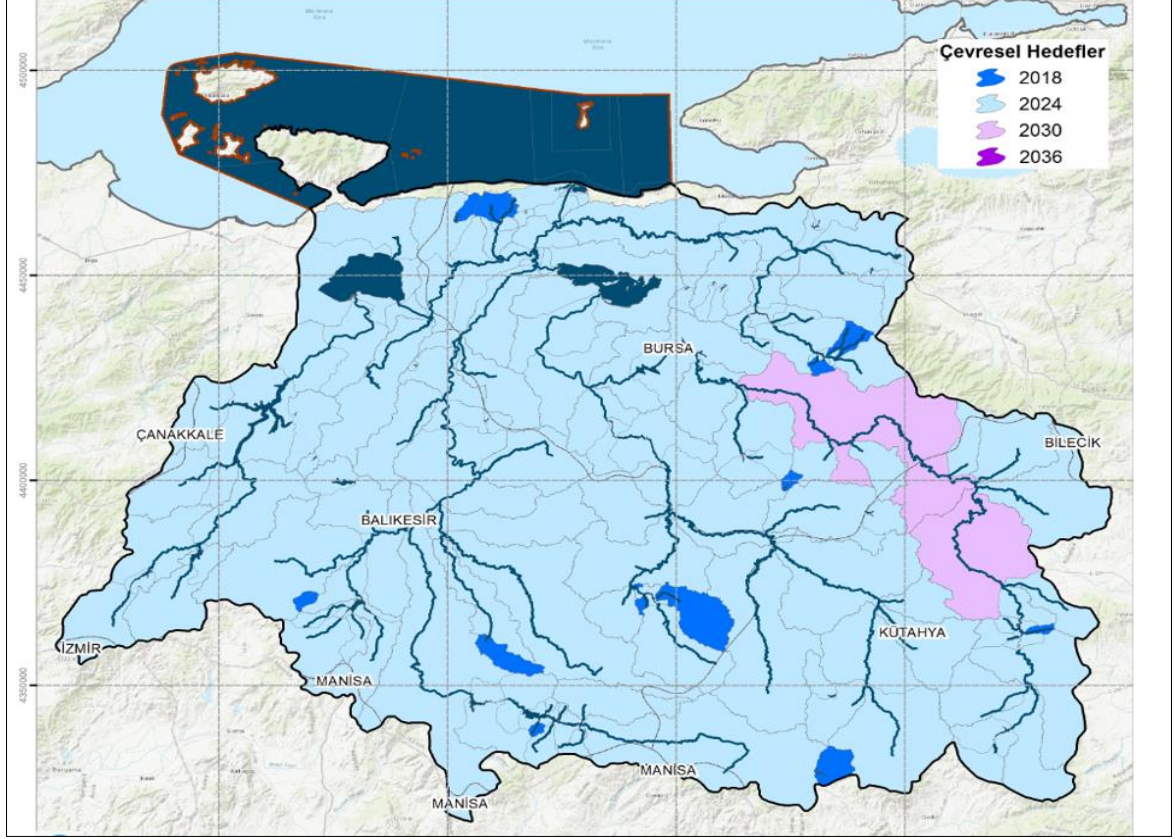
Şekil 93. Susurluk Havzası Yeraltı Suyu Kütleleri Kalite Değerlendirme Haritası



Kaynak: Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 92.

Yapılan modelleme çalışmaları neticesinde tüm temel tedbirler alındığında 5 su kütlesinde iyi su durumuna erişilmediği tespit edilmiştir. Modelleme kapsamında gerçekleştirilen maliyet-etkinlik analizi neticesinde belirlenen ilave tedbirlerin uygulanması ile Susurluk Nehir Havzası'nda 2030 yılında tüm su kütlelerinde iyi su durumuna erişilmesi planlanmaktadır (Şekil 93, 94 ve 95).⁵⁵⁶

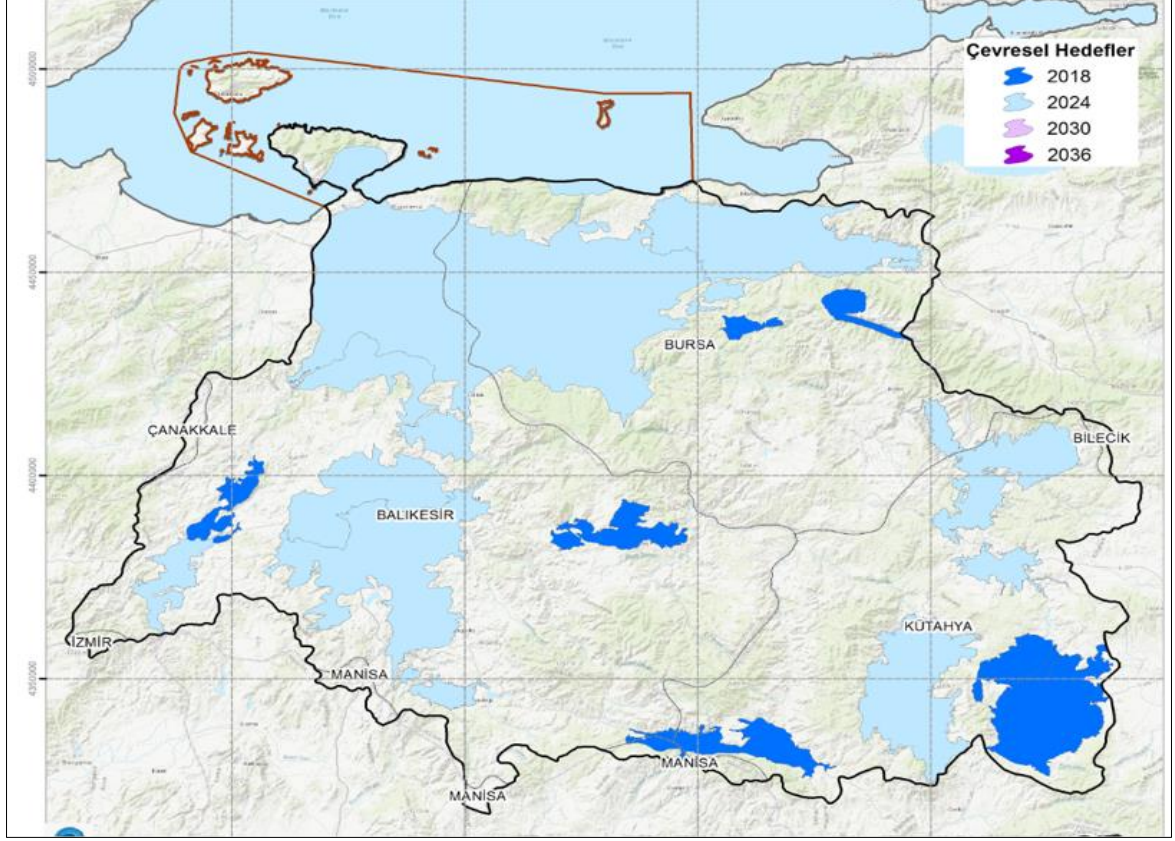
Şekil 94. Çevresel Hedeflere Ulaşmaya İlişkin Zaman Çizelgesi - Yerüstü Suyu Kütleleri



Kaynak: Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 146.

⁵⁵⁶ Susurluk Nehir Havzası Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019, s.97.

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/SUSURLUK%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf>, Erişim Tarihi: 08.12.2021.

Şekil 95. Çevresel Hedeflere Ulaşmaya İlişkin Zaman Çizelgesi - Yeraltı Suyu Kütelleri

Kaynak: Susurluk Nehir Havza Yönetim Planı, 2021, s. 146.

3.10.2 Kullanılmış Suların Yeniden Değerlendirilmesi Projesi

Su kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi açısından; kullanılmış suların yalnızca arıtıldıktan sonra bertaraf edilmesi gereken atıklar olarak değil, değerli kaynaklar olarak ele alınması gerekmektedir. Kentsel atıksu ile tarımdan dönen kullanılmış suların yeniden kullanılabilmesi amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce bütün Türkiye'de "Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi" 2019 yılında tamamlanmıştır. Proje çıktısı olarak "Türkiye'de Kullanılmış Suların Yeniden Kullanımına İlişkin Rehber Doküman" yayınlanmış, ülkemizde kullanılmış suların yeniden kullanımı ön fizibilite çalışması yapılmış, Malatya Atıksu Arıtma Tesisi, Ankara Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi ve Yalova Atıksu Arıtma Tesisi için Uygulama Projesi gerçekleştirilmiş ve seminer, çalıştay ve farkındalık artırma çalışmaları düzenlenmiştir. Böylece noktasal ve yayılı kaynaklardan hem atıksu gelmeyerek kirlilik önlenmiş olacak hem de kullanılmış sular tekrar kullanılarak su kaynaklarının miktarı korunmuş olacaktır.⁵⁵⁷

⁵⁵⁷ <https://kullanilmissu.tarimorman.gov.tr/proje/projenin-kapsami>, Erişim Tarihi: 12.11.2021.

25 havza için proje kapsamında hazırlanan ön fizibilite raporlarında sunulan planlama çalışmalarına göre; Türkiye'nin arıtma tesislerinden ve tarımsal sulamadan kaynaklanan toplam yeniden kullanılabilir 5,2 milyar m³/yıl suyun yeniden kullanılması ile 336.000 ha tarım alanı ve 31 milyon m² peyzaj alanının sulanabileceği, sanayiye 314 milyon m³/yıl su sağlanabileceği, 1,4 milyar m³ suyun çevresel kullanıma verilebileceği, 55 milyon m³ su ile yeraltı su kaynaklarının beslenebileceği, kurak dönemde 2,4 milyon m³ suyun içme suyu barajlarına iletiminin mümkün olabileceği ve söz konusu uygulamalar için yılda 827 milyon m³ suyun da depolanması gerekeceği tespit edilmiştir.⁵⁵⁸

3.10.2.1 Marmara Havzası'nda Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri

Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Suları:

Marmara Havzası sınırlarında 2.000 m³/gün ve üzerinde kapasiteye sahip 65 adet evsel atıksu arıtma tesisi belirlenmiştir. Buna göre Balıkesir'de 1 adet, Bursa'da 6 adet, Çanakkale'de 6 adet, Edirne'de 3 adet, İstanbul'da 27 adet, Kocaeli'de 9 adet, Tekirdağ'da 8 adet, Yalova'da 5 adet 2.000 m³/gün üzerinde atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. 65 atıksu arıtma tesisinden 57'si işletmede, 2'si inşa, 2'si planlama ve 2'si proje aşamasında olup 2 tesis atıl durumdadır.

Marmara Havzası'nda arıtılmış kullanılmış su miktarının 7.443.419 m³/gün olduğu belirlenmiş olup, bu da 2.716.847.935 m³/yıl'a denk düşmektedir. Yapılan değerlendirmeler proje debileri toplamı 3.399.177 m³/gün olan 13 atıksu arıtma tesisinin çıkış sularının herhangi bir yeniden kullanım uygulamasında değerlendirilmesinin mümkün olmadığını göstermiştir. Bu sebeple havzada yeniden kullanılabilir arıtılmış kullanılmış su miktarı 4.044.242 m³/gün olarak belirlenmiş, bunun da 1.476.148.330 m³/yıl olduğu hesaplanmıştır. Arıtılmış atıksu potansiyeli her ne kadar çalışmalar ile ortaya konsa da, pratikte birtakım zorluklar nedeniyle belirli oranda yeniden kullanım mümkün olabilmektedir. Özellikle sanayide kullanımda; endüstriyel proseslerin belirli kalitede su gereksinimi ve hassas endüstrilerde bu kalitenin sağlanıp sağlanamaması gibi çekinceler arıtılmış atıksuların kısıtlı kullanımına neden olmaktadır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda havzada arıtılan kullanılmış suların 257.076.329 m³/yıl kadarının tarımsal sulamada, 12.242.700 m³/yıl kadarının peyzaj

⁵⁵⁸ <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/707/Kullanilmis-Sularin-Yeniden-Kullanim-Alternatifleri-Havza-Bazinda-Belirlendi>, Erişim Tarihi: 12.11.2021.

sulamada, 203.280.855 m³/yıl kadarının sanayide, 730.000 m³/yıl kadarının ise yeraltı suyu beslemesinde değerlendirilmesi önerilmiştir.⁵⁵⁹

AAT'lerin mevcut bilgileri, proje neticesinde belirlenen geri kazanım alternatifleri ve uygulamaların hayata geçirilmesiyle elde edilecek kazanımlar Tablo 65'de verilmektedir.

Tablo 65. Marmara Havzası AAT Çıkış Sularının Yeniden Kullanım Alternatifleri

No	Tesis Adı Şehir DSİ Bölge	Proje Debisi (m ³ /gün)	İşletme Durumu - Proses	Deşarj Noktası	Yeniden Kullanım Alternatifleri	Kazanımlar
1	Gönen AAT Balıkesir 25. Bölge	14.679	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Gönen Çayı	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 425 ha tarım alanının sulanması ve YAS'tan yılda 3.468.960 m ³ daha az su çekilmesi
2	Mudanya AAT Bursa 1. Bölge	21.850	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulaması	1) Zeytinlik sulamasında kullanılarak zeytin üretim verimini artırmak ve YAS üzerindeki baskının azaltılması, 2) YAS'tan yılda 126.000 m ³ daha az su çekilmesi
3	Orhangazi AAT Bursa 1. Bölge	19.195	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Karsak Deresi	Tarımsal Sulama	İznik Gölü su bütçesinin ve kalitesinin korunması
4	Gemlik AAT Bursa 1. Bölge	18.850	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Sanayide Kullanım	İznik Gölü su bütçesinin korunması
5	İznik AAT Bursa 1. Bölge	8.800	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	İznik Gölü	Tarımsal Sulama	Tarımsal sulama suyu kaynağı olarak kullanılan İznik Gölü üzerindeki baskının azaltılması
6	Küçük Kumla AAT Bursa 1. Bölge	5.350	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Tarımsal sulamada kullanılarak YAS ve Küçük Kumla Göleti suyunun yerine kullanılması
7	Kurşunlu AAT Bursa 1. Bölge	4.725	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Sanayide Kullanım	İznik Gölü su bütçesinin korunması
8	Çanakkale AAT Çanakkale 25. Bölge	21.750	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Sarıçay Deresi	Tarımsal Sulama	Çanakkale Ovası Sağ Sahil sulamasının su ihtiyacının kaşınarak İçme suyu barajı üzerindeki su baskısının azaltılması
9	Biga AAT Çanakkale 25. Bölge	13.972	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Biga Çayı	Tarımsal Sulama	Sulama kaynağı olarak kullanılan YAS üzerindeki baskının azalması
10	Gelibolu AAT Çanakkale 25. Bölge	12.500	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Künk Boğazı Deresi	Tarımsal Sulama	Sulama kaynağı olarak kullanılan YAS üzerindeki baskının azalması
11	Çan AAT Çanakkale 25. Bölge	9.325	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Kocabaş Çayı	1) Tarımsal Sulama, 2) Sanayide Kullanım	1) Sulama kaynağı olarak kullanılan YAS üzerindeki baskının azalması 2) YAS üzerindeki baskının azalması
12	Kepez AAT Çanakkale 25. Bölge	8.000	İşletme Biyolojik Arıtma	Kepez Çayı	Tarımsal Sulama	Yeni sulama alanlarının düzenli sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
13	Lapseki AAT Çanakkale 25. Bölge	5.326	İnşa Biyolojik Arıtma	Saroz Körfezi	Tarımsal Sulama	Yeni sulama alanlarının düzenli sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
14	Enez AAT	8.116	İşletme	Platin	Tarımsal	Yeni sulama alanlarının düzenli

⁵⁵⁹ Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Marmara Ön Fizibilite Raporu, 2019, s.51, https://kullanilmisu.tarimorman.gov.tr/files/dokumanlar/188/marmara-havzasi-tep-cilt-6_490.pdf, Erişim Tarihi: 20.11.2021.

	Edirne 11.Bölge		Biyolojik Arıtma	Deresi	Sulama	sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
15	Yayla AAT Edirne 11.Bölge	5.025	İşletme Fizikokimyasal Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Yeni sulama alanlarının düzenli sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
16	Erikli AAT Edirne 11.Bölge	4.000	İşletme Biyolojik Arıtma	Saros Körfezi	Tarımsal Sulama	Yeni sulama alanlarının düzenli sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
17	Kadıköy AAT İstanbul 14.Bölge	833.000	İşletme Fiziksel Arıtma	Marmara Denizi	Peyzaj Sulaması	YAS'tan yılda 522.000 m ³ daha az su çekilmesi
18	Tuzla AAT İstanbul 14.Bölge	650.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	-	-
19	Küçüksu AAT İstanbul 14.Bölge	640.000	İşletme Fiziksel Arıtma	Marmara Denizi	-	-
20	Ataköy AAT İstanbul 14.Bölge	640.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Ayamama Deresi	1) Peyzaj Sulaması, 2) Sanayide Kullanım, 3) YAS Besleme	1) Şebeke suyundan 7.659.000 m ³ daha az su kullanılması, 2) Şebeke suyundan 7.659.000 m ³ daha az su kullanılması, 3) YAS bütçesinde açığın kapatılması
21	Baltalımanlı AAT İstanbul 14.Bölge	600.000	İşletme Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	-	-
22	Paşabahçe AAT İstanbul 14.Bölge	575.000	İşletme Fiziksel Arıtma	Marmara Denizi	-	-
23	Yenikapı AAT İstanbul 14.Bölge	450.000	İşletme Fiziksel-Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Peyzaj Sulaması	Şebeke suyundan 234.000 m ³ /yıl daha az su çekilmesi
24	Silahtarağa AAT İstanbul 14.Bölge	435.000	Proje İleri Biyolojik Arıtma	*	Peyzaj Sulaması	YAS'tan yılda 1.206.000 m ³ daha az su çekilmesi
25	Ambarlı AAT İstanbul 14.Bölge	400.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Harami Dere	Sanayide Kullanım	Şebeke suyundan ve YAS'dan 20.890.000 m ³ daha az su kullanılması
26	Küçükçekmece AAT İstanbul 14.Bölge	354.000	İşletme Fiziksel Arıtma	Marmara Denizi	-	-
27	Paşaköy AAT İstanbul 14.Bölge	200.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Riva Deresi	-	-
28	Büyükçekmece Ön AAT İstanbul 14.Bölge	155.120	İşletme Fiziksel Arıtma	Marmara Denizi	-	-
29	Büyükçekmece AAT İstanbul 14.Bölge	132.155	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Yeni sulama alanlarının düzenli sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
30	Üsküdar AAT İstanbul 14.Bölge	77.760	İşletme Fiziksel Arıtma	Marmara Denizi	-	-
31	Silivri AAT İstanbul 14.Bölge	73.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Yeni sulama alanlarının düzenli sulamaya geçilmesi ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
32	Selimpaşa AAT İstanbul 14.Bölge	70.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Peyzaj Sulaması	YAS'tan yılda 104.400 m ³ daha az su çekilmesi
33	Çanta AAT İstanbul 14.Bölge	52.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Sulama alanlarının sulanarak YAS üzerindeki baskının azaltılması
34	Kumbaba AAT İstanbul 14.Bölge	46.000	İşletme Fiziksel Arıtma	Karadeniz	-	-
35	Sarıyer AAT İstanbul 14.Bölge	30.000	Proje İleri Biyolojik Arıtma	*	Peyzaj Sulaması	YAS'tan yılda 243.000 m ³ daha az su çekilmesi
36	Ağva AAT İstanbul 14.Bölge	8.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Göksu Deresi	Peyzaj Sulaması	Belediyenin su kaynaklarının üzerindeki baskının azaltılması

