

**TÜRKİYE’NİN BATI KARADENİZ SAHİL ŞERİDİNİN
SU VE SEDİMAN KALİTESİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF WATER QUALITY AND SEDİMAN
IN COASTAL AREA OF
THE WEST BLACK SEA REGION OF TURKEY**

ÖZGE SAKAOĞLU

**Prof. Dr. Aydın AKBULUT
Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2018

ÖZGE SAKAOĞLU'nun hazırladığı “Türkiye'nin Batı Karadeniz Sahil Şeridinin Su ve Sediman Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ayşenur UĞURLU
Başkan



Pof. Dr. Aydın AKBULUT
Danışman



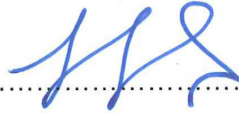
Prof. Dr. Beril SALMAN AKIN
Üye



Doç. Dr. İlkay AÇIKGÖZ ERKAYA
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Hatice ŞENGÜL
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenikle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin/Raporumun ~~20.06.2021~~ tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

09 / 07 / 2018

Özge SAKAOĞLU

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite ve başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

10/05/2018



Özge SAKAOĞLU

ÖZET

TÜRKİYE’NİN BATI KARADENİZ SAHİL ŞERİDİNİN SU VE SEDİMAN KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZGE SAKAOĞLU

Yüksek Lisans, Çevre Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aydın AKBULUT

Mayıs 2018, 130 sayfa

Deniz kirliliği, denizdeki canlı kaynaklara ve insan sağlığına zarar verebilecek, denizdeki faaliyetleri engelleyebilecek, deniz suyunun çeşitli kullanımlar için kalitesini bozabilecek ve estetiğini azaltabilecek her madde ve enerjinin denize doğrudan veya dolaylı olarak verilmesi sonucu oluşur. Ülkemizde de bu kirlilik tanımını karşılayan her türlü kirlenici ile denizlerin kirlendiği ve deniz ekosisteminin her geçen gün bozulduğu görülmektedir.

Kirlenme ve tükenme durumunun giderilmesi ve yeniden oluşumunun önlenerek kaynakların korunması amacıyla uygun tedbirlerin alınması için denizlerimizin kirlilik durumu, bu kirliliğin zaman içerisinde gösterdiği değişim ve kirliliği oluşturan kaynaklara ilişkin bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesinden 14 istasyonda, 5-250 m arasında değişen derinliklerden, 2014 yılı yaz döneminde alınan deniz suyu örneklerinin Sıcaklık, Tuzluluk, pH, Oksijen, Seki Diski, Amonyum Azotu, Toplam Oksitlenmiş Azot, Toplam Azot, Toplam Fosfor, Fosfat Fosforu, Klorofil-a ve Silikat analiz sonuçları ile 3 istasyonda sediman örneklerinin ağır metal analiz sonuçları incelenmiş, bölgenin kirlilik kaynakları ve doğal yapısı ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sedimanda yapılan ağır metallerde zenginleşme faktörü hesaplarına göre İğneada istasyonunda Cu>Ni>Cd>Pb şeklinde orta düzeyde zenginleşme, Fe>Cr>Co>Mn>As>Zn şeklinde önemli düzeyde zenginleşme görülmüştür. Şile istasyonunda Pb metalinde az düzeyde zenginleşme, diğer ağır metallerde ise ; Cr>Mn>Co şeklinde orta düzeyde zenginleşme, As>Fe>Cd şeklinde önemli düzeyde zenginleşme görülmüştür. Zonguldak istasyonunda, Mn>Pb şeklinde orta düzeyde zenginleşme, Fe>As>Cd>Cr>Cu>Co>Zn>Ni şeklinde önemli düzeyde görülmüştür. Bu durum antropojenik etkilerin varlığını ve düzeyini göstermektedir.

Deniz suyu analizlerinde pH seviyesi EPA kriterlerine göre yüksek çıkmıştır. Deniz suyunda incelenen diğer parametrelerin sınır değerleri aşımadığı tespit edilmiştir.

Kirlenmeye bağlı olarak artan organik materyellerin bakteriler tarafından ayrıştırılması, yaz döneminde güneş ışığı ile birlikte artan fotosentez aktivitesi sonucunda suda çözünmüş CO₂'in azalması pH'ı artırmaktadır. Besin elementlerinde görülen artışlar arıtılmamış evsel ve endüstriyel atıksulardan, tarım ilaçları ve gübrelemeden, akarsular ile birlikte taşınan kirlenmiş sulardan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. İğneada'dan Sakarya Nehri'ne kadar olan bölgede özellikle Tuna Nehri'nden gelen kirliliğin etkisi olduğu değerlendirilmiştir. Sedimanda yapılan ağır metal incelemelerine bakıldığında İğneada istasyonundaki kirliliğin Tuna Nehri kaynaklı olduğu, Şile istasyonundaki kirliliğin hem Tuna Nehrinden hem de İstanbul Boğazı liman faaliyetleri ile deniz araçlarından kaynaklandığı, Zonguldak istasyonundaki kirliliğin kömür işletmelerinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batı Karadeniz, Deniz Kirliliği, Deniz Suyu, Sediman

ABSTRACT

EVALUATION OF WATER QUALITY AND SEDIMAN IN COASTAL AREA OF THE WEST BLACK SEA REGION OF TURKEY

ÖZGE SAKAOĞLU

Master of Science, Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aydın AKBULUT

May 2018, 130 pages

Marine pollution occurs as a result of direct or indirect release to the sea any substance and energy that may harm living sources in the sea and human health, prevent marine activities, deteriorate the quality of sea water for various uses and disrupted its aesthetical appearance. It is observed that seas are polluted with all kinds of pollutant that meet this definition of pollution and the marine ecosystem is getting disrupted day by day in Turkey.

It's a necessity to have the information regarding the status of pollution of our marines, the change showed by this pollution within time and the sources that are originating the pollution. The aim here is to eliminate the status of pollution and their regeneration and to preserve the available resources.

In this study, the temperature, salinity, pH, oxygen, secchi disk, ammonium nitrogen, total oxidized nitrogen, total nitrogen, total phosphorus, phosphate phosphorus, chlorophyll-a and silicate analysis results of sea water samples obtained in summer period of the 2014 from depths varying between 5-250 meters at 14 stations and heavy metal analysis results of sediment samples obtained at 3 stations from the West Black Sea Region were examined and evaluated in association with the region's pollution sources and natural structure.

According to the heavy metal enrichment factor calculations performed in the sediments, a medium level of enrichment like Cu>Ni>Cd>Pb and a significant level of enrichment like Fe>Cr>Co>Mn>As>Zn was observed at the İğneada station. At the Şile station, a minor level of enrichment was observed in the Pb metal and medium level of enrichment like Cr>Mn>Co and significant level of enrichment like

As>Fe>Cd was observed. At the Zonguldak station, a medium level of enrichment like Mn>Pb and a significant level of enrichment like Fe>As>Cd>Cr>Cu>Co>Zn>Ni was observed. This indicates the presence and level of anthropogenic effects. In sea water analyses, pH level was higher than the EPA criteria. It was found that other parameters examined in sea water do not exceed the limit values.

The decrease of water soluble CO₂ as a result of decomposition of increased organic materials by bacteria due to contamination and the photosynthesis activity increasing with sunlight in the summer increases the pH value. It is evaluated that increases in nutrients originate from untreated domestic and industrial wastewaters, pesticides and fertilizers, and polluted waters carried with rivers. It was found that the area from İğneada to Sakarya River was affected by the pollution especially from the Danube River. When the heavy metal surveys performed in the sediment are considered, it was evaluated that the pollution at the İğneada station is due to the Danube River, the pollution at the Şile station arises out of the Danube River as well as port activities at the Bosphorus, and the pollution at the Zonguldak station is arises out of coal operations and thermal power plants.

Keywords: West Black Sea, Marine Pollution, Marine Water, Sediman

TEŞEKKÜR

Öncelikle hayatımın her döneminde sevgilerini, destek ve güvenlerini hissettiğim, heyecanlı, coşkulu, duygusal, hoşgörölü, iyi niyetli ve güzel kalpli aileme; annem Ayten Yıldız'a, babam Hüseyin Yıldız'a, varlığıyla hayatıma anlam katan, canım kardeşim Oğulcan Yıldız'a,

Tez yazım sürecinde tüm sızlanmalarına göğüs geren, yardımlarını esirgemeyen, sakin ve sabırlı varlığı ile bana iyi gelen sevgili eşim Cevat Sakaoğlu'na,

Tez yazım sürecimin başından sonuna kadar bilgi ve desteğini esirgemeyen, her zaman değerli vaktini benimle paylaşan danışman hocam Prof.Dr. Aydın Akbulut'a,

Yüksek lisans öğrenimimde emeği geçen tüm Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliğı Bölümü hocalarıma,

Tüm yoğunluğuna rağmen veri analizlerinde yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım Dr. Hale Turhan Damar'a,

Bilgisayar teknikleri ile ilgili yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşım Mustafa Arıkan'a,

Tezimin temelini oluşturan verileri edinmeme yardım eden Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Referans Laboratuvarı personeline,

Teşekkür ederim.

Özge Sakaoğlu

İÇİNDEKİLER

Sayfa	
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çevre Kirliliği.....	5
1.2. Su Kaynakları, Su Kirliliği ve Ülkemizde Su Hukuku.....	6
1.2.1. Su Kaynakları.....	6
1.2.2. Su Kirliliği.....	8
1.2.3. Ülkemizde Su Hukuku.....	9
1.3 Su Ortamındaki Kirleticiler.....	12
1.3.1. Organik ve İnorganik Maddeler.....	12
1.3.2. Azot,Fosfor ve Silikat.....	14
1.3.3. Mikroorganizmalar.....	15
1.3.4. Askıda Katı Maddeler.....	15
1.3.5. Yüzey Aktif Maddeler.....	15
1.3.6. Ağır Metaller.....	16
1.3.7. Yağlar, Petrol ve Türevleri.....	16
1.4. Deniz Ortamının Özellikleri.....	17
1.4.1 Akıntılar.....	17
1.4.2. Tuzluluk.....	17
1.4.3. Sıcaklık.....	19
1.4.4. Ph.....	20
1.4.5. Yoğunluk.....	21
1.4.6. Elektriksel İletkenlik.....	22
1.4.7. Bulanıklık ve Optik Özellikler.....	22
1.4.8. Çözünmüş Oksijen ve Diğer Gazlar.....	23
1.5. Karadeniz'in Özellikleri.....	24
1.5.1. Karadeniz'in Konumu.....	24
1.5.2. Karadeniz'de Su Dengesi.....	25

1.5.3. Karadeniz'de Upwelling.....	26
1.5.4. Karadeniz'de Oksijen ve Hidrojensulfür Durumu.....	27
1.5.5. Karadeniz'de Akıntılar.....	27
1.5.6. Karadeniz'de Sıcaklık, Tuzluluk Özellikleri ve Dikey Tabakalaşma.....	29
1.5.7 Karadeniz'de İyonlar ve Besin Elementleri.....	31
1.5.8 Karadeniz'de Petrol Hidrokarbonları.....	32
1.5.9 Karadeniz'de Ağır Metaller.....	33
1.6. Karadeniz'de Kirliliğe Yol Açan Etmenler.....	33
1.6.1. Evsel Atıklar.....	38
1.6.2. Endüstriyel Faaliyetlerden Kaynaklanan Atıklar.....	39
1.6.3.Tarım Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklar.....	40
1.6.4. Deniz Araçlarından Kaynaklanan Atıklar.....	41
2. MATERYAL VE METOT.....	42
2.1. Örnekleme İstasyonları.....	43
2.2. Örneklerin Alınması , Saklanması ve analiz Metotları.....	47
2.3. Kıyı Suları Kalite Ölçütleri.....	50
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	52
3.1. Parametre Bazında İnceleme.....	62
3.2. Derinlik Bazında İnceleme.....	65
3.3. Sedimanda Ağır Metal Değerlerinin İncelenmesi.....	93
3.4. Korelasyon Analizi.....	94
3.5. Zenginleşme Faktörü	100
3.6. Ölçüm Sonuçlarının Sınır Değerler ile Kıyaslanması.....	104
4. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	108
KAYNAKLAR.....	110
EKLER.....	115
ÖZGEÇMİŞ.....	130

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μ	Mikro
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
gr	Gram
kg	Kilogram
lt	Litre
‰	Binde
%	Yüzde
r	Korelasyon Katsayısı
\approx	Yaklaşık

Kısaltmalar

AAT	Atıksu Arıtma Tesisı
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
As	Arsenik
Be	Berilyum
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CCC	Devamlı Konsantrasyon Kriteri
CCME	Kanada Çevre Bakanlığı
Cd	Kadmiyum
CH ₄	Metan
Cl ⁻	Klor
CMC	Maksimum Konsantrasyon Kriteri
CO ₃ ⁻	Karbonat
Cr	Krom
Cu	Bakır
ÇEDİDGM	Çevresel Etki Değerlendirme ve İnceleme Dairesi Genel Müdürlüğü
ÇKS	Çevresel Kalite Standardı
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

