

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TRABZON LİMANI VE ÇEVRESİNDE BAZI KİRLETİCİLERİN
ZAMANSAL VE ALANSAL DAĞILIMI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Balıkçılık Teknolojisi Müh. Erol ÇAPKIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11.01.2001

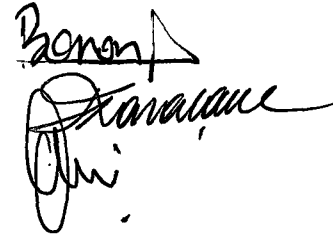
Tezin Savunma Tarihi : 02.02.2001

109844

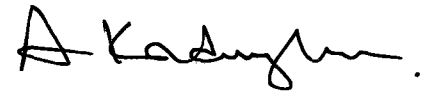
Tez Danışmanı : Doç.Dr. Muhammet BORAN

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Osman ÜÇÜNCÜ



Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Asım KADIOĞLU



Trabzon 2001

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programında yapılmıştır. Çalışma, K.T.Ü. Araştırma Fonu'nca 99.117.001.3 kod nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Bilindiği gibi limanlar yoğun şekilde faaliyetlerin yürütüldüğü alanlardır. Gerek yükleme boşaltma faaliyetleri ve gerekse de gemilerden kaynaklanan diğer faaliyetler limanlar ve çevrelerinin kirlenmesine neden olmaktadır. Bu çalışmaya konu olan Trabzon Limanı, uygun altyapı tesislerinin bulunmaması ve yörede en fazla kirlenen akarsulardan biri olan Değirmendere'nin etkisi altında olması nedeniyle önemli oranda kirlenmektedir. Trabzon limanı ve çevresinde kirlilik düzey ve dağılımının belirlenmesi, bölgedeki kirletici kaynakların saptanması ve gerekli tedbirlerin alınması konusunda yararlı olacağı kanısındayım.

Yüksek Lisans danışmanlığımı üslenen, tez konumu belirlemede bana yardımcı olan, ayrıca çalışmaların yürütülmesi esnasında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Muhammet BORAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Arş.Gör. Sebahattin KUTLU ve Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi Ali DEĞİRMENCI'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca su örneklerinin alınması ve taşınması esnasında bana yardımlarını esirgemeyen diğer tüm arkadaşlara teşekkür ederim.

Erol ÇAPKIN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ.....	VIII
SEMBOL LİSTESİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Ölçülen Parametreler.....	2
1.2.1. Sıcaklık.....	2
1.2.2. Oksijen.....	3
1.2.3. Tuzluluk.....	4
1.2.4. Askıda Katı Madde.....	5
1.2.5. Deterjanlar.....	7
1.2.6. Fenol.....	8
1.2.7. Yağ ve Gres.....	9
1.2.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	10
1.3. Önceki Çalışmalar.....	11
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Araştırma Planı.....	13
2.2. İstasyonların Belirlenmesi.....	13
2.3. Ölçüm Yöntemleri.....	15
2.3.1. Fizikokimyasal Parametreler.....	15
2.3.2. Askıda Katı Madde Tayini.....	15
2.3.3. Deterjan Tayini.....	15
2.3.4. Fenol Tayini.....	15
2.3.5. Yağ ve Gres Tayini.....	16

2.3.6.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini.....	16
2.3.7.	Verilerin Değerlendirilmesi.....	17
3.	BULGULAR.....	18
3.1.	Hidrografik Özellikler.....	18
3.2.	Askıda Katı Madde Dağılımı.....	23
3.3.	Deterjan Dağılımı.....	26
3.4.	Fenol Dağılımı.....	28
3.5.	Yağ ve Gres Dağılımı.....	30
3.6.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı Dağılımı.....	33
4.	İRDELEME.....	36
5.	SONUÇLAR.....	45
6.	ÖNERİLER.....	49
7.	KAYNAKLAR.....	52
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	57

ÖZET

Bu çalışmada; Trabzon limanı ve çevresinde denizel ve karasal faaliyetlerden kaynaklanan kirletici düzey ve dağılımlarının belirlenmesi için, Aralık 1998-Kasım 1999 tarihleri arasında belirlenen 12 istasyonda, sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen, askıda katı madde, deterjan, fenol, KOİ, yağ ve gres konsantrasyonları ölçülmüştür.

Çalışma alanında yapılan ölçümlerde deniz suyundaki, sıcaklık, tuzluluk ve çözünmüş oksijen değerlerinin, mevsimsel olarak değiştiği saptanmıştır. Askıda katı madde, deterjan, fenol, KOİ, yağ ve gres değerleri sırasıyla, 3.08-26.42 mg/L, 0.072-0.148 mg/L, 0.008-0.027 mg/L, 250.7-338.6 mg/L ve 0.073-0.367 g/L arasında değişmektedir. Çalışma süresince liman içerisindeki istasyonlarda ölçülen deterjan, fenol, KOİ, yağ ve gres değerlerinin, genel olarak liman dışındaki istasyonlarda ölçülen miktarlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda bölgede, kirletici konsantrasyonlarının artmasına, denizel kaynaklardan daha çok, kanalizasyon gibi karasal kirletici kaynakların neden olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Deniz kirliliği, kirleticiler, Trabzon Limanı, Karadeniz

SUMMARY

Temporal and Spatial Distribution of Some Pollutants In and Around The Trabzon Harbor

Temperature, dissolved oxygen, salinity, suspended solids, detergent, phenol, COD, oil and grease values were measured at 12 stations between December 1998- November 1999 to determine pollutant level and distribution due to maritime and terrestrial activities in and around Trabzon harbor.

Temperature, dissolved oxygen, salinity values in the study area varied with season. Average concentrations of suspended solids, detergent, phenol, COD, oil and grease changed between, 3.08-26.42 mg/L, 0.072-0.148 mg/L, 0.008-0.027 mg/L, 250.7-338.6 mg/L and 0.073-0.367 g/L. Respectively detergent, phenol, COD, oil and grease measured in the harbor's stations were higher than the station's outside statio.

In conclusion, it has been observed that pollutant concentrations increased as a result terrestrial pollutants such as sewage system rather than maritime activity.

Key Words : Marine pollution, pollutant, Trabzon harbor, Black Sea

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları.....	14
Şekil 2. Sıcaklığın aylara göre değişimi.....	19
Şekil 3. Sıcaklığın istasyonlara göre değişimi.....	19
Şekil 4. Oksijenin aylara göre değişimi.....	20
Şekil 5. Oksijenin istasyonlara göre değişimi.....	21
Şekil 6. Tuzluluğun aylara göre değişimi.....	22
Şekil 7. Tuzluluğun istasyonlara göre değişimi.....	22
Şekil 8. Askıda katı maddenin aylara göre değişimi.....	23
Şekil 9. Askıda katı maddenin istasyonlara göre değişimi.....	24
Şekil 10. Deterjanın aylara göre değişimi.....	26
Şekil 11. Deterjanın istasyonlara göre değişimi.....	26
Şekil 12. Fenolün aylara göre değişimi.....	28
Şekil 13. Fenolün istasyonlara göre değişimi.....	29
Şekil 14. Yağ ve gresin aylara göre değişimi.....	31
Şekil 15. Yağ ve gresin istasyonlara göre değişimi.....	31
Şekil 16. Kimyasal oksijen ihtiyacının aylara göre değişimi.....	33
Şekil 17. Kimyasal oksijen ihtiyacının istasyonlara göre değişimi.....	34

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Çalışma süresince hava ve deniz durumu.....	18
Tablo 2. Sıcaklığın aylara göre karşılaştırılması.....	20
Tablo 3. Oksijenin aylara göre karşılaştırılması.....	21
Tablo 4. Tuzluluğun istasyonlara göre karşılaştırılması.....	23
Tablo 5. Askıda katı maddenin aylara göre karşılaştırılması.....	24
Tablo 6. T3 istasyonu çıkarılıp askıda katı maddenin istasyonlara göre karşılaştırılması.....	25
Tablo 7. Askıda katı maddenin bölgelere göre dağılımı.....	25
Tablo 8. Deterjanın aylara göre karşılaştırılması.....	27
Tablo 9. Deterjanın istasyonlara göre karşılaştırılması.....	27
Tablo 10. Deterjanın bölgelere göre dağılımı.....	28
Tablo 11. Fenolün aylara göre karşılaştırılması.....	29
Tablo 12. Fenolün istasyonlara göre karşılaştırılması.....	30
Tablo 13. Fenolün bölgelere göre dağılımı.....	30
Tablo 14. Yağ ve gresin aylara göre karşılaştırılması.....	32
Tablo 15. Yağ ve gresin istasyonlara göre karşılaştırılması.....	32
Tablo 16. Yağ ve gresin bölgelere göre dağılımı.....	33
Tablo 17. Kimyasal oksijen ihtiyacının aylara göre karşılaştırılması.....	34
Tablo 18. Kimyasal oksijen ihtiyacının bölgelere göre dağılımı.....	35

SEMBOLLER LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	V
IMO	Uluslar arası Denizcilik Örgütü.....	1
TEU	8' * 8' * 20".....	2
MARPOL 73/78	Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesine İlişkin Uluslararası sözleşme.....	2
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri.....	17



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Deniz kirlenmesi, karadan ve denizdeki aktivitelerden gelen kirletici maddelerin deniz ortamına ulaşması sonucu oluşur. Karadan gelen kirletici maddeler; evsel ve endüstriyel atık sular, yağmur, drenaj ve tarımsal alanlardan gelen sularla birlikte denize ulaşmaktadır. Kirletici maddeleri taşıyan bu sular ya direkt olarak yada akarsular aracılığıyla denize girerler. Öte yandan karadaki bazı faaliyetler sonucu atmosfere ulaşan kirleticiler de yağmur suları ile birlikte denizlere taşınmaktadır. Ayrıca denizdeki aktivitelerde önemli derecede kirlenmeye neden olmaktadır. Deniz taşımacılığı, deniz altı kaynaklarından yararlanmak için yürütülen faaliyetler, su sporları, nükleer denemeler sonucu denizler önemli derecede kirletilmektedir [1, 2, 3].

Deniz taşımacılığının denizleri kirletmedeki payı %10-12 dolaylarında, karasal kökenli kirleticilerin ise %70 civarındadır [4]. Karada insanların çok yönlü faaliyetleri sonucu oluşan kirletici maddelerin direkt yada dolaylı olarak denizlere bırakılması, denizlerin karadan kirletilmesi payını böylesine yüksek düzeylere çıkartmaktadır. Ayrıca, karadan gelen maddelerin içersinde dayanıklı kirleticilerin bulunması nedeniyle, bu kirlilik kaynağını denizler açısından, en çok dikkat edilmesi gereken tehlike durumuna getirmektedir. Denizlerin kıyı kesimlerinde yer alan ve gemilerin barındığı, yükleme ve boşaltma işlemlerinin yapıldığı, yakıt ikmalinin yerine getirildiği, gemi personelinin her tür gereksiniminin karşılandığı bir kompleks durumunda olan limanlar, vermekte olduğu hizmetler nedeniyle katı, sıvı, tehlikeli sıvı, yakıt, yağ ve diğer petrol atıkları gibi kirleticilerin yoğun olarak boşaltıldığı ortamlardır. Bu nedenle belirtilen kirletme oranları bu gibi yerlerde denizel faaliyetlerden yana artmaktadır. Söz konusu özelliği nedeniyle limanlar, kirlilik açısından daha önemle ele alınmalıdır [5].

Denizlerin kirlenmesini önlemek amacıyla kurulan uluslararası kuruluşlardan en önemlisi Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)'dur. Hükümetler arası bir danışmanlık örgütü olan bu kuruluş, IMCO olarak başlayıp, tanker kazalarının yarattığı panik ve uluslararası baskılar ile çalışma yönteminde değişiklik yaparak "Uluslararası Denizcilik Örgütü" (IMO) adını almıştır. IMO Genel Kurulu 1973 yılında yaptığı konferans toplantısında "Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Sözleşmesi

(MARPOL 73/78)'ni kabul edilmiştir. Kabul edilen bu sözleşmede limanlar ve kirlilik kaynaklarıyla ilgili önemli bir çok karar mevcuttur [6].

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan ve geçmiş yıllarda oldukça faal olan Trabzon Limanı gerek karasal ve gerekse de denizsel kökenli kirleticilerden önemli oranda etkilenmektedir. Liman $41^{\circ} 00' 15''$ N - $41^{\circ} 00' 45''$ N enlemleri $39^{\circ} 39' 28''$ E - $39^{\circ} 48' 07''$ E doğu boylamları arasında yer almaktadır. Trabzon Limanının stoklama kapasitesi, kapalı alan 138 bin ton/yıl ve açık alanda 3 milyon ton/yıl'dır. Yılda 1.5 milyon ton karışık yük, 336 bin ton dökme yük ve 89.500 TEU konteynır yükü elleçlenebilmektedir. Ancak 1998 yılında Trabzon Limanında 423 bin ton yük elleçlenmiştir. Limanda daha çok kömür, buğday ve kargo yükleri boşaltılmakta, buğday dışındaki bu kargo türü yükler gemilere yüklenmektedir [7].

Küçük liman, iç liman ve dış liman olarak üç bölüme ayrılan Trabzon Limanında başlıca kirlilik kaynakları, küçük liman için, şehir kanalizasyonu, kıyıya yakın yerlerde bulunan endüstri kuruluşlarının atık suları, balıkçılık faaliyetleri, gemi faaliyetleri ve yüzeysel akış; iç liman için, balıkçılık faaliyetleri, gemi faaliyetleri, yüzeysel akış, küçük limanda belirtilen kaynakların ve dış limandaki kaynakların dolaylı taşınması; dış liman için, şehir kanalizasyonu, endüstriyel atık sular, gemi faaliyetleri, yüzeysel akış, Değirmendere'nin etkisi ve küçük liman ile iç limanın dolaylı etkisidir.

Bu araştırmada, Trabzon Limanı ve çevresinde bazı kirleticilerin zamansal ve alansal dağılımları belirlenerek, bölgedeki kirlilik düzeyi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Ayrıca bölgeye giren kirleticilerin kaynakları belirlenmiştir.

1. 2. Ölçülen Parametreler

1.2.1. Sıcaklık

Sıcaklık deniz suyunun en önemli özelliğini oluşturan bir parametre olup, suyun fiziksel ve kimyasal özelliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Okyanus ve deniz sularının sıcaklığı, bunların ısınma ve soğumasını aynı anda etkileyen faktörlerin etkisi altındadır [8].

Okyanus ve denizlerde yüzey suyu sıcaklığının en yüksek ($26-30^{\circ}\text{C}$) olduğu yerler alçak enlemler veya ekvatora yakın bölgelerdir. En düşük yüzey suyu sıcaklığı ise tuzluluğa bağlı olarak 0°C - 1.9°C arasında değişmektedir. Bu nedenle, kıyıya yakın

kesimlerde çok sığ sular hariç tutulduğunda, denizlerin en soğuk ve en sıcak bölgeleri arasındaki maksimum farklılık 25-30°C civarındadır. Fakat herhangi bir bölge veya denizdeki (Örneğin ; Karadeniz veya Akdeniz'in çeşitli kısımlar arasındaki) su sıcaklığı farkı her zaman için bu değerden çok daha düşüktür. Ülkemiz denizleri gibi subtropik ve ılıman denizlerde ise, yüzey suyu sıcaklığı mevsimsel iklim değişimlerine bağlı olarak yıl içerisinde oldukça büyük varyasyon gösterir ve mevsimsel varyasyon değeri bölgenin iklim yapısına bağlı olmakla birlikte genelde 10°C civarındadır [8].

Su sıcaklığı deniz canlılarının dağılım ve aktiviteleri üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Sıcaklığa olan tolerans türler arasında farklılık gösterir, fakat canlı türleri yaşamsal faaliyetlerini normal bir şekilde yerine getirebildiği belirli minimum ve maksimum sıcaklık sınırları içinde dağılım gösterirler. Düşük sıcaklıklarda metabolizma durmakta veya çok yavaşlamaktadır. Yüksek sıcaklıkta da ise beslenme durmaktadır [9].

Sucul ekosisteme giren kirleticilerin etkileri, sıcaklık, çözünmüş oksijen, su sertliği gibi mevsimsel olarak değişen abiyotik faktörlere ve etkilenen canlıların türü, hayat evresi, beslenme durumu gibi biyolojik faktörlere göre değişmektedir [10].

Sıcaklık kirletici maddelerin etkisini değiştiren en önemli abiyotik faktördür. Deniz ortamına giren kirleticilerin çoğu organik kökenlidir ve bu kirleticilerin parçalanmasında mikroorganizmalar tarafından yapılır. Mikroorganizmaların dağılımında ve çoğalmalarında, dolayısıyla organik maddelerin parçalanma hızında sıcaklık önemli bir faktördür. Suyun sıcaklığının artması bir yandan mikroorganizma faaliyetlerinde artışa neden olurken öte yandan oksijenin sudaki doygunluk derişimini azaltır [11].

1.2.2. Oksijen

Oksijen karasal ortamda olduğu gibi sucul ortamda da yaşam için gerekli bir elementtir. Doğal sularda çözülmüş halde bulunan oksijenin miktarını arttıran ve azaltan birçok faktör vardır. Konsantrasyonu yükselten faktörlerin başında fotosentez olayı, oksijence fakir yüzey sularının atmosferle ilişkisi, akıntı ve rüzgarların etkisi gösterilebilir. Konsantrasyonu azaltan faktörlerin başında ise solunum ve oksidasyon olayları gelir. Genellikle deniz suyundaki çözülmüş oksijen miktarı 0-10 mg/L arasında değişir. Sıfıra yakın değerler tamamen kirlenmiş sularda, 10 değeri ise yoğun fotosentez aktivitesinin olduğu bölgeler gibi aşırı doygunluğa ulaşmış sularda söz konusudur [12, 13].

Karadeniz’de oksijenin doygunluğu ise genellikle mart-nisan ve ekim-kasım aylarında olup 5-30 m’lik derinlikte izlenir [14].