37	Zekeriyaköy AAT İstanbul 14.Bölge	4.000	İşletme Biyolojik Aritma	Kilyos Deresi	Peyzaj Sulaması	YAS'tan yılda 450.000 m ³ daha az su çekilmesi
38	Adalar AAT İstanbul 14.Bölge	3.450	Planlama Biyolojik Aritma	Marmara Denizi	-	-
39	Gümüşyaka AAT İstanbul 14.Bölge	2.550	İşletme Biyolojik Aritma	Gümüşyaka Deresi	-	-
40	Karaburun AAT İstanbul 14.Bölge	2.000	İşletme Biyolojik Aritma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Sulama alanlarının sulanarak YAS üzerindeki baskının azaltılması
41	Değirmenköy AAT İstanbul 14.Bölge	2.000	İşletme Biyolojik Aritma	Bağlar Deresi	Tarımsal Sulama	Sulama alanlarının sulanarak YAS üzerindeki baskının azaltılması
42	Hüseyinli AAT İstanbul 14.Bölge	2.000	Atıl Biyolojik Aritma	Riva Deresi	Tarımsal Sulama	Cumhuriyet Göleti su bütçesine katkı sağlanması
43	Reşadiye AAT İstanbul 14.Bölge	2.000	İşletme Biyolojik Aritma	Ütük Deresi	-	-
44	Kullar AAT Kocaeli 1.Bölge	166.450	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Çuhane Deresi	Tarımsal Sulama	Sulama kaynağı olarak kullanılan YÜS'ün kullanılmaması
45	Gebze AAT Kocaeli 1.Bölge	144.000	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Umur Deresi	Peyzaj Sulaması	Belediyenin su kaynaklarının üzerindeki baskının azaltılması
46	Plajolu AAT Kocaeli 1.Bölge	99.120	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Marmara Denizi	1)Peyzaj Sulaması 2) Sanayide Kullanım	1)Şebeke üzerindeki baskının azaltılması 2) Alternatif su kaynağı olarak kullanılarak su kaynakları üzerindeki baskı azaltılmaktadır
47	Körfez AAT Kocaeli 1.Bölge	91.624	İşletme Biyolojik Aritma	Sarımeşe Deresi	Sanayide Kullanım	Alternatif su kaynağı olarak kullanılarak su kaynakları üzerindeki baskı azaltılmaktadır
48	Gölcük Yeniköy AAT Kocaeli 1.Bölge	81.000	İşletme Biyolojik Aritma	Hisar Deresi	1) Tarımsal Sulama, 2) Sanayide Kullanım	1) Sulama kaynağı olarak kullanılan YÜS'ün kullanılmaması, 2) YAS'tan daha az su kullanılması
49	Dilovası AAT Kocaeli 1.Bölge	40.000	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Dil Deresi	Sanayide Kullanım	YAS'tan daha az su kullanılması
50	Karamürsel AAT Kocaeli 1.Bölge	34.000	İşletme Biyolojik Aritma	Marmara Denizi	1) Tarımsal Sulama, 2) Sanayide Kullanım	1) Kaytazdere Göleti ve YAS üzerindeki su baskısının azaltılması, 2) YAS'tan daha az su kullanılması
51	Cebeci AAT Kocaeli 1.Bölge	9.000	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Karadeniz	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 317 ha tarım alanının sulanması
52	Kandıra AAT Kocaeli 1.Bölge	6.000	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Namazgah Deresi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 265 ha tarım alanının sulanması
53	Çorlu AAT Tekirdağ 11.Bölge	55.680	İşletme İleri Biyolojik Aritma	Değirmen Dere	Tarımsal Sulama	Planlama aşamasındaki Türkgücü 1 Göleti'nin su bütçesine katkı sağlaması ve Yeni sulama alanlarının sulanması
54	Şarköy AAT Tekirdağ 11.Bölge	54.950	İşletme- Fiziksel Aritma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 1.548 ha tarım alanının sulanması
55	Tekirdağ Batı AAT Tekirdağ 11.Bölge	40.440	İşletme- İleri Biyolojik Aritma	Cevizli Deresi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 1.998 ha tarım alanının sulanması ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
56	Süleymanpaşa Kumbağ AA Tekirdağ 11.Bölge	8.000	Planlama- İleri Biyolojik Aritma	*	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 395 ha tarım alanının sulanması

57	Tekirdağ Doğu AAT Tekirdağ 11.Bölge	3.960	İnşa-İleri Biyolojik Arıtma	Gazioğlu Deresi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 155 ha tarım alanının sulanması
58	Marmaraereğlisi AAT Tekirdağ 11.Bölge	3.840	İşletme-Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 150 ha tarım alanının sulanması ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
59	Yeniçiftlik AAT Tekirdağ 11.Bölge	3.000	İşletme-İleri Biyolojik Arıtma	Meşeli Deresi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 117 ha tarım alanının sulanması ve YAS üzerindeki baskının azaltılması
60	Yenice AAT Tekirdağ 11.Bölge	3.000	İşletme-İleri Biyolojik Arıtma	Şerefli Deresi	Tarımsal Sulama	Planlama aşamasındaki Türkgücü 1 Göleti'nin su bütçesine katkı sağlaması ve Yeni sulama alanlarının sulanması
61	Yalova AAT Yalova 1.Bölge	50.000	İşletme-İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	1) Peyzaj sulama 2) Sanayide kullanm	1) Tuzlu su girişi olan YAS küzerindeki baskının azaltılması 2) YÜS üzerindeki baskının azaltılması
62	Mavideniz AAT Yalova 1.Bölge	25.000	İşletme-Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Planlama aşamasındaki DSİ sulama tesisi ve Karpuzdere Halk Sulaması tarım alanının sulanması
63	Altınova AAT Yalova 1.Bölge	22.800	İşletme-Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	YAS'tan yılda 3.420.000 m ³ daha az su çekilmesi
64	Armutlu AAT Yalova 1.Bölge	21.304	İşletme-Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan 163 ha tarım alanının sulanması
65	Esenköy AAT Yalova 1.Bölge	13.392	İşletme-Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	-	-

Kaynak: Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Marmara Ön Fizibilite Raporu, 2019, s. 34.

Tarımdan Dönen Sular

Marmara Havzası'nda bulunan 1.000 ha üzeri 11 adet sulama tesisinde tarımsal sulamadan dönen drenaj suları kullanılmış su kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Marmara Havzası tarımsal sulamadan dönen su potansiyeli ve yeniden kullanım alanları Tablo 66'da verilmektedir.

Buna göre havzanın 50.876.278 m³/yıllık tarımdan dönen su potansiyelinin 14.916.797 m³/yıl'ı (% 29,39) döngüsel kullanımda, 2.801.447 m³/yıllık (% 5,52) kısmının yeni sulama alanı açılmasında, 25.444.339 m³/yıllık (% 50,14) kısmının ise su kalitesinin iyileştirilmesi için kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Boyalıca Pompaj, İznik Pompaj, Çanakkale, Umurbey ve Kaynarca Sulamaları'ndan dönen suların sulamaların mevcut pompa istasyonlarına ve ana sulama kanallarına iletilip sulama suyu ile paçallanarak döngüsel kullanım kapsamında geri kazanımı öngörülmüştür. Biga Sulaması'ndan dönen drenaj sularının hem DSİ Genel Müdürlüğü tarafından sulanmayan tarım alanlarına iletilerek yeni sulama alanlarında tarımsal sulama maksadıyla geri kazanımı hem de ana sulama kanallarına iletilip sulama suyu ile paçallanarak döngüsel kullanım kapsamında geri kazanımı öngörülmüştür. Arıklar ve Gönen Sulamaları'ndan dönen drenaj sularının alıcı ortama mansaplanmadan önce

tahliye kanalları üzerinde kalite iyileştirme amaçlı maksatlı perdeli yapı inşa edilmesi öngörülmüştür.⁵⁶⁰

Tablo 66. Marmara Havzası Tarımsal Sulamadan Dönen Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri

No	Sulama Tesis Adı	Sulama Tipi	Sulama Alanı (ha)	Sulama Oranı (6 yıl ort, %)	Sulama Suyu Kaynağı	Alıcı Ortam	Ortalama Potansiyel (hm ³)	Yeniden Kullanım Alanı	Kazanımlar
1	Orhangazi Pompaj Sulaması	Klasik	1.076	6	İznik Gölü	Mera Deresi, Nadir Suyu	0,10	Yok	-
2	Keramet Pompaj Sulaması	Kanaletli	2.124	64	İznik Gölü	Yan Dereler	0,88	Yok	-
3	Boyalıca Pompaj Sulaması	Kanaletli	4.035	60	İznik Gölü	Karasu Deresi, Derbent Deresi	2,05	Döngüsel Kullanım	79 ha alanın dönen sularla sulanması
4	İznik Pompaj Sulaması	Kanaletli	1.901	43	İznik Gölü	Yan Dereler	0,64	Döngüsel Kullanım	67 ha alanın dönen sularla sulanması
5	Arıklar Sulaması	Borulu	1.600	56	Arıklar Göleti	Uzungöl Deresi, Sarısu Çayı	0,65	Kalite İyileştirme	Uzungöl Deresi'nin yayılı kirletici baskısından korunması
6	Gölyaka (Balırm Orhangazi) Sulaması	Borulu	4.293	7	İznik Gölü	-	0,51	Yok	-
7	Çanakkale Sulaması	Kanaletli	2.885	24	Sarıçay, Atikhisar Barajı	Sarıçay	4,66	Döngüsel Kullanım	310 ha alanın dönen sularla sulanması
8	Gönen Sulaması	Klasik + Borulu	18.940	66	Gönen Çayı, Yenice Gönen Barajı, Gönen (Kumköy) Regülatörü	Drenaj Kanalları, Koca Çay (Gönen Çayı)	25,12	Kalite İyileştirme	Gönen Çayı'nın yayılı kirletici baskısından korunması
9	Biga Sulaması	Klasik + Borulu	8.460	53	Kocaçay, Bakacak Barajı	Drenaj Kanalları, Biga Çayı	9,40	Döngüsel Kullanım, Yeni Sulama Alanı	Sulama içerisinde 169 ha alanın dönen sularla sulanması, 275 ha yeni sulama alanının dönen sularla sulanması
10	Umurbey Sulaması	Klasik + Borulu	3.442	76	Umurbey Çayı, Umurbey Barajı	Drenaj Kanalları	4,95	Döngüsel Kullanım	224 ha alanın dönen sularla sulanması
11	Kaynarca Sulaması	Borulu	1.930	70	Kaynarca Göleti	Gönen Çayı	1,79	Döngüsel Kullanım	215 ha alanın dönen sularla sulanması

Kaynak: Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Marmara Ön Fizibilite Raporu, 2019, s. 37.

⁵⁶⁰ A.g.k.

3.10.2.2 Susurluk Havzası'nda Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım

Alternatifleri

Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Suları

Susurluk Havzası sınırlarında 2.000 m³/gün ve üzerinde kapasiteye sahip 19 adet evsel atıksu arıtma tesisi (AAT) belirlenmiştir. Buna göre Balıkesir'de 9, Bursa'da 8, Kütahya'da 2 adet 2.000 m³/gün kapasitenin üzerinde AAT bulunmaktadır. Havzadaki en büyük kapasiteli tesis 240.000 m³/gün kapasite ile Bursa Doğu AAT'dir. 19 atıksu arıtma tesisinden 12'si işletmede, 5'i planlama ve 2'si proje aşamasındadır.

Susurluk Havzası'nda arıtılmış kullanılmış su miktarının 710.543 m³/gün olduğu belirlenmiş olup bu da 259.348.195 m³/yıl'a denk düşmektedir. Havzada yeniden kullanılabilir arıtılmış kullanılmış su miktarı 708.543 m³/gün olarak belirlenmiş, bunun da 258.618.195 m³/yıl'a denk olduğu hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda havzada arıtılan kullanılmış suların 89.742.015 m³/yıl kadarının tarımsal sulamada, 15.202.155 m³/yıl kadarının peyzaj sulamada, 30.581.115 m³/yıl kadarının sanayide, 123.092.760 m³/yıl kadarının ise çevresel kullanımda değerlendirilmesi önerilmiştir (Tablo 67).⁵⁶¹

Tablo 67. Susurluk Havzası AAT Çıkış Sularının Yeniden Kullanım Alternatifleri

No	Tesis Adı Şehir DSİ Bölgesi	Proje Debisi (m ³ /gün)	İşletme Durumu Proses	Deşarj Noktası	Yeniden Kullanım Alternatifleri	Kazanımlar
1	Balıkesir AAT Balıkesir 25. Bölge	100.132	İşletme Biyolojik Arıtma	Üzümcü Çayı	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulaması 3) Sanayide Kullanım 4) Çevresel Kullanım	1) Çaygören Barajı'ndan sulanması mümkün olan, mevcut durumda sulanamayan tarım alanlarına su sağlanması 2) Şebeke ve kuyu suyu kullanımının azaltılması İçme suyu kaynaklarının korunması 3) Yeraltı ve şebeke suyu kullanımının azaltılması 4) Üzümcü Çayı su bütçesine yüksek kaliteli su ile katkı sağlanması
2	Bandırma AAT Balıkesir 25. Bölge	24.899	Planlama İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	1) Tarımsal Sulama 2) Çevresel Kullanım	1) Halk sulamaları kapsamında sulanan 355 ha tarım alanının planlı sulama kapsamına alınması 2) Manyas Gölü su bütçesinin desteklenmesi
3	Susurluk AAT Balıkesir 25. Bölge	9.590	Proje İleri Biyolojik Arıtma	Susurluk Çayı	1) Tarımsal Sulama 2) Sanayide Kullanım 3) Çevresel Kullanım	1) Susurluk Çayı'ndan temin edilen sular ile sulanan halk sulamalarına sağlıklı su sağlanması 2) Tatlı su kaynakları kullanılan Susurluk Şeker Fabrikası'na alternatif su kaynağı sunulması

⁵⁶¹ A.g.k.

						3) Susurluk Çayı akımının desteklenmesi
4	Erdek AAT Balıkesir 25. Bölge	8.700	Proje İleri Biyolojik Arıtma	Marmara Denizi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan tarım alanlarına su sağlanması
5	Sındırgı AAT Balıkesir 25. Bölge	5.495	Planlama İleri Biyolojik Arıtma	Simav Çayı	1) Tarımsal Sulama 2) Çevresel Kullanım	1) Sulanmayan tarım alanlarına su sağlanması Çaygören Barajı su bütçesinin desteklenmesi 2) Simav Çayı akımının desteklenmesi
6	Bigadiç AAT Balıkesir 25. Bölge	5.420	İşletme Biyolojik Arıtma	Simav Çayı	Tarımsal Sulama	Sulama tesisi kapsamında sulanmayan 199 ha tarım alanının planlı sulanması
7	Dursunbey AAT Balıkesir 25. Bölge	4.500	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Teke Deresi	1) Tarımsal Sulama 2) Çevresel Kullanım	1) Mevcut halk sulamasının planlı hale getirilmesi ve 90 ha tarım alanının sulanması 2) Teke Deresi su kalitesinin desteklenmesi ve Hidroelektrik Santrali'nin elektrik üretimine katkıda bulunulması
8	Kepsut AAT Balıkesir 25. Bölge	2.200	Planlama	Değirmencik Deresi	1) Tarımsal Sulama 2) Çevresel Kullanım	1) Sulanmayan tarım alanlarına su sağlanması 2) Susurluk Çayı akımının desteklenmesi
9	Ocaklar AAT Balıkesir 25. Bölge	2.000	İşletme Biyolojik Arıtma	Ege Denizi	-	-
10	Bursa Doğu AAT Bursa 1. Bölge	240.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Deliçay	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulaması 3) Sanayide Kullanım 4) Çevresel Kullanım	1, 3) Mevcut durumda kullanılan yeraltı su kaynaklarının korunması 2) Mevcut durumda kullanılan şebeke suyu ve yeraltı su kaynaklarının korunması 4) Nilüfer çayı su kalitesinin iyileştirilmesi
11	Kestel Gürsu AAT Bursa 1. Bölge	147.577	Planlama İleri Biyolojik Arıtma	Deliçay	1) Tarımsal Sulama 2) Çevresel Kullanım	1) Planlama aşamasında olan sulama tesisine su sağlanması Gölbashi Barajı'ndan sulamaya tahsis edilecek su miktarının azaltılması 2) Nilüfer Çayı su bütçesine yüksek kaliteli su ile katkı sağlanması
12	Bursa Batı AAT Bursa 1. Bölge	87.500	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Ayvalıdere	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulaması 3) Sanayide Kullanım 4) Çevresel Kullanım	1) Sulanmayan 1.083 ha tarım alanının planlı sulanması 2) Şebeke ve kuyu suyu kullanımının azaltılması İçme suyu kaynaklarının korunması 3) Yeraltı suyu kullanımının azaltılması Bursa OSB'deki işletme giderlerinin azaltılması 4) Nilüfer çayı su kalitesinin iyileştirilmesi
13	Mustafakemalpaşa AAT Bursa 1. Bölge	16.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Mustafakemalpaşa Çayı	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulaması 3) Çevresel Kullanım	1) Mustafakemalpaşa Sol Sahil Sulaması'na Mustafakemalpaşa Çayı'ndan sağlanan suyun özellikle bor açısından konsantrasyonun düşürülmesi ve kalitesinin

						artırılması 2) Şebeke ve kuyu suyu kullanımının azaltılması İçme suyu kaynaklarının korunması 3) Mustafakemalpaşa Çayı vasıtasıyla Uluabat Gölü'ne mansaplanan suların özellikle bor açısından kalitesinin artırılması Uluabat Gölü su bütçesinin desteklenmesi
14	Nilüfer AAT Bursa 1. Bölge	16.000	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Nilüfer Nehri	1) Tarımsal Sulama 2) Çevresel Kullanım	1) Nilüfer Çayı'ndan çekilen su ile sulanan halk sulamalarına sulama suyu kriterlerine uygun su sağlanması 2) Nilüfer Çayı akımının kalite ve miktar olarak desteklenmesi
15	Karacabey AAT Bursa 1. Bölge	8.750	İşletme Stabilizasyon Havuzu	Susurluk Çayı	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulama 3) Çevresel Kullanım	1) Susurluk Çayı'nı tarımsal sulama suyu kaynağı olarak kullanan tarım alanlarına daha iyi kalitede su sağlanması 2) Şebeke ve kuyu suyu kullanımının azaltılması İçme suyu kaynaklarının korunması 3) Susurluk Çayı akımının kalite ve miktar olarak desteklenmesi
16	Akçalar AAT Bursa 1. Bölge	4.561	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Uluabat Gölü	Çevresel Kullanım	Uluabat Gölü su bütçesine yüksek kaliteli su ile katkı sağlanması
17	Büyükorhan AAT Bursa 1. Bölge	2.074	Planlama İleri Biyolojik Arıtma	Armutçuk Deresi	Tarımsal Sulama	Sulanmayan tarım alanlarına su sağlanması
18	Tavşanlı AAT Kütahya 3. Bölge	15.888	İşletme İleri Biyolojik Arıtma	Adranos Çayı	1) Tarımsal Sulama 2) Peyzaj Sulama 3) Çevresel Kullanım	1) Halk sulamaları kapsamında sulanan 314 ha tarım alanının planlı sulama kapsamına alınması 2) Şebeke ve kuyu suyu kullanımının azaltılması İçme suyu kaynaklarının korunması 3) Adranos Çayı'nın akımının desteklenmesi
19	Simav AAT Kütahya 3. Bölge	9.257	İşletme Biyolojik Arıtma	Kurudere	Tarımsal Sulama	Yeraltı su kaynakları kullanılarak sulanan tarım alanlarının alternatif su kaynakları ile sulanması ve yeraltı sularının korunması

Kaynak: Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Susurluk Havzası Ön Fizibilite Raporu, 2019, s. 24.