DDB	Dodesil Benzen
DSÇD	Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
EF	Zenginleşme Faktörü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi.
EN	Avrupa Standartları
EPA	Çevre Koruma Ajansı
ERL	Düşük Etki Seviyesi
ERM	Orta Etki Seviyesi
F ⁻	Flor
Fe	Demir
GEF	Küresel Çevre Fonu
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
ISO	Uluslar arası Standart Organizasyonu
K ⁺	Potasyum
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
Mg ⁺⁺	Magnezyum
Mn	Mangan
Na ⁺	Sodyum
Ni	Nikel
N-NH ₃	Amonyak Azotu
N-NH ₄	Amonyum Azotu
N-NO ₂	Nitrit Azotu
N-NO ₃	Nitrat Azotu
O ₂	Oksijen
OCED	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PAH	Poliaraomatik Hidrokarbonlar
Pb	Kurşun
P-PO ₄	Fosfat Fosforu
Sb	Antimon
SÇD	Su Çevre Direktifi
Se	Selenyum

SiO ₄	Silikat
SO ₄ ⁻	Sülfat
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
Sr ⁺⁺	Stronsiyum
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TN	Toplam Azot
TNO _x	Toplam Oksitlenmiş Azot
TP	Toplam Fosfor
TPH	Toplam Petrol Hidrokarbonları
TÜBİTAK MAM	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
U	Uranyum
UKHAD	Uluslararası Karadeniz Havzası Halkbilimi Araştırmaları Dergisi
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
V	Vanadyum
Zn	Çinko

1.GİRİŞ

Hem turizm ve balıkçılık faaliyetleri ile önemli bir gelir kaynağı olan hem de sonraki nesillere miras bırakılması gereken doğal güzellikleri ile denizlerimizin, temiz ve kullanılabilir olarak korunmasını sağlamak günümüzde oldukça önemli hale gelmiştir. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin kıyı alanları doğal ve beşeri etkilerle kirlenmektedir. Bu etkileri; endüstriyel ve tarımsal faaliyetler, arıtma teknolojilerinin yetersizliği ve çarpık kentleşme olarak sıralayabiliriz.

Karadeniz'in kapalı yapısı, geniş havzalara sahip akarsular tarafından taşınan kirleticiler, Karadeniz'in doğal yapısındaki sirkülasyonu engelleyici faktörler, kıyı kentlerdeki çarpık yapılaşma Karadeniz ekosistemi üzerinde giderek artan bir baskı oluşturmaktadır. Akarsular yoluyla; askıda katı madde, azot, fosfor gibi besin elementleri girdileri, deniz araçları yoluyla; ağır metaller, petrol ve türevi maddeler, tarımsal faaliyetler yoluyla; tarım ilaçları, azot ve fosfor ihtiva eden kirletici madde girdileri Karadeniz'de kirliliğe neden olan en büyük problemlerdir. Karadeniz'de deniz suyu kirliliği ile ilgili bilimsel çalışmalar yapılmıştır ancak özellikle Batı Karadeniz Bölgesi'nde hem su kalitesi hem de sediman kalitesi bir arada incelenmemiştir. Bu tez çalışması ile Türkiye'nin Batı Karadeniz kıyısında deniz suyu kalitesi değişimlerinin incelenerek kirlilik yaratan faktörlerle ilişkilendirilmesini amaçlamaktadır.

Bu amaç doğrultusunda, TÜBİTAK ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığının birlikte yürüttüğü "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi" kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilen veriler kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Batı Karadeniz'e kıyısı olan illerden; Edirne, İstanbul, Sakarya, Zonguldak, Bartın ve Kastamonu illerinde kirlilik etkilerinin incelendiği 14 kıyı istasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Deniz suyundan alınan örneklerde yapılan; Sıcaklık, pH, Oksijen, Tuzluluk, Seki Diski, P(PO₄), TP, N(NH₄), TNO_x, TN, SiO₄, Klorofil-a verileri ve 3 istasyonda sedimanda ağır metal verileri incelenmiştir. Kıyı istasyonlarının incelenmesi özellikle antropojenik etkilerin ortaya konmasını amaçlamaktadır.

Karadeniz'in deniz suyu kalitesi ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir;

- 1997 yılında proje raporu yayımlanan TAGEM'in "Karadeniz Bölgesinde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi ve Su Ürünlerine Etkilerinin Araştırılması" kapsamında yapılan araştırma sonuçlarından Batı Karadeniz Bölgesinde bazı kirlilik parametrelerine ilişkin sonuçlar şu şekildedir;
- kıyıda alınan deniz suyu örneklerinden elde edilen bulgular evsel atıklar sebebi ile genel olarak organik materyallerin, amonyak azotunun ve deterjan değerlerinin sınır değerlerin üzerinde çıktığını göstermektedir. Kastamonu kıyılarında Bakır Fabrikasından kaynaklanan atıklar nedeniyle Fe, Cu, AKM ve pH yüksek çıkmıştır. Tarım arazilerinin diğer bölgelere göre daha fazla olduğu bölgelerden gelen su örneklerinde gübreden kaynaklanan nitrat azotu genelde tolere değeri aştığı gözlemlenmiştir. Ayrıca akarsulara erozyon ile karışan toprak ve benzeri maddeler nedeni ile AKM miktarı yüksektir. Deniz suyunda bakılan bu kirlilik parametrelerine ait deşişimlerinin deniz kıyısından ağıklara gidildikçe azaldığı da belirtilmiştir. Derinlik bazlı yapılan analizlerde ise H₂S değerlerinde bir yükselmenin olmadığı belirtilmiştir [1].
- 1992 yılında, Karadeniz Eređli Demir Çelik Fabrikası atıklarının denize deşarj edildiği bölgeden ve birçok sanayi atıklarının karıştığı Sakarya Nehri'nin denize döküldüğu bölgeden alınan deniz suyu örneklerine yapılan analizlerde Fe değerleri 0.02-1.34 mg/L arasında olduğu tespit edilmiştir. 1996 yılında ise, Batı Karadeniz'de sečilmiř noktalarda kıyıda 100 metre ağıktan alınan deniz suyu numunelerine yapılan analizlerde N-NO₃ değerleri; n.d.-2.2 mg/L, organik madde değerleri 3.4-16.8 mg/L, 500 m ağıktan alınan su örneklerinde ise 3.8-14.3 mg/L, askıda katı madde değerleri 4.5-121.1 mg/L, 500 m ağıktan alınan su örneklerinde ise 7.0-111 mg/L olarak tespit edilmiştir [1].
- 1992 yılında, Devlet Planlama Teşkilatı, TÜBİTAK, ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü işbirliği ile yürütölen projede Batı Karadeniz'de

ekonomik getirisi yüksek olan türlerden hamsi, istavrit ve mezigit balıklarında Hg, Cu ve Zn metallerinin zamana bağlı değişimleri incelenmiştir. Özellikle bakır ve cıva değerlerinin İnebolu'da en yüksek düzeyde bulunduğu rapor edilmiştir. İnebolu bölgesinin bakır ve cıva seviyelerinde bu proje raporuna göre İğneada bölgesi takip etmektedir. Kurşun yoğunluğu İğneada bölgesinde İnebolu bölgesine kıyasla daha yüksek bulunmuştur [2].

- Ünsal ve arkadaşlarının 2005 yılında yayımlanan Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği Proje Raporuna göre; Batı Karadeniz'de seçilen 2 istasyondan aralık ayında alınan sediman örneklerinin Hg, Cu, Pb, Cd ve Zn derişimleri ve deniz suyunda Hg derişimleri ölçülmüştür. Batı Karadeniz için referans noktası seçilen Şile istasyonunda metal kirlenmesi diğer istasyonlara göre en yüksek seviyede izlenmiş, Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü bölge ise metal kirliliğinde ikinci sırayı almıştır. Şile'deki kirlilikte, Tuna Nehri'nin akıntılar yoluyla Batı Karadeniz'e gelen suları ve bu sularla birlikte gelen kirleticilerin önemli rol sahibi olduğu değerlendirilmiştir [3].
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ve TÜBİTAK MAM tarafından yürütülen Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi kapsamında, Türkiye Denizleri'nde yüzey sedimanlarında PAH'lar, PCB ve Pestisitlerin dağılımları incelenmiştir. 2014-2015 yılları arasında 20 metre ve 60 meter derinliklerde ve yumuşak taban yapısında 45 noktada sediman izleme çalışmaları yapılmıştır. Karadeniz'de Zonguldak istasyonunda yüksek seviyede TPH ve PAH bileşikleri tespit edilmiştir [4].
- Batı Karadeniz Havzası Sularında, EİE tarafından işletilen 6 adet su kalitesi istasyonunda, 14 tane su kalitesi parametresi 1984-2002 yılları arasında ölçüler yapılarak değerlendirilmiştir. Cluster Analizi ile istasyonlar gruplandırılmış ve yapılan değerlendirmeler sonucunda akım ve bor hariç diğer parametrelerin hepsinde artış gözlemlenmiştir. Analizleri yapılan su kalitesi parametrelerinden akım parametresinde Cluster Analizi ile yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre anlamlı bir değişim olmamasına karşın

diğer kirlilik parametrelerinde artışın gözlemlenmesi nehirlerdeki kirliliğin artışı şeklinde değerlendirilmiştir [5].

- Codispoti, Friederich, Murray ve Sakamoto (1991) tarafından yapılan çalışmalarla açık sularda 1960'lı yıllarda 2-4 μM olan nitrat düzeyinin 1980'li yıllarda ve doksanlı yılların başında 8-9 μM değerine ulaştığı, ortaya konulmuştur. Romanya ve Ukrayna kıyılarında yapılan araştırma çalışmalarında ise 2000-2005 yılları arasında toplam inorganik azot miktarının 50-70 μM düzeyinde olduğu belirtilmiş, doksanlı yıllarda bu değer 350 μM seviyesine çıktığı açıklanmıştır [6, 7].
- Karadeniz sedimentlerinde petrol hidrokarbonları seviyesinin 0.8 mg/g düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir [8, 9].
- Kuzeybatı Karadeniz'de yapılan su analizi çalışmalarında, kadmiyum değerinin 10 $\mu\text{g/L}$, civa değerinin 0.1 $\mu\text{g/L}$, arsenik değerinin 10 $\mu\text{g/L}$, krom değerinin 5 $\mu\text{g/L}$ olarak sınır değerlerinin içinde olduğu, kurşunun 10 $\mu\text{g/L}$, çinko nun 50 $\mu\text{g/L}$ ve bakırın 5 $\mu\text{g/L}$ ile kabul edilebilir sınır değerleri aştığı belirlenmiştir. Ağır metal değerlerinin daha çok kıyı bölgelerde yoğunlaştığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Bu durum; kirliliklerin daha çok karasal kaynaklı ya da kıyı bölgelere yakın yapılan deniz faaliyetleri kaynaklı olduğunu göstermektedir. [7].
- Balkıs ve Aksu tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre; Batı Karadeniz'de 2003 ve 2004 yaz döneminde 14 istasyon için sudan, midyeden ve sedimandan örnekler alınarak analizler yapılmıştır. Al, Fe, Mn, Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Cr ve Hg metal içerikleri incelenmiştir. Yüzey sedimentlerinde Pb metali 10-56 $\mu\text{g/g}$ değerleri arasında, Cd metali 0,91-2,7 $\mu\text{g/g}$ değerleri arasında, Hg metali 69-362 $\mu\text{g/g}$ değerleri arasında ve Cr metali 61-110 $\mu\text{g/g}$ değerleri arasında belirlenmiştir ve şeyl ortalamasına göre ise yüksek bulunmuştur. Fe, Cu, Zn ve Ni metallerine ait değerler ise şeyl ortalaması değerlerinin altındadır. Midye örneklerinde yapılan incelemelere göre; Cd için 2,9-6,4 $\mu\text{g/g}$ değerleri arasında, Pb için <0,01-28 $\mu\text{g/g}$, Cr için 1,97-7,5 $\mu\text{g/g}$ değerleri arasında ve Zn için 115-234 $\mu\text{g/g}$

değerleri arasında bulunmuş ve Su Ürünleri Kontrol Yönetmeliği'nde yer alan sınır değerlerin üzerinde tespit edilmiştir [9].

1.1 Çevre Kirliliği

Çevrenin, literatürde bilinen pek çok tanımı vardır. 2872 Sayılı Çevre Kanunu'nda çevre; *“Canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam”* olarak tanımlanmıştır. Yine aynı kanunda çevre kirliliği ise; *“Çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, çevresel değerleri ve ekolojik dengeyi bozabilecek her türlü olumsuz etki”* olarak tanımlanmıştır [10].

Çevrenin kirlenmesi durumu, insanoğlunun varoluşundan bu yana vardır ancak çevre kirliliği tanımında da bahsi geçen “ekolojik dengenin” bozulmaya başlaması sanayi devrimi ile ivme kazanarak günümüze kadar gelmiştir ve maalesef devam etmektedir.