Sularda bulunan çözünmüş oksijen miktarları çeşitli faktörlere bağlıdır. Suyun sıcaklığı, tuzluluğu, yoğunluğu gibi fiziksel faktörlerin yanında, kimyasal ve biyolojik faktörler bu miktarı önemli derecede etkilemektedir. Suyun sıcaklığı ve tuzluluğu arttıkça sudaki çözünmüş oksijen miktarı azalır. Ayrıca çözünmüş oksijen su kaynağının deniz seviyesinden yüksekliğine yani basınca göre de değişiklik gösterir [15]. Pek çok sayıda araştırmacının yaptığı çalışmada, Karadeniz sularındaki oksijen oranının yüzeyden itibaren 300-400 m derinliğe kadar $7.62 \text{ cm}^3/\text{L}$ ’ den sıfıra düştüğü ve 150 m’ de $0.088 \text{ cm}^3/\text{L}$ olan H_2S ’in de 200 m derinlikte $5.796 \text{ cm}^3/\text{L}$ değerine ulaştığı bildirilmektedir [16].

Sulardaki çözünmüş oksijen miktarını etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır. Sıcaklık arttıkça suyun içerisindeki çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalmaktadır [17]. Oksijen konsantrasyonu çok düşük olan suların zehirli maddeleri de ihtiva etmesi durumunda, deniz canlıları toksik olarak önemli derecede etkilenmektedir. Bunun nedeni az oksijenli sularda, solunumlarını artırmak için özellikle balıkların solungaçlarından fazla miktarda su geçmesi, buna bağlı olarak toksik maddelerle daha fazla temas etmesi ve bunları biriktirmesidir [18]. Sanayi atıklarının, tarım ilaçlarının, deterjanların ve fenollü maddeler vb. gibi organik atıkların parçalanmasında oksijenin kullanılması, balıkların kitle halinde ölmelerine neden olmaktadır [19].

1.2.3. Tuzluluk

Kemikli balıklar ve gelişmiş omurgalılar dışındaki deniz canlılarının büyük çoğunluğu içinde buldukları su ile osmotik denge halinde bulunurlar. Bu canlıların oransal olarak yüksek konsantrasyonlarda Na^+ ve Cl^- ile daha düşük konsantrasyonlarda K^+ , Mg^{2+} ve SO_4^{2-} içeren vücut sıvılarının iyon kompozisyonu çoğu zaman deniz suyununki ile büyük benzerlik gösterir. Genellikle canlıların vücut sıvılarındaki K^+ ve Na^+ oranları deniz suyununkinden oldukça yüksek olduğu halde Mg^{2+} ve SO_4^{2-} oranları biraz düşüktür [8].

Açık denizler veya okyanus suları %035 tuzluluğa sahiptir. Deniz ürünleri yetiştiriciliği, çoğunlukla tuzluluğu, açık denizlerden daha düşük olan sahile yakın kesimlerde koy, lagün ve fiyortlarda yapılır. Bu tip bölgelerde tuzluluk %015-33 arasında

değişir. Genel olarak denizlerimizdeki tuzluluk oranları; Karadeniz’de %017-20, Marmara’ da yüzeide %021-24, Ege’de %037-38 ve Akdeniz’de %038-39.5’ dur [20].

Açık deniz canlılarının büyük çoğunluğunun tuzluluktaki değişimlere karşı toleransları çok sınırlıdır, yani açık deniz canlılarının büyük çoğunluğu stenohalindir. Buna karşın, oldukça geniş bir tuzluluk değişimi değerlerine tolerans gösterebilen eurihalin canlılar mevsimsel ve hatta günlük olarak oldukça büyük değişimler gösteren koşullara sahip kıyusal suların tipik canlılarıdır. Eurihalin canlılardan en aşırı uçtakiler ise östari adı verilen acı sularda yaşayanlardır [8].

Doğal sulardaki başlıca tuzlar, karbonatlar, bikarbonatlar, kloritler, sülfatlar ile Ca, Mg, Na ve K tuzları ile eser miktarda demir ve mangan tuzlarıdır. Doğal suların mineral miktarı, drenaj suları, alkaliler, asitler, erimiş tuzlar ve kimyasal atıkların ilavesi ile yükselir. Bu tuzlar, suyun fiziksel ve kimyasal niteliklerini değiştirir ve osmotik basıncını attırırlar [21]. Bir tatlı su balığı, yüksek tuzluluktaki bir deniz suyuna konulacak olursa solunum gücünü çeker, sudan kaçmaya çalışır. Kısa bir zaman sonra da narkotize olur ve ölür. Bir deniz balığı, tatlı suya konulduğunda benzer olay gözlenir [22].

Deniz suyunun tuzluluğundaki değişimler genellikle bu canlıların vücut sıvılarının konsantrasyonunda da değişimlere neden olur. Bu değişim osmotik dengeyi sağlamak amacıyla vücuttan su atma ve vücutta su alma şeklinde cereyan eder ve genellikle vücut sıvısının iyon oranlarında değişimlere yol açar. Vücut sıvısının normal konsantrasyon ve kompozisyonunda türe bağlı olarak belirli değerlerin üstündeki sapmalar metabolik rahatsızlıklara ve nihayetinde ölümlere neden olur.

Tuzluluğun, deterjanın bazı türlere karşı toksik etkisini arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin; yüksek tuzlulukta anyonik deterjanların deniz copepodlarına olan toksik etkisinin çok daha fazla olduğu belirlenmiştir [23].

1.2.4. Askıda Katı Madde

Deniz suyunda asılı halde bulunan parçacıklar, yapıları yönünden organik ve inorganik olarak iki büyük gruba ayrılırlar. Bu parçaların oranı ve bileşimleri derinliğe ve yörelere bağlı olarak değişir. Örneğin, sığ sular kıyı orijinli veya nehirlerin taşıdığı maddeler yönünden zengin olduğu halde, açık denizlerin yüzey suları organik madde yönünden zengin olurlar [24]. Deniz suyunda asılı bulunan organik maddelerin esasını canlı formlar ve organik detritus oluşturur. Canlı parçaların büyük bir bölümünü oluşturan

fitoplankton türleri, öfotik zonda bulunurlar. Bunlara ilave olarak zooplankton, bakteri ve balıklar gösterilebilir.

Askıda katı maddeler, yüzey sularında çok fazla ve düzensiz konsantrasyonlarda olduğu halde, yüzeyden 150-200 m'den sonra düzenli bir azalış gösterirler. Derin su tabakalarında ise askıda katı madde homojen bir dağılım gösterirken, oldukça düşük konsantrasyona sahiptir [8].

Atıksuların içerdiği askıda katı maddeler, bu suların deşarj edildiği alıcı ortamlarda birikintilere ve dip çamuru oluşumuna sebep olur. Dip çamuru oluşumu, su ortamlarının tabanında gelişen canlıların yaşamını engeller. Askıdaki katı maddeler organik kökenli iseler, oluşan dip çamuru zamanla anaerobik ayrışmaya uğrar. Aşırı miktarda askıda katı madde içeren atık suların alıcı ortamlara verildiği kanalizasyon çıkış ağzlarının çevresinde su yüzeyine kadar yükselen ve estetik olmayan görünüm oluşturur [25].

Askıdaki katı maddeler akarsularda ve denizsel ortamlarda uzun mesafeli taşınabilirler. Fakat sudan daha yoğun olduklarından belirli bir süre sonunda çökerek sedimente birikirler [26]. Karalardan gelen askı yüklerinin birikim yerleri öncelikle nehir ağzları ve kıyılardır. Taşınan malzemenin boyutuna bağlı olarak hem kıyı boyunca ve hemde açık denize doğru taşınırlar [27].

Askı haldeki partiküller, balık yumurtaları ve onların besinini oluşturan organizmaları kaplayarak öldürür. Bu maddeler balıkların oksijen alımını engeller ve gelişme oranını azaltır. Bulanık sularda doğal olarak yaşayan belirli omurgasız türlerin solungaç dokusu ile asılı maddelerin temasını minimuma indirmek için lameller arası boşluklar yeterlidir. Bitkilerin gelişmesini engelleyen ve ışık etkisini sınırlayan asılı haldeki partiküllerdir. Suda 30 cm'ye kadar olan görüntüyü sınırlayan fazla partikül, fitoplankton gelişmesini önleyebilir. Hatta belirli bir seviyeyi aşınca canlılarda ölümler meydana gelir [28].

Askıda katı maddelerin toksik etkisi direkt olarak bu maddelere duyarlı solungaçlarda görülür. Mukos salgısı artar ve solungaçlarda bakteriyel hastalıklar görülür. Ayrıca yumurtaların üzerini kaplayarak yumurtanın oksijen alımını azaltır ve böylece yumurtanın ölümlerinde artışlara yol açabilir [24].

Sudaki asılı partiküller hangi tür balık olursa olsun 5 şekilde zarar verebilir [29]:

- a- Balıklar üzerine doğrudan öldürücü toksik etki yapar veya balıkların gelişmesini engeller.

- b- Balık yumurtalarının gelişmesini engeller.
- c- Balıkların besin kaynakları üzerine etki eder.
- d- Balıkların hareketlerine ve göçlerine engel olur.
- e- Balıkların avlanmasına engel olur.

1.2.5. Deterjanlar

Deterjanlar, genel temizleme işlerinde kullanılan ve içersinde esas temizleyici olarak kullanılan alkil sülfat veya alkil aril sülfonat tipindeki anyonik yüzey aktif maddeler ve temizleme işlemine yardımcı olan diğer maddeler bulunan toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı haldeki karışımlardır. Esas olarak sulu çözültideki iyonların davranışlarına göre 4 grupta toplanabilirler. Bunlar anyonik, katyonik, noniyonik, amfoterik deterjanlardır [29].

Deterjan aktif maddesi olarak petrolden elde edilen çeşitli türevler kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları dodesil benzen sülfonat (DDB), alkil benzen sülfonat (ABS) ve alkilaril sülfanattır. Sentetik deterjan aktif maddelerinin kimyasal yapılarının çok değişebilmesine karşılık, tümünün ortak özelliği polar, suda çözünen bir uç (genellikle sülfat, sülfonik asid veya poliyeter grubu) ile, uzun, polar olmayan ve yağda çözünen bir diğer uçtan oluşmalarıdır [30].

Anyonik deterjanlar düz zincirli veya dallanmış halkalı alkil sülfonatlar şeklinde imal edilirler. Düz zincirli yüzey aktif maddelerin, biyolojik parçalanması daha hızlıdır. Buna karşılık halkalı zincirli alkil sülfat veya sülfonatlar biyolojik olarak çok zor parçalanmaktadır. Anyonik deterjanların düz zincirli olanları “yumuşak deterjan” dallanmış zincirli olanları ise “sert deterjan” olarak tanımlanır. Parçalanmayan deterjanların aktif maddesi parçalanamayanlardan daha pahalı olmakla beraber, insan sağlığı ve çevre kirliliği dikkate alındığında, parçalanabilen türlerin kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır [30].

Evsel, endüstriyel ve diğer temizleme işlemlerinden kaynaklanan, deterjan içeren atık suların iç sulara etkileri denize olan etkilerinden daha fazladır. Özellikle akar sular ve denizlerde derişimin önemli ölçüde artmasıyla bu ortamdaki flora ve fauna deterjanlardan olumsuz bir şekilde etkilenmektedir [31]. Deterjanların parçalanması genellikle mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Düz zincirli deterjanlar mikroorganizmalar tarafından metabolize edilerek daha küçük parçalara ayrışabilmektedir.

Biyolojik bozulmada esas işlem oksidasyondur. Biyolojik oksidasyon sonucu bozulma ürünleri olarak farklı miktarlarda hidroksil gruplar ihtiva eden mono ve dikarboksilli asitler meydana gelir. Oksidasyon ilerlemesiyle aromatik halka açılır. Anyonik deterjanların biyolojik parçalanmasını, parçalanan hidrofobik grubun yapısı tayin eder. Bu işlemin hidrofobik gruptaki karbon zincirinin uzaması ile arttığı gözlenmiştir [32].

Deterjan kirliliği sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Genellikle deniz suyundaki deterjan miktarının 0.1 mg/L den fazla olması halinde organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmiştir. Canlılardaki oksijen taşınmasını da etkilediği bildirilen deterjanın toksik etki düzeyleri, farklı türler için değişik lethal doz değerleri olarak belirlenmiştir [33].

Deterjan aktif maddeleri suyun yüzey gerilimini düşürmeleri nedeniyle balıklara önemli derecede zarar verirler. Bu zararın özellikle sert deterjan olarak adlandırılan, dayanıklı ve tehlikeli olan tetrapropilen-benzol-sülfanat içeren temizlik maddelerinde çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Farklı deterjanların balıkları öldürücü konsantrasyonları 4-30 mg/L arasında değişmektedir. Özellikle larva ve yumurtalar çok daha düşük konsantrasyonlarda zarar görmektedir [34].

Deterjanlar balıkların koruyucu mukozasını tahriş ederek, solungaçların fonksiyonlarını yapamaz hale gelmesine neden olurlar. Bu durumda kan hücresinde hemolitik bir etkilenme ortaya çıkar. Deterjandan etkilenen balıkların solungaçlarında kabarcıklar ve kanamalar oluşur. Deterjanlar balıklara uzun süre etkilerse deride akümüle olurlar [33].

Katyonik deterjanlar, düşük derişimlerde bile proteolitik bakterilerin gelişmesini engellemektedir. Bu deterjanlar 1-100 g/m³ derişimlerde azot bakterileriyle alglerin gelişmesini tamamıyla durdurmakta, 0.01 g/m³ derişimde büyümeyi yavaşlatmaktadır [24].

1.2.6. Fenoller

Fenolik maddeler, odun ve kömür damıtılmasından, gaz işletmelerinden, kok kömürü fırınlarından, yağ rafinerilerinden, kimyasal işletmelerden, insan ve hayvansal atıklardan çevreye bulaşrlar. Suya ayrıca su bitkileri ve çürüyen bitkilerle de geçerler.

Evsel atıksularda normal olarak 0.07-0.1 mg/L gibi düşük derişimlerde bulunurlar. Fenolik atık maddeler değişen miktarlarda bir, iki yada daha fazla sayıda hidroksi grubu

bulunan fenoller, aldehytleri, ketonları, alkoller, organik asitleri, karbondioksit ve amonyak gibi gazları içerebilirler [35, 36].

Fenol ve türevleri büyük ölçüde yükselgenebilir olduklarından suda çözülmüş oksijeni alarak suyun oksijenini azaltırlar. Fenollü sular, özellikle klorlandıktan sonra su canlılarına doğrudan doğruya zehirleyici etki ederler ve konsantrasyonları toksik veya öldürücü dozların altında olsa dahi balıkların etlerinde istenilmeyen kokuların oluşumuna neden olurlar. Fenol ve türevleri içme sularında çok küçük derişimlerde bile suyun klorlanması sırasında klorlu fenol türevleri oluştuğundan suya fena koku ve tat verirler.

Fenol miktarı yüksek olan sularda bakteriler olduğu halde, fenol konsantrasyonu düşük olan sularda bu bileşikler bakteriler tarafından biyolojik olarak parçalanırlar. Fenol miktarı 0-500 mg/L arasında olan sularda, mikroorganizmalar fenollerini parçalayabilirler ve fenol miktarlarındaki ani artışlarından etkilenmezler [37].

Fenolik bileşikler balıklara doğrudan toksik etki yaptıkları gibi, balık etinin lezzetini bozarak etkili olurlar. Balıklar için bildirilen öldürücü derişim değerleri geniş aralıkta değişmektedir. Çünkü, bu değerler canlı türüne, sıcaklığa, suda kalma süresine, suyun çözülmüş oksijen ve mineral madde konsantrasyonuna, ayrıca suda bulunan diğer bileşenlerin sinerjik veya ters sinerjik etkilerine de bağlıdır. Fenol türevlerinin pek çoğu saf fenolden daha zehirlidirler ve fenolden daha düşük derişimlerde öldürücü olurlar [35].

Nehir, göl ve denizlere verilen atık sularda Fenol miktarının 1mg/L üzerinde olmaması gerekir [35]. Deniz sularında fenol konsantrasyonunun 0.001 mg/L'yi aşmaması gerektiği önerilmiştir [38].

1.2.7. Yağ ve Gres

Denizel ortama evsel ve endüstriyel atık sularla karışan yağlardan başka, özellikle liman trafiği, tanker kazaları gibi olaylarda bu tür maddelerin denizlere bulaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca, karada tankerlerle yapılan petrol, fuel-oil ve akaryakıt taşımaları sırasında oluşabilecek kazalar sonucunda çevreye yayılan yağlar, gerek yüzeysel gerekse de yer altı suları için önemli kirlenme riski oluşturur.

Deniz ortamındaki yağlar, öncelikle yüzeyde bir tabaka oluşturur ve böylece atmosferden suya olan oksijen geçişini önemli ölçüde engeller. Öte yandan yağların kimyasal açıdan organik bileşikler olmaları ve alıcı ortamda bakteriler tarafından parçalanmaları önemli problem yaratır. Bu ayrışma aerobik koşullarda olur ve sudaki

oksijen miktarını azaltır. Bunun sonucu olarak canlılar önemli derecede zarar görürler [39].

Yağlar suyun ışık geçirgenliğini azaltarak denizel hayat için çok önemli olan fotosentez olayını engellemektedir. Bu maddeler emülsiyon haline geçtiklerinde balıklar için büyük bir tehlike oluşturmaktadırlar [39].

1.2.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (K0İ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı, sudaki tüm maddelerin (organik ve anorganik) oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarını vermektedir. Sularda çözülmüş olarak bulunan organik maddeler doğal kökenli olabildiği gibi arıtılmamış kentsel ve endüstriyel atık sularla birlikte gelen bileşiklerden de oluşabilir. Kirlilik yüküne maruz kalmamış sularda ototrof süreçler sonunda üretilen organik madde ile aerob heterotrof organizmaların tüketimi arasında doğal bir denge bulunur. Sulara dışarıdan biyolojik olarak ayrışabilecek nitelikteki organik maddelerin verilmesi bu hassas dengeyi önemli ölçüde değiştirmektedir. Oksijen tüketiminin oksijen kazanımından daha fazla olduğu durumlarda, sulardaki biyolojik süreçler tamamen özellik değiştirirler [24].

Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini ile elde edilen oksijen gereksinimi, genellikle suda bulunan mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri sırasında sentez ve solunum için ihtiyaç duydukları miktardan daha fazladır. Amaç yüzey sularında ortaya çıkan oksijen ihtiyacının belirlenmesi olduğuna göre, bu ihtiyacı saptamak için iyi yöntem, doğadaki koşullar altında ölçüm yapmak veya bu koşulların laboratuvarında en iyi yansıtacak yöntemi uygulamaktır. Sulardaki organik maddenin bulunmasından çok parçalanması sorunlara neden olmaktadır. Çünkü parçalanma esnasında oksijen tüketilmekte, tüketilen bu oksijenin yeniden kazanılması yüzey sularında oldukça yavaş, yeraltı sularında ise hiç mümkün olmamaktadır. Bu nedenle sudaki organik maddenin değil bu organik maddenin oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarının bilinmesi önemlidir.

1.3. Önceki Çalışmalar

Son yıllarda ekonomik ve sosyal gelişmelere paralel olarak evsel, endüstriyel atık sularla tarımsal arazilerden gelen sular, gemi trafiği, akarsuların getirdiği kirlilik gibi çok çeşitli nedenleri olan kirlenmenin önlenmesi için kirletici maddelere ait yüklerin saptanması ve alıcı ortam olan denizlerin bu yüklerle gösterdiği reaksiyonların çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye balık üretiminde önemli yeri olan, Karadeniz’de yapılan kirlilik çalışmaları henüz yeterli düzeyde değildir.

Fashchuck (1991) ve Zaitsev (1992), yaptıkları çalışmalarda çeşitli yollarla Karadeniz’e 410000 ton/yıl petrol, 48000 ton/yıl deterjanın taşındığını belirlemişlerdir [40, 41].

Karadeniz, Marmara Denizi ve boğazlarda 1995-1997 yılları arasında yapılan çalışmalarda deterjan ve petrol konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu araştırmalarda, 1996 yılında yapılan ölçümlerde, Karadeniz’de petrol ve deterjan değerleri sırasıyla 32.6-21.01 µg/L, 1997 yılında ise 44.6-13.97 µg/L olarak bulunmuştur [42].

Saydam ve ark. (1989), yapmış oldukları çalışmada, Karadeniz yüzey sularının İstanbul Boğazi’na girdikten sonra, şehir atık suları ve yoğun deniz trafiği sebebiyle petrol ürünleriyle kirlenilerek Marmara Denizi’ne aktığını belirtmişlerdir [43].

Başka bir çalışmada, beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) Karadeniz’de ortalama olarak 0.95 mg/L olarak saptanmıştır. Bu araştırma BOİ₅ değerinin 0.59-1.80 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Genelde yüzey sularında yüksek BOİ₅ değerleri saptanmış ve derinlik arttıkça BOİ₅’nin azaldığı tespit edilmiştir [43].

Boran (1995), yaptığı çalışmada Trabzon Sahillerinde bazı kirleticilerin konsantrasyonunu belirlemiştir. Bu araştırmada, deniz suyunda yapılan ölçümlerde fosfat anyonik deterjan ve fenol değerlerinin sırasıyla 0.01-0.77 mg/L, 0.001-0.153 mg/L ve 0.001-0.0018 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca fosfat, anyonik deterjan ve fenolün deniz suyundaki konsantrasyonlarında karasal girdilerin önemli rolü olduğu ifade edilmiştir [37].

Trabzon Limanı’nda yapılan bir çalışmada askıdaki katı madde miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kıyıda alınan su örneklerinde askıda katı madde değerlerinin 1.4-40 mg/L, 100 m açıktan alınan su örneklerinde ise bu değerlerin 10-36.2 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada kıyıya yakın istasyonlarda deterjan

konsantrasyonun 0.02 mg/L'nin üzerinde, 100 m açıkta ise 0.010-0.145 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır [44].

Erüz (1999)' ün Güneydoğu Karadeniz'in Trabzon-Rize arasında kalan sahil bölümünde yaptığı çalışmada, denizel ortamdaki askı yük maddelerin zamana ve ortama bağlı değişiminin, akarsulardan denizel ortama taşınan askıda katı maddelerin etkisi altında olduğunu belirlemiştir. Ayrıca akarsuların deniz suyunun fiziksel özelliklerini değiştirdiği gibi askıyük madde dağılımını da etkilediğini belirlemiştir [45].



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Planı

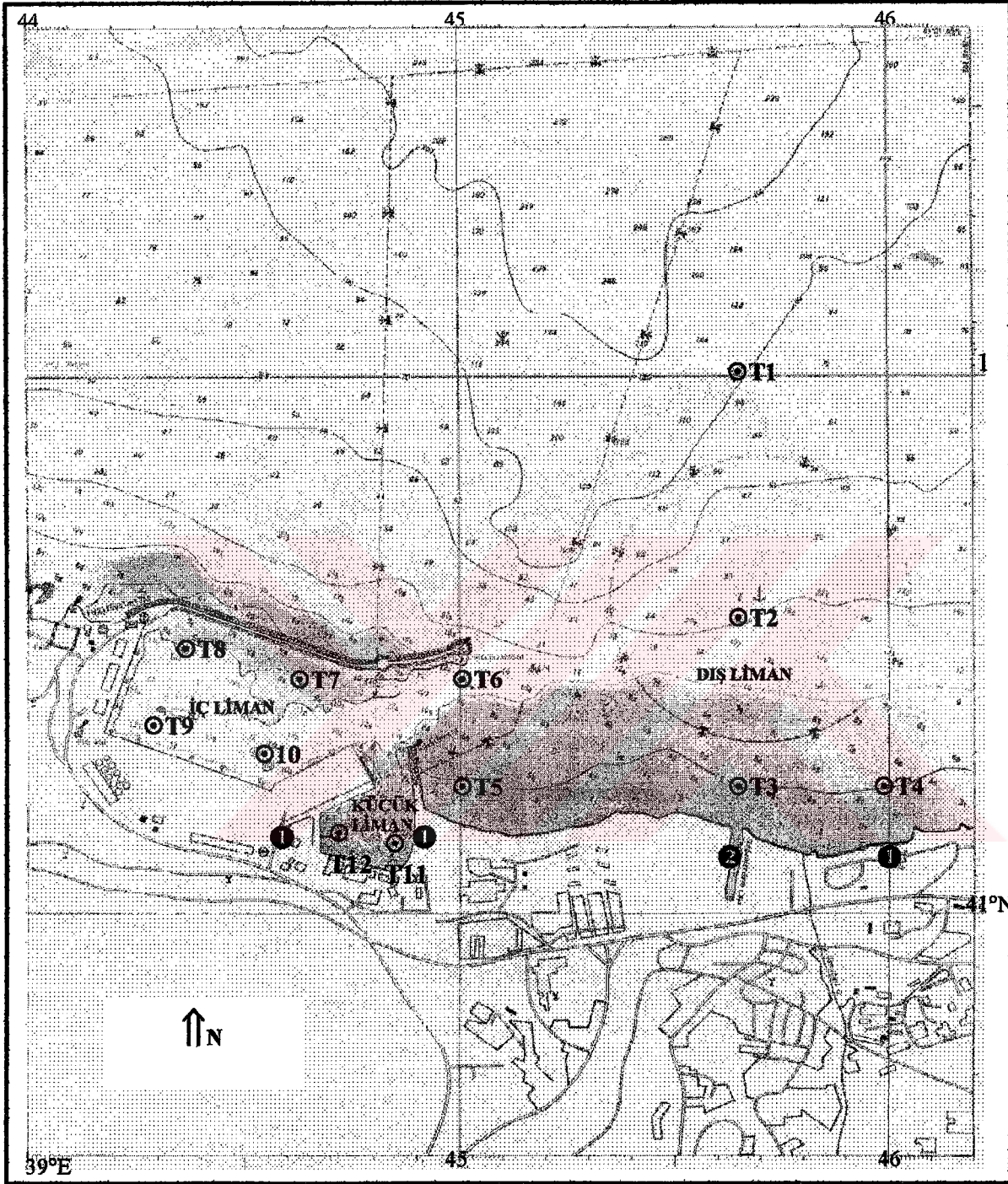
Aralık 1998 – Kasım 1999 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada Trabzon Limanı ve çevresinde denizel ve karasal faaliyetlerden kaynaklanan kirletici düzey ve dağılımları incelenmiştir. Su örneklemeleri aylık periyotlarla yapılmıştır.

2.2. İstasyonların Belirlenmesi

Çalışmada Şekil 1’de gösterilen 12 istasyon seçilmiştir. Araştırma sahasında, 4 istasyon iç limanda, 2 istasyon küçük limanda, 1 adet istasyon liman ağzında, 4 istasyon dış limanda olmak üzere 11 adet kaynak istasyonu belirlenmiştir. 1 mil açıkta ise 1 referans istasyonu seçilmiştir [46]. Sıcaklık, oksijen ve tuzluluk değerleri örnekleme esnasında ölçülmüştür. Alınan su örnekleri laboratuvara getirildikten sonra ya hemen analiz edilmiş yada Tablo 1’de gösterildiği gibi muhafaza edilerek daha sonra analize alınmıştır [47].

Tablo1. Su örneklerinin muhafazası

Parametreler	Örnek Muhafaza kabı	İlave Edilen Kimyasallar	Saklama Şekli	Saklama Süresi (Gün)	
				Minimum	Maksimum
Askıda Katı Madde	Plastik	-	-	-	-
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	Plastik	H ₂ SO ₄ ile pH ≤ 2	Buzdolabı (+4 °C)	4	5-10
Deterjan	Plastik	H ₂ SO ₄ ile pH ≤ 2	Buzdolabı (+4 °C)	2	3-5
Fenol	Plastik	H ₂ SO ₄ ile pH ≤ 2	Buzdolabı (+4 °C)	2-3	5-8
Yağ ve Gres	Plastik	H ₂ SO ₄ ile pH ≤ 2	Buzdolabı (+4 °C)	5-6	10



① : Kanalizasyon

② : Derin deniz deşarj yapısı

Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları

2.3. Ölçüm Yöntemleri

2.3.1. Fizikokimyasal Parametreler

Sıcaklık ve oksijen YSI B 52 Model oksijenmetre, tuzluluk ise YSI Model 33 Salinometre ile örnekleme esnasında ölçülmüştür [48].

2.3.2. Askıda Katı Madde Tayini

Askıda katı madde tayini, HACH DR/2000 model spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla 25 ml su örneği alınmış ve 810 nm dalga boyunda saf suya karşı direkt olarak askıda katı madde miktarı okunmuştur [48].

2.3.3. Deterjan Tayini

Deniz suyundaki anyonik yüzey aktif madde (deterjan) miktarı Kristal Viyole Metodu ile belirlenmiştir. Anyonik yüzey aktif madde tayini için 500 ml'lik ayırma hunisine 300 ml örnek konularak üzerine 10 ml tampon çözelti (Buffer Solution Sulfate Type) ilave edilmiştir. Kuvvetle çalkalanan örneğe bir adet deney kiti (Detergent Reagent Powder Pillow) ilave edilip tekrar çalkalanmıştır. Daha sonra 30 ml benzen ilave edilip, 30 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda iki faz oluşmuştur. Ayrılan alt faz atılıp, üst fazdan 25 ml alınarak HACH DR/2000 model spektrofotometre ile 608 nm dalga boyunda okuma yapılarak deterjan konsantrasyonu belirlenmiştir. Kör olarak saf benzen kullanılmıştır [48].

2.3.4. Fenol Tayini

Fenol tayininde HACH DR / 2000 model spektrofotometre kullanılmıştır. Deney için, 500 ml'lik iki adet ayırma hunisinden birine 300 ml örnek, diğerine 300 ml destile su konulmuştur. Ayırma hunilerinin her birine 5'er ml Buffer Solüsyonu ilave edilmiştir. Fenol 1 ve Fenol 2 kitleri ilave edilen örneklere, kitler çözündürüldükten sonra, 30 ml Kloroform ilave edilerek faz ayrımı için 30 dakika bekletilmiştir. Kloroform fazından 25

ml alınmış ve 460 nm dalga boyunda HACH DR/2000 model spektrofotometre ile ölçüm yapılarak fenol miktarı belirlenmiştir [48].

2.3.5. Yağ ve Gres Tayini

Yağ ve gres tayini, Soxhlet Ekstraksiyon Metodu kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla 500 ml örnek alınarak yaklaşık 20 ml kalıncaya kadar buharlaştırılmıştır. Soğutulan örneğe 3 damla metil oranj konduktan sonra renk turuncuya dönene kadar 1 N HCl ilave edilmiştir. İyice kazınarak ayırma hunisine aktarılan numune üzerine 100 ml n-Hekzan ilave edilerek ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Filtre kağıdından geçirilerek, daha önce kurutulmuş ve tartılmış olan balona alınan n-Hekzan, yağ ve gres karışımı, Soxhlet aygıtında birbirinden ayrılmıştır. Tekrar kurutulan balon tartılmış ve Formül (1) kullanılarak yağ ve gres miktarı belirlenmiştir [48].

$$\text{Yağ ve gres (g/L)} = [(\text{Balon+Yağ ve Gres}) - (\text{Balon Ağırlığı})] \times 2 \quad (1)$$

2.3.6. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı Titrimetrik Yöntemle tayin edilmiştir. Bu amaçla 20 ml su örneği alınarak üzerine 0.4 gr Civa Sülfat (HgSO_4) konulmuş ve daha sonra 10 ml 0.1 N Potasyumdikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ilave edilmiştir. Daha sonra 40 ml Gümüş Sülfat (Ag_2SO_4)' lü Sülfirik Asit (H_2SO_4) ilave edilen karışım geri soğutucu altında 2 saat süreyle kaynatılmıştır. 50 ml destile su konulan örnek 2-3 damla ferroin indikatörü ilave edildikten sonra 0.1 N Amonyum-Demir (II) Sülfat [$(\text{NH}_4)_2 \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] ile titre edilmiştir. Okunan sarfiyat değeri Formül (2)'de yerine konularak KOİ miktarı hesaplanmıştır. Kör olarak 20 ml destile su alınarak örnekler gibi işleme tabi tutulmuştur [48].

$$\text{KOİ (mg / L)} = \frac{\text{Kör sarfiyatı} - \text{Örnek sarfiyatı}}{\text{Örnek Miktarı}} \times 0.1 \times 8000 \quad (2)$$

2.3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiki analizleri QPRO ve MİNTAB paket programları kullanılarak yapılmıştır [49].



3. BULGULAR

Aralık 1998-Kasım 1999 döneminde yürütülen bu çalışmada, Trabzon Limanı ve çevresinde belirlenen 12 istasyonda bazı parametreler ölçülerek bölgenin kirlilik durumu ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Aylık periyotlarla yapılan örneklemelemlerde, fiziksel parametreler yerinde ölçülürken, kimyasal parametreler laboratuvara getirilen örneklerin analiz edilmesiyle belirlenmiştir. Çalışma süresince çeşitli kaynaklardan ve gözlemlerden alınan hava ve deniz durumunu gösteren bazı veriler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma süresince hava ve deniz durumu

Aylar	Hava Durumu		Deniz Durumu			Liman Yük Elleçlemesi
	Sıcaklık(°C) *	Bulutluluk **	Dalga (Yüzeyde) **	Rüzgar yönü, şiddeti *	Akıntı yönü **	
Aralık	9-10	8/8	Dalgalı	NW, 5-6	-	-
Ocak	18	8/1	Sakin	SW, 2	W	Kömür ve akaryakıt
Şubat	22	8/0	Sakin	SW, 3	-	-
Mart	24	8/0	Sakin	-	-	-
Nisan	20	8/0	Sakin	SW, 2-3	-	Kömür
Mayıs	22	8/5	Durgun	-	-	-
Haziran	20	8/7	Hafif dalgalı	N, 2	NE	-
Temmuz	27	8/0	Sakin	-	-	-
Ağustos	20	8/0	Sakin	SW, 2-3	-	Kömür
Eylül	25	8/1	Sakin	-	NE	-
Ekim	20-22	8/5	Hafif dalgalı	-	NE	Kömür ve kum
Kasım	5	8/8	Dalgalı	NW, 3-4	NE	-

* : DMİ

** : Gözlem

3.1. Hidrografik Özellikler

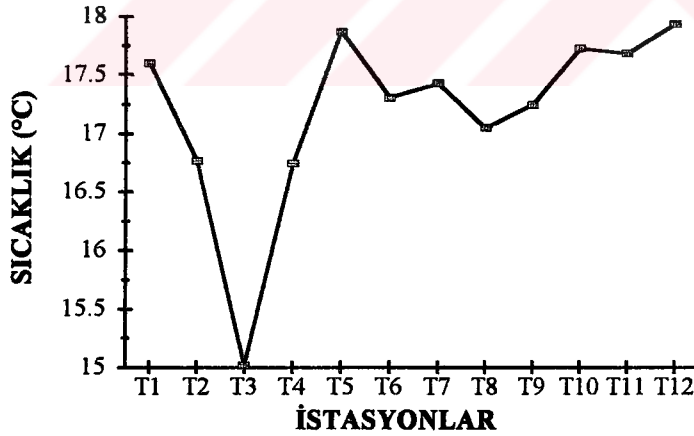
Araştırma süresince en yüksek su sıcaklığı temmuz ayında T11 istasyonunda 27°C, en düşük sıcaklık ise şubat ayında T3 istasyonunda 8.8°C olarak ölçülmüştür.

Aylara göre sıcaklık değişimi incelendiğinde, su sıcaklığının kış aylarında düşük olduğu, ilkbahar başlangıcında yükselmeye başladığı ve yaz döneminde maksimum düzeye ulaştığı görülmektedir (Şekil 2). Ortalama en yüksek sıcaklık değeri 25.5 °C, en düşük değer ise 10.5°C olarak tespit edilmiştir.



Şekil 2. Sıcaklığın aylara göre değişimi

Sıcaklık değerinin istasyonlara göre değişimi Şekil 3’de gösterilmiştir. En düşük ortalama sıcaklık değeri 15 °C ile T3 istasyonunda, en yüksek değer ise 18 °C ile T12 istasyonunda belirlenmiştir.