Tarımdan Dönen Sular

Susurluk Havzası'nda bulunan 1.000 ha üzeri 17 adet sulama tesisinde tarımsal sulamadan dönen drenaj suları kullanılmış su kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Buna göre, havzada bulunan sulama tesislerinin 5 tanesinden (Bursa Sulaması, Demirtaş Sulaması, Tavşanlı Sulaması, Balıkesir Sulaması, Manyas Sulaması) dönen drenaj

sularının öncelikle kalitesinin iyileştirilerek sulamaların mevcut pompa istasyonlarına veya ana sulama kanallarına iletilip sulama suyu ile paçallanarak döngüsel kullanım kapsamında; 5 tanesinden (Karacabey Sulaması, Çavdarhisar Sulaması, Sındırgı Sulaması, Bigadiç Sulaması, Pamukçu Sulaması) dönen drenaj sularının öncelikle kalitesinin iyileştirilerek, DSİ Genel Müdürlüğü tarafından sulanmayan tarım alanlarına iletilerek yeni sulama alanı açılması maksadıyla geri kazanımı önerilmiştir. Havzada bulunan sulama tesislerinin 3 tanesi (Mustafakemalpaşa Sulaması, Uluabat Sulaması, Çayırköy Sulaması) için sulamadan dönen drenaj sularının kalitesini iyileştirmeye yönelik öneri getirilmiştir. Diğer 4 sulama tesisinden (Bursa YAS Sulaması, Kepsut Sulaması, İvrindi Sulaması, Manyas Sol Sahil Sulaması) dönen suların yeniden kullanımı için çeşitli nedenlerle (sulama oranı düşüklüğü, arazi şartlarının uygun olmaması vb.) bir kullanım alanı tespit edilememiştir.

Havzada bulunan işletmedeki sulama tesisleri için 3 farklı yöntemle göre dönen su miktarı hesaplanmıştır.⁵⁶² Üç farklı yöntemle göre hesaplanan toplam potansiyellerin ortalaması 94.751.572 m³/yıl olarak belirlenmiştir. Susurluk Havzası tarımsal sulamadan dönen su potansiyeli ve yeniden kullanım alanları Tablo 68’de verilmiştir. Buna göre havzanın 94.751.572 m³/yıllık tarımdan dönen su potansiyelinin 4.506.865 m³/yıl’ının (% 5) sulamada döngüsel kullanım maksadıyla, 15.541.836 m³/yıl’ının (% 16) yeni sulama alanlarının sulanmasında, 48.450.565 m³/yıllık (% 51) kısmının ise su kalitesinin iyileştirilmesi maksadıyla kullanılabileceği belirlenmiştir.⁵⁶³

Tablo 68. Susurluk Havzası Tarımsal Sulamadan Dönen Suların Yeniden Kullanım Alternatifleri

No	Sulama Tesis Adı Su Kaynağı Sulama Tipi	Sulama Alanı (ha)	Sulama Oranı (% 6 yıl ort.)	Alıcı Ortam	Ortalama Potansiyel (hm ³)	Yeniden Kullanım Alanı	Kazanımlar
1	Karacabey Pompaj Sulaması Karadere, Manyas Gölü, Karadere Regülatörü Klasik + Kanaletli Sistem	15.683	71	Susurluk Çayı	10,92	Yeni Sulama Alanı	1135 ha yeni tarım alanının dönen sularla sulanması
2	Bursa Sulaması Aksu Deresi, Gölbaşı Barajı Kanaletli	1.570	58	Nilüfer Çayı	1,41	Döngüsel Kullanım	138 ha alanın dönen sularla sulanması
3	Mustafa Kemalpaşa Sulaması M.Kemalpaşa Çayı, M. Kemalpaşa Regülatörü Kanaletli Sistem	16.525	60	Mustafa Kemalpaşa Çayı, Uluabat Gölü	15,26	Kalite İyileştirme	Uluabat Gölü’nün yayılı kirlenici baskısından korunması

⁵⁶² Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Susurluk Havzası Ön Fizibilite Raporu Ek 5-Tarımdan Dönen Su Potansiyel Hesabı, 2019, https://kullanilmisssu.tarimorman.gov.tr/files/dokumanlar/233/03-susurluk-havzasi-tep-cilt5_791.pdf
Erişim Tarihi: 16.12.2021.

⁵⁶³ Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Susurluk Havzası Ön Fizibilite Raporu, 2019, s. 24.

4	Uluabat Pompaj Sulaması Uluabat Gölü Kanaletli Sistem	5.650	27	Uluabat Gölü	2,52	Kalite İyileştirme	Uluabat Gölü'nün yayılı kirletici baskısından korunması
5	Demirtaş Sulaması Demirtaş Barajı Kanaletli Sistem	1.500	27	Nilüfer Çayı	0,71	Döngüsel Kullanım	97 ha alanın dönen sularla sulanması
6	Bursa YAS Pompaj Sulaması 50 Derin Kuyu Borulu Sistem	1.650	70	Nilüfer Çayı	0,53	Yok	-
7	Çayırköy Sulaması Çalı ve Kayapa Göleti Borulu Sistem	1.941	46	Nilüfer Çayı	0,66	Kalite İyileştirme	Nilüfer Çayı'nın yayılı kirletici baskısından korunması
8	Tavşanlı Sulaması Kocasu Çayı, Kayaboğazı Barajı, Güzelyurt-Karapelit Regülatörü Klasik + Kanaletli Sistem	5.775	12	Orhaneli Çayı	1,96	Döngüsel Kullanım	125 ha alanın dönen sularla sulanması
9	Çavdarhisar Sulaması Bedir Çayı, Çavdarhisar Barajı Kanaletli Sistem	4.930	8	Orhaneli Çayı, Boğçalar Deresi	1,92	Döngüsel Kullanım, Yeni Sulama Alanı	92 ha alanın dönen sularla sulanması, 15 ha yeni tarım alanının dönen sularla sulanması
10	Sındırgı Sulaması Simav Çayı, Çaygören Barajı Klasik + Kanaletli + Borulu Sistem	3.798	64	Cüneyt Deresi, Simav Çayı	9,05	Yeni Sulama Alanı, Kalite İyileştirme	132 ha yeni tarım alanının dönen sularla sulanması, Simav Çayı'nın yayılı kirletici baskısından korunması
11	Bigadiç Sulaması Simav Çayı, Çaygören Barajı, Yörücekler Regülatörü Kanaletli Sistem	2.438	94	Susurluk Çayı	5,11	Yeni Sulama Alanı	140 ha yeni tarım alanının dönen sularla sulanması, Susurluk Çayı'nın yayılı kirletici baskısından korunması
12	Balıkesir Sulaması Simav Çayı, Çaygören Barajı, Kaletepe Regülatörü Klasik Sistem	6.500	45	Susurluk Çayı	10,84	Döngüsel Kullanım	171 ha alanın dönen sularla sulanması
13	Pamukçu Sulaması Simav Çayı, İkizcetepe Barajı Borulu Sistem	4.435	64	Nergis Çayı	6,48	Yeni Sulama Alanı	281 ha yeni tarım alanının dönen sularla sulanması
14	Kepsut Sulaması Simav Çayı, Çaygören Barajı, Ovabayındır Kaletepe Regülatörü Kanaletli Sistem	3.366	23	Susurluk Çayı	5,92	Yok	-
15	Manyas Sulaması Kocaçay, Manyas Gölü, Madra Barajı Klasik + Borulu Sistem	11.025	51	Manyas Çayı, Manyas Gölü	18,28	Kalite İyileştirme	Manyas Gölü'nün yayılı kirletici baskısından korunması
16	İvrindi Sulaması Madra Çayı, Ardıçtepe Barajı Borulu Sistem	1.358	18	-	2,26	Yok	-
17	Manyas Sol Sahil Sulaması Kocaçay, Manyas Gölü Borulu Sistem	2.722	37	-	0,91	Yok	-

Kaynak: Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Susurluk Havzası Ön Fizibilite Raporu, 2019, s. 24.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Başta Marmara Denizi Olmak Üzere Denizlerimizdeki Müsilaj Sorununun Sebeplerinin Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu tarafından yapılan toplantılarda alınan sunumlar, kurumlardan temin edilen bilgiler ve çalışma ziyaretleri sonucunda aşağıda ayrıntılı olarak ifade edilen çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

4.1 MÜSİLAJIN KONTROLÜ VE ÖNLENMESİNE İLİŞKİN ÖNERİLER

Müsilajın kontrolü, önlenmesi ve bir daha benzeri çevre sorunlarının yaşanmaması için; kentsel, endüstriyel, tarımsal, denizcilik gibi faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin tespit edilmesine, kirlilik kaynaklarının etkisinin ve kirlilik yükünün azaltılması amacıyla su, atıksu ve atık yönetimi, küresel iklim değişikliğiyle mücadele, su kaynaklarının korunması, kıyıların yönetimi, AR-GE çalışmaları ile eğitim ve farkındalık çalışmalarına ilişkin alınması gereken tedbirler aşağıda yer almaktadır:

1- Marmara Denizi'ndeki kirliliğinin giderilmesi amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda Marmara Denizi Havzası'nda yer alan valilikler, yerel yönetimler, ilgili kurum ve kuruluşlar, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerin katılımlarıyla hazırlanarak 06.06.2021 tarihinde kamuoyu ile paylaşılan 22 maddelik Marmara Denizi Eylem Planında belirtilen tüm eylemler birbirini tamamlar nitelikte düzenlenmiştir. Eylem Planının bu bütünlük dikkate alınarak etkin bir şekilde uygulanması, uygulamaların titizlikle takip edilmesi, denetlenmesi ve belirtilen standartlarda işletilmesi ile Marmara Denizi iyi çevresel duruma ulaşabilecektir.

2- Eylem Planı kapsamında hazırlanan Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planında yer alan faaliyet ve alt faaliyetler, ilgili ve sorumlu kurumlar tarafından belirtilen süreler içerisinde hassasiyetle uygulanmalıdır.

4.1.1 Su ve Atıksu Yönetimi

Hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan su ihtiyacı, gün geçtikçe gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere paralel olarak ortaya çıkan aşırı kullanım ve oluşan kirlilik nedeniyle yaşanan sorunlar atıksu yönetiminin önemini ortaya çıkarmaktadır. Konuyla ilgili öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

3- Atıksu yönetiminde temel prensip “en az kirlileme” ve “maksimum geri kazanım” olmalıdır.

4- Marmara Denizi Havzası'nda bulunan atıksu yükünün azaltılması amacıyla öncelikli olarak kirliliği kaynağında önleme prensibine dayanan temiz üretim uygulamaları ile atıksu debisinin ve kirlilik yükünün azaltılması sağlanmalı; oluşan atıksuyun uygun arıtma yöntemleri ile arıtıldıktan sonra yeniden kullanım alternatifleri değerlendirilmeli ve bu tedbirlerin alınması sonrasında oluşan atıksuyun deşarjı mevzuatta belirtilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilmelidir.

5- Arıtılmış evsel atıksuların sanayide, park, bahçe ve yeşil alan sulamalarında kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

6- Kullanılmış suların tekrar kullanılması hakkında yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Gri suyun yeniden kullanımı yasal düzenlemelerle teşvik edilmelidir.

7- Marmara Denizi Havzası'nda yer alan atıksu arıtma tesislerinin; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na yayımlanan Marmara Denizi Havzası Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesini etkin şekilde uygulaması gerekmektedir.

8- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği revize edilerek, ülke genelindeki deşarj standartları yerine alıcı ortamın taşıma kapasitesini dikkate alan, alıcı ortam bazlı deşarj standartlarına kademeli geçilmesi yönünde düzenlemeler yapılmalıdır.

9- Yağmur suyu ve atıksu kanalları mümkün olan yerlerde ayrılmalı, yağmur suyu kanalizasyon hattına gitmeden uygun alanlarda depolanmalıdır.

10- Çevre kirliliğine yol açma potansiyeli yüksek olan sanayi sektörlerinin ihtisas organize sanayi bölgelerinde (OSB) bir araya getirilmesi teşvik edilmelidir.

11- Atıksu arıtma tesisi olmayan veya inşaat aşamasında bulunan OSB'ler ve sanayi kuruluşlarının atıksu arıtma tesisleri yapımı mevzuatta belirtilen sürelerle uygun şekilde tamamlanmalı ve buna yönelik süreçlerin takibi yapılmalıdır.

12- Atıksu altyapı yönetimlerince, kanala bağlantı ve deşarj standartlarına azot ve fosfor parametrelerinin de eklenmesi için gerekli mevzuat düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir.

13- Soğutma sularının Marmara Denizi'ne etkisinin araştırılması ve olası etkilerinin azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.

14- Fabrika soğutma sularının, uygun yöntemler ile mevzuatta belirtilen sıcaklığa getirilmeden deniz ortamına verilmemesi önem arz etmektedir.

15- Kesilen çevre cezalarının bir kısmı ile belediyelerin atık su bedellerinin bir kısmı valilikler bünyesinde oluşturulacak bir fona aktarılmalı ve bu fonda biriken para sadece arıtma tesislerinin yapım ve işletilmesi için kullanılmalıdır.

16- Termik santrallerin soğutma sularının Marmara Denizi başta olmak üzere, denizlere olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

17- Zeytin karasuyu kaynaklı kirliliğin önlenmesi için atık su azaltımını gerçekleştirecek iki fazlı sistemlerin (teknolojik dönüşümü mümkün olanların) ülkemizde yaygınlaştırılmasına yönelik gerekli özendirici teşvikler hayata geçirilmeli ve bu yönde hukuki düzenlemeler yapılmalıdır.

18- Zeytin işleme tesislerinde iki fazlı sistemlerden teknolojik dönüşümü mümkün olmayanların zeytin kara sularının lagünlerde toplanarak depolanması gerekmektedir.

19- Peynir altsuyunun ekonomik değeri dikkate alındığında, hammadde olarak değerlendirilmesi ve çevreye verdiği zararın önlenmesi amacıyla atıksu olarak düşünülmeyip peyniraltı suyu işleme tesisine taşınarak ülke ekonomisine kazandırılmasına yönelik hukuki düzenlemeler yapılmalı ve teşvikler hayata geçirilmelidir.

20- Ergene Derin Deniz Deşarjı kapsamında endüstriyel kaynaklı atıksuların ileri arıtma yöntemleri ile arıtılarak Marmara Denizi'ne deşarj edilmesi durumunda alıcı ortama olası etkileri araştırılmalı, sıkı denetimler yapılarak ileri arıtım dışı deşarjların yapılmaması yönünde tedbirler alınmalıdır.

21- Atık işleme tesislerinden ve düzensiz döküm sahalarından kaynaklı sızıntı suyu yönetiminin sağlanması adına, sızıntı suyu yönetimi sağlanan tesis/saha sayısında artış sağlanmalıdır.

4.1.1.1 Atıksu Arıtımı

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş atıksuların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için farklı arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu husus su kaynaklarının korunmasında önem arz etmektedir. Konuyla ilgili öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

22- Tüm evsel ve endüstriyel atıksular ileri biyolojik arıtmaya tabi tutulmalı, arıtma tesislerinde su geri kazanımı sağlanmalı, Marmara Denizi'nin azot-fosfor yükünü azaltmak öncelikli tedbir olmalıdır.

23- Mevcut durum ve modelleme çalışmaları dikkate alınarak yapılan önceliklendirmeler doğrultusunda planlı ve kademeli şekilde arıtmalar yapılmalı ve revize edilmelidir.

24- Marmara Denizi'nin ekolojik seviyesini korumak için besin yükü azaltımı ihtiyacı dikkate alındığında her iki kaynağın (noktasal ve yayılı) olabilecek en etkin

seviyede kontrolü gerekmekte olup, bölgede bulunan mevcut atıksu arıtma tesislerinin tamamının ileri biyolojik arıtma tesisine dönüştürülmesi gerekmektedir.

25- Marmara Denizi alt akıntısının arıtılmamış ve/veya yeterli arıtılmamış atıksular için seyrelme ve Karadeniz'e taşınması için bir konveyör olarak kullanılması prensibinden vazgeçilerek, fiziksel ve biyolojik evsel atıksu arıtma tesislerinin ivedilikle ileri biyolojik arıtma tesisine dönüştürülmesi sağlanmalıdır.

26- Belediyelerin tahsil ettiği atık su bedelleri belediye bütçesinin içinde özel bir hesaba aktırılarak sadece arıtma tesislerinin yapımı ve işletilmesi için kullanılmalıdır.

27- Arıtma tesislerinin yapım ve işletimi için ilgili atıksu altyapı yönetimlerinin bütçelerinden zorunlu pay ayrılmalıdır.

28- Dünya Bankası ve Avrupa Birliği gibi uluslararası kuruluşların atıksu arıtma tesislerinin yapımına yönelik olarak sunduğu fonlardan faydalanılması için kurum ve kuruluşlara gerekli uzman desteği sağlanmalıdır.

29- Atıksu arıtma tesisinin yapımı için ilgili kurumun yeterli ve uygun alanı olmadığı takdirde hazine arazilerinden arsa tahsisi yapılabilirdir.

30- Mahalli idarelerin yükümlü oldukları halde atıksu arıtma tesislerini verilen süre içerisinde yapmamaları durumunda arıtma tesislerinin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca yapılması/yaptırılması ve işletilmesi/işlettirilmesi, oluşacak maliyetin 2/7/2008 tarihli ve 5779 sayılı İl Özel İdarelerine ve Belediyelere Genel Bütçe Vergi Gelirlerinden Pay Verilmesi Hakkında Kanun gereğince kendilerine aktarılan paylarından tahsil edilmesi sağlanmalıdır.

31- Özel bilgi ve profesyonel deneyim gerektiren ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerinin işletiminin, uzman özel sektör firmaları tarafından, asgari 8-10 yıllık sözleşmelere dayalı olarak profesyonel olarak işletilmesi yaygınlaştırılmalıdır.

