

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ'NDE GEMİ ve İSKELELERDEN
KAYNAKLANAN DENİZ KİRLİLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Kader ÜNLÜ

Ana Bilim Dalı : Çevre Mühendisliği

OCAK 1997

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ'NDE GEMİ ve İSKELELERDEN
KAYNAKLANAN DENİZ KİRLİLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Kader ÜNLÜ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Ocak 1997
Tezin Savunulduğu Tarih : 21 Mart 1997

Tez Danışmanı **Üye** **Üye**
Prof.Dr. A.Yücel ERYILMAZ **Prof.Dr. B.Doğan EMİR** **Prof.Dr. Burhan SÜMER**
(.....) (.....) (.....)

OCAK 1997

KOCAELİ'NDE GEMİ ve İSKELELERDEN KAYNAKLANAN DENİZ KİRLİLİĞİ

Kader ÜNLÜ

Anahtar Kelimeler : Çevre, Deniz, Sintine ve Balast Suyu.

Özet : Marmara Bölgesi sanayileşmenin boyut kazandığı bir yöredir. Bu yörenin ana su yolu durumunda bulunan Marmara Denizi yoğun bir uluslararası deniz trafiğine bağlıdır. Türk boğazları aracılığıyla bu denizden yararlanan ticaret gemilerinin yıllık tonaj tutarı dünya deniz ticaret filosu tonajının çok çok üstündedir.

Marmara Denizi yaygınlaşan bir deniz kirlenmesine tanık olmaktadır. Sanayileşme ve deniz trafiği, kanalizasyonlar, derelerle taşınan kirleticiler, kirliliğin kaynaklarını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Deniz Kirliliği konusu bütün yönleriyle ele alınarak, İzmit Körfezi'nin tüm deniz özellikleri araştırılmış, Kocaeli'nde bulunan gemi ve iskeleler incelenmiştir. Bu inceleme çerçevesinde, çeşitli gemilerden sintine ve balast suları örnekleri alınmış, infrared spektrumları çekilerek SPECTRAFILE-IR Plus Cihazı'nda analizleri yapılarak, Kocaeli'ndeki sintine ve balast suyu arıtım tesisleri incelenmiştir. Deniz Kirliliğinin giderilmesi için Çevre İl Müdürlüğü'nün yaptığı özverili çalışmalar ele alınarak, bu konuda uygulanan yaptırım cezaları incelenmiştir. İzmit Körfezi için gemilerin sintine ve balast sularının arıtılmadan Körfeze atılmasının büyük bir tehlike oluşturduğu anlaşılmış, Kocaeli için sintine ve balast suyu arıtım tesisinin olması gerektiği açıklanmıştır. Ayrıca literatür çalışması yapılarak deniz kirliliğinin nedenleri Kocaeli için ve genel olarak ele alınmıştır.

WATER POLLUTION ORIGANE FROM SHIPS and PIERS IN THE KOCAELİ DISTRICT

Keywords : Environment, Sea, Bilge Water, Ballast Water

Abstract : The Marmara area is an industrialized area. In this area the Marmara Sea is a particularly used international waterway. The yearly tonnage of trading vessels passing the Turkish straits is much above that of the world trading vessels.

You can see how the Marmara sea is polluting. The reason for this is the industrializing, sea traffic, sewers, rivers carrying pollutants.

In this work, all kind of research regarding the İzmit bay and control of the vessels and piers of the Kocaeli district, concerning the sea pollution are described. For this work samples of bilge and ballast water have been taken from different ships, and IR spectra from the samples taken with the SPECTRAFILE-IR Plus system as also spectra from samples of the purification plant for bilge and ballast water of the Kocaeli district have been analyzed. To reduce the sea pollution, the Kocaeli Environmental Agency has given the appropriate fine and observed the effect. It has been found, that the illegal discharge of bilge and ballast water will be very dangerous for the İzmit gulf. It has been seen, that there is a need for a purification plant for bilge and ballast water. It has been searched in literature about the pollution of the Kocaeli district in special and general.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

İnsanlık, son iki yüzyıldır yoğun bir endüstrileşme hareketi içindedir. Bu çabayla, 5 milyar yıllık bir geçmişi olduğu söylenen dünyamızın düzenini birçok yönlerden tehlikeye girmektedir. Bunlardan biri, belkide en önemlisi, deniz kirlenmesidir.

Denizler insanoğlunun en değerli kaynaklarından biridir. Onun gıdasını, doğal gazını, petrolünü, işleyeceği madenlerini ve ulaşım ortamını sağlamaktadır. Ne varki, bu kaynak insanlığın zararına korkusuzca kullanılmaktadır.

Günümüzde denizler her yandan kirlenmektedir. Gemiler atıklarını denize dökmekte, ırmaklar kirlenici maddelerini denize taşımakta, kentler kanalizasyonlarının denizlere akıtmaktadır. Ama bunların en etkinide gemiler yoluyla yapılan kirlenmedir.

Gemilerin artılmadan denize bıraktıkları, sintine ve balast suları, çöpler deniz ekosistemini olumsuz yönde etkilemektedir. Gemilerin bu gereksinimlerini karşılayabilmek için kıyısı bulunan Belediyeler tarafından arıtım tesisi ve çöp toplama tesisleri kurulmalı, bunlar belli bir ücret karşılığında alınarak, gemilerin uluorta sintine ve balast basmak, tank yıkamak gibi kirlenmede en etkin işleri yapmalarına mani olunmalıdır.

Bu çalışmada denizlerimizin önemini, deniz kirliliğinin önlenmesi için yapılan çalışmaları, İzmit Körfezi için sintine ve balast suyu arıtım tesisinin olması gerektiğini anlatmaya çalıştım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Avni Yücel ERYILMAZ'a (KO.Ü.) teşekkür ederim.

Ayrıca Sayın Kemal ALİGÜL (Kocaeli Çevre İl Müdürü), Sayın Albay Vural BURAK (Kocaeli Valiliği Deniz danışmanı), Sayın Şahin ÇALBIYIK (TÜPRAŞ İşletme Baş Mühendisi) ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	3
İÇİNDEKİLER.....	4
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR.....	7
ŞEKİLLER DİZİNİ	9
TABLolar DİZİNİ.....	12
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	15
BÖLÜM 2. DENİZ KİRLİLİĞİ VE DENİZ KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ KAVRAMLAR.....	17
2.1. Deniz Kirlenmesinin Tanımı.....	17
2.2. Deniz Kirlenmesi İle İlgili Kavramlar.....	17
2.2.1. Çevre Kavramı.....	17
2.2.2. Deniz Kirlenmesi Türlerinin Sınıflandırılması.....	20
2.3. Ortam Şartları.....	23
2.3.1. Ekoloji Kavramı.....	24
2.3.2. Ekosistem Kavramı.....	25
2.3.3. Denizel Ekosistemler.....	25
2.3.4. Çözünmüş ve Süspansiyon Maddelerin Etkileri.....	29
2.4. Kirlenme Türleri.....	38
2.4.1. Organik Kirlenme.....	38
2.4.2. Kimyasal Kirlenme.....	45
2.4.3. Termal Kirlenme.....	47
2.5. Monitoring Kavramı.....	49
BÖLÜM 3 KİRLLETİCİ KAYNAKLAR ve ARITMA.....	53
3.1. Arıtma Kavramı ve İlkeler.....	53
3.1.1. Arıtma.....	55
3.2. Kirletici Kaynaklar.....	61
3.2.1. Sabit Nokta Kaynakları.....	61

3.2.1.1. Evsel Atıklar.....	62
3.2.2. Değişken Nokta Kaynakları.....	67
3.2.3. Dağınık Nokta Kaynakları.....	68
BÖLÜM 4. İZMİT KÖRFEZİ'NE GENEL BAKIŞ.....	70
4.1. İzmit Körfezi'nin Genel Oşinografik Özellikleri	70
4.2. İzmit Körfezi'nde Deniz Çalışmaları.....	72
4.3. İzmit Körfezi'nin Su Kalite Özellikleri	82
4.3.1. Işık.....	82
4.3.2. Çözünmüş Oksijen.....	82
4.3.3. Klorofil.....	83
4.3.4. Besin Elementleri.....	84
4.3.5. Organik Madde.....	84
4.4. İzmit Körfezi'nin Plankton Dağılımı.....	86
4.5. Körfezdeki Kirletici Kaynakların Dağılımı	90
4.5.1. Körfeze Giren Atıksuların Mevcut Durumu.....	91
4.5.1.1. Evsel Kaynaklı Atıksular	91
4.5.1.2. Endüstriyel Kaynaklı Atıksular	92
BÖLÜM 5 GEMİLERDEN KAYNAKLANAN KİRLİLİKLER.....	96
ve ARITMA TESİSLERİ.....	96
5.1. Gemilerden Kaynaklanan Kirlilikler.....	96
5.1.1. Balast Operasyonu	97
5.1.2. Tank Yıkama Operasyonu.....	97
5.1.3. Bunker Operasyonu	98
5.1.4. Yağlı Çamurlar.....	98
5.1.5. Sintine Suyu Atıkları.....	98
5.1.6. Petrol Limanları ve Terminalleri.....	98
5.2. TCDD Limanlarındaki Arıtma Tesisleri	100
5.3. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtma Tesisi.....	101
5.3.1. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtma Sistemi	101
Kapasitesi	101
5.3.2. Balast Tasfiye Sistemi.....	102
5.3.2.1. Eğik Düzlem Yağ Ayırıcı	102
5.3.2.2. Karıştırma Tankı	104
5.3.2.3. Flokülasyon Tankları.....	104
5.3.2.4. Çözünmüş Hava Flotasyon Sistemi.....	105
5.3.2.5. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtım Tesisi	107
Çıkış Suyu Analizleri.....	107

BÖLÜM 6	KOCAELİ'NDE GEMİ ve İSKELELERDEN	
	KAYNAKLANAN DENİZ KİRLİLİĞİ	
	ve ÖNLENMESİ ÇALIŞMALARI	109
6.1.	İzmit Körfezi Liman ve İskeleleri Trafiği	109
6.2.	Kocaeli'nin Deniz Taşımacılığı Potansiyeli	110
6.3.	Kocaeli'nde Mevcut ve İskele Gemiler	112
6.4.	Sentine ve Balast Suyu Analiz Cihazı Özellikleri	116
6.5.	Sentine ve Balast Suyu Analizleri	117
6.6.	Kocaeli'nde Deniz Kirliliği Çalışmaları	118
6.6.1.	Deniz Kirliliğinin Giderilmesi İçin	
	Çevre İl Müdürlüğü'nün Çalışmaları	119
6.6.2.	Deniz Kirliliğinin Giderilmesi İçin	
	Büyükşehir Belediyesi'nin Çalışmaları	120
6.7.	İzmit Körfezi'nde Deniz Kirliliğinin Önlenmesi ve	
	Müşterek Mücadele Protokolü	121
6.8.	Deniz Kirliliği Yaratın Gemilere Uygulanan	
	Cezai İşlemler	125
BÖLÜM 7	DENİZDE PETROL KİRLENMESİ	
7.1.	Petrol Kirlenmesine Genel Bakış	127
7.1.1.	Alkanlar (Parafinik Hidrokarbonlar)	132
7.1.2.	Sikloalkanlar (Naftenler)	132
7.1.3.	Aromatikler	132
7.2.	Ham Petrolün Deniz Ekosisteminde Birikimi	136
7.2.1.	Su Kütlesinde Birikim	137
7.2.2.	Sedimentte Birikim	138
7.3.	Ham Petrolün Deniz Biyosferindeki Birikimi ve	
	Yarattığı Etkiler	138
7.4.	Petrol Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkileri	143
7.5.	Balıklarda Gözlenen Etkiler	145
BÖLÜM 8	DENİZLERİN ve KIYILARIN PETROL TÜREVLERİ İLE	
	KİRLENMESİNİN KONTROLÜ ve KORUNMASI	148
8.1.	Denizlerde Çevre Kontrolü ve Denizlerin Korunması	148
8.1.1.	Doğru Hazırlık ve Seçim	149
8.2.	Bariyerler	150
8.2.1.	Denizde Kullanılabilecek Bariyerler	152
8.2.2.	Belli Bir Kıyıyı/Kıyı Bölgesini Korumak Maksadıyla	
	Kullanılan Bariyerler	152
8.2.3.	Hem Koruma Hem de Yağ Toplama Görevini	
	Yapabilen Bariyerler	153

8.2.4. Hem Yağ Hem de Silt Önleme Görevini.....	
Yapabilen Bariyerler.....	153
8.3. Toplayıcılar.....	153
8.4. Ortam İyileştiriciler.....	156
BÖLÜM 9. TÜRKİYE DENİZLERİNDE KİRLENME OLAYLARI.....	158
9.1. Türkiye Denizleri'nde Kirlenme Olaylarına Kısa Bakış	158
9.2. Marmara Denizi.....	159
9.3. Karadeniz.....	161
9.4. Ege Denizi.....	164
9.5. Akdeniz.....	166
SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	170
KAYNAKLAR.....	173
EKLER.....	176
ÖZGEÇMİŞ.....	191



SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR

- AKM** : Askıda Katı Madde
- AT** : Avrupa Topluluğu
- BM** : Birleşmiş Milletler
- BOİ** : Biyolojik Oksijen İhtiyacı
- CIESM** : Commissiom Internationale Pour L'Exploration
Scietifique De La Mer Mediterranee
- ÇO** : Çözünmüş Oksijen İhtiyacı
- DİE** : Devlet İstatistik Enstitüsü
- DWT** : Date Weight Tonnes
- GSMH** : Gayri Sıhhi Müeessese
- IR** : İnfrared
- KOI** : Kimyasal Oksijen İhtiyacı
- KSO** : Kocaeli Sanayi Odası
- MARPOL** : Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine
Ait Uluslararası Sözleşme
- MESAEP** : Mediterranean Scienfic Association of Enviromental
- SKKY** : Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
- TCDD** : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
- TÇV** : Türkiye Çevre Vakfı

TOK : Toplam Organik Karbon

TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumu

TÜPRAŞ : Türkiye Petrol Rafinerisi Anonim Şirketi

WHO : Dünya Sağlık Örgütü



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İlksel Kirlenme.....	39
Şekil 2.2. Farklı Trofik Yapıdaki Sularda Yaşayan Fitoplankton F1 ve F2 Türlerinin Besleyici Tuz Konsantrasyonu (K) Artışına Karşı Davranışları.....	41
Şekil 2.3. Denizlerdeki Enerji Çevrimi	42
Şekil 2.4. Deniz Ortamında Organizmaların Gelişmesi İçin Gerekli Herhangi Bir X Maddesi Yoğunluğunun Stres İle İlişkisi	44
Şekil 2.5. Ötrofikasyon İlerlemesi İle Bir Deniz Ortamında	45
Oligo-Hetero-Öytruf Türlerin Biyomas Farklılaşması.....	45
Şekil 3.1. Arıtma Yöntemi Seçimi İçin Alternatiflere İlişkin Akış Şemaları.....	58
Şekil 4.1.a. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	74
Şekil 4.1.b. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	75
Şekil 4.1.c. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	76
Şekil 4.1.d. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	77
Şekil 4.2.a. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	78
Şekil 4.2.b. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	79
Şekil 4.2.c. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	80
Şekil 4.2.d. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı.....	81
Şekil 4.3. İlçelere Göre Evsel Atık Yükleri.....	93
Şekil 4.4. 1996 Yılında Körfeze Yerleşim Birimlerinden Gelen Kirlenici Parametre Yükü.....	93

Şekil 4.5. 1985 Yılında Körfeze Yerleşim Birimlerinden Gelen Kirletici	
Parametre Yüğü	94
Şekil 4.6. 1990 Yılında Körfeze Endüstriden Gelen Kirletici	
Parametre Yüğü.....	94
Şekil 4.7. 1984 Yılında Körfeze Endüstriden Gelen Kirletici.....	
Parametre Yüğü.....	95
Şekil 4.8. Körfeze Drenaj Sularından Gelen Kirletici.....	
Parametre Yüğü.....	95
Şekil A.1. TÜPRAŞ Arıtım Tesisi Şeması.....	176
Şekil B.1. Marmara Denizi İskeleler ve Barınaklar.....	177
Şekil B.2. İzmit Liman Sahasındaki Liman, İskeleler ve Yanaşma Yerleri.....	178
Şekil B.3.a. X Gemisi Sintine ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	179
Şekil B.3.b. Y Gemisi Sintine ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	180
Şekil B.3.c. Z Gemisi Sintine ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	181
Şekil B.4.a. X Gemisi Balast ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	182
Şekil B.4.b. Y Gemisi Balast ve Deniz Kirlilik Numunesi	
IR Spektrum Pikleri.....	183
Şekil B.4.c. Z Gemisi Balast ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	184
Şekil B.5.a. L Gemisi Balast ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	185
Şekil B.5.b. K Gemisi Balast ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	186
Şekil B.5.c. M Gemisi Balast ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	187

Şekil B.6.a. L Gemisi Sintine ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	188
Şekil B.6.b. K Gemisi Sintine ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	189
Şekil B.6.C. M Gemisi Sintine ve Deniz Kirlilik Numunesi.....	
IR Spektrum Pikleri.....	190



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Türkiye Denizlerinde Yaşayan Akdeniz Formu Canlı..... Genusların Sayısı	35
Tablo 2.2. Deniz Suyunda Çözünmüş Oksijen, Sıcaklık ve Tuzluluk..... İlişkisi.....	49
Tablo 3.1. Evsel Atıkların Bileşimi.....	63
Tablo 4.1. Türlerine Göre Deniz ve Tatlısu Ürünleri (İl Bazında Ton).....	85
Tablo 5.1. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtma Sistemi Kapasitesi.....	102
Tablo 5.2. Balast Suyu Arıtım Tesisi Çıkış Suyu Analizleri.....	108
Tablo 6.1. Kocaeli’nde Sektörlerin GSMH’deki Yerleri.....	110
Tablo 6.2. Kocaeli’nin Türkiye İmalat Sanayii İçindeki Payı.....	110
Tablo 6.3. Kocaeli’nin Dış Ticaret Potansiyeli.....	111
Tablo 6.4. Kocaeli’nin Uluslararası Deniz Taşımacılığı Potansiyeli.....	112
Tablo 6.5.a. Kocaeli’nde Mevcut İskele ve Gemiler.....	113
Tablo 6.5.b. Kocaeli’nde Mevcut İskele ve Gemiler.....	114
Tablo 6.5.c. Kocaeli’nde Mevcut İskele ve Gemiler.....	115
Tablo 7.1. Denize Bırakılan Petrol Ürünlerinin Atık Kaynaklarına..... Göre Dağılımı.....	129
Tablo 7.2. Deniz Ortamında Rastlanan Petrol Atıklarının Yaklaşık..... Miktarları ve Kaynaklarına.....	130
Tablo 7.3. Ham Petrol İçeriğinde Yeralan Hidrokarbon Türleri ve..... Fiziksel Özellikleri	134

Tablo 7.4. Denize Dökülen Ham Petrolün Geçirdiği Değişimler	136
Tablo 7.5. Değişik Kaynaklardan Alınan Petrol Örneklerinde Yeralan Polinükleer Aromatik Bileşimler.....	144
Tablo 9.1. Marmara Denizi'nde Besleyici Tuzlar ve Toplam Organik..... Yoğunluklarının Primer Produktivite Mevsimsel Ortalamaları.....	161



BÖLÜM 1. GİRİŞ

Büyük bir hızla gelişen endüstrileşme olgusu, buna paralel olarak dünya nüfusundaki artış, daha önceki dönemlerde sözü dahi edilemeyen evrensel bir sorun yarattı. Günümüzde tüm ulusların başlıca kuşkusunu oluşturan Çevre Sorunları ulusal ve uluslararası politikaların ve iletişim araçlarının en öncelikli konularından biri haline geldi. Özellikle deniz kirliliği ve buna neden olan kirletici parametreler, Çevre Sorunları arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu kirletici parametrelerin kaynakları ve arıtılabilirliği çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

Bu hedef doğrultusunda gemi ve iskelelerden kaynaklanan deniz kirliliği ele alınmıştır. Gemi sintine ve balast sularından kaynaklanan kirlilikler, iskelelerdeki gemi yükleme ve boşaltma esnasında ortaya çıkan kirlilikler, deniz kirliliğinin oluşumunda esas teşkil etmektedir.

Çalışmanın kapsamında, Kocaeli'nde bulunan gemi ve iskeleler ele alınmış, bunlardan kaynaklanabilecek kirleticiler ortaya konmuş, buna paralel olarak literatür taraması yapılmış, oluşan kirliliklerin insan ve çevre sağlığı üzerine etkileri açıklanmıştır.

Gemi sintine ve balast sularından örnekler alınmış, SPECTRAFILE-IR PLUS Cihazıyla analizleri yapılmıştır. Türkiye'de ancak birkaç yerde bulunan ve kirliliği belirlemede büyük öneme sahip bu cihazın tanıtımı yapılmıştır. Bunun sonucunda sintine ve balast suyu arıtma sistemlerinin kurulmasının özellikle Kocaeli için en kısa zamanda yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Deniz kirliliği oluştuktan sonra

uygulanan cezai işlemlerde ele alınarak, denizlerin temizlenmesi hakkında bilgiler verilmiştir.

Tez hazırlığı için öncelikle literatür araştırması yapılmış, uzman kişilerle görüşülerek somut bilgiler toplanmıştır. Çevre İl Müdürlüğü'nde yapılan çalışmalar irdelenerek, Kocaeli'nin deniz kirliliği nedenleri bütün boyutuyla araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda sintine-balast sularının kirliliği yaratmada büyük bir yer almasından dolayı, çeşitli gemilerden numune alınarak bunların analizleri yapılmıştır. Kocaeli İli'ndeki iskelelere gidilerek, gemi yükleme ve boşaltma anında alınan tedbirler gözlemlenmiştir.

Çalışmada Kocaeli'nde balast arıtım tesisi bulunan TÜPRAŞ ve sintine kabul tesisi olan TCDD'ye gidilerek, sistemler tüm yönüyle incelenmiştir.

Çalışma Metodu : Gemilerden alınan sintine ve balast sularından ve kirliliğin olduğu bölgeden de numune alınmış, SPECTRAFILE-IR Cihazı'nda spektrumları çekilerek analizleri yapılmıştır. Sonuçta kirliliğin hangi gemiden olduğu tesbit edilmiştir.

BÖLÜM 2. DENİZ KİRLİLİĞİ VE DENİZ KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

2.1. Deniz Kirlenmesinin Tanımı

1970'de Birleşmiş Milletler Organizasyonunun (UN) konu ile ilgili toplantısında ortaya konulan tanım :

"Deniz Kirlenmesi, haliçleri de içerisine alan deniz ortamına, biyolojik kaynaklara zarar verecek insan sağlığına tehlike yaratacak, su ürünleri üretiminde içeren, denizden ekonomik yararlanma olanaklarını kısıtlayacak ve denizin dinlenme amacı ile kullanılmasını, suyun kalitesini bozarak engelleyecek şekilde, insanoğlu tarafından doğrudan doğruya , ya da dolaylı şekilde madde veya enerji bırakılması olayıdır" şeklinde onaylanmıştır.

2.2. Deniz Kirlenmesi İle İlgili Kavramlar

2.2.1. Çevre kavramı

Asrın simgesi haline gelmiş olan Çevre Sorunları, Ekoloji, Ekosistem ve Ortam şartları gibi gündeme getirdiği kavramların bu konuda etken kimselerce dahi doğru anlaşılmadığı ve kullanılmadığı bir gerçektir.

Aslında çevre sorunları, antropojenik, yani insan kökenli girişimlerin sonucu ortaya çıkmış ve yine insanı etkileyen "yapay" olayları simgelemektedir.

Buna karşın "ortam şartları" doğa kurallarının düzenli ve sürekli uygulaması ile ilgilidir.

Kirlenme bir çevre sorunudur ve çevre denince de bir merkez ile bunu çevreleyen bir alanın sözkonusu olduğu kendiliğinden anlaşılmaktadır. Merkez de yeralan ise, sorunları yaratan ve bundan etkilenen insandır. Bu merkezdeki, bir fert, bir yöre halkı, bir ulus veya tüm insan toplumu olabilir.

Her insan ferdinin olduğu gibi, her toplumun çevre sorunları da, o bireyin tüketim-üretim olanaklarına, yani hayat standardına, gelir düzeyine, alışkanlıklarına ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak farklılıklar gösterir. Ayrıca, bu toplum birimlerinin çevre sorunları birbiri ile çelişkili durumlar da yaratabilir.

Örneğin, Marmara Denizi'nin en güzel yörelerinden birisi olan İzmit Körfezi bir zamanlar son derece temiz ve üretken olan sularına, yıllardan beri sorumsuzca bırakan endüstri kuruluşları, denizin kendilerine sağladığı çeşitli olanaklardan yararlanmayı amaçlarken, Körfezden dinlence amacıyla yararlananlar ve su ürünleri üretimi ile geçinenlerin çevresinde çok önemli sorunlar yaratmışlardır. Bu ise, çok dar görüşlü bir irdelemeyele endüstri, dinlence ve su ürünlerinin ekonomiye katma değer katkısını gündeme getirmektedir.

Aynı örnek daha da geliştirilecek olunursa, endüstrinin çevrelerini bozduğunu söyleyen çevre sakinleri de, denize bıraktığı çöpler ve evsel (kanalizasyon) atıkları ile kirlenmeyi arttırmaktadırlar.

Bu kirli ve zehirli sularda, genellikle yasak yöntemler, (Trol = Sürütme) ile su ürünleri avlayan ve bütün bu sorunlardan şikayetçi olan balıkçılar ise, bu sularda avlanmayı sürdürerek, su ürünlerinin dokularında biriken her türlü toksik ve zararlı maddeleri, suyu kirleten sanayicilere veya kanalizasyonlarını denize bırakan körfez sakinlerine sunmaktadırlar. Burada her birim, kendisini kirlenmedeki rolünü görmezlikten gelerek, diğerlerinin yarattığı çevre sorunlarından şikayetçi olmaktadır.

İnsanoğlunun çevresinde yarattığı değişimler de aynen doğada olduğu gibi denge bozukluklarına yolaçar. Ancak doğadaki değişimlerin çok yavaş gelişmesine karşın, antropojenik kökenli ortam değişimleri çok kısa sürelerde kendini göstermekte ve çok daha etkili olabilmektedir.

Örneğin deniz kazaları ile birkaç gün içerisinde deniz ortamına boşalan petrol ürünleri, dinlence amacı ile kullanılan, iç ve dış turizm açısından büyük önem taşıyan kumsal, plaj ve diğer sahil yapılarının katran yumruları ile kaplanmasına, deniz ortamında yaşayan canlıların ölmesine neden olmaktadır.

Karasal tarım alanlarından yüzeysel sular ile veya bunları üreten fabrikaların deşarjları yolu ile denize ulaşan pestisid'ler (intektisid, herbisid, algisid vb.) denizel organizmaları çok çeşitli şekillerde etkilemektedir.

Balıklar, midye istiridye gibi yumuşakçalar ve karidesler gibi kabukluların dokularında birikim yapan bu maddeler, göçlerle çok uzak mesafelere taşındıkları gibi, besin zinciri yolu ile çevrenin merkezindeki insana kadar ulaşabilmekte ve belirli miktarların üzerinde bu maddelerden alınması sonucu, insanda kanserojen etkiler yaratabilmektedir. Bütün bunların yanısıra, deniz ortamına ulaşan farklı kimyasal yapıdaki kirleticiler, bir araya geldiklerinde tek tek oldukları durumlardan

farklı etkiler yaratmaktadırlar. Bu bileşik etkiler biyo-deney denemelerinde saptanmaktadır. Biyo-deney, belirli yoğunluklardaki kirletici maddelerin, deney ortamında, deneyler için seçilen canlılarda yarattığı etkileri saptama yöntemidir.

Kirlenme son derece dinamik yapısı ile heran büyüyen ve yaygınlaşan bir olaydır ve bu nedenle toplumların düne kadar bilinmeyen, yeni yeni etkilere kendilerini hazırlamaları gerekir. Bu nedenle neyin kirlenmiş neyin normal olduğunu kestirebilmek için henüz kirlenmemiş ortamlardan temel bilgi toplanması son derece önemli olmuştur. Ancak, bu bilgilerle, neyin ne şekilde, ne derece kirlendiğini kestirmek olasıdır. Özellikle etkileri belli olmayan kirlenme şekillerinde bu çeşit bilgilerin daha sonraki gözlemlerden elde edilen verilerle karşılaştırması, dönüşü olmayan bir noktaya varmadan önlem alınmasını sağlayabilir.

2.2.2. Deniz Kirlenmesi Türlerinin Sınıflandırılması

Deniz ortamında insan tarafından yaratılan kirlenme tiplerini şu şekilde sınıflandırabiliriz.:

1 - Organik Kirlenme

A - Ötrofikasyon

B - Bakteriyolojik kirlenme

2 - Kimyasal Kirlenme

A - Endüstriden kaynaklanan toksik maddelerin ortama bırakılması.

B - Deterjanlar.

C - Hidrokarbonlar (yağlar).

D - Pestisidler.

E - Ağır metaller ve diğer inorganik bileşimler.

3 - Termal kirlenme

4 - Akustik kirlenme

5 - Radyoaktif kirlenme

6 - Madencilik sonucu kirlenme

Kirlenmenin diğer bir sınıflandırması ise, kökenine göre ayırma şeklindedir :

1 - Karasal kökenli kirlenmeler

2 - Hava kökenli kirlenmeler

3 - Deniz taşımacılığı kökenli kirlenmeler

4 - Deniz ortamındaki işlemler kökenli kirlenmeler

Diğer bir kirlenme sınıflandırması ise, kirlenme kaynağının lokasyonu ile ilgilidir:

1 - Sabit nokta kaynakları

A - Yerleşim bölgeleri,

B - Endüstri kuruluş ve bölgeleri.

2 - Değişken Nokta Kaynakları

- A - Gemilerden ve hava taşıt araçlarından yapılan deşarjlar,
- B - Gemi trafiğinin yarattığı kirlenmeler,
- C -Deniz dibinde yapılan araştırma ve üretim amaçlı etkinliklerin yarattığı kirlenme,
- D - Askeri etkinlikler sonucu ortaya çıkan kirlenme.

3 - Dağınık Nokta Kaynakları

- A - Akarsularla gelen kirlenme,
- B - Atmosferik çökelekler ile gelen kirlenme.

24 Haziran 1990 (T.C. Resmi Gazete sayı 20558) tarihinde Türkiye'nin taraf olduğu **"Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (MARPOL - 73 Sözleşmesi ve 78 Protokolü)** eklerinde **"Dökme Olarak Taşınan Zehirli Sıvı Maddeler ve Dökme Olarak Taşınan Maddeler"** listelerinde yaklaşık 800 ayrı madde belirtilmiştir. Bunlara karasal kökenli, evsel, endüstriyel ve tarımsal maddeler ile, radyoaktif kirleticileri de ekleyecek olursak, dökümü yapılabilen maddelerin sayısı milyonlar ile ifade edilebilecektir. Bir kirleticinin denizel organizmaları veya bunların populasyon topluluklarını etkileyip etkilemeyeceği, sözkonusu bileşimin konsantrasyonuna ve organizmanın bu kirletici ile ilinti süresine, yani dozuna bağlıdır.

Bir kirleticinin etkilediği organizmada yaratacağı sonuçları iki gruba ayırabiliriz. Bunlar; Akut ve Kronik etkiler olarak nitelenmektedir.

- Akut etkiler, kendisini hızla belli eden ve kolayca gözlenebilen sonuçlar yaratır. Bu etkiler genellikle öldürücü ve çoğunlukla tersinir değildir.

- Kronik etkiler, uzun sürelerde düşük dozlarda kirlenici ile ilinti durumunda veya ilintiden çok sonra ortaya çıkan sonuçlar verir ve sonuçta ölümcül veya ölümcül olmayan da olabilir.

- Ölümcül olmayan etki yaratan dozlar ise, organizmalarda büyüme yavaşlaması veya üreme durması vb. gibi fizyolojik ve davranış bozuklukları oluşturur.

2.3. Ortam Şartları

Ortam şartları deyince, çevre sorunlarının etkisi gözönüne alınmadan, üzerinde yaşadığımız ve "Biyosfer" olarak nitelediğimiz kompartmanlar topluluğunun doğal şartları ve bunlar arasındaki düzeni sağlayan doğal yasalar anlaşılmalıdır.

Ortam şartları bölgeden bölgeye farklılık gösterir. Aynı coğrafya kuşağında yer alan Akdeniz, Ege Denizi, Marmara ve Karadeniz'in ortam şartları birbirinden belirgin farklarla ayrılırlar. Ancak, aynı zamanda da bu ortam birimlerinin sahip olduğu şartlar, birbirini karşılıklı olarak etkilerler; başka bir deyişle ortam şartlarını oluşturan birimler, diğer birimlerin doğrudan veya dolaylı bir fonksiyonudur.

Denizlerde dikey ve yatay doğrultudaki su hareketleri ve karışımlar, kirlenmeye karşı bir tampon görevi yaparlar. Bu karışımlar suya bırakılan atık maddelerin dağılımını ve birim ölçü (m^3 , litre, hektar vb.) içerisindeki yoğunluklarının seyreltilmesini sağladıkları gibi, gerek doğal yoldan , gerekse atıklarla denize ulaşan organik maddelerin ayrışması için en önemli madde olan oksijenin su kütlesindeki dağılımını sağlarlar.

Suda çözünmüş oksijen, su sıcaklığı, yoğunluk gibi faktörler deniz ortamında mevsimsel değişimlere uğrarlar. Bu değişimler genellikle periyodiktir ve ortamın canlılar bileşkesini oluşturan organizmaların üreme, beslenme, büyüme, hareket gibi fizyolojik işlevlerini ayarlarlar. Ayrıca su içerisinde yer alan canlılar aleminin düzenli dağılımında da rol oynarlar. Doğal şartlar denizin ekolojisini oluşturur.

2.3.1. Ekoloji Kavramı

Bugünkü anlamı ile ekoloji, bir organizma ile çevresi arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamada, organizma en basitinden (bakteri, virüs vb.) en mükemmeline (insan) kadar herhangi bir canlıdır. Çevre ise, canlının içerisinde yaşadığı ortamın coğrafi, fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik yapısının oluşturduğu ortamı belirtir.

Bir ortamda genellikle bir tek tür canlıdan çok daha fazlası yaşar. Bu durumda herhangi bir bitki ve hayvan türünün oluşturduğu topluluğa populasyon denmektedir. Daha da ilerisi, doğal bir ortamda bulunan tür populasyonları genellikle bir tek türden oluşmadığından, ortamdaki tür populasyonlarının bir toplum (komünite) oluşturduğu söylenebilir.

Bu nedenlerle, ekolojide tür populasyonlarının ortam şartları ile ilgisini ortaya koyan bir populasyon ekolojisi veya ortamdaki tüm populasyonların çevre ile ilişkisini inceleyen bir toplum ekolojisinden söz etmek gerekir. Ekolojinin kapsamı içersine ;

Organizma, yani fert.

Birey toplulukları, yani populasyonlar.

Tür toplulukları, yani komuniteler.

Ekosistemler girmektedir.

Denizlerimizde son yıllarda oluşan ekolojik değişimler, hem populasyon, hem de komünite düzeyinde gerçekleşmektedir.

2.3.2. Ekosistem Kavramı

Ekosistem kavramı içersine giren en küçük birim organizmanın kendisidir. Organizmayı oluşturan dokular arasında son derece düzenli bir iş birliği ve hassas denge sözkonusudur. Bunu canlı bireylerinin oluşturdukları populasyon ve tür toplulukları ve bunların oluşturdukları ekosistemler izler. Dünya üzerinde yeralan tüm ekolojik sistemlere Ekosfer denir.

Ekolojik sistemler veya genel olarak kullanılan deyimini ile ekosistemler aynı ortam içerisinde yeralan ve bu ortamın organizmalar, populasyonlar ve komunitelerden oluşan biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden oluşan abiyotik ortam koşullarının bir bütün oluşturdukları ortamlardır.

2.3.3. Denizel Ekosistemler

Deniz bölgelerini gözönüne alırsak Karadeniz, Marmara gibi denizler veya bunların alt bölgeleri, örneğin Haliç, İzmit vb. birer ekosistem oluştururlar. Bunları daha da dar alanlara indirgemek olasıdır. Denizi oluşturan kısımlar yani zemin yapısı veya su kütlesi ve bunların sahil bölgesi, kıta sahanlığı, açık deniz gibi bölümleride başlı başına birer ekosistem oluştururlar.

Denizel organizmaların yaşam alanlarına göre yapılacak bir ekosistem ayrımı su kütlesince doldurulan deniz çanağı, Bental ve su kütlesinin bütünü, Pelagial bölgeyi kapsar. Deniz çanağında kendi içerisinde aşağıdaki bölgelere ayrılır.

1-Deniz çanağının yüzeyden başlayarak bölümlere ayırdığımızda, sahilden 200 m derinliklere kadar uzanan Litoral Bölge (Sahil Bölgesi), gerek primer prodüksiyon gerekse kirlenme açılarından en önemli bölgeyi oluşturur. Zira karasal, antropojenik kökenli atıklar, açık veya boru hattı şeklindeki kanalizasyonlar yağmurlarla oluşan yüzeysel veya akarsular bu bölgeye ulaşır.

Zararlı ve/veya toksik maddelerin canlılardaki veya sedimentlerdeki birikimi ile bu maddelerin denizel canlılarda yarattığı ölümcül etkiler ve özellikle de hastalık etkeni koliform ve fekal bakterilerin birikimi bu bölge için karakteristik olaylardır.

Bu bölgenin 0-50 m derinlikler arasındaki bölümü sığ-sahil bölgesi (Eulitoral), özellikle klorofilli ve fotosentez yapan birincil üretici bitkilerin (algler) yaşam alanıdır. 50-200 m derinliklerde yer alan deniz çanağı, Sublitoral bölge olarak nitelendirilir.

Fotosentez yerine Kemosentez yapan, yani su içerisindeki besleyici tuzları enerji kaynağı olarak kullanan kırmızı ve kahverengi alglerde Litoral bölgenin kıyısından başlayarak, 80-90 m derinliklerine kadar uzanırlar.

Bitkisel yaşamın zenginliği, bu bölgede yaşayan hayvansal organizmaların da bol olarak yer almasını sağlar. Bu nedenle Litoral bölgeler su ürünleri üretimi için birincil önemli alanları oluştururlar.

Kıta sahanlığı olarak da nitelediğimiz Litoral bölge akıntı, gel-git ve dalga hareketleri ile sürekli karışım halindedir. Zemin sahilden derine doğru genellikle çakıl, kum ve çamur sedimentler ile kaplıdır. Bu sedimentler içerisinde gömülü olarak çok zengin bir canlılar topluluğu yer alır.

Litoral bölge ekolojik açıdan büyük önem taşıyan tür çeşitliliğinin en zengin olduğu bölgeyi oluşturur.

2- Litoral bölgenin bitiminde ise, açık deniz gibi Abyssal bölge başlar. Bu bölgenin zemini daima kalın bir çamur tabakası ile örtülüdür. Düşey ve yatay doğrultudaki su hareketleri bu bölgeye kadar ulaşmadığından sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen gibi faktörler hemen hemen hiç değişim göstermezler.

Güneş ışınlarının hiçbir şekilde bu bölgeye ulaşamaması, buraların tam bir karanlık içerisinde kalmasına neden olur. Bu bölge canlıları tümü ile tüketici organizmalar ve et obur veya çürükçüllerden ibarettir.

Su kütesinin oluşturduğu Pelagial bölge ise, 200 m derinliğe kadar sahil suları (Neritik) ve 200 m derinliklerden sonra açık deniz suları (Oseanik bölge) olarak ayrılırlar.

Denizel ortamın en geniş bölümlerini Abyssal ve Oseanik bölgeler oluşturmaktadır.

Sözkonusu bölgeler birbirinden kesin sınırlarla ayrılmasalar bile, her bir bölgenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapıları açısından birbirinden çok farklı özelliklere sahiptirler.

Bu ekosistemlerde yaşıyan canlı türlerinin bu farklı özelliklere karşı davranışları ve özellikle de beslenme alışkanlıkları da, ekosistemin özelliklerini yansıtır. Bazı türler, üreme ve beslenme gibi nedenler ile ekosistemler arasında göç edebilirler. Ancak bu göçü yapabilenlerin değişik koşullara uyum sağlayabilen, kozmopolit ve öyrlöyk türler olması gerekir.

Bir ekosistemin genişliği ne olursa olsun tüm ekosistemler, aşağıda belirtilen temel faktörlerin fonksiyonudurlar:

1. Biyotik faktörler

1.1. Ototrof yani birincil üretici organizmalar.

1.2. Heterotrof, yani enerji tüketici organizmalar:

1.2.1. Primer tüketiciler, yani otoburlar.

1.2.2. Sekonder tüketiciler, yani etoburlar.

1.3. Saprobilyont, yani ayrıştırıcı organizmalar.

2. Abiyotik faktörler

2.1. Kimyasal faktörler:

2.1.1. Anorganik maddeler.

2.1.2. Organik maddeler.

3. Fiziksel faktörler.

Denizel Ekosistemin Biyotik bölümünü ve besin zincirinin halkalarını oluşturan canlılardan, zemin üzerinde veya zemine gömülü olarak yaşamlarını sürdüren türlere Bentik Canlılar veya Bentos adı verilir. Bunlar kendi içerisinde bitkisel ve hayvansal olarak ayrılırlar. Bu canlılardan kendilerini zemine yapıştırarak

yaşamlarının büyük bölümünü yer değiştirmeden geçiren midye, istiridye vb türlere Sessil denmektedir.

Su kütlesi (Pelagial) içerisinde yaşayan canlılar ise, hareket yeteneklerine göre, kendi kendine hareket yeteneği çok zayıf ve su hareketleri ile sürüklenen Plankton, hareket yeteneği gelişmiş Nekton (balıklar ve mürekkep balıkları gibi) ve bu grupta olupta zemine bağlı olmadan yaşayan palamut, uskumru, lüfer, sardalya ve hamsi gibi türlere Pelajik, zemin üzerinde yaşayan kalkan, pisi, dilbalığı gibi türlere Demersal ve cipura, mercan, levrek gibi zaman zaman zemin üzerinde ve zaman zaman pelajik ortamda yaşayan türlere ise, Semi-pelajik canlılar denmektedir.

Ancak bu gruplardan hangisine ait olurlarsa olsunlar, denizel canlıların çok büyük bir bölümünün yaşamı yumurta ve larvalarını (İhtiyoplankton) da içeren plankton, ot veya et obur canlıların doğrudan veya dolaylı besinini oluşturduğundan, bunlardaki zararlı ve toksik madde birikimi, besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşabilmektedir. Ayrıca fotosentez yapan fitoplankton türleri, denizin oksijen dengesinde olduğu gibi, birincil üretken karakterleri ile, deniz yaşamının en önemli ekolojik birimini oluştururlar. Genellikle gözle görülmeleri güç, mikroskobik boyutlardaki planktonlar, denizle ilgili antropojenik girişimlerde gözardı edilmektedirler.

2.3.4. Çözünmüş ve Süspansiyon Maddelerin Etkileri

Gerek canlılar alemi, gerekse suda bulunan süspansiyon veya eriyik maddelerin ayrıştırılması için birinci derecede önemli olan madde, suda çözünmüş oksijendir. Denizlerdeki suda çözünmüş oksijenin dikey ve yatay dağılımı suyun sıcaklığı, tuzluluğu, atmosfer ile olan madde alış veriş ve klorofilli bitkilerin fotosentez yolu ile ürettikleri oksijen miktarı ve akıntı sistemleri ile oluşan kendi kendisini yenileme

yeteneğinin bir sonucudur. Bu dağılımı etkileyen bir diğer faktörde sudaki oksijeni tüketen organik ve inorganik maddeler ile, oksijeni solunumları için kullanan canlı organizmaların yoğunluğudur.

Doğal şartlarda, yani herhangi bir kirlenmenin sözkonusu olmadığı ortamda oksijenlendirici ve oksijen yitirici etkenler arasında düzenli bir denge sözkonusudur.

Suda çözülmüş oksijenin miktarı, canlıların üreme, büyüme, hareket gibi fizyolojik işlevlerini etkilediği gibi su içerisindeki maddelerin çevrimini de sağlar. Bir deniz suyu kütesine bırakılan organik maddelerin (atıklar veya doğal olarak suda bulunan), bu maddeleri oluşturan kimyasal bileşkelere, yani yapı taşlarına ayrılarak zararsız duruma gelebilmesi (mineralizasyonu) için ortamda belirli yoğunlukta oksijen bulunması zorunludur. Normal şartlarda bu yoğunluk 5 mg/l dolaylarındadır.

Denizlerde düşey doğrultudaki oksijen dağılımını etkileyen diğer ve önemli faktör de suyun yoğunluk tabakalaşmasıdır. Örneğin Marmara ve Karadenizde çok belirgin olan yoğunluk tabakalaşması atmosferden suya transfer olan oksijenin belirli bir derinlikten daha aşağıya taşınmasını (Marmara) zorlaştırır veya tümü ile (Karadeniz) olanaksızlaştırır.

Deniz suyunun yoğunluğu, sıcaklık ve tuzluluğun fonksiyonudur. Aynı tuzlulukdaki bir su kütesinin yoğunluğu su kütesi ısındıkça azalır ve soğuması oranında artar. Kış süresince atmosferik etki ile soğuyan sular, daha aşağıda yer alan ve göreceli olarak daha az yoğunlukdaki su kütleleri ile yer değiştirirler. Bu yer değiştirme daha yoğun olan bir tabakaya ulaşana dek sürer.

Bu yoğun tabaka ile karışıma uğrayan üst tabaka arasında bir ara yüzey oluşur ki, bu yüzeye yoğunluk değişimi alanı anlamında Piknoklin Tabakası adı verilir.

Bu karışım olayları sürecinde soğuma sonucu, atmosferden transfer olan oksijence zenginleşmiş sular da piknoklin tabakasına kadar ulaşır.

Bu iki denizimizde oluşan kesin yoğunluk tabakalaşması durumu, su kütlesinin karışımını engelleyen faktörlerin bir sonucudur. Bu faktörlerin başında, yoğunluğu oluşturan su sıcaklığının, bölgenin coğrafik konumu ve meteorolojik nedenlerle, yeteri kadar suyu soğutamaması ve yoğunlaştıramaması gelmektedir.

İkinci etken ise, düşey karışımın yukarıda belirtilen nedenle kısıtlanmasının bir sonucu olarak dikey doğrultudaki tuzluluk farklılaşmasıdır.

Marmara denizinde ortalama 25 m kalınlıkdaki az tuzlu ve az yoğun üst su tabakası kışın atmosfer ile doğrudan ilişkideki yüzey sularının soğuması ile yoğunlaşır ve düşey doğrultuda harekete geçer. Bu süreçte suda çözülmüş oksijence de zenginleşen sular yaklaşık 25 m derinlikde yer alan piknoklin tabakasına kadar ulaşırlar. Piknoklin tabakası altında ise, Akdenizden Karadeniz yönünde hareket eden alt akıntı ile gelen tuzlu ve yoğun dipsuları yer alır. Bu suların sıcaklığı 14 ° C dolayında olmakla birlikte o/oo 36/38 salinite (tuzluluk) ye sahip olmaları nedeni ile yoğunlukları yüzey sularının yaklaşık iki katıdır.