Teknolojinin gelişimi insanlığa birçok kolaylık sunduğu günümüzde doğal kaynakların yönetimi göz ardı edilmektedir. Bu durum böyle devam ederse insanlığın ortak malı olan çevrenin zaman içinde canlılara sunacağı bir şey kalmayacağı anlamına gelir. Hızlı nüfus artışı ile buna bağlı olarak düzensiz şehirleşme ve sanayileşme, soyu tükenmeye her geçen gün bir adım yaklaşan ve maalesef soyu tükenmiş olan canlı türleri, her geçen gün artan kirlilik dünyanın en mühim çevre problemleridir.

Çevre sorunları, insan yaşamını tehdit eder boyutlara ulaştığı zaman çevremizin kapalı ve sonlu kaynaklardan oluştuğu ve uygarlığın, doğal kaynakları sorumsuzca kullanmak yerine, kullanılan kaynakların mümkün olan en verimli şekilde yerine konulması gerektiği bilinci oluşmaya başlamıştır. Böylelikle “Gelecek kuşakların ihtiyacı olan kaynakları ve bu kaynakların kalitesini bozmadan şimdiki ve gelecek kuşakların bütün çevresel değerlerinin her alanda (sosyoekonomik, çevresel ve benzeri) iyileştirilmesi, korunması ve geliştirilmesini” anlatan *sürdürülebilir kalkınma* stratejisi oluşmuştur.

Çevre sorunları mücadelesi 1970 sonrasında başlamıştır. BM tarafından 5 Haziran 1972 tarihinde Stockholm'de Çevre Konferansı düzenlenmiştir ve böylece çevre

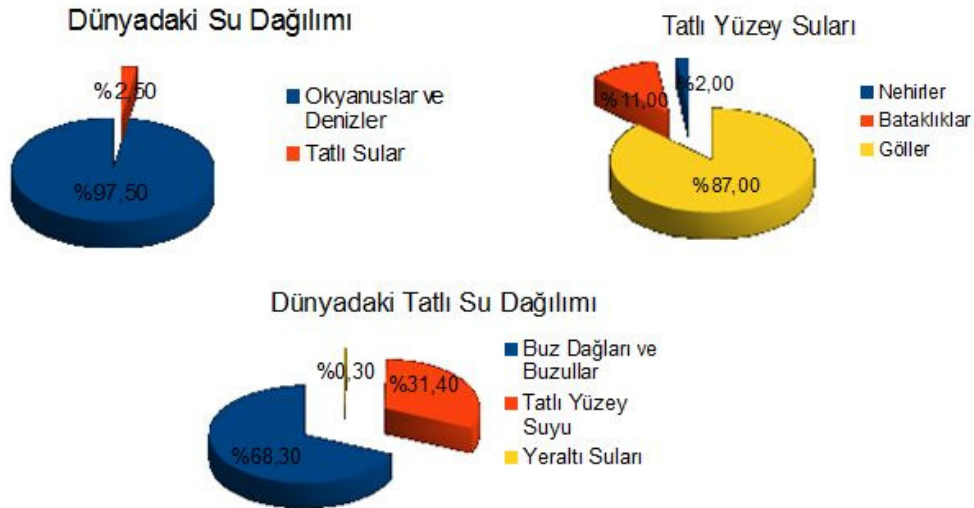
konusu, dünyanın çevre sorunları uluslararası ele alınmış ve tartışılmıştır. 1972 yılında Birleşmiş Milletlerin çevre örgütünü kurmasından sonra OECD ve Avrupa Konseyi gibi kuruluşlar da çevre konuları ile ilgilenmeye başlamışlardır. Ülkemizde ise ilk olarak “çevre” terimi, 1982 Anayasası “herkesin, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahip olduğunu söyleyen”, 56. maddesinde yer almıştır ve 1983 yılında ise Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir.

Çevre kirliliğini basit olarak sınıflandırmak istersek doğanın temel bileşenleri olan hava su ve topraktan yola çıkarak, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği şeklinde kirlilik sınıflandırmasını yapabiliriz Detaylı bir sınıflandırma yapmak istersek bu unsurlara; ısı (termal), radyoaktif, gıda, gürültü, elektromanyetik, görüntü ve ışığı ekleyebiliriz.

1.2 Su Kaynakları, Su Kirliliği ve Ülkemizde Su Hukuku

1.2.1 Su Kaynakları

Su, tüm canlıların yaşamını önemli ölçüde etkileyen faktörlerden biri olmuştur. Özellikle kentleşmenin artması, sanayinin gün geçtikçe gelişmesi ve büyümesi nedeniyle, doğal kaynaklar ve bu doğal kaynakların başında gelen su kaynakları kirlenme ve tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır.



Şekil 1.1.'de yüzde miktarının da görüldüğü gibi yeryüzündeki toplam su miktarı 1,4 milyar km³tür. Toplam su miktarının %97,5'i tuzlu sudur ve bu tuzlu su denizlerde ve okyanuslardadır, %2,5'i nehir ve göllerdeki tatlı sulardır. Tatlı su kaynakları ise %90'ını kutuplar ve yer altı rezervlerinde bulunur ki bu da yararlanılması güç elverişli olmayan sular anlamına gelmektedir yani elverişli ve kullanılabilir tatlı su miktarı oldukça azdır [11, 12].

Türkiye'deki su kaynakları ise şöyledir [13];

Göller; Türkiye'de küçük gölleri de hesaba katarak yaklaşık 120 adet tabii göl vardır. Türkiye genelinde göller bölgelerini dörde ayırıp incelersek; 1.Göller Yöresinde bulunan Eğirdir, Burdur, Beyşehir ve Acıgöl gölleri, 2. Güney Marmara'da bulunan Sapanca, İznik, Ulubat, Kuş Gölleri, 3. Van Gölü ve çevresi, 4. Tuz Gölü ve çevresi. Doğal göller haricinde 706 tane de baraj gölü vardır. Bunlardan bazıları; 817 km² lik yüzey alanı ile Atatürk Barajı, 675 km² lik yüzey alanı ile Keban Barajı, 268 km² lik yüzey alanı ile Karakaya Barajı, 263 km²'lik yüzey alanı ile Hirfanlı Barajı, 118 km²'lik yüzey alanı ile Altınkaya Barajı'dır.

Akarsular; Türkiye topraklarındaki akarsular farklı denizlere dökülür. Karadeniz'e dökülen ırmaklar; Sakarya, Filyos, Kızılırmak, Yeşilirmak, Çoruh ırmaklarıdır. Akdeniz'e dökülen ırmaklar Asi, Seyhan, Ceyhan, Tarsus, Dalaman ırmaklarıdır. Ege Denizi'ne dökülen akarsular; Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz ve Meriç nehirleri; Marmara Denizi'ne Susurluk/Simav Çayı, Biga Çayı, Gönen Çayıdır. Ayrıca Fırat ve Dicle nehirleri Basra Körfezi'ne, Aras ve Kura nehirleri ise Hazar Denizi'ne dökülür.

Denizler; Türkiye Cumhuriyeti'nin egemenlik sahasında bulunan deniz alanlarından bahsetmeden önce açıklanması gereken bazı tanımlar şöyledir;

Kara suları; devletin kara ülkesi veya iç sularının dış sınırından itibaren açık denize doğru, devletin kendi milli mevzuatına dayanarak milletlerarası hukukun kabul ettiği belirli bir genişlikteki deniz alanlarıdır. Devletlerin kendi karasularını sınırlarını 12 milden daha uzak olmamak kaydıyla oluşturabilecekleri 1982 tarihli Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi ile kabul edilmiştir. Türkiye bu anlaşmaya taraf olmamıştır [14, 15, 16].

İç sular; kara sularının ölçülmeye başlandığı esas hattın kara tarafında kalan deniz alanlarıdır [14, 17]

Kıta Sahanlığı; ülkeyi oluşturan kara parçasının deniz altındaki uzantısıdır ve kıtanın bitip okyanusun başladığı kıtasal çizgiye kadardır [14].

Münhasır Ekonomik Bölge; münhasır ekonomik bölge (MEB), kıyı devletine kara sularının ölçülmeye başlandığı hattan itibaren 200 mil genişliğindeki deniz alanı içinde yer alan su kütlesi ile deniz yatağı ve bu deniz yatağının toprağın altında münhasır ekonomik haklar ve yetkiler veren deniz alanına denir.

Türkiye Cumhuriyeti Devleti karasuları genişliğini 15.5.1964 tarihli Karasuları Kanunu ile 6 deniz mili olarak belirlemiştir. Ayrıca denizlerle alakalı bütün özellikler ve durumları dikkate alarak +ve hakkaniyet ilkesine uygun olma kaydıyla, altı deniz milinin üstünde karasuları genişliği belirlemek için Bakanlar Kurulu yetkilendirilmiştir. Türkiye ile kıyıları bitişik veya karşılıklı olan devletlerarasında karasularının anlaşma ile sınırlandırılabilceği de mevzuatlarda belirtilmiştir [18].

1.2.2 Su Kirliliği

Su kaynaklarının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik ve ekolojik yapısının bozulması şeklinde gelişen, doğrudan ya da dolaylı olarak, suyun her ne amaçla olursa kullanılmasının engellenmiş olma durumuna su kirliliğidir diyebiliriz.

Su kirliliği nedenleri arasında; yetersiz evsel ve endüstriyel arıtma ya da atıksuların doğrudan alıcı ortama deşarjı, tarım amaçlı kullanılan gübreler ve tarım ilaçları(pestisitler), çöp alanlarının plansız olması, deniz araçlarından gelen kirlilik, ormansızlaşma, erozyon, ilk sıralardadır.

Su kirliliği, su kaynaklarına göre sınıflandırarak aşağıda olduğu gibi incelenebilir;

Yer Altı Suyu Kirliliği: Toprak yüzeyinin altında durgun ya da hareket halinde olan sular yer altı sularıdır. Bu sular özellikle evsel ve endüstriyel suların arıtılmadan alıcı ortama verilmesi, tarım ilaçlarının yanlış ya da aşırı kullanımı sonucu kirlenir. Ayrıca, iklim durumu, toprağın yapısı, yeryüzü şekilleri, atığın cinsi ve zaman faktörleri de yer altı sularının kirlenmesine önemli etkilere sahiptirler.

Akarsu Kirliliği: Yeryüzünde, eğimle birlikte ve bir yatak içinde zaman zaman ya da sürekli bir akışa sahip sular akarsulardır. Yağmur, kar ve kaynak sularıyla beslenirler. Yine evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlenmenin yanı sıra havayı kirleten etkilerin yağmur sularıyla akarsulara karışması ile de akarsu kirliliği oluşmaktadır.

Göl Kirliliği: Göller; yer üstü suları ve yer altı suları ile beslenen kara yüzeyi üzerindeki çanak benzeri boşlukları dolduran durgun su kütleleridir. Gölde kirlilik yaratan en büyük unsur askıda katı madde birikmesidir. Bu birikim, akarsularla ve erozyon gibi doğal olaylarla taşınan ve kimyasal çözünme sonucu oluşur. Gölde oluşan kirlilikte akarsular yolu ile göle taşınan atıklar, göle deşarj edilen evsel ya da endüstriyel atıkların yanı sıra atmosferle temas ile gelen kirlilik de oldukça önemlidir.

Deniz Kirliliği: Denizler bir okyanus ile doğrudan ya da dolaylı yollarla bir bağı bulunan, büyük hacimlerdeki tuzlu su kütleleridir. Doğrudan ya da dolaylı olarak, deniz ekosistemine ve insan sağlığına zararı olan, balıkçılık turizm gibi tüm ekonomik deniz faaliyetlerini engelleyebilecek ve deniz suyu kalitesini olumsuz yönde etkileyecek her türlü maddenin ve enerjinin denize verilmesi sonucunda denizde oluşan kirlilik, deniz kirliliği olarak tanımlanabilir. Ülkemizin üç tarafından denizlerle çevrilidir bu nedenle denizlerimiz ayrıca önem taşımaktadır.

1.2.3 Ülkemizde Su Hukuku

Ülkemizde Su Hukuku düzenlemeleri Osmanlı İmparatorluğu döneminde başlamıştır. İlk olarak İslam kuralları çerçevesinde düzenlenmiş, daha sonraları batı hukuku tarzında düzenlemeler ise Mecelle'nin yürürlüğe girmesiyle birlikte şekillenmiştir. İslam hukukunda su hakkındaki temel prensip, toprak devletindir ve şahıslara sadece kullanma hakkı verilir. Yani, sular üzerinde özel mülkiyete olanak sağlanmamış, su kullanımı Devlet eliyle idare edilmiştir.

Mecelle'nin 1234. Maddesi, "su, ot ve ateş mubahtır. Nâs bu üç şeyde şürekâdır." Şeklinde düzenlenmiştir. Yani mecelle, doğal durumdaki bütün yer altı ve yerüstü sularının kamu tarafından serbestçe kullanımını kabul eder ve ayrıca suların özel mülkiyetine de olanak sağlamıştır. Doğal kaynaklardan ve servetlerden, fırsat

eşitliği ilkesine göre faydalanmayı kabul etmiş; doğal servetlerin ibrazı koşulunu ile emek ve çalışma hakkını korumaya çalışmıştır [18, 19].