32- Arıtma tesislerinin kesintisiz ve doğru çalıştırılmasının teşviki için; arıtma tesislerinde kullanılan elektrik ücretinin en düşük tarifeden ücretlendirilmesi ve atıksu arıtma tesisleri için güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin kurularak yaygınlaşması sağlanmalıdır.

33- Arıtma tesisi bulunan resmi ve özel bütün kurumların teknik personel yönünden güçlendirilmesi gerekmektedir.

34- Kentsel ve sanayi atıksu arıtma tesislerinin izleme ve denetim sonuçlarına ilişkin verilerin rapora dönüştürülmesi ve mevzuata uygun olarak işletilmeyen atıksu arıtma tesislerinin kamuoyu ile periyodik olarak paylaşılması yerinde olacaktır.

4.1.1.2 Temiz Üretim Tedbirleri

Temiz üretim; kaynakta kirliliği önleme ve atık azaltımını içeren, sürekli, önleyici ve bütünsel bir çevre yönetimi yaklaşımıdır. Kirliliği üretilmeden engellemeyi ve daha verimli üretim yöntemleriyle doğal kaynakları, enerjiyi korumayı hedefleyen bir yaklaşım biçimidir.

Temiz üretimin amaçları arasında yer alan etkin kaynak kullanımı; doğal kaynakların özellikle enerji, su ve malzeme kullanımının optimizasyonu ile kaynak kullanımının azaltılmasını kapsamaktadır. Kaynakların etkin kullanımı sayesinde verimlilik ve rekabet gücünde artış sağlanabilmektedir. Temiz üretim seçeneklerinin uygulanması ve yürütülmesi; azalan kaynak kullanımı yanında çevresel etkinin ve atık bertaraf maliyetlerinin azalmasını sağlamaktadır.

35- Sanayide “üretim süreçlerine, ürün ve hizmetlere sürekli olarak bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisi uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılması” olarak tanımlanan temiz üretim olanakları değerlendirilmeli, teşvik olanakları geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Ülkemize uygun olan Mevcut En İyi Tekniklerin (MET)⁵⁶⁴ uygulandığı arıtma tesislerinin hayata geçirilmesi sağlanmalıdır.

36- Temiz üretim çalışmaları kapsamında, Marmara Denizi Havzası’nda faaliyet gösteren ve su tüketiminin en yoğun olduğu sektörlerden biri olan tekstil sektöründen kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirilmesi amacıyla, tekstil sektöründe renk ve tuz giderimi ile salamura tuz geri kazanımı için tasarlanan sistemlerin araştırılması ve yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

37- Tersanecilik faaliyetleri neticesinde oluşan kirlilik kaynaklarının ve türlerinin tespit edilerek temiz üretim tekniklerinin belirlenmesi ve yaygınlaştırılması yönünde çalışmalar yapılmalı, tersanelerde temiz üretim tekniklerinin kullanımı teşvik edilmelidir.

4.1.1.3 Yeniden Kullanım

Küresel iklim değişikliğinin doğal kaynaklara verdiği zararların başında su kaynaklarının azlığı/kıtlığı/kirliliği gelmektedir. Gerek dünyada gerek ülkemizde atıksuların arıtıldıktan sonra güvenilir bir şekilde geri kazanılması ve yeniden kullanılması su kaynaklarının sürdürülebilir tüketimi açısından büyük önem taşımaktadır. Peyzaj, sulama, endüstriyel geri kazanım ve yeniden kullanma, tarımsal sulama, yeraltı suyu besleme, rekreasyonel kullanımlar, evsel ve endüstriyel uygulamalar gibi birçok alanda

⁵⁶⁴ Mevcut En İyi Teknikler (MET): Hava, su ve toprak kirliliğine yönelik sanayi kaynaklı emisyonların çevre üzerindeki etkilerinin bütün olarak önlenmesi, bunun mümkün olmadığı durumlarda en aza indirilmesi amacıyla belirlenmiş emisyon sınır değerlerine temel oluşturacak en etkin, ileri ve uygulanabilir tekniklerdir.

arıtılmış atıksular yeniden kullanılabilir. Ülkemizde evsel ve endüstriyel atıksuların yeniden kullanımının artırılması, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir su temini için uygun teknolojilerin geliştirilmesi gereklidir. Arıtıldıktan sonra geri kazanılacak suyun kullanım amacına bağlı olarak kalite standartları değişkenlik göstereceğinden arıtma yöntemleri de değişebilmektedir. Kullanım amacına bağlı olarak, örneğin, maden endüstrisinde yalnızca fiziksel arıtma sonrası su yeniden kullanılabilirken peyzaj/tarımsal sulamada biyolojik-ileri biyolojik arıtma sonrası filtrasyon ve dezenfeksiyon sistemi kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra bazı sanayi sektörlerinin proseste yeniden kullanılacak su için ileri arıtma teknikleri (membran vb.) gerekmektedir. Yani suyun geri kazanım amacı atıksuyun arıtma derecesini etkilemektedir. Bu nedenle; Marmara Denizi Havzası'nda oluşan atıksuların uygun arıtma yöntemleri ile arıtıldıktan sonra mümkün olduğunca tarım ve sanayide kullanılması önem taşımaktadır.

38- Küresel iklim değişikliği, kuraklık ve su kaynakları üzerindeki artan baskı ile su günden güne azalan sınırlı bir kaynak olup, atıksuyun alternatif bir su kaynağı olduğu yaklaşımı ile döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde; arıtılan atıksuların tarım ve kentsel yeşil alanlarda sulama suyu olarak ve endüstriyel su temininde yoğun şekilde kullanımı teşvik edilmelidir.

39- Arıtılmış atıksuların bir kaynak olarak görülebilmesini teşvik etmek için, fiyatlandırmada; deşarj oranı-kalitesi ve havza bazında su mevcudiyeti vb. çoklu kriterlerin dikkate alınarak kaynak, sosyal ve çevresel maliyetleri de içeren toplam maliyet esaslı sanayi suyu fiyatlandırılmasının uygulanması ve arıtılmış atıksuların farklı sektör ve alanlarda yeniden kullanımına yönelik tarifelerin belirlenmesine ilişkin düzenleme yapılması gerekmektedir.

40- Sanayi tesisleri tarafından kullanılan suların yeniden kullanımının teşvik edilmesi ve cazip hale getirilebilmesi için, kaçak kuyu açılmasına müsaade edilmemesi, kaçak kuyu açılmasının önlenmesi için uygulama-denetim etkinliğinin artırılması ve kaçak kuyularla ilgili caydırıcı cezai yaptırımların uygulanması gerekmektedir.

41- İmar ve yapılaşma stratejileri belirlenirken atıksuyun kaynakta ayrıştırılması sağlanmalı, siyah su (tuvalet suyu) haricindeki evlerden kaynaklanan atık suları tanımlayan gri suların ayrı toplanma ve yeniden kullanım olanakları değerlendirilmelidir.

42- Kentsel dönüşüm kredi ve hibelerinde gri/siyah su uygulamaları vb. yaklaşımlar ile ilgili teşvikler getirilerek yeni binalarda bu teknolojiler tercih edilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

4.1.1.4 Su Kaynakları Yönetimi

Küresel iklim değişikliğinin doğal kaynaklara verdiği zararların başında su kaynaklarının azlığı/kıtlığı/kirliliği gelmektedir. Bu nedenle yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının bütüncül ve sürdürülebilir yönetimi önem arz etmektedir. Konuya ilişkin öneriler aşağıda yer almaktadır:

43- Denizlerimizin, göl ve akarsularımızın sadece temizlenmesi değil aynı zamanda sürekli korunması sağlanmalıdır.

44- Tuna Nehri başta olmak üzere Karadeniz’e dökülen tüm nehirlerin Karadeniz’e olan kirlilik etkisinin tespiti konusunda kıyıdaş ülkelerle iş birliği içerisinde yürütülen çalışmaların daha verimli ve etkili hale getirilmesi sağlanmalıdır.

45- Su kaynaklarının korunması için “kullanan öder” ve “kirleten öder” prensiplerinin yansıtıldığı bir ekonomik yapı kurulmalı; bu doğrultuda su ve atıksu bedelleri için tam maliyet esasına dayalı tarifeler belirlenmelidir.

46- Hâlihazırda su kaynaklarının yönetimi için oluşturulan havza yönetim heyeti yapılanmalarının koordinasyon ve etkinliğinin artırılması yerinde olacaktır.

47- Yeraltı suyu kullanımları kontrol ve denetim altına alınmalıdır.

48- Mikrokirletici kaynaklarının belirlenmesi, önlenmesi ve izlenmesi gerekmektedir.

49- Marmara Denizi Havzası’nın İyi Çevresel Durumuna⁵⁶⁵ ait hedef ve göstergelerin belirlenmesi için;

- a) Marmara Denizi’nin Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmesi sonrasında iyi çevresel durum göstergelerinden olan biyolojik çeşitliliğin izlenmesi faaliyeti gerçekleştirilmelidir.
- b) Marmara Denizi’nde iyi çevresel durum göstergelerinde tanımlanan deniz kirliliğine ait indikatörlerin (ötrafikasyon, hidrografik değişimler, kirleticiler, deniz ürünlerindeki kirleticiler ve deniz çöpleri) izlenmesi faaliyeti gerçekleştirilmelidir.
- c) Su yönetim birimleri için belirlenen ekolojik kalitenin bir üst kalite sınıfına erişmesi hedeflenmelidir.

⁵⁶⁵ Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi, İyi Çevresel Durum ve Tanımlayıcıları Direktifte tanımlanan (Madde 3(5)) “İyi Çevresel Durum” (Good Environmental Status), deniz sularının, ekolojik olarak çeşitli, dinamik ve kullanım durumları ile birlikte sağlıklı, temiz ve üretken ve süregelen ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayacak şekilde sürdürülebilir kullanımlarının garanti edilebildiği çevresel durumu temsil etmektedir.

4.1.2 Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi

Marmara Denizi'nde müsilaj oluşumunda en önemli faktör sudaki besin maddeleri (azot, fosfor) oranının artmasıdır. Bitkisel üretim amacıyla bitkinin ihtiyacından fazla verilen kimyasal gübreler ve hayvancılık işletmelerinde uygun depolanmayan hayvansal dışkıları ve silaj suları içerisinde bulunan besin maddeleri yüzey akışı ile yer üstü sularına, sızma yolu ile yer altı sularına karışarak kirlilik oluşturmaktadır.

50- Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan İyi Tarım Uygulamaları Kodunda yer alan sularda tarımsal faaliyetler sonucu kirlilik oluşmadan kaynağında alınması gereken koruyucu tedbirler hakkında Raporun "3.7.2 Tarımsal Kaynaklı Kirliliğin Kontrolü İçin Eylemler" başlığında bilgi verilmiştir.

Tarımsal faaliyetler gerçekleştirilirken alınması gereken ve İyi Tarım Uygulamaları Kodunda da yer alan aşağıdaki tedbirlere uyulmasının tarımsal kaynaklı kirliliği önemli ölçüde azaltacağı değerlendirilmektedir. Bu çerçevede tarımsal faaliyetler kapsamında;

- a) Gübre uygulama dönemlerine ve koşullarına uyulması,
- b) Koruyucu toprak işleme (sıfır sürüm, kontur sürüm, şeritvari ekim), malçlama ve örtü bitkisi uygulamasının yaygınlaştırılması,
- c) Erozyonu önleyici uygulamaların yaygınlaştırılması (teraslama, dikili tarım, kalıcı bitkiler),
- ç) Ekim nöbeti uygulamasının yaygınlaştırılması,
- d) Gübre yönetim planlamasının yapılması ve kayıtların tutulması,
- e) Silaj depo sızıntıları ve yıkama sularının kontrol altına alınması,
- f) Gübre uygulama alanı ile su kaynakları arasında bırakılması gereken mesafelere uyulması,
- g) Hayvan gübresi uygulandığında uygulamadan sonra toprakla karıştırılması,
- ğ) Suyla doymuş, su basmış, donmuş ya da karla kaplı topraklara gübre uygulanmaması,
- h) Topraksız yetiştiricilik yapılan seralarda besin çözeltilerinin toprağa deşarj edilmemesi,
- ı) Hayvancılık işletmelerinde sızdırmaz nitelikte ve uygun kapasitede en az 6 aylık gübre deposu yapılması,
- i) İşletmelerde gübre olarak değerlendirilemeyecek sıvı ve katı atıkların ayrı olarak depolanması ve bertaraf edilmesi,
- j) Sulama planlarının oluşturulması ve kayıtların tutulması,

k) Basınçlı sulama sistemlerinin kullanımı ve fertigasyonun (damla sulama ile gübreleme) yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Sularda tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi için aşağıdaki tedbirler sıralanmaktadır:

51- Havza bazında pestisit, gübre ve diğer kimyasal bileşiklerin kullanımının kontrol altına alınması, bu tür kimyasalların kullanılması, üretilmesi, taşınması ve depolanması sırasında atıkların çevreye bırakılmasının önlenmesi yönünde sıkı tedbirler alınmalı, havza içerisinde organik gübre kullanımı teşvik edilmelidir.

52- Zirai faaliyetlerde arazi yönetimi, gübreleme yönetimi teknikleri ile birlikte damla sulama sistemlerine geçilerek tarımsal gübre kullanımı kaynaklı kirleticilerin akarsulara geçişi sınırlandırılmalıdır.

53- Kimyasal gübre satışları toprak analizine dayalı reçete sistemi ve parsel bazlı olarak kayıt altına alınarak çiftçilerin ihtiyacı kadar gübre kullanımı sağlanmalıdır. Tarlalarının toprak tahlilini yaptıran çiftçilere desteklemede pozitif ayrımcılık yapılmalıdır.

54- Hayvancılık işletmelerinde uygun nitelik ve kapasitede hayvansal gübre depolarının yapılması ve tarım arazilerinde gübrenin uygun zaman, miktar ve şekilde uygulanmasının sağlanması gerekmektedir.

55- İyi tarım ve organik tarım uygulamaları ile basınçlı ve damlama sulama sistemlerinin kullanımına yönelik teşvikler artırılmalıdır.

56- DSİ'nin açık kanal uygulamalarına son verilerek su kaynağından tarla başına kadar suyun kapalı basınçlı sistemlerle getirilmesi sağlanmalıdır.

57- 23.07.2016 tarih ve 29779 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında yer alan; tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin önlenmesine ilişkin eylem planları hazırlanmalı, hayata geçirilmeli ve düzenli olarak izlenmelidir.

58- Marmara Denizi Havzası'ndaki mevcut hayvancılık işletmelerinden hayvansal gübre deposu bulunmayan işletmelerin hayvansal gübre deposu yapımı için havzaya özel hibe çağrıları hazırlanarak, bütün işletmelerin çevreye duyarlı üretim yapmaları sağlanmalıdır.

59- Hayvansal gübrenin uygun şartlarda depolanmasını teşvik edici desteklerin sağlanması, depolanan gübreyi arazisine uygulayan çiftçilere uygulama desteği verilmesi ve çevreye duyarlı üretim yapan işletmelerin "Yeşil Bayraklı İşletme" gibi uygulamalar ile ödüllendirilmeleri yerinde olacaktır.

60- Yayılı kaynaklı kirletici yüklerin; bitkisel üretim, hayvancılık ve arazi örtüsü kaynaklı yayılı yüklerden oluştuğu göz önüne alındığında, tarım alanları dışındaki arazi örtüsünden kaynaklı azot ve fosforun tutulması amacı ile erozyon kontrolü yöntemleri (teraslama, otlandırılmış su yolları vb.) uygulanmalıdır.

61- Doğal bir arıtma şekli olan sulak alanlardaki bitkiler ortamdaki güneş enerjisini kullanarak suda kirliliğe sebep olan azot ve fosfor besin maddelerini, askıda katı maddeyi, toksik maddeleri, ağır metalleri ve biyolojik unsurları giderebilmektedir. Bu kapsamda; Marmara Denizi'yle ilişkili havzalarda, doğal sulak alanların korunması ve ihtiyaç duyulan uygun yerlere yapay sulak alanların oluşturulması için kurumlar arası iş birliğiyle çalışmaların yürütülmesi yararlı olacaktır.

62- Tarımsal uygulamalarda iyileştirmeler önemli olmakla birlikte yayılı kirliliğin tamamen engellenmesi mümkün değildir. Yayılı kirleticilerden kaynaklanan kirliliğin arıtılmasında tampon bölge oluşturularak saçak kök yapısına sahip bitkiler tarımsal arazilerden gelen azot ve fosforu filtreleyerek biyokütlelerini arttırmada kullanmakta ve alıcı ortama daha temiz suyun ulaşmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda Marmara Denizi Havzası'nda tespit edilen tampon bölgeler bir an önce hayata geçirilmelidir.

63- Zirai ilaçların ambalaj atıklarının uygun yönetiminin sağlanması için ambalaj atıkları toplama ağı oluşturulmalı; depozitolu ambalaj veya ambalajın geri getirilme zorunluluğu gibi yaklaşımlar geliştirilmelidir.

64- Üretici ve tüketici tarım ilacı kullanımı konusunda bilinçlendirilmeli, kullanılan zararlı kimyasalların sebep olacağı zararlar tüm boyutları ile açıklanmalı; bilinçsizce, yüksek dozda ve uygunsuz kullanılan tarım ilaçlarının insan sağlığına olumsuz etkisi göz önüne alınarak, bu süreçte Tarım ve Orman Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı arasında iş birliği sağlanmalıdır.

65- Tarımsal kirliliği önlemeye yönelik tedbirler konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesi amacıyla eğitim ve yayın programlarının hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Türksat 4A uydusu üzerinden yayın yapmakta olan Tarım Orman Ekranından (TOE) bilinçli tarım, iyi tarım ve çevre dostu tarımsal üretim teknikleri konusunda yayınlar yapılarak halkın bilinç düzeyi artırılmalıdır.

66- Marmara Denizi'ndeki müsilaj sorunu ve tarımsal kirliliği önlemeye yönelik tedbirler konusunda kamuoyu farkındalığı ve çiftçilerimizin bilinçlendirilmesi amacıyla kamu spotları hazırlanarak yerel ve ulusal kanallarda yayınlanması sağlanmalıdır.

67- Tarımsal faaliyetler, küresel iklim değişikliğinin etkileri ve riskleri dikkate alınarak planlanmalıdır.

4.1.3 Atık Yönetimi

İsrafi azaltmak, kaynakları korumak ve ideal atık yönetimi için atıkların oluştuğu yerde önlenmesi ve azaltılması, oluşumunun önlenemediği durumda yeniden kullanımı atık yönetimi hiyerarşisinin öncelikli basamaklarıdır. Yeniden kullanım imkânı olmayan atıkların ise ekonomiye kazandırılması amacıyla geri dönüştürülmesi, maddesel geri kazanımının sağlanması veya enerji olarak geri kazanılması gereklidir. Ancak uygun bir geri kazanım yöntemi olmaması veya bulunmaması halinde atıkların nihai bertarafı tercih edilmelidir.

68- Atık yönetimi ve bertarafı konusunda sağlanan teknik ve maddi destekler yerel yönetimlerin ihtiyaçları doğrultusunda artırılmalıdır.