Bu durum üst tabaka ile alt su kütlesi arasındaki çözülmüş madde alışverişini büyük çapta engeller. Buna karşın yüzey sularında gelişen canlıların metabolik ürünleri ve karadan bu sulara ulaşan materyal piknokline veya yoğunluğu elverdiğince piknoklin altındaki tabakaya çökelir.

Deniz suyunda, normal koşullarda suda çözünmüş veya süspansiyon şeklinde, bir miktar anorganik madde bulunur. Bu maddeler genellikle suda yaşayan canlıların ekskresyonları veya ölü organizmaların ayrışmasının ürünüdür. Bunlara ek olarak denizin karaya bitişik alanında karalardan gelen maddelerde bu ortamda yer alırlar.

Açık deniz ortamında denizel kökenli organik maddelerin miktarı oldukça az, 1.2-2 mg/l dolayındadır. Buna karşılık kıta sahanlığında, özellikle de bitkisel üretimin yüksek olduğu bölgelerde organik madde miktarı, açık denize oranla çok daha yüksektir.

Doğal şartlara bağılı olarak gelişen bu organik madde miktarı ortam şartlarını olumsuz yönde etkilemez. Zira bu doğal madde akımı ile biyolojik verim arasında duyarlı bir denge söz konusudur. Buna karşılık, özellikle büyük yerleşim merkezlerinin kirli suları ile denize bırakılan büyük miktarlardaki organik madde yükü, oksidasyon prosesi sonucu suda çözülmüş oksijenin sudaki canlıların yaşamlarını engelleyebilecek düzeye inmesine neden olur. Zira organik maddeler, oksidasyon sürecinde ortamdaki oksijeni kullanırlar.

Organik maddelerin ayrışması için gerekli oksijen miktarına BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) denmektedir.

Organik maddelerin yanısıra, ayrışma sürecinde oksitlenen ve böylece sudaki doğal oksijeni yitiren inorganik maddeler veya kimyasal bileşimlerin yarattığı oksijen açığını kapatmak için gerekli oksijen miktarına Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) denir. Bu iki parametrenin ölçülmesi, bir su kütlesinin kirlenme derecesini saptamakta kullanılan en yaygın yöntemdir.

Sudaki verimlilik ve canlıların dağılımını etkileyen diğler bir faktör de suyun hidrojen iyonu yoğunluğudur. pH olarak simgelenen bu parametre yüzey sularında, tuzluluk derecesine bağılı olarak 7.5-8.4 arasında değışir.

Doğal yaşam için uygun olan bu sınırların dışına çıkıldığında canlıların yaşamları da tehlikeye girer ve böyle sınır dışı pH derecelerinin ortamda uzun süreli olması veya denizsuyu için normal pH değeri olan 8.1'den sapma derecesine göre, canlı türlerinde belirgin bir azalma izlenir. Zira, deniz ortamında yaşayan canlıların büyük çoğunluğu, özellikle de planktonik organizmalar, pH değışimlerine karşı son derece duyarlıdırlar.

Bir deniz ortamına insan kökenli madde veya enerji transferi durumunda, bu transferin hız ve yoğunluğuna ve türüne bağılı olarak, doğal koşullarda denge durumundaki pek çok faktörde mevsimsel periyodluluk kaybolur ve bir dengesizlik durumu ortaya çıkar.

Bu durum en belirgin olarak Termal Kirlenme koşullarında gözlenmektedir. Burada üzerinde durmamızda yarar olan bir konu da denizlerimizin doğal denge durumudur.

Türkiye'yi saran dört ayrı nitelikteki denizin biyolojik kaynaklar açısından üretimi, sözkonusu havzaların kendilerine özge ortam şartlarının başında tuzluluğı, düşey ve yatay oksijen dağılımı, pH derecesi ve benzeri faktörler gelir.

Denize ilişkin normal parametre değerlerinden uzaklaşıldıkça, ortam şartları ve canlılar aleminde belirgin bir stres ortaya çıkar. Bu stres, doğada geçerli bir kuralı da birlikte getirir. "Pessimum Koşullar Kuralı" olarak niteleyebileceğimiz bu kurala

göre, normal şartlardan uzaklaşma derecesine bağlı olarak, sözkonusu ekosistemde yaşayan canlıların tür adedi stres oranında azalır. Buna karşın, bu strese dayanabilen ve uyum gösterebilen türlerin fert adedi çoğalır.

Normal deniz suyu tuzluluğunun 36o/ooS dolayında olmasına karşılık Karadeniz'de 17 o/ooS oluşu, Normal 8.1 pH değerinin Karadeniz'de 7.0-7.5 ve nihayet oksijen miktarının 180-220 m derinlikte 0.0 mg/l ve oksijen yerine zehirli H₂S gazının bulunuşu pessimum, yani kötü yaşam koşullarına en çarpıcı örnekleri oluşturur.

Bu duruma göre Karadeniz'de yaşayan canlı gruplarının adedi olumsuz yönde etkilenmekte, yani azalmaktadır. Buna karşın Karadeniz'de bulunan türlerin fert adedi çok yüksektir. Örneğin Karadeniz hamsi stokları Türkiye su ürünleri üretiminin % 80'ini sağlamaktadır.

Marmara Denizi'nde sözkonusu parametreler, Normal deniz koşullarına en yakın Akdeniz ile, en uzak olan Karadeniz arasında yer almaktadır. Yüzey tabakasının tuzluluğu 22-28 o/ooS, dip (piknoklin altı) su kütlesinde 36-38 o/ooS, pH 7.8-8.5, dip suyu oksijen miktarı 0.5-3.0 mg/l dolayındadır.

Tablo 2.1.'de Türkiye denizlerinde yaşayan canlı genuslarından Akdeniz kökenli olanlarının bölgesel dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Türkiye Denizlerinde Yaşayan Akdeniz Formu Canlı Genusların Sayıları (ARTÜZ 1992)

Bölgeler	Akdeniz Kökenli Genus Sayısı	Bulunan Genusların Akdeniz Genuslarına Orantısı (%)
Ege Denizi	157	100
Marmara Denizi	103	66
Boğaz Kdz. Ağızı	86	55
Karadeniz	56	36

Bu bölgelerdeki genus sayısını saptayan faktör, ana su kütesinden (Akdeniz) yalıtılma derecesi ve bunun sonucu normal koşullardan uzaklaşma durumudur. Deniz kirlenmesi açısından son derece önemli olan olay, doğal ekolojik koşullar nedeni ile belirli bir stres altında bulunan su kütesine insan kökenli madde ve enerji bırakılmasının, o ortamın çok daha kolay ve hızlı bozulmasıdır. Böyle stresli alanlarda doğal denge çok hassas bir durum gösterir. İşte bu nedenler ile, ortam şartları stresinin doğal olarak yüksek olduğu deniz ortamlarına atık bırakma, deşarj vb. herhangi bir eyleme geçmeden önce, o su kütesinin açık deniz ortamı ile olan farklılıkları mutlaka gözönünde tutulmalıdır.

Yeryüzündeki ekosistemler ortam şartları açısından birbirinden farklı özelliklere sahiptirler. En basitinden, iklim şartları gözönüne alındığında Kuzey ve Güney kutuplarına yakın bölgelerde soğuk, Ekvatora doğru sıcak ve bu iki ekstrem arasında kalan bölgelerde de ılıman bölgeler yer alırlar. Denizlerde de bu sıcaklık farklarının yanı sıra, tuzluluk derecesinde de büyük farklılıklar bulunabilmektedir. Açık deniz olarak nitelediğimiz Okyanus sularında 35-36 o/ooS olan tuzluluk Haliç'lerde ve özellikle de büyük akarsuların denize döküldükleri bölgelerde sıfıra yaklaşmaktadır. Kızıl deniz gibi akarsuların etkisinden uzak ve buharlaşmanın çok yüksek olduğu yarı kapalı deniz bölgelerinde 40 o/ooS ve daha yukarı değerlere

rastlamak olasıdır. Böyle yüksek tuzluluklara İskenderun Körfezi'nin iç sularında da rastlanmaktadır.

Aynı durum suda çözülmüş oksijen açısından da geçerlidir. Açık deniz yüzey sularında 8 mg/l olan normal oksijen yoğunluğu, düşey doğrultuda karışımın kısıtlandığı denizlerde, örneğin Karadeniz'de 180-200 m derinlikte sıfır olabilmektedir. Aynı örnekleri, ışık, derinlik, basınç, akıntı, pH, besin türü ve miktarı, dip topografisi ve yapısı gibi çok değişik faktörler için sıralamak olasıdır. Burada önemli olan nokta, farklı ekosistemlerde yaşayan canlı türlerinin orada egemen ortam koşullarına büyük bir uyum gösterebilmiş olmalarıdır. Tüm yaşamları boyunca aynı ekosistemde yaşamak durumunda olan canlı türleri, sözkonusu ortam şartları farklarının doğal dalgalanmalarının boyutları ile sınırlanmıştır. Bu şekilde dar ortam koşulları içerisinde yaşayan canlılara steno-öyk türler denmektedir. Bu koşullar yalnızca (sıcaklık veya tuzluluk vb.) bir tek faktöre bağımlı olabildiği gibi, birkaç faktörün birlikte etkisinde sözkonusu olabilmektedir. Buna karşın, beslenme ve/veya üreme vb. nedenlerle farklı ekosistemler arasında hareket eden canlılarda ortam koşullarına karşı çok daha geniş bir uyum sözkonusudur. Bunlar ortam şartlarının değişmelerinden çok daha az etkilenirler. Bu gruba giren canlılara öyri-öyk türler denmektedir. Bu şekilde organizmaların yaşayabilmesi, üreyebilmesi, gelişebilmesi için gerekli faktörlere limitleyici etkenler denmektedir. Ekolojinin öncülerinden olan Justus Liebig (1840) bitkiler üzerinde yaptığı deneylere dayanarak, daha sonra Liebig Kanunu veya Sınırlayıcı Etkenler İlkesi'ni ortaya atmıştır.

Günümüzde tüm organizmalar açısından da geçerli olan sözkonusu ilkeye göre "bir canlı türünün yaşamını sürdürebilmesi için gerekli faktörlerden, en dar sınır aralığına sahip faktör limitleyici faktör" olarak geçerlidir. Daha sonra Shelford (1913) tarafından ortaya konan ve kendi adı ile tanınan Dayanıklılık Sınırları İlkesi'ne göre "değişik ortam şartlarının türler üzerinde sınırlayıcı bir alt ve üst sınırı vardır". Bu iki ilke birlikte gözönüne alındığında, herhangi bir çevresel etkene karşı

dayanıklı ve dayanıksız iki grubun varlığı ortaya çıkar. Denizel organizmaların üreme, beslenme ve gelişme gibi fizyolojik faaliyetlerini etkileyen en önemli faktörlerden birisi, suyun sıcaklığıdır. Özellikle Pelajik türler su sıcaklığındaki değişimlere bağlı olarak uzun mesafelere göçler yaparlar. Bu göçlerde, su sıcaklığı, türün kendisini doğrudan etkileyen sınırlayıcı faktör olabileceği gibi, sözkonusu türün besinini oluşturan canlılarla da ilgili olabilir. Örneğin bir balık türünün başlıca besinini oluşturan organizma ve komunitelerin, ekosistemden kaybolması bunların, başka ortamlara göçetmelerini zorunlu kılar. Şayet bu kaybolma olayı mevsimsel ve periyodik ise, göç olayı da periyodik olacaktır. Bunun en belirgin örnekleri, Karadeniz ve Marmara arasındaki balık göçleridir.

Denizel canlılar, sıcaklığa karşı gösterdikleri ilişki açısından üç gruba ayrılırlar:

1. Sıcaklığın çok dar sınırlar oluşturduğu Stenoterm türler.
2. Sıcaklığın oldukça geniş sınırlar oluşturduğu Heteroterm türler.
3. Sıcaklığın çok geniş sınırlar oluşturduğu Öyriterm türler.

Bir ekosistemi ve örneğin, sıcaklık değişimleri veya burada geçerli olan oksijen yoğunluğu açılarından ele alınacak olunursa, bu faktörlerin sınırlarının dar olduğu canlı türleri üzerinde, oksijen içeriğinin herhangi bir şekilde sınırlar dışına çıkması ile (azalma veya yükselme), bu türler ya sınırlara uygun oksijen bulunan yörelere kaçacaklar veya oksijen azalması hızı ile orantılı olarak yok olacaklardır. Ortamdan kaybolan bu türlere Regressif Türler denir. Bunlara örnek olarak, Karadeniz ekosisteminden 1960'lı yıllarda kaybolan uskumru, Scomber gösterilebilir. Regressif türlerin ekosistemden kaybolması ile, bunları sınırlayan ekolojik etkenlere karşı, daha geniş sınırlara sahip türlerde göreceli bir çoğalma başlar. Bunlar eskiden az sayıda olmakla birlikte, kaybolan türlerle aynı ortamı paylaşan organizmalar olabilecekleri gibi, eskiden o ekosistemde hiç bulunmayan yepyeni türler de olabilir.

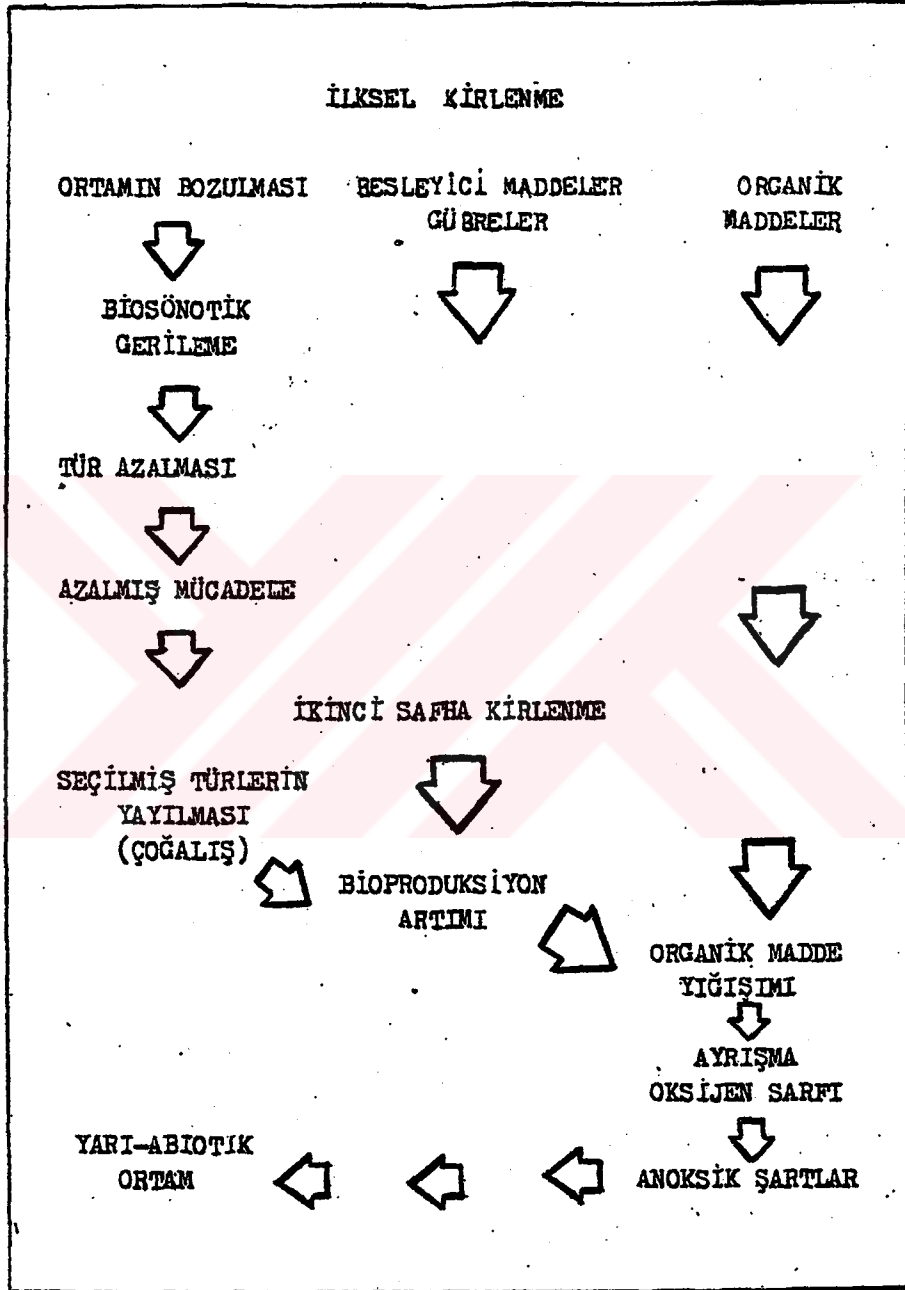
Son yıllarda Marmara Denizi başta olmak üzere Karadeniz ve Kuzey Ege'de de bu çeşit olaylara raslanmıştır. Bunlardan en fazla rastlanılanı, Marmara başta olmak üzere denizlerimizde gözlenen kırmızı su oluşumudur. Bu olayı ve denizin geniş bölgelerini kırmızıya boyanmasını sağlayan tek hücreli planktonik organizmalarda Noctiluca Miliaris (Yakamoz) türüdür. Zaman zaman 1 l suda yüzbinleri bulan bu 1 mm boydaki canlılar, sudaki nitrojenli bileşiklerin yoğunlaşması ile denizlerimizde büyük bir artış gösterirler.

Bu gruba giren organizmalara Transgressif Türler denmektedir. Ortamın kirlenmesinden, daha doğrusu o andaki kirlenme düzeyinin nitelik ve niceliğinde, azalma veya çoğalma yönünde etkilenmeyen ve yaşamlarını sürdürebilen türlere ise İndifferent Türler denir. Kirlenmenin ekosistemde regressif veya transgressif türlere etki mekanizmasını Şekil 2.1.'den izleyebiliriz.

2.4. Kirlenme Türleri

2.4.1. Organik Kirlenme

Bir denize bırakılan kirleticilerin ortam koşulları ile etkileşimi sonucunda ortamın kalitesine ve/veya ortamda ve çevresinde yaşayan canlı topluluklarına ne şekilde etki edeceğini önceden kestirmek oldukça zordur. Örneğin verimlilik artışında birinci derecede etken olan besleyici tuzların, yani nitrat, nitrit, fosfat, silika gibi gübre niteliğini taşıyan maddelerin suya bırakılması sonucu ortaya çıkacak etkiler, sözkonusu maddelerin deşarjın yapıldığı sudaki doğal miktarlarına bağlı olarak yararlı veya zararlı olabilirler.



Şekil 2.1. Deniz Kirlenmesinde Regresyon ve Transgresyon Mekanizmalarının Kirlenme Aşamasına Göre İşleyişi (ARTÜZ 1992)

Örneğin bu maddelerin çok az bulunduğu Doğu Akdeniz sularına, verimliliği geliştirmeye yetecek miktarda besleyici tuz bırakılmasının pozitif bir sonuç bırakılabileceği varsayılabilir. Yani bu varsayımına göre, besince fakir suların verimliliği, dışarıdan besleyici tuzların eklenmesi ile orantılı olarak arttırarak, doğal koşullarda çok düşük olan su ürünleri üretiminde arttırılabileceği söylenebilir. Ancak sözkonusu besleyici tuzlar ile ortam koşulları arasında varolan çok duyarlı dengeyi bozmadan atık miktarını ayarlamak olanaksız değilse de, son derece güç bir olaydır.

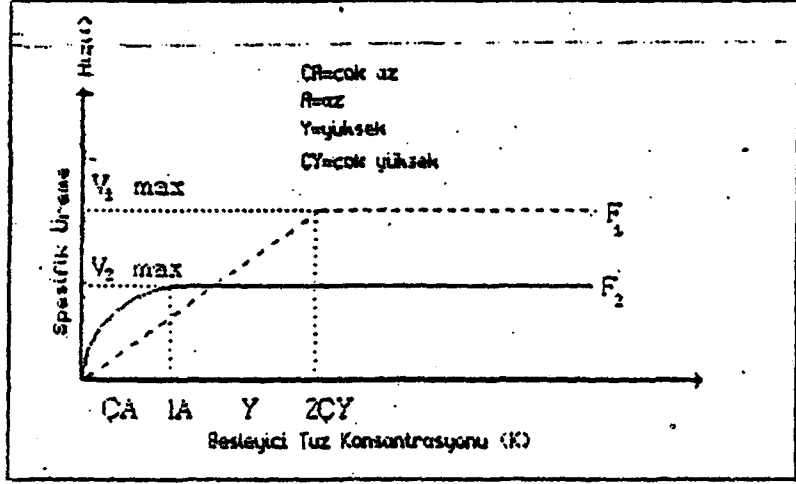
Bir su kütesinin, besleyici tuzların bulunuşu bakımından ortaya çıkan duruma Trofik Yapı denmektedir. Trofik yapı açısından sular, zengin Öyτροφ, fakir Oligotrof olarak nitelendirilebilirler. Bu iki eksterm arasında ise, Mesotrof sular yer alır.

Bir ortamda bulunan çözünmüş oksijenin miktarı ve yenileme hızı, varolan fakir ortam koşullarını doğal yollardan ancak dengeleyebiliyorsa, buna eklenebilecek BOİ yükü, bu bölgede ek gübrelemenin doğuracağı aşırı zengin (Öyτροφ) bir ortamın ve denge bozukluğunun doğmasına neden olur.

Bu nedenle son yıllarda sulardaki organik madde kökenli kirlenmeyi belirtmek üzere "ötrofikasyon" terimi kullanılmaktadır. Bu terim, bir su kütesinin yapay etkenler ile, besin materyali açısından aşırı zenginleşmesini simgeler.

Ortamda yaşamlarını sürdüregelen canlı türleri (populasyonlar) ile, ortamdaki madde içeriği arasında da çok duyarlı bir denge sözkonusudur. Örneğin Doğu Akdeniz'in fakir besleyici tuz koşullarında gelişmekte olan bir ftoplankton türü ile (F₁) ile Karadeniz'in zengin sularına uyum sağlamış bir plankton populasyonu

(F₂)'nin, ortama insanoğlu tarafından eklenecek atık besleyici tuzlara karşı duyarlılığı aşağıdaki grafikten izlenebilir.

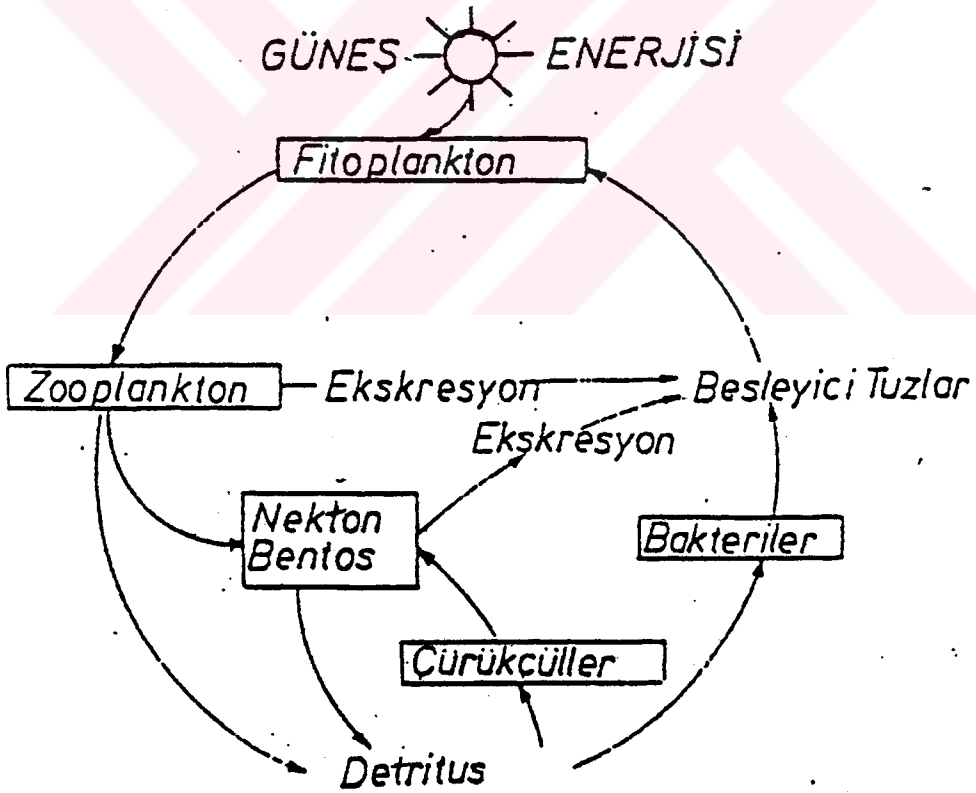


Şekil 2.2. Farklı Trofik Yapıdaki Sularda Yaşayan Fitoplankton F₁ ve F₂ Türlerinin Besleyici Tuz Konsantrasyonu (K) Artışına Karşı Davranışları (ARTÜZ 1992)

Oligotrof koşullarda yaşayan fitoplankton türünün (F₁) ortamdaki besleyici tuzları alış hızı (V...) çok yüksektir. Yani maksimal konsantrasyon noktasına (K...) çok çabuk ulaşabilmektedir. Bu nedenle ortamdaki az miktardaki besleyici tuz, bu tür için bir dezavantaj değil, aksine avantaj sağlar. Ortamda besinin artışı, düşük trofik düzeyde K... noktasına ulaşmış olan bu türde bir gelişme sağlamaz, aksine başta oksijen olmak üzere diğer madde dengeleri bozulacağından, verimlilik frenlenmiş olur.

Öyotrof koşullara uyum gösteren bir fitoplankton türü olan (F₂) ise, ortamdaki besin bolluğunun verdiği, kalıtsal bir tembellik içindedir. Bu nedenle K...a ulaşması ve maksimal besin konsantrasyonundan yararlanma hızı V... çok yavaştır. Bu gruba giren türler yalnızca yüksek besin konsantrasyonlarında (öyotrof ortamda) avantajlı

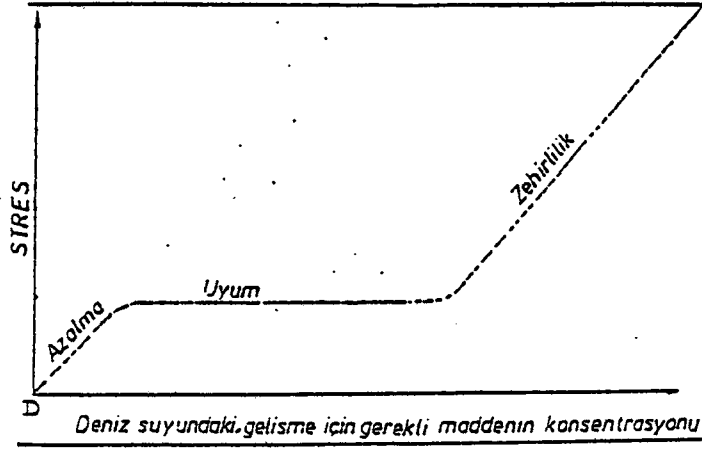
olurlar. Oligotrof koşullarda ise, gelişmeleri durur. (F_2) ile belirtilen populasyonlar besin kullanmada yavaş hareket ettiklerinden, ortama giren ve kullanılmadıklarından yoğunlukları artan organik maddeler oksitlenerek ortamdaki oksijen miktarının hızla tükenmesine neden olurlar. Bunun sonucu ise, öyτροφ ve oksijensiz bir ortam oluşumudur. Verimlilik için yararlı olarak niteleyebileceğimiz bir atık madde grubunun dahi ne gibi olumsuz sonuçlar doğurabileceği ve olaylar zinciri yaratabileceğine bu iki örneğin verilmesinin amacı, suya bırakılan atık maddelerin bu ortamda beklenenden çok farklı etkiler yaratabileceğini vurgulamak içindir. Örnekteki fitoplankton türlerinin suya atılan besleyici tuzların etkisi ile azalıp çoğalmaları yalnızca sözkonusu populasyonların etkilenmesi ile de sınırlı değildir. Şekil 2.3.'den de izleneceği gibi, besin zincirinin en ilkel halkasında yer alan fitoplankton toplulukları daha yukarıda yer alan diğer canlı populasyonlarının tümü ile sıkı ve zincirsel bir bağımlılık içerisindedir.



Şekil 2.3. Denizlerdeki Enerji Çevrimi (Besin Zinciri) (ARTÜZ 1992)

Şekil 2.3.'den de izlenildiği gibi, deniz içerisindeki canlılar arasında çok düzenli işleyen bir enerji çevrimi söz konusudur. Bu çevrim zincirinin halkalarında, örneğin kirlenme olayları sonucu meydana gelebilecek bir kopukluk, doğal denge olarak tanımladığımız düzenin bozulmasına neden olabilecek niteliktedir.

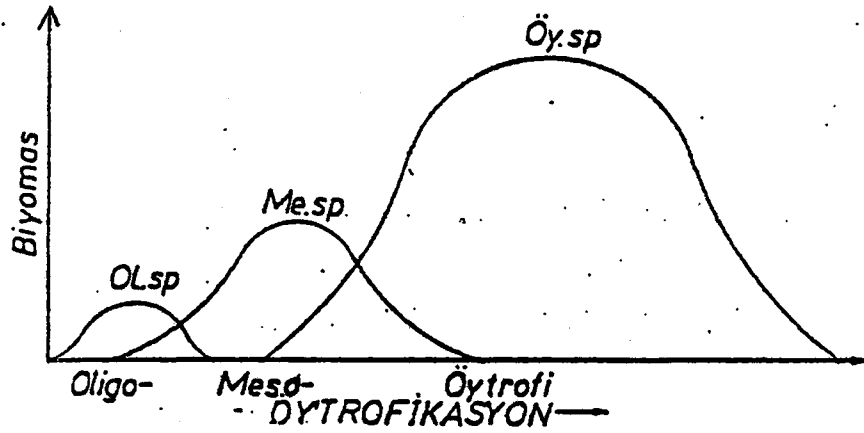
Şekil 2.4.'den de, bir su kütleğinde yaşayan canlıların gelişmesi için gerekli, örneğin nitrat, nitrit fosfat, silikat gibi bir "X" maddesinin yoğunluğundaki artış, yani ötrofikasyon sonucunda, türlerin karşılaştıkları stresin gelişimi gösterilmiştir. Söz konusu su kütleğinde yapay etkiler başlamadan önce "D" ile belirtilen noktada "X" maddesi ile popülasyonlar arasında bir doğal denge bulunmakta, stres en alt düzeydedir. "X" maddesinin yapay olarak, örneğin deşarjlar ile ortama bırakılması ile baş gösteren uyumsuzluk (stres) sonucu, popülasyon yoğunluğunda bir azalma başlar ve bu gelişim oldukça hızlı bir tırmanış gösterir. Popülasyonlarda (Marmara Denizi'nde son yıllarda izlediğimiz gibi) bir tür azalmasının ardından söz konusu "X" maddesinin artışından etkilenmeyen, hatta bundan yararlanmasını becerebilen seçilmiş türler baskın duruma geçerler. Bunlar, ortamdaki madde konsantrasyonu ile popülasyon yoğunluğu arasında, yeni bir denge kurarlar. Ancak "X" maddesinin ortamda sürekli olarak artışı, daha önce uyum göstermiş bazı popülasyonlarında strese girmesine neden olur. Bu şekilde stres eğrisinin eğimi ani olarak değişir. Ötrofikasyonun artması ile popülasyonların dayanamayacağı bir zehirli ortam konumuna gelmiş olur.



Şekil 2.4. Deniz Ortamında Organizmaların Gelişmesi İçin Gerekli Herhangi Bir X Maddesi Yoğunluğunun Stres İle İlişkisi. (ARTÜZ 1992)

Şekil 2.5. de ötrofikasyonun oligo, hetero ve öytruf türlere etki şekilleri gösterilmiştir. Bu grafikte de gözlendiği gibi, ötrofikasyonun ilerlemesi ile, su kütlesinin populasyon kompozisyonu da değişimlere uğrar. Bu değişimler ile birlikte biyomas, yani birim alana veya hacime düşen kütle, verimlilik artışı da yükselmektedir. Bu verimlilik veya biyomas artışı mutlaka insanoğlunun yararına olacak demek değildir. En fazla artış bakteriler ve fitoplankton başta olmak üzere planktonik canlılarda gözlenmektedir. Ötrofikasyonun ilerlemesi her üç trofik gruptaki canlılarda birbiri ardından hızla yokolmaktadır. Bu durumu şekildeki grafik ile birlikte değerlendirmek, İzmir Körfezi'nin dibindeki veya Haliç'teki "ölü deniz" oluşumunun nedenini açıklayacaktır.

Ötrofikasyon olayının belirtisi olan tür/fert yoğunluğu ilişkisinin yanısıra, meydana gelen bazı diğer değişimlerle birlikte, olayın sapmasındaki yöntemleri de belirler.



Şekil 2.5. Ötrofikasyonun İlerlemesi İle Bir Deniz Ortamında Oligo-Hetero-Öyτροφ Türlerin Biyomas Farklılaşması (ARTÜZ 1992)

2.4.2. Kimyasal Kirlenme

Günümüzdeki teknoloji düzeyinde, denizlere ulaşan inorganik atık bileşimlerinin bir listesini vermek hemen hemen olanaksızdır. Bu nedenle denizlerde sürdürülebilecek genel bir inorganik kirlenme programının başarılı olması son derece şüphelidir. Zira endüstri her geçen gün binlerce yeni kimyasal bileşimi üretime koymakta ve tüketime sunmaktadır.

Organik kirlenme maddelerin yarattığı ötrofikasyon olaylarında, suya bırakılan besleyici tuzların miktarı ile alıcı ortamın boyutları ve suyun yenilenme hızı gibi ortam şartlarının kirlenme maddelerinin ortamdaki yoğunluğunu belirleyen başlıca faktörlere kısaca değinilmiştir.

Buna karşın inorganik kirlenmenin en tehlikeli ögelerini oluşturan ağır metaller veya radyoaktif kirlenmenin aynı kurallara uyduğunu varsaymak bizi yanılgıya götürebilir.

Örneğin Japonya'nın Minemata Körfezi'nde metilciva klorid içeren atıklarının deniz ortamına bırakılması sonucunda, bir tür istiridye olan Hormomya Mutabilis ile beslenen civar halkından çok sayıda insan, sonu ölüme kadar varan ve "Miamata Hastalığı" olarak adlandırılan bir hastalığa yakalanmışlardır.

Aslında bu körfeze bırakılan metil civa klorid miktarı, bırakıldığı su kütlesine oranla ciddi bir tehlike oluşturmayacak miktarlarda olmuştur. Ancak denizel canlıların büyük çoğunluğu solunum ve/veya besin almak için deniz suyunu filtre etmek zorundadırlar. Bu filtrasyon işlemi sürecinde, deniz ortamında düşük oran ve yoğunluktaki kirleticileri bu arada özellikle ağır metal radyoaktif maddeleri bünyelerine alırlar. Bu maddeler canlıların metabolik özelliklerine bağlı olarak sürekli ve geçici bir süre için canlının dokularında birikime (biyolojik birikim) uğramaktadır.

İşte Minamata olayında görüldüğü gibi, ortamdaki düşük yoğunluktaki madde içeriğine karşı, besin zincirinin insana kadar uzanan halkalarında gittikçe artan bir birikim ile toksik veya dolaylı olarak etkili zararlı (örneğin kanserojen) konsantrasyonlara ulaşmaktadırlar.

Deniz ortamında genellikle düşük yoğunluklarda bu tür maddelerin doğrudan deniz suyunda saptanması son derece zor olduğundan, bunların birikim yaptığı canlılarda aranması günümüzün en geçerli izleme yöntemidir. Bu amaçla, denizel besin zincirinin belli başlı halkalarını oluşturan canlı gruplarından bu işe en elverişli olanları seçilerek, bunlardaki birikimler izlenmektedir.

Özellikle ekonomik değere sahip su ürünlerinde, insan sağlığına doğrudan etki yapan civa, kadmiyum, krom, bakır, çinko ve radyoaktif maddelerin analizi, bunların ülkeler arasında transferi için zorunlu olarak kabul edilmiştir.

Bu yönde yapılan bir izleme (monitoring) programının diğer bir amacında, konu ile ilgili devlet organlarına, doğal kaynaklara, dolayısı ile de insan sağlığına olumsuz etki yapabilecek maddelerin deniz ortamına bırakılma yoğunluğunu ayarlayabilmek ve gerekli önlemleri alabilmek için gerekli bilimsel verileri sağlamaktır. Bu çalışmaların sonunda, örneğin endüstri ve evsel atıkların içerebileceği maksimal kirletici miktarı saptanarak ilgililere iletilmektedir.

Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar "tolere edilebilecek miktarlar" olarak ilgililere iletilirler. Türkiye'de bu değerlerden bir bölümü "Su Ürünleri Kanunu" ve buna ilişkin "Su Ürünleri Sirküleri" nde yayımlanmaktadır.

2.4.3. Termal Kirlenme

Termal kirlenme, diğer kirlenme türlerine göre çok daha yeni bir olgudur. Özellikle büyük çapta enerji üreten toplumlarda bu tür kirlenme büyük boyutlara ulaşmaktadır. Termal kirlenme, Türkiye denizlerinde henüz Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'daki boyutlarla olmamakla birlikte, yerel olarak kısıtlı alanlarda etkisini göstermektedir.

Termal kirlenmenin kökeni, akarsular, haliçler ve körfezler gibi denizel ortama, başta elektrik enerjisi üreten tesisler olmak üzere, endüstride soğutma suyu kullanımı sonucu ısınarak bırakılan enerjiye dayanmaktadır. Bunun sonucu olarak suyun doğal ortamda yarattığı sıcaklık artışı, yayılma alanı içersindeki ekolojik

dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Zira, ortamın normal sıcaklık normlarının değişmesi, o alanda yaşamlarını sürdüren bitkisel ve hayvansal organizmalarının biyolojik ve metabolik faaliyetlerini etkileyerek ekolojik dengenin bozulmasına yolaçar.

Bu çeşit ekolojik denge bozuklukları ise, etki alanındaki ve çevresindeki biyolojik üretimi olumsuz yönde değiştirir.

Termal kirlenmenin başlıca etkilerinden birisi sıcaklık değişimlerine karşı canlıların gösterdikleri tepkidir. Canlı türleri, ortamdaki sıcaklığa uyumlarına göre, genel olarak iki gruba ayrılırlar. Bunlardan birincisi, yaşamlarını belirli sıcaklık derecesi sınırları içerisinde geçirme zorunda olan stenoterm türlerdir. Bu türler sıcak stenoterm ve soğuk stenoterm olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar. Morina balığı veya Türkiye'deki sularındanda bilinen Alabalık türleri soğuk stenoterm türler grubuna girerler. Buna karşın Cipura, Lüfer, Palamut vb. türler sıcak stenoterm türlerdir.

İkincileri ise, yaşamlarını çok geniş sıcaklık sınırları içerisinde sürdürebilen öyriterm canlılardır. Bunlara en iyi örnek olarak, + 4 ile + 25 C° arasında, 21 C° gibi çok geniş bir sıcaklık spektrumu ile sınırlanmış Sardalya gösterilebilir.

Doğal olarak ekosistemdeki koşullara uyum sağlayabilmiş olan stenoterm canlı türleri sıcaklığın, tolere edebilecekleri sınırları aşacak şekilde yükselmesi sonucu, ya ortamdaki sıcaklığın bu şekilde normalin dışında artması, sözkonusu ekosistemde yaşayan aerob canlıların yaşamlarını ve/veya üreme, beslenme, büyüme gibi faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gereksinim duydukları suda çözünmüş oksijenin azalmasında yolaçar.

Buna paralel olarak oksijene daha az gereksinim duyan ve hatta oksijensiz ortamda yaşayabilen anaerob canlı gruplarının kütleli artışı ve bunların zamanla oluşturdukları organik çürüme metaryali, doğal denge bozukluğunun daha da ciddi boyutlara ulaşmasına neden olur.

Tabloda 2.2.'de deniz suyunda çözülmüş oksijenin sıcaklık ve tuzlulukla olan ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Deniz Suyunda Çözülmüş Oksijen, Sıcaklık ve Tuzluluk İlişkisi (ARTÜZ 1992)

Salinite S o/oo	27.11	28.91	30.72	32.52	34.33	36.13
Kloronite Cl o/oo	15	16	17	18	19	20
Sıcaklık T C	Suda Çözülmüş Oksijen ml/l					
0	8.55	8.43	8.32	8.2	8.08	7.97
5	7.56	7.46	7.36	7.26	7.16	7.06
10	6.77	6.69	6.6	6.52	6.44	6.35
15	6.14	6.07	6	5.93	5.86	5.79
20	5.63	5.56	5.5	5.44	5.38	5.31
25	5.17	5.12	5.06	5	4.95	4.86

Sıcak suyun ortama düzensiz ve kesintili olarak bırakılması ise, her defasında ortamda oluşmaya başlayan dengelerin yeniden altüst olmasına, bunun sonucu olarak da ekosistemde yer alan biyomasın kütleli ölümüne yol açabilir.

2.5. Monitoring Kavramı

Monitoring veya izleme bir ortamda kirlenmelerin yaptığı zararların nicelik ve niteliğinin ve buna göre alınması istenen önlemlerin saptanması için, gerekli bilgilerin toplanması işlemlerini kapsar. Başta MEDPOL projesi olmak üzere, pek

çok deniz bölgelerinde sürekli monitoring programları uygulanmaktadır. Bu programda veriler arası uyumu sağlamak amacı ile standart yöntemler kabul edilmiştir.

Kirletici maddelerin bırakıldığı bir alıcı ortamı tanıyabilmek ve gereği gibi koruyabilmek için şu tip bilgilere gerek vardır.

1. Kirlenme olgusunun başlamasından önceki normal durumun bilinmesi.
2. Çevreye bırakılan kirletici maddelerin nicelik ve nitelikleri ile, bunların alıcı ortam içinde düşey ve yatay doğrultulardaki dağılımı.
3. Kirletici maddelerin alıcı ortamdaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerin ortam kompartımanları arasında izledikleri yolların saptanması.
4. Etken (kirletici) ve etki arasındaki ilişki ve gözlenen değişimlerin bu ilişki ile bağlantısı.
5. Atık girdileri, konsantrasyonu, etkileri ve bunlar arasındaki direkt ve dolaylı bağlantıların ne şekilde, hangi önlem ve araçlarla değiştirilebileceği ve bunun maddi portresi, en ekonomik ve etkin yöntemin önerilen değişik alternatifler arasından seçilmesi.

1. Maddedeki bilgilere ulaşabilmek için, alıcı ortamda daha önceki yıllarda yapılmış ve yayınlanmış her türlü bilginin, kaynakça taramasının gerçekleştirilmesi ve bilgilerin amaca yönelik değerlendirilmesi zorunludur. Zira, kirlenme olayları genellikle balık ölümleri, kötü kokular, bulanıklık veya bazı organizmaların aşırı çoğalmaları gibi olaylarla belirgin hale gelmeden incelenememektedir. Bu olayların normalden ne şekilde sapma gösterdiğinin bilinmesi ise, sözkonusu ekosistem normal şartlarının bilinmesi ile olasıdır.

2. maddedeki amaca ulaşabilmek için yapılacak iş, bir sürvey gerçekleştirmektir. Bu ise, parametrelerin mekan içerisindeki dağılım şeklini saptayabilmek amacı ile düzenlenecek bir ölçüm programı ile gerçekleştirilebilir.

Örneğin bu programın bir alıcı ortama bırakılan kanalizasyon atıklarının içerdiği organik maddelerin yarattığı kirlenme ile ilgili olduğunu varsayalım. Bu durumda kanalizasyonun denize boşaldığı noktadan başlayarak, belirli aralıklarla seçilecek istasyonlardan alınacak su, fauna ve flora örneklerinin analizini gerektirir.

Örnekleme, o su kütlelerini yatay ve düşey doğrultuda en iyi şekilde temsil edecek nitelik ve nicelikte olmalıdır. Doğal olarak herbir istasyondan elde edilen örnek ve bilgiler yalnızca ölçüm anındaki durumu yansıtacaktır.

Monitoring sürecinde ikinci aşama ise, Sürveyans Programı'dır. Bu aşama bize sorunun ve zaman içerisindeki gelişmelerinin saptama olanağını sağlar. Sürveyans, bir parametreye ilişkin ölçümlerin belirli aralıklarla tekrar edilmesi ve bu yoldan değişimin zaman ve mekan içerisindeki gelişimin saptanmasını amaçlar. Bu program sonucunda, alınması gerekli önlemler belirlenmeye çalışılır.

Örneğin, organik maddelerin denizel ortama etkimesi, suda çözülmüş oksijenin bu maddelerin oksidasyonunda kullanılması şeklinde görüldüğünden, oksijen içeriğinin en azından üçer aylık aralıklarla ölçülmesi, oksijen konsantrasyonu trendinin saptanmasına yarar. Ancak oksijen konsantrasyonunu etkileyen, tuzluluk, sıcaklık vb. doğal veya kirlenme sonucu oluşan parametrelerin de birlikte ölçülmesi zorunlu olacaktır.

Aynı şekilde bölgeden toplanacak hayvansal ve bitkisel organizmalar üzerinde yapılacak tür çeşitliliğini de içeren gözlemler, bunların etkilenme durumuna da ortaya koyacaktır.

Monitoring'in üçüncü aşaması Deneysel Araştırma veya Bio-Deneyleri içerir. Bu çerçevede deney için uygun seçilmiş organizmalara uygulanacak analitik teknikler ile, örneğin sudaki oksijen azalmasının etkileri laboratuvar şartlarında denir.

Bu deneyler, organizmaların kirlenici etkilerine karşı dayanıklılıklarının sınırının (tolerans limitlerinin) saptanmasına olanak sağlar. Kirlenicinin etken parametresinin, örneğin ÇO (Çözünmüş Oksijen) konsantrasyonunun deney ortamında yapay olarak azaltılıp çoğaltılması ile deney organizmasının bu durumlara göre davranışları arasındaki korelasyon, atıklara uygulanması gereken arıtma, kısıtlama veya yasaklama vb. en uygun önlemlerin alınmasında yol gösterici olacaktır.

Monitoring'in dördüncü aşaması ise, Sürekli İzleme Programı'dır. Örneğin arıtma, kısıtlama ve yasaklama gibi uygulama ve önlemlerin alınması sonucu, amaca yaklaşıp yaklaşılmadığının, başka bir deyişle alınan önlemin ne derece başarılı olduğunun saptanabilmesi amacı ile, belirli aralıklarla yapılacak ölçüm ve gözlemler son derece önem taşır.

İşte bu programların tümüne Monitoring denmektedir.