Şekil 3. Sıcaklığın istasyonlara göre değişimi

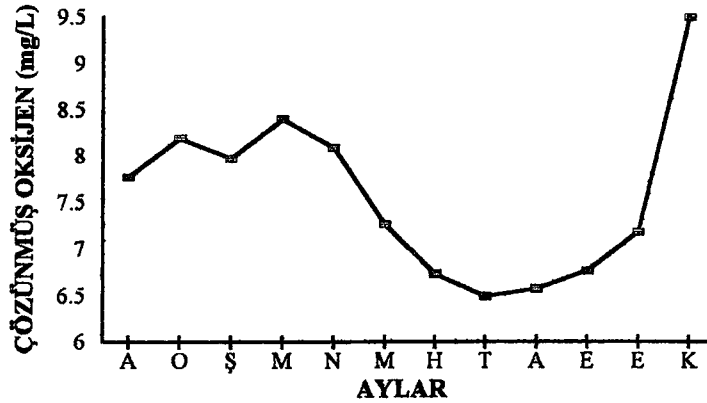
Sıcaklık değerinin aylık değişimi incelendiğinde, aylar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.001$)(Tablo 2). İstasyonlar arası farkın ise önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2 . Sıcaklığın aylara göre karşılaştırılması ($p<0.001$)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	*										
Şubat	*	-									
Mart	*	*	*								
Nisan	*	*	*	*							
Mayıs	*	*	*	*	-						
Haziran	*	*	*	*	*	*					
Temmuz	*	*	*	*	*	*	-				
Ağustos	*	*	*	*	*	*	*	-			
Eylül	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Ekim	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Kasım	*	-	*	-	*	*	*	*	*	*	*

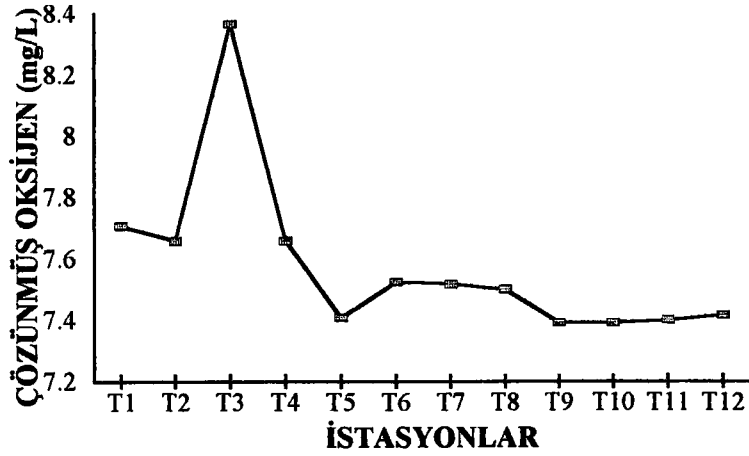
* : Önemli olanlar

Çalışmada ölçülen çözülmüş oksijen değerleri incelendiğinde, değerlerin kış mevsiminde yüksek, sıcaklığın artmaya başladığı ilkbahar ve yaz ayları boyunca düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4). Ortalama en yüksek çözülmüş oksijen değeri 9.4 mg/L olarak kasım, en düşük değer ise 6.5 mg/L olarak temmuz ayında ölçülmüştür. Yıl boyunca ölçülen tüm değerler göz önüne alındığında en yüksek çözülmüş oksijen değerinin 10.2 mg/L olarak kasım ayında ölçüldüğü belirlenmiştir.



Şekil 4. Çözülmüş oksijenin aylara göre değişimi

Çalışma süresince en düşük çözülmüş oksijen değeri 7.4 mg/L ile T11, en yüksek değer ise 8.4 mg/L ile T3 istasyonunda belirlenmiştir. İstasyonlara göre ortalama çözülmüş oksijen değerleri Şekil 5 'de verilmiştir.



Şekil 5 . Çözünmüş oksijenin istasyonlara göre değişimi

Çözünmüş oksijen değerlerinde istasyonlar arası önemli bir fark görülmezken, aylar itibariyle değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.001$)(Tablo 3).

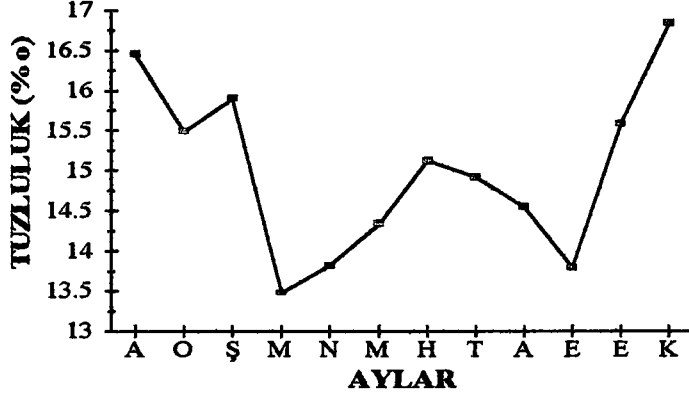
Tablo 3 . Oksijenin aylara göre karşılaştırılması ($p < 0.001$)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	*										
Şubat	-	-									
Mart	*	-	*								
Nisan	-	-	-	-							
Mayıs	*	*	*	*	*						
Haziran	*	*	*	*	*	*					
Temmuz	*	*	*	*	*	*	-				
Ağustos	*	*	*	*	*	*	-	-			
Eylül	*	*	*	*	*	*	-	-	-		
Ekim	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	
Kasım	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* : Önemli olanlar

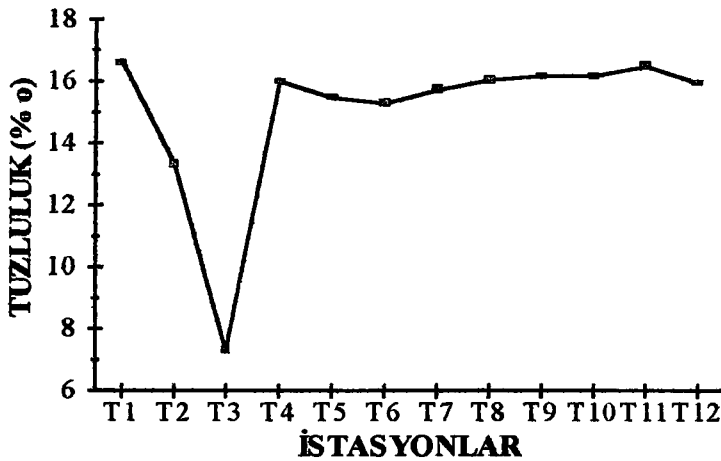
Araştırma bölgesinde ölçülen tuzluluk değerlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tuzluluk miktarının kasım ayında %018.5 ile T8 istasyonunda en yüksek, temmuz ayında %02 ile T3 istasyonunda en düşük değerde olduğu belirlenmiştir. Aylara

göre ortalama alındığında tuzluluk değerinin %13.5-16.8 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6 . Tuzluluğun aylara göre değişimi

İstasyonlara göre ortalamalar alındığında en yüksek tuzluluk değeri %o 16.45 ile T11 istasyonunda, en düşük değer ise %o 7.29 ile T3 istasyonunda saptanmıştır (Şekil 7). Yıl boyunca yapılan ölçümlerde, Değirmendere'nin etkisi altında kalan T3 istasyonundaki tuzluluk değerlerinin diğer istasyonlardakilere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk değerinin mevsimsel değişiminin önemli olmadığı ancak istasyonlara göre farkın önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.001$)(Tablo 4).



Şekil 7. Tuzluluğun istasyonlara göre değişimi

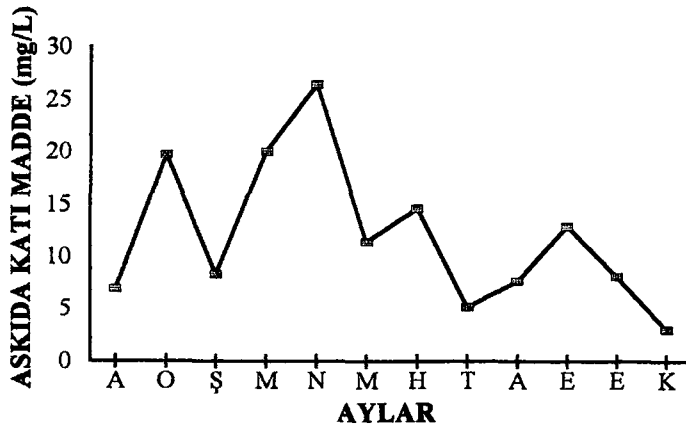
Tablo 4 . Tuzluluğun istasyonlara göre karşılaştırılması (p<0.001)

İstasyonlar	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T2	*										
T3	*	*									
T4	*	*	-								
T5	-	-	*	*							
T6	-	-	*	*	-						
T7	-	*	*	*	-	-					
T8	-	*	*	*	-	-	-				
T9	-	*	*	*	-	-	-	-			
T10	-	*	*	*	-	-	-	-	-		
T11	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	
T12	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-

* : Önemli olanlar

3.2. Askıda Katı Madde Dağılımı

Çalışma süresince ölçülen askıda katı madde değerlerinin 1-102 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Ortalama alınarak belirlenen aylara göre askıda katı madde değerleri Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde en yüksek ortalama değer 26.42 mg/L ile nisan ayında, en düşük değerin ise 3.08 mg/L ile kasım ayında ölçüldüğü görülmektedir. Ayrıca askı yük miktarındaki zamansal değişimin önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.001)(Tablo 5).



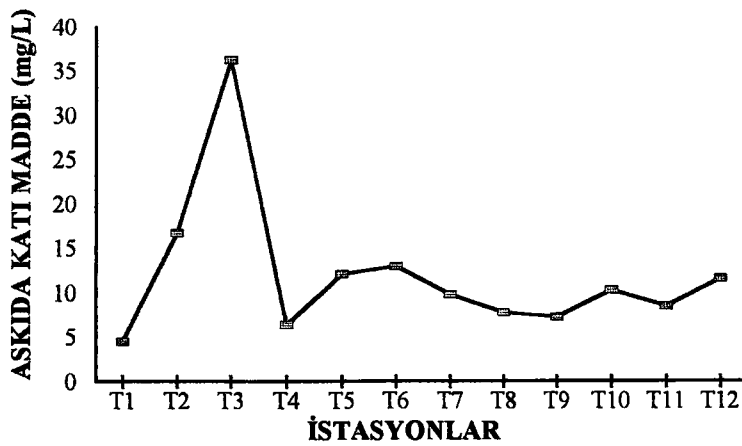
Şekil 8. Askıda katı maddenin aylara göre değişimi

Tablo 5. Askıda katı maddenin aylara göre karşılaştırılması ($p < 0.001$)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	*										
Şubat	-	-									
Mart	*	-	-								
Nisan	*	-	*	-							
Mayıs	-	-	-	-	*						
Haziran	-	-	-	-	*	-					
Temmuz	-	*	-	*	*	-	-				
Ağustos	-	*	-	*	*	-	-	-			
Eylül	-	-	-	-	*	-	-	-	-		
Ekim	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	
Kasım	-	*	-	*	*	-	-	-	-	-	-

* : Önemli olanlar

İstasyonlara göre ortalamalar alındığında en yüksek askıda katı madde T3 istasyonunda 36.25 mg/L, en düşük ise T1 istasyonunda 4.50 mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 9). Yıl boyunca yapılan ölçümlerde askıda katı madde değeri nehir ağzına yakın yerde bulunan T3 istasyonunda en yüksek değerde ölçülmüştür. İstasyonlara göre yapılan istatistiki analizde farklılığı yaratan istasyonun T3 olduğu görülmüştür. T3 istasyonu değerlendirmeye alınmayıp yapılan istatistiki değerlendirme Tablo 6'da verilmiştir.



Şekil 9. Askıda katı maddenin istasyonlara göre değişimi

Tablo 6. T3 istasyonu çıkarılıp askıda katı maddenin istasyonlara göre karşılaştırılması ($p<0.05$)

İstasyonlar	T1	T2	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T2	*									
T4	-	*								
T5	-	-	-							
T6	*	-	-	-						
T7	-	-	-	-	-					
T8	-	*	-	-	-	-				
T9	-	*	-	-	-	-	-			
T10	-	-	-	-	-	-	-	-		
T11	-	*	-	-	-	-	-	-	-	
T12	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* : Önemli olanlar

Askıda katı maddenin dağılımını daha iyi tespit amacıyla çalışma alanı bölgelere ayrılmış ve bu bölgelerdeki istasyonların aylık ortalaması alınarak Tablo 7'de verilmiştir. Değirmendere'nin etkisi altındaki ve liman dışındaki bölgelerde askıda katı madde değerlerinin diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca bölgelere göre değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$).

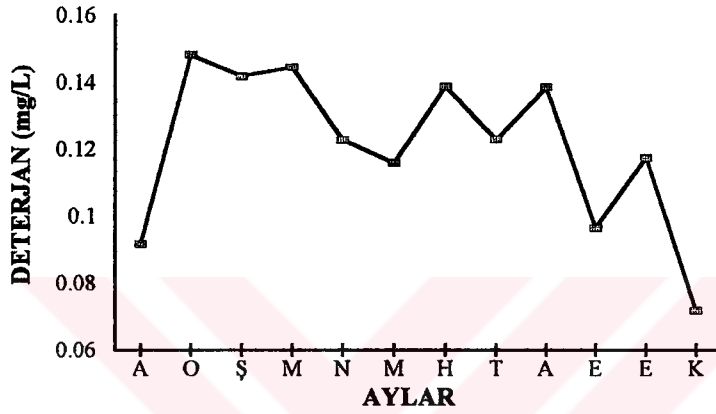
Tablo 7. Askıda katı maddenin bölgelere dağılımı (mg/L)

Bölgeler	Aylar											
	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K
Referans	2.0	2.0	1.0	3.0	14.0	6.0	1	3.0	2.0	17.0	1.0	2.0
Dış Liman, n=5	11.6 ±14.74	34.4 ±37.45	10.8 ±4.95	28.2 ±17.66	35.4 ±21.95	15.4 ±8.91	23.6 ±17.18	5.6 ±3.32	7.2 ±2.78	15.2 ±6.85	11.4 ±9.22	4.0 ±2.60
Liman İçi, n=4	4.0 ±0.00	8.0 ±5.24	8.25 ±1.78	14.0 ±3.00	22.5 ±8.43	9.0 ±1.22	10.0 ±3.08	4.0 ±0.707	7.75 ±0.83	9.5 ±3.35	6.25 ±2.27	2.25 ±0.433
Küçük Liman, n=2	3.5 ±0.5	15.5 ±11.5	6.0 ±2.00	20.0 ±1.00	17.5 ±7.5	9.0 ±1.00	8.0 ±0.00	7.5 ±1.5	11.5 ±0.5	12.0 ±1.00	7.0 ±0.00	3.0 ±0.00

n: İstasyon sayısı

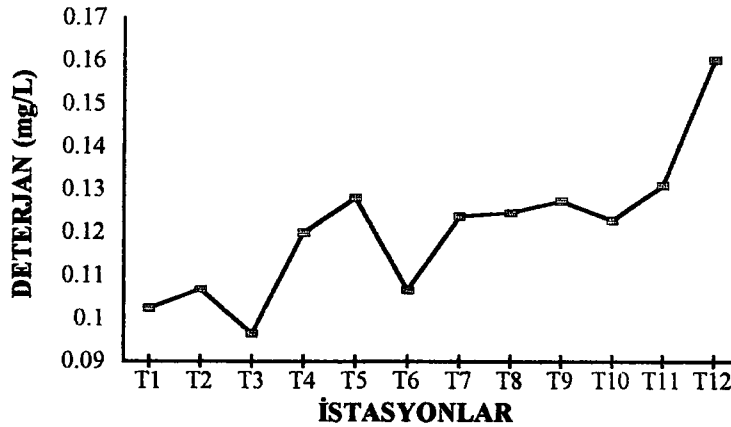
3.3. Deterjan Dağılımı

Çalışmada ölçülen deterjan miktarlarının mevsimsel değişiminin bir düzensizlik gösterdiği belirlenmiştir. Örnekleme süresince en yüksek ortalama deterjan değeri ocak ayında 0.148 mg/L, en düşük değer ise kasım ayında 0.072 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 10).



Şekil 10. Deterjanın aylara göre değişimi

Çalışma süresince en yüksek deterjan değeri 0.16 mg/L ile T12 istasyonunda, en düşük değer ise 0.10 mg/L ile T1 istasyonunda ölçülmüştür. Deterjanın istasyonlardaki ortalama değişimine bakıldığında, liman içine doğru gidildikçe deterjan konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Deterjanın istasyonlara göre değişimi

Deterjan değerlerinin aylık değişimleri incelendiğinde, aylar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$) (Tablo 8).

Tablo 8. Deterjanın aylara göre karşılaştırılması ($p < 0.001$)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	*										
Şubat	*	-									
Mart	*	-	-								
Nisan	*	-	-	-							
Mayıs	*	*	-	*	-						
Haziran	*	-	-	-	-	-					
Temmuz	*	-	-	-	-	-	-				
Ağustos	*	-	-	-	-	-	-	-			
Eylül	-	*	*	*	-	-	*	-	*		
Ekim	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	
Kasım	-	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*

* : Önemli olanlar

Ayrıca istasyonlara göre de değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$) (Tablo 9).

Tablo 9. Deterjanın istasyonlara göre karşılaştırılması ($p < 0.005$)

İstasyonlar	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T2	-										
T3	-	-									
T4	-	-	-								
T5	-	-	-	-							
T6	-	-	-	-	-						
T7	-	-	-	-	-	-					
T8	-	-	-	-	-	-	-				
T9	-	-	-	-	-	-	-	-			
T10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
T11	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	
T12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-

* : Önemli olanlar

Deterjan değerlerinin bölgelere göre değişimi Tablo 10'da verilmiştir. Aylara ve istasyonlara göre deterjanda gözlenen değişim bölgesel olarak da tespit edilmiştir. Bölgesel olarak aylık değişime bakıldığında, kapalı bölgelerde deterjan miktarının (küçük liman, iç liman) daha yüksek olduğu görülmektedir. Dış limanda deterjan miktarı ortalama 0.112 mg/L olarak belirlenirken, iç limanda 0.124 mg/L ve küçük limanda 0.145 mg/L olarak saptanmıştır.