69- Marmara Denizi için bütüncül bir yaklaşımla iklim değişimini dikkate alan yeni bir “atık yönetim politikası”nın oluşturulması gerekmektedir.

70- Marmara Denizi Havzası’ndaki tüm düzensiz depolama tesislerinin rehabilitasyonunun yapılarak kapatılması ve havzada oluşan tüm katı atıkların geri kazanım sonrasında düzenli depolama tesislerine gönderilmesi fayda sağlayacaktır.

4.1.4 Denizcilik Faaliyetlerinden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi

Deniz kirliliğinin yaklaşık % 80’i karasal kaynaklardan oluşmakta olup, kalan % 20’lik kısmının ise denizel faaliyetlerden kaynaklandığı bilinmektedir. Dünya ticaretinin % 80’i deniz yoluyla yani gemiler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu açıdan bakıldığında gemilerin operasyonel faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların deniz kirliliğine sebep olmayacak şekilde yönetimi büyük önem arz etmektedir.

71- Deniz kirliliğine kıyıda ve denizden müdahale etme kapasitesine sahip kurum/kuruluşların envanterinin oluşturulması gerekmektedir.

72- Marmara Denizi’nde yapılacak dip tarama faaliyetlerinin çevresel açıdan yönetimi konusunda taranan çamurların bertarafına ilişkin tüm düzenlemelerin Marmara Denizi’nin Özel Çevre Koruma Bölgesi olduğu dikkate alınarak yapılması gerekmektedir.

73- Nehir ağızları ve liman çevrelerinde biriken kirli tarama malzemelerinin uygun yöntemlerle bertarafı sağlanmalıdır.

74- Liman, tersane, gemi bakım-onarım, gemi söküm, yat limanı gibi kıyı tesislerinde gemilerin atık verme ve bertarafına yönelik imkânlar geliştirilmeli; bu alanlarda ortaya çıkacak kirlilikte ilgili yönetimlerin de sorumlu tutulmasına yönelik düzenlemeler yapılmalıdır.

75- Deniz araçlarının sintine suyu, kirli balast gibi atıklarının denize kaçak olarak deşarj edilmesini önlemek için denetimler sıklaştırılmalı, Kocaeli Büyükşehir

Belediyesi'nin uçakla İzmit Körfezi'ni havadan denetleyen uygulamasının Marmara Denizi'nin tamamında da uçak ve diğer hava araçlarıyla hayata geçirilmesi sağlanmalıdır.

76- Gemi gövdelerine uygulanan özellikle bakır bazlı olup ciddi ekolojik hasara neden olan anti-fouling boyalarının yerine çevre dostu hidrofilik kaplamalar, enzim bazlı sistemler ve yapışmaz kaplamalar kullanılmalıdır.

77- Gemi balast suları bakteriden balık larvasına kadar oldukça geniş ölçekli canlı grubu içermektedir. Bu canlılar yabancı bir ekosistem için oldukça yıkıcı olabilmektedirler. Biyolojik ve ekolojik dengenin sağlanabilmesi ve istilacı türlerin dağılımının bu yolla engellenmesine katkı sağlanabilmesi için balast sularının arıtımı için gerekli sistemlerinin (yoğun UV lambaları vb.) tüm gemiler için zorunlu hale getirilmesi sağlanmalıdır. Marmara Denizi'ne gemilerin atıksularının boşaltılmasının önlenmesine yönelik düzenleme yapılması ile ilgili eylemin bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir.

78- Balast suları, sintine suları, gemi kaynaklı hava emisyonları ve gemi atıklarının Marmara Denizi başta olmak üzere, denizlerimizi kirletmemesi için gerekli tedbirler alınmalı; yürütülen denetleme ve izleme mekanizmalarının etkinliği artırılmalıdır.

4.1.5 İzleme (Uzaktan Algılama ve Erken Uyarı Sistemleri) ve Denetim Çalışmaları

Marmara Denizi'nde ortaya çıkan müsilaj sorununun ortadan kaldırılması için kirliliğin azaltılması, izleme çalışmaları ve denetimlerin etkin bir şekilde yapılması önem arz etmektedir.

79- Marmara Denizi'nde noktasal kirlilik kaynakları belirlenmeli, bu bölgelerde izleme çalışmaları yürütülerek önlemler alınmalıdır. Bu çerçevede; yeni izleme araçları geliştirilmeli ve gerçek zamanlı izleme ve modelleme çalışmaları yürütülmelidir.

80- Marmara Denizi'ne Karadeniz girişi olan İstanbul Boğazı ile Akdeniz çıkışı olan Çanakkale Boğazı çıkışı arasında yapılan su kalitesi ve biyoçeşitlilik raporları müsilajın önlenmesi çalışmalarında kullanılmalıdır.

81- Marmara Denizi Havzası'nda yer alan ve alıcı ortama deşarj eden tüm evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri ile soğutma suyu deşarj eden tesislerin 7/24 online izlemesi yapılmalıdır.

82- Denetimlerin etkinliği ve verimliliğinin artırılması için ilgili kurumların kurumsal kapasitelerinin güçlendirilmesi yerinde olacaktır.

83- Denetim, kontrol, izleme ve idari yaptırımların farklı kurumlar eliyle yürütülmesi uygulamada karışıklıklara ve kaçaklara neden olmaktadır. Bu nedenle yetkiler tek elden yürütülmelidir.

84- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca yayınlanan Marmara Denizi Havzası Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesinin uygulanmasında sorun yaşanmaması adına Büyükşehirlerde Su ve Kanalizasyon İdareleri tarafından kanalizasyona deşarj eden sanayi tesislerinin denetimi artırılmalıdır.

85- Atık kabul tesisleri ve denizcilik atıkları uygulamaları kapsamında periyodik-sürekli denetimlerin yapılması, uygulama ve denetimlerde birlikteliğin sağlanması gerekmektedir.

86- Marmara Denizi Havzası'nda, daha verimli ve etkin bir denetim modeli geliştirilmesi amacıyla;

- a) Denetim kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik stratejiler ile sektörel bazlı denetim planlarının oluşturulması ve konu bazlı denetim kontrol listelerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir.
- b) Atıksu alanında denetim planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir.
- c) Marmara Denizi Havzası'ndaki denetimlerde uzaktan algılama, uydu ve erken uyarı sistemleri, insansız hava araçları ve radar sistemlerinin kullanımı artırılmalıdır.

87- Müsilajın takip ve önlenmesine yönelik izlemenin sürekliliğinin sağlanması ve ihtiyaç durumunda izleme noktalarının artırılması yerinde olacaktır.

88- Rutin denetimlerin yanı sıra ani denetimlerin etkin ve sıklıkla uygulanması gerekmektedir.

89- Uydu verileri, anlık izleme sistem verileri ve laboratuvar sonuçlarına göre aşırı alg artışları ve müsilaj oluşumunun takibi yapılmalı, bu çerçevede gerekli tedbirler alınmalıdır.

90- Denizlerimizdeki kirliliği (sintine suyu, petrol sızıntısı, tanker kazası vb.) takip etmek için fırlatılması planlanan uydulara termal ve radar sensörlerinin yerleştirilmesi ve uluslararası iş birlikleriyle düzenli uydu verisi temin edilmesi faydalı olacaktır.

91- Ülkemiz için başta Marmara Denizi olmak üzere bütün denizlerde kurulacak izleme sistemleri öncelik oluşturan alanlara kurulmalı ve konusunda yetkili olan bir kurumun koordinasyonunda işletilmeli; kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler desteği ile ortak veri kullanımı sağlanmalıdır.

92- Kanalizasyona deşarj eden önemli kirletici kaynaklarının bağlantı noktalarına ve kanalizasyon hattı üzerinde belirli noktalara online izleme sistemleri kurulmalıdır.

93- Marmara Denizi Havzası'ndaki derelerin memba ve mansaplarında kirlilik izlenmelidir.

94- Azot ve fosfor miktarının artışı öncelikli olarak ele alınmalı ve diğer besin tuzları ve kirleticilerin değerleri tarihî verilerle karşılaştırılarak güncel durum ortaya konulmalı, değişimler tespit edildiği takdirde öncelikle bu kirleticilerin üzerine gidilmelidir.

95- Göl ve akarsulara deşarj yapan tüm kamu veya özel tesislerin atıksu arıtma tesisleri denetlenmeli ve alıcı ortamlara arıtma kriterleri üzerinde herhangi bir atıksu deşarj edilmemelidir.

4.1.6 AR-GE Çalışmaları

Özellikle Marmara Denizi'nde ekosistemin farklı özellikler taşıması nedeniyle; akıntı sistemleri, biyolojik yapıyla ilişkisi, meteorolojik değişiklikler, iklim değişiklikleri ve etkileri birçok disiplinin bir araya gelerek çalışması gereken konulardır. Bu kapsamda birçok bilim dalının bir araya gelerek müsilaş olayını değerlendirmesi, gerekli araştırma/geliştirme çalışmalarının bu çerçevede yürütülmesi önem arz etmektedir.

96- Arıtılmış suların yeniden kullanımı için uygun ileri arıtım teknikleri (membran vb.) araştırılmalıdır.

97- Avrupa Yeşil Mutabakatına uygun olarak sanayi sektöründe çevresel performans artırılmalıdır. Endüstriyel çeşitliliğin yoğun olduğu bölgelerde "sektörler arasında madde (atık, yan ürün ve su) ve enerji değişimi" olarak ifade edilen "endüstriyel simbiyoz" olanaklarına yönelik AR-GE faaliyetleri teşvik edilmelidir.

98- YÖK, TÜBİTAK ve ilgili diğer kurumlar tarafından denizlerin kirliliği, denizel biyoçeşitliliğin karşı karşıya kaldığı tehlikeler ve bu tehlikelerin ortadan kaldırılmasına ilişkin yapılması gerekenler konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalara ilaveten bilimsel çalışmalara sağlanan teşvikler daha da artırılmalı ve sürekliliği sağlanmalıdır.

99- Artan atıksu arıtma tesislerinin sayısına paralel olarak oluşan arıtma çamurlarının döngüsel ekonomi normları çerçevesinde toprak iyileştirici olarak geri kazanılması yönünde AR-GE faaliyetleri hızlandırılmalıdır.

100- Karadeniz'den Marmara Denizi'ne akıntı ile taşınan kirlilik yükleri ile tabakalaşma ve akıntı modellerinin belirlenmesi gerekmektedir.

101- Türkiye'nin müsilaj konusundaki tecrübesinin uluslararası toplantılarda, sempozyumlarda vs. paylaşılması ve bilgi alışverişinde bulunulması yararlı olacaktır.

102- Sıcaklıklardaki artış organizma çeşitliliğini değiştirip göç etmelerine sebebiyet vermektedir. Tüm denizlerimizde, özellikle koylar ve körfezlerde kirlilik etkileşiminin benzer durumları ortaya çıkarabilmesi mümkündür. Bu sebeple, öncelikli olarak bu alanlarda başlatılan bilimsel çalışmalar hızlandırılmalı ve gelecek tahminleri ortaya konulmalıdır.

103- Marmara Denizi'nden soğutma suyu kullanan en az bir veya daha fazla enerji santralinde atık ısıların bölgesel/merkezi ısınma sistemlerinde kullanımına ilişkin uygulamanın araştırılması için çalışma yapılması gerekmektedir.

104- Atıksulardan biyometan, azot, fosfor, biyogübre elde edilmesi ve diğer geri kazanım yolları araştırılmalıdır.

4.1.7 Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele Çalışmaları

İklim değişikliği son yüzyıl içinde dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük problem olma özelliğini korumaktadır. İklim değişikliğinin kara ve deniz sıcaklıklarını artırması, yağış miktarı ve biçimlerini değiştirmesi küresel ortalama deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Değişen su seviyeleri, sıcaklığı ve debisi; gıda arzı, tarım, sağlık, sanayi, turizm ve ulaşım gibi birçok sektörün yanı sıra, ekosistem bütünlüğünü de etkilemektedir. İklim değişikliği ile mücadele çalışmalarına ilişkin öneriler aşağıda yer almaktadır:

105- Denizlerimizde iklim değişikliği etkileri aylık ve mevsimsel çalışmalarla takip edilmelidir.

106- Marmara Denizi Havzası için iklim değişikliğiyle mücadele çalışmaları kapsamında; Marmara Bölgesi'nde yer alan illerin yerel iklim değişikliği il eylem planlarının tamamlanması gerekmektedir.

107- İklim değişiklikleri ile müsilaj arasındaki ilişkiyi belirlemek için geçmiş döneme ait veri setleri analiz edilmelidir.

108- Küresel ısınmanın önümüzdeki yıllarda daha fazla olacağı göz önüne alınarak model, tahmin ve senaryolara göre bütün faaliyetler hakkında önlemler ve özel tedbirler alınması gerekmektedir.

109- Marmara Denizi farklı ve özel bir ekosisteme sahiptir. İklim değişikliği, küresel ısınma sonucu Marmara Denizi'nde su sıcaklığındaki artışın nasıl değişim göstereceğine dair senaryolar ortaya konmalıdır. Aynı zamanda, Karadeniz ve Ege Denizi'ndeki sıcaklık artışındaki değişimler için gelecek yıllar açısından çalışmalar yapılmalıdır.

110- K r sel iklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklığın denizlerimizdeki su seviyesi ve tuzluluk oranındaki değişime etkisi bilimsel çalışmalarla ortaya konulmalıdır.

111- Tüm sıcaklık artışları ve tuzluluk deęiŐimlerinin boğazdaki akış sistemlerinin değişimine ve tabakalaŐmaya nasıl etki edeceği araştırılarak gelecekteki projeksiyon ortaya konulmalıdır.

4.1.8 Kıyı Alanları Yönetimi

Müsilaj sorununun önlenmesi ve benzer sorunların tekrar yaşanmaması için denizin kıyılarıyla birlikte bütüncül olarak ele alınması;  nleme çalışmalarının kıyı alanlarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla yürütülen faaliyetler ile koordineli bir Şekilde yürütülmesi önem arz etmektedir.

112- Deniz dolgusu ve kıyı yapılarının doğal yapıya etkilerinin en aza indirilmesi ve 'suyun kumla buluŐması' temel prensip olmalıdır.

113- Marmara Denizi'nde yaşanan müsilaj sorununa; çevresel, ekolojik, ekonomik ve yönetsel boyutları olan ve Marmara Denizi için üst çerçevede koruma-kullanma dengesi sağlayabilecek olan Entegre Kıyı Alanı Yönetimi ile çözüm üretilbileceği değerlendirilmektedir.

4.1.9 Eğitim ve Farkındalık alıŐmaları

Müsilaj probleminin çözümüne yönelik atılan adımları desteklemek oluşan kirliliğin giderilmesinden ziyade kirlenme davranıŐının toplum genelinde yerleştirilmesi adına yapılacak eğitim ve farkındalık çalışmalarına ilişkin öneriler aşağıda yer almaktadır:

114- Çevreye saygılı üretim yapan, sıfır atık projesini uygulayan ve ileri biyolojik atık su arıtma tesisini yapıp iŐleten ve gri su kullanan firmalar ödüllendirilmelidir.

115- Deterjan ve kiŐisel hijyen ürünlerinden kaynaklanan fosfor kirliliğinin azaltılması için fosfor ve yüzey aktif madde içeren temizlik malzemelerinin kullanımı aŐamalı olarak azaltılmalı, fosforsuz ürünlerin üretimine yönelik mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır.

116- Temizlik malzemelerinde evre etiketli ürünlerin kullanımı yaygınlaŐtırılmalı, evre etiketli ürünlerin duyurulması için bir web sitesi ve sosyal medya hesabı kullanıma açılmalıdır.

117- Deterjanlar Hakkında Yönetmelik kapsamında piyasa gözetimi ve denetimi daha etkin hale getirilmeli, yapılan denetimler sonucunda tespit edilen güvensiz  r nler, Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan Güvensiz  r n Bilgi Sistemi'nden kamuoyu ile paylaŐılmalıdır.

118- Deniz, göl ve akarsuların sadece temizlenmesi değil aynı zamanda sürekli korunması amacıyla gerekli denetim ve analizlerin yapılabilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı başta olmak üzere ilgili kurumların ve belediyelerin konusunda uzman personelce güçlendirilmesi ve mevcut insan kaynağının periyodik olarak eğitime tabi tutulması sağlanmalıdır.

119- Marmara Denizi'ne gelecek kirlilik yükünün azaltılması amacıyla deşarj standartlarına getirilen kısıtlamalara uyum sağlayacak atıksu arıtma tesislerinin yapımı ve\veya revizyonu belirli süre gerektirdiğinden bireysel önlemler alınması önem arz etmekte olup bu konuda ulusal düzeyde kampanyalar düzenlenmesi faydalı olacaktır.

120- Okul öncesi, ilk ve ortaokul düzeyinde; denizlerin önemi, deniz kirleticilerinin neler olduğu, bu kirleticilerde insan faktörünün rolü ve bu kirleticilerin azaltılmasında yapılması gerekenlere ilişkin bilinçlendirici eğitimlere yer verilmeli, bu konuyla ilgili öğrencileri araştırmaya ve sorgulamaya teşvik edecek ödev ve projelere ağırlık verilmelidir.

121- Çevre sorunları ve çözüm önerileri konularında gerek uluslararası düzeyde gerek ülke genelinde ve yerel ölçekte çeşitli platformlar oluşturularak çalıştay, sempozyum, kongre ve konferanslarla kamuoyuna yönelik farkındalık ve bilinçlendirme çalışmaları artırılmalıdır.

122- Atıkların hanelerden başlamak üzere ayrıştırılması için gerekli bilinçlendirme ve teşvik çalışmaları artırılmalıdır.

123- Çevre bilincinin geliştirilmesi için tüm sektörlerde (sanayi sektörü, hizmet sektörü vb.) farkındalığın artırılması önem arz etmektedir.

124- Medyanın etkin gücü kullanılarak denizlerimizin korunması ve temiz tutulması için yapılması gerekenlere ilişkin bilinçlendirici yayınlara yer verilmeli ve etkinlikler gerçekleştirilmelidir.

125- Tüm paydaşlarla düzenli istişare toplantılarının yapılması; her il özelinde valilikler koordinasyonunda, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve ilgili kurum kuruluşların katılımı ile düzenli toplantılar yapılarak ilgili hususlar detaylı olarak istişare edilmelidir.

126- “Marmara Deniz Havzası Çevresel Göstergeler Kitapçığı” ve “Çevresel Göstergeler” yeni yaklaşımla yıllık olarak yayınlanmalıdır.

127- Çocukların çevre sorunları ve çevrenin korunmasına yönelik duyarlılığın artırılması için;

- a) Kitlesele iletişim araçlarında bilgilendirici ve eğitici yayınlar yapılması ve çocuklara yönelik yayın yapan televizyon kanallarında çevre bilgi ve bilincini artıracak çizgi film ve içerikler artırılmalıdır.
- b) Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Milli Eğitim Bakanlığı iş birliğinde çevre temalı etkinlikler (resim, şiir, kompozisyon yarışmaları, münazaralar vb.) düzenlenmelidir.
- c) Gönüllü çevre dedektifleri (mavi/yeşil) yetiştirilmesine yönelik eğitim ve programlar yapılmalıdır.
- ç) Çevre yönetimine ilişkin konular (su, atıksu, atık, sıfır atık, sıfır atık mavi vb.) eğitim müfredatına eklenmelidir.