BÖLÜM 3. KİRLLETİCİ KAYNAKLAR ve ARITMA

Bölüm 2'de Deniz Kirliliği ve Ekoloji Kavramı genel hatlarıyla incelenmiştir. Deniz ortamında gözlenen kirlenme olaylarının nedenlerini saptayabilmek ve özellikle de kirlenmeye karşı etkili önlemler alabilmek için, kirlenmeyi yaratan kaynağın kesinlikle bilinmesi zorunludur. Kirletici Kaynakları Bölüm 2'de belirtildiği gibi çok farklı konumlarda olabilmektedir. Aşağıdaki Bölüm'de tezin ana ağırlığını oluşturması nedeni ile Arıtma İlkeleri ve Kirletici Kaynaklar irdelenmeye çalışılacaktır.

3.1. Arıtma Kavramı ve İlkeleri

Çevre kirlenmesinde en önemli öge, kirlenmenin yarattığı etkileri onarmak yerine, kirlenmenin hiç gerçekleşmemesinin sağlanmasıdır. Ancak bugünkü durumu ile bunun gerçekleşmesi hemen hemen olanaksızdır.

Deniz ortamı gözönüne alındığında, kirlenmenin yarattığı zararları, boyutları çok büyük olan bu ortamda düzeltmenin güçlüğü kendiliğinden ortaya çıkar. Bunun yerine, önlemlerin kaynağa yönelmesi bir ilke olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ilkeye göre, alıcı ortama bırakılacak atıkların deniz ortamına girmeden önce zararsız hale getirilmesi gerekir. Bu işleme arıtma denir. Ancak, bu kavram çok yeni olduğundan kamuoyunda olduğu kadar uygulamaya yönelik yetkililer çevresinde de genellikle yanlış anlaşılmakta ve/veya yanlış anlatılmaktadır.

Bunun nedenlerinin başında Arıtma Sistemlerinin kurulmasının uygulayıcılarca genellikle pahalı ve işletmesinin karmaşık, masraflı ve zor olarak görülmesidir. Ancak uzun bir projeksiyonda, doğaya verilecek zararların maliyeti hesaplanacak olunursa, arıtmanın bu maliyetlere göre hiç de pahalı olmadığı görülecektir.

Arıtma ve bu yöndeki uygulamalar, temel öğelerinde birbirine yaklaşmakla birlikte, atığın özelliklerine ve niceliğine göre bazı önemli farklılıklar da gösterir. Ayrıca alıcı ortamın hidrografik özellikleri de arıtma sisteminin ve tekniğinin seçiminde önemli rol oynar.

Kirleticiler arasında en hacimli ve en sürekli olan büyük yerleşim bölgelerinin evsel atıklarını bir örnek olarak ele alacak olursak, bunların doğaya zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılabilmesi için uygun bir arıtmanın seçimi için üç koşulun gerçekleştirilmesi gerekir ki, bunlar :

1. Uzaklaştırılması zorunlu atık kütlelerinin uygun boyutlarda bir sistemin seçilmesi,
2. Ortama zarar vermeyecek, doğal denge ve tür çeşitliliğini olumsuz etkilemeyecek en etkin yöntemin seçimi,
3. Ekonomik açıdan en uygun ve uygulanabilir nitelikteki önlemlerin gerçekleştirilmesi,

şeklinde özetlenebilir.

Bu amaçlara yönelik arıtma sistemleri üç aşamalı olarak ele alınmaktadır. Ancak atığın nicelik ve niteliği ve/veya alıcı ortamın özellikleri her zaman bu üç aşamanın birden uygulanmasını gerektirmeyebilir.

Herhangi bir arıtma işlemine girişmeden önce kaynaklardan çıkan atık suların uygun kanalizasyon ile arıtmanın yapılacağı bölgelere doğru yönlendirilmesi, ayrı yönlerden gelen bu atıkların kurulacak kollektörlerde birleştirilmesi gerekir. Bunlara ek olarak atık suda bulunan, borular ve kanalları tıkayabilecek ve arıtma proseslerini olumsuz etkileyebilecek naylon, plastik torba, kutu ve şişeler, iri ve parçalanamayan maddelerin atık sudan ayıklanması, elenmesi gerekir.

Arıtmadan önceki aşamalarda yapılan bu eleme işlemine Ön Arıtma denir. Bu terimden de anlaşılacağı gibi, ön arıtma gerçekte arıtma değil, arıtma öncesi yapılan gerekli işlemlerdir. Ön arıtmada atıksuyun niteliği, önemli oranda değişmez.

Ön arıtmada atıklar 25 - 100 cm aralıklar ile sıralanmış demir çubuklardan oluşturulan eleklerden geçirilir ve iri katı ve ayrışmayan maddelerden ayrılır. Bu elekler otomatik veya elle temizlenerek, biriken maddeler uzaklaştırılır. Eleklerden geçebilen kum, ufak taşlar vb. çökebilir maddeler akım hızı sabit tutulan çökeltme havuzlarından geçirilir ve/veya sık aralıklı elek kademelerinden süzülür. Bu ayırma ve çökeltme sürecinde sedimantasyon havuzuna alttan hava üfleyerek, süspansiyon halindeki maddelerin eleklerde toplanması ve sistemden uzaklaştırılması yöntemi de uygulanabilir. Bu şekilde elenmiş ve arıtmayı engelleyebilecek maddeleri alınmış atıksu arıtmak üzere arıtma sistemine verilir.

3.1.1. Arıtma

Arıtma aşamalarının en önemli özelliği, arıtma sürecinde uygulanan yöntemle ilgili olarak atıksu niteliğinin değişmesidir.

Arıtma işlemi doğada varolan, denizin kendi kendini arıtma mekanizmalarının insan tarafından kullanılmasıdır. Doğada çok yavaş gelişen bu işlem, arıtma sistemlerinde büyük çapta hızlandırılır ve genel olarak 4 aşamadan oluşur ; bunlar :

1 - Ön Arıtma,

2 - Biyolojik Arıtma,

3 - İleri Arıtma,

4 - Patojenik Arıtma aşamalarıdır.

Bu aşamalar arasından hangi yöntemin seçileceği, en son kademe olan alıcı ortama deşarj şeklini de yönlendirecektir. Deniz ortamına atıksu deşarjları için yapılacak projelerin hazırlanması sürecinde alıcı ortamın yatay ve düşey doğrultulardaki fiziksel, kimyasal, hidrografik, biyoloji, jeolojik özelliklerinin ve bunlardaki değişimlerin bilinmesi zorunludur. Bu nedenle atığın bırakılacağı su kütlesinde kapsamlı ve yeterince uzun süreli oşinografik ve su kütlesinin kullanımı ile ilgili ekonomik araştırma yapılması gerekir.

Saptanması gereken diğer bir konuda, alıcı ortama bırakılacak atık suyun hangi özellikleri taşıması gerektiğidir. Yapılan araştırmalar ve biyodeneşler sonunda ortaya çıkan bu özelliklere Su Kalite Kriterleri veya Standartları denmektedir. Alıcı ortam su kütlesini kullanma şekli, örneğın su ürünleri üretimi (balıkçılık), dinlence, endüstriyel kullanım (soğutma suyu vb.) gibi konular, deşarj kalitesini de belirler. Bu iki araştırma konusu arıtma ve deşarj yöntemlerinin seçiminde değışik alternatiflerin kullanılmasına olanak sağılar.

Sözkonusu alternatifler :

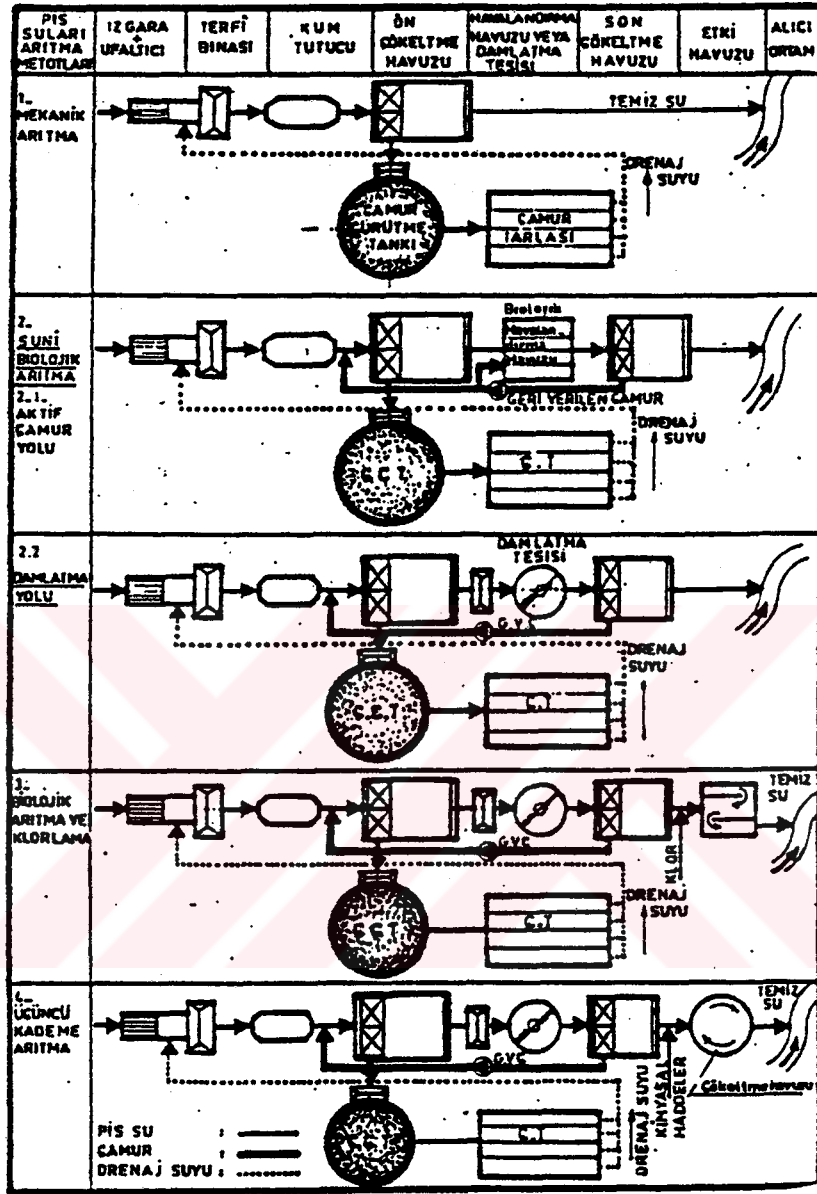
- 1 - Yalnızca ön arıtma ve deşarj,
- 2 - Ön arıtma + dezenfeksiyon ve deşarj,
- 3 - Biyolojik arıtma + dezenfeksiyon ve deşarj,
- 4 - İleri arıtma ve deşarj şeklinde özetlenebilir.

Sözkonusu deşarjlar sürekli veya kesikli olabilir. Endüstri kuruluşları atıklarını genellikle kesikli olarak (örneğin hafta sonlarında) ortama bırakmaktadırlar.

Türkiye'de günümüzde geçerli kurallara göre (R. Gazete Su Ürünleri Sirküleri, 28.02.1991 sayı 20800, beşinci bölüm madde 36-1, sayfa 27-32), "Su Ürünleri veya bunları tüketenleri veya kullananların sağlığına, yahut üretim araçlarına, malzeme, gereç, alet ve edavatına zarar veren maddelerin iç sulara ve denizlerdeki üretim yerlerine veya civarlarına dökülmesi veya dökülecek şekilde tesisat yapılması yasaktır. "

Aynı sirkülerin 36-2 maddesinde ise, deşarjlarda bırakılacak atıksu niteliğinde uyulması gereken kriterler belirtilmiştir.

Bu kurallara uymak koşulu ile, alıcı ortamın niteliğine uygun olarak seçilecek alternatif uygulamalara ilişkin akış şemaları Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Arıtma Yöntemi İçin Alternatiflere İlişkin Akış Şemaları

(A) Ön Arıtma Sonrası Deşarj,

(B) Dezenfeksiyon + Ön Arıtma Deşarj,

(C) Biyolojik Arıtma + Dezenfeksiyon ve Deşarj Donanımları.

Aktif Çamur Yöntemi, atık içerisindeki organik maddelerin, bakteriler, mantarlar, tekhücreliler vb. mikroorganizmaların yardımı ile parçalanabilmesi ve çökeltim havuzlarında biriken mikroorganizma+çamur karışımının oksidasyonda etkili olabilmesi için, havalandırılması ve bu canlandırılmış çamurun, maya görevi yapmak üzere arıtma sistemine giren atıksuya eklenmesidir.

Damlatma yöntemi, su içerisinde bulunan organik maddelerin oksitlenebilmesi için gerekli havanın atık ile temasını, bu suların curuf veya taşlara üstten damlatılarak sağlanmasıdır. Bu yöntemde gerekli hava, atığın aktıldığı kule veya havuza alltan veya kenarlardan açılan deliklerden sağlanır.

İster ön arıtmadan geçirilmiş ve gerçek anlamda bir arıtma yapılmamış, isterse en ileri arıtma yöntemleri ile arıtılmış olsun, alıcı ortama bırakılan atık sular, bu su kütlesi içerisinde yayılmaya uğrarlar. Kirlenmenin boyutları, atıksuyun içerdiği maddelerin nitelik ve niceliği kadar, atıksuyun ve içerisinde bırakıldığı su kütlesinin hacmi ile doğrudan orantılıdır.

Atıksular deniz ortamındaki yatay ve düşey doğrultulardaki akıntı ve gel - git gibi hareketleri ile değişik yönlerde taşınır ve dağıtılırlar. Bu dağılma sürecinde atıksuyun ve içerdiği maddelerin, içerisinde yayıldığı su kütlesine olan oranı azalır. Bu olaya Seyrelme denir.

Doğrudan doğruya denizin yüzey tabakalarına deşarj edilen atıklar, yüzey akıntıları gel-git hareketleri ve rüzgar etkisi ile daha geniş bir alana yayılırken, atığın bulunduğu deniz suyu yoğunluğundan daha fazla olan içeriği de, kendi yoğunluğuna eşit yoğunluktaki bir su tabakasına erişene kadar aşağı doğru çöker. Bu çökme piknoklin tabakasında veya deniz zemininde son bulabilir.

Buna karşın, uzun bir deşarj borusu ile belirli bir derinliğe ulaştırılan atıklar, boru ucundan veya boru üzerine delinmiş, difüzör olarak nitelendirilen deliklerden fişkırtılırken, yayılış alanındaki su kütlesi ile orantılı olarak seyrelmeye uğrarlar. Burada da akıntılar, atığın taşınma yön ve hızı ve mesafesini, yani seyrelmenin boyutlarını saptayan faktörler olarak önem taşırlar.

Ancak denizin ortam şartları ve deşarjın yapıldığı su kütlesinin yoğunluğu ile, büyük bir bölümü düşük yoğunluktaki tatlısu, deterjanlar, yağlar vb. maddelerden oluşan atıksuyun durumu gözönüne alındığında, suyun kaldırma gücü nedeni ile atıkların dikey doğrultuda hareket ve aynı zamanda da yatay noktadan yukarı doğru, alanı gittikçe artan ve genellikle bir huniyi andıran bu yayılma şekli plum olarak nitelendirilmektedir.

Plum alanının hacmi seyrelmenin de belirtisidir. Deşarjın yapıldığı derinlik ile plum üst yüzeyi arasındaki mesafe ve atıkların yükselme hızı seyrelmenin oranını belirler. Seyrelme sürecinde denizsuyla ile atıksuyun oluşturduğu yeni tip su kütlesinin yoğunluğu atıkların yükseleceği, (eşit yoğunluktaki) derinliği belirler. Bu derinliğe, kritik derinlik denir ki bu genellikle piknoklin tabakasına karşıt gelir.

Ancak evsel atıkların baskın olduğu kanalizasyon deşarjlarında yeralan atık kütlesinin deşarj noktası ile piknoklin arasındaki mesafede yeterince yoğunluk kazanmasına elvermediği durumlarda atıklar, su yüzeyine kadar ulaşabilirler. Denizin ortam şartlarının ve atıksuyun özelliklerinin plan ve proje aşamasında gereği gibi değerlendirilememesinden kaynaklanan böyle durumlarda, çok pahalı olan derin su deşarjına yapılan masraflar boşa harcanmış olacaktır.

Deniz ortamında cereyan eden ve denizin kendi kendini temizleme yeteneğinin artması ile kirlenme etkisinin azalması açılarından büyük önem taşıyan seyrelme olaylarını üç aşamada ele alabiliriz :

1.Derin deniz deşarjı ile dibe bırakılan atıksuyun yoğunluk nedeni ile dikey doğrultudaki hareketinden kaynaklanan seyrelmeye, birincil seyrelme denir.

2.Piknoklin veya yüzeydeki su hareketleri ile yatay doğrultudaki taşıma sürecindeki yayılış sonucu oluşan seyrelmeye, ikincil seyrelme denir.

3.Bu iki aşama sürecinde oluşan seyrelme mekanizmalarının ek olarak, ortamdaki mikroorganizmalar (bakteri ve mantarlar) tarafından gerçekleştirilen ve oksidasyon, redüksiyon gibi kimyasal prosesler sonucu veya yüzeyde güneş ışınları ile ayrıştırılan veya deniz dibindeki sedimentlere çökelen atık bileşiklerinin uğradığı seyrelme olayına, üçüncül seyrelme denir.

3.2. Kirletici Kaynaklar

3.2.1. Sabit Nokta Kaynakları

Bu tip kaynaklarda deşarjlar daima aynı noktalardan yapılır. Örneğin kentsel atıkların bırakıldığı kanalizasyon çıkış noktaları, endüstri kuruluşlarının soğutma suyu veya proses atıklarının deşarj edildiği kanal ve boru hatları gibi. Bu noktalardan deşarjların sürekli veya devamlı olması sözkonusu olabilir.

Bu deşarj noktalarına varan atıklar tek bir endüstriden kaynaklanıyor ise, yapılacak analizler, o endüstrinin hammadde girdileri, proses özellikleri ve üretimin nitelik ve niceliğine dayanılarak, daha basit yöntemlerle gerçekleştirilebilir.

Buna karşın İstanbul Metropolitanı gibi yerleşim bölgelerinin kanalizasyon şebekelerinde uygulandığı şekilde, evsel atıkların yanısıra, çeşitliliği bölgeden bölgeye değişiklik gösteren bazen birbirini nötralize eden, ancak genellikle de karşılıklı etkileşimler sonucunda zararlılıkları artabilen endüstriyel atıklar ve şehir yüzey (yağmur) suları, deniz ortamına birlikte verilmektedir.

Böyle durumlarda esas kirleticinin konumu ve kirlenmedeki gerçek payını saptamak son derece zorlaşmaktadır. Ayrıca böyle durumlarda kirleticili maddelerin analizi de büyük zorluklar yaratabilmektedir.

3.2.1.1. Evsel Atıklar

Evsel atıkların niteliği, atığı kaynaklandığı yörenin, kişi başına düşen gayri safi gelir, gelişmişlik düzeyine ve tüketim alışkanlıklarına göre farklılıklar göstermekle beraber, üç tipte bileşim sözkonusudur. Bu üç tip atığın kirleticilik niteliğine göre, aşağıdaki Tablo 3.1.'de belirtildiği gibi hafif, orta ve şiddetli olarak ayrılabilir.

Tablo 3.1. Evsel Atıkların Bileşimi (ARTÜZ 1992)

Parametreler	KATEGORILER		
	Hafif	Orta	Şiddetli
BOI (mg/l)	100	200	300
KOI (mg/l)	400	500	600
ÇO (mg/l)	0	0	0
pH	7,2	7,3	7,4
Toplam Katılar (mg/l)	200	300	400
Toplam Azot (N) (mg/l)	25	50	80
Toplam Fosfat (PO ₄) (mg/l)	25	27	30

Deniz ortamına arılmaksızın bırakılan evsel atıkların 5 önemli özelliği sözkonusudur.

1. Bu atıkların bakteriyel içeriği yüksektir, parazitler ve virüslerin bulunması olasıdır. Midye, İstiridye gibi yumuşakçalarda kirlenmeye neden olur.

Denizdeki süspansiyon ve eriyik halindeki maddeleri sudan süzerek beslenme veya solunum amacı ile alan canlıların dokusunda biriken hastalık etkenlerinin besin zinciri yolu ile insana kadar taşınmasına neden olur. Bunların tüketilmesinde arındırma veya pişirme gereklidir.

Bunun dışında mikrobiyal içerik, özellikle plajların kullanımını olumsuz etkiler.

2. Atıklar içinde bulunan eriyik halindeki organik ve süspansiyon halindeki bileşikler Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) yaratır. Bu ise, deniz ortamında yaşayan canlı türlerin yaşamını etkiler.

3. Çökelen organik ve inorganik maddeler deniz dibinde yarattığı birikimler ile oksijenin azalmasına yol açar.

4. Atık içindeki Fosfor ve Nitrojenli besleyici tuz konsantrasyonu alıcı ortamın besince zenginleşmesine, bu ötrofikasyona yol açar. Bu etki, denizel ortamda çözünmüş oksijenin azalmasının, organik madde birikiminin ve kırmızı su oluşumu ile, kütleli alg üremesinin önemli nedenlerinden birisidir.

5. Yüzer organik ve inorganik atık bileşikleri, yüzeyde veya su kütlesi içerisinde süspansiyon halinde birikim yapar. Bunun sonucu olarak da, bulanıklık, oksijen yitirme gibi etkilerle, suyun primer produktivesini, görünümünü bozar ve denizin kendi kendini arıtma (doğal arıtma) yeteneğini ciddi boyutlarda engeller.

Bu beş maddede özetlenen etkiler evsel atıkların kontrolünde büyük önem taşır. Bu nedenle, evsel atıkların özelliklerine ve boyutlarına göre değişen arıtma sistemleri uygulanarak, yukardaki 5 maddede sıralanan sakıncaların giderilmesi amaçlanmaktadır.

Bu arıtma sistemlerinden :

a - Ön Arıtma, atık içerisindeki çökebilir ve yüzen maddeleri ve bununla orantılı olarak mikrofloranın azaltılmasını sağlar.

b - Biyolojik Arıtma, atıksu da yeralan ince, kolloidal, süspansiyon maddelerin ayrılmasını sağlar. Organik maddelerin mineralizasyonu sonucu BOİ ihtiyacının azalması sağlar. Bu aşamaya ek olarak uygulanan dezenfeksiyon ise, atıktaki yeralan patojenik mikroorganizmaların kontrolünü sağlar.

Bu aşamada aynen doğada olduğu gibi üç ayrı uygulama sözkonusu olmaktadır. Bunlar, aerobik, anaerobik veya bu ikisinin birlikte gerçekleştirildiği karma yöntemler olarak üç tipe ayrılırlar.

Aerobik uygulama ise, atıksuyun niceliğine göre, yani yerleşim bölgesinin nüfus yoğunluğuna bağlı olarak farklılık gösterir. Yoğun nüfusa sahip ve atık kütlesi fazla yerleşimlere ilişkin arıtma sistemlerinde Aktif Çamur Yöntemi geçerlidir.

Daha küçük yerleşimler için veya besin maddeleri işleyen ve bunların biyolojik olarak ayrıştırılarak arıtılabilecek atıklardan sorumlu endüstrilerde Damlatmalı Filtreler Yöntemi uygulanmaktadır.

Geniş arazi olanaklarına sahip yörelerde ise Aerobik Stabilizasyon Havuzları yöntemi kullanılması mümkündür.

c - İleri Arıtma, atıksuda bulunan ve deniz ortamında ötrofikasyona yol açabilecek N ve P bileşiklerinin (besleyici tuzlar) biyolojik veya kimyasal yöntemlerle veya bunların her ikisinin bileşkesi olan uygulamalar ile ayrılmasını sağlar.

İleri Arıtma, atık içerisindeki süspansiyon halindeki maddeleri de büyük oranda ayıkladığı gibi, atığın renginin saydamlaşmasında sağlar.

Türkiye genelinde evsel atıkların hemen hemen hepsi (1991) hiç arıtılmadan alıcı ortamlara bırakılmaktadır. İstanbul Metropolü'nde uygulanan evsel atık uzaklaştırma sistemlerinde, atıksuda yer alan iri maddelerin ayıklanması ve kısmen de parçalanmasını sağlayan ön arıtma uygulanmaktadır.

Bu ise, özellikle Marmara Denizi'nin büyük çapta kirlenmesine, ekosistemin ve doğal dengenin bozulmasına neden olmuştur.

Genel olarak evsel atıkların alıcı ortama ulaştırıldığı kanalizasyon sistemleri ve/veya kollektörlerde şehrin sokaklarından ve işyerlerinden kaynaklanan atıklar birleştirilirler. Bu nedenle bir metropolün evsel atıklarının kompozisyonu saptamak ve sürekli kontrol edebilmek son derece zorlaşır. Bunun sonucu olarak da, böyle karmaşık bir atık kütesine hangi aşama arıtmanın gerekeceği de sorun yaratır.

En iyi yöntem, evlerden kaynaklanan atıksular ile sokak ve işyeri atıklarının ayrı ayrı toplanması ve arıtılmaları olacaktır. Bunun en önemli yararı, yağışların çok fazla olduğu dönemlerde arıtmanın bu fazla su yüzeyi kütesinden etkilenmemesi olacaktır. Özellikle de evsel atıklara karışan endüstriyel atıklar arıtmayı son derece olumsuz etkiler.

Evsel atıkların arıtılmasında rol oynayan önemli maddeler olarak deterjanlar ve ağartıcılar, çeşitli ilaçlar ev ve bahçelerde kullanılan pestisidler, yağlı bileşikler arıtma yöntemini ve sistemin arıtma yeteneğini olumsuz etkiler.

Deniz kıyılarında bulunan yerleşim yerlerinde atıksuların arıtılması yerine, alıcı ortamın kendi kendini arıtma yeteneğinden yararlanma ve bu iş için kıyıda yeteri kadar mesafeye uzanan atıksu boruları döşenmesi, başka bir deyişle, Derin Deşarj Yöntemi uygulanmaktadır. Böyle durumlarda genellikle evsel atıklarla toksik ve kalıcı maddeler içeren endüstriyel atıklar alıcı ortama birlikte deşarj edilmektedir.

Derin deşarjlar büyük bir olasılıkla denizin ortam şartlarında ve doğal kaynaklarında önemli zararlar yaratabilmektedir.

3.2.2. Değişken Nokta Kaynakları

Bu tip kaynaklardaki deşarjlar, sürekli veya sürekliye yakın bir düzene sahiptirler, aynen sabit nokta kaynakları gibi ele alınabilirler. Bunların farklılığı, zaman içerisinde coğrafi konumlarının değişebilmesidir. Bu durum özellikle tarım alanları veya yağmurlardan sonra yüzey sularının zaman zaman ve değişik noktalardan denize ulaşmasında söz konusu olabilir.

Bu akımlar doğal olarak süreklilik göstermezler. Nicelik ve nitelikleri de çok değişken olabilmektedir.

Deniz kazaları sonucunda denize bırakılan kirleticiler için de aynı durum geçerlidir. Zira, bu kazaların ne zaman ve nerede olacağını kestirmek olanaksızdır.

Değişken nokta kaynakları için en belirgin örnekler :

- Gemilerden veya taşıt araçlarından yapılan deşarjlar,
- Gemi trafiğinin yaptığı kirlenme,
- Deniz dibinde yapılan araştırma ve üretim amaçlı etkinlikler,
- Askeri etkinlikler sonucu ortaya çıkan kirlenme olayları.

3.2.3. Dağınık Nokta Kaynakları

Karalardan denizlere akan sular ile taşınan veya atmosferik çökelekler (yağmur, kar vb.) ile denize ulaşan kirleticiler bu grupta yeralmaktadırlar.

Doğal olarak, bu dağınık kaynak tiplerinde yapılacak araştırmalar ve bunlara ilişkin örnekleme yöntemleri de birbirinden farklı olacaktır. Sabit kaynaklarda sürekli bir gözleme (monitoring) programı uygulanmasına karşı, dağınık nokta kaynaklarından gelecek kirleticilerin nicelik ve nitelikleri çok değişik olduğundan, bunlar içerisinden çevreye en fazla zarar verebilecek belirli parametreler seçilerek bir izleme programı uygulanabilir.

Bu çerçevede ilk ele alınan analizler, BOİ ve KOİ analizleri olmaktadır. Bunu, toksik değerleri bilinen belirli elementlerin analizi izler.

Ancak bütün bu çabalara karşı etkin madde veya maddeleri saptamak mümkün olmayabilir. Bu durumda başvurulacak yöntemlerden en uygunu, atıktan alınacak sularda biyo-deneyle uygulanması olabilir.

Biyo-deneyle, atıksuyun seçilen bir veya birkaç organizmasında yapacağı etkilerin ölçülmesi esasına dayanır. Organizmalar değişik mikroorganizma türlerine göre farklı tepkiler gösterdiklerinden, kirlenmenin türünü ve/veya etki özelliklerini saptayabilmek için yapılacak biyo-deneyle en uygun türlere, İndikatör Tür adı verilmektedir.

Bu indikatör türlerin değişik yaşam ortamlarından seçilmesine dikkat edilir. Bu organizmalar arasında sudaki ağır metalleri veya diğer toksik maddeleri filtre ederek dokularında biriktiren Midyeler, dünya çapında sürdürülen izleme (monitoring) programlarında önemli bir yer işgal ederler.

Midyelerde yapılan gözlemlere dayanan bu araştırmalara Midye Gözlemi adı verilmiştir. Diğer indikatör türler ise, Karides, Barbunya ve Tekir balıkları, Orkinoz balığı vb. türlerdir.



BÖLÜM 4. İZMİT KÖRFEZİ'NE GENEL BAKIŞ

4.1. İzmit Körfezi'nin Genel Oşinografik Özellikleri

Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan İzmit Körfezi yarı-kapalı bir körfez olup yaklaşık 49 km uzunluğundadır. Genişliği en dar yerinde 2 km, en geniş yerinde ise 10 km ve yüzey alanı 310 km²'dir. İzmit Körfezi topoğrafik ve oşinografik özellikleri dikkate alındığında üç bölüme ayrılır ve bunlar dar açıklıklar ile birbirine bağlanmışlardır.

Körfezin doğu bölgesi sistemin en küçük ve en sığ parçasıdır. Bu bölgenin uzunluğu 15 km ve en derin yeri 35 m'yi geçmez. Su hareketleri diğer bölgelere göre çok azdır. Bu bölgede körfez tabanı şehir kanalizasyonları, endüstri atıkları ve akarsuların getirdiği erozyon toprağı ile sürekli yükselmektedir. Orta bölgesi en büyük kısmıdır ve 20 km uzunluğundadır. Dip topoğrafyası kuzey güney yönünde oldukça değişiklik gösterir.

Bölgenin kuzey alanı oldukça sığ olup 60 m civarında bir derinliği vardır. Düşey bir topoğrafik eğim ile güney kısmı birleşir. Bölgenin güney tarafı en derin yerinde 180 m'yi geçen bir çukurdur. Orta bölgesi, daha sonra körfezin batı bölgesiyle dar bir açıklık olan Dil Burnu vasıtasıyla birleşir. Yaklaşık olarak 3 km genişliğinde ve 45-50 m derinliğinde olan bu geçit körfezin Marmara Denizi'yle ilişkisini sağlar. Bu nedenle iç körfez suları doğu Marmara Denizi'nin oşinografik karakterlerini taşır. Batı bölgesi Dil Burnu'ndan itibaren, hemen yanında 50 m iken bölgenin sonunda 200 m'lik bir derinlikle eğimli bir topoğrafik yapı gösterir.

Bölgenin su toplama alanı 1205 km² olan körfezde yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm ve buharlaşma 600 mm'dir. Körfeze giren tatlı su miktarı doğu bölgesi için 12, orta bölgesi için 8 m³/sn'dir. Bölgesel rüzgar olarak Karadeniz'den esen kuzeydoğu ve Marmara'dan esen güneybatı rüzgarları etkilidir.

İzmit Körfezi, Marmara Denizi gibi sürekli iki tabakalı bir su kütleline sahiptir. Su kütlelerinin özellikleri ve tabakalaşmanın büyüklüğü, özellikle üst tabakada, yıl içinde değişiklik gösterir.

İzmit Körfezi'nde iki tabakalı bir akıntı sistemi vardır. İlkbahar ve yaz mevsimi boyunca az tuzlu Karadeniz suları kuzeyden körfeze doğru akmaktadır. Karadeniz'den gelen bu suyu dengelemek üzere Marmara'ya doğru bir su çıkışı vardır. Bu çıkış genellikle ilk 10 m içinde olur. Yaz döneminden sonra, yüzey sularının soğumaya başlaması, Karadeniz'den Marmara'ya giren suyun azalmasıyla meteorolojik şartlara bağlı olarak Marmara'nın daha tuzlu alt sularının körfez basenine girişi artar. Bunun sonucu olarak alt tabaka yükselir, haloklin incilir ve zayıflar. Aynı dönemde fizikokimyasal parametrelerde de değişiklikler görülmeye başlanır. Sonbahar ve kış aylarında yüksek tuzlu Marmara sularının ara tabakanın altından körfeze girişi, kuvvetli kuzey doğu rüzgarlarının üst sulara batı yönünde neden olduğu akıntılar sonucu önemli düzeyde artar. İki yönlü su dolaşımının sonucu yüzey suyu sıcaklık ve tuzluluk değerleri kış döneminde önemli değişimler gösterir. Rüzgar etkisinin azaldığı dönemlerde üst tabaka yeniden Marmara sularının etkisi altına girer, tuzluluk kısmen düşer, haloklin tabakası derine iner. Sürekli, fakat değişen su girdileri alt sulardaki oksijen tüketimini karşıladığından Kasım-Mart döneminde alt sulara önemli çözülmüş oksijen değişimleri gözlenmez.

Sanayi kuruluşları, yerleşim ve tarım alanlarından kaynaklanan önemli miktarlardaki kirletici yükler karşıladıkları yarı-kapalı denizlerde suların uzun kalış

süreleri nedeni ile alıcı ortamda kalite bozulması ve sürekli artan ötrofikasyon sorunları yaratmaktadır. Endüstrilerin ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kıyılar ile yarı-kapalı denizlerde kirlenme ve su kaynaklarının tahribatı günümüz dünyasının önde gelen sorunlarından birisidir.

Marmara Denizinin kuzey doğusunda yer alan İzmit Körfezi ülkemizde deniz kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerin başında gelmektedir. Çünkü, bugüne kadar endüstrilerden ve evsel atıklardan kaynaklanan atık sular genellikle kısmen arıtım veya hiç arıtım yapılmadan deniz ortamına verilmektedir.

4.2. İzmit Körfezi'nde Deniz Çalışmaları

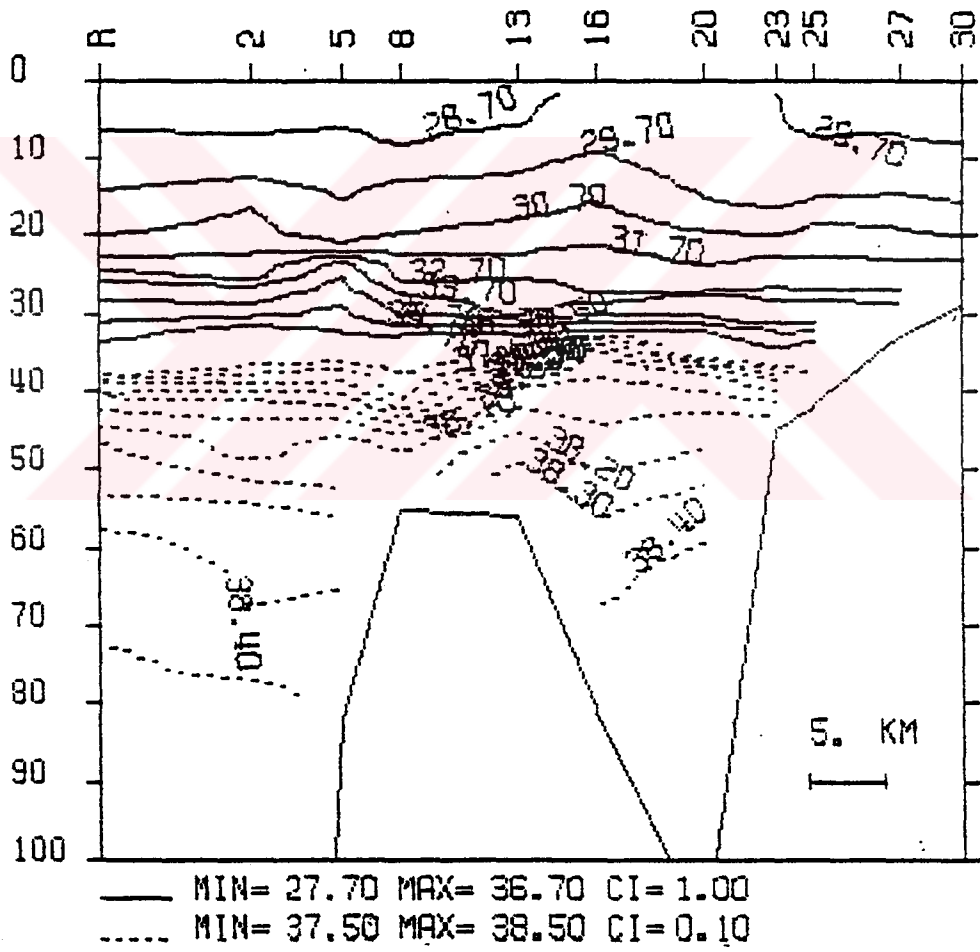
Marmara Denizinin kuzey doğusunda yer alan ve iki tabakalı bir su kütesine sahip İzmit Körfezinin hidroğrafik özellikleri genelde Marmara Denizine benzemektedir. Üst tabakadaki Karadeniz kaynaklı su kütesinin kalınlığı genellikle 10-15 m arasında değişmektedir. 25-30 m derinlikten başlayan alt tabakayı Akdeniz kaynaklı, tuzluluğu yaklaşık binde 38.5 olan daha yoğun su kütesi oluşturur. Bu iki tabaka arasında ise haloklin olarak adlandırılan ve iki farklı su kütesinin karışımının meydana getirdiği bir geçiş tabakası mevcuttur. Bu üç tabakanın kalınlığı körfezde meteorolojik koşullara bağlı olarak mevsimsel değişim göstermektedir. Üst tabaka kalınlığının arttığı yaz döneminde yüzey suyu tuzluluğu genellikle 22-24 iken, sıcaklığın düşmesi ve rüzgarın etkisinin neden olduğu sonbahar-kış karışım sonucu yüzey suyu tuzluluğu Marmara da olduğu gibi, İzmit Körfezinde artış göstermektedir. Körfez üst sularına besin elementleri girdisi kaynaklarından birisi olan alt-üst su karışım sonucu oluşan ara tabaka kalınlığı yaz döneminde azalmakta, kış döneminde rüzgarın neden olduğu karışımlar nedeniyle oldukça büyüdüğü gözlenmiştir. (Şekil 4.1.a, Şekil 4.1.b, Şekil 4.1.c, Şekil 4.1.d.)

Körfezin alt sularında su sıcaklığı yıl boyunca 14.5-15C° arasında iken yüzey suyunda sıcaklık 7 ile 24 C° arasında değişmektedir. (Şekil 4.2.a, Şekil 4.2.b, Şekil 4.2.c, Şekil 4.2.d.)

Sistemin iki tabakalı yapısı gereği, körfezde iki tabakalı akıntı sisteminin varlığından sözedilebilir. Karadeniz'den Marmara Denizine giren az tuzlu suların ilkbahar döneminde artması ile körfez üst sularına giren su miktarı artar. Bunun sonucu olarak, yüzey suyu tuzluluğu binde 26-27 den binde 22-24'e kadar düşer. Yaz boyunca körfezde haloklin incelmeye ve tabakalaşmanın daha belirgin hale gelmesi sonucu üst tabakadaki akıntılar, açık deniz ile su değişim hızı düşmektedir. Kuzeydoğu rüzgarı ve lodosun arttığı dönemlerde üst ve alt sularda kısa süreli hızlı akıntılar ve Marmara ile su alış verişleri olmaktadır.

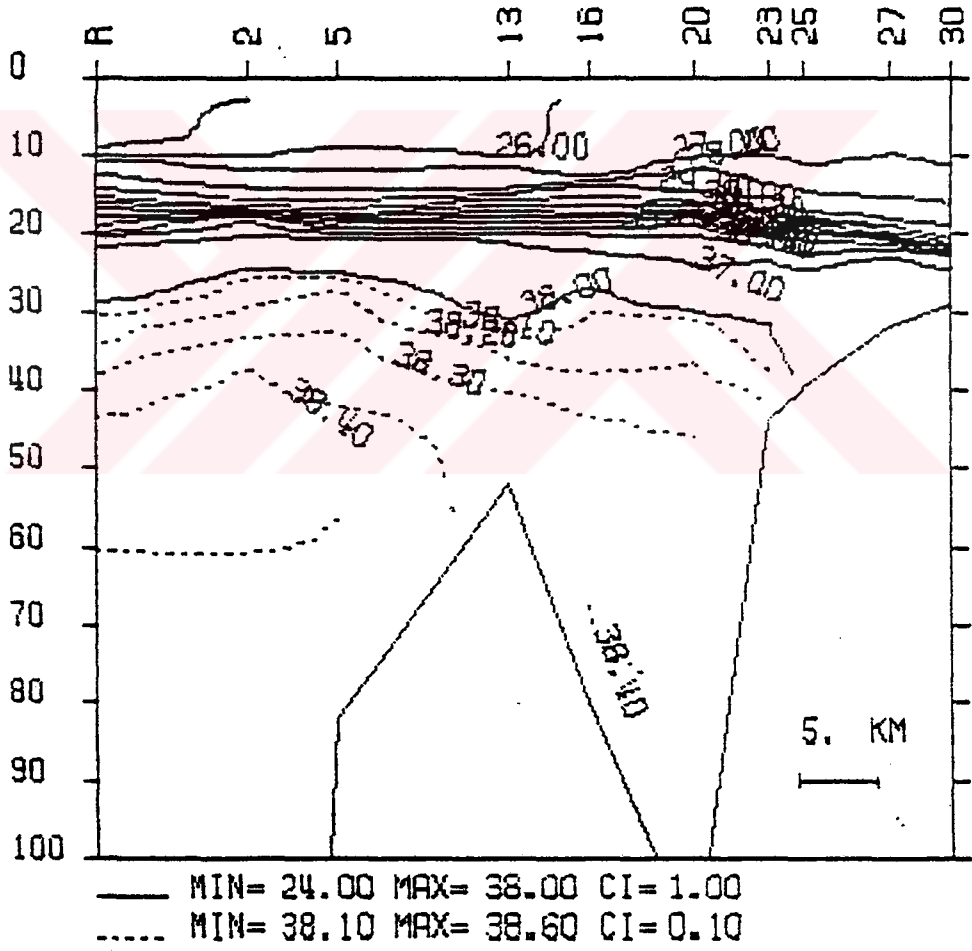
Alt sularda da üst sulara benzer yatay akıntılar mevcuttur. Körfezin alt sularına giren Marmara suyunun miktarı Karadenizin Marmaraya girdisinin azaldığı Eylül-Kasım aylarında artmaktadır. Zira aynı dönemde Çanakkale'den giren alt su akıntılarının debisinin arttığı bilinmektedir. Körfeze giren alt su akıntısının Sonbahar döneminde belirgin artış gösterdiği, özellikle kimyasal ölçüm sonuçlarından açıkça görülmektedir. Körfezde iki tabakalı sistemin sürekli varlığı ve mevsimsel termoklin tabakasının oluşması sonucu, yaz döneminde rüzgarın dikey karışım üzerindeki etkisi azalmaktadır. Bunun sonucu olarak alt sulardan dikey karışım yoluyla olan su kaybı azaldığından körfezin alt tabakasına giren daha tuzlu su debisinin yaz döneminde oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Mart 1994 S (‰)



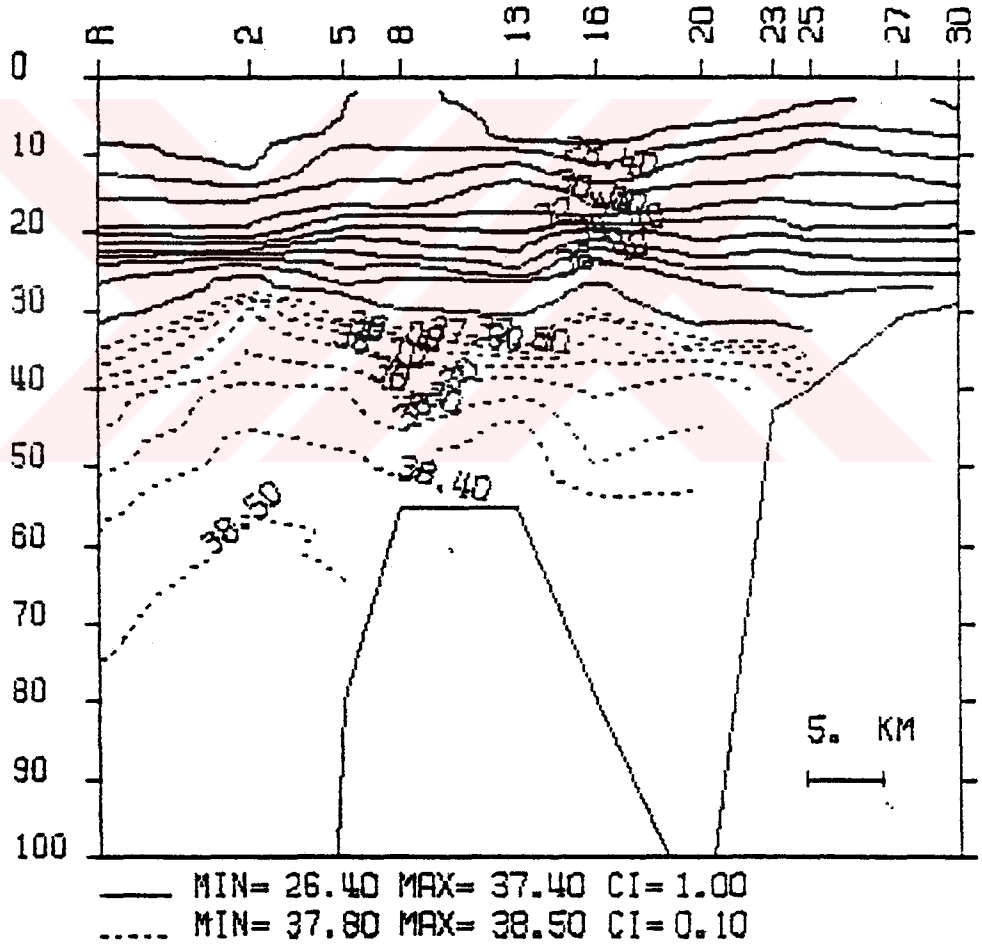
Şekil 4.1.a. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Ağustos 1994 (5 C%)