Cumhuriyet dönemine su, anayasada ve yasalarda yerini almıştır. 4721 sayılı Medeni Kanunda, özel sular yani mülkiyet olan sular ve diğer, genel sular şeklinde bir ayırım yapılmıştır ve bu yönde düzenlemelere yer verilmiştir [18].

Günümüzde ise, 1982 Anayasası ile çevreyi koruma ve sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı ve kıyılardan yararlanma hakları olarak madde 56 ve madde 43 de yer almış ve diğer birçok mevzuat ile düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler, Avrupa Birliği adaylık sürecinde olan Türkiye'nin, ulusal mevzuatını hızlı ve etkili bir biçimde Avrupa Birliği mevzuatı ile uyumlaştırma ve Avrupa Birliği mevzuatını Türk hukukuna yansıtma yükümlülüğü altında gerçekleştirmektedir. Ayrıca, 23 Ekim 2000 tarihinde kabul edilen Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifine AB'ye aday ülkeler, ancak AB'ye tam üye olduklarında direktife tam uyum sağlayacaklarını belirtmişlerdir [20].

Türk hukuku günümüzde suların yönetimi ve su kaynaklarının korunması alanlarında birçok düzenleme içermektedir. Ancak, Türkiye'de su yönetimine ilişkin durum ve kuralları ortaya koyan genel bir su yasası yoktur ve su hukuku düzenlemeleri dağınık bir şekildedir. Su kirliliği ve su kalitesi yönetimine ilişkin, yürürlükte olan, hukuksal düzenlemelerden bazıları geçmişten günümüze kabaca şu şekilde sıralanabilir;

- 28/4/1926 Tarihli ve 831 Sayılı Sular Hakkında Kanun
- 16/12/1960 Tarihli ve 167 Sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun
- 9/8/1983 Tarihli ve 2872 Sayılı Çevre Kanunu
- 22/3/1971 Tarihli ve 1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu
- 3/3/2005 Tarihli ve 5312 Sayılı Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun

- 10/7/2004 Tarihli ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu Uygulama Yönetmeliği.
- 3/7/1968 Tarihli ve 1053 Sayılı Belediye Teşkilâtı Olan Yerleşim Yerlerine İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun
- 13/7/2005 Tarihli ve 5393 Sayılı Belediye Kanunu
- 18/3/1924 Tarihli ve 442 Sayılı Köy Kanunu
- 9/5/1960 Tarihli ve 7478 Sayılı Köy İçme Suları Hakkında Kanun
- 4/4/1990 Tarihli ve 3621 Sayılı Kıyı Kanunu
- 20/5/1982 Tarihli ve 2674 Sayılı Karasuları Kanunu
- 13/07/1982 Tarihli ve 17753 Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu
- 14/1/1943 Tarihli ve 4373 Taşkın Sulara Ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu
- 8/8/1961 Tarihli ve 10875 Sayılı Yeraltı Suları Tüzüğü
- 3/6/2007 Tarihli ve 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar Ve Doğal Mineralli Sular Kanunu
- 31/12/2004 Tarihli ve 25687 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- 26/11/2005 Tarihli ve 26005 Sayılı Resmi gazetede yayımlanan Tehlikeli Maddelerin Su Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği
- 26/12/2004 Tarihli ve 25682 Sayılı Resmi gazetede yayımlanan Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- 08/01/2006 Tarihli ve 26047 sayılı Resmi gazetede yayımlanan Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
- 17/10/2012 Tarihli ve 28444 Sayılı Resmi gazetede yayımlanan Su

Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik

- 7/4/2012 Tarihli ve 28257 Sayılı Resmi gazetede yayımlanan Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
- 30/11/2012 Tarihli ve 28483 Sayılı Resmi gazetede yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
- 11/2/2014 Tarihli ve 28910 Sayılı Resmi gazetede yayımlanan Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik
- 10/10/2009 Tarihli ve 27372 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği

1.3 Su Ortamındaki Kirleticiler

Su ortamındaki kirleticilerin somut bir şekilde ortaya konabilmesi ve ölçülebilir biçimde ifade edilebilmesi için kullanılan parametreler vardır. Bu parametreler atıksuların ya da alıcı ortamın su kalitesi hakkında bilgi elde edebilmemizi sağlar. Aşağıda da deniz suyu kalitesini belirlemede yardımcı olan kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik parametreler açıklanmıştır.

1.3.1 Organik ve İnorganik Maddeler

Alıcı ortama karışan atıksuların içerdiği organik unsurlar alıcı ortamlarda bulunan bakteriler yardımı ile ayrışabilmektedir. Alıcı ortamdaki çözülmüş oksijen ile bu ayrışma, başlangıçta aerobik şartlarda gerçekleşir ve bakteriler yaşamsal faaliyetleri için bu oksijeni kullanırlar. Sudaki oksijen miktarı, atmosfer ve su arasında gerçekleşen gaz alışverişi ile yenilenir, bu yenilenme ise doğal bir artıma süreci oluşturur. Bu doğal arıtma döngüsü kararlı bir halde devam ettiği sürece organik maddeler alıcı ortam için herhangi bir sorun yaratmaz. Oksijenin olmadığı şartlarda ise anaerobik reaksiyonlar sonucunda H₂S (Hidrojen Sülfür) ve CH₄ (Metan) gibi ürünler açığa çıkar ve özellikle Hidrojen Sülfürün çürük yumurta kokusu ise anaerobik ortamın en belirgin özelliğidir. Bu ortamlar, balık ve diğer canlıların yaşaması için pek mümkün olmamakla birlikte içme ve kullanma amaçlarına da uygun değildir.

Sudaki kirleticilerin hangi tür organik kirletici olduğunu tespit etmek için biyolojik oksijen ihtiyacı olan BOİ değerine ve kimyasal oksijen ihtiyacı olan KOİ değerine bakılır. BOİ, oksijenli ortamda bakterilerin kullandığı oksijen miktarını gösterir. BOİ miktarı ne kadar fazla ise organik madde de o oranda fazladır. KOİ, kimyasal olarak oksitlenebilen organik maddelerin kullandığı oksijen miktarı olarak ifade edilmektedir. KOİ miktarı BOİ miktarından daha fazladır, çünkü biyolojik olarak oksitlenebilen madde miktarı kimyasal oksitlenebilen madde miktarından daha azdır.

Su kalitesini belirleyen inorganik unsurlar, gazlar ve tuzlardır. Gazların çoğu suda çözünür. Yağmur taneleri atmosferdeki gazlara doymuş olarak yeryüzüne indiğinde toprağın üst katmanlarından akışa geçer ve topraktaki organik maddelerle temas ettiğinde sudaki oksijen ile topraktaki organik maddeler yükseltgenir. Yükseltgenme sonrasında suda var olan oksijen derişimi azalır ve karbondioksit derişimi artar. Bir yandan atmosferle de temas halinde olan su içindeki karbondioksit atmosfere geçer ve atmosferde bulunan oksijen yeniden suya geçerek süreci devam ettirirler. Bu şekilde suda mevcut oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarında büyük değişmeler ortaya çıkmaz [21].

Deniz sularında birçok çözünmüş element bulunmaktadır. Bunlardan bazıları karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor ve kükürt gibi canlıların yapısında hayati öneme sahip olan elementlerdir. Demir, manganez, bakır gibi canlı hayatı için gerekli olan yan ve iz elementler de yer alır. Deniz suyundaki çözünmüş elementler sudaki yoğunluklarına göre 4 bölümde toplanabilmektedir [22];

- Deniz suyundaki konsantrasyonları 100 ppm'den fazla olan esas elementler;

Kasyon ve Anyonlar; Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , K^+ , Sr^{++} , Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , Br^- , F^-

- Deniz suyundaki konsantrasyonları 1 ve 100 ppm arasında olan yan elementler. Örneğin: Alimünyim(Al), Bakır(Cu), Demir(Fe) gibi.
- Deniz suyundaki konsantrasyonları 1 ppm'den az olan iz elementler;

Örneğin: Pb, Cd, Hg, Co, Zn, Cu

- Radyoaktif elementlerin deniz suyundaki varlığı ise yok denecek kadar az düzeydedir.

1.3.2 Azot, Fosfor ve Silikat

Azot, canlı için çok önemli bir elementtir ve doğada sürekliliği olan bir çevrim halindedir. Canlı yapısında bulunan bütün amino asitler ve aminler azotlu organik bileşiklerdir. Biyolojik parçalanma aktivitelerinin sonucunda ara ürün olan amonyak ortaya çıkar. Bu bilgi sudaki organik azot ve amonyak varlığına bakarak suda yakın zamanda bir kirlenme olduğunu gösterir. Azotun sudaki en önemli etkisi ötrofikasyona sebep olmasıdır. Bu durum oksijen miktarını dolayısı ile de suyun kalitesini önemli ölçüde etkiler.

Azot, yerüstü sularına, evsel atıksular, endüstri kaynaklı atıksular, mezbahaların atıksuları gibi noktasal kaynaklardan ve tarımda ilaçlarının drenaj ve yağmur suları ile taşınması sonucu ulaşmaktadır. Suda azot döngüsüne baktığımızda, sudaki aerobik bakteriler organik azotu önce nitrite (NO_2^-) sonra da nitrate (NO_3^-) yükseltirler. Kirlenme durumu yeni değilse, organik azot nitrate dönüşmüştür. Yani suda yüksek miktarda nitrat olması, düşük miktarda amonyak olması kirlenmenin uzun zaman önce gerçekleştiği sonucunu gösterir.

Sucul sistemlerde fosfor, tıpkı azot gibi kimyasal ve biyokimyasal dengelere etkisi olan anahtar elementlerden biridir. Heterotrof organizmaların gelişiminde önemli bir yeri olan fosfor ortamda yeterli miktarda bulunmuyorsa büyümeyi sınırlayıcı etkiye sahip bir besin maddesidir. Evsel ve endüstriyel atıksularla gelen aşırı fosfor miktarı sucul ortamda kirlenmeye yol açar. Evsel atıksulardaki fosfor çoğunlukla deterjanlardan kaynaklanmaktadır. [21, 22]

Yeryüzünde oksijenden sonra en çok bulunan element silisyumdur. SiO_2 olarak kumda ve kuvarsta bulunmaktadır. Silis içeriği olan kaya parçalarının aşınımı olduğu için doğal sularda silise (SiO_2) rastlanır [23]. Karadeniz'de silikat yoğunluğu derinlere gittikçe artmaktadır. Kayalardan geçen akarsular Karadeniz'e silikat taşımaktadır. Akdeniz'e kıyasla Karadeniz silikatça daha zengindir.

1.3.3 Mikroorganizmalar

Sulara özellikle dışkıyla karışan patojen (hasta eden) bakteriler ve virüsler sağlığı tehdit eden önemli tehlikeli unsurlardır. Patojenler, hasta olan canlılar ya da hastalık taşıyan canlılarca su ortamına taşınırlar.

Suyun ya da kaynağının güvenilir olup olmadığının anlaşılması için fekal yani dışkıya ait bir kirlenme olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Bu belirleme genellikle indikatör organizmaların varlığını belirlenmesi ile yapılır.

Fekal koliform bakterisi bakterilerinin en başında E-coli vardır. E-coli yalnızca sıcakkanlı hayvan bağırsaklarında bulunur [22].

1.3.4 Askıda Katı Maddeler

Askıda katı maddeler su içinde askıda kalan, su içindeki ışık geçirgenliğini azaltan ve suda bulanıklığa neden olan maddelerdir. Sudaki bulanıklığın artırması ve ışık geçirgenliğini azaltacağından sağlıklı bir fotosentez dengesinin kurulması engellenir, böylece suyun oksijen miktarı azalır ve su kalitesi olumsuz etkilenmiş olur. Askıda katı maddeler dip çamuru oluşumuna da sebep olurlar. Dip çamuru oluşumu ise su tabanındaki canlı yaşamını etkiler. Organik kökenli askıda katı maddeler, oluşan dip çamuru zamanla anaerobik ayrışmaya uğrar. Arıtılmadan alıcı ortama deşarj edilen evsel ya da endüstriyel atıksular kanalizasyon çıkış noktalarında ya da deşarj noktalarında su yüzeyinde çıkan askıda katı maddelerle hem estetik olmayan bir görüntü oluşturur hem de noktasal bir kirlilik oluşturarak orada yaşayan canlı habitatına olumsuz etki eder. Su ortamına askıda katı maddeler genellikle endüstri kaynaklı atıksularla, ve evsel atıklarla taşınmaktadır. Bunların yanı sıra erozyon gibi olaylarla doğal toprakların su ortamına taşınması da söz konusudur. Su ortamına taşınan erozyon ürünleri, baraj, göl ve denizlerin dolmasına böylece su kaynaklarının da zamanla yok olabilmesine neden olmaktadır [21].