128- YÖK ile işbirliği içerisinde üniversitelerde çevre bilincinin artırılmasına yönelik eğitim içerikleri zenginleştirilmelidir.

4.2 MÜSİLAJIN ETKİLERİNE İLİŞKİN ÖNERİLER

Müsilaj oluşumunun deniz ekosistemi ve biyolojik çeşitliliğe, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğine, insan sağlığına ve turizme olası etkilerine yönelik alınması gereken tedbirler aşağıda yer almaktadır:

4.2.1 Deniz Ekosistemi ve Biyolojik Çeşitlilik

Marmara Denizi'nde son 60 yılda biyolojik çeşitliği oluşturan türlerde sürekli bir değişim görülmektedir. Son yıllarda artan kirlilik, balıkçılık vb. antropolojik etkilerin stoklar üzerine baskısı ve küresel iklim değişiminin etkisi ile yeni türlerin sisteme girişi hızlanmıştır. Dolayısıyla konuya ilişkin yapılan/yapılacak çalışmalar büyük önem arz etmektedir.

129- Öncelikli olarak Marmara Denizi biyoçeşitliliğinin (bakteriden memeliye kadar) tanımlanması ve kayıt altına alınması gerekmektedir. Buradan elde edilen veriler ile tarihî veriler karşılaştırılarak türlerin yerli/yabancı tür tespiti yapılmalı, yabancı türlerin istilacı olma potansiyelleri araştırılmalı ve tüm canlı gruplarını kapsayacak şekilde düzenli izleme çalışmaları yapılarak yeni yabancı türlerin hızlı bir şekilde tanımlanması sağlanmalıdır.

130- Deniz canlılarını ve besin zinciri sebebiyle o canlıları tüketenleri olumsuz etkileyen plastik ve mikro plastik kirliliklerin önlenmesi konusunda gerekli tedbirler alınmalıdır.

131- Denizlerimizdeki biyolojik çeşitliliği ve zenginliği koruyacak tedbirlerin geliştirilmesi amacıyla denizel biyolojik çeşitliliğe ilişkin bir veri bankası oluşturulmalı; bu amaçla Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan "Ulusal

Su Ürünleri Gen Bankası'nın alt yapısı geliştirilmeli ve benzer veri bankaları yaygınlaştırılmalıdır.

4.2.2 Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Kontrolsüz balıkçılığın müsilaj ve benzeri problemlerin oluşmasında dolaylı da olsa etkisinin olduğu görülmektedir. Bu olumsuz etkinin azaltılmasına yönelik; sürdürülebilir balıkçılık için yöntem ve stratejilerin geliştirilmesi, kontrollü balıkçılığa geçişin planlanması, deniz ekolojisini ve besin zinciri dengesini bozacak her türlü avlanmanın önlenmesi kapsamında deniz zemin yapısını tahrip eden tekniklerle (algarna, manyat vb.) yapılan sürütme avcılığını da içeren düzenlemeler yapılması önem arz etmektedir.

Bununla birlikte müsilaj dolayısıyla balık stoklarındaki azalma vb. nedenlerle olumsuz etkilenen balıkçılık sektörüne yönelik destekleme modellerinin oluşturulması ve su ürünleri sektörünün müsilaj ve benzeri problemlerden daha az etkilenmesi için erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Başta Marmara Denizi olmak üzere bütün denizlerimizde sürdürülebilir balıkçılık için aşağıdaki öneriler sıralanmaktadır:

132- Su ürünleri yaşam ve üreme alanlarının korunması, biyoçeşitliliğinin korunması ve artırılması ile stoklarının iyileştirilmesi için gerekli tedbirler (geçici ya da kalıcı kısıtlamalar vb.) alınmalıdır.

133- Denizlerimizde canlı envanteri oluşturulmalı, balık stokları belirlenmeli ve avcılık var olan stoklar baz alınarak planlanmalıdır.

134- Balıkçılık bölgesel ve yerel olarak düzenlenmeli ve avcılıkta kota sistemine geçiş yapılmalıdır.

135- Marmara Denizi başta olmak üzere tüm su ürünleri avlanma alanlarında yasa dışı, kayıt dışı ve kural dışı avcılık kontrol ve denetimlerinin etkinliği artırılmalıdır.

136- Marmara Denizi'nde plankton ile beslenen hamsi, sardalya, çaça gibi balıkların avcılığının daha kontrollü yapılması sağlanmalıdır.

137- Zemin yapısını tahrip ettiği için her türlü algarna, manyat vb. tekniklerle yapılan sürütme avcılığı engellenmelidir.

138- Gırgır ağlarının avcılık yapılan derinliklere uygun olarak kullanılması ve ağların deniz zemininden uygun bir yükseklikte kalması sağlanmalı; böylelikle ağların zemine değmesi ve zemin yapısına zarar vermesi engellenmelidir.

139- Kaçak çift kabuklu yumuşakça avcılığıyla mücadelenin etkinliği artırılmalıdır.

140- Kıyılarda var olan sazlık alanlar korunmalıdır.

141- Marmara Denizi'nde balıklandırma faaliyetleri artırılmalı ve balıklandırmada kullanılan yerel balık türleri çeşitlendirilmelidir.

142- Marmara Denizi'ndeki balıkçılık faaliyetlerine ek düzenlemeler getirilerek av baskısının azaltılması amacıyla insan gıdası haricinde su ürünleri istihsalinin (balık unu, balık yağı üretimi vb.) kısıtlanmasına yönelik düzenlemeler yapılmalıdır.

143- Marmara Denizi'nde su kalitesini geliştirilmesine katkıda bulunmak üzere midye yetiştiriciliği için uygun yerler belirlenmeli ve kapasitenin artırılması sağlanmalıdır.

144- Marmara Denizi başta olmak üzere su filtreleme yoluyla beslenerek suyu temizleyen midye, istiridye akivades gibi türler başta olmak üzere çift kabuklu yumuşakça üretiminin geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan yavrunun (spat) karşılanabilmesine yönelik kuluçkahaneler kurulmalı ve/veya kurulması teşvik edilmelidir.

145- Marmara Bölgesi'nde müsilağdan etkilenen küçük aile balıkçıları başta olmak üzere tüm balıkçılara verilen destekler artırılmalıdır.

146- Hayalet ağlar sadece Marmara Denizi'nden değil tüm denizlerimizden bir an evvel temizlenmeli, bu ağların ceza ve denetimlerden kaçmak için bilinçli olarak denize bırakılmasının önüne geçecek tedbirler artırılmalıdır. Hayalet ağların zararlarına ilişkin balıkçılar başta olmak üzere tüm vatandaşlarımıza yönelik bilinçlendirme faaliyetleri yapılmalıdır.

147- Ülkemizde nesli tehlike altında bulunan ve koruma altında olan mersin balığı, deniz alası, büyük camgöz köpek balığı, pervane balığı, yağlı balık, deniz atı, deniz çayırları, mercanlar, kırmızı yıldız, deniz süngeri, deniz kaplumbağası, yunus ve Akdeniz foku gibi türlerin yaşama ve üreme alanları iyileştirilerek güvenle korunmaları/çoğalmaları için yapılan çalışmalar artırılmalıdır.

148- Kültür balıkçılığında balık hastalıkları ve zararlılarına karşı kullanılan ilaçlar ve diğer kimyasal maddeler ile yemlerin içindeki fosfor, azot ve organik maddeler gibi suyu kirleten etmenlere karşı gereken tedbirler alınmalıdır.

149- Sucul biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla belirlenen hassas alanların korunması ve bölge balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı göz önüne alınarak yapay resif tarlalarının oluşturulması gerekmektedir.

150- Başta Marmara Denizi olmak üzere bütün denizlerimizdeki su ürünleri stoklarının iyileştirilmesi için gerekli tedbirler (geçici ya da kalıcı kısıtlamalar vb.) alınmalıdır.

151- Marmara Denizi'nde plankton ile beslenen hamsi, sardalya, çaça gibi balıkların avcılığı kontrollü yapılmalı ve bu canlı popülasyonlarının birey artışı için gerekli önlemler alınmalıdır.

4.2.3 İnsan Sağlığı ve Turizm

Marmara Denizi'nde artan kirlilik baskısının bir sonucu olarak meydana gelen müsilaj olayının, bölgenin ekolojisi ve balıkçılık faaliyetlerini olumsuz etkilediği bilinmekte olup; bu etkilerin göz önünde bulundurularak müsilajın insan sağlığı üzerine olan etkilerinin de araştırılması ve ortaya konulması; bununla birlikte müsilajın turizme muhtemel olumsuz etkilerinin önlenmesi önem arz etmektedir.

152- Çevre ve deniz temizliği turizmin temel unsurlarından biri olup deniz ekosistemini bozmadan çevrenin sürekli ve dengeli bir şekilde yönetilmesi, muhtemel tahribatların zaman kaybetmeksizin önlenmesi için ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından iş birliği içerisinde gerekli tedbirler alınmalıdır.

153- Turizm merkezleri içerisinde bulunan başta su altı kültür mirası olmak üzere tarihi yapıların müsilaj sorununun neden olabileceği olumsuz etkilerden korunmasına yönelik ayrıntılı çalışmalar yapılmalı, müsilajın turizme yönelik etkileri çok boyutlu olarak analiz edilmelidir.

154- Müsilajın halk sağlığı yönünden olası risklerinin araştırılmasına yönelik çalışmaların artırılması ve bulguların kamuoyuyla paylaşılması yerinde olacaktır.

4.2.4 Diğer Öneriler

155- Marmara Denizi'nde evsel ve endüstriyel atık suların deşarjları, tarımsal faaliyetler, gemi atık suları, kıyı dolguları, maden ve hafriyat atıkları ve atmosferik çökeltme kaynaklı kirlenmenin önlenmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.

156- Marmara Bölgesi'nde yüksek teknoloji ve kısıtlı atık üreten sektörlere öncelik verilerek sanayi alanındaki yoğunlaşmanın Orta Anadolu gibi yeni bölgelere genişletilmesi sağlanmalıdır.

157- MARMOD Projesi sonuçlarında da tespit edildiği üzere; Marmara Denizi'nde oksijen eşiğine (hipoksi) çıkılabilmesi için toplam karasal besin yükünün % 40 oranında azaltılması yönünde gerekli çalışmalar hızlandırılmalıdır.

RAPORA İLİŞKİN KARAR İMZA CETVELİ

KAYNAKÇA

- 10. Kalkınma Planı, Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- 11.08.1983 tarihli ve 18132 sayılı Resmî Gazete.
- 19.10.1989 tarihli Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname.
- 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi.
- 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete.
- 08.01.2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete.
- 2008/105/EC sayılı Çevresel Kalite Standartları Direktifi.
- 2008/56/EC sayılı Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi.
- 20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmî Gazete.
- 26.03.2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmî Gazete.
- 14.12.2011 tarihli ve 28142 sayılı Resmî Gazete.
- 07.10.2012 tarihli ve 28434 sayılı Resmî Gazete.
- 17.10.2012 tarihli ve 28444 sayılı Resmî Gazete.
- 30.11.2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete.
- 18.06.2013 tarihli ve 28681 sayılı Resmî Gazete.
- 2014/07 sayılı Atıksu Arıtma/Derin Deniz Deşarjı Tesisi Proje Onay Genelgesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- 10.09.2014 tarihli ve 29115 sayılı Resmî Gazete.
- 20.05.2015 tarihli ve 29361 sayılı Resmî Gazete.
- 10.08.2016 tarihli ve 29797 sayılı Resmî Gazete.
- 23.12.2016 tarihli ve 29297 sayılı Resmî Gazete.
- 11.02.2017 tarihli ve 29976 sayılı Resmî Gazete.
- 12.07.2019 tarihli ve 30829 sayılı Resmî Gazete.
- 16.07.2021 tarihli ve 31543 sayılı Resmî Gazete.
- 30.12.2021 tarihli ve 31705 sayılı Resmî Gazete.
- 26.12.2019 tarihli Ergene Nehrinde Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/2019-17-sayili-koi-genelgesi-20191230084555.pdf>
- 22.06.2021 tarihli Marmara Deniz Havzası Eylem Planı Kapsamında Deşarj Standartlarında Kısıtlama Genelgesi
- 02.07.2021 tarihli ve 2021/14 sayılı Marmara Bölgesinde Bulunan Atık Su Arıtma Tesislerinin Gerçek Zamanlı İzlenmesi Genelgesi.
- 13.07.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 14.07.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 03.08.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 04.08.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 14.08.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 18.08.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 07-09.09.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 06.10.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 13.10.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 20.10.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 27.10.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 03.11.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.
- 04.11.2021 tarihli Dinleme Tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.

- 05.11.2021 tarihli ve 31650 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 4758 Sayılı Cumhurbaşkanı Kararı.
- 3 Nehir Havza Bölgesindeki Önemli Su Yön Etimi Konuları: Çevresel Etkiler ve Bu Etkilerin Ele Alınması - Akarçay Nehir Havza Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2021.
- Agricultural Statistics, 2001, Animal Waste, Wyoming Agricultural Statistics, Service, 2001 Wyoming Agricultural Statistics, www.wyomingbusiness.org/pdf/energy/biomass3.pdf
- Ahmed, S. D., Agodzo, S. K., & Adjei, K. A. (2020). Designing River Diversion Constructed Wetland for Water Quality Improvement. In *Inland Waters-Dynamics and Ecology*. IntechOpen.
- Ak-Orek, Y. ve Zenginer, A., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021.
- Aktan, Y., Dede A. Çiftçi, P.S.; Mucilage events associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey; Harmful Algae News, an IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms, 2008.
- Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018.
- Alldredge, A.L., Gotschalk, C., The Relative Contribution of Marine Snow of Different Origins to Biological Process in Coastal Waters, *Cont. Shelf Res.*,1990.
- Altaş, L., Büyükgüngör, H., Heavy metal pollution in the Black Sea shore and offshore of Turkey, *Environmental Geology*, 2007.
- Altıok, H. Dökümcü, K. Mutlu, S., Öztürk, İ.D., Ediger, D. & Yüksek A. (2021). İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi’nde İklim Değişikliği Göstergeleri. Salihoğlu, B., Öztürk, B. (Ed.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul.
- Altıok, H., Pekdemir, E.A., Polat-Beke S.Ç., (2016). Marmara Denizi ve Boğazların Hidrografik Değişimi (2014-2016) I. Ulusal Denizlerde İzleme Ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016. 125 TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, Gebze-Kocaeli
- Andreadakis, A., Gavalakis, E., Kaliakatsos, L., Noutsopoulos, C. and Tzimas,A., The Implementation of the Water Framework Directive (WFD) at the River Basin of Anthemountas with Emphasis on the Pressures and Impacts Analysis, *Desalination*, 2007.
- Angelakis, A., Gikas, P., Water Reuse: Overview of Current Practices and Trends in the World with Emphasis on EU States, *Water Utility*, 2014.
- Artüz, L. ve ark., 2014, Marmara Denizi’nde Değişen Oşinografik Şartlarının İzlenmesi Projesi, Oşinografik-Hidrografik-Biyolojik-Kimyasal-Sedimentolojik Klimatolojik İstasyon Çalışmaları Ara Raporu, İstanbul.
- Artüz, L., MAREM-Marmara Environmental Monitoring –Marmara Çevresel İzleme Projesi.
- Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Eğitim ve Sertifika Programlarının Hazırlanması Projesi, Modül: Atıksu Arıtımında Genel Tanım ve Terimler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.
- Azam, F., Funari, E., Significance of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea, *Annali dell’Istituto superiore di sanità*, 1999.
- Bakan, G., Özkoç, H. B., An ecological risk assessment of the impact of heavy metals in surface sediments on biota from the mid-Black Sea coast of Turkey, *International Journal of Environmental Studies*, 2007.
- Balkis, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H., Tüfekçi, V., Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükada Island (the Marmara Sea), *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2011.

- Balkis, N., Topcuoğlu, S., Güven, K. C., Öztürk, B., Topaloğlu, B., Kirbaşoğlu, Ç., Aksu, A., Heavy metals in shallow sediments from the Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea regions of Turkey, *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 2007.
- Balkis-Özdelice, N., Durmuş, T., Balcı, M. A., A Preliminary Study on the Intense Pelagic and Benthic Mucilage Phenomenon Observed in the Sea of Marmara. *Int. J. Env. and Geoinf. (IJECEO)*, 2021.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., Poulain, F. (eds.) (2018) Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO.
- Bates, N.R., Peters, A.J., The contribution of atmospheric acid deposition to ocean acidification in the subtropical North Atlantic Ocean, *Marine Chemistry*, 2007.
- Bayrak, S., “Kentsel Katı Atık Yönetiminde Panel Veri Yönetimiyle Maliyet Analizi: İzmir İlçe Belediyeleri Örneği”, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 2019.
- Beşiktepe, Ş., Özsoy, E., Ünlüata, Ü., Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles lower layer inflow, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 1993.
- Beşiktepe, Ş., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. and Ü. Ünlüata Ü., The circulation and hydrography of the Marmara Sea, *Progress in Oceanography*, 1994.
- Bianchi, C.N. ve Morri, C., 2000, Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research, *Marine Pollution Bulletin*.
- Bindoff, N.L. et al., Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds., Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, UK and USA, 2007.
- Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), 2020.
- Birpınar M.E., Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı, İklim Değişikliği Başmüzakerecisi, Makaleler: <https://birpinar.com/canlarimiz-yanmasin/>, 2021.
- Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/iklim-degisikligiyle-mucadelede-yeni-donem/>, 2021.
- Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/iklim-degismeden-biz-degiselim/>, 2013.
- Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/yeni-iklim-lideri-turkiye/>, 2021.
- Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/yeni-kabus-musilaj/>, 2021.
- Birpınar M.E., Makaleler: <https://birpinar.com/yesil-buyume-yesil-isler-ve-yesil-donusum-dunyadaki-ve-turkiyedeki-egilimler/>, 2021.
- Blokhina, M.D. and Afanasyev, Y.D., Baroclinic instability and transient features of mesoscale surface circulation in the Black Sea: Laboratory experiment, *J. Geophys. Res.*, 2003.
- Boran, M., Altınok, I., A review of heavy metals in water, sediment and living organisms in the Black Sea, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2010.
- Bottcher, D. and Rhue, D., 2000. Fertilizer Management- Key to a sound Water Quality Program, Circular 816, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, USA.
- BSGM 2021, Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığa Etkisi Eylem Planı Gelişmeleri Bilgi Notu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ekim 2021, Ankara.
- Building a more circular Australia, 2021.
- CIESM 2001, Workshop Series, No: 14. Gelatinous Zooplankton Outbreaks: Theory and Practice, Naples, Italy.