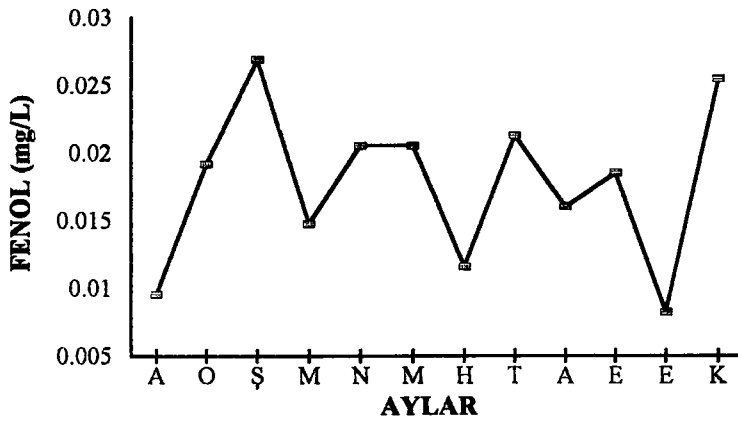
Tablo 10. Deterjanın bölgelere göre dağılımı (mg/L)

Bölgeler	Aylar											
	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K
Referans	0.063	0.12	0.13	0.12	0.11	0.113	0.115	0.117	0.12	0.072	0.1	0.05
Dış Liman, n=5	0.084 ±0.019	0.129 ±0.039	0.139 ±0.021	0.122 ±0.031	0.117 ±0.026	0.112 ±0.006	0.120 ±0.021	0.124 ±0.003	0.121 ±0.004	0.095 ±0.015	0.113 ±0.007	0.063 ±0.016
Liman İçi, n=4	0.099 ±0.006	0.154 ±0.015	0.151 ±0.005	0.126 ±0.002	0.130 ±0.005	0.118 ±0.001	0.151 ±0.027	0.123 ±0.001	0.143 ±0.009	0.101 ±0.012	0.124 ±0.008	0.074 ±0.015
Küçük Liman, n=2	0.11 ±0.015	0.197 ±0.065	0.137 ±0.007	0.249 ±0.101	0.127 ±0.002	0.119 ±0.001	0.172 ±0.021	0.123 ±0.003	0.183 ±0.013	0.102 ±0.007	0.125 ±0.005	0.1 ±0.005

n: İstasyon sayısı

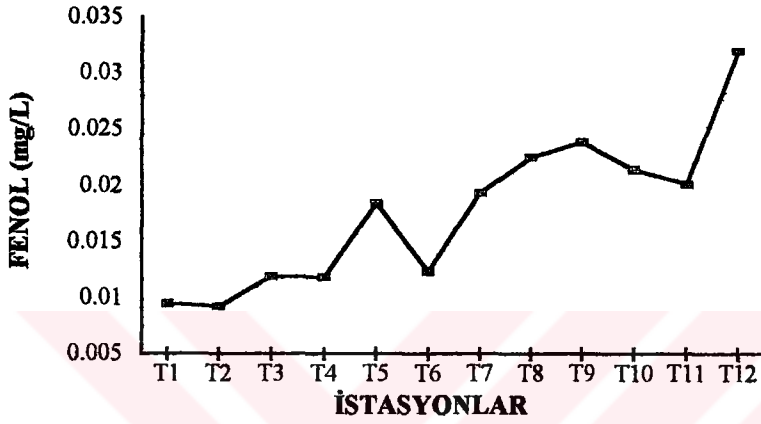
3.4. Fenol Dağılımı

Çalışma alanında belirlenen ortalama fenol değerlerinin aylara göre değişimi Şekil 12'de verilmiştir. Fenolün aylar itibariyle değişiminin bir düzensizlik gösterdiği belirlenmiştir. Ekim ayında 0.008 mg/L ile en düşük değerde olan fenol miktarı, şubat ayında 0.027 mg/L ile en yüksek değerdedir.



Şekil 12. Fenolün aylara göre değişimi

İstasyonların ortalaması dikkate alındığında en yüksek fenol değeri T12 istasyonunda 0.03 mg/L ve en düşük değer ise T2 istasyonunda 0.01 mg/L olarak saptanmıştır (Şekil 13). İç limana doğru gidildikçe fenol değerinin arttığı ve liman dışındaki bazı istasyonlarda ise en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir.



Şekil 13. Fenolün istasyonlara göre değişimi

Fenol miktarının aylara ve istasyonlara göre değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$). Bu değişimin hangi aylar ve istasyonlar arasında olduğu Tablo 11 ve Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 11 . Fenolün aylara göre karşılaştırılması ($p < 0.001$)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	*										
Şubat	*	-									
Mart	-	-	*								
Nisan	*	-	-	-							
Mayıs	*	-	-	-	-						
Haziran	-	-	*	-	*	*					
Temmuz	*	-	-	-	-	-	*				
Ağustos	-	-	*	-	-	-	-	-			
Eylül	*	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ekim	-	*	*	-	*	*	-	*	-	*	
Kasım	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	*

* : Önemli olanlar

Tablo 12 . Fenolün istasyonlara göre karşılaştırılması (p<0.001)

İstasyonlar	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T2	-										
T3	-	-									
T4	-	-	-								
T5	*	*	-	-							
T6	-	-	-	-	-						
T7	*	*	-	-	-	-					
T8	*	*	*	*	-	*	-				
T9	*	*	*	*	-	*	-	-			
T10	*	*	*	*	-	*	-	-	-		
T11	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	
T12	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	*

* : Önemli olanlar

Fenolün bölgelere göre değişimi Tablo 13’da verilmiştir. Ortalama fenol değerinin genel olarak liman içinde (iç liman ve küçük liman) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Dış liman, iç liman ve küçük limanda ortalama fenol değerleri sırasıyla 0.012 mg/L, 0.021mg/L ve 0.026 mg/L olarak bulunmuştur.

Tablo 13. Fenolün bölgelere göre dağılımı (mg/L)

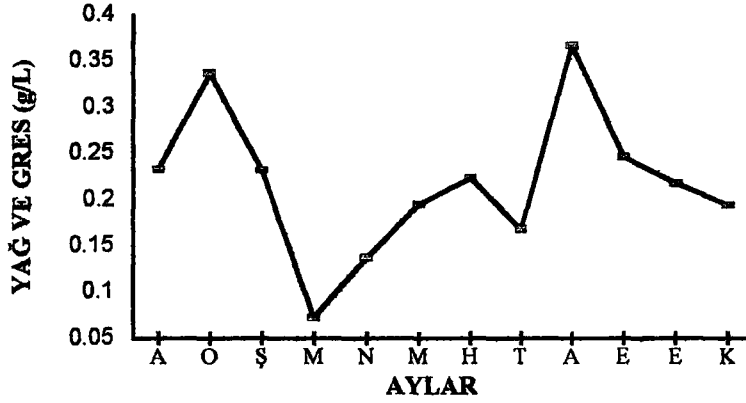
Bölgeler	Aylar											
	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K
Referans	0.002	0.013	0.011	0.009	0.013	0.015	0.005	0.007	0.007	0.018	0.001	0.013
Dış Liman, n=5	0.006 ±0.003	0.01 ±0.001	0.018 ±0.006	0.012 ±0.001	0.017 ±0.007	0.015 ±0.003	0.008 ±0.002	0.014 ±0.008	0.013 ±0.004	0.016 ±0.004	0.008 ±0.003	0.017 ±0.008
Liman İçi, n=4	0.018 ±0.005	0.022 ±0.006	0.037 ±0.006	0.016 ±0.001	0.026 ±0.006	0.024 ±0.002	0.008 ±0.001	0.028 ±0.002	0.015 ±0.001	0.020 ±0.002	0.011 ±0.002	0.033 ±0.004
Küçük Liman, n=2	0.006 ±0.002	0.038 ±0.019	0.035 ±0.013	0.022 ±0.007	0.022 ±0.002	0.030 ±0.016	0.031 ±0.012	0.032 ±0.002	0.029 ±0.001	0.021 ±0.006	0.006 ±0.001	0.037 ±0.013

n: istasyon sayısı

3.5. Yağ ve Gres Dağılımı

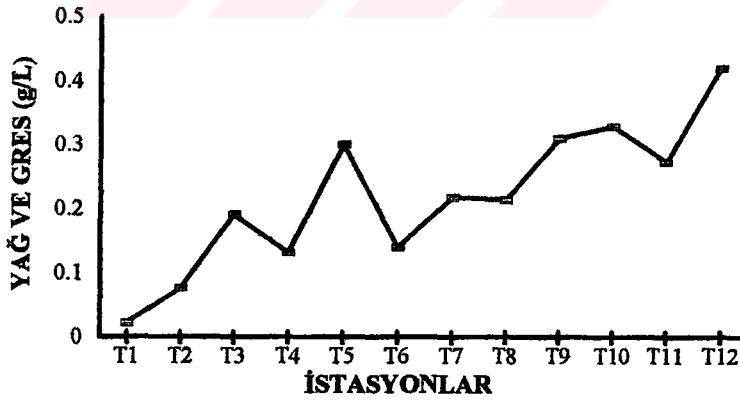
Aylara göre yağ ve gres değişimi incelendiğinde, yağ ve gresin düzensiz bir dağılım gösterdiği, ilkbahar ve yaz dönemlerinde diğer dönemlere nazaran daha düşük konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 14). Yağ ve gres değerlerinin aylara

göre ortalaması alındığında, mart ayında 0.073 g/L ile en düşük, ağustos ayında ise 0.367 g/L ile en yüksek değeri aldığı saptanmıştır.



Şekil 14. Yağ ve gresin aylara göre değişimi

Araştırmada yapılan tüm ölçümlerde en yüksek yağ ve gres değeri ağustos ayında 1.105 g/L ile T12 istasyonunda tespit edilmiştir. Yağ ve gresin istasyonlara göre değişimi Şekil 15’de verilmiştir. Çalışma süresince en yüksek ortalama yağ ve gres değeri 0.42 g/L ile T12 istasyonunda, en düşük değer ise 0.02 g/L ile T1 istasyonunda belirlenmiştir. İstasyonlarda yağ ve gres değişimine bakıldığında, liman içine doğru gidildikçe (iç liman ve küçük liman) yağ ve gres konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır.



Şekil 15 . Yağ ve gresin istasyonlara göre değişimi

Yağ ve gresin aylara göre değişimi incelendiğinde, aylar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.005$)(Tablo 14). Şekil 14’de gözlenen düzensiz değişim istatistiki olarak da tespit edilmiştir.

Tablo 14 . Yağ ve gresin aylara göre karşılaştırılması (p< 0.005)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	-										
Şubat	-	-									
Mart	*	-	*								
Nisan	-	-	-	-							
Mayıs	-	-	-	-	-						
Haziran	-	-	-	-	-	-					
Temmuz	-	*	-	-	-	-	-				
Ağustos	-	-	-	*	*	*	-	*			
Eylül	-	-	-	*	-	-	-	-	-		
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-

* : Önemli olanlar

Yağ ve gresin istasyonlara göre değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.001)(Tablo 15). Açıkta limana doğru gidildikçe yağ ve gres miktarında belirgin bir artışın olduğu görülmüştür.

Tablo 15. Yağ ve gresin istasyonlara göre karşılaştırılması (p<0.001)

İstasyonlar	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T2	-										
T3	*	-									
T4	-	-	-								
T5	*	*	-	*							
T6	-	-	-	-	*						
T7	*	*	-	-	-	-					
T8	*	-	-	-	-	-	-				
T9	*	*	-	*	-	*	-	-			
T10	*	*	-	*	-	*	-	-	-		
T11	*	*	-	*	-	-	-	-	-	-	
T12	*	*	*	*	-	*	*	*	-	-	*

* : Önemli olanlar

Yağ ve gresin bölgelere göre değişimi Tablo 16'da verilmiştir. Bölgelerde belirlenen yağ ve gres değerlerinin aylara göre değişiminde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Dış liman, iç liman ve küçük limanda ortalama yağ ve gres değerleri sırasıyla 0.168 g/L, 0.267 g/L ve 0.345 g/L'dir.

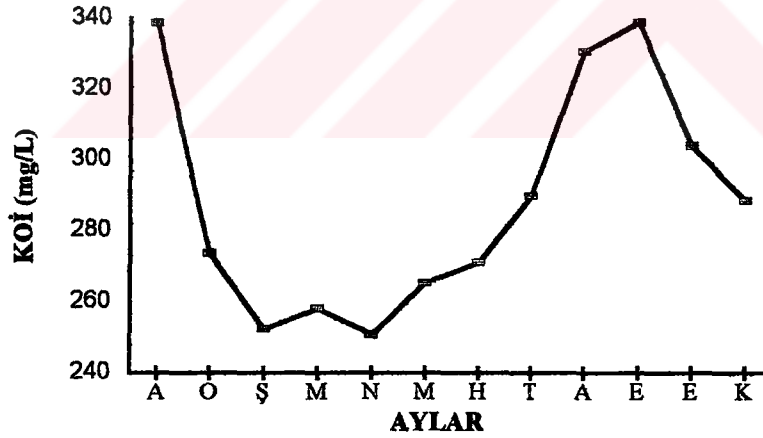
Tablo 16. Yağ ve gresin bölgelere göre dağılımı (g/L)

Bölgeler	Aylar											
	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K
Referans	0.009	0.018	0.019	0.019	0.018	0.027	0.025	0.014	0.003	0.083	0.027	0.001
Dış Liman, n=5	0.206 ±0.111	0.189 ±0.105	0.126 ±0.102	0.052 ±0.022	0.099 ±0.086	0.165 ±0.078	0.140 ±0.062	0.135 ±0.018	0.213 ±0.144	0.292 ±0.118	0.199 ±0.265	0.195 ±0.095
İç Liman, n=4	0.272 ±0.052	0.407 ±0.261	0.272 ±0.117	0.114 ±0.016	0.173 ±0.044	0.283 ±0.044	0.344 ±0.039	0.232 ±0.054	0.455 ±0.120	0.238 ±0.142	0.209 ±0.072	0.208 ±0.056
Küçük Liman, n=2	0.332 ±0.066	0.725 ±0.149	0.518 ±0.185	0.064 ±0.006	0.223 ±0.013	0.178 ±0.028	0.286 ±0.065	0.197 ±0.010	0.755 ±0.349	0.227 ±0.101	0.375 ±0.227	0.263 ±0.048

n: istasyon sayısı

3.6. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Dağılımı

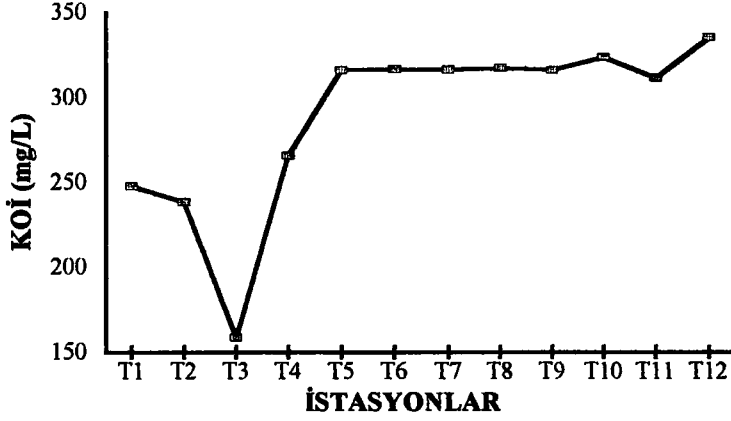
Kimyasal oksijen ihtiyacının aylara göre değişiminin bir düzensizlik gösterdiği, kış ve ilkbahar dönemlerinde diğer dönemlere nazaran daha düşük konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 16). Aylara göre ortalamalar alındığında aralık ve eylül aylarında 338.6 mg/L ile en yüksek, 250.7 mg/L ile nisan ayında en düşük değeri aldığı saptanmıştır.



Şekil 16. Kimyasal oksijen ihtiyacının (KOİ) aylara göre değişimi

Çalışma süresince en yüksek KOİ değerleri aralık ve eylül aylarında 388 mg/L ile T5, T6, T11 ve T12 istasyonlarında ölçülmüştür. İstasyonlara göre ortalamalar alındığında, en yüksek KOİ değeri 335.3 mg/L ile T12 istasyonunda, en düşük değer ise 158.6 mg/L ile T3 istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 17). Liman içinde kalan istasyonlarda ölçülen KOİ

konsantrasyonları birbirine çok yakın çıktığı, liman dışına çıkıldıkça değişimin arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 17. Kimyasal oksijen ihtiyacının (KOİ) istasyonlara göre değişimi

Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$) (Tablo 17). Aralık ve eylül aylarında bulunan yüksek değerler, istatistiki olarak da bu aylarla diğer aylar arasındaki farkın önemli çıkmasına sebep olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 17. Kimyasal oksijen ihtiyacının aylara göre karşılaştırılması ($p < 0.001$)

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E
Ocak	*										
Şubat	*	-									
Mart	*	-	-								
Nisan	*	-	-	-							
Mayıs	*	-	-	-	-						
Haziran	*	-	-	-	-	-					
Temmuz	-	-	-	-	-	-	-				
Ağustos	-	-	*	*	*	*	*	-			
Eylül	-	*	*	*	*	*	*	-	-		
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* : Önemli olanlar

Bölgelere göre aylık değişime bakıldığında, kaynak istasyonu dışındaki diğer bölgelerdeki değişimin bir düzensizlik gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 18). Dış liman, iç liman ve küçük limandaki ortalama KOİ değeri sırasıyla 258 mg/L, 318 mg/L ve 323.2 mg/L olarak saptanmıştır.