1.3.5 Yüzey Aktif Maddeler

Deterjanların aktif maddesi olarak bilinen, petrolden elde edilen farklı türlerde yüzey aktif maddeleri kullanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları dodesilbensülfonatlar (DDB), alkilbensülfonatlar (ABS) ve

alkilarilsülfonatlardır. Deterjanlarda var olan dodesilbenzen biyolojik olarak ayrışmayan ve bu nedenle doğada yok olmadan yıllarca kalabilen bir tür yüzey aktif maddesidir.

Deterjanların yüzey aktif madde olmaları su ve havanın ara yüzünde yoğunlaşmaya neden olur. Sudaki çözünmüş deterjanlar yüzey gerilimini azaltırlar ve bu durum denizdeki canlı yaşamını olumsuz etkiler. Örneğin deterjan konsantrasyonu yüksek sularda balıklar boğulma etkileri görülmektedir. Deterjan derişiminin 3 ppm'i 12 haftalık bir süreçte alabalıklar üzerinde yüzde elli oranında ölüm etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca sudaki oksijenin azalması da deterjanların zehirlilik etkisinin daha fazla olmasını tetiklemektedir [22].

Evsel ve endüstriyel atıksularla uzaklaştırılan deterjan atıkları deşarj edildikleri alıcı ortamlarda etkilerini sürdürürler. Deterjanlar kanalizasyonlarla akarsulara, göllere, denizlere, fosseptik sızıntıları ile yer altı sularına kadar karışırlar. Özellikle akarsularda ve denizlerde konsantrasyonun önemli ölçüde artmasıyla bu ortamdaki flora ve fauna olumsuz bir şekilde etkilenir [21].

1.3.6 Ağır Metaller

Genellikle endüstri faaliyetleri sonucunda açığa çıkan proses atıklarında, arıtılma durumlarına göre yüksek veya düşük yoğunluklarda metaller bulunmaktadır. Metallerin deşarj edildikleri alıcı ortamlardaki canlı hayatı üzerinde yoğunluğa bağlı olarak zehirli etkileri göz ardı edilemez niteliktedir. Çok az miktarlarda bile zehirli etki gösterebilen bu ağır metaller grubu "Sb, Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ti, U, V, Zn, Mn" gibi elementlerden oluşur. Örneğin Kadmiyum, Civa, Kurşun ve Krom benzeri ağır metaller besin yoluyla nüfuz ettikleri canlı yapısından fizyolojik yollarda atılamayıp canlı bünyesinde birikirler ve birikim sonucu aşığı konsantrasyonlarda toksik etki yaratırlar. Sularda yaşayan balıklar ve diğer su canlıları bu birikim nedeniyle ölebilir, bu su ürünleriyle beslenen insan yaşamları da aynı şekilde tehlikeye girer [21].

1.3.7 Yağlar Petrol ve Türevleri

Yağ ve benzeri maddeler su yüzeyinde birikerek hem çevresel estetiği bozar, hem de suyun atmosferle olan etkileşimini bozarak havadan suya oksijen geçişini engeller.

Bu etkilerin ötesinde yağlar kimyasal açıdan organik bileşiklerdir, alıcı ortamlarda diğer tüm organik maddelerin sahip olduğu olumsuz etkiler yağlar için de geçerlidir. Sulardaki ayrışabilirlikleri açısından yağların kökenleri de önem taşır. Bitkisel ve hayvansal bazlı yağlar mineral bazlı yağlara göre su ortamlarında daha hızlı parçalanırlar. Özellikle evsel ve endüstriyel atıklarla taşınan yağlar ayrıca deniz trafiği, deniz araçları sıvı atıklarının kasti ya da taksirle denize boşaltılması sonucu kirliliğe neden olmaktadır.

Petrol ve türevi atıklar ise deniz trafiği, deniz yolu ile yapılan taşımacılık, tanker kazaları ve deniz araçlarının atıklarını kasti ya da taksirle denize vermesi sonucu alıcı ortama karışan atıklardır. Liman faaliyetleri sonucunda kara kaynaklı da olabilir [21].

1.4 Deniz Ortamının Özellikleri

1.4.1 Akıntılar

Akıntı basit olarak deniz yüzeyindeki suların bulunduğu noktadan başka bir noktaya taşınması olarak tanımlanabilir. Su ortamında meydana gelen bu değişimin başlıca sebepleri; rüzgârlar, gel-git etkisi ile yükselip alçalan sular, sıcaklık ve tuzluluk farkının oluşturduğu yoğunluk farkı ve dalgalar diyebiliriz.

Dünya üzerinde bir çekim etkisi yaratan güneş ve ay okyanuslarda ve denizlerde gel-git oluşumuna sebep olur. Gel-git olayı aynı zamanda bir seviye farkı yaratır. Bu fark okyanuslarda daha çok, denizlerde ise daha azdır. Sonuç olarak akıntı oluşturan bir neden de gel-git hareketidir [22].

1.4.2 Tuzluluk

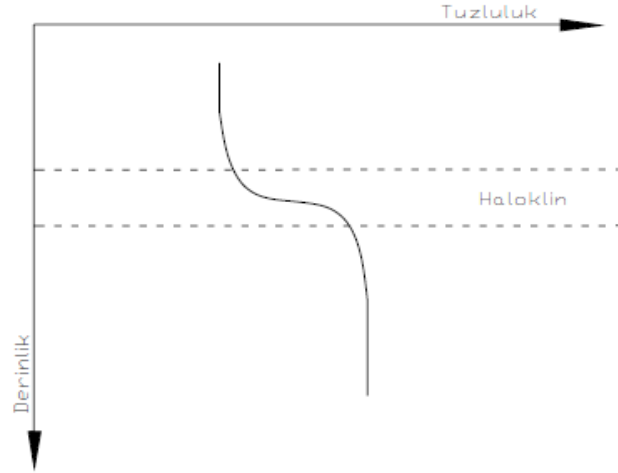
Tuzluluk, 1kg deniz suyundaki karbonatın(CO_3^{2-}) tamamının okside; bromürün ve iyodürün klorüre dönüştürüldüğü zaman ortaya çıkan katı maddelerin toplamıdır [21]. Tuzluluk parametresi sudaki toplam tuz miktarını ifade eder. Kimyasal bir parametre olan tuzluluk birçok fiziksel parametreyi de etkiler. Deniz suyunun kimyasal içeriğine bakıldığında çözünmüş inorganik ve organik maddelerle birlikte çözünmüş gazların da varlığı ortaya çıkmaktadır [22]. Çizelge 1.1'de deniz suyunun içeriğinde bulunan başlıca tuz miktarları verilmiştir. Çizelgeden de anlaşıldığı gibi Sodyum ve Klor iyonlarının etkisi en fazladır.

Çizelge 1.1 Deniz Suyunun İçeriğinde Bulunan Başlıca Erimiş Tuz Miktarları [24]

Tuzlar	Miktar (gr/kg)	Tuz İçeriğine Katkısı (%)
Klorür	18.980	55.4
Sodyum	10.556	30.61
Sülfatlar	2.649	7.68
Magnezyum	1.272	3.69
Kalsiyum	0.4	1.16
Potasyum	0.38	1.1
Bikarbonat	0.14	0.41
Brom	0.065	0.19
Stronsiyum	0.013	0.04
İyot v.b.	Eser Miktarda	Eser Miktarda
Toplam	≈34.5	≈99.9

Tuzluluk değişimine etki eden iki önemli faktör yağışlar ve iklimdir. Tatlı su girdileri, deniz suyu tuzluluğunu azaltırken, sıcaklık etkisi sonucu buharlaşma deniz suyu tuzluluğunu artırmaktadır. Yani tuzluluk mevsimlere göre değişkenlik gösterir. Denizlerde ve okyanuslarda derinlik arttıkça görülen ani tuzluluk değişimlerinde bir tabakalaşma görünür. Bu tabakaya Haloklin tabakası denir.

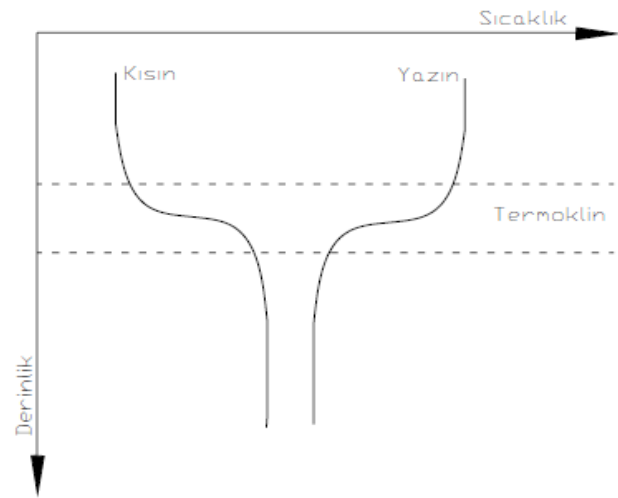
Yoğunluğu az olan az tuzlu sular yüzeye doğru, yoğunluğu daha fazla olan tuzlu sular dibe doğru kayar. Suların yoğun ortamdan az yoğun ortama geçme eğilimleri vardır [22].



Şekil 1.2 Deniz Suyunda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi

1.4.3 Sıcaklık

Deniz suyunda diğer birçok bileşen üzerinde etkisi olan parametrelerden birisi de sıcaklıktır. Deniz yüzeyinde rüzgarların etkisi ile derinlere göre daha iyi bir karışım olur, bu nedenle sıcaklık değişimleri deniz yüzeyinde derinlere göre daha tekdüzedir. Derinlik arttıkça oluşan ani sıcaklık değişim tabakasına termoklin tabakası adı verilmektedir. Şekil 1.3 'de termoklin tabakası dikey düzlemde gösterilmiştir [22].



Şekil 1.3. Deniz Suyunda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi

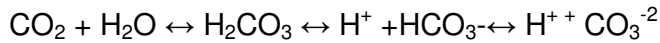
Sıcaklığın birçok parametreyi etkilemesi aynı zamanda sucul yaşamı da etkilemektedir. Örneğin; sıcaklık arttıkça oksijenin çözünürlüğü azalır ya da sıcaklık ve pH değişimine bağlı olarak amonyak gibi bazı zehirli olabilecek parametrelerin değeri yükselir ya da düşer.

Ayrıca, su sıcaklığında antropojenik etkiler sonucu oluşan değişimler deniz ekosistemine önemli ölçüde etki eder. Yüksek su sıcaklıklarının ve ani sıcaklık farklılaşmalarının deniz canlıları üzerinde zararlı etkisi olduğu bilinmektedir [23, 25]. Bu nedenle, alıcı ortamlarda suyun sıcaklık değişimleri takip edilmelidir [23].

1.4.4 pH

Sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonunun 10 tabanında negatif logaritması pH değerini gösterir. Hidrojen(H⁺) ve hidroksil(OH⁻) iyonlarının dengede olduğu sular pH=7 olan yani nötr sular olarak bilinir. Bu sularda asit ya da alkali reaksiyonlar yoktur. Sudaki hidrojen iyonları artarsa pH 7'den aşağıda değerlere iner ve suyun asiditesi yükselir. Sudaki hidroksil iyonları arttığında ise pH 7'nin üzerine çıkar ve su karakteri bazik olur. pH değerleri 0-14 arasında değişmektedir [26].

Deniz suyundaki asiditeyi yani pH'yı kontrol eden en önemli etken ise karbondioksit (CO₂)'dir. Karbondioksitin kaynağı ise solunum ya da çürüme reaksiyonlarıdır. pH'nın suda çözülmüş CO₂ miktarıyla ilgili olmasının nedeni; CO₂ ve suyun birleşip karbonik asidi oluşturması ve H⁺ iyonlarının artmasına sebep olmasıdır.



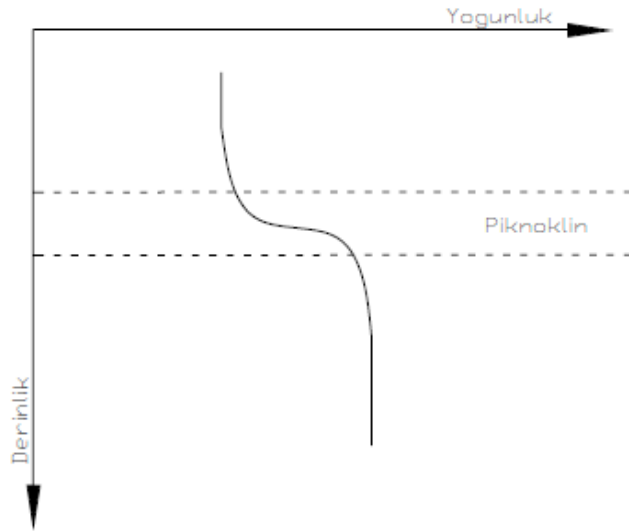
H₂CO₃ (Karbonik asid), HCO₃⁻ (Bikarbonik asid), CO₃⁻² (Karbonat)

Yukarıdaki reaksiyonda ortamdaki karbondioksit (CO₂) artışı ile beraber hidrojen iyonu (H⁺) derişimi artar. Suyun asitliği artar. Karbondioksitin ortamdan uzaklaşması ise asitliği düşürür. Su içinde çözülmüş karbondioksit bir tampon gibi hareket eder. Soğuk su ve basınç altında daha fazla hidrojen iyonu (H⁺) oluşması sonucunda dip suları asidik olur. Oksijensiz ortamlarda Hidrojen Sülfür (H₂S) varlığında pH, 7 ve 7'nin altında değerlerde olabilir [27].