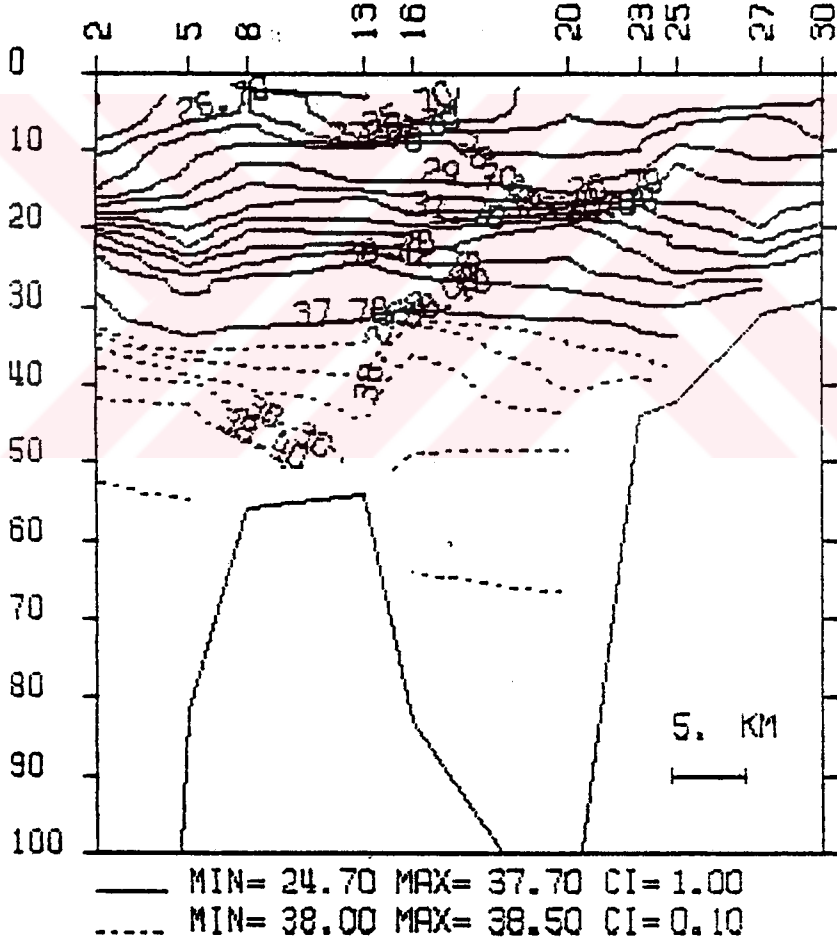
Şekil 4.1.b. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Subat 1995 S(‰)



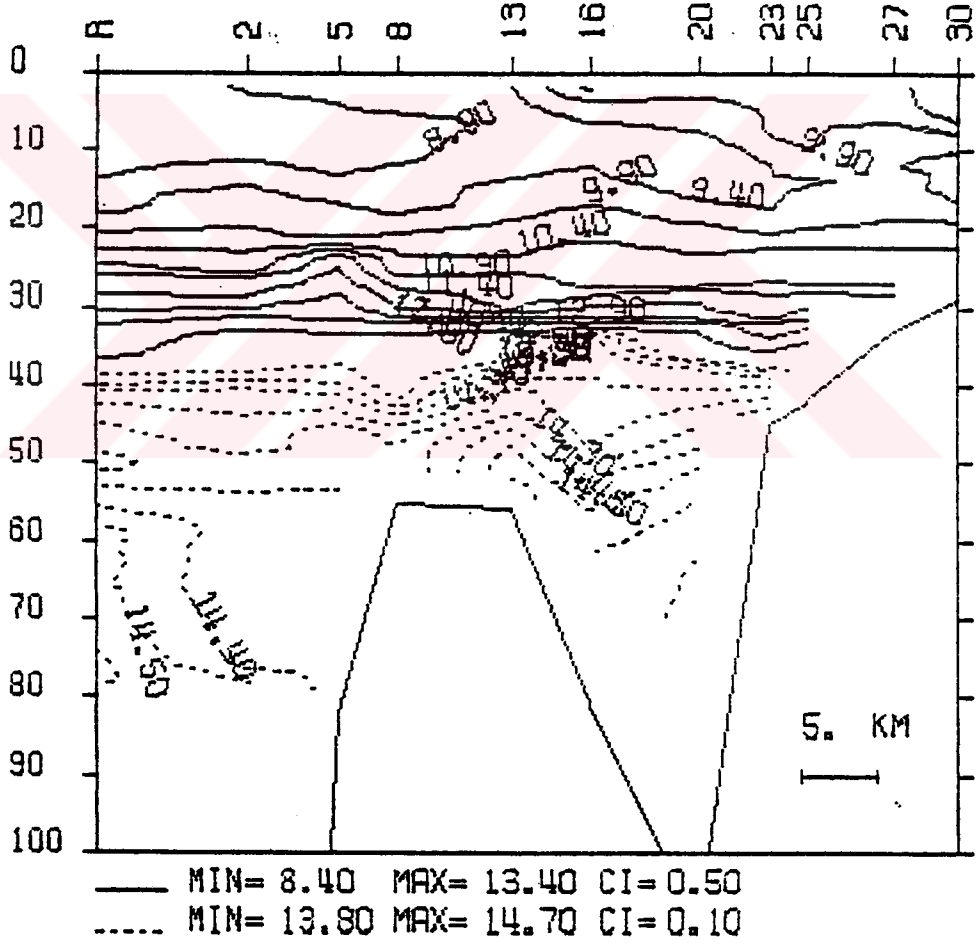
Şekil 4.1.c. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Mayis 1995 S (%)



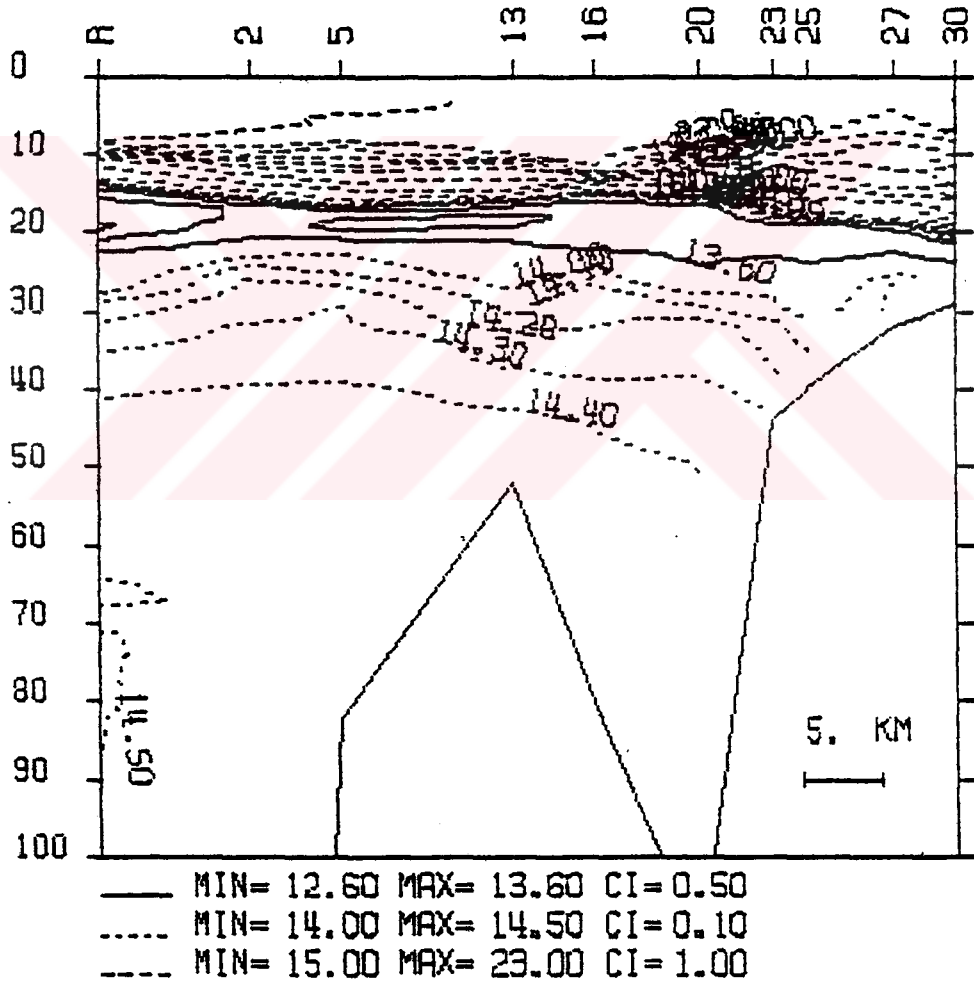
Şekil 4.1.d. Tuzluluğun İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Mart 1994 T(degC)



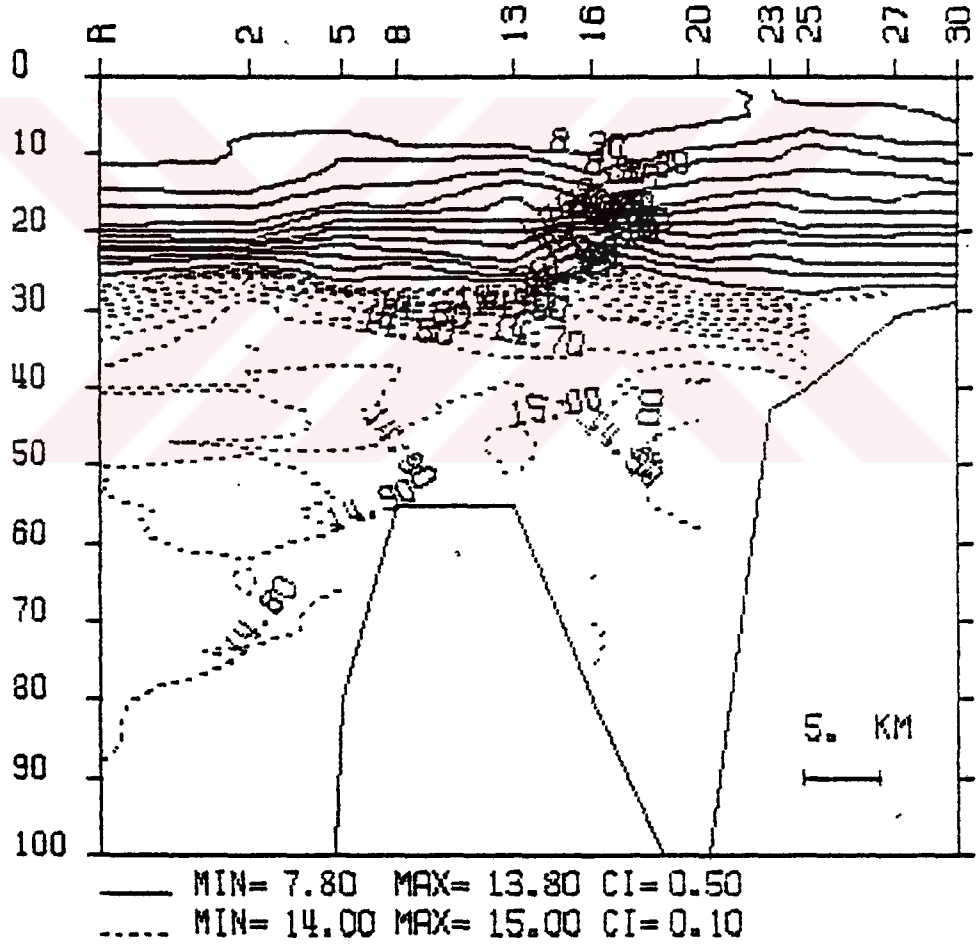
Şekil 4.2.a. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Agustos 1994 T (degC)



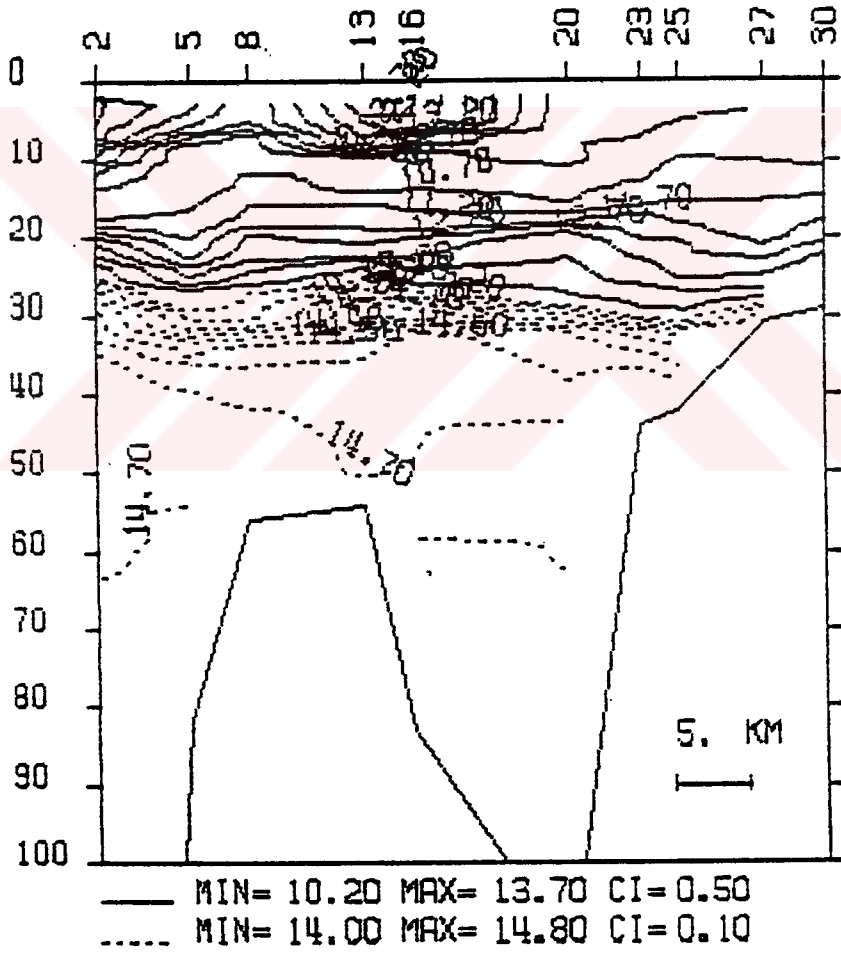
Şekil 4.2.b. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Subat 1995 T (degC)



Şekil 4.2.c. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

Mayıs 1995 T(degC)



Şekil 4.2.d. Sıcaklığın İzmit Körfezi'nde Yatay ve Düşey Ölçekte Dağılımı

4.3. İzmit Körfezi'nin Su Kalite Özellikleri

4.3.1. Işık

Denizlerdeki canlı yaşamın oluşmasını ve besin ağının sürekliliğini sağlayan temel parametrelerden biriside güneş ışığıdır. Güneş ışığı suda çözülmüş ve partikül madde tarafından absorblanır ya da yansıtılır. Seki disk derinlikleri yaz sonunda ve sonbaharda genel olarak ışık şiddetinin su kolonunda indiği derinlikler artmaktadır. İlkbahar aylarında yüksek değerlerdeki birincil üretim ve buna bağlı olarak artan partikül madde miktarına bağlı olarak azalmaktadır.

Açık denizlerde 0.1 m⁻¹ olan ışığın kırılma katsayısı İzmit Körfezinde 0.2-0.6 m⁻¹ arasında değişmektedir. Bu değerler sudaki pigment miktarına bağlı olarak değişmekle beraber askıda katı madde konsantrasyonu ve çözülmüş maddelerinde etkisi olduğu bilinmektedir.

4.3.2. Çözülmüş Oksijen

Akuatik ortamların özelliklerin belirlenmesinde kullanılan parametrelerin başında çözülmüş oksijen gelmektedir. Çözülmüş oksijen su ortamlarında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar ile organik madde yüklemeleri karşısında alıcı ortamdaki değişimler hakkında önemli bilgiler verir.

İzmit Körfezinde gözlenen çözülmüş oksijen değişimleri Marmara'nın çözülmüş oksijen değişimleri ile aynı paralelliktedir. Fotosenteze dayalı fitoplankton çoğalması hem körfezde hem de Marmara açık sularında üst tabaka da meydana

geldiğinden bu tabakadaki çözünmüş oksijen dağılımı genellikle doygunluk yada kısmen doygunluk seviyesinin üstünde ölçülmüştür. Çünkü üst sulara oksijen girdisi hem atmosfer ve hem de fotosentez yoluyla sağlanmaktadır. Oksijen tüketimine ise kirletici kaynaklardan körfez üst sularına giren organik maddelerin parçalanması ve de fotosentez ürünü organik maddeyi enerji kaynağı olarak kullanan bakteri ve heterotrof organizmaların oksijen kullanımını neden olmaktadır.

Çözünmüş oksijen konsantrasyon değerleri yaz döneminde 7.0 mg/l düzeyine indiği, suların soğuması ile de kış ve ilkbahar döneminde 10-12 mg/l ye kadar yükseldiği gözlenmiştir. Alt sularda kış ve ilkbahar döneminde 2.5-3.0 mg/l düzeyinde olan iç körfezin alt su çözünmüş oksijen konsantrasyonu Temmuz-Ağustos aylarında 0.7-1.5 mg/l düzeyine, Eylül-Ekimde ise 0.5-1.0 mg/l'ye kadar düşmektedir.

4.3.3. Klorofil

Fotosentez yoluyla çoğalan fitoplankton popülasyonunun bir göstergesi olan klorofil-a derişiminin körfezin öfotik sularındaki dağılımı bölgesel ve zamana bağlı olarak değişimler göstermektedir. Körfez etrafında bulunan endüstrilere ait önemli düzeyde organik ve anorganik besin girdisi olan İzmit Körfezindeki biyokimyasal parametrelerin dağılımı körfez içerisindeki akıntı sistemlerine ve Marmara Denizi ile olan su değişimi hızına bağımlı değişimler göstermesi kaçınılmazdır. Bunun sonucu olarakta körfezin doğu kesiminde klorofil-a konsantrasyonu en yüksek düzeye ulaşmakta; batıya doğru gidildikçe de azalmaktadır. Akıntı sistemlerinin yüzey sularında rüzgara bağılı olarak yön değiştirmesi atıksu kaynaklı besin elementlerinin körfezin açık sularına taşınmasını sınırlamaktadır. Bunun sonucu olarak ölçüm yapılan aynı mevsimlerde fitoplankton yoğunluğu ve bunun göstergesi olan klorofil-a konsantrasyonlarında değişimler gözlenmesi doğaldır.

4.3.4. Besin Elementleri

Denizlerde canlı yaşamın oluşmasını sağlayan temel parametrelerden biri de besin elementleridir. Bunların su kolonundaki dağılımı fotosentez ve solunum reaksiyonları ile uyum gösterir. Fotosentez yoluyla çoğalan fitoplanktonlar öfotik zondaki mevcut besin elementleri yüksek olduğundan, alt sulara fiziksel olaylarla inen biyolojik içerikli organik madde zooplankton ve bakteriler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılır. Fotosentezin ters yönünde gelişen bu reaksiyon sonucu suda anorganik besin elementleri birikimi gözlenir. İzmit Körfezi'ndeki besin elementleri dağılımı beklenir.

4.3.5. Organik Madde

Deniz suyunda partikül ve çözünmüş olarak bulunan organik karbonun iki kaynağı vardır. Birinci kaynak karasal girdidir. Nehirler, yüzey suları ve atıksular yoluyla değişik kimyasal yapılarda organik madde denizlere ulaşır. İkinci kaynak ise denizin fotik zonunda fotosentez yoluyla üretilen organik madde ve bunları besin zincirinde enerji kaynağı olarak kullanan heterotrof organizmalardan açığa çıkan partikül ve çözünmüş organik madde bileşikleridir.

İzmit Körfezine, özellikle doğu bölgesine, fazla miktarda organik madde girmektedir. Fotosentez kaynaklı organik maddenin de üst sulara birikmesi ile körfezin üst sularında Toplam Organik Madde (TOK) miktarı 2-4 mg/l arasında değişmektedir. En yüksek TOK değerleri atıksu girdisinin yoğun olduğu doğu bölgesi yüzey sularında, su hareketlerinin düşük olduğu yaz aylarında gözlenmiştir. Kış aylarında TOK miktarı yatay ve düşey karışımlar nedeniyle körfezin yüzey sularında daha az bölgesel değişim göstermektedir. Işığın ulaşmadığı alt sulara

ise organik madde bakteri tarafından parçalandığından 30 m'nin altında TOK miktarı 0.8-1.0 mg/l arasında değişmektedir.

Zengin bir balık potansiyeline sahip İzmit Körfezinde özellikle deniz kirliliği nedeniyle yok olan balıkçılık alınan önlemlerle yeniden gelişme eğilimini içine girmiş bulunmaktadır. Ancak bu alanda da biyoteknoloji ve kültür balıkçılığı gibi ileri teknolojilerin yaygın olarak kullanılması gerekmektedir.

Tablo 4.1. Türlerine Göre Deniz ve Tatlısu Ürünleri Üretimi
(İl Bazında ton) (TÜBİTAK 1995)

Balık Türü	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Hamsi	27	32	48	126.1	103.6	835
İstavrit	819	310	585	287	423.3	384.2	327
Kefal	29	4	10	3	10.1	4	17
Lüfer	31	18	11	5	20.9	28.9	3
Palamut	1	6	1014	79	11.6	128.6	32
Alabalık*	26.5	33	60	60	46.5	101.5	102.7

İlin Marmara Denizi ve Karadeniz kıyılarını içeren oldukça geniş bir kıyı bandına sahip olduğu gözönüne alındığında; su ürünleri açısından elverişli bir doğal yapıya sahip olduğu söylenebilir.

İzmit Körfezi civarındaki endüstrilere hammadde getirilmesi ve üretilen malların pazarlara nakli amacıyla deniz taşımacılığı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca Körfezde yolcu taşımacılığı da giderek önem kazanmaktadır.

İzmit Körfezi kirliliğine karşın çevre halkının yoğun şekilde kullandığı bir dinlenme merkezidir. Körfez bölgesinde yaşayan halkın tatil günlerinde dinlenme ve eğlence amacıyla Körfezi kullanmaları yanısıra özellikle güney kıyıları gibi halkın yerleşim için kullandığı bölgeler vardır. Bu bölgelere çevre illerde yaşayan halkın yanısıra yurdun diğer yörelerinden de yerli turistler yıllık tatillerini geçirmek amacıyla da gelmektedir.

İzmit Körfezi kıyılarından E-5 devlet karayolu ve diğer irtibatlı yollar geçtiğinden bölgenin yoğun bir turist trafiği vardır. Yerli ve yabancı turistler kısa da olsa İzmit Körfezi civarında konaklamakta, sahildeki çay bahçeleri ve restaurantlar kullanılmaktadır.

İzmit Körfezinin kuzey sahilinde halka yönelik alan bulunmamaktadır. Buna karşılık güney sahilinde Değirmendere-Karamürsel arasında halkın gerek plajlardan ve gerekse yol boyunca müsait olan yerlerden denize girdikleri, sandallarla dolaştıkları ve diğer su sporlarını yaptıkları ifade edilmektedir.

4.4. İzmit Körfezi'nin Plankton Dağılımı

Deniz ekosistemleri hakkındaki biyolojik araştırmaların temelini planktonik araştırmalar oluşturmaktadır. Bu ortamlarda meydana gelen en küçük bir kimyasal veya fiziksel değişim ilk olarak fitoplanktonu kalitatif ve kantitatif yönden etkilemektedir. Besin zincirinin ilk kademesini oluşturan fitoplanktonda meydana gelen bir değişiklik balık stoklarına ve dolayısı ile insana kadar yansımaktadır. Besin zincirinin ilk basamağında üretilen bu besinin, yaklaşık olarak her kademedede 9/10'unun tüketildiği dikkate alındığında piramitteki çok küçük organizmaların çok yüksek sayılarda ve büyük tüketicilerin ise az sayıda olması gerekmektedir. Bu durumda ortamda meydana gelen herhangi bir sorun fitoplanktondan başlayarak ve

gittikçe büyüyerek insana kadar ulaşmaktadır. Örneğin ötrofikasyon olayında olduğu gibi su ortamlarında, besleyici tuzların neden olduğu kirlenmeden dolayı aşırı fitoplankton üretimi sözkonusudur ve bugün İzmit Körfezi'nde olduğu gibi karşımıza çıkan çevresel problemlerin başında gelmektedir.

Diğer önemli nokta ise, denizlerde yaşayan tüm makroskobik canlıların yaşamlarının belirli bir evresinde planktonik olmaları ve ekosistemde meydana gelecek herhangi bir değişiklikten doğrudan etkilenmeleridir. Fitoplankton (bitkisel plankton) araştırmaları ile, ortamın birincil üretimi hakkında, zooplankton (hayvansal plankton) araştırmaları ile proteince zengin besin kaynaklarının bölgesel zenginliği ve dağılımı, ihtiyoplankton (balık yumurta ve larvaları) çalışmaları ile balıkların yumurtlama sahaları ve koşulları belirlenebileceği, çalışan sahada güncel veya gelecekte oluşacak balık stoklarının tesbiti mümkün olmaktadır.

Plankton çalışmaları, ekosistem hakkında bilgi edinebilmek için yukarıda sayılan özelliklerden dolayı zorunluluk arz etmektedir. Bu çalışmada belirlenen istasyonlardan termoklin tabakası üstünden ve altından fito ve ihtiyoplankton örneklemeleri yapılmış ve bunlar kalitatif ve kantitatif olarak incelenmiştir.

İzmit Körfezi'nin fitoplankton dağılımı incelendiğinde, ilk olarak dikkati çeken iç körfez, orta ve dış körfez arasında kalitatif ve kantitatif yönden oldukça büyük farklılıkların olmasıdır. Körfezde 1994 yılından itibaren yürütülen bu proje kapsamında yapılan çalışmalarda mevsimsel olarak belirgin farklılıkların olduğu da tesbit edilmiştir.

Kasım ayında oldukça yoğun bir plankton patlamasının meydana geldiği ve yaklaşık olarak m³'te 30 milyon bireyin olduğu istasyonlar tesbit edilmiştir. Bu patlamanın dış körfezde orta ve iç körfeze oranla çok daha yoğun olduğu anlaşılmaktadır.

Temmuz 1995'te yapılan çalışmada bu yoğunluğun iç körfeze doğru arttığı görülmektedir. Kasım 1995'te dış körfezde diatom dağılımı oldukça yoğun iken iç körfeze doğru dinoflagellat yoğunluğu artmaktadır Temmuz 1995'te diatom yoğunluğu tüm körfezde dinoflagellat yoğunluğundan oldukça az olduğu saptanmıştır. Bütün bunlardan plankton dağılımında çok dinamik bir yapının olduğu, belirli dönemlerde fizikokimyasal şartlara bağlı olarak derecelenmelerinin olduğu ve bölgesel farklılıkların ortaya çıktığı anlaşılmaktadır.

Genel olarak tüm yıl içinde fitoplankton açısından kantitatif olarak zengin bir yapının varlığı saptanmıştır. Bu durum İzmit Körfezi'nde fizikokimyasal şartlara bağlı olarak her dönemde plankton patlamasının olabileceğini, fakat sadece mevsimsel olarak tür çeşitliliğinde bazı farklılıkların olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Diğer ilginç bir nokta ise dış körfez, orta körfez ve iç körfezde fitoplankton dağılımında belirgin farklılıkların olmasıdır. Dış körfezde Marmara Denizi'nde de yoğun olarak dağılım gösteren ve belirli mevsimlerde baskın olan türler, Marmara Denizi'ne benzer bir karakter arz etmektedir. Orta körfezin kendi içinde kısmen de olsa dış körfezden belirgin farklılıklarla ayrıldığı dikkati çekmektedir. Dış körfezde diatom türleri baskın durumda iken orta körfeze doğru bu denge dinoflagellatlar yönüne kaymaktadır. İç körfezde ise durum tamamen farklıdır. İç körfezde tür çeşitliliği çok azalırken, dinoflagellat türleri esas yoğunluğu oluşturmaktadır. Bu durum yaz ve sonbahar aylarında net olarak ortaya çıkmakta, yoğun dinoflagellat dağılımı tesbit edilirken diatom yoğunluğu bazı istasyonlarda 1 m³ deniz suyunda 0'a yakın değerlere kadar düşmesi iç körfezin karakterini ve bugünkü durumunu yansıtması açısından oldukça önemlidir.

Körfez kıyılarında planktonik aktivenin büyük farklılıklar gösterdiği bilinmektedir. Bu kıyılarda dinoflagellatlardan *Noctiluca scintillans* ve *Prorocentrum micans* esas rolü oynamaktadır.

Düsey dağılım incelendiğinde termoklin altında çok az da olsa belirli bir plankton dağılımının varlığı saptanmıştır.

Zooplankton dağılımına bakıldığında fitoplanktona benzer bir yapının olduğu görülmektedir. İç körfezde dağılım yapan sadece birkaç Tintinid türü ve Bivalvia larvası saptanırken, orta ve dış körfezde tür kompozisyonunun normale döndüğü görülmektedir.

TÜBİTAK'ın yapmış olduğu bu çalışma özellikle iç körfezde bazı türlerin dağılımını engelleyecek derecede toksite karakterini taşıdığı ve dışarıya doğru bunun azaldığı şeklinde özetlenebilir.

Körfez balık yumurtalarının gelişimi açısından değerlendirildiğinde ; iç körfeze 4 balık türü, orta körfeze 12 balık türü, dış körfeze ise 16 balık türü yumurta bırakmaktadır. Bu duruma göre dış körfez tür çeşitliliği yönünden en zengin bölgedir. Fakat orta körfezde tür çeşitliliğinin yanı sıra yumurta ve larva yoğunluğu oldukça fazladır . Bunun yanı sıra bu bölgede dağılım yapan ihtiyoplankton örneklerinde canlılık oranı yüksektir. İç körfezde ise Mayıs ve Temmuz aylarında hiçbir yumurta örneklenememiştir. Ağustos ayında ise ölüm oranı % 87'dir. Kasım ayındaki canlı oranının yüksek olması ise az sayıda yumurta örneklenmesinden kaynaklanmaktadır. Mart ayında bölgede bulunan yoğun Çaç balığı yumurtasında canlılık % 75'in üstünde olması son derece dikkat çekmektedir.

Marmara Denizi'nde son zamanlarda gündemde olan balık çeşitliliğindeki ve miktarlarındaki azalmanın en önemli sebeplerinden biri, mevcut stokların devamlılığının sağlanamamasıdır. Balıkların en önemli yumurtlama ve larval evrelerini geçirdikleri koy ve körfezlerdeki kirlilik bu sahaların tamamen bozulmasına ve bölgede dağılım yapan ergin bireylerin ortamı terketmesine sebep

olmaktadır. İzmit Körfezi'nde 1955'li yıllardan beri en önemli yumurtlama sahalarından biri idi, 24 ekonomik değere sahip balık türünün beslenme ve üreme amacı ile girdikleri körfezde, bugün bu sayının kaçta düştüğü bilinmemektedir. Bizlere düşen görev, doğal ortamların bugünkü biyolojik çeşitliliğinin ve balık yumurtlama sahalarının belirlenmesini sağlamak ve bu bölgelerin korunmaya alınmasına katkıda bulunmaktadır.

4.5. Körfezdeki Kirletici Kaynakların Dağılımı

İzmit Körfezi'ndeki kirletici kaynakların dağılımı aşağıda özetlenmiştir:

- a. Endüstriler** (proses atıksuları, evsel atıksular, drenaj suları, arıtma tesisi çıkış suları),
- b. Yerleşim Bölgeleri** (evsel atıksular, küçük işletmelerin atıksuları),
- c. Tarım Alanları** (sulama suları drenajları, yağış suları drenajları),
- d. Akarsular** (endüstri ve yerleşim bölgeleri atıksular, endüstri ve yerleşim bölgeleri drenaj suları, tarım alanları ve diğer alanların drenaj suları, erozyon malzemesi),
- e. Gemiler** (boşaltma, yükleme, temizleme, onarım atıkları, sintine suları).

Bu kaynaklardan endüstriler, yerleşim bölgeleri ve akarsular noktasal, tarım alanları noktasal olmayan, gemiler ise hareketli kaynak olarak değerlendirilebilir.

4.5.1. Körfeze Giren Atıksuların Mevcut Durumu

4.5.1.1. Evsel Kaynaklı Atıksular

Son yıllarda İl nüfusunun ve buna bağlı olarak da evsel atıksu miktarlarının % 50 oranında arttığı görülmektedir.

İlçeler arasında en yoğun nüfusa ve atıksu miktarının Kocaeli İl Merkezinde ve Gebze İlçesi'nde olduğu saptanmıştır.

Körfez Bölgesi'nde 1985 yılında yaklaşık 700 bin olan nüfus, 1995'e gelindiğinde bir milyonun üzerinde çıkmış, atıksu miktarı ise 1985'de 262 bin m³/gün iken, 1995'de bu değer yaklaşık 462 bin m³/gün'e ulaşmıştır.

Evsel atık yüklerin, % 42'si Merkez'den, % 29'u Gebze'den, % 26'sı Gölcük'ten, % 6.3'ü Karamürsel'den ve % 9.5'i Körfez İlçesi'nden kaynaklanmaktadır. İlçelere göre evsel atıksu yükleri Şekil 4.3.'de gösterilmiştir.

Günümüzde Körfeze yerleşim birimlerinden günde 61.6 ton BOI, 92.5 ton AKM, 12.3 ton N, 3.1 ton P girmektedir. 1985 yılında ise, yine yerleşim yerlerinden Körfeze günde 27.6 ton BOI, 41.8 ton AKM, 5.5 ton N, 1.4 ton P verildiği belirlenmiştir (Orhon ve diğ., 1984). 1996'da Körfeze yerleşim birimlerinden gelen kirletici parametre yükü Şekil 4.4'de, 1985'de Körfeze yerleşim birimlerinden gelen kirletici parametre yükü ise Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Buradan yıllar arasındaki evsel atık yüklerin farklılığı açıkça görülmektedir.

4.5.1.2. Endüstriyel Kaynaklı Atıksular

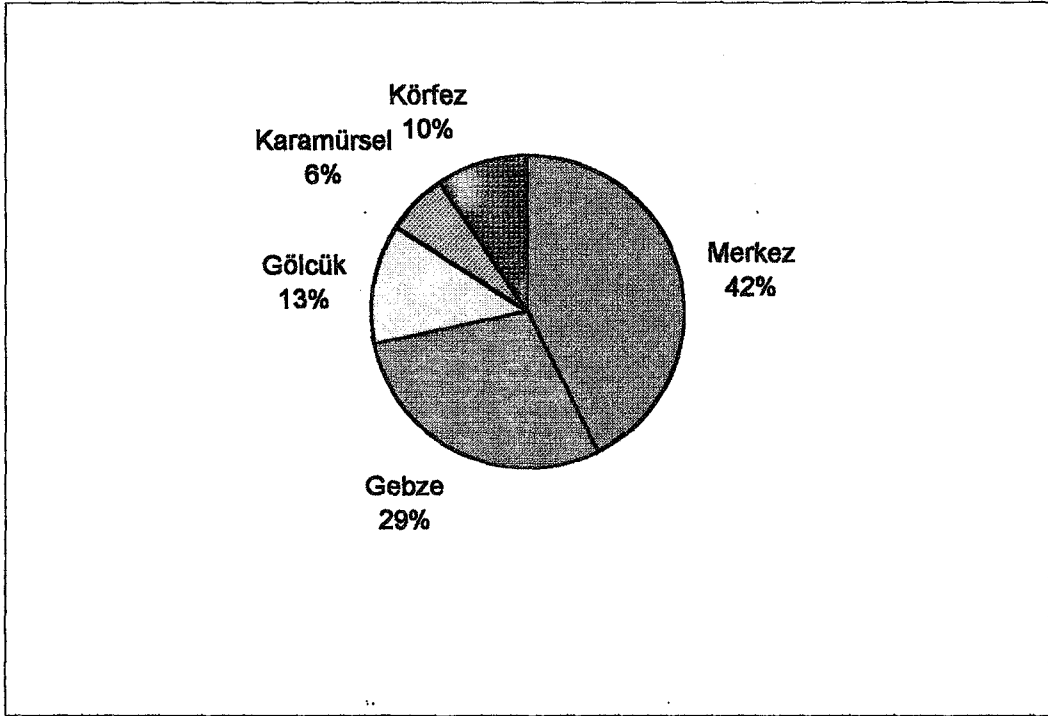
Endüstrilerden gelen atıksular Körfeze yaklaşık 11 noktadan girmektedir. Bunlardan bazıları doğrudan denize, bazıları ise bir kanal veya dere aracılığı ile dolaylı yoldan yapılan deşarjlardır.

Yapılan Ölçümler sonucunda halen İzmit Körfezi'ne endüstriyel kaynaklı yaklaşık 163 bin m³ atıksu ile 24 ton BOI, 19.4 ton AKM, 1.5 ton P ve 2.4 ton N girmekte olduğu saptanmıştır. 1996 yılında Körfeze giren kirletici parametre yükleri Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

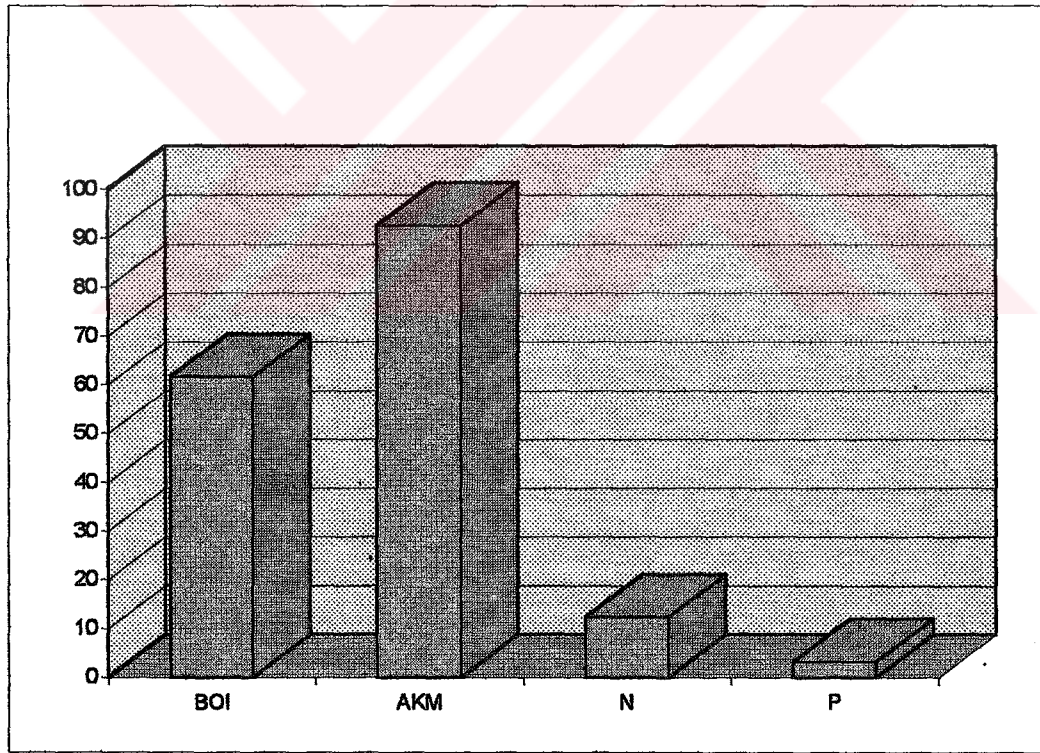
1984 yılında ise Körfeze endüstriyel kaynaklardan günde 171500 m³ su ile birlikte 80 ton BOI, 80 ton AKM, 2 ton P ve 14 ton N verilmekteydi (Orhon ve diğ., 1984). 1984 yılında Körfeze giren kirletici parametre yükleri Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.

4.5.1.3. Drenaj Suları

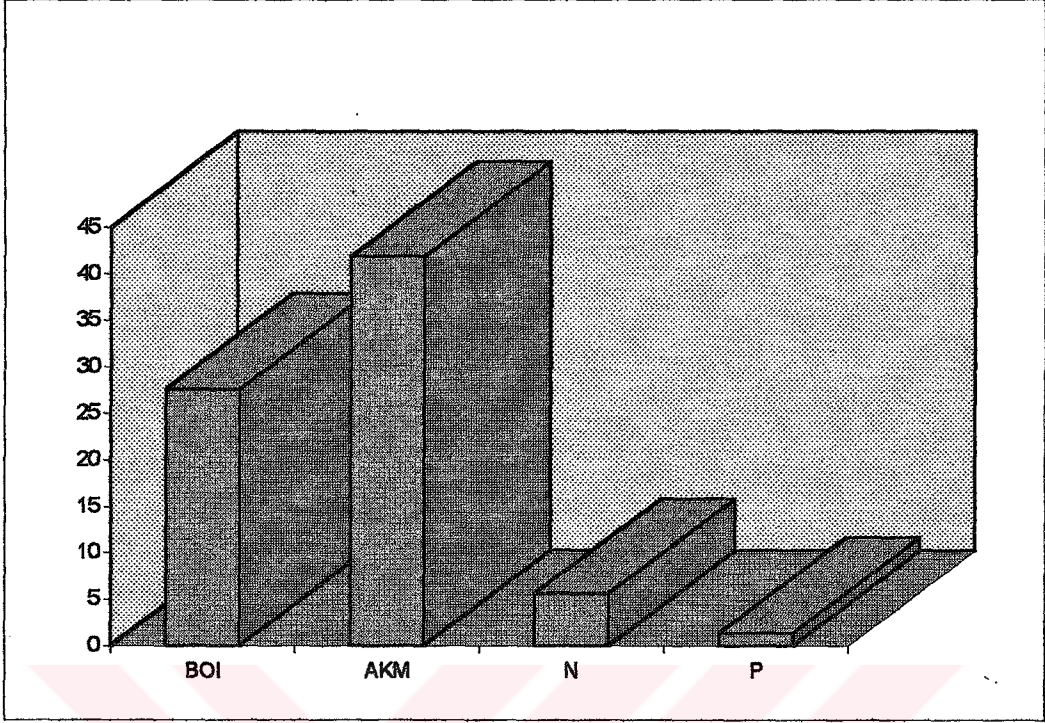
Toplam alanın tarım alanı olarak kullanıldığı kabul edilerek, Körfeze günde 1 ton BOI, 193 ton AKM, 0.4 ton N ve 0.03 ton P atıldığı TÜBİTAK tarafından belirlenmiştir. Bu durum Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.



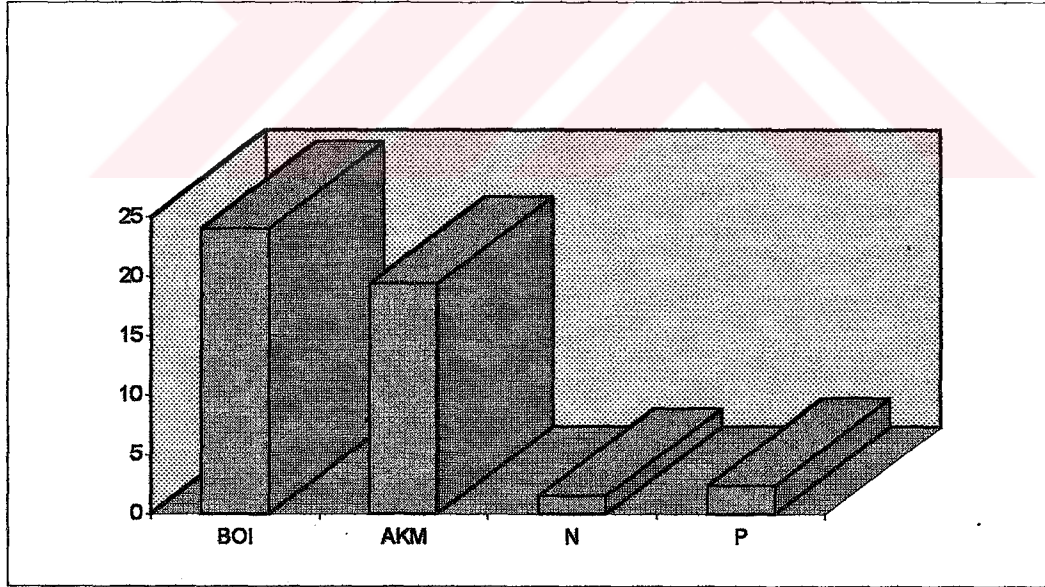
Şekil 4.3. Evsel Atıksuların İçelere Göre Dağılımı (m³/gün)



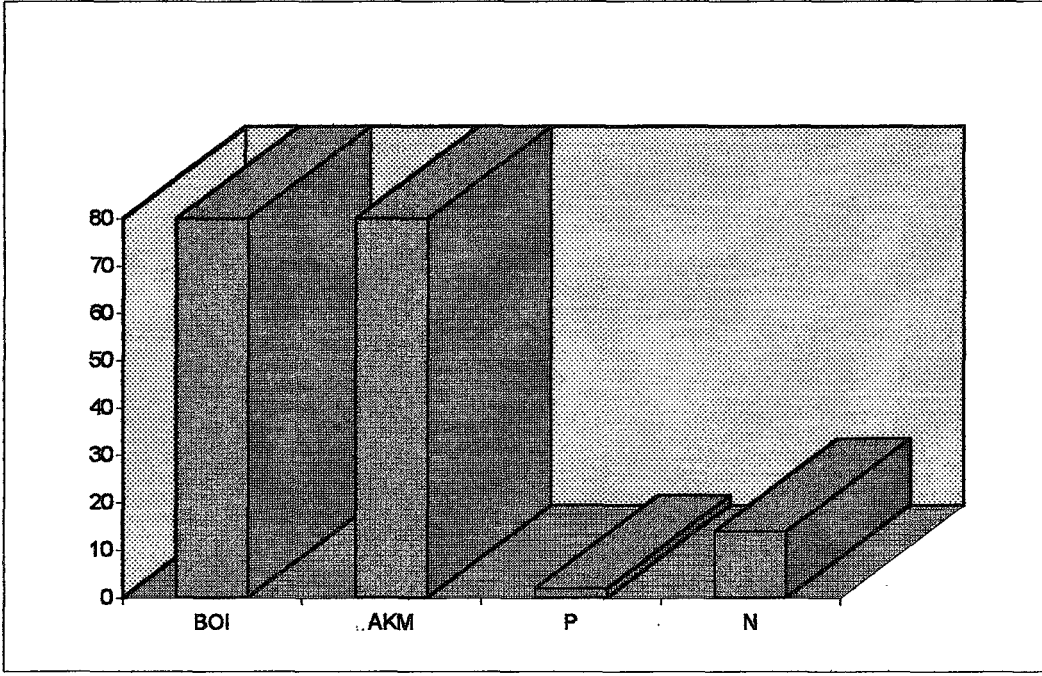
Şekil 4.4. 1996'da Yerleşim Birimlerinden Kaynaklanan Kirlenici Parametre Yüğü (ton/gün)



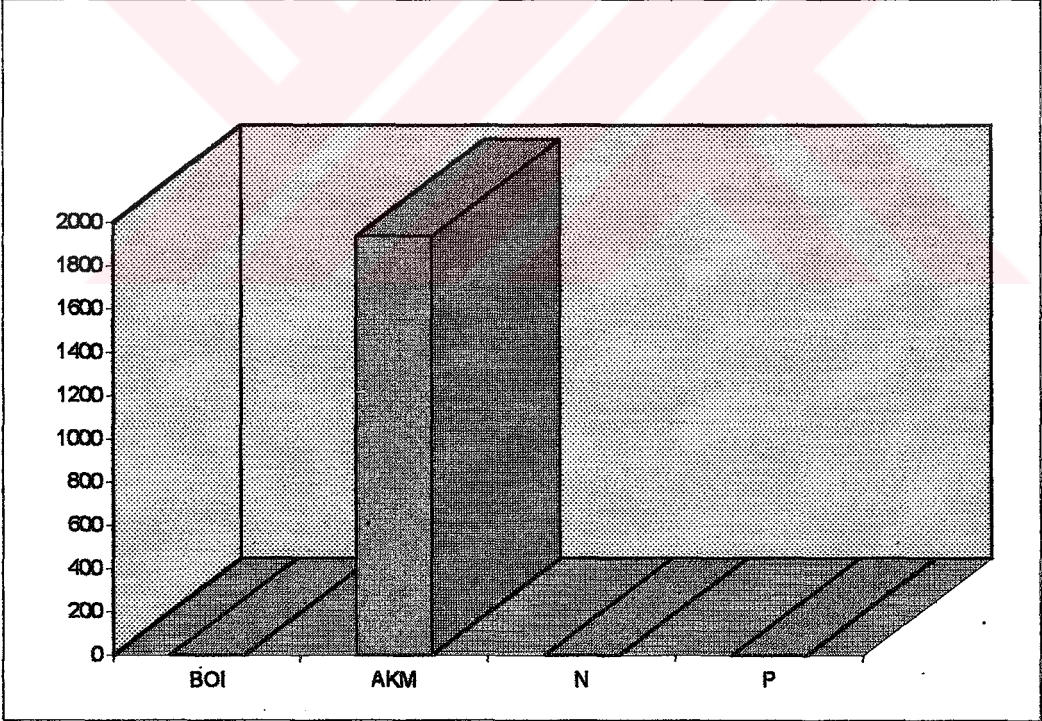
Şekil 4.5. 1985'de Yerleşim Birimlerinden Kaynaklanan Kirlenici Parametre Yüğü (ton/gün)



Şekil 4.6. 1986'da Körfez'e Gelen Endüstriyel Kaynaklı Atıksu Yüğü (ton/gün)



Şekil 4.6. 1984'de Körfez'e Gelen Endüstriyel Kaynaklı Atıksu Yüğü (ton/gün)



Şekil 4.8. Drenaj Sularından Körfez'e Gelen Kirlenici Parametre Yüğü (ton/gün)

BÖLÜM 5. GEMİLERDEN KAYNAKLANAN KİRLİLİKLER ve ARITMA TESİSLERİ

Daha önceki bölümlerde deniz kirliliğinin nedenleri her açıdan irdelenmişti. Bu Bölümde ise, deniz kirliliğinin büyük bir kısmını oluşturan ve gemilerden kaynaklanan atıksuların belirlenmesi, ayrıca gemilerden kaynaklanan bu atık suların arıtma teknikleri ve mevcut arıtma tesisleri incelenmiştir.