Tablo 18. Kimyasal oksijen ihtiyacının bölgelere göre dağılımı (mg/L)

Bölgeler	Aylar											
	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K
Referans	252.0	200.0	208.0	212.0	210.0	216.0	236.0	252.0	256.0	388.0	268.0	272.0
Dış Liman, n=5	318.2 ±57.49	222.4 ±36.27	253.6 ±22.28	223.2 ±54.46	213.2 ±75.17	240.0 ±63.95	227.2 ±89.09	245.6 ±92.42	293.6 ±70.68	307.2 ±96.94	302.0 ±56.37	260.8 ±75.27
İç Liman, n=4	361.0 ±1.732	322.0 ±22	257.0 ±19.26	287.0 ±10.34	290.2 ±8.95	293.0 ±11.44	313.0 ±18.41	335.0 ±7.14	374.0 ±3.46	350.0 ±6.63	308.0 ±25.72	326.0 ±16.12
Küçük Liman, n=2	388.0 ±0	342.0 ±22	262.0 ±14	310.0 ±6	286.0 ±6	298.0 ±50	314.0 ±6	328.0 ±0	372.0 ±4	370.0 ±10	318.0 ±38	291.0 ±1

n: istasyon sayısı

4. İRDELEME

Bir doğal kaynak olarak ekonomik girdiler sağlayan denizlerin kirlenmesinin önlenmesi ve ekonomik olarak yararlanabilirliğinin sürdürülmesi için, izleme programları çerçevesinde sürekli kontrol edilmeleri gerekmektedir. Bu amaçla denizlerde kirleticilerin zamansal ve uzaysal değişiminin belirlenmesi, bunların kaynaklarının tespit edilerek gerekli tedbirlerin yerinde ve zamanında alınması kaçınılmazdır. Ancak çok geniş alanları kaplayan denizlerde çalışma yapmak hem pahalı ve hem de yoğun işgücü gerektirmektedir. Küçük bir alanda yapılan bu çalışmada, Trabzon Limanı ve çevresinde bazı kirleticilerin düzey ve dağılımlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Trabzon Limanı ve çevresinde yürütülen bu araştırmada en yüksek su sıcaklığı temmuz ayında 27°C , en düşük sıcaklık ise ocak ayında 8.8°C olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Bölgedeki yüzey suları sıcaklığının, hava sıcaklığına paralel olarak aralık-mart ayları arasında düşük çıktığı, nisan ayından sonra yükselmeye başladığı ve temmuz-ağustos aylarında maksimum değere ulaştığı belirlenmiştir. Trabzon Limanı'nda 1993-94 yıllarında yürütülen bir çalışmada liman içinde su sıcaklığının ocak, şubat ve mart aylarında sırasıyla 9.5°C , 9.4°C ve 9.3°C olduğu ve ağustos ayında bu değer 24.8°C 'ye ulaştığı bildirilmiştir [50]. Bölgede 1989-93 yılları arasında yürütülen başka bir çalışmada, en düşük su sıcaklığı ocak ayında 8.5°C olarak ölçülürken, en yüksek temmuz ayında 26.8°C olarak belirlenmiştir [44].

İstasyonlara göre bir değerlendirme yapıldığında en düşük sıcaklığın T3 istasyonunda ölçüldüğü görülmektedir. Bunun, söz konusu istasyonun, bölgeye tatlisu girdisi sağlayan Değirmendere'den etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Yörede bulunan ve soğutma suyu kullanan Çimento Fabrikası'nın deniz suyu sıcaklığını yükseltici bir etkide bulunmadığı ve ölçülen sıcaklık değerlerinin tamamıyla doğal koşulların etkisiyle değiştiği anlaşılmaktadır. Su ortamlarında sıcaklığın artması, mevcut ekolojik dengenin bozulmasına neden olduğu bilinmektedir. Bununda ötesinde, sıcaklık artışı sulardaki biyokimyasal reaksiyonları hızlandırır. Böylece oksijen tüketimi hızla artar. Öte yandan suların oksijen doygunluk konsantrasyonu sıcaklığın artışıyla azalır. Artan sıcaklıklarda bir yandan oksijen tüketimi hızlanan biyokimyasal faaliyetler nedeniyle artarken, suların oksijen kazanma hızları da yavaşlar.

Araştırma süresince, çalışma alanında yapılan tüm ölçümlerde tuzluluk değerinin ‰2 -18 arasında değiştiği, mevsimsel farklılıkların önemli olmadığı, ancak istasyonlar arası farkın önemli olduğu görülmüştür. Bu farkın tamamıyla çalışma alanını etkileyen ve alana tatlı su girdisi sağlayan Değirmendere'den kaynaklandığı söylenebilir. Oğuz ve ark. (1992), Karadeniz'in kıyısız etkilerden uzak yüzey sularında yapmış oldukları çalışmalarda, tuzluluğun ‰18-18.5 arasında değiştiğini belirlemişlerdir [51]. Buna göre denizlerde yüzey sularında tuzluluk değerinin geniş varyasyon göstermesinin, ancak önemli oranda tatlı su girdileri sonucunda oluşabileceğini söylemek mümkündür. Oğuz ve ark. (1992), Karadeniz'de tatlı su girdisinin arttığı dönemlerde özellikle büyük akarsuların etki alanlarında tuzluğun azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca Trabzon sahillerinde yapılan bir çalışmada tuzluluğun mevsimsel değişiminin önemli olduğu belirlenmiştir [37].

Deniz suyunda bulunan çözünmüş oksijen miktarı, fotosentez, akıntı ve rüzgarın etkisine bağılı olarak arttığı halde, canlıların solunumu ve biyokimyasal olaylar sonucu azalır [8]. Trabzon limanı ve çevresinde yapılan ölçümlerde oksijen miktarının 6.5-9.5 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Öztürk (1994), Trabzon limanında yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen miktarının 6.0-9.5 mg/L arasında değiştiğini belirlemiştir [50]. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Öztürk (1994)'ün sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Yüzeyde yapılan ölçümlerde çözünmüş oksijen değerinin zamansal değişiminin önemli olması, hava sıcaklığına bağılı olarak su sıcaklığının değişmesinden kaynaklanmaktadır. Deniz suyundaki çözünmüş oksijen miktarına sıcaklık ve biyolojik olayların önemli etkisinin olduğu bildirilmektedir [8]. İstasyonlara göre oksijen değerindeki farklılığın önemli olmaması, çalışma bölgesinde çözünmüş oksijen miktarını etkileyen faktörlerin alansal değişimlerinin çok az olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Bölgeye tatlı su girdisi sağlayan kaynaklardan en önemlisi Değirmendere'dir. Bu kaynağıya yakın yerde bulunan T3 istasyonunda ölçülen maksimum çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10 mg/L'dir. Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsünün yaptığı bir çalışmada Değirmendere ağızında oksijen konsantrasyonu 5.0-12.6 mg/L arasında bulunmuştur [44]. Görüldüğü gibi bulunan çözünmüş oksijen değerleri daha önce bu bölgede yapılmış çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Tatlı suyun etkisiyle ortamdaki çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının yüksek bulunduğu söylenebilir. Bölgenin diğer kıyı kesimlerinde (küçük liman ve iç liman) çözünmüş oksijen miktarının düşük olması, kıyıda kıyıda yapılan atık su deşarjlarıyla gelen organik maddelerin biyokimyasal

parçalanması sırasında oksijenin tüketilmesinden kaynaklanabilir. Akıntının liman içine olduğu zamanlarda Değirmendere suyunun etkisiyle bu alandaki oksijen konsantrasyonu artmaktadır.

Sularda bulunan toplam katı madde, askıda ve çözülmüş katı madde şeklindedir. Çalışma alanında yapılan ölçümlerde askıda katı maddenin 1-102 mg/L arasında değiştiği ve bu değerlerin liman içinden dışına doğru gidildikçe arttığı belirlenmiştir. Bunun liman dışının fazla miktarda askıda katı madde taşıyan Değirmendere'den etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Liman içindeki askıda katı madde daha çok liman faaliyetlerinden, özellikle kömür teknelerinden ve küçük limandan gelen direnari sularından kaynaklanmaktadır. 1990 yılında Orta Karadeniz'de yapılan bir çalışmada, kıyı bölgelerinde askıda katı madde miktarının 1.4-127.4 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. [44]. 1991 yılında Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan diğer bir çalışmada bu değer 2.8-247 mg/L düzeyinde olduğu saptanmıştır [44]. Askıdaki katı maddenin deniz suyundaki kabul edilebilir değeri 30 mg/L'dir [38]. Bu çalışmada ve daha önceki yapılmış çalışmalarda ölçülen askıda katı madde değerlerinin kıyısal alanlarda sınır değerinden çok daha büyük çıkması, karasal girdilerin tatlı su kaynaklarıyla yoğun bir şekilde ortama taşınmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırma bölgesindeki askı yük dağılımında hem aylara ($p < 0.001$) hem de istasyonlara göre farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). İstasyonlara göre ortalamalar alındığında, askıdaki katı maddenin 4.50-36.25 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Özellikle liman dışındaki istasyonlarda ölçülen değerlerin kabul edilebilir miktarın (30 mg/L) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Değirmendere'nin boşaldığı noktaya yakın olan T3 istasyonunda yıl boyunca diğer istasyonlara göre daha yüksek konsantrasyonlarda askı yük maddesi ölçülmüştür. Bu istasyonda askıda katı maddenin şubat ayında 102 mg/L'ye kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bölgemizde kanalizasyon sularında bulunan askıda katı maddelerin yanında, erozyondan kaynaklanan askıda katı madde nehirler ve yüzey akışlarıyla denize taşınmaktadır. Özellikle yağışın bol olduğu dönemlerde bu havzadaki askı yük miktarı artmaktadır. Akıntının liman içine doğru olduğu zamanlarda Değirmendere'den gelen askıyük liman içine doğru taşınarak, bu alandaki askıda katı madde değerini yükseltmektedir.

Şehir kanalizasyonu ve kıyıya yakın alanlarda bulunan endüstri kuruluşların kendi atıksularının içerdiği askıdaki katı maddeler, bu suların deşarj edildiği kıyı kesimlerinde ve dere ağızlarında birikintilere ve dip çamuru oluşumuna neden olur. Trabzon Limanı'ndaki

T5 ve T12 istasyonlarında ölçülen askı yükünün 27 mg/L'ye çıktığı tespit edilmiştir. Özellikle T5 istasyonunun bulunduğu bölgeye aşırı miktarda organik yükün girdiği gözlenmiştir. Karadeniz sahil kuşağında yer alan yerleşim birimlerinden denize yapılan kirlenici deşarjları yıllık toplam 145 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Atık su ile her yıl 25800 ton katı madde denize deşarj edilmektedir [52].

Liman içinde kömür teknelerinin yükleme ve boşaltma işlemleri ve diğer faaliyetlerinden dolayı liman içindeki askı yük miktarları artmaktadır. Yükleme ve boşaltma rıhtımlarına yakın kesimlerde bulunan T9 ve T10 istasyonlardaki askı yük 20 mg/L'ye kadar çıkmaktadır. 1996 yılında liman içinde yapılmış çalışmada askıda katı madde miktarının 1-8 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir [50]. Limanın sintine donanımının çalışmamasının ve limana gelen yoğun kömür yükünün, liman suyundaki askıdaki katı madde miktarının daha önceki yıllara göre yüksek çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Askıda katı madde miktarının referans istasyonunda (T1) 2-3 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Bazı aylarda bu değer 10 mg/L üzerine çıkmaktadır. Açık suda gözlenen yüksek askıda katı madde değerinin normal olarak kara kökenli deşarjlardan kaynaklandığı düşünülemez. Çünkü nehir tarafından deniz ortamına taşınan asılı maddeler, ortamın iyonik karakterlerinden dolayı açık sulara ulaşmadan hızla kıyı bölgelerde çökerek ortamdaki uzaklaşmaktadır. Dolayısıyla açık suda ölçülen askıda katı maddenin, biyolojik kökenli yada akıntı yoluyla moloz mevkiinden dökülen katı atıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca yağışın bol olduğu dönemlerde nehrin yayılım alanı, kaynak istasyonuna kadar ulaşarak askıdaki katı madde miktarını artırmaktadır.

Trabzon Limanı'nda ölçülen deterjan miktarının dağılımı incelendiğinde aylara göre değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.001$). Çalışma süresince aylık ortalama deterjan değerleri 0.072-0.148 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan incelemelerde deterjanın mevsimsel olarak dalgalanmalar gösterdiği, özellikle aralık ve ekim aylarında diğer aylara göre daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır. Bu aylar dışında diğer aylar itibarıyla ortalamalara bakıldığında yaza doğru nispeten bir azalma olduğu görülmektedir. Bunun yaz aylarında görülen sıcaklık artışının deterjanın parçalanma sürecini hızlandırmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Bilindiği gibi su sıcaklığı arttıkça bakteriyel faaliyetler artmaktadır. Yapılan araştırmalarda, su içersindeki deterjanların su sıcaklığı ve bakteri aktivitesine bağlı olarak biyodegradasyona uğradığı belirtilmektedir [53].

Deterjan konsantrasyonunun istasyonlara göre değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$). Çalışma sũresince en yũksek deterjan değerı 0.35 mg/L ile T12 istasyonunda belirlenmiştir. T12 istasyonunun bulunduğu yerde kanalizasyon olması nedeniyle deterjanın yũksek çıktığı sũylenebilir. Bu kanalizasyona evsel atık sularını yanısıra akaryakıt istasyonu ve yıkama-yağlama ũnitesi'nin atık suları da bağlıdır. T5 istasyonu kanalizasyon ağzında olmasına rağmen, 0.048 mg/L ile en dũřuk deterjan değerı bu noktada ölçũlmüřtür. Yalnız bu istasyonda ölçũlen deterjan değerı genelde 0.1 mg/L'nin üzerindedir. Kıyıdan açığa doğru deterjan dağılımına bakıldığında, referans istasyonunda (T1) ortalama 0.1 mg/L deterjan belirlenirken, bu değer liman içine doğru gidildikçe artmakta ve T12 istasyonunda ortalama 0.16 mg/L'ye kadar çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada atık su içersinde 3 ppm LAS (deterjan)'ın 48 saat içinde herhangi bir parçalanmaya uğramadığı bulunmuş ve bu nedenle kıyısız bũlgelerde LAS konsantrasyonun yũksek olacağı belirtilmiştir [54]. Su Őrũnleri Araştırma Enstitũsũ tarafından Mart-Kasım 1996 tarihinde Trabzon limanında yapılmış çalışmada deterjan değerı 0.010-0.145 mg/L arasında bulunmuştur [44].

Deterjanların suların oksijen absorpsiyon hızına olumsuz yũnde etki yaptığı, 0.1 ppm konsantrasyonda, absorpsiyon hızını yaklaşık yarıya indirdiği belirtilmektedir. Az miktarda özũnmũř oksijen içeren suların aynı zamanda zehirli maddeleri de bulundurması, deniz canlılarında daha yũksek toksik etki oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde özũnmũř oksijen konsantrasyonunun 5 mg/L'nin altına dũřtüđu durumlarda, yũzey aktif madde çözeltisinin zehirliliğinde belirli bir artış olduğu gũrũlmüřtür [55]. Deterjanın deniz suyunda 0.1 mg/L'den fazla olması durumunda organizmalara toksik etki yapacağı bildirilmiştir [56]. Bu çalışmanın yapıldığı bũlgelerde özellikle kanalizasyon ağızlarına yakın T5 ve T12 ile özellikle bũyũk limanda gemilerin demirlediği iskelelere yakın olan T8, T9, T10 istasyonlarında deterjan miktarının zaman zaman bu değerın üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Bu durumun gemilerin sintine ve balast sularından kaynaklanabileceği sũylenebilir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda artan tuzluluğun, deterjanın bazı tũrlere karşı toksik etkisini artırdığı belirtilmiştir. Aynı şekilde yũksek tuzlulukta anyonik deterjanların deniz copepodlarına olan toksik etkilerinin çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. %035 tuzlulukta ve oda sıcaklığına sahip deniz suyunda bulunan 10 ppm LAS'ın yarılanma ũmrũ yaklaşık 50 gũndür [57]. Trabzon Limanı'ndaki deniz suyu tuzluluğunun verilen değerden çok daha

düşük olması (%018), bu faktörün deterjanın toksik etkisi üzerinde fazla etkili olmayacağını göstermektedir.

Fenolik karışımlar, deniz kıyı suları dahil olmak üzere yüzey sularında kirletici olarak görülmektedir. Yapılan çalışmada fenolün aylara göre ortalaması alındığında, en düşük ortalama fenol 0.008 mg/L ile ekim ayında, en yüksek 0.027 mg/L ile Şubat ayında tespit edilmiştir. Aylara göre fenol değişimine bakıldığında, özellikle yaz aylarında fenol miktarında düşüş olduğu görülmektedir. Arsegual ve ark. (1994), yaptığı çalışmada fenolün mikrobiyal faaliyetler sonucunda parçalanarak indirgenildiğini saptamışlardır. Bakteriler fenolü karbon kaynağı olarak kullanarak ortama tekrar adapte olurlar [58]. Fenol miktarındaki düşüşün, yaz aylarında sıcaklık artışına paralel olarak bakteri faaliyetlerinin hızlanmasından kaynaklanabileceği söylenebilir.

Fenol miktarında aylar ve istasyonlar arasındaki değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.001$). Özellikle istasyonlar arasında, liman içindeki istasyonlarla diğer istasyonlar arasındaki fark önemli bulunmuştur. İstasyonlara göre fenol dağılımı dikkate alındığında en yüksek ortalama fenol değerinin T12 istasyonunda 0.03 mg/L olduğu saptanmıştır. Bu durumun bölgede bulunan yıkama-yağlama ünitesinden gelen petrol atıklarından kaynaklanabileceği söylenebilir. EPA (Environmental Protection Agency) gemilerin hareket alanları içerisindeki sularda fenol miktarının 0.05 µg/L'yi aşmaması gerektiğini bildirmiştir [59]. Bu çalışmaya konu olan bölgede liman içi olması nedeniyle sürekli gemi faaliyetleri söz konusudur. Yapılan ölçümlerde liman içinde bulunan fenol değerlerinin, belirtilen miktarın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Gemilerin kurallara uymayıp sintinelerini, balast sularını ve ayrıca gemilerin rıhtımda iken yapılan temizlik sonucunda oluşan artık sularını denize boşalttıkları bilinmektedir. Boran (1995), bu bölgede yaptığı çalışmada ortalama fenol değerini 0.0081 mg/L olarak bulmuştur. Aynı çalışmada Faroz bölgesinde fenol miktarının 0.0074 mg/L olduğu tespit etmiştir [37].

Sıcaklık, oksijen, pH ve su sertliği gibi çevresel faktörler akuatik organizmaların fenole karşı duyarlılıkları üzerine etkili olurlar. Yüksek sıcaklıklar balıkların fenole karşı hassasiyetlerini artırır. 20°C'de yaşayan balıklar 10°C'dekine göre daha hassas olurlar [60]. Özellikle sıcaklığın düştüğü kış aylarında liman içindeki istasyonlarda fenol değerlerinin yüksek çıkması bu riski azaltmaktadır. Düşük oksijen seviyesi balıkların ve omurgasızların fenole karşı duyarlılıklarını artırır. Ortamda fenolün toksisitesi suyun havalanma oranı ve balık aktivitesine bağlıdır [61]. Bilindiği gibi sıcaklıkla oksijen ters orantılıdır. Sıcaklıkların artışına paralel olarak sulardaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalır.

oluşturmaktadır.

Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO)'ya göre fenolün deniz su içerisindeki kabul edilebilir değeri $1\mu\text{g/L}$ 'dir [63]. 28 Şubat 1990 yılında resmi gazetede yayınlanan "Deniz Sularında Sağlanması Gereken Genel Kalite Kriterleri"nde fenol miktarının 0.001 mg/L 'yi aşmaması gerektiği bildirilmektedir[38]. Buna göre çalışma sahasında ölçülen fenol değerleri, özellikle referans istasyonu olan T1 ve T2 dışında kalan istasyonlarda, yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Buharlaşma ve biyolojik parçalanma kirlilik derecesini indirgemede önemli bir faktördür. Buharlaşma su yüzeyinde bulunan fenoller gibi hafif kirleticilerin ortamdaki miktarını azaltabilir [64]. Bu bilgilere dayanarak özellikle yaz aylarında havanın ısınmasına paralel olarak su sıcaklığında artışın, deniz yüzeyindeki fenol konsantrasyonunda düşüşe neden olabileceği söylenebilir. Ancak fenolün mevsimsel değişimlerine baktığımızda yaz aylarında fenol konsantrasyonunda artış olduğu görülmektedir. Yaz aylarında buharlaşmanın yanı sıra artan gemi trafiğinin ve su sirkülasyonunun azalması bunun üzerinde etkili olabileceği söylenebilir.

Yağ ve gresin zamansal dağılımı incelendiğinde, aylara göre değişimin önemli olduğu görülmektedir ($p<0.005$). Çalışma süresince deniz suyunda ölçülen toplam yağ ve gres değerlerinin aylık ortalaması alındığında, bu değerlerin $0.073\text{-}0.367\text{ g/L}$ arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Yağ ve gresin kış aylarında yüksek olduğu, yaz mevsiminde ise daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin ise, yaz aylarında su sıcaklığının artmasına paralel olarak, bakteriyel faaliyetlerin hızlanmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Ayrıca yağların oksitlenmesi, sıcaklığın artmasıyla birlikte hızlanır.

Yağ ve gres miktarında istasyonlar arası farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). Yapılan ölçümler sonucunda en yüksek yağ ve gres miktarının T12 istasyonunda (1.1048 g/L) olduğu belirlenmiştir. Bunun şehir kanalizasyon sularının bir kısmının ve ayrıca, yıkama-yağlama ünitesi atık sularının bölgeye boşaltılmasından ileri geldiği söylenebilir.

Yağ ve gresin alansal dağılımı incelendiğinde, özellikle liman içindeki istasyonlardaki konsantrasyonların yüksek olduğu ve liman dışına doğru gidildikçe konsantrasyonun azaldığı görülmektedir. Bunun yanısıra çalışma alanında yapılan incelemelerde, liman içinde özellikle teknelerin demirlediği kesimlerde seçilen istasyonlarda, yağ ve gresin su yüzeyinde film tabakası oluşturduğu gözlenmiştir. Araştırmalarda su yüzeyinde yağ bileşenlerinin film tabakası oluşturmaları, kirlilik kriteri olarak değerlendirilmektedir [65].

Denizlere kanalizasyonlardan deşarj edilebilecek maksimum yağ yükünün 50 mg/L [23] olmasına karşılık, liman içinde, özellikle küçük limanda seçilen istasyonlarda toplam yağ değeri bu değerin üzerinde ölçülmüştür. T5 istasyonu hariç liman dışında ölçülen değerler belirtilen sınırın altında kalmaktadır. Büyük limanda, özellikle yükleme ve boşalma işlemlerinin yapıldığı bölgede bulunan T9 ve T10 istasyonlarında, yağ değerlerinin yüksek ölçülmesine, özellikle bazı aylarda limana gelen petrol tankerlerinin etkisi olabileceği söylenebilir. Petrol atıklarının yasa dışı yollarla denize boşaltılmasının ve hatta normal bir gemi seyirinin, kıyılarda petrol ve petrol türevlerine (yağ ve benzeri) rastlanmasına neden olacağı bildirilmiştir [66]. Ege Denizi'nde yüzey sularında çözünmüş/disperse petrol hidrokarbonlarının dağılımını incelemek için yapılmış bir çalışmada, bağıl olarak yüksek konsantrasyonlar İzmir Körfezi ve civarında ölçülmüştür. Bu bölgede büyük limanın varlığı (İzmir Limanı), deniz trafiğinin ve tanker taşımacılığının yoğun olması, ayrıca bir petrol rafinerisinin bulunması, bölgede ölçülen petrol ve türevlerinin konsantrasyonunun yüksekliğinin sebebidir [67].

Kıyı sularında organik kirliliğin bir göstergesi olan kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) aylık değişimlerinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). En düşük ortalama KOİ değeri 250.7 mg/L ile nisan ayında, en yüksek ise 338.6 mg/L ile aralık ve eylül ayında saptanmıştır. Aylara göre KOİ dağılımında düzgün bir dağılım görülmemekle birlikte, aralık ve şubat aylarında hızlı bir düşüş olduğu, haziran ayına kadar 250-271 mg/L arasında kaldığı ve bu aydan sonra hızla yükseldiği belirlenmiştir. İstasyonlara göre KOİ dağılımını incelendiğinde, istatistiki olarak farkın T1, T2, ve T4 istasyonları ile diğer

istasyonlar arasında olduğu belirlenmiştir. Özellikle liman içindeki değerlerin liman dışındakilerden daha yüksek çıkmasından kaynaklanmaktadır. Araştırma süresince en yüksek ortalama KOİ değerinin T12 istasyonundan alınan örneklerde 335.3 mg/L olarak belirlenmiştir. Yıl boyunca T12 istasyonunda ölçülen KOİ değerinin 388 mg/L'ye kadar çıktığı tespit edilmiştir. Liman içindeki istasyonlardan ölçülen KOİ değerlerinin birbirine yakın ve liman dışına göre çok daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Liman dışında, nehir ağzında bulunan T3 istasyonunda KOİ değeri 72-284 mg/L arasında değişmektedir. Bu bölgede daha önce Mayıs, Ağustos ve Ekim aylarında yapılmış çalışmada KOİ değerleri sırasıyla 10, 36, 200 mg/L olarak bulunmuştur [38]. Bu çalışmada elde edilen sonuçların daha yüksek çıkmasında, Değirmenderenin taşıdığı kirletici yükteki artışın etkisi olduğu söylenebilir.

Bölgesel olarak ele alındığında liman içinde (büyük ve küçük liman) ölçülen KOİ değerlerinin 300 mg/L'den daha büyük çıkması, liman içersine giren organik yükün liman dışına giren miktardan daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumun bölgede bulunan kanalizasyon atıklarından, liman ve gemi faaliyetlerinden gelen organik yükten kaynaklanabileceği söylenebilir. Deşarj suları ortamın oksijenini tüketir ve KOİ ortalama 600 mg/L'ye kadar yükseltebilir [68]. Bu sonuçlar evsel ve küçük ölçekli sanayi sularının herhangi bir işleme tabi tutulmadan denize deşarj edilmesi kıyı şeridinde tehlikeli boyutlara ulaşabileceğini göstermektedir. Nitekim limanlar gibi su değişiminin sınırlı olduğu kapalı alanlara boşaltılması daha da büyük tehlike arz etmektedir.

Sıcaklık ile KOİ arasındaki ilişkiye bakıldığında özellikle yaz aylarında sıcaklık artışına paralel olarak KOİ'nin yükseldiği ve doğal olarak çözünmüş oksijen miktarının azaldığı görülmektedir. Ancak oksijen miktarının tehlikeli sınıra (4 mg/L) ulaşmadığı bulunmuştur.

28 Şubat 1990 tarihli resmi gazetede yayınlanan Deniz Sularının Sağlanması Gereken Genel Kalite Kriterleri'nde KOİ hakkında sınır değeri verilmemektedir. Ayrıca Literatür çalışmalarında herhangi bir sınır değeri bulunmamıştır. Ancak sulara boşaltılacak atıksularda için deşarj kriterinde KOİ'nin sınır değerini 170.0 mg/L olarak verilmiştir [38]. Araştırmada karasal deşarjlara yakın istasyonlardan ölçülen değerler bu değerden daha fazla bulunmuştur.

5. SONUÇLAR

Karadeniz, balık üretimindeki %73'lük payı, deniz ticareti ve Türkiye'nin kuzey sahili boyunca tek alıcı ortam olması bakımından oldukça önemlidir. Kıyı bölgesinde yerleşimin yoğun olması, atıksuların genelde arıtılmadan denize bırakılması, limanlarda yeterli altyapının bulunmaması gibi birçok faktör hem kıyı bölgelerinin hem de kıyılarda yer alan limanların kirlenmesine neden olmaktadır. Genellikle limanların kirlenmesi, bunların karasal ve denizel faaliyetlerden etkilenmeleri nedeniyle oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, yükleme boşaltma faaliyetlerinin çok yoğun olmadığı ve etrafındaki küçük sanayi faaliyetleriyle kirletilen Değirmendere'nin etkisi altında olan Trabzon limanı ve çevresindeki kirlilik düzey ve dağılımı belirlenmiştir.

Fiziksel parametrelerden sıcaklığın mevsimsel değişiminin önemli olduğu, istasyonlar arasındaki farkın ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı bulunmuştur. Yüzeysel suyu sıcaklığında görülen sıcaklık değişimlerinin mevsimsel hava sıcaklığı değişimlerinden etkilendiği, antropojenik kökenli bir ısı kirlenmenin olmadığı belirlenmiştir. Değirmendere'nin deşarj noktasına yakın olan noktada su sıcaklığının diğer bölgelere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Su hareketlerinin az olduğu noktalarda ise yüzeysel suyu sıcaklığının yüksek olduğu görülmüştür.

Liman içindeki değişik istasyonlarda ölçülen tuzluluk değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı, ancak tüm istasyonlar genel olarak değerlendirildiğinde, tuzluluğun istasyonlar arası değişiminin önemli olduğu saptanmıştır. Bu farklılık bölgenin tatlı su girdisinden önemli oranda etkilenmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca yağışlarında bu farklılık üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Çalışma süresince ölçülen oksijen değerlerinin 6.5-9.5 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek oksijen değeri sıcaklık değerinin en düşük olduğu kısım ayında ölçülmüştür. Ayrıca Değirmendere'nin etkisi altında kalan istasyonlarda oksijen değerlerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Genelde ölçülen düşük oksijen değerleri, liman içi ve liman dışında bulunan kanalizasyon ağzlarındaki istasyonlarda ölçülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü süre içerisinde, oksijen miktarlarının kritik değer olarak belirlenen 4 mg/L'nin altına düşmediği görülmüştür.

verilen değerlerin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Genelde askı yük değerleri üzerine akıntı sisteminin etkili olması beklenir, ancak çalışma alanında böyle bir etkinin olmadığı gözlenmiştir. Akıntı yönü liman ağzı ve içerisine doğru yönünde olduğunda, yüksek askı yükü taşıyan Değirmendere etkisindeki suların, liman askı yükünün artırması beklenirken, bu akıntının gözlendiği dönemlerde liman içerisindeki askı yk miktarında önemli bir artış görülmemiştir. Akıntının yönü ters istikamette olduğunda liman içindeki askı yük miktarının azalması beklenirken, böyle bir durumun ortaya çıkmadığı grlmştir. İstasyonda askıda katı madde miktarının zaman zaman yüksek olmasının nedeni, Trabzon ilinin Moloz mevkiine dökülen katı atıkların bazen dalga ve akıntuların etkisiyle liman açıklarına kadar ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumun diğer istasyonlardan daha açıkta bulunan referans istasyonunda askıda katı madde miktarını yükselttiği tespit edilmiştir. Liman içerisindeki istasyonlarda ölçülen askıda katı madde miktarlarının limandaki yükleme boşaltma faaliyetlerinden etkilendiği, özellikle kömür taşımacılığının yoğun olduğu eylül, ekim ve kasım aylarında askı yük değerlerinde belirgin artışların olduğu grlmştir.

Anyonik deterjan değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişiminin önemli olduğu ve aylara göre değişimde su sıcaklığının belirgin bir etken olduğu belirlenmiştir. Genelde kış aylarında yüksek olan anyonik deterjan değerlerinin, yaz aylarında sıcaklığın artışına paralel olarak artan bakteriyel faaliyetler sonucunda düşük olduğu grlmştir. Bu nedenle özellikle kış aylarında yüksek değerlerde ölçülen yüzey aktif maddelerinin bölgede yaşayan canlıları olumsuz yönde etkileyebileceği söylenbilir. Yüzey aktif madde konsantrasyonlarının, organizmalara toksik etki yapacağı bildirilen 0,1 mg/L değerini genelde liman içinde yer alan istasyonlarda (T8, T9, T10, T12) ve liman dışındaki T5 istasyonunda aştığı tespit edilmiştir. Liman içinde yüksek değerde çıkan yüzey aktif

maddelerinin başlıca iki kaynağı olduğu belirlenmiştir. Bunlar; küçük liman içerisine deşarj edilen şehir kanalizasyonu ve yine aynı yerden liman içine boşalan Petrol Ofisi ve yıkama yağlama ünitesi atık sularıdır. Ayrıca büyük liman içerisinde, anyonik deterjan değerinin yüksek olmasının nedeni, rıhtımdaki gemilerden kaynaklanan atık suların olabileceği söylenebilir. Liman yöneticileriyle yapılan görüşmelerde limanın gemi sintinesi boşaltım ünitesi olmasına rağmen, bu ünitenin kolaylıkla kullanılacak uzaklıkta olmamasından gemiler adı geçen üniteyi kullanamamaktadır.

Kimyasal parametrelerden fenolün mevsimsel ve alansal değişiminde karasal girdiler, limandaki faaliyetler ve akıntıların önemli etkilerinin olduğu söylenebilir. Özellikle yıkama yağlama ünitesinin drenaj kanalı çıkışına yakın olan T12 istasyonunda fenol değerinin yüksek olduğu görülmüştür. Akıntıların etkisi ele alındığında, liman ağız ve girişi yönünde olan akıntının Değirmendere suyunu taşıyıp liman içindeki fenol değerini düşürmesi beklenmiş, ancak çalışma süresince liman içindeki fenol değerlerinin liman dışından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Liman içerisinde ölçülen fenol miktarlarının deniz suyu kalite kriterlerinde verilen değeri aştığı görülmüştür. Fenolün bakteriyel olarak parçalanması nedeniyle, sıcak mevsimlerde konsantrasyonunun düşük, soğuk mevsimlerde ise yüksek olduğu saptanmıştır.

Konvansiyonel bir kirlilik parametresi olan ve birçok faktöre bağlı olarak değişebilen kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri liman içindeki istasyonlarda yüksek (ortalama >300 mg/L) liman dışındaki istasyonlarda ise düşük olarak bulunmuştur. KOİ'nin liman içinde yüksek çıkmasının en önemli nedeni olarak liman içinde bulunan kanalizasyon ile ortama verilen organik madde yükünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bölgede belirlenmiş T12 istasyonunda tespit edilen değerler diğer istasyonlara göre oldukça yüksektir. T12 istasyonu belirtilen kanalizasyondan en çok etkilenen istasyondur. Diğer bir kanalizasyon çıkışına yakın olan T5 istasyonunda KOİ değerlerinin yüksek olmaması, bu noktaya boşalan organik maddenin sürekli bir akıntıya maruz kalması ve Değirmendere suyundan etkilenmesi olarak açıklanabilir. Sıcaklığın ortamdaki KOİ değerini etkilediği, artan sıcaklık ile KOİ değerinin sularda oksijen bilançosunu olumsuz etkilediği bilinmektedir. Çalışma süresince yapılan ölçümlerde, KOİ değerleri özellikle liman içerisinde oldukça yüksek olması bu bölgede yaşayan canlı türlerini olumsuz şekilde etkileyebileceği söylenebilir.

Araştırmada ölçülen yağ ve gres değerlerinin zamansal ve alansal değişimlerinin önemli olduğu görülmüştür. Özellikle liman içerisinde yer alan T9, T10, T11 ve T12

istasyonları ile liman dışındaki T5 istasyonunda, yağ ve gres değerlerinin diğer istasyonlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yağ ve gres değerlerinin yıl boyunca değişimine bakıldığında, değerlerin genelde kış aylarında yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle liman içerisinde yer alan istasyonlar ile kanalizasyon suyunun direkt etkisinde kalan T5 istasyonunda yağ ve gres miktarının yüksek olması, denizel faaliyetler ile karasal girdilerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu istasyonların buldukları bölgede su hareketleri ile sağlanan değişim oldukça azdır. Yağ ve gresin yaz aylarındaki miktarlarına bakıldığında nispeten düşük olduğu görülmüştür. Bunun başlıca nedeninin ise bakteriyel faaliyetlerin ve kimyasal parçalanmanın sıcaklık sebebiyle artmasının olduğu söylenebilir.



6. ÖNERİLER

Teknolojik gelişimin ve uluslararası ticaretin artmasıyla deniz taşımacılığı giderek artan oranda kullanılan ulaştırma sistemlerinden biri olmaktadır. Deniz ulaştırması açısından limanın önemi ve rolü giderek artmaktadır. Ticari, endüstri ve birçok faaliyetlerin en yoğun bir şekilde yaşandığı liman ve kıyı bölgelerinde bu gün ve gelecekte karşılaşacağımız en önemli sorunlardan birisi çevre ve su kirliliğidir.

Su kirliliği kontrolünde bir bölgedeki kirletici kaynakların konumları, kaynak şiddetleri ve bu kaynaklardan çıkan atık suların içerdikleri kirletici unsurların bileşiminin bilinmesi, alınacak önlemlerin sağlıklı bir biçimde planlanabilmesi ve denetimlerin etkinliği açısından önem taşır.