- Climefish (2019) Cases 2-3 Baltic Sea Fisheries, <https://climefish.eu/2019/04/10/baltic-sea-fisheries/>
- Coban-Yıldız, Y., Tugrul, S., Polat, S.C., Ediger, D., and Yılmaz, A., A Comparative Study on the Abundance and Elemental Composition of POM in Three Interconnected Basins: The Black, the Marmara and the Mediterranean Seas, *Mediterranean Marine Sciences*, 2000.
- Cociasu, A., Diaconu, V., Teren, L., Nae, I., Popa, L., Dorogan, L., Malciu., V., Nutrient stocks on the Western shelf of the Black Sea in the last three decades, In Özsoy, E., Mikaelyan, A. (Ed.). *Sensitivity to change: Black Sea, Baltic and North Sea*, NATO ASI Series, Kluwer Academic Publishers, 1997.
- Cociasu, A., Dorogan, L., Humborg, C., and Popa, L., Long-term Ecological Changes in Romanian Coastal Waters of the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 1996.
- Cozzi S, Ivancic, I., Catalano, G., Djakovac T., Degobbis, D., Dynamics of the oceanographic properties during mucilage appearance in the northern Adriatic Sea: analysis of the 1997 event in comparison to earlier events, *J Mar Syst*, 2004.
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J.P., Iglesias, A., Lange, M.A., Lionello, P., Llasat, M.C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M.N., Xoplaki, E., Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean, *Nature Climate Change*, 2018.
- Çakır, M., Taşkın, E., Akçalı, B., 2016, Marmara Denizi Yabancı Makroalg Türleri, I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016, 209 TÜBİTAK- MAM, Gebze-Kocaeli.
- Çanakkale Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Çanakkale İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/canakkale_cdr219-20201221092718.pdf
- Çelebi, H. (1969). Yüzey Akış ve Yüzey Akış Miktarlarını Hesaplama Metodları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Teknik Bülten, Erzurum.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ-DBE, “Marmara Denizi Bütünleşik Model Sistemi: Faz 1 Proje Final raporu”, Ankara, 2017.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TÜBİTAK-MAM, “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016: Marmara Denizi Özet Raporu”, Kocaeli, 2017.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 25.10.2021 tarihli ve 901462 sayılı Yazı.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Komisyona sunulan 11.11.2021 tarihli ve 910639 sayılı cevabi yazı.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 25.10.2021 Tarih ve 901462 Sayılı Cevabi Yazı.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 17.11.2021 Tarihli ve 914309 Sayılı Cevabi Yazı.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021, Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı (2021-2024), Ankara.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021, Marmara Denizi Eylem Planı.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Uyum Dairesi Başkanlığı Yürütülen Çalışmalara İlişkin Bilgi Notu, Aralık 2021, Ankara.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023).
- Çoşan, Burak, 2021, Müsilaj turizmi de vurdu, <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/musilaj-turizmi-de-vurdu-41832304>

- ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2021). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2020 Yılı Marmara Denizi Final Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2017) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2016 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2020) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2014-2020 Akdeniz/ Ege Denizi/ Marmara Denizi/ Karadeniz Özet Raporları, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2021) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İş 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli.
- Dahl, S., Kurtar, B., Environmental Situation, Working Paper, 1993, No: 21; Ömerli-Elmalı J.V., Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi Fizibilite Raporu, Ömerli ve Elmalı Ortak Girişimi, 1993.
- Danovaro, R., Umani, S.F., Pusceddu A., 2009, Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. Plos One 4(9): e7006. Öztürk, B., 2010, Proceedings of the symposium “The Marmara Sea 2010”. Turkish Marine Research Foundation, Publication no: 32, İstanbul, Turkey.
- De Stefani, G., Tocchetto, D., Salvato, M., & Borin, M. (2011). Performance of a floating treatment wetland for in-stream water amelioration in NE Italy. *Hydrobiologia*.
- Demir, C. (2004) A profile of Turkish tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Akal, M. (2009) Economic implications of international tourism on Turkish economy. *Tourismos*.
- Demirer G.N., Ulusal Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Merkezi Toplantısı Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2010.
- Demiroglu, 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.
- Deniz Ortamında Müsilaj/mukus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında İncelenmesi, TÜBİTAK 108Y083 Projesi.
- Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İş 2014-2016 Marmara Denizi Özet Raporu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2017.
- Denizlerimizin Kara Kökenli Kirleticilere Karşı Korunmasına Yönelik Ulusal Eylem Planının (UEP) Güncellenmesi Projesi (2016-2017), <https://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr/icerik/denizlerimiz-kara-kokenli-kirleticilere-karsi-korunmasına-yonelik-ulusal-eylem-planinin-uep>
- Deserti M, Cacciamani, C., Chiggiato, J., Rinaldi, A., Ferrari, C.R., Relationships between northern Adriatic Sea mucilage events and climate variability, *Science of The Total Environment*, 2005, Volume 353, Issues 1-3, 2005.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2015 Yılı Faaliyet Raporu (EK 6 - Su Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu, 2010), DSİ, 2015.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy.
- Ediger, D., Beken, Ç., Yüksek, A., Tuğrul, S., Eutrophication in the Sea of Marmara. In: *The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.) Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2016, Publication No.42.

- Edwards, E., Impacts and effects of ocean warming on plankton. Chapter: 3.2, In: Explaining ocean warming: Causes, scale, effects and consequences, Full report, (eds., Laffoley, D., Baxter, J.M.) Gland, Switzerland: IUCN, 2016.
- EEA (2019) The European environment - state and outlook 2020; Executive summary, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Ellis, J. B., Shutes, R. B. E., & Revitt, D. M. (2003). Guidance manual for constructed wetlands. Environment Agency.
- Environmental Protection Desalination: A National Perspective, National Research Council of the National Academies. 2012.
- Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Yilmaz, E., Tezcan, D., Salihoglu, I., Salihoğlu, B., Latif, M. A., Water Mass Variability and Levantine Intermediate Water Formation in the Eastern Mediterranean Between 2015 and 2017, Journal Of Geophysical Research-Oceans, 2021.
- Ferrier, R. C., D'Arcy, B. J., MacDonald, J., & Aitken, M. (2005). DIFFUSE POLLUTION-WHAT IS THE NATURE OF THE PROBLEM?, Water and Environment Journal.
- Froese, R., Pauly, D., FishBase, World Wide Web electronic publication, 2007, www.fishbase.org, version.
- Funari E., and Ade P., 1999, Human Health Implications Associated With Mucilage in The Northern Adriatic Sea, Annali Dell'istituto Superiore Di Sanita.
- Ganesh, S., Parris, D. J., DeLong, E. F., Stewart, F. J., Metagenomic analysis of size-fractionated picoplankton in a marine oxygen minimum zone, The ISME journal, 2014.
- Gauss, M., & Ledent, S. (2008). Constructed wetlands: a promising wastewater treatment system for small localities. Word Bank Office, Lima, Peru.
- Genitsaris, S., Stefanidou, N., Sommer, U., Moustaka-Gouni, M.; Phytoplankton Blooms, Red Tides and Mucilaginous Aggregates in the Urban Thessaloniki Bay, Eastern Mediterranean; Diversity; 2019.
- Gissi, E., Manea, E., Mazaris, A.D. et al., A review of the combined effects of climate change and other local human stressors on the marine environment, Science of the Total Environment, 2021.
- Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R-12/618, EPA/600/R-12/618 (September): 1–28, ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA), 2012.
- Gümüş, A., Rüzgar, M., Ardalı Y., 2016. Karadeniz Deniz Deşarj Alanlarında Biyolojik Komünitelerin Mevcut Durumu I. Ulusal Denizlerde İzleme Ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016. 190 TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, Gebze-Kocaeli.
- Han, L., Randhir, T. O., & Huang, M. (2017). Design and assessment of stream–wetland systems for nutrient removal in an urban watershed of China. Water, Air, & Soil Pollution.
- Harrison, S., McAree, C., Mulville, W., & Sullivan, T. (2019). The problem of agricultural 'diffuse' pollution: Getting to the point. Science of the Total Environment.
- Hélène, O., Karine, O., Stéphanie, D., Carla, S., Anne-Sophie, A., Clément, G., Livio, R., Geological and biological diversity of seeps in the Sea of Marmara, Deep-Sea Research, 2020.
- <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=gelir-yasam-tuketim-ve-yoksulluk-107&dil=1>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0056>
- <https://kullanilmissu.tarimorman.gov.tr/proje/projenin-kapsami>
- https://kullanilmissu.tarimorman.gov.tr/files/dokumanlar/233/03-susurluk-havzasi-tep-cilt5_791.pdf

- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/883/6-Havzada-Nehir-Havza-Yonetim-Planlarinin-Hazirlanmasi-Avrupa-Birligi-Teknik-Yardim-Projesinin-Baslangic-Toplantisi-Gerceklestirildi>
- <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2017-cevre-sorunlari-ve-oncel-kler--20190628084520.pdf>
- https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/menu/deniz_izleme_klavuzlari_20180516024237.pdf
- <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/2021-13-sayili-genelge-22-06-2021-1172378-20210623132535.pdf>
- https://webdosya.csb.gov.tr/db/marmarahepimizin/icerikler/tehliketespit2_20210629034653.pdf
- <https://www.dunya.com/ekonomi/sifir-atik-projesi-ile-ekonomiye-17-milyar-liralik-katki-saglandi-haberi-608828>
- <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Marmara-Deniz-Suyu-Sicakligi-Analizi-2020.pdf>
- <https://www.nationalgeographic.com/science/article/100916-sea-snot-gulf-bp-oil-spill-marine-snow-science-environment>
- <https://www.pwc.com.au/important-problems/environment-social-governance/building-a-more-circular-australia.html>
- <https://www.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?OgeId=685&Liste=Duyuru>
- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/Akar%C3%A7ay%20NHYP.pdf>
- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/SUSURLUK%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf>
- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/707/Kullanilmis-Sularin-Yeniden-Kullanim-Alternatifleri-Havza-Bazinda-Belirlendi>
- <https://yuzme.saglik.gov.tr/>
- IPCC, 2009, Technical Summary. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (eds. Pörtner, H.O., Roberts, D.C., MassonDelmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B., Weyer, N.M.).
- İstanbul Kalkınma Ajansı, 2014-2023 İstanbul Bölge Planı, <https://www.istka.org.tr/media/1063/2014-2023-%C4%B0stanbul-b%C3%B6lge-plan%C4%B1.pdf>
- İstanbul Ü., Su Bilimleri Fakültesi Tarafından TBMM'ne Sunulan Marmara Denizi'nde Yüzeyde ve Dipte Görülen Müsilajın Deniz Bakteri İzolatları ile Giderilmesini Konu Alan Pilot Çalışmanın Sonuç Raporu.
- Kadlec, R. H. (2009). Comparison of free water and horizontal subsurface treatment wetlands. Ecological engineering.
- Kanyılmaz, M. (2021). Müsilajın Su Ürünleri Sektörüne Etkisi, (3 Haziran 2021) Müsilajın Ekolojik, Ekonomik, Sosyal Etkileri ve Çözüm Önerileri Paneli. ÇOMU Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak., Çanakkale.
- Karahan, A., Küçükavşar, S., Esti, M., Kalkan, E., Öztürk, E., Örek, H., 'Revealing bacterial community composition of mucilage from an offshore station of Sea of Marmara during the June 2021 event via 16S rRNA metabarcoding technique.
- Karakaş, G., 2021, Marmara'nın derinliklerinde hidrojen sülfür, Deniz Kartalı: <https://denizkartali.com/marmaranin-derinliklerinde-hidrojen-sulfur.html>
- Karydis, M., Eutrophication Assessment of coastal waters based on indicators: a literature review, Global NEST Journal, 2009.
- Kasak, K., Kill, K., Pärn, J., & Mander, Ü. (2018). Efficiency of a newly established in-stream constructed wetland treating diffuse agricultural pollution. Ecological Engineering.

- Kellis, M., Kalavrouziotis, I.K., Gikas, P., Review of Wastewater Reuse in the Mediterranean Countries, Focusing on Regulations and Policies for Municipal and Industrial Applications, Global Nest Journal, 2013.
- Kentsel/Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri Proje Yönetimi Uygulama El Kitabı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014.
- Kocabaş, E. ve ark., 2021, Musilaj Oluşumunun Marmara Ekosistemine Etkisi, Bandırma KAE Su Ürünleri Bölümü, TAGEM/HAYSÜD/G/21/A6/P2/5567 Proje Raporu. Balıkesir, 2021.
- Koç E., Kaya K. ve Şenel M.C., 2017, Türkiye’de İnşaat Sanayi Sektörünün Gelişimi-Temel İnşaat Sanayi Göstergeleri, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi.
- Koçer, M.A.T. ve ark., 2017, Report on the Toxic Phytoplankton and Marine Biotoxins in Bivalve Mollusc Production Areas in Turkey, Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM.
- Konovalov S.K. Murray, J.W. and Luther, G.W., Basic Processes of Black Sea, Oceanography, 2005.
- Kovač, N., Mozetič, P., Trichet, J., Défarge, C., Phytoplankton composition and organic matter organization of mucous aggregates by means of light and cryo-scanning electron microscopy, Marine Biology, 2005.
- Kroeker KJ, Kordas RL, Crim R, Hendriks IE, Ramajo L, Singh GS, Duarte CM, Gattuso JP., Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming, Global Change Biology, 2013.
- Kroiss., Helmut, Zessner., Matthias, Lampert, Cristoph., Nutrient Management in the Danube Basin and Its Impact on the Black Sea, Journal of Coastal Research, 2003, 19(4), 898-906.
- Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi Marmara Ön Fizibilite Raporu, 2019, https://kullanilmissu.tarimorman.gov.tr/files/dokumanlar/188/marmara-havzasi-tep-cilt-6_490.pdf
- Kunt, M., Gürbüzler, D., Erkal İ.F., Yıldırım, K. 2020. Türkiye 6. Çevre Durum Raporu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Yayın No: 11 Ankara.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 12.11.2021 Tarihli ve 912328 Sayılı Cevabi Yazı.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı, 3. Turizm Şurası Çevre-Planlama-Altyapı Komisyonu Raporu, <https://turizmsurasi.ktb.gov.tr/Eklenti/57380,cevreplanlamaaltyapikomisyoneraporupdf.pdf?0>
- Kültür ve Turizm Bakanlığı, Turizm İstatistikleri, <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-100794/turizm.html>
- López-Urrutia, A., San Martín, E., Harris, R.P., Irigoien, X., Scaling the metabolic balance of the oceans, Proc Natl Acad Sci U.S.A., 2006.
- Loye-Pilot, M.D., Martin, J.M., and Morelli, J., Atmospheric Input of Inorganic Nitrogen to the Western Mediterranean, Biogeochemistry, 1990.
- Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., Heussner, S., River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades?, Progress in oceanography, 2009.
- MacKenzie L., Sims I., Beuzenberg V., Gillespie P., Mass Accumulation of Mucilage Caused by Dinoflagellate Polysaccharide Exudates in Tasman Bay, New Zealand. Harmful Algae, 2002.
- Mantıkcı, M., Denizlerdeki Isınmanın Plankton Solunumu ve Birincil Üretime Etkisi (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.), İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021.

- Mao, X., Yuan, D., He, L., Wei, X., Chen, Q., Bian, L., & Li, J. (2015). How long, narrowly constructed wetlands purify irrigation return water: A case study of Ulansuhai Lake, China. *Advances in Meteorology*, 2015.
- Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Plan (2021-2024), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021.
- Marmara Denizi Havzası Yayılı Kaynaklı Kirlilik Yükleri ve Alınacak Tedbirler Özet Raporu-Tarım ve Orman Bakanlığı-TÜBİTAK, Temmuz 2021.
- Marmara Denizi'nde Deniz Salyası ile İlgili Görüş ve Öneriler İTÜ Raporu, Haziran 2021. https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/19645/1/deniz-salyas%c4%b1-%28musilaj%29-itu_rapor.pdf
- MARMOD Projesi Faz I Final Raporu.
- Mecozzia, M., Acquistucci, R., Noto, V.D., Pietrantonio, E., Amici, M., Cardarilli, D., 2001, Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance.
- MEMPIS Konsorsiyumu, Marmara Sea of Marmara basin environmental master plan and investment strategy final report, The Ministry of environment and forestry European Investment Bank, 2007.
- MGM (2021) Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Deniz suyu sıcaklıkları.
- Moiseenko, O.G., Konovalov, S.K., Kozlovskaya, O.N., Intraannual and long-term variations of the carbonate system of the aerobic zone in the Black Sea, *Phys Oceanogr*, 2011.
- Mueller, B., Payer, F., Goswami, D., Kastury, S., Kornuc, J., Harman, C., & Talkington, D. (2003). Technical and regulatory guidance document for constructed treatment wetlands. Interstate Technology And Regulatory Council Wetlands Team Washington Dc.
- Murray J.W., Codispoti, L.A. and Friederich, G.E., Oxidation-reduction environments: the suboxic zone in the Black Sea. In: Huang C.P., O'Melia C.R., Morgan J.J. (Eds) *Aquatic Chemistry: Interfacial and Interspecies Processes*, ACS Advances in Chemistry Series, 1995.
- Murray, J., Stewart, K., Kassakian, S., Krynytzky, M., Dijulio, D.; *Oxic, Suboxic and Anoxic Conditions in the Black Sea; The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement*, 2007.
- Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Susurluk Havzası Raporu Tarım ve Orman Bakanlığı, Temmuz 2021.
- Novotny, V. (2002). *Water quality: diffuse pollution and watershed management*. John Wiley & Sons.
- O'Connor, M.I., Piehler, M.F., Leech, D.M., Anton, A., Bruno, J.F., Warming and resource availability shift food web structure and metabolism, *PLoS Biol* 7, 2009, doi: 10.1371/journal.pbio.1000178.
- ODTÜ-DBE, ÇŞB, 2021. Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, Türkiye.
- ODTÜ-Deniz Ekosistem ve İklim Araştırmaları Merkezi (DEKOSİM), <http://dekosim.ims.metu.edu.tr/>
- Oenema, O. and Roest, W.J., *Nitrogen and Phosphorous Losses from Agriculture into Surface Waters: The Effects of Policies and Measures in the Netherlands*, Water Science and Technology, 1998.
- Oguz, T., Tuğrul, S., Kideys, A., Ediger, V., Kubilay, N., *Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea*, The Sea, 2005.
- Oğuz, T. ve Tuğrul, S., *Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış, Türkiye Denizlerinin ve Alanlarının Jeolojisi* (Editör N. Görür), İstanbul, 1998.