5.1. Gemilerden Kaynaklanan Kirlilikler

Gemilerin denizi petrol ve türevleri ile kirletmesi bunların yürütme gücünün kömürden petrole geçtiği 1930'lu yıllardan sonra giderek artarak önemli bir problem haline gelmiştir.

İkinci Dünya Savaşı'ndan önce dünya petrol üretimi 300 milyon ton iken 1979'da yaklaşık 3000 milyon tona ulaşmıştır. 1980'de 1600 milyon ton civarında petrol denizlerde taşınmıştır.

Petrolün denizlerde taşınması sırasında aşağıda açıklanan yükleme ve boşaltma operasyonları ile gemilerin işletilmesinde denize boşaltılan petrol atıkları gemilerin denizi kirletmesinin ana sebepleridir.

5.1.1. Balast Operasyonu

Petrol taşıyan tankerler yükleme limanına gidişleri sırasında tanklarında balast suyu taşımak zorundadırlar. Geminin istenen stabilitesini sağlamak için yapılan bu operasyon için, genellikle geminin toplam hacminin %30-40'ı oranında deniz suyunu boş yük tanklarına pompalamaktadır. Yeni bir yük alınmadan önce bu petrol karışımı deniz suyu dışarıya boşaltılmalıdır. Tabi ki en kolay yol olan denize boşaltılmaktadır.

Tanker olmayan gemiler boş yakıt tanklarına balast suyu alırlar. Yük veya yakıt tankında taşınan balast suyu daha önce aynı tankta taşınan petrol ile bir karışım meydana getirir. Petrollü Su Alma Tesislerinin kıyılarda az olduğu zamanlarda balast suyu denize boşaltılmaktadır.

5.1.2. Tank Yıkama Operasyonu

Petrol tankerleri yükünü boşalttıktan sonra önemli bir miktar petrol artığı tank duvarlarında kalmaktadır. Eğer tank yük değiştirmek gibi herhangi bir sebepten temizlenirse tank hacminin tahminen binde 3'ü oranında petrol artığı tankta kalmaktadır. Örneğin bu 100 000 tonluk bir tankerde 350 ton petrol artığı demektir. Bu operasyonda genel uygulama tankı deniz suyu ile yıkamak ve yıkama artığını denize boşaltmaktır.

Yine gemiler tamir için tersaneye gittiklerinde tankların yıkanması gerekmektedir. Bu durumda tanklar su buharı veya tank temizleme çözücüleri ile temizlenmektedir. Bu işlem gemi tersaneye gelmeden önce yapılırsa petrol karışımı atıklar denize boşaltılmaktadır.

5.1.3. Bunker Operasyonu

Bazı gemilerde yakıt tankları balastlama için kullanılır. Gemi yakıtını almadan önce buradaki su tanktan dışarıya boşaltılır. Bu denizi kirleten bir petrollü su atığıdır.

5.1.4. Yağlı Çamurlar

Geminin ana ve yardımcı makinalarında kullanılan yakıt kullanılmadan önce ayrıştırılmaktadır. Yakıtın ayrıştırılması ile elde kalan petrollü artık çamurlar dışarı boşaltılmalıdır. Bazen bunları denize boşaltmak ucuz ve daha kolaydır.

5.1.5. Sintine Suyu Atıkları

Geminin makinasından sızan petrol ve yağlar ile makina dairesinden dökülen yağ ve sular geminin sintinesinde toplanır. Bunun birikme miktarı geminin yaşına ve makinanın bakımına bağlıdır. Sintine suyu zaman zaman elden çıkarılmalıdır. Eğer bu su doğrudan denize boşaltılırsa denizin gemilerden kirlenmesi için yeterlidir.

5.1.6. Petrol Limanları ve Terminalleri

Petrol limanları ve terminalleri yükleme ve boşaltma sırasındaki sızıntılardan ve gemilerden denizin kirlenmesinde küçük bir kaynak olmasına rağmen, deniz çevresi için temel tehlikelerden biri kabul edilmektedir. Petrol nakliyesi ile karşılaştırıldığında petrol terminallerindeki işletme kayıpları ihmal edilebilir derecedir.

Maliyetlerden kaçınılarak, ucuz ve kolay görülerek, yukarıda sayılan gemi trafiği ve yük taşıma operasyonlarında denize boşaltılan petrol ve artıkları, petrollü çamurlar, sintine suları ve endüstriyel yağlar, deniz yüzeyinde geniş bir alan kaplamakta ve uzun süre yüzmektedir. Rüzgar ve akıntılarla boşaltıldıkları yerden millerce uzaktaki sahil ve plajları kirletebilmektedir.

Bir sorumsuzun petrol ve petrol artığı ile kirlettiği deniz diğer bir ülkenin ve hatta kendi sahiline zarar verdiğiinden evrensel bir sorundur.

1954'lü yıllarda uygulamaya konan Petrollü Atıklar Konvansiyonu ile gemilerin petrollü balast sularını denize boşaltmaları kontrol altına alınmıştır.

1973 yılında toplanan uluslararası konvansiyonun amacı, deniz çevrelerinin petrol ve diğer zararlı maddelerle kasıtlı kirletilmesini önlemek ve böyle maddelerin kazayla denize dökülmesini enaza indirmektedir. 1978 ve 1984 yıllarında düzeltmeler yapılan sözkonusu MARPOL 1973/78 Denizlerin Gemilerden Kirletilmesini Önleme Uluslararası Konvansiyonu olarak adlandırılmış ve yukarıda sayılan operasyonlarda denize petrol artığı atılmasını kurallara bağlamıştır.

MARPOL 1973/78 Konvansiyonunun limanlar için getirdiği kurallar TCDD tarafından işletilmekte olan limanlarda limana yanaşan gemilerin sintine sularını alma ve arıtma tesisleri kurulmuştur. Bu tesisler 1984 yılında işletmeye alınmıştır.

5.2. TCDD Limanlarındaki Arıtma Tesisleri

TCDD limanlarındaki sintine suyu alma tesisleri her limanın yıllık gemi kabul kapasitesine ve bunların tüm sintesini alacak ve arıtacak kapasite de kurulmuştur.

Tesisler dört bölümden oluşmaktadır.

- 1 - Gemilerin sintine suyunu almak için mobil tanklar,
- 2 - Alınan sintine suyunun depolanması için sabit depolama tankları,
- 3 - Petrol ve yağ karışımı sintine suyunu su ve yağ/yakıtı ayırıştırarak arıtma tesisleri,
- 4 - Suyundan arıtılmış petrol ve yağ atığının depolandığı yağ ve yakıt tankları.

Mobil tanklar geminin sintine pompasının çalışmaması durumunda sintineyi almak için veya depolama tankının pompasının çalışmaması durumunda sintineyi depo tankına basmak için pompa ile donatılmıştır.

Sintine suyunu su ve yağ/yakıt olarak ayırıştırarak arıtma tesislerinin kapasitesi, her limana göre, tıkanıklığa meydan vermeyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu kapasiteleri herhangi bir arıza veya bakım durumu için, aynı kapasiteyi sağlayacak yedek sistemli olarak tesis edilmiştir.

Separatörler (ayırıştırıcılar) birbirinden bağımsız olarak çalışabildiği gibi paralel olarak da çalışabilmektedir. Bunların filtreleme ünitelerinin ayırıştırma özelliğinin zayıflaması durumunda sistem otomatik olarak filtrelerini yıkama işlemine geçmekte ve sonunda arıtma görevine devam etmektedir.

Tesislerdeki herbir separatör sintine atıldığından ayırdığı suyun, denize dökülmeden önce, içindeki yağ miktarını otomatik olarak ölçen cihazlarla donatılmıştır. Bu cihazlar MARPOL 1973/78 kurallarına göre ölçüm yapmaktadır. Denize atılacak arıtılmış su içindeki yağ miktarı 15 ppm'i geçtiği zaman su tekrar arıtılmak üzere depo tankına geri gönderilmektedir. Otomatik olarak gerçekleşen bu işlem sırasında operatör ışıklı ve sesli olarak uyarılmaktadır.

Tesisin işletme masraflarının en aza indirmrk amacıyla otomasyon sağlanarak, tesisin tek bir operatörle sadece gözetimci olarak çalışması sağlanmıştır. Bu amaçla yapılan operatör odasındaki konsoldan çalışan tüm pompaların, separatörlerin, cihazların ışıklı uyarısını görmek mümkündür. Pompaların kuru çalışması önlenmiş depoların doluluk seviyelerini gösteren uyarıcılar konsola konulmuştur.

Arıtma tesisleri limanlara yüksek bir masraf getirmediği gibi elde edilen yağ/yakıt karışımı limanların ısıtma yakıtına katılmakta veya üçüncü şahıslara satılarak işletme giderlerine katkıda bulunacak bir gelirden elde edilmektedir.

5.3. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtma Tesisi

5.3.1. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtma Sistemi Kapasitesi

TÜPRAŞ balast suyu arıtım tesisine gelen atıksuların tümü arıtılabilmektedir. Geri kazanılan yağlar ise tekrar kullanılmaktadır. TÜPRAŞ arıtım tesisine gelen atıksu miktarları, işlenen ve kazanılan yağ miktarları Tablo 5.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtım Tesisi Kapasitesi (TÜPRAŞ 1996)

<i>ATIKSU ARITMA</i>	<i>m³/yıl</i>	<i>m³/saat</i>	<i>Yüzde %</i>
Toplam Arıtılan Su	4024086,00	459,37	100,00
Yağlı Atıksu (OWS)	2826388,00	322,65	70,24
Balast+Atıksu	1197698,00	136,72	29,76
Toplam Toplanan Yağ	35631,00	4,07	100,00
Balast Slop	7642	0,87	21,45
OWS Slop	27989	3,2	78,55
İşlenen Ham Petrol	11707355	1336,46	100,00
Toplam Kazanılan Yağ	35631	4,07	0,3
Rafineri Slop	71865	8,2	0,61

5.3.2. Balast Tasfiye Sistemi

TÜPRAŞ'a gelen gemilerin balast suları 10 000 m³'lük 2 adet depolama tankına alınır.

5.3.2.1. Eğik Düzlem Yağ Ayırıcı

Balast suyu eğik düzlem yağ ayırıcılarının şarjı (OWS/TPS) yağlı atıksu kanalizasyonu, koyultucuda geri dönen sular ve sıyrılmış atıksu ile vakum filtresi filtratıdır.

Eğik düzlem yağ ayırıcı, eğik pozisyonda yerleştirilmiş plaka paketlerinin bulunduğu beton tanktan meydana gelmiştir. Sıyrıcı boru, yağın yüzeyden alınarak yağ hanesine aktarılmasını sağlar.

Eğik d¼zlem yağ ayırıcıya giren balast suları plaka paketleri arasından geçerler. Yağ ve suyun özgül ağırlıklarındaki farklılıktan dolayı , atık suda bulunan yağ kürecikleri yüzeye doğru yükselmeye başlarlar.

Yağ ve suyun ayrılması yatık elik plakalar arasında olmaktadır. Atık suyun girişi plakaların altından, çıkış ise plakalar üstünden olacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir plakanın altında oluşan yağ tabakası, plakaların üst ucuna doğru yavaşça itilirler. Tepeden ayrılan yağlar, büyük yağ damlaları zincirini oluştururken, temiz su oluşan zincir tabakaları arasından savağa doğru akar.

Eğik plakalı separatörün diğer bir görevi, türbülanslı akımı düzgün akım haline dönüştürerek yağ ayırma işlemini kolaylaştırmaktır.

Yüzeydeki ayrılan yağlar, gresler wakslı maddeler sıyırma borularından yağ haznesine aktarılırlar.

Kum veya pas gibi çökebilir katı parçacıklar eğik d¼zlem yağ ayırıcıya girişindeki bir bölmede toplanırlar ve çamur (sla) pompalarından geçerek koyultucuya pompalanırlar. Eğik d¼zlem yağ ayırıcıdan sıyrılan yağlar ise bir yağ haznesinde toplanır. Haznede toplanmış yağ, sıyırıcı yağ pompaları ile slop tankına transfer edilir. Yağ haznesi, ısınma aracı olarak buhar ısıtma Serpantini ile donatılmıştır. Serpantin yağın kolay pompalanması için gerekli olan yaklaşık 35 C'yi muhafaza etmek için, kış şartlarında kullanılır. Serpantin elle çalıştırılır.

5.3.2.2. Karıştırma Tankı

Eğik düzlemden gelen atık sular 350 dev/dk dönen karıştırıcıyla donatılmış karıştırma tankına gelir. Flokülasyon maddesi olarak kullanılan polimer çözeltileri burada sisteme girer. Min bekleme süresi 1.5 dk'dır.

5.3.2.3. Flokülasyon Tankları

Kimyasal madde ilavesini takiben atık sular, herbirinde iki hızda floklaşma karıştırıcısı yerleştirilmiş iki bölmeli flokülasyon tankına, alttan girer. Flokülasyon alüminyum sülfat (alum) gibi bir metal hidrata, polimer gibi flokülant maddesi ilave edilerek, sulu ortamda tam bir absorpsiyonla koloidal çökmenin sağlanmasıdır. Alum, maddelerin üzerindeki elektriksel yükleri nötrler ; polimer ise topaklanmayı sağlar. Polimerler uzun molekülü maddelerdir ve yağlı atık su tasfiye sisteminde anyonik polimer kullanılmaktadır.

Her bölümdeki floklaştırma karıştırıcıları sıvının hafif karıştırılması ve flok partiküllerinden birinin diğerleriyle ve asılı katı maddelerle çarpışması için yavaşça dönerler. Bunun sonucunda flok büyümesi başlar. Böylece ayrılmış asılı katı maddeler ve yağ partikülleri çözünmüş hava flotasyonu net bir şekilde uzaklaştırılabilir.

Flokülasyona tabi tutulmuş balast suları, alt kanaldan geçerek konik girişlerinden flotasyon havuzuna girerler.

5.3.2.4. Çözünmüş Hava Flotasyon Sistemi

Çözünmüş hava flotasyon tekniği, güç olan atıksu arıtma problemlerini çözümlemede faydalıdır. Bu problemler ağır yağların veya asılı katı maddelerle birlikte bulunan yağlı maddelerin tasfiyesidir.

Flotasyon, net bir özgül ağırlık azalması nedeniyle asılı ve yağlı maddelerin hava kabarcıklarına yapışmasından meydana gelir. Mikron büyüklüğündeki hava kabarcıkları, yüksek basınç altında havanın çözündüğü, tasfiye edilmiş atıksu risirkülasyon akımının atmosfer basıncına terk edilmesiyle oluşur. Basınç atmosfer basıncı şartlarına indiğinde aşırı çözünmüş hava (atmosfer basıncı altındaki aşırı doyma halinden) suyu çok küçük hava kabarcıkları şeklinde terkeder. Oluşan bu küçük hava kabarcıkları, asılı katı madde ve yağlı parçacıklara yapışır ve bunları köpük halinde su yüzeyine taşır. Yüzen bir çamur tabakası yüzeyi kaplar.

Atmosfer basıncında 20 C° 'de hava, su içerisinde 10 mg/l konsantrasyonda bulunur. 2.4 kg/cm² basınçta konsantrasyon 25-40 mg/l 'ye ulaşır. Aradaki fark açığa çıkan hava miktarını belirler. Flotasyon verimine bağlı olarak bazı katı partiküller havuz dibinde çökelirler.

Daha temiz atık su üretmek için flokülantlarla tasfiyeye ihtiyaç duyulur.

Balast suyu tasfiye sistemindeki çözünmüş hava flotasyon ünitesi, flokülasyon tanklarından gelen toplam 800 m³/sa debideki flokülasyona tabi tutulmuş balast suyunu tasfiye edebilir. Min bekleme süresi 35 dk'dır. Çözünmüş hava flotasyon sistemi, köpük ve çamur alma mekanizmalarıyla (hareketli köprü sıyırıcı ve kazıyıcı) donatılmış bir flotasyon havuzu bir hava çözme (doyurma) tankı ve iki

adet sirkülasyon pompası ihtiva eder. İçine çamur mixeri (karıştırıcı) ve iki dikey çamur pompası yerleştirilmiş çamur haznesi, çamuru koyultucuya transfer eder.

Toplam çıkış akımının %25-50'i oranında tasfiye edilmiş çözünmüş hava flotasyon ünitesi atıksuyundan bir risürküle (geridönüm) akımı, sirkülasyon pompalarından geçerek hava çözme tankına beslenir. Sistem havası çözme tankının tam üst akım girişinde risürküle hattıyla birleşir.

Sıkıştırılmış hava risürküle akımıyla birlikte 2.5-4 kg/cm² basınç altında hava çözme tankına girer. Burada hava tamamen çözünür.

Hava çözme tankının yan tarafına LS, limit şalteri yerleştirilmiştir. Bu enstrüman alt ve üst sınırlara göre ayarlanmıştır. Tanktaki sıvının seviyesi LC seviye kontrolörüyle tesbit edilerek elektrikli kumandayla servis havasının girmesini sağlayan vanayı açar veya kapatır. Böylece seviyeye göre servis havası basıncı ayarlanır.

Basıncılı ve havayla doldurulmuş akım, tankı terkeder ve basınç tahliye havaları ile herbir konik girişe özel dizaynla yerleştirilmiş difizörden geçerek flotasyon havuzuna girer. Basıncın açığa çıkması sırasında çok küçük hava kabarcıkları oluşur ve floklaşmış katı ve yağ parçacıklarına yapışır. Bu şekilde yüzeye doğru yükselir. Sürekli operasyon sonucunda, yüzeyde ince bir çamur tabakası oluşur.

Hareketli köprünün sıyrıcı bıçakları, köprünün ileri hareketiyle çamur tabakasını belirli aralıklarla sıyırlarken, kazıyıcı bıçaklar havuzun dip uçlarına yerleştirilmiş iki adet çamur çukuruna çökmüş çamuru taşırlar. Sıyrılmış çamur, setten taşarak çamur haznesine girer.

Alt kısımda köşe çamur haznesinde birikmiş çamur, havuzdan çamur hattına aktarılır. Bu hatta slaç akışı graviteyle olur. Belirli sürelerde açılır, kapanır, zamanlayıcı kumandalarla kontrol edilir. Burada zamanlayıcı üç yollu selenoid vanasına kumanda ederek, kontrol vanasının açılıp kapanmasını sağlar.

Çamur haznesinde karışmış çamur, buradan ilave tasfiye için dikey çamur pompalarıyla koyultucuya pompalanır. Çamur mikseri, çamur konsantrasyonunun homojen olmasını sağlar ve haznede çamurun çökmesini önler.

Artılmış çözünmüş hava flotasyon ünitesi atıksuları her iki yanda bulunan savaklardan taşar ve labirent kanalına verilirler. Labirent havuzları 3 ayrı bölmeden oluşmaktadır. Burada dinlenen atık sular denize deşarj edilmektedir.

5.3.2.5. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtım Tesisi Çıkış Suyu Analizleri

TÜPRAŞ balast suyu arıtım tesisinden numune alınarak analizleri yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 5.2.'de de belirtildiği gibi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ile karşılaştırılmış ve kirlilik parametrelerinin sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür.

Tablo 5.2. Balast Suyu Arıtım Tesisi Çıkış Suyu Analizleri

PARAMETRE	ORTALAMA	S.K.K.Y.
	<i>Deşari Noktası</i>	<i>Tablo 11.1-14.2</i>
BOD	29.00	50.00
COD	51.00	60.00
Yağ&Gres	3.20	10.00
Amonyak	9.17	20.00
Sülfat	0.3	1
Fenol	0.38	1
Fosfat	0	
pH	7.1	6-9
Bulanıklık	15.6	

BÖLÜM 6. KOCAELİ'NDE GEMİ ve İSKELELERDEN KAYNAKLANAN DENİZ KİRLİLİĞİ ve ÖNLENMESİ ÇALIŞMALARI

Bu bölümde Kocaeli'nde bulunan gemi ve iskeleler ele alınarak, gemilerden ve iskelelerden alınan balast - sintine suyu örneklerinin analizleri, Türkiye'de yalnız birkaç yerde bulunan SPECTRAFILE-IR Plus Cihazı'nda yapıldı.

6.1. İzmit Körfezi Liman ve İskeleleri Trafığı

Körfeze yılda çoğunluğu 100 000 DWT'den büyük 7 000 tanker ve 5 000 kuru yük gemisi olmak üzere toplam 12 000 geminin girip çıkması mümkündür. Mevcut yanaşma yerlerinin fiziksel ve servis kapasiteleri bu trafik akışını karşılayabilecek düzeydedir.

Bu düzeydeki deniz trafiğinin oluşmasını sağlayan liman ve iskelelerin % 95'lik bölümü, Şekil B.1.'de de görüldüğü gibi, Gebze ile Derince arasındaki kıyı şerinde olmak üzere Körfezin kuzey kesiminde yer almaktadır. Körfezin en uç bölgesi olan Derince'nin Doğu kesimindeki iç liman bölgesinde ise, Petrol Ofisi ve Seka İşletmeleri dışında önemli bir liman, iskele ve yanaşma yeri bulunmamaktadır.

6.2. Kocaeli'nin Deniz Taşımacılığı Potansiyeli

Kocaeli'nde hızlı bir sanayileşme olmakta ve buna bağlı olarakta GSMH (Gayri Safi Milli Hasıla) artmaktadır.

Tablo 6.1. Kocaeli'nde Sektörlerin GSMH'daki Yerleri

SEKTÖRLER	A (İl)	B (Türkiye)
Tarım (%)	2.30	16.65
Sanayi (%)	75.43	32.66
Hizmetler (%)	22.54	50.69

Tablo 6.2. Kocaeli'nin Türkiye İmalat Sanayii İçindeki Payı (DİE 1989)

PARAMETRE	A (İl)	B (Türkiye)	C (İlin Türkiye İçindeki Payı) %
İşyeri Sayısı *	188.00	5 471	3.44
İstihdam	58 233	962 774	6.00
Katma Değer **	7 004 339	44 393 250	15.78

Kocaeli'nin hem yurtiçi hem de yurtdışı ticari ilişkileri oldukça canlıdır. Gerek ülke ve uluslararası kara ve demiryolu üzerinde bulunması, gerekse denize açık olması ve kıyı şeridinde çok sayıda liman ve iskelelerin bulunması, bu konuda büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle dış ticaretin ülke düzeyindeki konumunu

göstermesi bakımından Tablo 6.3. ve uluslararası deniz taşımacılığı yönünden de Tablo 6.4., bu durumu çok iyi yansıtmaktadır.

Tablo 6.3. Kocaeli'nin Dış Ticaret Potansiyeli (1991 KSO)

	A (İl)	B (Türkiye)	C (İlin Türkiye İçindeki Payı) %
İhracat (Dolar)	829 093 881	12 959 000 000	6.39
İthalat (Dolar)	3 672 939 692	22 302 000 000	16.46
Dış Ticaret Açığı (Dolar)	-2 843 844 81	-9 343 000 000	30.44

1990 yılında Türkiye'den yapılan 12.9 milyar Dolarlık ihracatın % 6.39'u yani, 829 milyon Dolarlık kısmı Kocaeli'nden yapılmıştır. İlden yapılan 3.6 milyar dolarlık ithalat Türkiye'de yapılan 22.3 milyar Dolarlık ithalat içinde % 16.46'lık bir pay sahibidir. 112.8 milyar Dolarlık dış ticaret açığı ile Türkiye'deki dış ticaret açığının % 30.44'ünün doğmasına sebep olmaktadır. İlin ihracati ithalatının % 22.5'ini karşılayabilmektedir. Türkiye genelinde bu oran % 58.1'dir. (Bunun sebebi İldeki sanayi sektörünün ve bu sektör içindeki çok önemli bir pay sahibi olan petro-kimya alt sektörünün girdilerinin dışarıdan temin edilmesidir.)

Tablo 6.4. Kocaeli'nin Uluslararası Deniz Taşımacılığı Potansiyeli (Kocaeli Valiliği, KİE 1985-1994)

	1985		1990	
	A (İl)	B (Türkiye)	A (İl)	B (Türkiye)
Top. Giren Gemi Sayısı	650 01	12 212	1 670	133 337
Net Tonilato	5 222 358	50 003 821	7 610 818	62 688 945
Boş Giren Gemi Sayısı	244	3 328	417	4 003
Net Tonilato	1 175	23 240 642	952 970	28 794 361
Dolu Giren Gemi Sayısı	406	8 974	1 253	9 334
Net Tonilato	4 048 603	26 763 179	6 657 848	33 894 584
Boşaltılan Yolcu, Yük Sayısı		449 563		510 117
Hayvan (Baş)	1 300	196 935	9 601	40 727
Eşya (ton)	7 617 658	36 920 977	13 834 696	55 102 531
Kereste (m3)	28 525	175 023	574 272	1 401 558

6.3. Kocaeli'nde Mevcut İskele ve Gemiler

Kocaeli'nde bulunan liman, iskele sayıları ve gemi kabul kapasiteleri Tablo 6.5a., Tablo 6.5.b. ve Tablo 6.5.c.'de verilmiştir.

İzmit Liman Başkanlığı'nın yıllık dönem raporundan alınan bilgilere göre Kocaeli'nde bulunan limanlara 12.000 adet geminin giriş-çıkış yaptığı belirlenmiştir. Bu gemilerle 3.978.961 ton yükün limandan sevk edildiği, 9.010.334 ton yükün limana boşaltıldığı belirlenmiştir.

Tablo 6.5.a. Kocaeli'nde Bulunan Gemi ve İskeleler (İzmit Liman Başkanlığı 1996)

LİMANIN ADI VE RIHTIM ADI	(İSKELE RIHTIM UZUNLUĞU (m)	SU DERİNLİĞİ (m)	GEMİ KABUL KAPASİTESİ (gemi/yıl)	YÜKLEME- BOŞAL TMA KAPASİTESİ (ton/yıl)	AMBARLAR ALAN Top.Kap. (m2)	STOKLAMA SAH. ALAN Top.Kap. (m2)
DERİNCE 1	110	3-4	1250	5000000	10500	122120
DERİNCE 2	82	6-7	-	-	-	-
DERİNCE 3-4	440	10-12	-	-	-	-
DERİNCE 5	140	10-12	-	-	-	-
DERİNCE 6	220	10-12	-	-	-	-
DERİNCE 7	160	8-10	-	-	-	-
DERİNCE 8	120	3-4	-	-	-	-
KÖRFEZ BELEDİYESİ	240	6-8	120	120000	-	2400
SEKA 1	135	7-8	100	288000	-	-
SEKA 2	60	7-8	-	-	-	-
TÜRK PETROL	30	5-10	120	12000	-	-
PETROL OFİSİ	150	6-12	500	900000	-	-
TÜPRAŞ FAZ 1 A	50	6-14	2600	17700000	-	-
TÜPRAŞ FAZ 1 B	50	6-14	-	-	-	-
TÜPRAŞ FAZ 1 C	50	6-14	-	-	-	-
TÜPRAŞ FAZ 1 D	50	6-14	-	-	-	-
TÜPRAŞ FAZ 1 İÇ	50	6-14	-	-	-	-
TÜPRAŞ FAZ 1 DIŞ	50	6-14	-	-	-	-
TÜPRAŞ FAZ 2 KUZAY	100	14-15	-	-	-	-
TÜPRAŞ FAZ 2 GÜNEY	100	14-15	-	-	-	-
TÜPRAŞ PLATFORM İSK.	400	29-30	-	-	-	-
TÜPRAŞ KURU YÜK İSK.	45	6-10	-	-	-	-
PETKİM TUZ İSKELESİ	130	10-12	600	200000	3500	15000
PETKİM TANKER (PLATF.)	28	10-12	-	-	-	-
					4000	2000
					-	-

Tablo 6.5.b. Kocaeli'nde Bulunan Gemi ve İşkeleler (İzmit Liman Başkanlığı 1996)

LİMANIN ADI VE RIHTİM ADI)	RIHTİM UZUNLUĞU (m)	SU DERİNLİĞİ (m)	GEMİ KABUL KAPASİTESİ (gemi/yılı)	YÜKLEME- BOŞALTIMA KAPASİTESİ (ton/yılı)	AMBARLAR ALAN Top.Kap. (m2) (ton)	STOKLAMA SAH. ALAN Top.Kap. (m2) (ton)
PETKİM TANKER (PLATF.)	5	10 - 12	-	-	-	-
PETKİM KURU YÜK	320	6 - 12	-	-	-	-
KIZILKAYA (İSKELE)	210	7 - 24	200	1300000	1600	10000
KIZILKAYA (RIHTİM)	298	6 - 9	-	-	-	-
KLOR ALKALI	42	5 - 6	10	5000	430	-
TRANSTÖRK	91	7 - 8	60	35000	250	580
UPET-TOTAL	174	11 - 15	500	650000	-	-
SEDEF 1	123	7 - 15	300	400000	2400	13621
SEDEF 2	168	10 - 11	-	-	-	-
SEDEF 3	116	10 - 15	-	-	-	-
KARAYOLLARI	62	8 - 11	150	15000	-	-
ETERNİT	79	4 - 8	İŞ YAPMIYOR	İŞ YAPMIYOR	İŞ YAPMIYOR	İŞ YAPMIYOR
NUH ÇİMENTO (KÜÇÜK)	64	7 - 17	200	800000	7200	3250
NUH ÇİMENTO (BÜYÜK)	249	11 - 17	-	-	-	-
İZMİR KİMYA (SIV)	104	10 - 13	200	800000	2000	-
İZMİR KİMYA KURU YÜK-1	131	10 - 12	-	-	2000	34877
İZMİR KİMYA KURU YÜK-2	123	10 - 12	-	-	-	-
CAMAR PLATFORMU	12	8 - 11	200	60000	-	-
İGSAŞ (RIHTİM)	464	8 - 18	80	300000	50000	50000
İGSAŞ (TANKER İSKELE)	115	8 - 18	-	-	-	-
YARIMÇA GÜBRE	100	8 - 10	120	400000	60000	10000
ALTİNTEL	220	7 - 12	150	1000000	-	3515
AYGAZ PLATFORMU	9	7 - 10	220	300000	-	18600 M3
ALEMDAR 1	210	10 - 14	600	1600000	6500	60000

6.4. Sintine-Balast Suyu Ölçüm Cihazı Özellikleri

Tespit noktalarından alınan gaz numune analizleri, Çevre İl Müdürlüğü laboratuvarında bulunan SPECTRAFİLE-IR Plus cihazıyla infrared ışın absorpsiyon sistemiyle yapılmaktadır.

Cihazın Teknik Özellikleri:

Marka	: MIDAC
Işık Kaynağı	: 1550 K IR Radyasyon
Ölçüm Aralığı	: 7800 - 350 cm^{-1}
Dedektör	: DTGS Oda Sıcaklığı
Açılım	: 1,0 cm^{-1}
Doğruluk	: > 0,01 cm^{-1}
Bilgisayar:	: Bir adet 486 DX mikro işlemci ile çalışan PC

Sintine veya balast analizleri SPECTRAFİLE-IR Plus cihazıyla yapılmaktadır. Sintine veya balasttan dolayı deniz kirliliği meydana geldiğinde; deniz kirliliği mahallinden ve çevresinde bulunan gemilerin sintine ve balast tanklarından ayrı ayrı numuneler alınmaktadır. Alınan numunelerin cihazda ayrı ayrı infrared spektrumları çekilmektedir. Numunelerin herbirinin infrared spektrumları, deniz kirlilik mahallinden alınan numune infrared spektrumları ile karşılaştırılmaktadır. Deniz kirlilik mahallinden alınan numune infrared spektrumları pikleriyle, herhangi bir gemi sintine veya balast tankından alınan numune infrared spektrum piklerinin uyum gösterdiği tespit edildiğinde, sintine veya balast kirliliğine neden olan gemi tespit edilmektedir.

Bu cihazda başka analizler de yapılmaktadır.

Ortam Havası (Gaz) Analizleri : Gaz analizleri, SPECTRAFİLE-IR Plus cihazıyla infrared ışın absorpsiyonuna göre yapılmaktadır. Bu sistemde, cihaza karakteristik ve vakumlamaya elverişli gaz numune alma kapları kullanılmaktadır. Alınan numune veya numuneler cihaza enjekte edilip, infrared spektrumları alınmaktadır. Alınan gaz spektrumlarının her birinin, referans gaz kütüphanesindeki 148 adet gazlarla karşılaştırmaları yapılarak, herbir numunede bulunan gazlar, miktarlarıyla birlikte tesbit edilmektedir.

Benzin Analizleri : Benzin analizleri, SPECTRAFİLE-IR Plus cihazıyla infrared ışın absorpsiyonu sistemine göre yapılmaktadır. Bu analiz sisteminde cihaza rafineri çıkışı normal benzin, süper benzin, kurşunsuz benzin, kalorifer yakıtı, gaz yağı ve motorin gibi akaryakıt maddelerinin spektrumları yüklenmiştir. Analizi yapılmak üzere getirilen sahte normal benzin, kurşunsuz benzin gibi akaryakıt numune veya numunelerinin spektrumu alınıp, cihazda bulunan rafineri çıkış karşıt spektrumuyla karşılaştırmaları yapılarak, toluen, ksilen ve benzen miktarları hesaplanmaktadır. Hesaplanan miktarların, standart değerleriyle karşılaştırmaları yapılmaktadır.

Ayrıca atıksuda yağ gres analizide yapılmaktadır.

6.5. Sintine ve Balast Suyu Analizleri

5 ayrı gemiden sintine ve balast suyu numuneleri alınmış, kirliliğin olduğu deniz yüzeyinden numuneler alınmış ve SPECTRAFİLE-IR Plus cihazında analizleri yapılarak, grafikler halinde verilmiştir. (Şekil B.3.a., B.3.b., B.3.c., B.4.a., B.4.b., B.4.c., B.5.a., B.5.b., B.4.c.,de verilmiştir.)

X, Y, Z gemilerinin bulunduğu bölgeden ve X, Y, Z gemilerinin sintine sularından numuneler alınarak analizleri yapılmıştır. X gemisinin sintine suyu spektrumu ile deniz kirlilik numunesinin spektrumları çakıştığından, kirliliğin X gemisinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

X, Y, Z gemilerinin bulunduğu bölgeden ve X, Y, Z gemilerinin balast sularından numuneler alınarak analizleri yapılmıştır. Ancak hiçbir geminin balast suyu spektrumları ile deniz kirlilik numunesinin spektrumları çakışmadığından balast sularının bu gemilerden atılmadığı sonucuna varılmıştır.

L, K, M gemilerinin bulunduğu bölgeden ve L, K, M gemilerinin balast sularından numuneler alınarak analizleri yapılmıştır. L gemisinin balast suyu spektrumu ile deniz kirlilik numunesinin spektrumları çakıştığından, kirliliğin L gemisinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

L, K, M gemilerinin bulunduğu bölgeden ve L, K, M gemilerinin sintine sularından numuneler alınarak analizleri yapılmıştır. Ancak hiçbir geminin sintine suyu spektrumları ile deniz kirlilik numunesinin spektrumları çakışmadığından sintine sularının bu gemilerden atılmadığı sonucuna varılmıştır.

6.6. Kocaeli'nde Deniz Kirliliği Denetleme Çalışmaları

Deniz kirliliğinde denetleme ve ceza yetkisi, Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde, Büyükşehir Belediyesi'ne aittir. Ancak İzmit Büyükşehir Belediyesi'nin yeterli ekipmanı bulunmadığından, bu görevi Valilik nezdinde Çevre İl Müdürlüğü yürütmektedir. Büyükşehir Belediyesi sınırları dışında kalan alanlarda, denetleme

çalışmaları Çevre İl Müdürlüğü tarafından yürütülmekte ve kesilen cezalar Çevre Bakanlığı'na aktarılmaktadır.

6.6.1. Deniz Kirliliğinin Giderilmesi İçin Çevre İl Müdürlüğü'nün Çalışmaları

Deniz kirliliği meydana geldiğinde, Çevre İl Müdürlüğü teknik elamanlarınca kirlenmenin olduğu bölgede 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 21, 22, 23 ve 24. maddelerine göre işlemler yapılır :

- Gemi ile ilgili Kirlenme Kontrol Formu doldurulur,
- Kirliliğin olduğu bölgeden numune alınır,
- Kirliliğin olduğu bölgenin çevresindeki gemilerin sintine ve balast tanklarından numune alınır.
- Liman Başkanlığı'na bilgi verilip, numune alınan gemilerin çıkışları, sintine ve balast suyu analiz işlemi sonuçlanıncaya kadar durdurulur.
- Yapılan tüm işlemler Tutanak tutularak belgelenir.
- Suçu tesbit edilen gemiler için cezai işlemler uygulanır.

Deniz kirliliğinin giderilmesi için;

1. Kocaeli İli'nde mevcut iskele ve limanların periyodik olarak denetimi,

2. Körfez’de demirli bulunan gemiler ve tankerlerin mevcut (Tarım İl Müdürlüğü, Körfez Belediyesi, Sahil Güvenlik, Liman Başkanlığı, Gümrük Muhafaza Müdürlüğü) botları ile denetimi,

3. Körfez’de denize bağlantılı tüm dere ve kanalların kirlilik yüklerinin takibi, ilgili kurum ve kuruluşların uyarılması,

4. Sahil Güvenlik helikopteri ve vatandaşlar tarafından deniz kirliliği ile ilgili bildirilen ihbarların değerlendirilmesi,

5. İçme suyu havzası olan Sapanca Gölü’nün Kocaeli İli sınırları içerisinde kalan yerleşim yerleri ile kirletici unsurlarının tespiti ve bertarafı ile ilgili çalışmalar.

6.6.2. Deniz Kirliliğinin İzmit Büyükşehir Belediyesi’nin Çalışmaları

İzmit Büyükşehir Belediyesi’nin gerçekleştirmiş olduğu İzmit Entegre Çevre Projesi ile İzmit Körfezi’nin temizlenmesi hedefine en büyük adım atılmaktadır.

Proje içerisinde yer alan kollektör , Doğu, Batı, Güney bölgelerindeki sanayinin atıksularını toplayacak şekilde tesis edilmektedir. Arıtma günde 35 000 m3 atıksu arıtılacak düzeyde yapılmaktadır.

Bugüne kadar kirli suların bırakıldığı dereler oldukça kirlenmiştir. Dere tabanlarında çok kirli çamurlar birikmiştir. Ayrıca derelere çevre yerleşim birimlerinden gelen katı atıklar bırakılmaktadır.

Arıtma devreye girdikten sonra derelere kirli sular gelmeyecektir, ancak mevcut kirli çamurlar kirletmeye devam edecektir. Bu çamurların alınması ve Derelerin betonla kaplanması planlanmıştır.

6.7. İzmit Körfezi'nde Deniz Kirliliğinin Önlenmesi ve Müşterek Mücadele Protokolü

İzmit Körfezi'nde Deniz Kirliliğinin Önlenmesi ve Müşterek Mücadele amacıyla Kocaeli Valisi başkanlığında, Donanma Komutanlığı, İzmit Belediye Başkanlığı, TÜPRAŞ Rafine Müdürlüğü, SEKA, Petrol Ofisi, Shell, Petkim arasında ortak bir protokol hazırlanarak imzalanmıştır. Bahse konu olan protokol metni aşağıda belirtilmiştir.

İlgi :

- a) 2872 sayılı (11.08.1983) Çevre Kanunu
- b) Hıfzısıhha Kanunu
- c) 1380 sayılı Su Ürünleri ve Limanlar Kanunu
- d) 2 Ekim 1983 MARPOL Sözleşmesi
- e) 5442 sayılı İl İdaresi Kanunu
- f) 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Önlemlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun
- g) 6/ 3150 sayılı Sivil Savunma ile ilgili Teşkil ve Tedbirler Tüzüğü
- h) 7/10357 sayılı Bakanlar Kurulu Yönetmeliği
- ı) 25.12.1992 tarih ve B.19.4.İÇM 4.41.2.0.2.0 sayılı Kocaeli Valiliği yazısı.
- k) 20.02.1992 tarihli Kocaeli İli İl Yangın Koordinasyon Kurulu Kararı ve Protokolü

İlgide belirtilen kanun tüzük ve yönetmelikler doğrultusunda endüstriyel ve liman faaliyetleri ile deniz trafiğinin yoğun olduğu İzmit Körfezi'nde, beraberinde yangın riskini getirebileceğinden ve insan çevre sağlığını tehdit edebileceğinden meydana gelebilecek petrol ürünleri ile kimyasal ve benzeri madde döküntü ve yayılmalarının en kısa zamanda kontrol altına alınması gerekmektedir.

Bu nedenle, Körfezde kıyısı bulunan veya kıyıya çok yakın yerde yeralan tüm askeri, kamu ve özel kuruluşlar deniz kirliliğinin önlenmesi ve temizlik faaliyetlerinin yürütülmesine imkan verecek özel teçizat, donanım ve cihazları temin etmek ve gerekli durumlarda bir organizasyon ve plan doğrultusunda müşterek kullanıma hazır bulundurmak amacıyla bu protokolün hazırlanmasına karar verilmiştir.

1. İzmit Körfezi'nde meydana gelecek döküntü kirlenme halinde Körfez emniyetinin sağlanması ve gemi trafiğinin kontrol altına alınması amacıyla durum Liman Başkanlığı'na bildirilecektir.
2. İzmit Körfezi'nde insan ve çevre sağlığını tehdit edebilecek yayılmalar ve döküntüler karşısında yardım talebi Kocaeli Valiliği'nce Donanma Komutanlığı'na bağlı Gölcük Ana Üs Komutanlığı'na ve diğer sivil ve kamu kuruluşlarına telefonsuzla yapılacaktır. Talep daha sonra bir yazı ile desteklenecektir.
3. Gölcük Ana Üs Komutanlığı'ndan talep edilecek yardımlarda döküntü mahalline intikal edecek askeri birlik komutanı o mahalde bulunan kamu ve özel kuruluşlarla karşılanacaktır.

4. Gölcük Deniz Ana Üs Komutanlığı'nca yapılacak yardım talebi Kocaeli Valiliği'ne telsiz-telefonla bildirilecek ve talep daha sonra Gölcük Deniz Ana Üs Komutanı imzalı bir yazı ile desteklenecektir.

5. Valilik kanalı ile istenen yardım taleplerinde tüm askeri, kamu ve özel kuruluşlar, deniz kirliliğinin önlenmesi ve temizlik çalışmalarının süratle başarıya ulaştırılması için ellerindeki tüm imkanları seferber edeceklerdir.

6. Temizlik faaliyetleri esnasında yardıma gelen unsurlara ait yağ emici petler (oil-solvent) kimyasal bariyer, köpük gibi harcanan, kullanılan ve geri kazanılmayan malzemenin bedeli Kocaeli Valiliği ve askeri -kamu-özel kuruluşların temsilcilerinden oluşturulacak bir "Tesbit Komisyonu" nca belirlenecek, bedel 2872 sayılı yasanın 3-e maddesinde Kirleten Tarafından Ödenecektir. Kirletenin belli olmaması halinde kirleten hukuki yollarla belirlenir.

7. Körfezde kıyısı bulunan veya kıyıya çok yakın bir yerde yeralan tüm askeri, kamu ve özel kuruluşlar gemi ve deniz operasyonları yanısıra sınırları içinde bulundurdukları ve/veya ürettikleri petrol türevlerinin ve çevreyi kirletici kimyevi maddelerin gerektirdiği önlemlerde gözönüne alarak muhtemel çevre ve deniz kirliliğine karşı gerekli olan tüm teçizat ve cihazları temin edeceklerdir. Bu konuda belirtilen malzeme özellikleri dikkate alınacaktır.

8. Muhtemel bir döküntü sırasında çevre ve deniz kirliliğinin kontrol altına alınması ile temizlik faaliyetleri, Valilikce oluşturulacak yardıma giden askeri-kamu-özel kuruluşlar ile Liman Başkanlığı bünyesindeki teknik düzeyde temsilcilerden oluşacak bir heyet tarafından organize edilecektir.

Bu doğrultuda teknik heyet tarafından karar verildiğinde Kurum ve kuruluşlarınca iskelelerinde veya açığında bulunan ve deniz kirliliğine yolaçan hasarlı ve batma tehlikelerine maruz kalan gemiler hasarı müdahaleyi kolaylaştırmak ve döküntüyü kontrol altına almak amacıyla buldukları mahalden çelilerek emniyete alınması kararlaştırılmıştır.