Trabzon limanında meydana gelen kirliliğin kontrolü ve izlenmesi, bu bölgedeki kıyı sularının kamu sağlığı, balıkçılık ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından önemlidir. Bu nedenle, böyle bölgelerde kirlilik izlenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Askı yük, kıyı bölgelerinde önemli problemler oluşturmaktadır. Bu nedenle yükleme boşaltma esnasında iskelede oluşan partiküller temizlenmelidir. Şayet bu partiküller temizlenmez ise yağmur sularıyla deniz suyuna karışmakta ve askı yükü artırmaktadır. Ayrıca su yüzeyinde istenmeyen görünüm oluşturmaktadır.

Araştırmada ölçülen anyonik deterjan değerlerinin liman içinde ve atık suların boşaldığı yerlerde sınır değerini aştığı görülmektedir. Liman içinde deterjan değeri gemilerin sintine sularından kaynaklanabilir. Bu nedenle limana girip çıkan gemiler daha iyi kontrol edilmelidir. Ayrıca liman içine ve liman dışında denize boşalan kanalizasyon sularının deterjan değerinin artmasında önemli etkisi vardır. Bu nedenle bu sular direk olarak denize deşarj edilmemelidir. Ya gerekli arıtım yapılmalı yada derin deniz deşarjı uygulanmasına geçilmelidir.

Fenol değeri liman içinde, deniz suyu kalite kriterlerinde verilen sınır değerinden, özellikle küçük limana boşalan kanalizasyon suları ve yıkama yağlama ünitesi atık suların etkisiyle oldukça yüksektir. Bu nedenle sözkonusu tesis kontrol edilerek atık su arıtma ünitesi yaptırılmalıdır.

Diğer bir kirletici olan yağ ve gres liman içinde yüksek ölçülmüştür. Liman içinde yüksek çıkmasının nedenlerinden biri Akaryakıt İstasyonu, Mermer Atölyesi ve Oto Yıkama-Yağlama, diğeri ise rıhtıma yanaşan gemilerden kaynaklanmaktadır. Bazı zamanlarda liman içine gelen petrol tankerleri petrol boşaltma esnasında sızan petrolden deniz yüzeyini gözle görülür bir yağ tabakasıyla kaplamaktadır. Eğer liman yönetimi tankerlerden petrol boşaltacaksa bu işlemi modern aletler kullanarak yapmalıdır.

Liman içinde kirletici yükünün yüksek çıkmasına paralel olarak KOİ değerleri yüksek bulunmuştur. KOİ değerini düşürebilmek için kirletici yüklerin azaltılması gerekir. Karasal ve gemiler den kaynaklanan organik kirletici belirli periyotlarda yükü kontrol edilmelidir.

Kanalizasyonlar genel olarak denizlerde kirliliği artırır. Bölgede gemilerden kaynaklanan kirliliğin yanında kanalizasyonlardan denize boşalan kirlilik KOİ değerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bölgeye boşalan kanalizasyonlar direk olarak bölgeye boşaltılmamalı, gerekli arıtma işlemlerine tabi tutulmalıdır.

Moloz mevkiine dökülen katı atıklar zamanla kötü hava koşullarında akıntının etkisiyle liman açıklarına kadar taşınmakta ve hatta liman içine kadar girmektedir ve bu bölgedeki özellikle askıda katı madde miktarını arttırmaktadır. Bunu önlemek için katı atıklar kontrollü bir şekilde boşaltılmalı, eğer mümkün ise bu bölgeye boşaltmaktan vazgeçilmelidir.

Bölgede tatlı su girdisi sağlayan Değirmendere ağzında, askı yük dışındaki diğer değerler liman içine göre düşük çıkmakla birlikte, bu bölgede daha önceki çalışmalara göre kirlilik yükünün arttığı saptanmıştır. Ayrıca ölçülen kirletici değerleri zamanla sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Değirmendere havzası etrafında nüfusun ve sanayi kuruluşların artması su kirliliğini artırmıştır. Bu bölgedeki kirlilik yükünün zamanla artacağı göz önüne alındığında, Değirmendere'nin sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu bölgeye deşarj edilen atık sular kontrol edilip atıksu deşarj kriterinin sağlanıp sağlanmadığı belirli aralıklarla kontrol edilmelidir.

Kıyı faaliyetlerinin eğilimleri belirlenerek (balıkçılık, tarım, turizm vb.) sektör bazında koruma ilkeleri doğrultusunda tedbirler uygulamaya geçirilmelidir. Sürekli izleme ile kirlilik kontrolü yapılmalıdır.

Günümüzde denizlerde ve atık sularda kullanılan genel kalite kriterleri, teknolojik ilerlemeye paralel olarak gelişen sanayi atıklarının oluşturduğu yeni kirletici türlerinden

dolayı geçerliliklerini kaybetmeye başlamıştır. Bu kriterlerin yeniden gözden geçirilip günümüz koşullarına uygulanması ekolojik dengenin korunması açısından önemlidir.

İleride yapılması gereken çalışmalarda kirletici parametrelerin sadece yüzeysel değişiminin değil, bunun yanında derinliğe göre değişimlerinin de incelenmesi, ayrıca başlıca diğer kirletici parametrelerin de ele alınması ve denizde yaşayan canlılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi çalışmaları da yürütülmelidir. Özellikle yoğun sanayi etkisi altında kalan bölgelerde yapılacak olan ağır metal birikim tespitleri de çalışmanın daha da gelişmesine katkıda bulunacaktır.



7. KAYNAKLAR

1. Yaramaz, Ö., Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 42, 1992.
2. FAO, Manuel of Methods in Environment Research. Part 1. Fish Tech. Pap (137), 201-202 , 1983.
3. Öztürk, İ., Denizlerin Kirlenmesi ve TCDD Limanları Sintine Arıtma Tesisleri, Türk Limanları Dergisi, Ekim/Kasım/Aralık, No:2, Ajans Nokta, Ankara, 1991.
4. Çevre Bakanlığı Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Limanlarda Risk Değerlendirme ve Acil Durumlarda Hazırlıklı Olma ve Müdahale İçin Kapasite Oluşturma Projesi Teknik Şartname Özeti, Ankara, 1998.
5. Çağdaş Denizcilik Stratejisi, İşletme Yönetimi Yaklaşımı, D.E.Ü. Deniz İşletmeciliği ve Yönetimi Y.O., 1. Baskı, İzmir, 1998.
6. Odman, N., Radopman, K., Belirdi, N., Yalçın, R., Gemilerin Denizlerden Kirlenmesinin Önlenmesi Hakkında Uluslararası Sözleşme MARPOL 37/78 (Çeviri), İstanbul, 1988.
7. Trabzon Limanı İşletme Kayıtları, 1999.
8. Kocataş, A., Oseanoloji , Deniz Bilimlerine Giriş, Ege Üniv. Fen Bil. Fak. Kitapları Seri No:144, İzmir, 1993.
9. Aras, M.S., Kültür Balıkçılığının Temel Esasları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, Erzurum, 1996.
10. Sprague, J.B. Measurement of Pollutant Toxicity to Fish-II. Utilizing and Applying Bioassay Results. Water Research, 4, 3-32, 1970.
11. Öner, M., Mikrobiyal Ekoloji, Ege Üniversitesi Basımevi, No: 100, İzmir, 1987.
12. Yaramaz, Ö., Su kalitesi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1992.
13. Martin, F.D., Marine Chemistry Analytical Methods, First Second Edition, Marcel Dekker Inc., Newyork, 1972.
14. Konuk, Y.T., Duman, M., Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz Ölçme ve İzleme Alt Proje, 1987 Dönemi, TÜBİTAK Araştırma Projesi, 1988.

15. Genç, A.Ş., Su Kirlenmesi ve Balık Yetiştiriciliği Açısından Su Kalitesi, Seminer Notları, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 1989.
16. Tübitak Ulusal Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Programı, Türkiye Denizleri'nin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi, 4-5, 1999.
17. Çelikkale, M.S., İç Su Ürünleri Avcılığı ve Yetiştiriciliği, Su Ürünleri Üretimi Araştırma ve Kredilerini Yönlendirme Sempozyumu, T.C., Ziraat Bankası Su Ürünleri Krediler Müdürlüğü, Yayın No:4, 214, 1982.
18. Şentürk, F., "Çeşitli Yerlerden Alınmış Molluskalarda Civa, Kadmiyum, Kurşun Düzeylerinin Saptanması" Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Programı, İstanbul, 1993.
19. Tatar, İ., "Su Kirliliğinde Deterjanın Rolü", Bitirme Tezi, İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul, 1996.
20. Özdemir, N., Tatlı Su ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi, Elazığ, 1994.
21. Demir, M., Balık Biyolojisine Giriş, İstanbul Üniv. Yayınları, Yayın No:64, 1965.
22. Venezia, L.d., Fossato, V.V. and Scari, S., Combined Effectes of Dodecyl Benzene Sulfonate and Low Salinities on Tibe Bulbisetosa (Copepoda: Harpacticoida). Prog. Wat. Technol. 12, 109-117, 1980.
23. Uslu, O., Türkman, A., Su Kirliliği ve Kontrolü, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, Ankara, 1987.
24. Tabuman, C.F., Endüstriyel, Evsel Atıksuların ve Alıcı Ortamların İzlenmesi, İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1995.
25. Laund-Hansen, L.C., Skuyum, P., Changes in Hydrography and Particulate Matter During a Barotrophic Forced Inflow. Oceanologica Acta, 15, 14, 339-346, 1992.
26. Goldberg, E.D., Aguide to Marine Pollution, Gordon and Breach Science Publishers, New York, 168, 1972.
27. Egemen, Ö., Sunlu, U., Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, İzmir, 1996.
28. Yaramaz, Ö., İzmir Körfezinde Evsel ve Endüstri Atıklarının Neden olduğu Deterjan ve Bor Kirliliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü., İzmir, 1984.
29. Büyükkoca, E., Deterjanlar ve Çevre Kirliliği, Türkiye Kimya Dergisinde Verilen Konferansın Metni, 1987.

30. Hidu, H., Effects of Synthetic Surfactans on the Larvae of Clams (*M. Mercanaria*) and Oyster (*C. Virginica*), Journal of the Water Pollution Control, 37, 262-270, 1965.
31. Sales, D., Quiroga, J.M., and Gomez-Paria, A., Primary Biodegradation Kinetics of Anionic Surfactants in Marine Environment, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 39, 385-392, 1987.
32. Egemen, Ö., Sunlu, U., Balığın Yaşadığı Su Ortamının Özellikleri Vet. Kontr. ve Araşt. Enst. Md. Derg. C.20, 34, 1-7, Bornova, İzmir, 1996.
33. Komarov, A.V., Evalation of the Scale and Degree of Technogenous pollution of the Health Resort of Carger, Gelendzhik Yuzhmoreobgiya Association, Gelendzhik, 1991.
34. Mckee, J.K., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, A Report Prepared for the State of California Water Pollution Control Board, 1963.
35. Water Reaserch, Vol.7, Pergamon Press, pp.18-21, 1973.
36. Friestadt, H.O., Ott, D.E., Gunter, F.A., Automated Colorimetric Microdetermination of Fenols by Oxidative Coupling with 3-Methyl-2-Benzothiazolinone Hydrazone, Anal.Chem., 41,13,1750-1754, 1969.
37. Boran, M., Trabzon Sahillerinde Çeşitli Kirleticilerin Zamansal ve Alansal Dağılımı, Doktora Tezi, K.T.Ü: Fen Bil. Enst., Trabzon, 1995.
38. TC Resmi Gazete, Sayı: 19919, 4 Eylül 1988.
39. Gürdal, T., Gaye, T., Gülen, G., Karadeniz Deniz Kirliliği Ölçüm ve İzleme Projesi, 1993 Yılı Nihai Raporu, T.C. Çevre Bakanlığı, ODTÜ Çevre Müh. Böl., Ankara, 1993.
40. Fashchuck, D.Ya., Samyshev, E.Z., Sebakh, L.K., and Shlyakhov, V.A., Form of Anthropogenic Impact on the Black Sea Ecosytem and is Modern State. Ecologia Morya, Kiev, Naukova Dumka, 38,19-27, 1991.
41. Zaitsev, Yu.P., Land-Based Sources of Current Anthropogennic Change in the Black Sea Ecosystem /ACOPS. Aseessment of Land-Based Sources of Marne Pollution in the Seas Adjacent to the C.İ.S., Book of Abstracts, Sevastopol, Vol.1,38-41, 1992.
42. Güven, K.C., Ünlü, S., Okus, E., Doğan, E., Eroğlu, V., Sarıkaya, H., Öztürk, I., The Oil and Anionic Surfactant Pollutions in Seawater of Turkish Straits In 1995-1997, The Proceedings of First International Symposium on Fisheries and Ecology 2-4 Sep., Trabzon/Turkey, 1998.
43. Saydam, A.C., Yılmaz, A., Salihoğlu, İ., Baştürk, Ö., Batı Karadeniz'in Oşinografisi, Cilt II, Kimyasal Oşinografi, TÜBİTAK Final Raporu, Hazira, 1989.

44. Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Karadeniz Bölgesi'nde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi ve Su Ürünlerine Etkilerinin Araştırılması, Trabzon, 1996.
45. Erüz, C., Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Su Kütleleri ve Askıda Katı Maddenin Mevsimsel Değişimi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Balıkçılık Tek. Müh., Doktora Tezi, Trabzon 1999.
46. Denizlerde Ölçüm ve İzleme Standart Yöntemler El Kitabı, Kalibrasyon I, TÜBİTAK, Ankara, 1989.
47. Guidelines for Monitoring Chemical Contaminations In The Sea Using Marine Organism, Reference Methods For Marine Pollution Studies, No:6, UNEP, 1993.
48. APHA, AWWA, WEF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, ED.m. Ann., H.Franson, 18th. Edition, APHA Washington DC, 1992.
49. Sokol, R.R. and Rolf, F.J., Introduction to Biostatistics, Ed. W.H.Freeman. Second Edition, Newyork, 1974.
50. Öztürk, İ., Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*, LAMARK, 1819) Bakteriyel Kontaminasyon ve Bazı Ağır Metal (Cu, Pb, Zn) Biyoakümülyasyonu, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
51. Oğuz, T., Violte, P.E. and Ünlüata, Ü., The Upper Layer Circulation of The Black Sea: Its Variability as Inferred Form Hydrographic and Satallite Obsevatons, Journal of Geophysical Research, 97, 12584-96, 1992.
52. Gürdal, T., Gaye, T., Gülen, G., Karadeniz Deniz Kirliliği Ölçüm ve İzleme Projesi, 1993 Yılı Nihai Raporu, T.C. Çevre Bakanlığı, ODTÜ Çevre Müh. Böl., Ankara, 1993.
53. Swedmark, M., Effect of Mixtures of Heavy Metals and Development of Cold (*Gadus morhua* L.). Rapp. P. -V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178, 95-103, 1981.
54. Dallavenela, L., Combined Effects of Dodecylbenzee Sulfonate and Low Salinities on Tibe Bulbisetosa (Copepot, Harpacticoida). Prog. Water Technol. 12, 109-117, 1980.
55. Jones, J.R.E., "Fish and River Pollution", pp.118-128, London, 1964.
56. Lewis, A., The Effects of Mixtures and Other Environmental Modifying Factors on The Toxicities of Sufactants to Freshwater and Marine Life, Water Resarch, 26, 8: 1013-1023, 1992.
57. Calabrese, A., Effect of Soft Detergants on Embiryos and Larvae of The American Oyster (*Crassostrea virginical*). Proc. Nat. Shellfish. Assoc., 57, 11-16, 1967.

58. Arseguel, A., Baboulene, M. Removal of Phenol From Coupling of Tale and Peroxidase. Application for Depollution of Waste Water Containing Phenolic Compounds, J. Chem. Tech. Biotechnol., 61, 331-335, 1994
59. Phenol. Criterion Document, Interim Draft No. 1, 1977.
60. Flerov, B.A., Lukyanenko, V.I., The Role of Environmental Factors in the Resistance of Fish to Phenol. Tr. Inst. Biol. Vnutr. Vod, Akad. Nauk SSSR, No. 10 (13), 319-30. (Russ.) Abstract: Chem. Abs., 66, 83492y, 1967, 1966.
61. Alekseev, V.A., Antipin, B.N., Toxicological Characteristics and Symptom Complex of the Acute Phenol Poisoning of Certain Freshwater Crustaceans and Mollusks. Gidrobiol. Zh., 12(2), 37-44. (Russ.). Abstract: Chem. Abs., 85, 117520r, 1976.
62. Ozertic, M., Toxic Effects of Phenol on Grey Mullet (*Mugil auratus, Risso*), Bull. Environ. Contam. Toxicol., 23-29, 1988.
63. Stofen, D., The Maximum Permissible Concentrations in the USSR For Harmful Substances in Drinking Water. Toxicology, 1, 187-95, 1973.
64. Foyn, L., Produced Water From Off-Shore Oil and Gas Production, A New Challenge in Marine Pollution Monitoring, Institute of Marine Research, Marine Pollution, Proceeding of a Symposium Held in Monaco, 5-9 October, pp.474-476, 1998.
65. Şen, B., Alp, M.T., Akdeniz'in Çevlik (Samandağı) Sahil Mevkiinde Balıkçılık Tekneleri İçin Oluşturulan Marinanın Kirlilik Parametreleri Üzerine Bir Araştırma, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan, 479-485, İzmir, 1997.
66. Dahlmann, G., Timm, D., Oiled Sea Birds Comparative Investigations on Oiled Seabirds and Oiled Beaches in the Netherlands, Denmark and Germany (1990-93), Marine Pollution Bulletin, Vo. 28, No.5, pp.305-310, 1994.
67. Salihoğlu, İ., "Chemical and Biological Distribution of Mercury in The North Levantine", In: FAO/UNEP/WHO/IOC/IAEA, 1986 Papers presented at the FAO/UNEP/WHO/IOC/IAEA Meeting on the Biogeochemical Cycle of Mercury in the Mediterranean, Siena, Italy, 27-31 August 1984, FAO Fish, Rep., (325) Suppl., pp.187, 1988.
68. Anon, Noth Sea Produced Water : Fate and Effects in the Marine Environment. E&P Forum Report No. 2. 62/204, London May 1994, pp.48, 1994.

8. ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1992 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nden 1996 yılında Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programına başladı. Halen KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nde 1997 yılından beri 2547 Sayılı Kanun'un 50/d maddesi uyarınca, Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.



**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**