1.4.5 Yoğunluk

Su içinde bulunan çözünmüş madde miktarı yoğunluğu artırır. Dolayısıyla deniz suyu yoğunluğu saf sudan daha fazladır. Yani; saf suda +4°C de 1 g/cm^3 olan yoğunluk miktarı değeri deniz suyunda $1.022\text{--}1.020 \text{ g/cm}^3$ değerlerine çıkmaktadır. Deniz suyunun yoğunluğu sıcaklık, tuzluluk ve basınçtan etkilenmektedir. Basınç ve tuzluluk artışı yoğunlukta da artışa neden olurken, sıcaklık artışı termal genişmeden dolayı yoğunluğun azalmasına neden olur.

Sıcaklık, diğer parametrelerde olduğu gibi deniz suyu yoğunluğunda da önemli bir role sahiptir. Deniz suyundaki yoğunluk değeri derinliğe bağlı olarak değişim gösterir. Yoğunluğun deniz suyu dikey ekseninde ani olarak değişim gösterdiği bölgeye piknoklin tabakası adı verilmektedir (Şekil 1.4.).



Şekil 1.4. Deniz Suyunda Yoğunluğun Derinlikle Değişimi

Şekil 1.4 de görüldüğü üzere deniz suyunda yoğunluk üst kısımlarda daha düşük, derinlerde ise yüksek değerlerdedir. Yoğunluk değişimlerinden meydana gelen bir yoğunluk tabaklaşması deniz suyunun düşey karışımını etkiler ve bu tabakalaşma enerji ihtiyacına yol açar. Termoklin, haloklin ve piknoklin tabakaları genellikle birbirleriyle çakışır [22].

1.4.6 Elektriksel İletkenlik

Suyun elektrik akımına karşı gösterdiği dirence yani elektrik akımını iletebilme kapasitesini gösteren parametre elektriksel iletkenliktir. Başka bir ifade ile; bir çözeltinin özgül elektriksel direnci 1cm^2 yüzey alanı ve 1cm uzaklıktaki iki elektrot arasında ölçülen dirençtir. Sudaki iyonize olmuş madde miktarı ve sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık iyonların hareket hızını da etkiler.

Yeni damıtılmış suyun iletkenliği $0,5-2$ mikroohm/cm olarak ölçülürken zamanla havanın karbondioksitinin absorpsiyonu ile bu değer $2-4$ mikroohm/cm olur [26].

İletkenlik miktarından yola çıkılarak sudaki çözülmüş madde miktarı şu formülle bulunabilir; Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) $\times 2/3 =$ Toplam Çözülmüş Katı Madde (TDS) (mg/l) [23]

Deniz suyunun elektriksel iletkenliği yani başka bir deyişle konduktivitesi tuzluluk ve sıcaklığın bir fonksiyonudur. Sudaki çözülmüş tuz yoğunluğu arttıkça iletkenlik değerinde de artış olur. Böylece sudaki çözülmüş tuzun miktarı ile ilgili bilgi edinilebilir [22].

1.4.7 Bulanıklık ve Optik Özellikler

Deniz suyu içeriğinde çözülmüş ya da askıda kalmış birçok organik inorganik yapıda madde bulunmaktadır. Bu maddeler suyun bulanıklığına ve dolayısı ile ışığın geçirgenliğine etki eder. Işığın suyun derinlerine inebilmesi fotosentezin gerçekleşmesi için önemlidir. Işık geçirgenliği az olan sularda fotosentez de bu duruma bağlı olarak engellenmektedir [22]. Işığın su içindeki geçirgenliği askıda kalmış ya da çözülmüş madde varlığının haricinde güneş ya da ışık kaynağının şiddetine, alg ve benzeri organizmaların varlığına göre de değişim göstermektedir. Suyun ışık geçirgenliği seki diski ile ölçülmektedir.

Ayrıca, suda askıda kalan maddeler güneş ışığından gelen ısıyı soğurarak su sıcaklığını artırır [23]. Su sıcaklığını dolayısı ile birçok diğer parametreyi etkileyen askıda katı madde miktarı da su kalitesinin tayin edilebilmesi için önemli olan unsurlardan biridir.

1.4.8 Çözünmüş Oksijen ve Diğer Gazlar

Periyodik sistemde yer alan elementlerin neredeyse tamamı deniz suyunda da bulunmaktadır. Bazıları iz miktarda da olsa bu elementlerin varlığı çevre şartlarına göre değişim göstermektedir. İz elementler daha çok jeokimyasal ve biyolojik etkilerin izlenebilmesi için önem taşımaktadır. Deniz suyu ana elementleri de su yoğunluğu için belirleyici etkiye sahiptir.

Deniz suyu içindeki çözünmüş gazlar ise atmosferdeki gazlardan oluşmaktadır. Atmosferden deniz suyuna geçen gazlar atmosferdeki varlığına göre başlıca N₂, O₂, argon, CO₂, H₂S gazlarıdır. Atmosferden suya geçen gazların haricinde sedimette bulunan ve suya karışan gazlarda vardır. Örneğin; radyoaktif ayrışma ürünleri olan gazlar. Sucul yaşam için ve su kalitesi için önemli olan çözünmüş oksijen suya iki yolla geçer; birincisi atmosferden deniz yüzeyi ve hava teması ile, ikincisi ise deniz içinde yaşamını sürdüren bitkisel canlı organizmalarla gerçekleşir. Çözünmüş oksijen miktarı özellikle yoğunluk ve sıcaklıktan etkilenir.

Sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır [23, 28];

- Sıcaklık: Sıcaklığın artması oksijen çözünürlüğünü olumsuz etkiler. Oksijen soğuk suda daha kolay çözünür.
- Debi: Debi suyun hacmi ve hızı ile ilgilidir yani birim zamanda geçen su hacmini ifade eder. Yani başka bir anlamda atmosferle temas eden su miktarını da ifade eder. Bu nedenle akışkan suların oksijen içeriği durağan sulara göre daha fazladır.
- Sucul Bitkiler: Sudaki yeşil bitkiler fotosentez ile oksijen verirler. Dolayısıyla, alg ve sucul bitkinin sudaki varlığı oksijen miktarını etkilemektedir. Güneş ışığının değişkenlik göstermesi ile oksijen miktarı da günün farklı saatlerinde bu duruma bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.
- Rakım: Rakım yükseldikçe oksijenin suda çözünürlüğü azalmaktadır. Bu nedenle düşük rakımlı sulardaki oksijen miktarı yüksek rakımlı sulardaki oksijen miktarından daha fazladır.

- Çözünmüş ya da askıda kalan katı madde miktarı oksijenin çözünürlüğünü olumsuz yönde etkiler.
- İnsani Faaliyetler.

Bitki örtüsünün yok edilmesinin de su sıcaklığı üzerinde direkt etkisi vardır. Ayrıca toprak kayması ve benzeri olaylara sebep olacağından sudaki askıda katı madde miktarının artışına da dolaylı bir etkisi olur. Sıcaklık ve askıda katı madde miktarındaki artış sudaki çözünmüş oksijen miktarının azalmasına neden olur.

Kentsel faaliyetler sudaki oksijen miktarında da etkili faktörlerdendir. Atık yönetiminin yapılmadığı kentsel faaliyetlerde kirleticilerin toprakla, yağmur suyuyla akarsu ortamına oradan da denizlere taşınması sonucu sudaki askıda katı madde ve çözünmüş katı miktarı artar, bu durum da oksijen miktarının azalmasına neden olur.

Evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyet atıkları nedeni ile suda artan organik atıklar ve diğer besin maddeleri suyun oksijen konsantasyonunun düşmesine neden olur. Çünkü; suda besin elementlerinin artışı alglerin aşırı büyümesine ve alg popülasyonunun artmasına neden olur ve bakteriler tarafından tüketilen ölü algler bu bozunma sonucunda oksijen tüketirler.

Baraj tabanlarındaki suyun akarsulara verilmesi de alıcı ortamda oksijen değişimine neden olabilir.

1.5 Karadeniz'in Özellikleri

1.5.1 Karadeniz'in Konumu

Dünyanın en büyük kapalı iç denizi olan Karadeniz, 40°56'- 46°33' kuzey enlemleri ile 27°27'- 41°-42' doğu boylamları arasında yer alır. Kıyı uzunluğu 4340 km olan Karadeniz'in, yüzey alanı 423 000 km², toplam su hacmi 547 000 km³, maksimum derinliği 2200 m ve ortalama derinliği ise 1240 m'dir. Diğer denizlerle olan bağlantısını güneyde İstanbul Boğazı, kuzeyde ise Kerch boğazı yoluyla sağlar. Doğudan batıya kadar olan genişlik en fazla 1149 km ve kuzeyden güneye kadar olan genişlik ise en fazla 611 km'dir [29].

Karadeniz, Asya ve Avrupa'da bulunan 6 ülke ile çevrelenmiştir; Bulgaristan, Gürcistan, Romanya, Rusya, Türkiye ve Ukrayna ve birçok ülkenin ve yaklaşık 160 milyon insanın etkisi altındadır [30].

Karadeniz'de kıyı yapısı doğu-batı yönünde 20 km boyunca kaydadeğer değişimler gösterir Tuna, Dinyeper, Dinyester nehirlerinin de aralarında bulunduğu büyük nehirlerin Karadeniz'e döküldüğü kuzeybatı bölgesinde gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü kuzeybatı bölgesinde Kırım yarımadası ile arasında bulunan geniş bir kıta sahanlığı vardır. Karadeniz'in Güney kıyısında ise Sakarya, Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinin döküldüğü alanlarda daha küçük kıta sahanlıkları bulunmaktadır [31].

1.5.2 Karadeniz'in Su Dengesi

Karadeniz'in su dengesinin esas bileşenlerini tatlı su girdileri, yani; nehirler, yağmurlar, buharlaşma ve boğazlar yolu ile gelen-giden sular oluşturur. Nehirler yoluyla yıllık yaklaşık 400 km³ tatlı su girişi olmaktadır. Bu girdinin en büyük payı 203km³/yıl ile Tuna Nehrine düşer. Dinyester ve Bug Nehirlerinden de yılda 54.7 km³ 'lük bir su girişi sağlanmaktadır. Türkiye kıyılarından ise Sakarya, Kızılırmak ve Yeşilırmak akarsuları yıllık yaklaşık olarak 6'şar km³ su girişi sağlar [33, 1, 34]. Karadeniz'in su dengesini gösterir tablo Çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

Karadeniz yıllık yağış miktarı fazla olan bir havzadır. Yağış verileri yıllık olarak batıdan doğuya doğru 400-500 mm'lerden 2500 mm'ye kadar yükselir. Bu havzaya düşen yağışlar, nehirler vasıtası ile Karadeniz'e taşınır. Nehirlerle gelen su yaklaşık 350 km³ civarındadır. Öte yandan Karadeniz'e dökülen nehirler çok büyük bir alanı drene ederek denize ulaşmaktadırlar. Bu alan 2.22 milyon km²'dir. Bu alanının 1/3'ünden fazlasını Avrupa'nın büyük bir kısmını geçerek gelen Tuna nehri tek başına drene etmektedir. Karadeniz'in zengin besin maddesi oluşumunda büyük paya sahip olan bu nehirler, faydalı besin maddelerinin yanında, çok önemli miktarda da kirleticiyi Karadeniz'e taşımaktadırlar [35].

Su dengesinde bahsedilmesi gereken başka bir konu ise alt ve üst akıntılar yolu ile Karadeniz'e giriş ve çıkış yapan sulardır. Bu akıntılar diğer komşu denizlerin yoğunluk farkı ile oluşur. Karadeniz sularına göre daha düşük tuzluluğa sahip Azak

Denizi suları (%10) üst akıntı ile Karadeniz'e, Karadeniz sularının daha az tuzlu olması nedeni ile (%17-18) Karadeniz suları alt akıntı ile Kerch Boğazı'ndan Azak denizine geçer. Yüksek tuzluluk oranına sahip olan Akdeniz suları, dip akıntısı olarak İstanbul boğazından geçerek (% 22) Karadeniz'e geçer. Karadeniz suları ise Marmara Denizine geçer.[1, 36].