9. Madde 7’de belirtilen kuruluşlar bünyelerinde çevre/deniz kirliliği ile mücadele ekipleri oluşturmalarından ve bu ekiplerin eğitim ve faaliyet imkanlarını en üst düzeye getirilmesinden sorumludur.

10. İzmit Körfezi’nde meydana gelebilecek deniz kirliliği ile ilgili olarak yapılacak ihbar ve yardım talepleri ile bu doğrultuda temizlik çalışmalarını yürütecek olan askeri, kamu ve özel kuruluşlara ait deniz ve kara unsurlarının arasındaki muhabere organizasyonu sağlanacaktır.

11. İzmit Körfezi’ni tehdit edecek büyük çaplı bir deniz ve çevre kirliliğini kapsayan mücadele çalışmalarını yürütebilmek amacıyla tavsiye olunan toplam asgari malzeme ve ekipman Deniz Komitesi tarafından belirtilmiştir.

12. Bu protokol kapsamındaki tüm kuruluşlar, malzeme tedariki ve eğitim ile ilgili çalışmaları üçer aylık dönem raporları ile Deniz Komitesine bildirecektir. (Donanma Komutanlığı hariç)

13. Çevre ve deniz kirliliğinin önlenmesi, temizlik çalışmaları ile ilgili tatbikat senede bir kez yangın tatbikatı ile müşterek planlanacaktır.

14. Bu protokol hükümleri İzmit Körfezi'nde meydana gelebilecek deniz kirlenmeleri/döküntüler için geçerlidir.

15. Bu protokol 15 maddeden ibarettir. Bu protokol Kocaeli Valiliği ilgi (i) gereği teşkil ettirilmiş Körfezde kirlilik yayılmalarına karşı Mücadele Koordinasyon Kurulu'nda ve Donanma Komutanlığı'nda 20 Ocak 1993 ve 27 Ocak 1993 tarihlerinde incelenerek uygun görülmüştür.

Daha sonra bu protokol Koordinasyon Kurulu tarafından onaylanmıştır.

6.8. Deniz Kirliliği Yaratan Gemilere Uygulanan Cezai İşlemler

2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak çıkarılan 03.11.1987 tarih ve 19623 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren " Gemi ve Deniz Araçlarına Verilecek Cezalarda Suçun Tesbiti ve Cezanın Kesilmesi İle Kullanılacak Makbuzlara Dair Yönetmeliği " nin 16. maddesi gereğince cezai işlemler uygulanmaktadır. 16. madde ;

Madde 16 - 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Kanunun 4/6/1986 tarih ve 3301 sayılı Kanunla değişik 22. maddesi gereğince, kirlenme yasağına uymayan ;

A - Kirli balast tahliyesi yapan tankerlerden ;

- a) 1000 (dahil) gros tona kadar olanlara 5 milyon lira,
- b) 1000 ila 5000 (dahil) gros ton arasındakilere 10 milyon lira,
- c) 5000 gros tondan fazla olanlara 50 milyon lira,

B - Tankerler dahil diğer tđm gemilerin her tđrlđ atık ve artık dđkmeleri, sintine tahliye yapmaları ve tankerler haricindeki gemilerin kirli balast basmaları halinde ;

a) 18 (dahil) ila 1000 (dahil) gros ton arasındakilere 5 milyon lira, karıştırarak çalışan motorlu teknelerin eksoz kirletmeleri hariç) deniz vasıtalarına 300 bin lira, para cezası verilir.



BÖLÜM 7. DENİZDE PETROL KİRLENMESİ

7.1. Petrol Kirlenmesine Genel Bakış

Bilindiği gibi, dünya yüzeyindeki tüm ülkelerin enerji gereksinimleri ve teknik gelişmeleri, deniz üzerinden çok büyük miktarlarda petrol ürününün tüketici ülkelere taşınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu taşımalar sürecinde, gittikçe artan bir şekilde deniz kazaları oluşmakta ve deniz ortamı bu kazalar sonucunda denize dökülen petrol ürünlerinden ciddi boyutta kirlenmektedir.

Bu kazalar dışında da, gemilerin normal işleyişi ile ilgili olarak, sintine sularının boşaltılması, tankların yıkanması gibi bazı işlemler nedeni ile, denize bırakılan petrol ürünlerinin, yaklaşık 1 milyon ton/yıllık azımsanmayacak boyutlara ulaşan miktarı, dünya ülkeleri ve toplumlarda haklı endişelere yol açmıştır.

Bunu doğal sonucu olarak, BM çerçevesinde yapılan girişimin bir sonucu olarak MARPOL sözleşmesi, deniz üzerinden yapılacak çalışma nedeni ile meydana gelecek kirlenmeleri önlemek amacı ile hazırlanmış, Türkiye'de bu anlaşmaya 1990 yılında taraf olmuştur.

MARPOL sözleşmesi içeriğinde özellikle ele alınan konular :

- 1 - Denizlerin petrol atıkları ile kirlenmesi,
- 2 - Gemilerle taşınan zararlı sıvı maddelerin yapacağı deniz kirlenmesi,

3 - Paketlenmiş olarak gemilerle taşınan zararlı maddelerin yapacağı kirlenmeler,

4 - Gemilerden denize ulaşan insan atıklarının yapacağı kirlenme,

5 - Gemilerden atılan çöplerin yapacağı kirlenme.

Bunların önlenmesi için, gemilerin bünyesinde, deniz ortamında ve yanaşma limanlarında (karada) alınması gereken önlemler ele alınmaktadır.

Bu kirlenme tiplerinden en önemlisi olan petrol kirlenmesi, denizlerimizde çok önemli etkiler yapmış ve yapmaktadır. Türkiye'yi çevreleyen denizlerde kaza sonucu kasten ve/veya bilinçsizce denize ulaşan petrol atıkları, su yüzeyinin film tabakası ile kaplanmasına, katran yumrularının oluşumuna, plajların kirlenerek dinlence imkanlarının kısıtlanmasına, ortamda yaşayan canlıların ölmelerine özellikle de denizin çeşitli kullanım şekillerinin zarar görmesine vb. olaylara yolaçmaktadır.

Tablo 7.1.' de deniz kirliliğine neden olan petrol ürünlerinin atık kaynaklarına dağılımı gösterilmiştir.

Tablo7.1.Denize Bırakılan Petrol Ürünlerinin Atık Kaynaklarına Göre Dağılımı (ARTÜZ 1992)

	Miktar 10 ⁴ ton/yıl	Yüzde (%)
LOT Tankerleri	0,31	14,8
Liman (Yükleme/Boşaltma)	0,77	36,1
Gemi Havuzlama	0,25	11,7
Liman (Yükleme/Boşaltma)	0,003	0,1
Tank Yıkama	0,5	23,5
Tanker Kazaları	0,2	9,4
Diğer Kazalar	0,1	4,6
Toplam	2,13	100

Petrol bileşiklerinin deniz ortamında bulunması dört ayrı grupta ele alınmaktadır.

- 1 - İnsan tarafından suya bırakılan veya kaza sonucu denize dökülen petrol bileşikleri,
- 2 - Denizel organizmaların fizyolojik ve metabolik faaliyetleri sonucu üretilen hidrokarbon bileşikleri,
- 3 - Deniz dibi katmanlarından doğal olarak su içine sızan petrol ürünleri,
- 4 - Petrol ürünlerinin işlendiği rafineriler veya petrol sondajlarından kaynaklanan ürünler.

Bu nedenle deniz ortamında rastlanan bir hidrokarbon bileşiğinin hangi kaynaktan geldiğini saptamak her zaman kolay ve olası da değildir.

Tablo 7.2'de deniz ortamında rastlanan petrol atıklarının yaklaşık miktarları ve kaynakları belirtilmiştir.

Tablo 7.2. Deniz Ortamında Rastlanan Petrol Atıklarının Yaklaşık Miktarları ve Kaynakları (ARTÜZ 1992)

Kaynaklar	Miktar 10*ton/yıl	Yüzde (%)
Deniz Ulaşımı	2,133	35
Denizel Petrol	0,08	1
Kıyı Rafinerileri	0,2	3
Endüstri Atıkları	0,3	5
Evsel Atıklar	0,3	5
Yağmur/Sokak Suları	0,3	5
Akarsular	1,6	26
Karasal Petrol Kuyuları	0,6	10
Atmosfer Çökelekleri	0,6	10

Söz konusu petrol ürünleri çok değişik fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduklarından, deniz ortamında yaratacağı etkiler de çok farklı olabilmektedir. Bu nedenle ilk önce ham petrol konusuna kısaca değinmek yararlı olacaktır.

Bilindiği gibi, ham petrol yer kabuğu katmanları arasında kalan hayvansal ve bitkisel maddelerin basınç ve ısı etkisi ile ayrışması yolu ile oluşan, bileşimi oldukça karmaşık ve bölgeden bölgeye kompozisyon ve özellikleri farklılık gösteren doğal bir üründür. Petrol başlıca Parafinik ve Naftanik hidrokarbonlarla, kükürt (S), Oksijen (O) ve Nitrojen (N) içeren bileşiklerin bir karışımıdır. Ayrıca bileşiminde, eser miktarlarda metal bileşikleri de bulunabilir.

1950'lere kadar ham petrolün, benzin, mazot, fuel-oil gibi ürünlere ayrıştırılması, yani rafinezisyonu, kuyuların bulunduğu yörelerde yapılmakta idi. Bu süreçte deniz üzerinden gerçekleşen taşımacılıkta rafine edilmiş petrol ürünlerinin taşınması söz konusu olmakta idi. Daha sonraları bu işlemler gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde yapılmaya ve rafine ürünler yerine ham petrol taşımaya başladı. Bu ise,

tankerlerin gittikçe daha büyümesine ve 0.5 milyon ve daha yukarı miktarlarda tankerlerin yapımına yol açmış oldu.

Dünya yıllık ham petrol üretimi ise, 1962'de 1.260 milyon ton'dan 1972'de 2.600 milyon ve 1980'de 3.500 milyon tona yükselmiştir. Petrol ürünlerine karşı artan bu talep ve karalardaki kaynaklardaki yetersizlik, üreticileri deniz dibindeki kaynakları aramaya ve işletmeye yöneltmiştir.

Gerek taşımacılık gerekse petrol arama faaliyetleri ile açık deniz alanlarında oluşan petrol kirlenmelerinin yanısıra, hammaddenin boşaltılmasındaki kolaylık nedeni ile, genellikle dalga ve rüzgar etkilerine karşı korunan kıyı kesimlerinde kurulan rafineriler, boşaltma ve yükleme sürecinde veya proses nedeni ile denize ulaşan atıksuları ile bu yarı-kapalı bölgelerin ağır şekilde kirlenmesine neden olmaktadır.

Sözkonusu rafinerilerde destilasyon (damıtma) ve parçalama yöntemleri uygulanarak ham petrolden elde edilen ürünlerin % 55-98'i hidrokarbonlardan oluşmaktadır.

Bu hidrokarbonları kökenlerine göre ayıracak olursak, % 30'unun Parafinik (Alkanlar) Hidrokarbonlardan, % 50'sinin Naftenlerden (Sikloalkanlar), % 15'inin Aromatik bileşiklerden ve % 5'inin Oksijen (O), Kükürt (S) ve Nitrojenli (N) hidrokarbon bileşiklerden oluştuğu görülür.

7.1.1. Alkanlar (Parafinik Hidrokarbonlar)

Bu gruba giren hidrokarbonlar tek karbonlu, Metan (CH_4) ve 2 karbonlu Etandan başlayarak 60 ve daha fazla karbon atomu içeren ($\text{C}_{60}\text{H}_{122}$ mikrokristalin mum) bileşiklere kadar uzanır. Bunlar düz zincirli veya dallanmış bir karbon iskeletine sahiptirler. Petrol ürünlerinde düz zincirli bileşikler baskındır.

7.1.2. Sikloalkanlar (Naftenler)

Bunlar 5 veya 6 karbon atomu halkasına sahip (monosiklik) siklopentan ve sikloheksan türevleri ile, bazı çok halkalı (polisiklik) maddelerden oluşurlar. Bu halkalarda alkil gruplarında yer aldığı görülmektedir.

7.1.3. Aromatikler

Bunlar ham petrolde nadiren bulunurlar. Benzen ve toluen, ksilen gibi, alkil benzenlerden oluşurlar. Bunlara ek olarak benzenin yüksek kaynama fraksiyonlarında polinükleer aromatik hidrokarbonlar da yer alırlar. Polinükleer aromatik hidrokarbonlardan alkil naftalinlere, diğer bir grubu oluşturan bifenillere oranla daha sık rastlanır.

Ham petrolde Oksijen (O) içeriği yaklaşık % 42 dolaylarındadır. Nitrojen (N) ise % 0,05-0,8 kadardır. Kükürt (S), gerek elementer, gerekse bileşikler halinde ham petrolün yaklaşık % 5-6'sını oluşturur. Bu bileşiklerin başlıcaları, hidrojen sülfür (H_2S), merkaptanlar ile alifatik ve siklik sülfürlerdir.

Ham petrol içeriğinde yeralan ve ekolojik açıdan en önemli elementler Vanadium (V) ve Nikel (Ni) dir. Bunların miktarları (5-40 g/ton) ham petrolün asfaltlaşması ile artış gösterir. Bunlar dışında ham petrol içeriğinde demir (Fe), Kobalt (Co), Krom (Cr), civa (Hg), Arsenik (As) gibi elementler de bulunmaktadır.

Bütün bu hidrokarbon bileşikleri ve eser elementler ortamda bulunuş yoğunluklarına bağlı olarak ekosistemde dolaylı veya direkt zararlı etkilere neden olurlar. Deniz ortamına kaza veya başka yollardan ulaşan ham petrolün ekosistemde ne gibi zararlar yapabileceğini kestirebilmek için, hampetrolü oluşturan hidrokarbon türleri ve bunların fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu bilgiler hasar tesbiti için dayanak oluşturma açısından da gerekli olmaktadır.

Tablo 7.3.'de bu ham petrol içeriğine ilişkin özellikler belirtilmiştir.

Ham petrol ve rafine petrol ürünleri genellikle sudan daha hafiftir ve su yüzeyine hızlı bir şekilde yayılma özelliğine sahiptir. Bu yayılma, belirli bir süre sonra etki alanında kalan deniz yüzeyini bir film şeklinde kaplar ve rüzgar ve akıntı etkisi ile uzak mesafelere yayılır. Her ne kadar insan etkisinden uzak deniz bölgelerin de petrol kirlenmesine rastlamak olası ise de, esas yoğunluk, petrolün üretildiği yer ile rafineriler arasında kullanılan rotalar ve yoğun yerleşim bölgelerine yakın sularda gözlenmektedir.

Denize dökülen petrol, deniz yüzeyinde dağıldıktan hemen sonra, değişime uğramaya başlar. Deniz yüzeyinde dağılan ve film oluşturan petrolün türüne ve bileşimine bağlı olarak gelişen fiziksel ve kısmen de kimyasal değişimler gözlenir. Bu değişimlerin hız ve derecesi kesin olarak bilinmemekle birlikte, genel hatlarıyla doğruya yakın tahmin etmek olasıdır.

Tablo 7.3. Ham Petrol İçeriğinde Yeralan Hidrokarbon Türleri ve Fiziksel Özellikleri (ARTÜZ 1992)

Bileşik	Karbon Sayısı	Kaynama Noktası (°C)	Erime Noktası (°C)	Yoğunluk	Sudaki Çözünürlüğü
PARAFINLER					
Metan	1	-161.5		0.424	90 ml/l (20°C)
Etan	2	-88.5		0.546	47 ml/l (20°C)
Propan	3	-42.2		0.542	65 ml/l (18°C)
Bütan	4	-0.5		0.579	150 ml/l (17°C)
Pentan	5	36.2		0.626	360 ppm (17°C)
Heksan	6	69		0.66	139 ppm (15.5°C)
Heptan	7	98.5		0.684	52 ppm (15.5°C)
Oktan	8	125.7		0.703	15 ppm (15.5°C)
Nonan	9	150.8		0.718	
Dekan	10	174.1		0.73	
Undekan	11	195.9		0.741	
Dodekan	12	216.3		0.766	
Tridekan	13	235.6	5.5	0.756	
Tetradekan	14	253.6	6	0.763	
Pentadekan	15	270.7	10	0.769	
Heksadekan	16	287.1	18	0.773	
Heptodekan	17	302.6	22	0.778	
NAFTENLER					
Siklopropan	3	33			
Siklobütan	4	13			
Siklopentan	5	49.3		0.751	
Metilsiklopentan	6	71.8		0.749	
Sikloheksan	6	80.7		0.779	
Metilsikloheksan	7	100.9		0.769	
Etilsiklopentan	7	103.5		0.763	
Etilsikloheksan	8	131.8		0.788	
Trimetilsikloheksan	9	141.2		0.777	
AROMATİKLER					
Benzen	7	80.1		0.879	820 ppm (22°C)
Toluen	8	110.6		0.866	470 ppm (16°C)
Etilbenzen	8	136.2		0.867	140 ppm (15°C)
p-Ksilen	8	138.4		0.861	
m-Ksilen	8	139.1		0.864	
o-Ksilen	9	144.4		0.874	
iso-Propilbenzen	9	152.4		0.864	
n-Propilbenzen	10	159.2		0.862	60 ppm (15°C)
Naftalin	11	217.9	80.2	1.145	
2-Metilnaftalin	11	241.1	37	1.029	
1-Metilnaftalin	12	244.8	22	1.029	
Dimetilnaftalin	13	262	18	1.016	
Trimetilnaftalin	14	285	92	1.01	
Antrasen		354	216	1.25	

Suda yayılan petrol ürünü partikül, emülsiyon veya çözünmüş maddeler şeklinde olabilir. Bu maddelerin deniz ortamındaki davranışı, suya ulaştıkları zamandaki

fiziksel yapılarına ve özellikle de suyun sıcaklığı, tuzluluğu ve bunların fonksiyonu olan yoğunluğuna bağlıdır.

Petrolün deniz ortamında geçirdiği evreler :

- 1 - Buharlaşma,
- 2 - Çözünme,
- 3 - Emülsiyon,
- 4 - Sedimantasyon-Çökelme,
- 5 - Oksidasyon,
- 6 - Mikrobiyal ayrışma, şeklinde özetlenebilir.

Kutuplara yakın soğuk bölgelerde denize ulaşan petrolün ayrışması biyo-degradasyonu (biyolojik prosesler ile ayrışması) çok yavaştır. Buna karşın tropik ve ılıman bölgelerde denize akan petrol, güneş ışınları ve oksijen etkisi ile biyolojik prosesler ile ayrışmaya ve polimerizasyona uğrar. Bunun sonucu olarak, genellikle sudan daha hafif olan petrol atığının yoğunluğu artar ve derine doğru, zemine kadar çökebilir.

Türkiye koşullarını gözönüne alınırsa, biyo-degradasyonun yüzey suyu sıcaklığına göre, kış aylarında yavaş ve yaz ayları koşullarında ve Karadeniz'e oranla Doğu Akdeniz ortamında daha hızlı olacağı kestirilebilir.

Ham petrol buharlaşma sonucu deniz yüzeyinde % 25-30 oranında kayba uğrar. Bir miktar petrol ise, suda eriyik haline dönüşür. Bu iki olay, atık petrolün dibe çökmesine yetecek kadar yoğunlaşmasını sağlar.

Tablo 7.4.'de denize dökülen ham petrolün geçirdiği değişimler ve bu değişimler için gerekli süreler gösterilmiştir.

Tablo 7.4. Denize Dökülen Ham Petrolün Geçirdiği Değişimler (ARTÜZ 1992)

Değişimler	Süreler (gün)	Yüzde Oranı (%)
Buharlaşıma	1-10	25
Çözünme-Çözeltili	1-10	5
Fotokimyasal Ayrışma	10-100	5
Mikrobiyal Ayrışma	50-500	30
Süspansiyon-Çökelme	100-1000	15
Petrol Kalıntısı	1000	20
Toplam		100

İçeriğinde yüksek oranda mumsu madde bulunan petrol türlerin viskozitesi çok yüksek ve biyolojik prosesler ile ayrışması çok yavaştır. Bu nedenle bu tür petrol atıkları dalga hareketleri ile katran yumruları haline dönüşür ve sahile vururlar. Bunların oluşumunda tankerlerin yıkanması ve sintine suları önemli rol oynar.

7.2. Ham Petrolün Deniz Ekosisteminde Birikimi

Ham petrolün abiyotik sistemdeki birikimi, su kütlesindeki ve sedimentteki birikim olarak iki bölümde ele alınabilir.

7.2.1. Su Kütlesinde Birikim

Deniz suyunda meydana gelen birikim şekilleri 3 ana grupta toplanmaktadır.

a) Su kütlesi içerisinde çözünmüş veya partikül fazındaki birikimler.

b) Su yüzeyinde oluşan filmler.

c) Yüzer katranlar.

Deniz suyu kütlesinde saptanan birikimler yüzeyde en fazla olmak üzere derinlere gidildikçe azalan oranlarda yoğunluk göstermekte 2000 m ve daha fazla derinliklerde hemen hemen sıfır olmaktadır. Birikimler hidrokarbonların karbon sayısına bağlı olarak değişmekle beraber, 0,03 g/l arasında bulunmaktadır. Bu değerlerden yararlanarak denizlerdeki petrol ayrışma ürünlerinin 400 milyon tona ulaştığı hesap edilmektedir. Bu konularda yapılan araştırmalar ham petrolün su kütlesindeki dağılımının petrolün türüne, başka bir değişle de petrolün kökenine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Denize dökülen ham petrolün yüzeyde oluşturduğu film kalınlığı, petrolün su yüzeyinde kalma süresi ile ters orantılıdır. Bu ise, ham petrolün türüne göre değişen fiziksel özelliklere bağlıdır. Bu nedenle, kökeni bilinen bir ham petrol atığının ne kadar bir zaman sürecinde ne kadar bir alana yayılabileceğini ve ne kadar bölümün buharlaşıp ne kadarının katrana dönüşebileceğini yaklaşık olarak hesaplamak mümkün olmaktadır.

7.2.2. Sedimentte Birikim

Hidrokarbonların denizel sedimentlerdeki yoğunluğu, su kütlesindeki yoğunluğunun en az 4 katıdır. Kirlenmemiş kıyı bölgeleri ve açık denizlerdeki sedimentler 1-4 ppm oranında kuru ağırlıkta hidrokarbon içermektedir. Kirlenmiş bölgelerde ise, çok daha yüksek oranlarda hidrokarbon bulunmaktadır. Ancak bu hidrokarbon içeriğinin doğal mı yoksa denize dökülen ham petrolden mi geldiğini saptamak oldukça güçtür.

Bununla birlikte, hidrokarbon kökenini belirlemeye yarayan bazı ayırıcı özellikler de bulunmaktadır.

- Doğal proseslerle ekosistemde oluşan hidrokarbonlar, sedimentin derinliğine inmekte, buna karşın hidrokarbonlar sediment yüzeyine yayılmaktadır.
- Biyolojik kökenli hidrokarbonlar genel olarak 12'den daha yüksek ve tek sayıda karbona sahip normal parafinlerden oluşurlar. Buna karşın petrol hidrokarbonlarındaki normal parafinlerde bu tek karbonlu düzen bulunmamaktadır.
- Bu türlerin ayrımı, infrared (IR) spektrofotometresinde yapılacak analizlerle de gerçekleştirilebilmektedir.

7.3. Ham Petrolün Deniz Biyosferindeki Birikimi ve Yarattığı Etkiler

Deniz ortamında çok yaygın olan petrol kirlenmesi ve bunun sonucu ortaya çıkan bileşikler, ekosistem içersindeki tüm organizmaları az veya çok etkilemektedir. Yapılan araştırmalar, kirlenmenin ileri boyutlara ulaştığı kıyı bölgelerinde yaşayan canlılarda hidrokarbonların önemli oranlarda biriktiğini, açık denizlerde yaşamlarını

sürdüren canlılarda da petrol ürünlerinin ppm veya pbb oranlarda bulunabildiğini ortaya koymaktadır. Deniz suyunda pbb oranındaki hidrokarbon yoğunluğu birikim sonucu, denizel organizmalarda ppm düzeylerine ulaşmaktadır. Bunun nedeni, hidrokarbonların besin zinciri yoluyla canlı organizmalarda birikime uğramasıdır. Petrol hidrokarbonlarının denizel canlılarda (balık ve yumuşakçalar) ne şekilde metabolizmaya uğradıkları konusunda son 10 yıldır kapsamlı araştırmalar yapılmıştır.

Bazı araştırmacılar biyo-deneyler ile, suya bırakılan petrol ürünlerinin fitoplanktonda 10-30 ppb düzeyinde fotosentezi üzerinde uyarma etkisi yaptığı, buna karşın 60-200 ppb seviyesinde fotosentezi yavaşlattığını ve daha yüksek yoğunluklarda ise, tümü ile durdurduğunu göstermişlerdir.

Diğer bazı araştırmacılar ise, laboratuvar şartları altında çeşitli organizmaların belirli petrol ürünlerine karşı dirençlerini ölçmüşlerdir. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, hidrokarbonların canlılara etkimesi, ortam koşulları ile doğrudan ilgilidir. Örneğin su sıcaklığı, oksijen içeriği, pH gibi ortam faktörleri- canlıların petrol ürünlerine olan direncini etkilemektedir. Bunun yanında, ortamda bulunan diğer maddelerin, örneğin deterjanlar ve benzeri petrol seyrelticiler petrolün olumsuz etkisini arttıran faktörler olarak saptanmıştır.

Bazı araştırmacılar, karışık türlerden oluşan doğal bir fitoplankton komünitesinin, suya bırakılan 10-30 ppb oranındaki petrol ürününden olumlu etkilendiğini ve plankterlerin daha iyi gelişebildiklerini ileri sürmektedirler. Bu çeşit bulgular daha çok petrol üreten ülke araştırmacılarından kaynaklanmaktadır. Gerçek olan düşük yoğunluktaki petrol ürünlerinin denizel canlılardaki direkt ve dolaylı etkileri konusundaki bilgiler henüz kesinleşmemiştir.

Petrol ürünlerinin deniz canlıları üzerindeki direkt öldürücü toksik etkisi, doku ve hücrelerde birikim ve fizyolojik faaliyetlerin etkilenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapılan biyo-deneyle, petrol içersinde bulunan, suda eriyebilen aromatik hidrokarbon bileşikleri ile heterosiklik bileşiklerin deniz canlılarındaki ölümcül etkilerde başlıca rolü oynadığını ortaya koymaktadır. Akut etkinin meydana gelebilmesi için petrol konsantrasyonunun fazla olması gerekmez. Rafine edilmiş petrol ürünleri eşit miktardaki ham petrole oranla çok daha toksiktir.

Düşük molekülü parafinik hidrokarbonlar canlılarda narkoz etkisi yapmaktadır. Ancak bütün bu etkiler petrol türünün yanısıra, canlı türlerine ve ortam şartlarına da bağlıdır.

Yengeç, istakoz ve karidesler gibi Krüstaseler ve bazı bentik organizmalar, özellikle zemine gömülü olarak yaşamlarını sürdüren türler, petrol kirlenmesine karşı en duyarlı olanlardır. Bunlar 1-10 ppm oranında petrol konsantrasyonlarında etkilenirler. Midye gibi çift kabuklular ve balık türleri 5-50 ppm ve Gastropotlar ile deniz bitkileri (algler) 10-100 ppm oranında duyarlıdırlar.

Petrol ürünlerinin canlılarda yarattığı toksik, akut ve/veya kronik doğrudan etkilerin yanısıra, dolaylı fiziksel etkileri de söz konusu olmaktadır. Örneğin, petrol ürününün canlıların beslenmesinde yaşamsal rol oynayan kemo-reseptörler, yani kimyasal algılayıcıların üzerini kapatarak organizmanın beslenme olanağını ortadan kaldırdığı saptanmıştır.

Diğer bir örnekte, bazı canlılarda üremeyi gerçekleştiren mekanizmalar arasında önemli rol oynayan Feromonları, yani karşı cinsi çekmek için organizma tarafından salgılanan kimyasal maddelerin maskelenmesidir.

Örneğin istakozlarda çiftleşmenin gerçekleşmesi için dişi tarafından Feromonların salgılanması gerekir. Feromonların petrol ürünlerince maskelenmiş, dişi ve erkek fertlerin (sperm ve yumurtaların) üreme için iletişim kurmalarını zorlaştırmaktadır. yapılan araştırmalar, petrol ürünlerinin bir yandan suya bırakılan gametlerin hareket yeteneğini engellerken, diğer yanda, gelişmenin başlangıcındaki larvaları da öldürmek suretiyle üremeyi büyük çapta etkilediğini göstermiştir.

Bu çeşit fizyolojik etkileri şu şekilde özetlemek olasıdır :

- a - Fitoplanktonda hücre bölünmesinin gecikme ve engellenmesi,
- b - Balıklarda anormal yumurtlama,
- c - Gastropotlarda kemotaktik beslenme tepkilerinin azalması,
- d- Krüstaselerde beslenme davranışlarının değişmesi, yumurta döllemesi ve üremenin engellenmesi,
- e - Çift kabuklularda beslenme, yem/su filtrasyonu işlevlerinin durdurulması,
- f - Deniz kurtlarında döllemenin durdurulması.

Denizel organizmaların yanısıra, su yüzeyini paylaşan kuşlarda yüzey de oluşan filmlerden etkilenirler. Hemen hemen her büyük tanker kazasından sonra, martı, karabatak vb. deniz kuşlarının kütleler halinde öldüğü gözlenmektedir. Bunlar, avlanma amacıyla suya dahlıları sırasında petrolle sıvandıklarından uçamamakta ve çırpınma sürecinde yuttukları ve deri ile temas eden petrolden zehirlenmektedirler.

Deniz ortamında yaşayan pelajik balık türleri petrol atıklarından kaçarak temiz sulara göçebilirler. Buna karşılık deniz dibinde yaşayan demersal türlerin hareket yeteneği, pelajik türlere göre daha zayıf olduğundan, su içerisinde oluşan ve sedimente doğru yönelen su-petrol veya petrol-su emülsiyonlarından, süspansiyon halindeki partiküllerden ve katran oluşumundan etkilenirler.

En fazla etkilenme ise, midye ve istiridye gibi, kendilerini zemine yapıştırarak yaşamlarını sürdüren, yer değiştirme yetenekleri olmayan sesil türlerde görülmektedir.

Sesil türlere yönelik bir etki de, planktonik dönem sonunda larvaların kendilerinin zemine yapıştırma döneminde ortaya çıkmaktadır. Bunlar kendilerini taş, demir, ahşap sert cisimlere yapıştırarak yaşadıklarından, bu cisimlerin üzerinde oluşan petrol filmleri bu olanağı ortadan kaldırır ve stokun azalmasına neden olur. Bunlar da bu faktöre bağlı kütleli ölü, çok görülen olaylardandır.

Bunun yanısıra, bazı durumlarda petrolün su içerisindeki miktarına bağlı olarak ölüm dışı etkilerde görülmektedir. Örneğin midye, istiridye, karides gibi su ürünleri, petrol ürünü bulaşması veya filtrasyon sonucu dokulardaki birikim nedeni ile, kötü koku ve tad kazanmaktadırlar. Bu şekilde etkilenmiş fertler temiz bir ortama taşındıklarında ancak birkaç ay sonra petrol ürünlerinden arınabilmektedirler. İnsanlar hayvan dokularında bulunan 5-50 ppm yoğunluktaki petrol hidrokarbonlarının yarattığı tad değişimini algılayabilirler.

Bazı bölgelerde petrol ürünlerinin yarattığı etkilerin, kazadan en az iki yıl sonrasına kadar sürdüğü gözlenmiştir. Sedimentte yığılan ve büyük bölümü katranlardan oluşan stabil duruma geçmiş petrol kalıntıları, sürütme avcılık ve dalga hareketleri gibi, zemini etkileyen işlemler sonucunda yeniden suya karışmakta, kıyı ekosistemini ve balıkçılığı, sahile taşınma sonucu plajları, dolayısı ile de, denizin dinlenme amacı ile kullanımını olumsuz etkilemektedir.

En fazla etki, denizin gel-git hattında yaşayan canlı topluluklarında görülmektedir. Denizel ekosistemde büyük rol oynayan ve suya oksijen sağlayan fotosentetik

bitkiler, yüzeye yayılan petrol filmi ile bulaşmakta ve ölmektedirler. Bu olay özellikle deniz marulu, türlerinde gözlenmektedir.

Deniz organizmalarında gözlenen diğer bir etkide midye, istiridye gibi çift kabukluluklarda ve özellikle kefal gibi bazı balık türlerinde oluşan renk değişimidir. 1 ppb oranında petrol hidrokarbonlarının bu tip değişikliklere neden olduğu bilinmektedir.

7.4. Petrol Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkileri

Petrol ürünleri ile bulaşmış balık ve diğer su ürünlerinin insan tarafından tüketilmesi, bu ürünlerdeki petrol konsantrasyonunun çok düşük düzeyde olması durumunda dahi, sağlık açısından sakıncalar yaratır. Bu sakıncaların başında, ham petrolü oluşturan bileşiklerden bir bölümünün, memeli hayvanlar ve insanlarda kanser yapıcı olduğu bilinen veya bu konuda kuşkulu olan maddelerden oluşması gelmektedir.

Bunlar arasında, halkalarında N ve S bulunan heterosik bileşikler, polisiklik ve heterosiklik bileşiklerin metil türevleri ile polinükleer hidrokarbonlar yer almaktadır. Ayrıca ayrılmış, çözülmüş ve kısmen bozulmuş petrol ürünleri içerisinde aktif kanserojen etkileri olan yükseltgenme ürünleri de oluşmaktadır.

Ham petrolün destilasyonu sonucunda elde edilecek fraksiyonlarda 40'dan fazla kimyasal bileşik meydana gelmektedir. Bu bileşikler arasında, çok sayıda aromatik hidrokarbonlar, di-tri tetrametil naftalinler ve fenantenler, krisen ve krisenin metil türevleri, perilen, trifenilen ve tetrametilfluoren, di- ve tetrametil-dibenzotiofen, tiobenzofluoren ve tetra- ve pentametilkarbazol'ler saptanmıştır. Ayrıca 45 yıldan

beri kanserojen etkisi bilinen Benzo (a) pire'nin de ham petrolde bulunduğu saptanmıştır.

Yukarıda belirtilen kanser yapıcı veya bu yönden kuşkulu kimyasal bileşiklerin, ham ve rafine petroldeki konsantrasyonlarının niceliği henüz kesinlik kazanmamış olmakla birlikte, Benzo (a)pire'nin ham petrolde elde edildiği bölgelere göre konsantrasyonları Tablo 7.5'de verilmiştir.

Tablo 7.5. Değişik Kaynaklardan Alınan Petrol rneklerinde Yeralan Polinükleer Aromatik Bileşikler (ARTÜZ 1992)

Petrolün Kökeni	Benzo (a) Piren	Dibenzo (a,h) Antrasen
Libya	1.48 ppm	
Güney Lousiana	1 ppm	1.70 ppm
Kuveyt	2.8 ppm	2.30 ppm
İran Körfezi	0.45 ppm	

Kanser yapıcı maddeler üzerinde yapılan araştırmalar, bu maddeleri, birincil, ikincil kanserojenler ve yardımcı kanserojenler veya hızlandırıcılar olarak 3 kategoriye ayırmaktadırlar.

Birincil kanserojenler, kimyasal ve biyolojik yapılarında yeralan etkin bileşimler nedeni ile, doğrudan doğruya kanser oluşturabilmektedirler.

İkincil kanserojenler, biyolojik, kimyasal veya biyokimyasal olarak etkin olmamakla birlikte, bazı özel reaksiyonlar sonucu (rneğin, polinükleer aromatik ve

heterosiklik hidrokarbonlar, aromatik ve heterosiklik aminler gibi) aktif kanserojenlere dönüşebilmektedirler. Yardımcı veya hızlandırıcılar, kendileri kanserojen olmadıkları halde birincil ve ikincil kanserojenlerin etkisini arttırmaktadırlar.

7.5. Balıklarda Gözlenen Etkiler

Deniz ortamında yaşayan balık türlerinin serbestçe yüzebilen, Pelajik, zemin üzerinde hareket edebilen Demersal ve bu iki ortam arasında yaşamlarını sürdüren Semi-Pelajik türler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Genel olarak belirtmek gerekirse, deniz ortamına bırakılan petrol atıklarının büyük bölümü uzunca bir süre deniz yüzeyinde kalacaktır. Bunun sonucu olarak, bu 3 grupta yer alan balıkların etkilenmesi petrol yoğunluğuna bağlı olduğundan, yüzey tabakalarındaki organizmaların etkilenmesi doğal olarak, çok daha hızlı olacaktır. Daha derinlerde yaşayan canlılar ise, su sütunu içerisinde emülsiyon halindeki fazlardan etkilenirler.

.Petrol kirlenmesinin Pelajik balık türlerindeki etkisi oldukça değişik olabilmektedir. Genellikle en fazla gözlenen etkiler, solungaçlara petrol bulaşması sonucu solunum engellenmesi ve yutma nedeni ile, petrol içerisinde bulunan toksik bileşimlerin alınmasıdır.

Balıklarda akut etkiler, petrolün yoğun olarak yayıldığı alanda gözlenmektedir. Buna karşın balıklarda fizyolojik etki yaparak beslenme, hareket ve üreme gibi işlevleri veya tat, koku, renk gibi ekonomik değerini etkileyen veya kanserojen vb.

insan sağlığına zarar verebilen kronik etkiler, evre açısından çok daha büyük etkiler taşımaktadır.

Büyük deniz kazalarından sonra pelajik balıklarda kütlesel ölüm olaylarının gözlendiği konusunda literatürde yeterli bilgilere rastlanmaması, bu türlerin kirlenen bölgeden hızla kaçmaları ve özellikle de balık türlerinin büyük bir bölümünün vücut yüzeyini kaplayan kaygan, sümüksü bir salgı ile dış etkilere karşı korunmalarıdır. Bu mukoza salgısı, petrol ürünlerinin vücut yüzeyi ile direkt temasını önleyebilmektedir. Ancak böyle kazalarda yanmayı ve yayılmayı önlemek amacı ile, yanlış bir uygulama olarak, kullanılan dispersanlar deterjanlar, bu mukozayı ve koruyucu salgının etkisini ortadan kaldırarak balık ölümlerinin artmasına neden olmaktadır.

Marmara ve Karadeniz gibi yarı kapalı deniz bölgelerinde veya hali, koy, körfez gibi su sirkülasyonlarının kısıtlı olduğu yörelerde petrol kirlenmesi sonucu, ergin balık popülasyonlarında önemli kütlesel balık ölümlerinin gözlenmemiş oluşu, balıkların yoğun şekilde kirlenen bölgelerden uzaklaşmalarına bağlanmaktadır.

Petrol kirlenmesinin ergin pelajik balık türlerinde önemli derecelerde etki yaratmamasına karşın, pelajik balık türlerinin büyük bölümünün yumurta ve larva dönemlerinin yüzeysel su tabakalarında geçmesi, bunların kirlenmeden etkilenmelerine ve ölmelerine neden olmaktadır. Torey Kanyon olayında olduğu gibi, petrol kirlenmesinin büyük boyutlara ulaştığı kazalarda, kirlenme etki alanındaki sardalya yumurta ve larvalarında % 90'a varabilen ölüm oranı gözlenmiştir.

Bu arada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, suda bulunan petrol ürünü türünün balıkları farklı etkilemesidir. Balıklarda ham petrol ve ağır fuel-oil türleri, rafine ürünlerden daha az etkili olmaktadır. Başka bir değişle, suya ulaşan petrol ürünü

inceldikçe etkisi artmaktadır. Ham petrolü dispers hale getiren, yani incelmesini sağlayan deterjanlar vb. dispersan maddeler bu nedenlerle, ölümcül ve ölümcül olmayan etkilerin artmasında rol oynadıklarında, bunların uygulandığı durumlarda etkilerin ne kadarının petrolün kendisinden ve ne kadarının ise, bu dispersiyon olayından meydana geldiğini kesinlikle saptamak zorlaşmaktadır.



BÖLÜM 8. DENİZLERİMİZİN VE KIYILARIMIZIN PETROL TÜREVLER İLE KİRLENMESİNİN KONTROLÜ ve KORUNMASI

8.1. Denizlerde Çevre Kontrolü ve Denizlerin Korunması

Denizlerin, çevreyi veya onları kullanan araçların zararlı etkilerinden korunması için yapılan faaliyetler 3 ana başlıkta toplanabilir.

- * Karadan gelebilecek zararlı maddelere mani olma, (kıyılardaki yapılaşmanın kontrolü)
- * Su kütlelerini kullanan araçların ve bunların çeşitli nedenlerle sebep olacağı kirlenmenin önlenmesi.
- * Kazalar veya diğer nedenlerle bozulan ekolojik dengenin restorasyonu/iyileştirilmesi.

Kirletici unsurların sulara dökülmesi kesinlikle kabul edilemez. Zaten yasal olarak buna mani olmaya yönelik yaptırımlar getirilmiş ve gemilerde ve kıyılarda kullanılacak bazı araçlarda piyasaya çıkmıştır. Ancak kaza olasılığı her an vardır ve hazırlıksız yakalandığında giderilmesi güç ve hatta olanak dışı mal ve can kayıpları meydana gelebilir. Bu nedenle bazı ön şartların yapılması şart olmaktadır.

Sıvılar akışkan maddelerdir. Suda bir bölgede oluşan kirlenme (akıntı, rüzgar, dalga hareketi vb. gibi nedenlerle) süratle çevreye yayılabilir ve kıyılara kadar vararak gerek ekolojik dengeyi ve gerekse de varlıklarımızı tehdit edebilir. O halde birinci öncelik bu tehlikenin olduğu yerde tutulabilmesine verilmelidir. (Eğer bu bölge/saha değerlerimize son derece yakın ise, daha az sakıncalı olabilecek yerlere çekilmelidir de.) İşte bu ihtiyaç Bariyerlerin ortaya çıkmasında en büyük etken olmuştur.

Uygun bir bölgede toplanma sağlandığında, olayın bittiği kabul edilemez. Orada meydana gelebilecek ekolojik denge bozukluklarına mani olmak, kötü hava şartlarının bu denli büyük uğraşmayı tehlikeye atmasını önlemek ve dökülen bu değerleri tekrar ekonomiye kazandırmakta gereklidir. Bu gereksinim nedeniyle Toplayıcılar/Süpürgeler geliştirilmiştir.

Yukarda belirtilen sistemler su yüzeyindeki kirlenmenin dağılmasını kontrol etmek içindir. Su kütlelerinde askıda bulunan veya ona karışan kirletici maddelerinde yok edilerek ekolojik dengenin iyileştirilmesi yine önemli bir konudur. İşte bu ihtiyaç da Temizleme/İyileştirme sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur.

8.1.1. Doğru Hazırlık ve Seçim

Günümüz teknolojisinin piyasaya sürdüğü olanaklar çerçevesinde ihtiyacın doğru olarak saptanması ve belki de hayatta bir defa oluşabilecek bir olay için malzeme/sistemin temini son derece önemlidir.

Bu konuda özellikle şu hususların önceden tesbitinde büyük yarar vardır.

* Kullanma sahalarının/bölgelerinin çok iyi tasarlanması,

- * Bu bölgelerde hakim çevre şartlarının bilinmesi, (Rüzgar, dalga yüksekliği, akıntı hızı, derinlikler gibi)
- * Çevredeki özel olarak koruma gerektiren unsurların boyutları,
- * Mali olanaklar ve devamlı olarak eğitilmiş tutulabilecek personel miktarı,
- * Kurulacak sisteme, hizmet ve giderleri azaltmada yardımcı olabilecek, müessese içindeki veya yakın çevresindeki olanaklar.

8.2. Bariyerler

Petrol türevi yağlar genellikle sudan hafif oldukları için suya döküldüklerinde su yüzünde bir tabaka meydana getirirler. İşte bariyerler bu özellikten faydalanarak, sathındaki yağ tabakasının çevreye yayılmasının önlenmesinde veya kirliliğin bulunduğu bölgede muhafaza edilmesi için kullanılırlar.

Bariyerler, sularda yapılacak Çevre Kontrolü ve Korunması mücadelesinde temel eleman durumundadırlar. Bu nedenle seçimlerinde son derece dikkatli ve hassas davranmak gereklidir. Tabiatıyla en ekonomik sistemi kurabilmekte önemlidir.

Doğada meydana gelebilecek tüm koşulları tam karşılayabilen bir bariyer henüz yoktur. Yapılabilirse dahi büyük harcamaları gerektirir. Ayrıca her bariyer, her çevre koşulunda uygun değildir. Görünüşte büyük olanak sağlayabilen bir bariyer karşılaşılan durumda yetersiz kalabilir.

Bir bariyer seçiminde kullanılabilen esaslar;

1. Bariyer ejektör tesiri yaratmamalıdır. Özellikle akıntılı sularda, bariyerin su altında kalan kısmının eteğinin yüksekliği, bariyerin bulunduğu yerdeki su derinliğinin üçte birinden fazla ise muhakkak ejektör tesiri oluşacaktır. Yani yağlı su, eteğin altından öbür tarafa geçecektir. Özellikle sığ sularda bu özellik son derece önemlidir.

2. Bariyerin su yüzünün üzerindeki yüksekliği çevre koşulları ile uyumlu olmalıdır. Aksi takdirde dalga ve denizler bariyer üzerinden su taşırmaya ve yağlı suyun bariyerin öbür tarafına geçmesine mani olunamaz. (4 m'den daha yüksek dalgalara mani olabilecek bariyer mevcut değildir.)

3. Bariyerler kullanıldıklarında çoğunlukla oldukça uzun 100-2000 m veya daha fazla uzunlukta yerleştirilmek durumundadır. Dolayısıyla eller kolay tutulabilecek bağlantı yerlerine sahip olmalıdırlar.

4. Bariyer hem yapısı ve hem de bağlantıları açısından yırtılma ve kopmaya karşı çok dayanıklı olmalıdır. Çünkü normal şartlarda, 1 mil/sa'lik bir akıntı bariyerin m²'sine takriben 15 kp'lık yük /tazyik yapacaktır. Ayrıca bariyerin su üzerinde kalan kısmına rüzgar etkisi hiç de az değildir.

5. Bariyerler sathta yüzen sistemlerdir. Dolayısıyla çevre şartlarına ve bunların neden olduğu hareketlere maruz kalırlar. Bu sebeple, kullanıldıkları yerlere göre değişecek şekilde ya demirleme veya gergi halatları veya her iki sisteme birden sahip olmak mecburiyetindedirler.

6. Aynı zamanda, su sathında kendilerinin varlığını, göze ve radara belirten olanaklara sahip olmalıdırlar. Bu bir ışık veya radar reflektörü veya tercihen her ikisi birden olabilir. Aksi takdirde dış tesirler nedeniyle çarpma ve ezilme gibi parçalanabilirler.

7. Bariyerler, güneş, soğuk ve sıcak, tuzlu veya normal su ve en kötüsü (engelleme maksadı için kullanıldıkları) yağların menfi etkisine karşıda dayanıklı olmalıdırlar. Devamlı silkinme/titreme, sürtünme vb. nedenlere karşı da son derece yüksek aşınmazlık kabiliyetlerine sahip olmalıdırlar.