- Oğuz, T., Özsoy, E., Latif, M.A., Sur, H.I. and Ünlüata, Ü., Modeling of hydraulically controlled exchange flow in the Bosphorus Strait, *Journal of Physical Oceanography*, 1990.
- Oğuz, T., Salihoglu, B., Fach, B., A coupled plankton-anchovy population dynamics model assessing nonlinear controls of anchovy and gelatinous biomass in the Black Sea, *Marine Ecology Progress Series*, 2008.
- Okay, O. S., Pekey, H., Morkoc, E., Başak, S., Baykal, B., Metals in the surface sediments of Istanbul Strait (Turkey), *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 2008.
- Okyar, M.İ., Üstün, F., Orun, D.A., Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the northeastern Marmara Sea, *Turkish Journal of Zoology*, 2015.
- Olafsson, J., Olafsdottir, S.R., Benoit-Cattin, A., Danielsen, M., Arnarson, T.S., Takahashi, T., Rate of Iceland Sea acidification from time series measurements, *Biogeosciences*, 2009.
- Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 2014.
- Orhon, D., Uslu, O., Salihoğlu, S. and Filibeli, I., Waste-water management for Istanbul: basis for treatment and disposal, *Environ. Pollut*, 1994.
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Komisyona sunulan 3 Aralık 2021 tarihli ve 922709 sayılı Bilgi Notu.
- ÖEJV, 1993. Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, Fizibilite Çalışması, Gelişme Raporu, Ömerli-Elmalı Ortak Girişimi, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, İstanbul.
- Örek, H. 2016. Uydu Yüzey Klorofil-A Dağılımının İzleme Çalışmalarında Potansiyel Kullanımı I. Ulusal Denizlerde İzleme Ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016.
- Özer, Z., Su yapılarının projelendirilmesinde hidrolojik esaslar (Teknik Esaslar), Ankara, 1990.
- Özhan, K., Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021.
- Özsoy, E., Latif, M. A., Sur, H. I., Goryachkin, Y., A review of the exchange flow regime and mixing in the Bosphorus Strait, *Bulletin-Institut Oceanographique Mmonaco-Numero special*, 1996.
- Öztürk, B. and Oztürk, A. A., On the biology of the Turkish straits system, *Bull Inst Oceanogr*, 1996.
- Öztürk, İ. ve Şeker, M. (Ed.) 2021. Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri, Türkiye Bilimler Akademisi, Science and Thought Series No: 29. Ankara.
- Öztürk, İ., Dülekürgen, E., Erşahin, M.E., “Marmara’da Deniz Salyası Sorunu: Tanımı, Sebepleri, Boyutları, Değerlendirme ve Çözüm Önerileri”, “Marmara Denizi'nin Ekolojisi:Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri” içinde, Ed. Öztürk, İ., Şeker, M.), TÜBA, 2020.
- Parulekar, N. N., Kolekar, P., Jenkins, A., Kleiven, S., Utkilen, H., Johansen, A., et al. Sæbø, M., Characterization of bacterial community associated with phytoplankton bloom in a eutrophic lake in South Norway using 16S rRNA gene amplicon sequence analysis, 2017.
- Pastor, F., Valiente J.A., Khodayar S., A warming Mediterranean: 38 Years of increasing sea surface temperature, *Remote Sensing* 12: 2687, 2020.
- Polat, Ç. and Tuğrul, S., Nutrient and Organic Carbon Exchanges between the Black and Marmara Seas through the Bosphorus Strait, *Cont. Shelf Res.*, 1995.
- Polat, S.C., Tuğrul, S., Coban, Y., Basturk, O., and Salihoglu, I., Elemental Composition of Seston and Nutrient Dynamics in the Sea of Marmara, *Hydrobiologia*, 1998.

- Polat, S.C., Tuğrul, S., ve Basturk, O., Marmara Denizi (N, P) Dengelerine ait Özet Bir Çalışma, Türkiye Kıyıları 98, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı ve Fuarı, 22-27 Eylül 1998, Ankara, Türkiye, Bildiriler Kitabı, Ozhan, E., (ed.), 1998.
- Polat-Beken Ç., Tüfekçi V., Sözer B., Yıldız E., Mantıkcı M., Atabay H., Telli-Karakoç F., Hocaoğlu S., Ediger D., Tolun L., Olgun A., Deniz Ortamında Musilaj/Mukus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında İncelenmesi, 2009, Proje No: 108Y083 TÜBİTAK, ULAKBİM, <https://app.trdizin.gov.tr/proje/TVRJd016UTA/deniz-ortaminda-musilaj-mukus-olusumunu-denetleyen-faktorlerin-labaratuar-kosullarinda-incelenmesi>
- Polat-Beken S. Çolpan 2016. Marmara Denizi Ekosistem Yaklaşımly Yönetimine Geçişte Çoklu Görevler, I. Ulusal Denizlerde İzleme Ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016. 209 TÜBİTAK- Marmara Araştırma Merkezi, Gebze-Kocaeli.
- Polat-Beken, S.Ç, V. Tüfekçi, B. Sözer, E. Yıldız, M. Mantıkcı, H. Atabay, F. Telli-Karakoç, S. Hocaoğlu, D. Ediger, L.Tolun, A. Olgun, 2008, 2009, 2010, 2011. Deniz Ortamında Müsilaj/mukus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında İncelenmesi, TÜBİTAK 1001 Projesi, Proje no: 108Y083, Proje Raporları, Ankara.
- Polonsky, A.B., Grebneva, E.A., The spatiotemporal variability of pH in waters of the Black Sea Dokl Earth Sc, 2019.
- Precali, R., Giani, M., Marini, M., Grilli, F., Ferrari, C.R., Pečar, O., Paschini, E., 2005, Mucilaginous Aggregates in the Northern Adriatic in the Period 1999–2002: Typology and Distribution, Science of the Total Environment.
- Rawat, Pradeep, “Check out how many satellites are there in Space?”, <https://www.geospatialworld.net/videos/check-out-how-many-satellites-are-there-in-space/>
- Rinaldia, A., Vollenweiderab, R.A., Montanaria, G., Ferrara, C.R., Ghattia, A. (1995) Mucilages in Italian seas: the Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988–1991, Science of The Total Environment.
- Rouaud, V., Susperrégui, N., Fahy, A., Guyoneaud, R., Bichon, S., Liénart, C., Del Amo, Y., Savoye, N., Gaudin, P., Duran, R., Lauga, B., Dynamics of microbial communities across the three domains of life over an annual cycle with emphasis on marine mucilage in the Southern Bay of Biscay resolved by microbial fingerprinting, Continental Shelf Research, 2019.
- Russo A., Maccaferri, S., Djakovac, T., Precali, R., Degobbis, D., Deserti, M., Paschini, E., Lyons, D., Meteorological and oceanographic conditions in the northern Adriatic Sea during the period June 1999- July 2002: influence on the mucilage phenomenon, The Science of the total environment, 2005.
- Saatçi, Y., İpek, U., Tanyıldızı, S., Çınarcı, B., 1999. Keban Barajı Gölü Uluova Bölgesi'nde Trofik Seviyenin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Su Kirliliği Kontrolü Dergisi.
- Sağlık Bakanlığı Tarafından Komisyona Sunulan 6 Ekim 2021 Tarihli ve 889656 Sayılı Cevabi Yazı.
- Salihoğlu, B., Öztürk, B. (Ed.) 2021, İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul.
- Salihoğlu, B., Şahin-Yücel, E., Ibello, V., Yücel, M., İklim Değişikliği, Ekosistem Servisleri ve Bölgesel Yönetim Stratejileri (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) İstanbul, 2021.
- Savun-Hekimoğlu, B. ve Gazioğlu, C. 2021, Mucilage Problem in the Semi-Enclosed Seas: Recent Outbreak in the Sea of Marmara. International Journal of Environment and Geoinformatics.

- Schiaparelli, S., M. Castellano, M., P. Povero, P., G. Sartoni, G., R. Cattaneo-Vietti. R., A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages, *Marine Ecology* 28, 2007.
- Schuckmann K., Traon P-Y L, Zupa W., Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5, *Journal of Operational Oceanography*, 2021.
- Schulz, R., & Peall, S. K. (2001). Effectiveness of a constructed wetland for retention of nonpoint-source pesticide pollution in the Lourens River catchment, South Africa. *Environmental science & technology*.
- SÇD. (2000). Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive-WFD) (2000/60/EC), Official Journal (OJ L 327), http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html
- Stehle, S., Elsaesser, D., Gregoire, C., Imfeld, G., Niehaus, E., Passeport, E., & Schulz, R. (2011). Pesticide risk mitigation by vegetated treatment systems: A meta-analysis. *Journal of Environmental Quality*.
- Stewart F.J., Where the genes flow, *Nat Geosci*, 2013.
- Strezov, A., Nonova, T., Monitoring of Fe, Mn, Cu, Pb and Cd levels in two brown macroalgae from the Bulgarian Black Sea coast, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 2003.
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü - Çevresel Kalite Standartlarının Belirlenmesine İlişkin Teknik Rehber Doküman, 2011.
- SUMAE 2017, Marmara Denizi Balıkçılığın Sosyo-ekonomik Yapısı Proje Sonuç Raporu, Trabzon.
- Sur, H. I., Ozsoy, E., and Unluata U., Simultaneous Deep and Intermediate Depth Convection in the Northern Levantine Sea, Winter 1992, *Oceanologica Acta*, 1993.
- Susurluk Nehir Havzası Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019, <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/SUSURLUK%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf>
- Şen, Z. (2003). Su Bilimleri ve Yöntemleri, Su Vakfı.
- Şirin, M. ve ark., 2014, Marmara Denizi Ekonomik Demersal Balık Türlerinin Popülasyon Yapısı ve Stok Tahmini Proje Sonuç Raporu, TAGEM/ HAYSÜD /2014, Bandırma.
- TAGEM 2021, “Implementation of Stock Assessments in Fisheries Activities” TR2015/AG/08/A3 kodlu IPA Projesi, Ankara.
- Tanner, C. C., & Kadlec, R. H. (2013). Influence of hydrological regime on wetland attenuation of diffuse agricultural nitrate losses. *Ecological Engineering*.
- Tarım ve Orman Bakanlığı 2019, III. Tarım Orman Şûrası, Balıkçılık ve Su Ürünleri Çalışma Grubu Raporu.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarının Belirlenmesi, Sınıflandırılması, Ürün Alımına Açılıp Kapatılması ve Numune Alımına İlişkin Uygulama Talimatı, S. 45980442-010.07.01-22949.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Hayvancılık Bilgi Sistemi (HAYBİS) Verileri, 2020.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Nitrat Bilgi Sistemi Verileri.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Nitrate Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, 2021.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü “Marmara Denizi Kirlilik Problemi” Konulu Raporu, 09.06.2021.
- Taş, S. 2016. I. Marmara Denizi Yaz ve Kış Dönemi Fitoplankton Dağılımı. I. Ulusal Denizlerde İzleme Ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016. 108 TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, Gebze-Kocaeli.

- Taş, S., Kuş, D., Yılmaz, I. N., Temporal variations in phytoplankton composition in the north-eastern Sea of Marmara: potentially toxic species and mucilage event, *Mediterranean Marine Sciences*, 2020.
- Tavşan, Ç. (2008). Melen Havzası'nda yayılı besi maddesi yüklerinin azaltılması amacı ile en iyi yönetim uygulamalarının araştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Taysun, A. (1989). Toprak ve Su Korunumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir No:92-III, Bornova/İZMİR.
- TOB, Gübre Tavsiye Rehberi.
- TOB, Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği (Tebliğ No:2016/46)'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2021/8)
- TOB, Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği (Tebliğ No: 2016/46), 11.02.2017 tarih ve RG No: 29976.
- Topcuoğlu, S., Kırbasoğlu, Ç. and Güngör, N., Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998. *Environ. Int.*, 2002.
- Topcuoğlu, S., Kırbasoğlu, Ç., Yılmaz, Y. Z., Heavy metal levels in biota and sediments in the northern coast of the Marmara Sea, *Environmental Monitoring and Assessment*, 2004.
- Totti, C., Cangini, M., Ferrari, C., Kraus, R., Pompei, M., Pugnetti, A., et al., Phytoplankton size-distribution and community structure in relation to mucilage occurrence in the northern Adriatic Sea, *Science of the Total Environment*, 2005.
- Tsiaras, K. P., V. H. Kourafalou, A. Davidov, and J. Staneva, A three-dimensional coupled model of the western Black Sea plankton dynamics: Seasonal variability and comparison to SeaWiFS data, *J. Geophys. Res.*, 2008.
- TTGV, 2009, Türkiye'de Temiz Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması İçin Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Raporu, TTGV Yayınları, Ankara.
- Tu, Y. T., Chiang, P. C., Yang, J., Chen, S. H., & Kao, C. M. (2014). Application of a constructed wetland system for polluted stream remediation. *Journal of hydrology*.
- Tuğrul, S. and Polat, Ç., Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the Sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the Black Sea, *Water Science and Technology*, 1995.
- Tuğrul, S., Basturk, O., Saydam, C., Yılmaz, A., Changes in the hydrochemistry of the Black Sea inferred from density profiles, *Nature*, 1992.
- Tuğrul, S., Besiktepe, S.T., Salihoglou, I., Nutrient exchange fluxes between the Aegean and Black seas through the Marmara Sea, *Mediterranean Marine Science*, 2002.
- Turan, C., Salihoğlu, B., Özgür Özbek, E., Öztürk, B. (eds.) (2016) The Turkish Part of the Mediterranean Sea; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TUDAV), Yayın No: 43, İstanbul.
- Tübitak MAM, 2010. Havza Koruma Eylem Planları (HKEP). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.
- Tübitak MAM, 2016. Hassas Alanların ve Su Kalitesi hedeflerinin Belirlenmesi Projesi, TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.
- Tübitak MAM, 2021. Nitrat Hassas Bölgelerin Belirlenmesi ve Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Marmara Havzası Raporu, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.
- Tüfekçi V., Balkıs N., Beken C.P., Ediger D. and Mantıkcı M. (2010), Phytoplankton Composition and Environmental Conditions of the Mucilage Event in the Sea of Marmara, *Turk J Biol*, 2010.
- TÜİK Gelir, Yaşam, Tüketim ve Yoksulluk İstatistikleri.
- TÜİK Haber Bültenleri: Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri, TÜİK, 2017.

- TÜİK Sağlık İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=saglik-ve-sosyal-koruma-101&dil=1>
- TÜİK, 2020, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, WWF- Türkiye, 2014.
- Türkiye'de Arıtma Çamuru Yönetimi ve Eylem Planı Projesi (TAÇYEP), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.
- Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Denizcilik Genel Müdürlüğü Tarafından Komisyona Sunulan 05.10.2021 Tarih ve 62937 Sayılı Cevabi Yazı.
- Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2016.
- Ulusal Deniz Araştırmaları Programı: 2018-2027, Türk Deniz Kuvvetleri Seyir Hidroğrafi ve Oşinoğrafi Dairesi Başkanlığı.
- Uysal, Z., T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ODTÜ, Marmara Denizi Müsilaj Çalışması Ön Değerlendirme Raporu, Ankara, 2021.
- Vojvoda, J., Lamy, D., Sintes, E., Garcia, J. A., Turk, V., Herndl, G. J., Seasonal variation in marine-snow-associated and ambient-water prokaryotic communities in the northern Adriatic Sea, *Aquatic Microbial Ecology*, 2014.
- Vymazal, J., & Březinová, T. (2015). The use of constructed wetlands for removal of pesticides from agricultural runoff and drainage: a review. *Environment international*.
- Vymazal, J., & Březinová, T. D. (2018). Treatment of a small stream impacted by agricultural drainage in a semi-constructed wetland. *Science of the Total Environment*.
- Wastewater: The Untapped Resource, UN World Water Development Report, UNESCO Dünya Su Değerlendirme Programı (WWAP), 2017.
- Yalova Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Yalova İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2020_yalova_-cdr-20210908154815.pdf
- Yerli, S.V. ve Fidansoy, U. (2021). Küresel Isınmanın Su Ürünlerine Etkileri, (Salihoğlu, B., Öztürk, B. Ed.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri. (138-146) Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul.
- Yerli, S.V. ve Fidansoy, U., (2021), Küresel Isınmanın Su Ürünlerine Etkileri, (Salihoğlu, B., Öztürk, B. Ed.). İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri, (138-146) Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın No: 60, İstanbul.
- Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021.
- Yılmaz V. ve Arslan M. S. T., 2011, Üniversite Öğrencilerinin Çevre Koruma Vaatleri ve Çevre Dostu Tüketim Davranışlarının İncelenmesi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Yılmaz, A., and Tugrul, S., The Effect of Cold- and Warm- Core Eddies on the Distribution and Stoichiometry of Dissolved Nutrients in the Northeastern Mediterranean, *Journal of Marine Systems*, 1998.
- Yılmaz, A., Tugrul, S., Polat, C., Ediger, D., Coban, Y., and Morkoc, E., On the Production, Elemental Composition (C, N, P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea, *Hydrobiologia*, 1998.
- Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 2002.
- Yılmaz, I.N., Collapse of zooplankton stocks during *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin, *Marine Ecology*, 2015.

- Yücel, M. Uslu, Altunkasa F, Güçray S, Say N. P. 2008; Adana'da Halkın Çevre Duyarlılığının Saptanması ve Bu Duyarlılığı Arttıracı Önemli Önlemlerin Geliştirilmesi, Adana Kent Sorunları Sempozyumu, 31, TMMOB Yayınları.
- Yücel, M., Akçay, I., Örek, H., Tezcan, D., Özkan, K., Özhan, K., Arkin, S.S., Fach, B., Alimli, N., Sevgen, S., Husrevoglu, S., Mantıkci, M., Salihoglu, B., Tuğrul, S., Recent oxygen loss and redox-dependent alteration of seafloor iron, sulfur, nitrogen and phosphorus biogeochemistry in the Sea of Marmara, Ocean Sci. Meet, 16-21. February 2020, San Diego, California.
- Yücel, M., Özkan, K., Fach Salihoğlu, B. A., Örek, H., Mantıkçı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkin, Ş. S., Tuğrul, S., Salihoğlu, B., Marmara Denizi'nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, Güncel Baskılar ve Çözüm Önerileri, TÜBA, 2021.
- Yücel, M., Salihoğlu, B.; Kalkan-Tezcan, E., Mantıkçı, M., Örek, H., Ak-Örek, Y., Haznedaroğlu, B., Yenigün, O.; Deniz salyası: Denizin "organik başkaldırısı."; Sarkaç; 2021, May 29; Retrieved December 8, 2021, from <https://sarkac.org/2021/05/deniz-salyasi-nedir/>
- Yüksek A. 2021, Marmara Denizi'nde Deniz Salyası/Müsilajı Oluşturan Sebepler, (M. Şeker, İ. Öztürk) (Ed.), Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri, TÜBA, Ankara.
- Yüksek, A., Polat-Beken, Ç., Gül, G., Gürkan, Y., 2016, Marmara Denizi Biyoçeşitliliğinin Zamana Bağlı Değişimi, I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık 2016, 112 TÜBİTAK- MAM, Gebze-Kocaeli.
- Yüksek, A., (2016). Biodiversity of Sea of Marmara Sea and the Affecting Factors. The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. (ss. 570-580). Ed. Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 42, Istanbul.
- Zalewski, M. (2002). Ecohydrology-The use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources/Ecohydrologie—La prise en compte de processus écologiques et hydrologiques pour la gestion durable des ressources en eau. Hydrological Sciences Journal.
- Zengin, M. ve ark., 2017, Marmara Denizi Balıkçılığının Sosyoekonomik Yapısı Ve Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi Projesi, TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, Trabzon.
- Zheng, Y., Wang, X., Xiong, J., Liu, Y., & Zhao, Y. (2014). Hybrid constructed wetlands for highly polluted river water treatment and comparison of surface-and subsurface-flow cells. Journal of Environmental Sciences.