Çizelge 1.2. Karadeniz'in yıllık su bilançosu (km³/yıl)

	Aktif-Pasif Bilanço	Moller (1928)	Bruvich (1969)	Alelin (1969)
GİREN	Toplam Giriş	752	750	694
	Nehirler	328	350	346
	Yağmurlar	231	225	119
	İstanbul Boğazı	193	175	176
	Azak Denizi	-	-	53
	Diğer	-	-	10
ÇIKAN	Toplam Çıkış	752	750	704
	Buharlaşıma	354	350	332
	İstanbul Boğazı	398	400	340
	Azak Denizi	-	-	32

1.5.3 Karadeniz'de Upwelling

Bir çeşit yüzey akıntısı olan 'upweeling' durumu rüzgâr kuvvetlerinin etkisi ile düşey yönde hareketle yüzeye çıkan suların yatay yönde hareket etmesi şeklinde gelişir. Upwellingin tersi olarak hareket eden akıntıya ise 'downwelling' denir. Upwelling akıntıları rüzgâr kuvvetinin etkisi ile kuzey yarı kürede sağa doğru güney yarı kürede sola doğru sapar. Yüzey suyunun rüzgâr kuvveti ile açığa taşınması sırasında kıyıya yakın kısımlarda dipten yüzeye doğru dikey yönde bir su hareketi oluşur ve dipteki su yüzeyde açığa taşınan suyun yerini alır. Bu taşınım sırasında 100-200 metreler arasındaki dip suyu ile yüzey suyu arasında hızlı ve etkili bir karışım oluşur. Bu karışım olayı yüzey suyu kalite kriterlerini etkiler; dipteki daha az oksijen içeren sular yüzeydeki oksijen miktarı daha yüksek sularla yer değiştirir. Dipteki besin elementlerince zengin sular yüzeye çıkar ve buradaki fitoplankton aktivitesini artırır. Besin elementlerince upweeling etkisi ile zenginleşen yüzey suyu biyolojik aktivitenin ve balık popülasyonunun zenginleşmesine olanak tanır [34].

1.5.4 Karadeniz'de Oksijen ve Hidrojen Sülfür Durumu

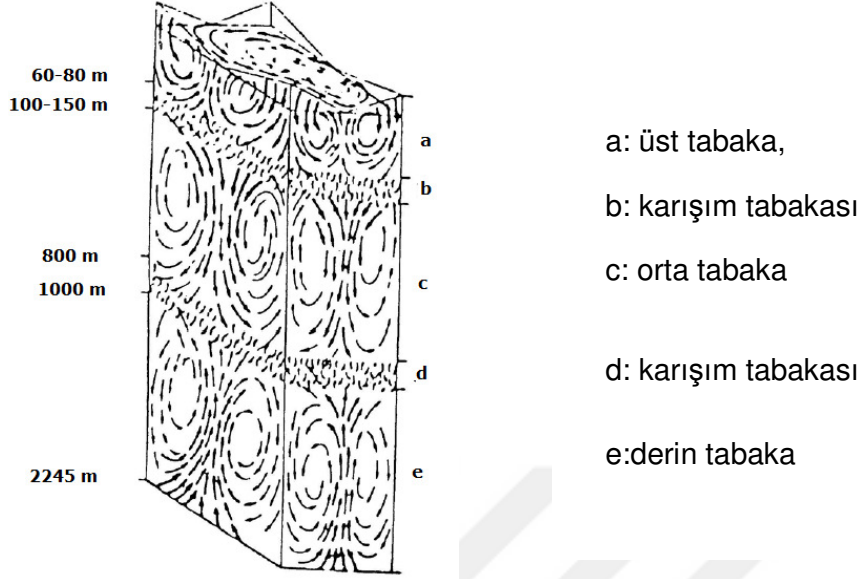
Karadeniz'de su kütlesinin %90'ı anoksiktir ve Dünyanın en geniş anoksik su kütlesine sahiptir. Oksijenli yüzey su kütlesinin altında 2200 m derinliklere kadar hidrojen sülfür bulunmaktadır [32]. Bu durumun nedeni ise şöyle açıklanabilir; yaklaşık 70-100 m derinlikler arasında yer alan haloklin tabakası yüzey suyu ile dip sular arasındaki dikey karışıma yani sirkülasyona engel olur. Akdeniz'den gelerek Boğaz'dan geçen ve litrede 8-10 mg oksijen içeren suların debilerinin oldukça düşük oluşu nedeni ile, Karadeniz'in dip sularına oksijen verebilme hızı, buradaki organik materyal tarafından oksijenin tüketilme hızına yetmez. Bu nedenle haloklin tabakasının altındaki dip su kütlesi oksijensizdir. Ayrıca Karadeniz'in tabakalaşma altındaki su kütlesi, buraya giren az hacimli sularla yenilenmesine olanak sağlayamayacak kadar geniştir. Bu sayılan nedenlerden dolayı Karadeniz'de 200 m'den daha derindeki su tabakası binlerce yıl önce ilk tabakalaşmanın oluşumundan bu yana anoksik kalmıştır [36].

Derinlere inildikçe hidrojen sülfür (H_2S) gazının miktarı artmaktadır ve bu miktar $7 \text{ cm}^3/L$ değerlerine ulaşır. O_2 ve H_2S dağılımı yıllara ve mevsimlere göre farklılık göstermektedir. Ancak özellikle 100-150 m derinlikten sonra O_2 kalitesi hızla düşer ve 200 m'nin altında çözülmüş oksijen biter. Oksijenli tabaka, çözülmüş oksijenin bulunduğu yerlerdir ve biyolojik faaliyetler oksijenin bulunduğu bu tabakada devam eder. Karadeniz'in bazı merkezi noktalarında 250 m derinliğe kadar oksijene rastlamak mümkündür. Bu durumu da şöyle açıklayabiliriz; Karadeniz'deki akıntıların dikey sirkülasyon üzerindeki etkisi büyüktür. Akıntı hızları kıyıya yaklaştıkça artar ve kıyılarda daha derinlere erişen sirkülasyonlar meydana gelir.

1.5.5 Karadeniz'de Akıntılar

Karadeniz'deki akıntı sistemi de dünyadaki diğer bütün denizlerde olduğu saat ibresine ters yönde dairesel bir harekete sahiptir (Şekil 1.5 ve 1.6). İki farklı döngüden oluşan bu akıntı sisteminde her bir dairesel döngü alanı, etkilediği alan itibari ile kıyıdan açığa doğru kubbe şeklinde bir model oluşturur [34].

Karadeniz'de akıntı yönleri daha çok rüzgarların etkisi altındadır, nehir akıntıları



Şekil 1.6. Karadeniz'in Düşey Sirkülasyon Diyagramı [37]

Yüzeydeki akıntı hızı değerleri 20 metre derinliğe kadar değişmezler. 20 metreden sonra derinlik arttıkça akıntı hızları yavaşlar [36]. Yani sirkülasyonu sağlayabilen akıntı hızı etkisi de kendini ancak 20 metrelere kadar gösterebilmektedir.

1.5.6 Karadeniz'de Sıcaklık, Tuzluluk Özellikleri ve Dikey Tabakalaşma

Karadeniz'de su sıcaklığı dağılımında dikkatleri çeken en önemli özellik mevsimsel ve bölgesel olarak büyük farklılıklar oluşmasıdır. Yüzey suyu sıcaklığının yıllık ortalama değerleri; güney bölgede yaklaşık 16°C, kuzeydoğu bölgede yaklaşık 13°C ve kuzeybatı bölgede yaklaşık 11°C olarak görülür. Yüzey suyu sıcaklıklarında, özellikle Kasım-Aralık-Ocak-Şubat aylarında, büyük düşüşler gözlenir. Aynı zaman periyodunda sıcaklık değerleri; merkez ve güney bölgede yaklaşık 7-8°C, kuzey bölgede yaklaşık 3-4°C aralıklarında seyreder. En düşük sıcaklık değerleri ise kuzey-batı kıta sahanlığında görülmektedir. İlkbahar aylarında yüzey suyunun sıcaklık değerleri yükselmeye başlar ve yaklaşık 15°C civarındadır. Haziran-Ağustos aylarında ise bu sıcaklık değerinin 25°C'lere kadar çıktığı görülür [1, 34].

Sıcaklık dağılımının bir diğer önemli ve belirgin özelliği ise su sıcaklığının düşey

düzlemde derinliğe bağlı olarak hızlı düşmesidir. Saydam'a göre; 200 m'den derin sularda canlı yaşamının olmamasının oksijen yoksunluğu ve hidrojen sülfür varlığına bağlanmasının yanı sıra ani sıcaklık değişimlerinin de balıklar üzerinde şok etkisi yaratması sebebiyle de Karadeniz'de balık yaşamı etkilenmektedir [38].

Suyun sıcaklık değişimleri en çok sığ sularda ve sahillerde görülür. En yüksek su sıcaklığı ağustos aylarında, en düşük su sıcaklığı ise şubat aylarında tespit edilmiştir. Kış aylarında Anadolu kıyılarının, Kafkasya ve Kırım kıyıları dağların engel olması nedeniyle Karadeniz'in diğer bölgelerine göre daha sıcaktır. Bu nedenler sıcak su seven türler olan hamsi ve istavrit balıkları bu bölgelerde yoğunlaşırlar.

Karadeniz'de 100-200 m derinlik aralığında geniş tuzluluk değişimleri gözlemlenmektedir. 100-200 m derinlikteki üst tabaka ile daha derindeki su kütleleri arasındaki yoğunluk farkının çok büyük olması tabakalar arasında keskin bir katmanlaşma özelliği göstermektedir. Bu yoğunluk farkı sıcaklık, tuzluluk, gaz ve besin farklılıkları ile birlikte canlı dağılımı bakımından da büyük farklılıkların oluşumuna sebep olmuştur. Karadeniz'de ortalama yüzey suyu tuzluluğu kış aylarında ortalama ‰18'dir. Nehir girdisinin fazla olduğu kuzey-kuzeydoğu bölgesinde ise tuzluluk ‰14-16 civarındadır Kuzeybatı bölgesinde tuzluluk ‰13-15'dir. İstanbul Boğazı ve Anadolu kıyılarında ise ‰17-17.5 iken merkez kısımda ise tuzluluk ‰18.5'lara çıkar [1, 34, 39].

Karadeniz'de su kütlelerinin karışımı hakkında yapılmış olan araştırmalarda hidrojensülfid ile kaplanmış tabaka ve canlı yaşamının var olduğu üst tabaka arasındaki dikey yönde su değişiminin varlığı belirlenmiştir. Bu karışımı etkileyen başlıca etmenler ise şöyle açıklanmıştır [34];

- Rüzgarların su yüzeyinde meydana getirdiği akıntılar, oluşan akıntı sistemi,
- Dünya hareketinin neden olduğu sağ yönlü spiral akıntı hareketi,
- Yüzey ve dip tabakalarının soğuması,
- Su kütlesi içinde oluşan dalgalar,
- Türbülans ve difüzyon.

1.5.7 Karadeniz'de İyonlar ve Besin Elementleri

Karadeniz'in kimyası incelendiğinde diğer denizlere göre farklılıklar göstermektedir.

Oksijen bulunmayan Karadeniz'in dip sularında sülfatlar anaerobik bakterilerce hidrojen sülfüre dönüştürülür ve bikarbonat oluşur. Akarsu girdisi yüksek olan Karadeniz karbonat içeriği fazla olan sularında klor oranı da okyanuslara göre daha düşüktür. Bu durumda dikey karışımın sınırlı olmasının da etkisi vardır.

Karadeniz'in iyon yükü incelendiğinde farklılık yaratan en önemli özellik şüphesiz ki dip sulardaki yüksek miktarda bulunan Hidrojen Sülfür (HS^-) içeriğidir.

Diğer deniz ve okyanuslarla kıyaslandığında Karadeniz'in alkalinitesi yüksektir. Bu alkalinite değeri yüzey suları için 3.33 mg/L iken, 100 m derinlikteki sularda 3.29 mg/L'lerde, 2000 m derinlikteki sularda 4.20 mg/L değerlerindedir. Okyanuslarda ise alkalinite değeri 2.42 mg/L iken, Akdeniz'de 2.76 mg/L'lerde, Azak denizinde ise 2.27 mg/L'lerde tespit edilmiştir [1].

Karadeniz'de çözünmüş oksijen bulunan tabakada biyolojik faaliyetler devam eder. 100 metreden derinlere inildiğinde hidrojen sülfür miktarı artar ve çözünmüş oksijen gittikçe yok olur ve canlı hayatı da buna bağlı olarak son bulur. Çözünmüş oksijen ve hidrojen sülfür miktarları ve dağılımı yıllara ve mevsimlere göre değişim göstermektedir.

Fe ve Mn yoğunlukları, oksidasyon çevresinde en yüksek seviyeye erişmektedir. Yani suda çözülmüş Fe ve Mn elementleri, diğer yığılmalarda sülfatlar ve karbonatlar gibi oksijensiz bölgede yüksektir. Aynı şekilde oksijensiz bölgede Zn konsantrasyonu da yükselmektedir.