8.2.1. Denizlerde Kullanılabilecek Bariyerler

Denizler imalat standardı sağlamak üzere üç sınıfta mütalaa edilir.

- Korunmalı iç sular : Boğazlar, liman içleri, kapalı koylar,
- Yarı korunmalı sular : Uzun körfezler, adalar arasında kalan bölgeler,
- Açık denizler : Tüm diğer deniz sahaları.

Ancak bariyer seçiminde en önemli olan kıstas bu sınıflandırma değil hakim olan dalga yükseklikleridir.

8.2.2. Belli Bir Kıyıyı/Kıyı Bölgesini Korumak Maksadıyla Kullanılan Bariyerler

Her ne kadar bu tip bariyerler korunmalı sularda kullanılabilecek bariyerler gibi görünse bile arada bir fark vardır. Bu bariyerler kıyıların kirlenmeden korunması için kullanılırlar. Halbuki diğerleri kirliliğin yayılmasını önlemek üzere

yapılmışlardır. Genellikle çok sığ kıyı şeritleri vazifesini görürler ve hatta toplayıcılık niteliğine de sahip kılınabilirler.

Kullan at modelleride vardır.

8.2.3. Hem Koruma Hemde Yağ Toplama Görevini Yapabilen Bariyerler

Küçük ve çok korunmalı sahalarda ve de kirliliğin az olması halinde kullanılırlar. Bunlar genellikle kullan-at prensibine göre kullanılırlar. Yüzdürücülük vasıfları, gerek hafiflikleri ve gerekse de içerlerine doldurulan hava veya bir tip emici maddenin sudan hafif olması ile sağlanır. Yağ emme kabiliyetlerindeki sınır nedeniyle sık sık toplanmaları ve değiştirilmeleri gerekir. Bunlara Sucuk Tip Bariyerlerde denir.

8.2.4. Hem Yağ Hem de Silt Önleme Görevini Yapabilen Bariyerler

Bunların etek yükseklikleri daha fazladır ve genellikle dip kazılarında, dere, göl ve deniz kıyılarında yapılan inşaatlarda sadece kirlenmenin yayılmasını önleme maksadıyla kullanılırlar. Amaç inşaat yapılan bölgenin çevresindeki dip tabiatını bozmamaktır.

8.3. Toplayıcılar

Genellikle deniz süpürgesi olarak adlandırılan Toplayıcıların temel görevi sathdaki yağ tabakasını azami derecede emerek çevreye verebilecek zararı veya tehdidi azaltmaktır.

Aşağıda halen bu maksatla kullanılan sistemleri içerisine alan bazı tipler belirtilmiştir. Ancak halen %100 temizlik sağlayabilen bir toplama vasıtası, sistemi geliştiremediği bir gerçektir. Çünkü yağ, özelliği gereği mutlaka zerre halinde bile olsa yayılma olanağı bulacaktır.

Kullanılan vasıta ne olursa olsun sonuçta yağ/petrol türevini emen ana elaman, ya bu tip maddeleri emici özelliğe sahip kumaş, yada doğrudan doğruya satıhta koyu halde biriktirilen yağ suyla karışık olarak alabilen tulumbalardır. Önemli olanda bu ana elamanın sahaya intikal ettirebilmesi ve sahada kullanılabilmesidir.

Toplayıcıların Kullanılabileceği Sahalar:

- * Açık denizler,
- * Kıyı suları,
- * Liman rıhtım ve iskeleler çevreleri, küçük koylar, barınaklar veya marinalar,
- * Nehirler, göller olabilir.

Dolayısıyla, hemen anlaşılacağı üzere, Toplama/Süpürme araçlarının seçiminde; kullanılabilecekleri çevre şartlarının bilinmesi birinci öncelikte gelmektedir. İkincisi ise, elde varolan imkanlardır. Çünkü; elde bir bariyer varsa ve bu bariyerin uzunluğu kirliliği çepeçevre sarabiliyorsa, veya mevcut araçlarla veya akıntı nedeniyle kirlilik bariyer içersinde tutulabiliyorsa, kullanılabilecek süpürme sistemi, açık denizlerde yayılmış bir kirlenmeyi temizlemek için gerekli olan süpürme sisteminden çok farklı olmak durumundadır. Çünkü akıntılı ve dar bir sahada süpürme, akıntıdan faydalanılarak Bariyerin bir bölgesinde toplanan birikimin alınmasını sağlayacak bir sistem ile kolaylıkla ve ucuz olarak yapılabilir. Örneğin, nehirlerde, boğazlarda ve içersinde belirgin bir su akıntısının olduğu bölgelerde.

Buna mukabil kaza yapan ve açıklarda bulunan bir geminin etrafında süpürme işlemleri yapılacak ise koşullara bağlı olarak çeşitli usullerle yapılabilir.

- Eğer kirlenme bir Bariyer ile erken olarak kontrol ve muhafaza altına alınmışsa, nisbeten küçük deniz vasıtalarına monte edilen toplayıcılarla, veya;
- Bölgede belirli bir akıntı varsa ve kirlenme bariyerin bir bölgesinde yoğunlaştırılabiliriyorsa, buraya getirilecek küçük toplama sistemleri ile, veya;
- Kirlenme çok geniş sahalara yayılmış ise, uzun süre denizde kalma kabiliyetine sahip daha büyük araçların kullanılması ile yapılır.

Ayrıca, toplama/süpürme bu emicilik niteliğine sahip (sucuk tipi) bariyerler tarafından da yapılabilir. Tabiiyle bu durumda, bölgede kesif bir kirlenme durumu mevcut olmamalıdır.

Kirlenme bu bölgeye tutulabilmiş ise ve kirlenme bölgenin içerisinde herhangi bir engel yoksa ve eğer mukavim bariyer sistemi mevcut ise, gerekli hafif akıntıyı temin ederek yağın bir bölgede yoğun hale getirilebilmesi için bariyerlerin deniz vasıtaları tarafından çekilebilmesi de mümkündür.

Kıyılarda, sahildeki kumsalda veya kayalardaki kirlenmenin toplanmasında yine değişik sistemleri gerektirir. Buralarda, tulumba ve benzeri emici sistemler kullanılamayacağı için doğrudan doğruya sadece yağ emen dokuma cinsleri kullanılır.

Özetle, Toplayıcı/Süpürge seçiminde sahip olunacak bariyer ve tasarlanan senaryo herşeyden önemlidir.

8.4. Ortam İyileştiriciler

Tabiat kendi kendisinin yarasını sarabilir. Ancak bazı durumlarda bu çokuzun süre alır. Bu nedenle kirlenmiş bir sahanın ekonomik olarak tekrar süratle kazanılmasını sağlamak üzere ortamı iyileştirici sistemler de bir ihtiyaç olarak belirlemektedir.

Ayrıca kirliliğin bir yerden alınması onun yokedilmesi anlamına gelmez. Ya bir başka yere depo edilecek veya ayrıca bir işleme tabi tutularak fiziksel hali değiştirilecektir. Örneğin yakılacaktır. Bu dahi ekolojik dengeye zarar verici durumdur.

Esasında bu gibi Ortam İyileştirici sistemler, yangınla mücadele araştırmaları sırasında bulunmuştur. Denizde ve karadaki yangınlarda söndürme veya koruma amacıyla geliştirilen araştırmalar sırasında, hem yangınla mücadelede hemde ortamı iyileştirmede uygun sonuçlar veren maddeler türetilenmiştir.

Bu maddelerin temel işlevi, petrol türevlerinin moleküler yapısını süratle parçalayarak veya tamamen sararak yanışına mani olmaktır.

Günümüz teknoloji çerçevesinde bu sonuçları verdiği iddia edilen ve hatta kısmen veren iyileştirici maddelerin de pekçok çeşitleri piyasada mevcuttur. Bu nedenle bunlarında seçimi dikkatli bir görev analizi yapmayı gerektirir. Çünkü hiçde ucuz değildirler.

Bugün için piyasada; toz, pamukçuk benzeri şekilde taneli, veya sıvı halinde satışı sunulan, hem karadaki yangınlarda (ağaç dahil) ve hem de su kütlelerinde kullanılan cinsleri vardır.

Ancak bunların seçiminde, tatbik edilebilecekleri bölgenin tabi olduğu hareketlilik önemlidir.

* Akıntılı sahalarda sıvı tiplerin kullanılması çok pahalıya gelecektir. Çünkü dökülen sıvı, onun meydana getirdiği oluşum, bariyerin altından dışarıya kaçacaktır. Bu gibi yerlerde satıhta süratli bir temizleme sağlamak için toz tipler ve tanecikli tipler daha uygundur. Ancak bu tiplerin sonradan toplanması gerekmeyen cinsleri olursa daha faydalı olacaktır.

* Buna mukabil küçük göl, gölet, havuz, tank ve Gemi ve Tekne Sintilerinde sıvı tiplerin kullanılması daha faydalıdır. Çünkü hazne içersinde kalacak iyileştiricinin olanaklarından çok daha fazla süre ile faydalanabilme imkanı sağlanır.

Şurası muhakkaktırki, kullanmada elastikiyet sağlamak için en uygun olan tip hem karada (hatta ağaç) ve hemde sudaki yangınlarda bile kullanılabilir nitelikteki iyileştiricilerdir.

Bu gibi malzemelerin çevre canlılarına zarar vermemesi, ekolojik dengeyi bozmaması dikkat edilecek en önemli konudur.

BÖLÜM 9. TÜRKİYE DENİZLERİNDE KİRLENME OLAYLARI

9.1. Türkiye Denizlerinde Kirlenme Olaylarına Kısa Bakış

Türkiye'yi çevreleyen 4515 deniz mili uzunluktaki kıyı şeridine sahip denizlerimizdeki kirlenme, nüfus patlaması, gayrisafi milli hasıladaki artış ve özellikle de endüstriyel gelişmeye paralel olarak 1950'li yıllardan beri belirginleşerek, son yıllarda karşılaşılan dış kökenli girişimlerle, ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu gelişmelerin gözlenebilen sonuçları, Türkiye'yi çevreleyen denizlerin oceanografik özelliklerinden de kirlenmeyi kolaylaştırmasına dayanmaktadır.

Doğada oluşan ve ekosistemin var olan dengelerini bozmaya yönelik girişimler belirli bir sınırı aşmadığı sürece, bu bozulmaların etkilerini önlemeye yönelik doğal mekanizmalar, diğer ortamlara oranla çok daha etkili olmaktadır. Bununla birlikte, antropojenik işlevler sonucu ortaya çıkan olaylar, bu güçlü mekanizmanın bile etkisiz kalması sonucunu doğurmaktadır. Bunun örnekleri, değişik oranlarda olmakla birlikte, tüm denizlerimizde gözlenmektedir.

Denizlerin izolasyon derecesi ve su kütlelerini kendi kendini yenileme yetenekleri, çevre sorunlarının varabileceği boyutlar ve bunların önceden kestirilebilmesi açısından büyük önem taşıdığından, burada kısaca değinmekte yarar vardır.

9.2. Marmara Denizi

Denizlerimiz arasında kirlenmenin büyük bir hızla ilerlediği en tehlikeli bölge Marmara Denizi olmuştur. Bu Denizimizin, atıklarda seyrelmeyi ve doğal arınmayı sağlamaya yetecek ölçüde su alış-verişine sahip olmaması ve mevcut akıntı ve karışım hareketlerinin yanlış yorumlanması, Marmara Denizinin biyolojik alanının daralmasına ve ekolojisinin zarar görmesine neden olduğu gibi, bu olgunun devam edeceği görülmektedir.

Marmara Denizinin çevresinde endüstri ve nüfus yoğunlaşmasına sahne olan İzmit, Gemlik, Bandırma körfezlerinde de kirlenmenin 1985-1988 döneminde, eski dönemlere oranla çok daha tehlikeli boyutlara ulaştığı yapılan araştırma sonuçları ile ortaya konmuştur.

1988 ortalarında devreye giren İstanbul Metropolünün en önemli atık taşıma ve sadece bir eleme sisteminden oluşan Sarayburnu deşarjı, iri partiküllerin ızgaralarda elenmesi ve atıkların içerdiği yağların tutulmasına yönelik çok yetersiz bir ayırıcı sistem dışında, herhangi bir gerçek arıtma düzeni içermemesi nedeni ile Sarayburnu ile Adalar arasında uzanan alan da yer alan yüzey sularında, çözülmüş oksijen (ÇO) miktarının, ekolojik denge için gerekli min değer olarak kabul edilen 5 mg/l'nin altına düşmesine ve Çekmece ile Adalar ve Tuzla arasındaki su kütlesinde 5 mg/l'lik ÇO sınırının 10 m'ye kadar yükselmesine neden olmuştur. Bu bölgede 1986'dan önceki dönemde 5mg/l'lik ÇO sınırını 17 m dolayında saptanmıştır.

Marmara ve Boğazlar sistemindeki deniz kirlenmesinde önemli rol oynayan diğer bir etken de, çözülmüş veya dispersiyon halindeki petrol hidrokarbonlarının yoğunluğundaki artıştır. Bu bölgede 1986-1991 döneminde de petrol hidrokarbonlarının etkisi devam etmiştir. Petrol hidrokarbonları, gittikçe artan

deniz trafiği ve bilinçli olarak veya kaza sonucu denize bırakılan atıklardan ve kısmen de İstinye, Tuzla ve Gölçük'teki tersane faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. 1991'de alınan bir karar ile İstinye Tersanesi kapatılarak buradaki işlemler ve bunun sonucu oluşan kirlenmenin devamı önlenmiştir. İstanbul çevresinde, gemilerden sintine sularını almak üzere depolama tesisleri kurulmuşsa da, bunların kapasiteleri son derece yetersiz kalmaktadır.

Haliç'te ise, petrol hidrokarbonlarının büyük bölümü, çevreden denize ulaşan yüzey suları ve evsel atıklardan kaynaklanmaktadır.

Aynı durum İzmit Körfezi genelinde de geçerlidir. Marmara Denizi'nde ciddi boyutlara ulaşan ötrofikasyon olayı yaşanmaktadır. Marmara sularına bırakılan organik kökenli atıklar, bazı balık türlerinin bu su kütesinden uzaklaşmasına veya kaybolmasına yolaçmış, buna karşın organik atıklardan yararlanan ve kirli sulardan etkilenmeyen, bazı algler başta olmak üzere, belirli türlerde kütesel çoğalmalar gözlenmeye başlanmıştır. Özellikle İzmit Körfezi'nde kütesel üreme gösteren *Gracilaria* türü algler, ticari anlamda toplanarak dış ülkelere satılacak ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın bunların avlanması konusunda önlemler alınmasını gerektirecek boyutlara ulaşmıştır. Aynı boyutlarda olmamakla birlikte, Marmara'nın diğer bölgelerinde de yeşil algler (*Ulva lactua*) ve kahverengi (*Philophora*) algler de benzer kütesel üremeler, denizden dinlence amacı ile yararlananları rahatsız eden boyutlardadır.

Marmara Denizi'nde 1986-1988 yaz ve kış dönemlerinde besleyici tuzların ortalama konsantrasyonları Tablo 9.1'de gösterilmiştir.

Tablo 9.1. Marmara Denizi'nde Besleyici Tuzlar ve Toplam Org. Karbon (mgC/l) Yoğunluklarının ve Primer Prodükte (gC/m²) Mevsimsel Ortalamaları (ARTÜZ 1992)

Dönemler	PO ₄	NO ₃ +NO ₂	TOC	Silikat	Prim. Prodükte
Yaz Ortalaması	0.12	0.33	2.27	0.69	6.17
Kış Ortalaması	0.4	2.04			9.12
Yıllık Ortalama	0.25	0.72	2.32	1.85	7.83

İzmit Körfezi'nde kirlenmede rol oynayan maddelerin başında klorlu hidrokarbon türevleri gelmektedir. Bunlar arasında en önemli madde olarak BHC izomerleri yer almaktadır.

1984-1988 döneminde İzmit Körfezi Koruma Tarım fabrikası önlerinden alınan örneklerde atıklarla körfeze önemli miktarlarda BHC izomerinin ulaştığı saptanmıştır. Bu atıklarda BHC'nin alfa, beta, gama (eser halinde) ve delta izomerleri saptanmıştır.

9.3. Karadeniz

Türkiye'yi çevreleyen dört denizden gerek ekonomik gerekse hidrografik özellikleri nedeni ile en ilgici, hiç şüphesiz Karadeniz'dir. Doğu Batı yönünde 1149 km uzunlukta ve Kuzey Güney doğrultuda 611 km genişliğindeki bu denizimiz 423 488 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Karadeniz çanağını dolduran suların hacmi ise, 537 000 km³ dolayındadır.

Karadeniz'in en derin yeri 2 245 m ve bu denizin ortalama derinliği en fazla olanıdır.

Karadeniz'de Türkiye kıyıları boyunca 100 kulaç (yak. 200 m) eşderinlik çizgisi, Kuzeybatı ve Güneyde Samsun-Sinop arasında kalan sığ alanlar dışında, hemen hemen kıydan başlar ve kıt'a sahanlığı çok dik bir eğimle 1000 m'den daha derin olan derindeniz çukuruna ulaşır.

Karadeniz'in en geniş sığlıkları, Türk karasuları dışında, Tuna nehrinin Avrupa kıtasının verimli ovalarından taşıdığı sedimanlardan oluşan geniş alanda (Tuna yelpazesi) yer alır. Tuna'nın getirdiği ve besleyici tuzlar bu sığlık alanda alglerin gelişmesine de olanak sağlar. Bu alanda ticari amaçla toplanan gıda ve ilaç endüstrisinde çok değerli bir ürün olan hakim alg türü *Philophora*'dır. Bu nedenle bu alana Filofora denizi de denmektedir. Karadeniz'in fauna biyomasının tümünü sağlayan sığ bölgeler, bu denizin ancak %27'si kadardır. Buna karşın prodüktif ve yalnızca sulfo-bakterilerin yaşayabildiği su kütlesi, tüm kütlenin % 87'si oranındadır.

Karadeniz, diğer denizlerimize oranla biyolojik prodüksiyon açısından en zengin olanıdır. Özellikle besin zincirinin ilk halkalarını oluşturan plankton biyoması ve bu biyomasa dayalı plankton yiyici balık türleri açısından son derece zengindir. Bu balık türleri arasında Hamsi ve Papalina (Çaça) önemli bir yer tutmaktadır.

Karadeniz Türkiye su ürünlerinin üretiminin % 70-90'ını sağlamakta, bu üretim oranı ile balıkçılık endüstrimiz ve ekonomimizde önemli rol oynamaktadır. Örneğin 1985'de Türkiye genelinde 530 000 tonluk su ürünleri üretimimizin 363 274 ton'luk bölümü Karadeniz av sahalarından elde edilmiştir.

Karadeniz'in bu ekonomik değerinin yanısıra, hidrografik özellikleri de denizbilimleri bakımından önem taşımaktadır. Karadeniz deniz kimyası açısından, atipik bit yapıya sahiptir. Jeolojik evriminde kaynaklanan bu özelliği ve su alış-verişi açısından son derece kısıtlı, yarı kapalı deniz karakterinin sonucu olarak, derinliği fazla, ancak biyolojik açıdan çok sığ bir yaşam alanına sahiptir.

Karadeniz'in 180-220 m'den aşığı sularında bulunan yüksek yoğunluktaki, zehirli hidrojen sülfür (H_2S) gazı içeriği nedeni ile belirli tür bakteriler dışında denizel hayata kapalı durumdadır. Başka bir değişle Karadeniz'in biyolojik derinliği 180 m dolayında, çok sığ bir alana sahiptir. Bu nedenle Karadeniz'in kirlenmesi çok kolaylaştığı gibi, bu kirlenmeden kendi olanakları ile kurtulabilmesi son derece güçleşmekte, böylece Karadeniz'in kirlenmesine karşı önlemlerin alınmasında geç kalınmaması büyük önem taşımaktadır.

Karadeniz'in kirlenmeye karşı korunmasında bu denizin çevresinde yer alan diğer ülkelerle Akdeniz'de MEDPOL çevresinde gerçekleştirildiği şekilde henüz bir konsensusa varılmamış olmasından kaynaklanan boşluklar ve Karadeniz'in 180-220 m derinlikten aşığıda bir ölü deniz varsayılması gibi yanlış düşünceler, Avrupa'nın gelişmiş ülkelerinin zehirli ve zararlı atıklarını gizlice bu denize taşımalarına yol açmaktadır. Bunun çarpıcı örneklerini Sinop kıyılarında karaya vuran variller olayında 1987-88 döneminde yaşamış bulunmaktayız.

Karadeniz'deki kirlenme olaylarının gereği gibi ciddiye alınmamasının nedeni de, Karadeniz'in 180-220 m'den daha derin sularının zehirli hidrojen sülfür içermesi ve buraların belirli mikroorganizmalar dışındaki canlılara yaşam olanağı vermemesi nedeni ile, Karadeniz'e bırakılacak atıkların bu deniz genelinde etkili olamayacağı görüşünün yaygın oluşudur. Ne yazık ki, aynı yanlış düşüncelerin sonucu olarak İstanbul Metropolü'nün evsel ve endüstriyel atıkların uzaklaştırılması da, bunların bu ölü varsayılan deniz çukuruna aktarılması prensibine dayandırılmaktadır.

İstanbul'dan bırakılan bu atıkların büyük bir bölümü, Boğaz alt ve üst akıntı sistemlerinin özellikleri nedeni ile Marmara'ya geri dönecekse de Karadeniz eşiğini yalayarak Karadeniz çanağına geçecek miktarın dahi, Karadeniz Türk kıt'a sahanlığının en verimli alanını olumsuz etkileyeceği yadsınamaz bir gerçektir.

Bu olaylar sonucunda başta Türkiye su ürünleri üretiminde yıllık ortalama % 85 payı olan Hamsi stokları büyük ölçüde zarar görmüş, Karadeniz Yunus stoklarında kütleli ölüm olayları gözlenmiştir.

Bu stok azalmalarının yanısıra, Karadeniz ekosisteminde eskiden hiç bilinmeyen canlı türlerinin kütle halinde gelişmeleri gözlenmektedir. Bunlardan en önemlisi bir Kuzey Atlantik zooplankton türü olan Minemiopsis Ledyii'nin birdenbire bu ekosistemde ortaya çıkması ve kütleli çoğalması ve bunun ekosisteme olduğu kadar balıkçılığada zarar vermesidir.

9.4. Ege Denizi

Ege Denizi'nin çevre sorunları, MEDPOL Projesi çevresinde Türk ve Yunan araştırmacılarınca yoğun bir şekilde incelenmiştir. Bu araştırmalara göre, İzmir Körfezi, Aliğa Limanı, Ayvalık Körfezi gibi nüfus ve endüstrinin yoğunlaştığı bölgeler dışında Ege Türk kıt'a sahanlığı temiz deniz karakterini günümüzde de korumaktadır.

Aynı durum Yunanistan denizleri için de söylenebilir. Yunanistan kıyılarında da endüstri ve nüfusun yoğun olduğu bölgelerde kirlilik alarm verecek boyutlarda gözlenmiş, buna karşın Ege'nin açık sularındaki kirlenme ise, Akdeniz geneli ile kıyaslandığında önemsiz denebilecek boyutlarda gerçekleşmiştir.

Aynı şeyi bu denizde yaşayan canlılar açısından söylemek olanaksızdır. Diğer bölgelerden Ege Denizi'ne göç eden su ürünlerinde yüksek miktarlarda ağır metal birikimlerine rastlanmıştır. Uysal 1986, Litoral bölgenin temsilcilerinden Çingene Pavuryası türü yengeçlerde ağır metal konsantrasyonlarının incelenen diğer türlere oranla daha yüksek bulunduğunu ve göçmen balıklardan Adi Orkinoz ve lokal türlerden Tekir balıklarında civa konsantrasyonlarının daha fazla olduğunu belirtmiştir ki, bu da ağır metal birikiminin diğer bölgelerden Ege'ye göçeden pelajik türlerde olduğu gibi, yerel türlerde de yüksek oranlarda gerçekleştiğini ortaya koyması açısından önemlidir.

İzmir Körfezi'nin bentik topluluklarını ve bunların kirlenme ile, ilişkilerini MEDPOL projesi çerçevesinde ele alan Kocataş (1986), ekolojik açıdan İzmir Körfezi'ni bölümlere ayırarak incelemiştir.

Kocataş'a göre İzmir Körfezi'ndeki hakim kirleticiler, evsel ve endüstriyel kökenli atıklardan oluşmaktadır. Özellikle evsel kökenli kirlenmenin iyi bir indikatörü olan suda çözülmüş oksijen, körfezin yüzeysel sularında önemli değişimler göstermekte ve 0.70 mg/l ve 8.90 mg/l konsantrasyonlara rastlanmaktadır. Aynı şekilde pH da mevsimsel değişimler göstermektedir ve 6.9-8.6 arasında değerler kazanmaktadır.

İzmir Körfezi'nin makrobentik faunasının incelenmesi, körfezin 4 farklı ekolojik bölgeye ayrıldığını göstermiştir. (Kocataş 1986).

1 - Çok Kirli Dip Bölgesi : Liman kesimi içine alan bu bölgede 1979'dan beri hiçbir makrobentik türe rastlanmamıştır.

2 - Kirli Dip Bölgesi : Bu bölgenin karakteristik bentik türü Capitella Capitata olup burada yaşayabilen tür adedi sadece 5-6 kadardır.

3 - Yarı Kirli Dip Bölgesi : Bu bölgede yer alan türlerin adedi 16-28 kadar olup bölgenin karakteristik türü Corbula Gibba'dır.

4 - Yarı Sağlıklı Dip Bölgesi : Bu bölgede 70 kadar tür yaşamlarını sürdürebilmektedir.

Kocataş (1986) sonuç olarak, İzmir Körfezi'ndeki çok kirli olarak nitelenen bölgenin çok sınırlı bir alanı kapsadığını, kirli dip bölgesinin daha geniş bir alana sahip olmasına karşın, yarı-kirli bölgenin İzmir Körfezi'nde en büyük alana sahip olduğunu belirtmektedir.

Yunan karasularında araştırma yapan Marketos (1986) su ürünlerindeki civa konsantrasyonlarının Pembe Karides de yüksek, bun karşın midye ve Berlam Balığı türlerinde en düşük oranlarda bulunduğunu saptamıştır. Bu araştırmacı, üzerlerinde inceleme yapılan su ürünleri türlerinden % 90'ında saptanan civa konsantrasyonlarının Dünya Sağlık Örgütü WHO'nun kabul ettiği civa konsantrasyon limitinin altında olduğunu, bu nedenle de insan sağlığına zararlı boyutlarda olmadığını belirtmiştir. Buna karşılık Vasilikotis (1986) endüstri bölgelerine yakın yörelerdeki su ürünlerinde birikimin WHO limitlerine yaklaşabildiğini ve bu anlamda midyelerin bir kirlenme indikatörü olarak kullanılabileceklerini belirtmiştir.

9.5. Akdeniz

Akdeniz kirlenme sorunlarının ele alınışı açısından, dünya denizleri açısından, dünya denizleri arasında en şanslı durumdadır. Bunun başlıca nedeni, dünyaya insanoğlunun hükmetmeye başladığı en eski bir devirlerden beri kültürlerle beşiklik

eden bu havzanın, belki de dünyamızın kirlenmeye en açık denizi oluşturmasındandır.

Gerek nüfus yoğunluğu gerekse endüstriyel gelişmenin hızla arttığı Akdeniz ülkeleri, uluslar veya uluslararası kuruluşlar ile birlikte bu denizi incelemek, kontrol altına almak ve gereği gibi korumak istek ve azimlerini, MEDPOL gibi çok kapsamlı projelerdeki işbirlikleri ile göstermektedirler.

Birleşmiş Milletler'in şemsiyesi altında yürütülen MEDPOL projelerine ek olarak, CIESM (Commissiom Internationale Pour L'Exploration Scietifique De La Mer Mediterranee), MESAEP (Mediterranean Scientific Association of Environmental Protection) gibi kuruluşlarda Akdeniz'in kirlenmeye karşı korunmasına yönelik çalışmalarda bulunmaktadır.

MEDPOL projesi çerçevesinde sürdürülen çalışma sonuçlarına göre, Doğu Akdeniz havzasının Türkiye karasularını da içersine alan bölümünde gemilerden bırakılan atık madeni yağlar ve petrol ürünlerinden oluşan katran yumruları, kıyılarda ve plajlarda önemli birikimler oluşturmakta ve özellikle turistik açıdan zararlara yol açmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde yapılan analizlere göre Balkaş, Doğu Akdeniz sahillerinde 2.5-52.8 g/m² katran konsantrasyonları saptanmıştır.

Aynı bölgede daha geniş bir alanda incelemeler yapan Ören (1986), plajlarda ve deniz suyunda bulunduğu yüksek dozdaki atık yağ, katran ve diğer petrol ürünlerinin bu bölgede yasadışı yollardan sintine deşarjlarının sürdürdüğü sonucuna varmaktadır. Özellikle Kıbrıs ve Girit Adaları dolaylarında deniz suyunda yoğun miktarda petrol hidrokarbonlarına rastladığına işaret etmektedir. MEDPOL projesi kapsamında sürdürülen ağır metal analizleri sürecinde bu maddelerin Doğu Akdeniz Türk akarsularında değişik denizel organizmalardaki birikimi, Balkaş (1986) tarafından

incelenmiştir. Bu incelemelerin sonuçlarına göre, Tekir, Barbunya ve Kefal balıklarında saptanan civa değerlerinin Akdeniz'in diğer bölümlerine kıyasla daha düşük olduğu, bu değerlerin okyanuslardaki yoğunluklara benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Balkaş, inceleme sonuçlarına göre :

- 1) Balıklardaki toplam civa konsantrasyonunun balığın boyu, yani yaşı ile artış gösterdiğini,
- 2) Civa konsantrasyonlarında, mevsimler farklılıklar görülebildiğini vurgulamaktadır.

Saydam Klikya bölgesinden toplanan 67 sediment örneğinde sürdürülen hidrokarbon analizlerinde, İskenderun Körfezi sedimentlerinde 1.3 mg/kg kadar poliaromatik petrol hidrokarbonu saptanmıştır. Diğer bölgelerden de elde edilen değerler, su sıcaklığı ve bakteriyel işlevler sonucu oluşan ayrışma hızı nedeni ile birikimin çok daha alt düzeyde olduğunu göstermektedir.

Denizel organizmalarda birikim yoğunlukları incelenen diğer ağır metallerin (Zn, Cu, Ni, Cr, Fe, Mn, Pb ve Cd) açık denizdeki birikimlerden farklı olmadığı ve Akdeniz'in diğer bölgelerinde saptanan değerlerden daha az olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte Adriyatik sularındaki kefallerdeki Çinko ve Kadmiyum ortalama değerlerinin Doğu Akdeniz Türk karasularındakinden daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Balkaş'a göre, inceleme alanında incelenen su ürünlerinde anormal yüksek ağır metal konsantrasyonlarına rastlanmamış oluşu, bu bölgelerin yöresel kökenli kirlenmeye uğramadığı anlamına gelmez. Bu durum, yöresel kirlenmenin kısa sürede su ürünleri dokularındaki birikime yansımadağı şeklinde de yorumlanabilir.

Bununla birlikte incelemelerin sürdürüldüğü doğu Akdeniz karasularının henüz önemli ölçüde bir kirlenmeye maruz kalmadığı söylenebilir.

MEDPOL projesi çerçevesinde sürdürülen klorlu hidrokarbonlar, özellikle DDT ve PCB'lerle ilgili çalışmalarda Salihoğlu (1986) Barbunya, Tekir, Kefal türleri, Pembe Karides, Kaplan Karidesi ve Taş Midyesi gibi türler analiz edilmiştir.



SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Deniz kirletilmesinin ortaya koymaya çalıştığımız çeşitli nedenleri ve bilhassa gemilerin sebep oldukları kirletmenin içeriği hakkında yaptığım çalışma ve açıklamalardan sonra alınması gereken kısa ve uzun vadeli önlemleri sıralamak mümkündür. Yine ülkemizde en yoğun deniz trafiğini taşıyan ve kıyılarında endüstrinin muhtelif kollarının yerleştiği boğazlar ve Marmara Denizi'nin gemilerin kirletmesinden korunması için acil olarak başvurulması gereken önlemleri şöyle sıralayabiliriz.

Türkiyemiz'in tüm karasularını deniz kirlenmesine karşı koruyacak ve daha caydırıcı yasaların çıkarılması gerekmektedir.

Gemilerin Marmara ve Boğazlarda denize çöp atmalarına mani olunmalıdır. Gemilerin bu gereksinmelerinin karşılanması kıyısı bulunan Belediyelerin kuracakları çöp toplama kuruluşları ile yapılabilir. Günün belirli saatlerinde limanda bulunan gemilerden belli bir ücret karşılığında çöpleri toplayabilir.

Limanlarda bulunan gemi ve tankerler sık sık teftiş edilmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Denetleme yoluyla kirletmeyi önleme disiplini gemi kaptan ve personeline aşılanabilir.

Boğazlarda, İzmit Körfezi'nde ve Marmara Denizi kıyılarında petrol yükleme ve boşaltma iskele, liman, terminal ve tesisleri ile ilgili limanların bünyesindeki yetkililer tarafından sık sık denetlenmelidir. Böylelikle bu gibi yerlerden denize yapılan kaçırma ve sızmaların önlenmesi mümkün olabilir.

Bunker alımında, denize yağla kirli su basımında ve slop tank artıkları dikkate alındığında, yapılan araştırmalar birçok durumlarda bu işleri yapan kişilerin hatalarının en başta kirletme sebebi olduğu anlaşılmıştır. Bu kişiler ilgili valfleri iyice kapatmayarak ve su ihtiva ettiği düşünölen tankın, gerçekte petrol atığına sahip olması ve bu durumda denize basılmasını sağlamaktadırlar.

Limanda bulunan gemilerde nöbetçi personelin her iki bordadan yapacakları gözle kontrollerin herhangi bir sebeple bordadan sızan yağ veya yakıtın sızma yerinin tesbitine ve kısa zamanda gereken önlemlerin alınmasına yardımcı olacaktır.

Deniz kirliliğinin sebep olduğu ekonomik zararların insan sağlığına yaptığı kötü etkilerin temelokullarda öğrencilere anlatılması yetişecek kuşağın konuya özen göstermesini sağlayacaktır.

Çalışmada gemilerden kaynaklanan kirlilikler ele alınarak bunların analizleri yapılmıştır. Bu analizler SPECTRUFİLE-IR Cihazında yapılmıştır. Denizdeki kirlilik ve gemilerin sintine ve balast tanklarından alınan numunelerin ayrı ayrı infrared spektrumları çekilerek gemi veya gemilerden alınan numunelerin herbirinin infrared spektrumları, deniz kirlilik mahallinden alınan numunelerin infrared spektrumları ile tek tek karşılaştırıldı.

Yoğun bir endüstrileşmeye ve deniz trafiğine sahne olan Kocaeli'nde sintine ve balast suları büyük bir kirliliğe neden olmaktadır. Bunlar gözönüne alınarak Kocaeli için Sintine ve Balast Suyu Arıtım Tesisi mutlaka kurulmalıdır. Bölgede mevcut olan sintine ve balast suyu arıtım tesisleri, ancak kendi fabrikalarına yanaşan gemilerin ihtiyacını karşılamaktadır..

Limana gelecek gemilerden alınacak günlük evsel atıksu miktarı 0.7 m³'tür.. Gemi başına katı atık miktarı ise 50 kg/gündür. Bu katı atıklar denize kıyısı bulunan Belediyeler tarafından belli bir ücret karşılığında alınabilir. balast ve sintine sularını alabilecek bir arıtma tesisi bulunmalıdır. Bu atıksular ilk önce bir tankta toplanmalı ve daha sonra arıtılmalıdır. Yılda ortalama Körfeze 11 000 gemi gelmektedir. Günde 30 geminin geldiği hesap edilirse, tahminen 150 m³ kapasiteli sintine suyu arıtma tesisi İzmit Körfezi için uygundur.

Gemilerin kendi özel sintine suyu arıtma tesislerinden çıkan madeni yağ, yağlı keçe, aktif karbon gibi atıklar preslenerek katı madde oranı % 35'e getirildikten sonra ayrı kaplarda biriktirilmeli, daha sonra ilgili Belediyenin uygun gördüğü yere dökülmelidir.

İzmit Körfezi karadan kirlilikleri yüklediği gibi gemilerinde atıkları yüzünden doğal özelliğini kaybetmiştir. Çevre kirliliğinin en büyük etkenlerinden biri olan Körfez deniz kirliliğinin artışı önlemek ve zamanla yoketmek amacıyla bölgede mevcut sahil kamu, mülki kuruluşlar, gönüllüler arası koordine ile işbirliği sağlanarak mevcut imkan ve kabiliyetleri bir araya getirilip mümkün olabilecek önlemler alınmalıdır.

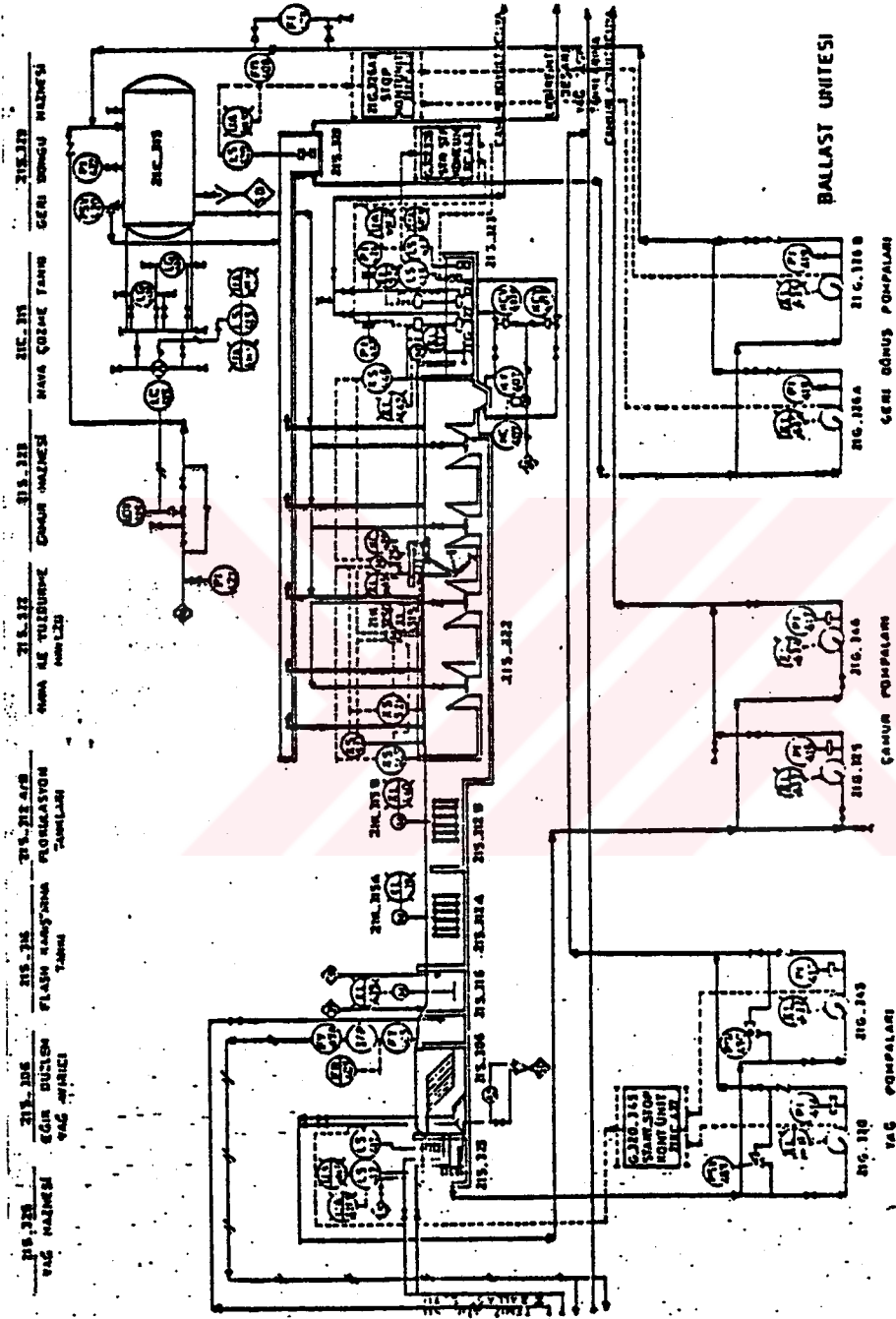
KAYNAKLAR

- 1- ARTÜZ, I., 1992. Deniz Kirlenmesi, İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Yayını, İstanbul.
- 2 - BALKAŞ, T., 1986. Baseline Studies And Monitoring Of Metals Particulary Mercury And Cadmium İn Marine Organisms, Athens.
- 3- BALKAŞ, T., 1986. Baseline Studies And Monitoring Of Oil And Petroleum Hydrocarbons İn Marine Waters, Athens.
- 4- Çevre Bakanlığı, 1994. II. Çevre Şurası Çalışma Belgesi, İstanbul.
- 5 - Çevre Bakanlığı, 1994. I. Çevre Şurası Sonuç Raporu Eylül 1991, Ankara.
- 6- Çevre İl Müdürlüğü Brifing Notları, 1996. Kocaeli.
- 7- ODC Yapı Ürünleri, Temmuz 1996. Denizlerimizin ve Kıyılarımızın "Göller ve Nehirler dahil" Petrol Türevleri İle Kirlenmesinin Kontrol ve Korunması, İstanbul.
- 8- DİLEK, O., 1996. TÜPRAŞ Atıksu Arıtım Ünitesi Brifing Notları, İzmit.
- 9- İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 1995. Derince Konteyner Terminali Çevresel Etki Değerlendirmesi Nihai Raporu, İstanbul.
- 10- İstanbul Ticaret Odası, 1977. Marmara Bölgesi'nde Çevre Kirlenmesi Semineri, İstanbul.
- 11- KOCATAŞ, A., 1986. Research On The Effect Of Polluants On Marine Communities And Ecosystems, Athens.

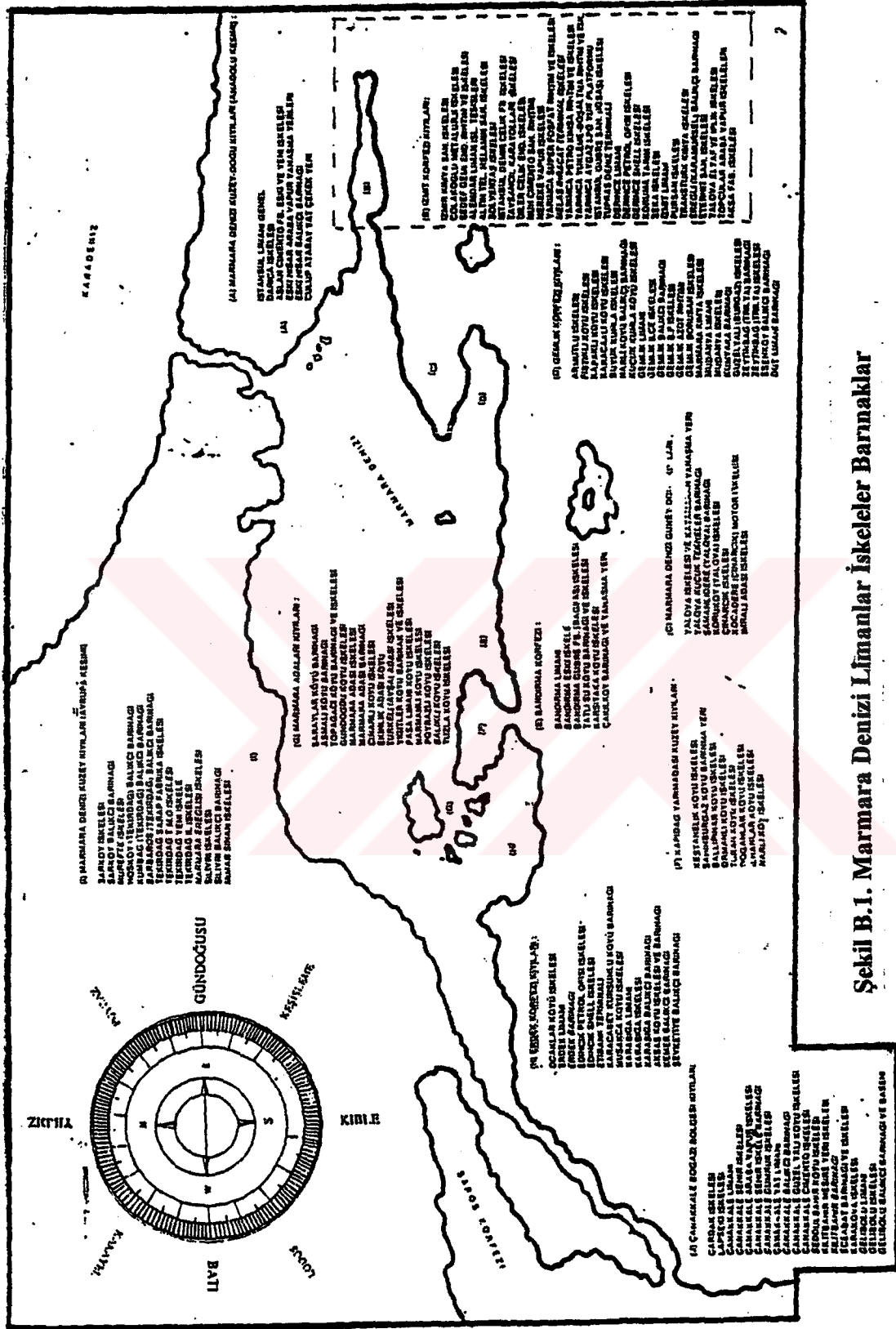
- 12- MARKETOS, D., 1986. Baseline Studies And Monitoring Of Metals Particulary Mercury And Cadmium In Marine Organisms, Athens.
- 13- MORKOÇ, E., KURTER, A., LEGOVIÇ, T., OKAY, OYA S., 1995. Kıyı Sularında ve Yarı Kapalı Deniz Havzalarında Endüstriyel Gelişmelerin Etkileri - Özel Çalışma Alanı Olarak İzmit Körfezi. TÜBİTAK-MAM, Çevre Müh. Böl., Gebze.
- 14- MORKOÇ, E., OKAY, OYA S., GEVECI, A., 1996. Temiz Bir İzmit Körfezi'ne Doğru. TÜBİTAK-MAM, Çevre Müh. Böl. Proje No: 15.1.005, Gebze.
- 15- ÖREN, O. H., 1986. Baseline Studies And Monitoring Of Oil And Petroleum Hydrocarbons In Marine Waters, UNEP Athens.
- 16- ÖZİŞ, Ü., 1983. Su Yapıları, İzmir.
- 17- ÖZTÜRK, İ., 1991. Marine Pollution and Bilge Water Reception Facilities At TCDD Ports. No:2, s. 34,35,35-37.
- 18- SALİHOĞLU, I. Baseline Studies And Monitoring Of DDT PCBs and Other Chlorinated Hydrocarbons in Marine Oganisms, UNEP Athens.
- 19- Türkiye Çevre Vakfi (TÇV), 1993. Wetlands Of Turkey, Ankara.
- 20- Türkiye Çevre Vakfi (TÇV), 1991. Ortak Geleceğimiz, Ankara.
- 21- Türkiye Çevre Vakfi (TÇV), 1995. Türkiye'nin Çevre Sorunları. TÇV Yayını, Yayın No:0011.65, Ankara.
- 22- Türkiye Çevre Vakfi (TÇV), 1992. Türk Çevre Mevzuatı, Ankara.
- 23 - USLU, O., TÜRKMAN, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, Ankara.

24 - ÜNLÜ, K., YILMAZ, N., BALKAN, A., 1996. Kocaeli İli Çevre Durum Raporu. Çevre İl Müdürlüğü, Kocaeli.

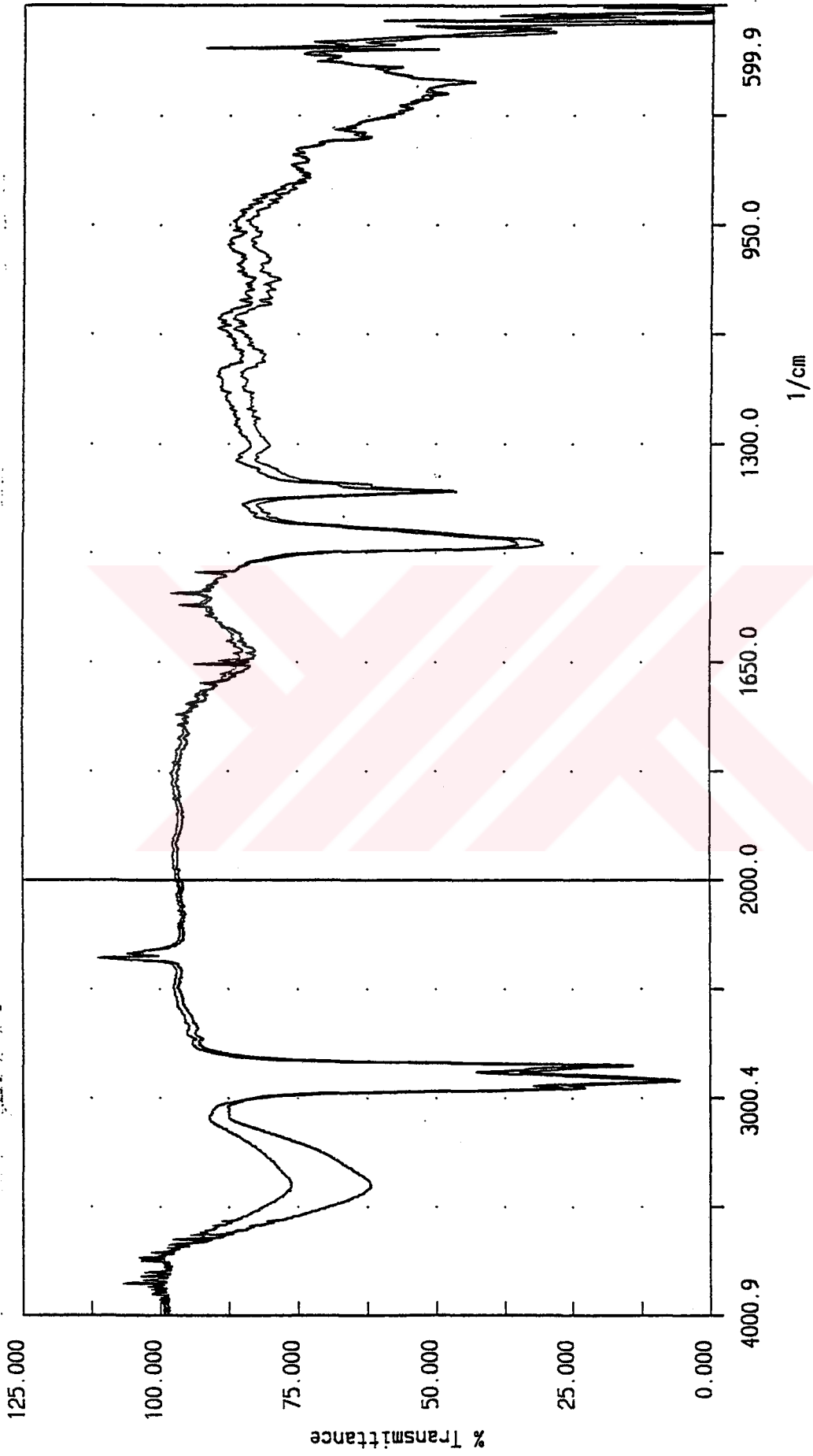




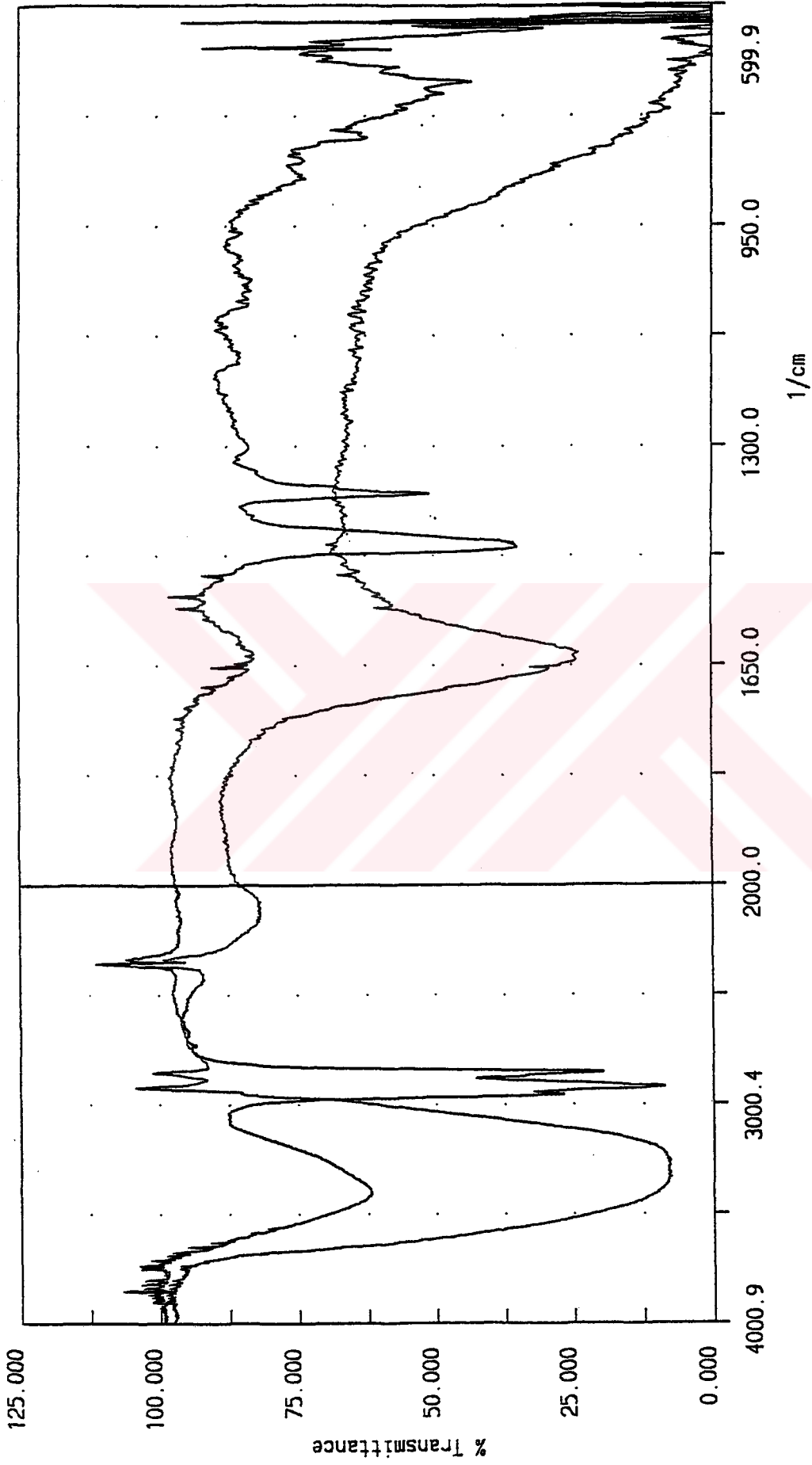
Şekil A.1. TÜPRAŞ Balast Suyu Arıtım Tesisi Akım Şeması



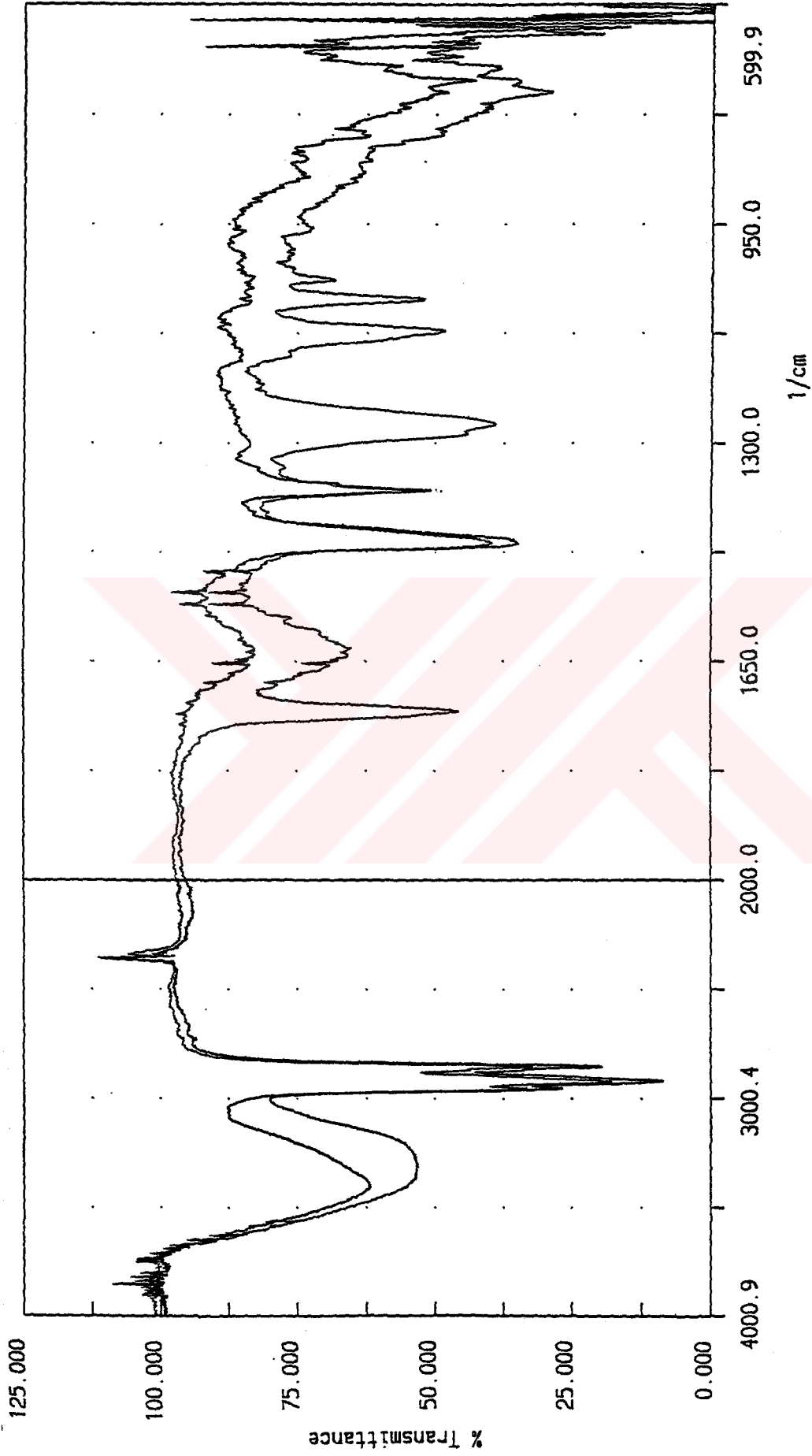
Şekil B.1. Marmara Denizi Limanlar İşkeleler Barnağılar



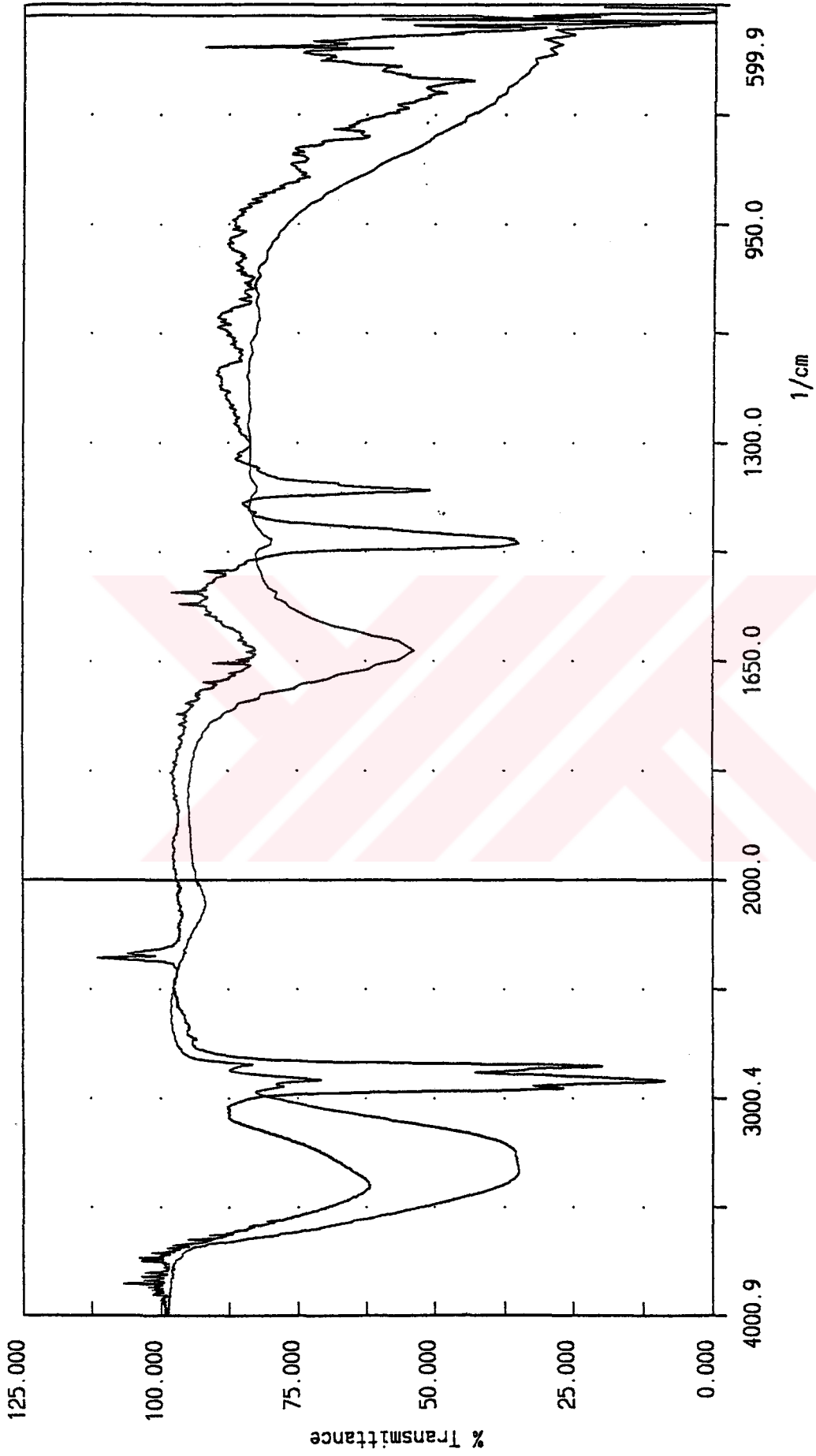
Sekil B.3.a Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
X Gemisi Sintine Numune IR Spektrum Pikleri



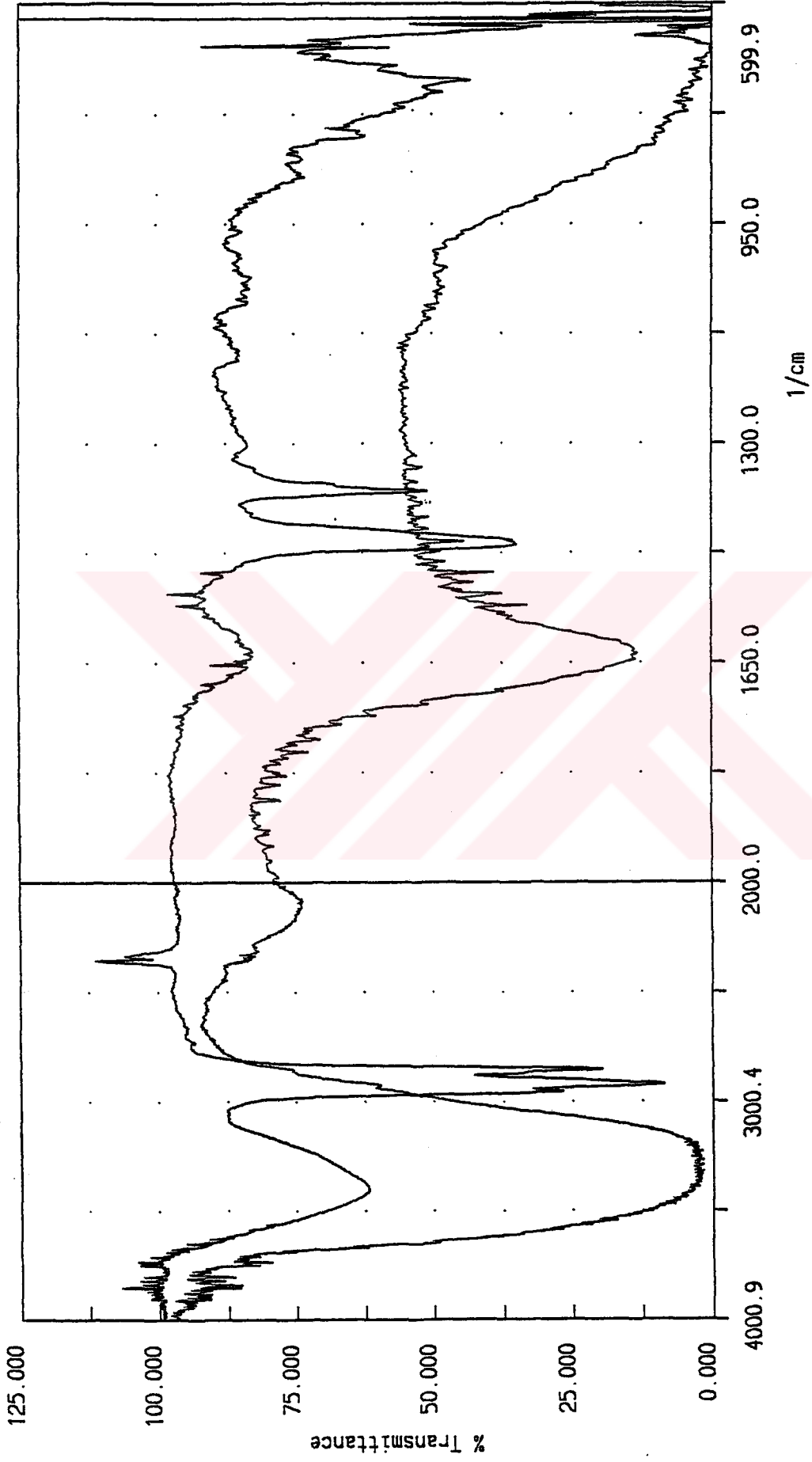
Sekil B.3.b Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
Y Gemisi Sintine Numune IR Spektrum Pikleri



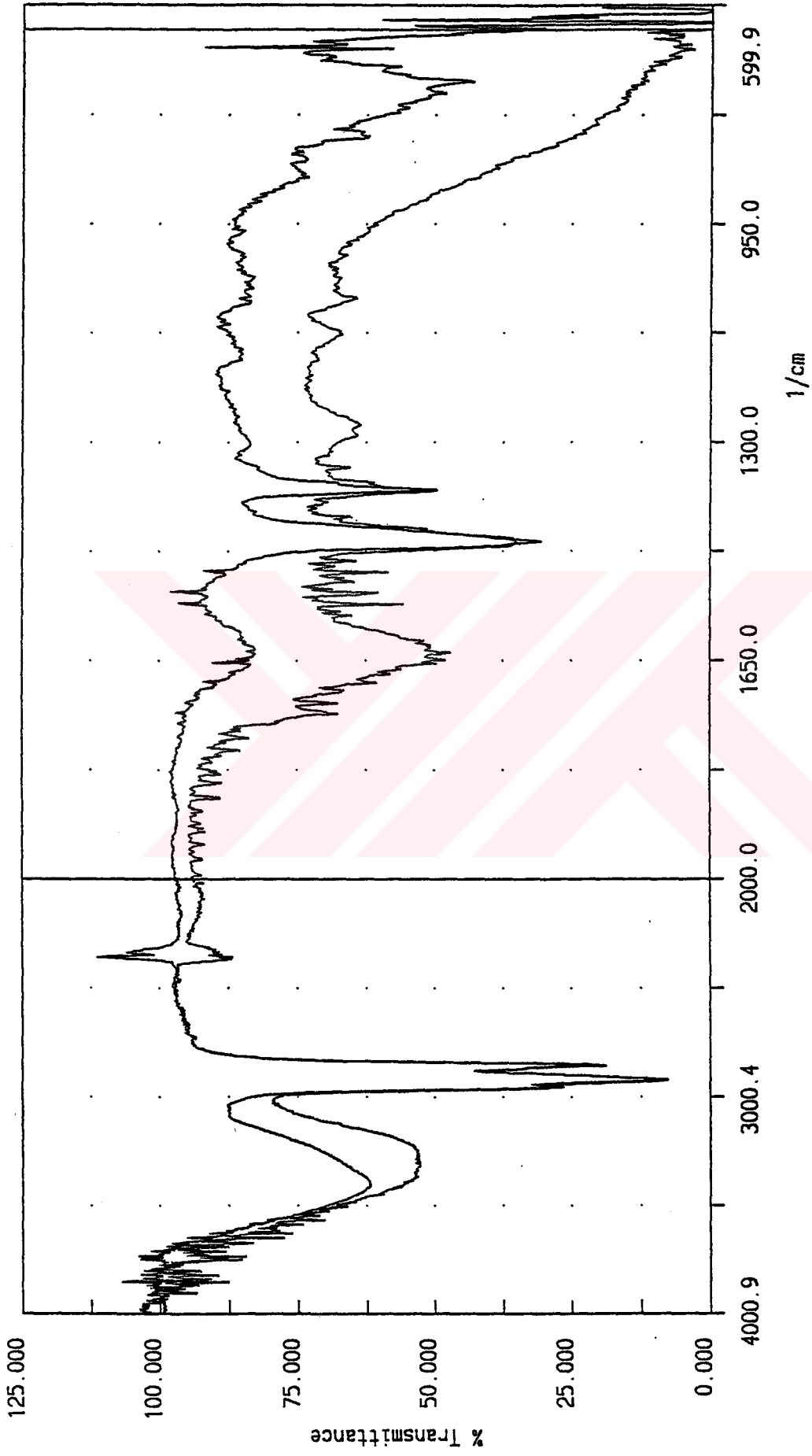
Sekil B.3.c Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
Z Gemişi Sintine Numune IR Spektrum Pikleri



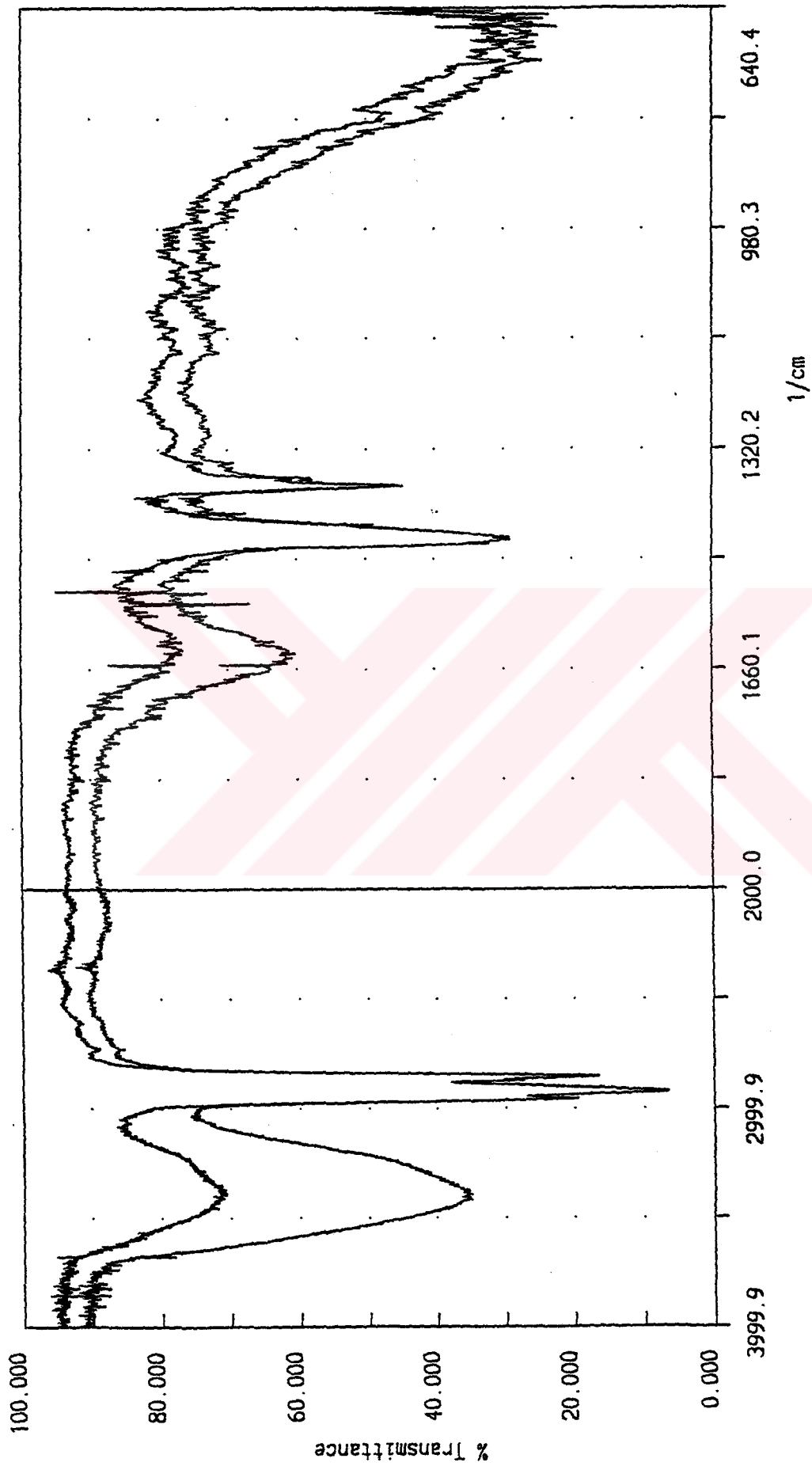
Sekil B.4.a Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
X Gemisi Balast Numune IR Spektrum Pikleri



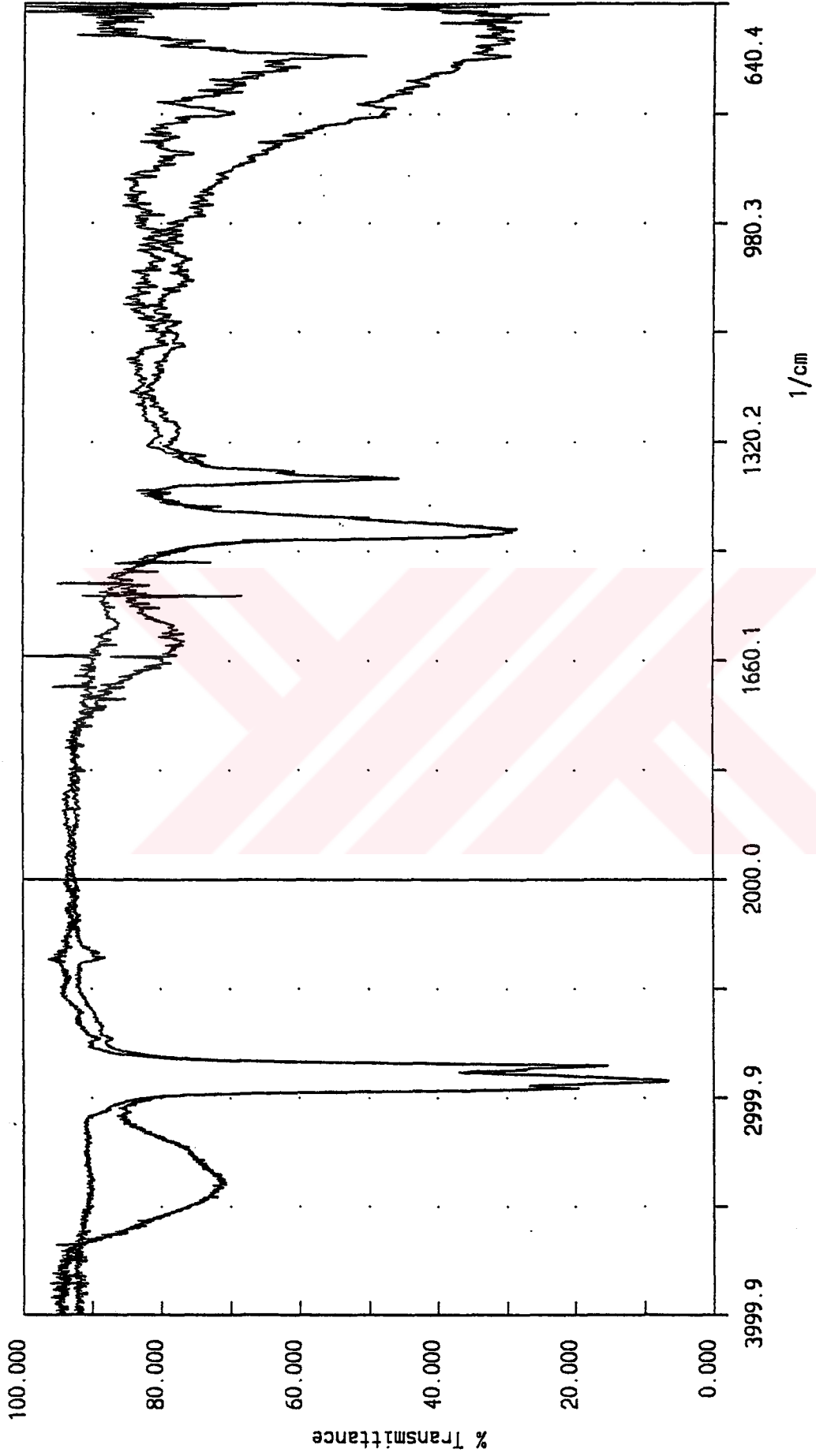
Sekil B.4.b Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
Y Gemisi Balast Numune IR Spektrum Pikleri



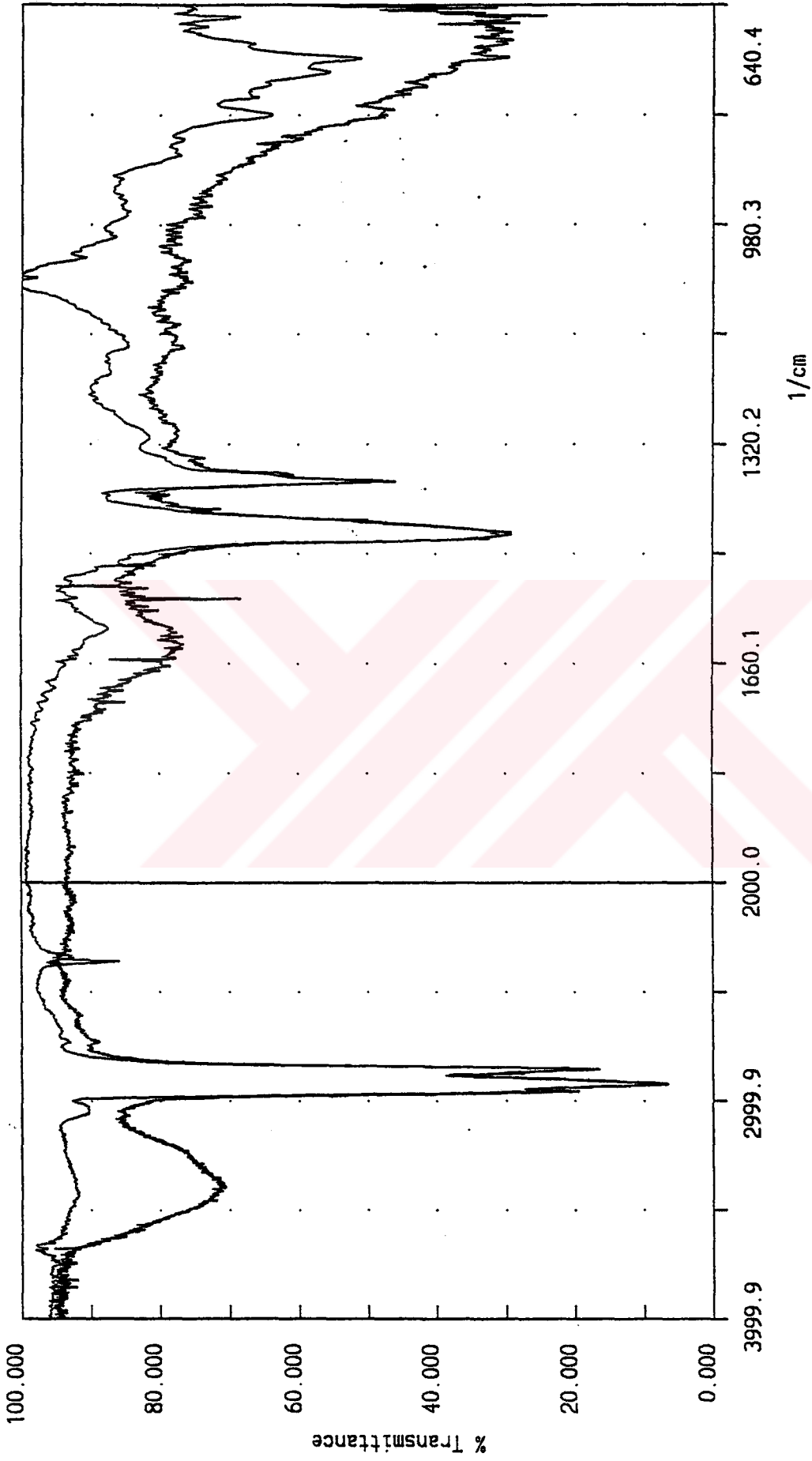
Sekil B.4.c Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
Z Gemisi Balast Numune IR Spektrum Pikleri



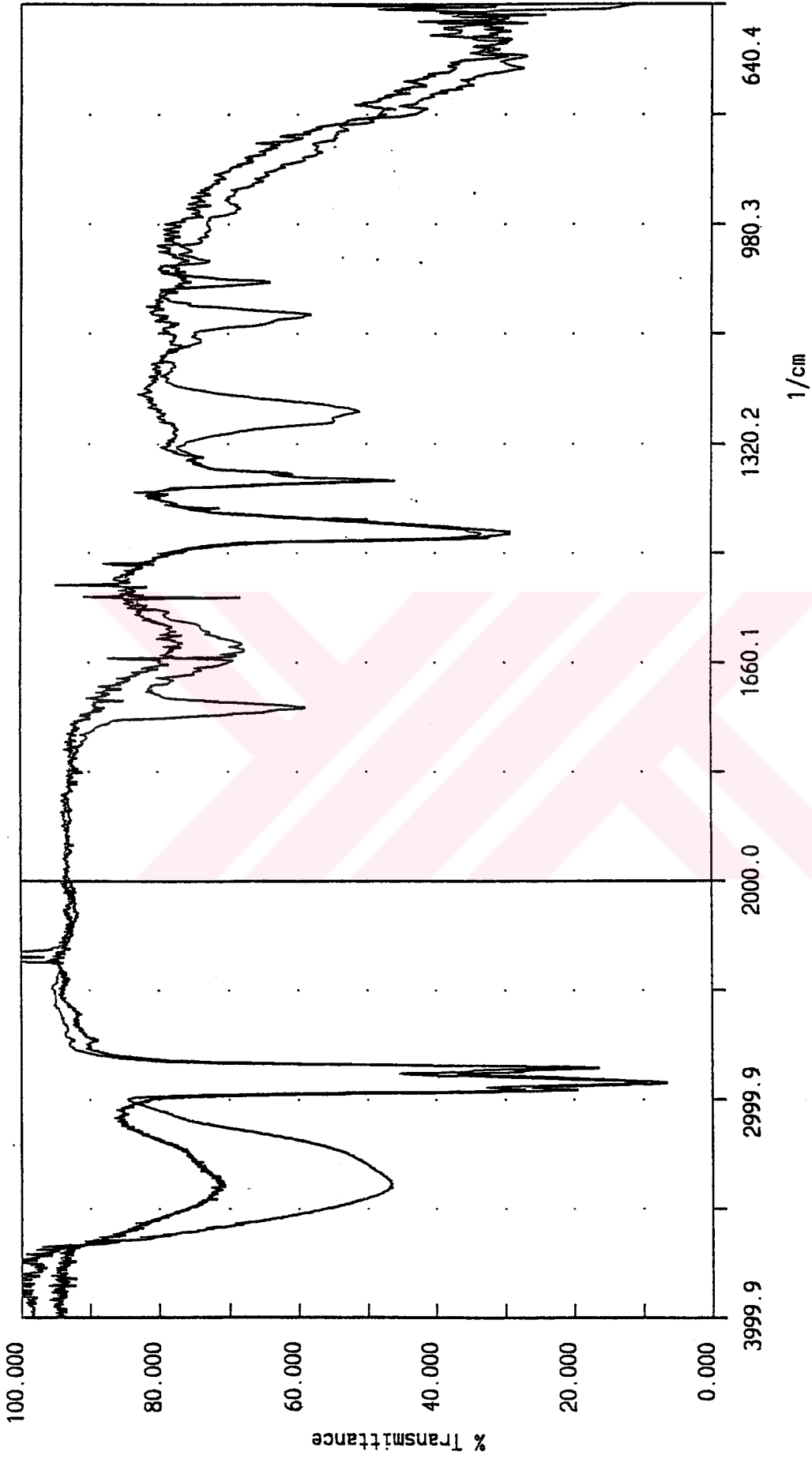
Sekil B.5.a Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
L Gemisi Balast Numune IR Spektrum Pikleri



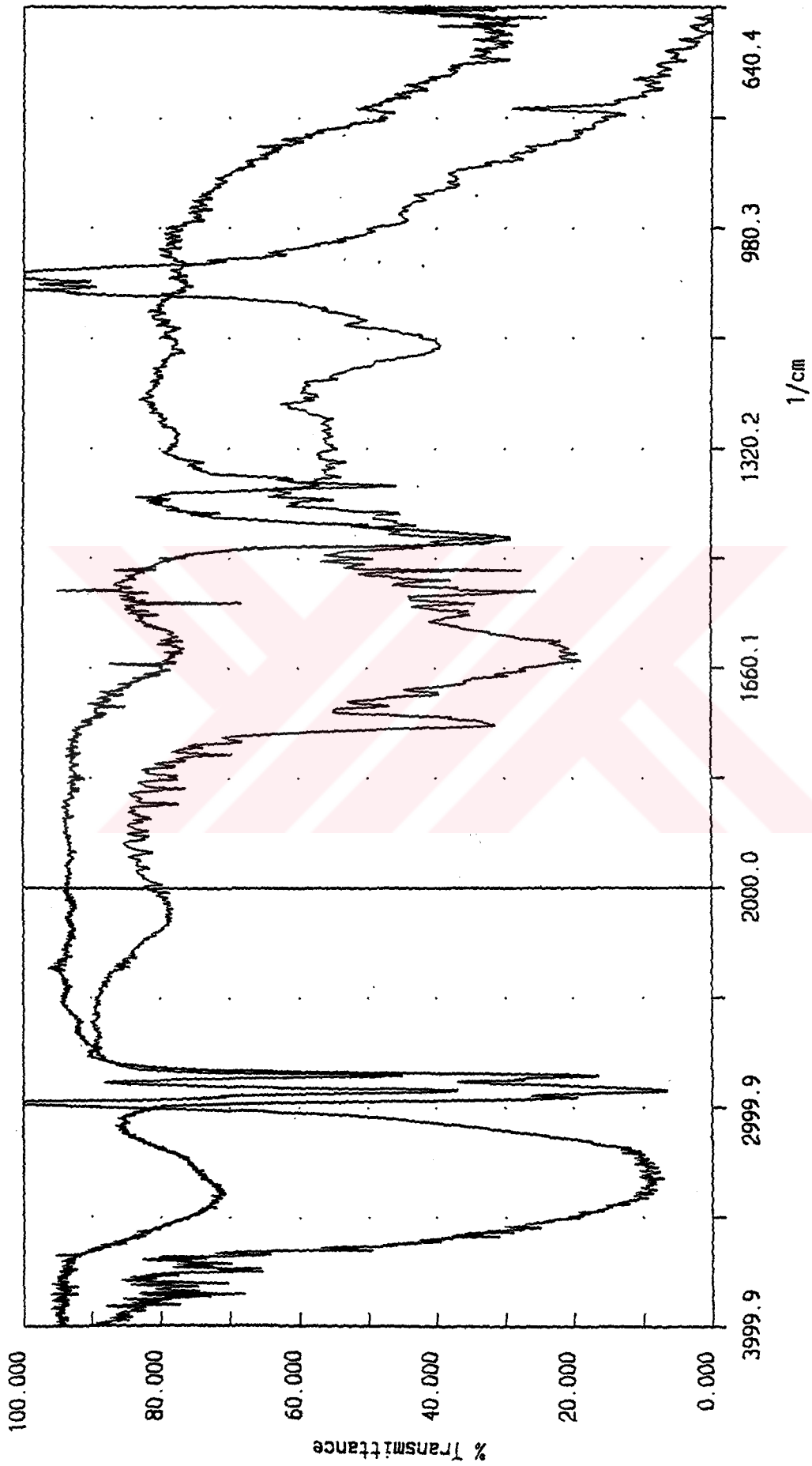
Sekil B.5.b Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
K Gemisi Balast Numune IR Spektrum Pikleri



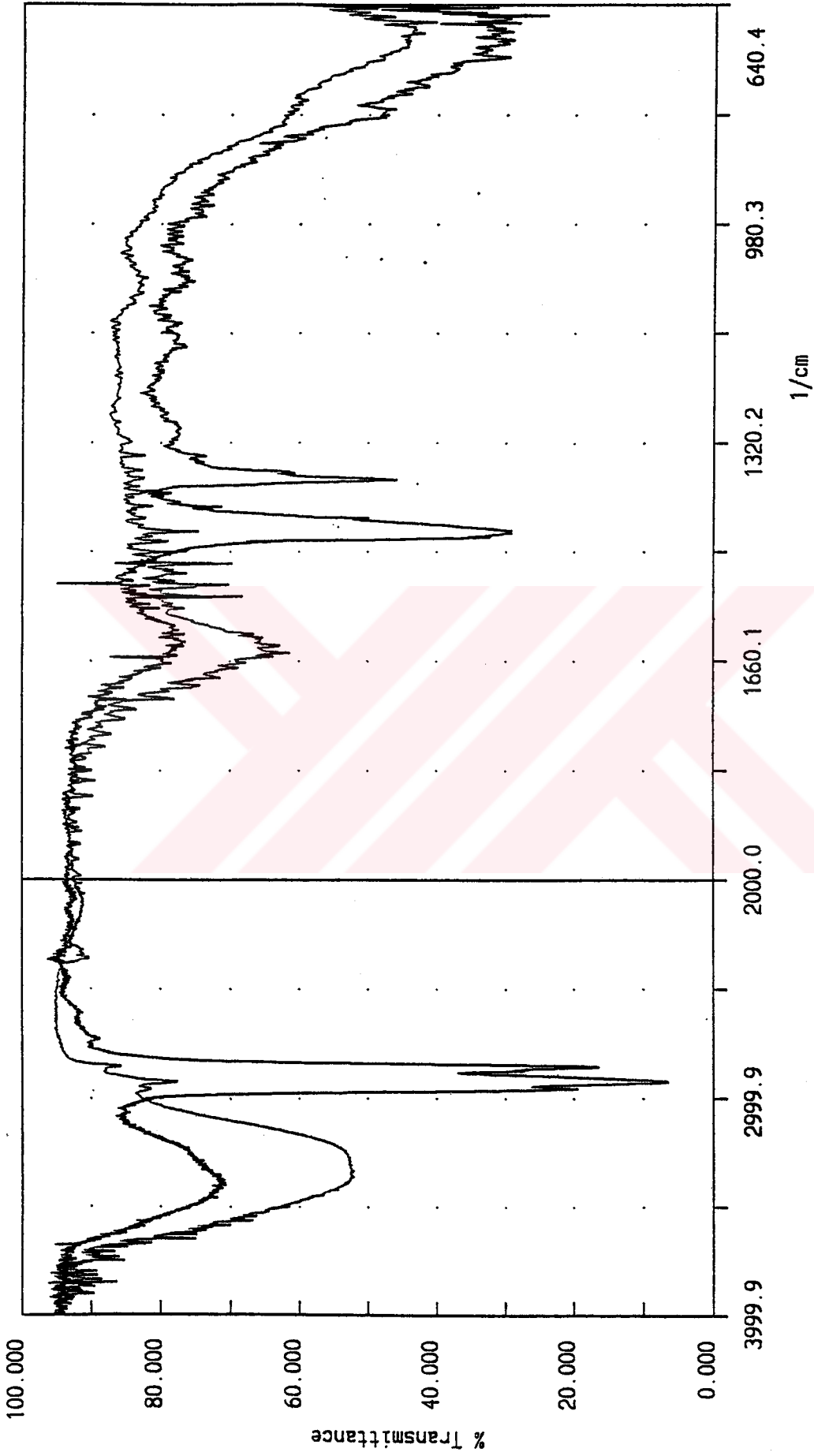
Sekil B.5.c Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
M Gemisi Balast Numune Spektrum Pikleri



Sekil B.6.a Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
L Gemisi Sintine Numune IR Spektrum Pikleri



Sekil B.6.b Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
K Gemisi Sintine Numune IR Spektrum Pikleri



Sekil B.6.c Deniz Kirlilik Numunesi IR Spektrum Pikleri
M Gemisi Sintine Numune IR Spektrum Pikleri

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kars'ta tamamladı. 1988 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'ne girdi. Bölümünde başladığı lisans eğitimini 1992 yılında tamamlayarak Çevre Mühendisi ünvanını aldı.

1993 yılında girdiği Kocaeli Valiliği Çevre İl Müdürlüğü'nde Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