Karadeniz'de özellikle kuzey ve batı bölgelerdeki besin tuzu yoğunlukları son çeyrek yüzyıl içerisinde önemli miktarlarda artmıştır. Besin tuzlarının Karadeniz'e girişinde atmosfer ve akarsu kaynaklarının önemi büyüktür. Atmosfer kaynaklı olarak denize taşınan besin tuzu miktarının ne kadar olduğu bilinmemektedir. Ancak bazı nehirler ile Karadeniz'e taşınan yıllık besin tuzu miktarları hakkında yapılmış çalışmalar vardır. Yaklaşık 400.000 km³ sulama hacmi ile Tuna nehri

Karadeniz'e taşınan fosfatın en etkili kaynağıdır demek mümkün. Tuna Nehri'nin Karadeniz'e taşıdığı toplam fosfat miktarı 1950'li yıllarda yaklaşık 12 ton civarı iken, 1987 yılında iki katı bir artış göstererek 30 tona çıkmıştır [31, 40]. Yıllık nitrojen miktarında ise benzer hatta daha çok bir yükselme söz konusudur. Bu yükseliş 1950'lerde yaklaşık 143.000 tondan 1988 yılında 741.000 tona çıkarak kendini göstermiştir. Fosfor ve nitrojen miktarında artış gözlenirken silikatın yıllık girdi miktarında bir azalma kaydedilmiştir. Bu durumun nedeni, nehirde ya da nehir kolları üzerinde yapılan çok sayıda barajlardır. Diğer nehirlerdeki besin tuzu yükünde de benzer durumlar gözlenmiştir [41].

Karadeniz'e dökülen nehir suları nedeni ile yüzey sularında silikatların yüksek miktarlarda bulunması doğaldır. Derinliğin artışı ile de silikat yoğunluğu 500 m derinliklerde yaklaşık 100 µg/L kadar ve doğu havzasının dip sularında 200 µg/L 'den yüksek değerlere ulaşır.

1.5.8 Karadeniz'de Petrol Hidrokarbonları

Karadeniz'de yapılan deniz suyu incelemelerde petrol hidrokarbonları değerlerinin, neredeyse tüm bölgelerde, deniz suyu için kabul edilebilir seviyenin üzerinde (0.05 mg/L) olduğu belirlenmiştir. Son yıllarda petrol kirliliğinin Karadeniz için önemli problemlerden biri olduğunu yapılan araştırma sonuçlarından da anlayabiliyoruz, ayrıca deniz ticareti ve diğer deniz faaliyetlerinin de artması Petrol Hidrokarbonları seviyesinin artmasına da neden olmaktadır. Yapılan çalışmaların bazılarında Karadeniz' de en yüksek ölçülen değer 25.5 mg/L olarak kaydedilmiştir Özellikle kıyı bölgeleri ve deniz aracı ile yapılan ticaret, balıkçılık, taşımacılık gibi faaliyetlerin yoğunlaştığı Odessa, Novorossiyks ve İstanbul gibi büyük limanları birbirine bağlayan hat üzerinde petrol kirliliğinin diğer bölgelere oranla oldukça yüksek olduğu bildirilmektedir. Su ve sedimende yapılan araştırmaları da birbiri ile kıyaslayacak olursak; su kolonunda hidrokarbon düzeyinin düşük olduğu, ancak sediment analizlerde hidrokarbon değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir [7, 42].

1.5.9 Karadeniz'de Ağır Metaller

1992 yılında Devlet Planlama Teşkilatı, TÜBİTAK, ODTÜ, Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü kurumları iş birliği ile yapılmış olan araştırmada; bazı deniz canlılarında ve sedimanda yapılan ağır metal analizlerinde civa ve bakır değerleri İnebolu'da en yüksek düzeyde tespit edilmiştir ve İnebolu istasyonunu İğneada istasyonu izlemiştir. Kurşun değerleri ve sedimanda bakılan diğer ağır metal değerleri ise İğneada istasyonunda İnebolu istasyonuna kıyasla daha yüksek çıkmıştır [2].

Kuzeybatı Karadeniz'de yapılan su analizi çalışmalarında, kadmiyum değerinin 10 µg/L, civa değerinin 0.1 µg/L, arsenik değerinin 10 µg/L, krom değerinin 5 µg/L olarak kabul edilebilir sınır değerlerinin içinde olduğu, kurşunun 10 µg/L, çinko nun 50 µg/L ve bakırın 5 µg/L ile kabul edilebilir sınır değerleri aştığı belirlenmiştir. Ağır metal değerlerinin daha çok kıyı bölgelerde yoğunlaştığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Bu durum; kirliliklerin daha çok karasal kaynaklı ya da kıyı bölgelere yakın yapılan deniz faaliyetleri kaynaklı olduğunu göstermektedir [7, 42, 43].

1.6. Karadeniz'de Kirliliğe Yol Açan Etmenler

Karadeniz'e neredeyse Avrupa'nın yarısını kapsayan akarsulardan tatlı su ve sediman girişi olmaktadır. Bu durum şunu gösterir ki; Karadeniz'in su kirliliği önemli ölçüde bu akarsuların ve yatakların kirliliği ile yakından ilişkilidir [45].

Avrupa kıtasından ve Asya kıtasından gelen önemli miktardaki akarsu girdisiyle, Karadeniz kendi havzasından 5 kat daha fazla suya sahip, bu miktar yaklaşık 2.2 milyon km² olarak bilinmekte ve bir havzanın daha etkisi taşınmaktadır. Bu aynı zamanda şu demektir; Karadeniz, kendine kıyısı olan yirmi iki devleti, on üç başkent ve yüz altmış milyon insanın etki alanına girmektedir.

Karadeniz ve Akdeniz'i yıllık akarsu girdisi miktarları ile karşılaştırmak istersek; Karadeniz'de akarsu girdisi yaklaşık 350.000 m³/yıl iken, Karadeniz'e göre 6 kat daha geniş bir havzaya sahip olan Akdeniz'e yıllık su girişi 121.200 m³ olarak bilinmektedir. Hem Akdeniz'e göre daha küçük bir havzaya, hem de Akdeniz'e göre daha fazla tatlı su ve sediman girişine sahip olan Karadeniz Akdeniz'e göre neredeyse beş kat daha fazla kirlilik yüküne sahiptir [46]. Karadeniz'e dökülen

akarsularla gelen yıllık akış miktarı ve kirlilik yükü Çizelge 1.4'de gösterilmiştir [30].

Karadeniz'e akarsular yoluyla askıda katı madde, azot ve fosfor, ağır metaller, radyonuklidler, petrol ve petrol türevi maddeler ve pestisitler taşınmaktadır [7].

Karadeniz'de azot ve fosfor miktarı az olmamakla beraber akarsu girişi ile artan bir profil çizmektedir. Bu durum Karadeniz'in ötrofikasyon tehlikesini artırmaktadır. Karadeniz'e akıntılarla birlikte akarsulardan gelen azot ve fosfor 1980 yılından 2000 yılına kadar olan süreçte önemli bir artış göstermiştir. 1970 yılından 1990 yılına kadar azot seviyesi Tuna Nehri için %250, Dinyester Nehri için %750 ve Dinyeper Nehri için %160 seviyelerinde artışlar tespit edilmiştir. Fosfor miktarlarına baktığımızda ise 1980 yılından 2000 yılına kadar olan süreçte Tuna Nehri için %380, Dinyester Nehri için % 710 ve Dinyeper Nehri için %510 seviyelerinde artış tespit edilmiştir [46].

Karadeniz'e dökülen akarsuların yıllık azot ve fosfor deşarjları Çizelge 1.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.3. Karadeniz'e dökülen akarsuların yıllık azot ve fosfor deşarjları [47]

Kaynak	Azot (t/yıl)	Fosfor (t/yıl)
Tuna	533	44
Dinyester	35	1
Bug	6	0,5
Dinyeper	80	13
Türkiye Nehirleri	34	4
Bulgaristan ve Romanya Nehirleri	7	2

Çizelge 1.4. Karadeniz Kıyısı Boyunca Akarsu ve Çaylardan Gelen Yıllık Kirlilik Yükleri [30]

İsim	Deşarj (km ³ /yıl)	AKM (t/yıl)	BOİ (t/yıl)	KOİ (t/yıl)	o-P (t/yıl)	Toplam P (t/yıl)	NH ₃ -N (t/yıl)	NO ₃ -N (t/yıl)	NO ₂ -N (t/yıl)	TKN	Deterjan (t/yıl)
Sakarya Nehri	6.02	217695	99805	192439	1214.4	1201.5	3449	11354	121	26703	693.1
Melen Çayı	1.57	61818	21366	68304	149.6	170.7	565	2006	55	9339	253.7
Çark Çayı	0.31	32102	7774	11524	174.3	247.8	329	690	10	1289	209.3
Alaplı Çayı	0.27	9328	4460	14539	44.4	60.7	67	550	4.8	647	88.6
Gülüç Çayı	1.19	17413	32214	77277	43.6	77.5	1459	5530	24	3206	180.4
Kozlu Çayı	0.02	1438	291	864	10.9	12.4	96	71	1.7	76	4.4
Zonguldak Çayı	0.13	13258	17792	29178	47.9	48.4	214	452	2.9	912	27.7
Çatalağzı Çayı	0.13	85825	5805	39072	4.8	19.9	298	315	2.6	557	23.0
Filyos Çayı	3	478764	46779	180102	566.9	574.6	554	2152	93	4777	614.8
Bartın Çayı	22	38636	7367	19812	28.7	36.5	102	81	8.9	394	57.1
Kızılırmak Nehri	0.36	296815	124241	307263	78.8	147.2	6139	7765	141	16368	1613.9
Mert Nehri	7.39	44848	20996	64010	371.7	473.7	1178	1694	384	441	970.5
Kürtün Çayı	0.16	108245	14772	56156	157.8	45.8	55	231	10	654	524.8
Yeşilirmak	10.26	71563	164153	175230	2277.7	1126.7	2894	5813	211	16959	1658.9
Miliç Çayı	0.43	2666	378	1601	153.9	65.6	6.3	57	4.3	500	524.6
Melet Nehri	0.83	30059	6515	23834	97.2	64.6	196	1774	13	997	170.8
Civil Çayı	0.16	274	2509	3134	27.9	44.6	9.4	22	6.1	246	254.2
Aksu Çayı	0.97	5233	9073	27115	84.3	41.2	98	1282	12	640	220.1
Fol Çayı	0.20	3469	1471	10091	67.8	67.4	100	483	8.1	158	138.3
Söğütlü Çayı	0.12	4270	1478	7137	28.7	9.4	98	480	2.8	158	73.4
Değirmendere Çayı	0.87	15427	11147	30560	989.3	1406.7	279	459	17.8	1133	132.0

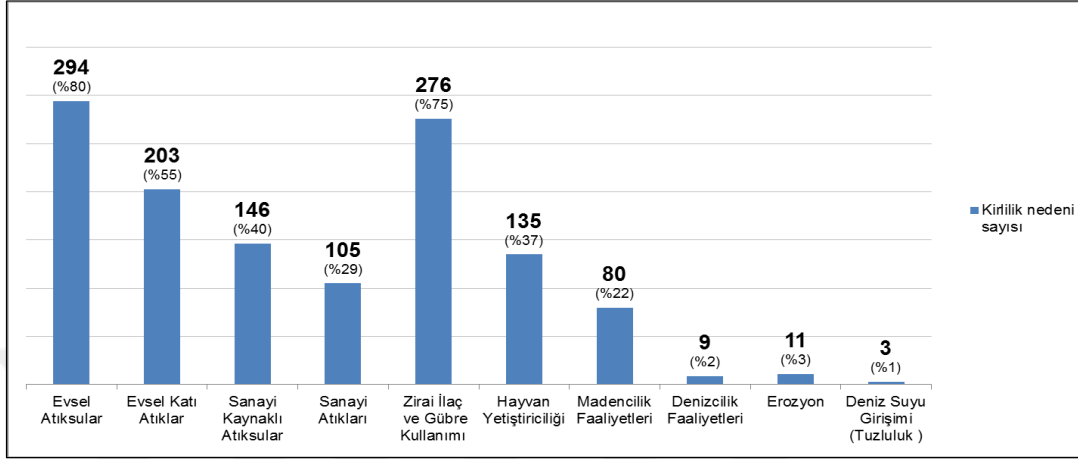
Karadeniz'in kirlilik sebeplerini kısa başlıklar halinde şöyle sıralayabiliriz;

- Kanalizasyon sistemindeki yetersizlikler ya da bir kanalizasyon sisteminin bulunmaması,
- Sanayi atıksularının yeterli düzeyde ya da hiç arıtılmadan alıcı ortama verilmesi,
- Küçük sanayilerdeki imkansızlar nedeni ile atık yönetiminin çok zayıf kalması,
- Fosseptik çukurların sağlam/sızdırmaz olmaması,
- Fosseptik atıkların sızdırmaz çöp alanları haricinde yerlere atılması,
- Tarım ilaçlarının kullanımı,
- Gübrelerde kimyasal kullanımı,
- Hayvancılık atıkları,
- Deniz araçlarından kaynaklanan petrol ve türevi atıklar,
- Deniz araçlarının atıklarını vermeleri için tesislerin çok az sayıda ve yetersiz olması,
- Katı atıklar için depolama ya da bertaraf sistemlerinin yetersizliği ve bu yetersizlik sonucu açığa çıkan sızıntıların akarsularla denize ulaşması,
- Termik santrallerden kaynaklanan uçucu küller ve soğutma suyu atıkları,

Yağışlar ve sel suları, muhtemel kirlilik nedenlerinden biridir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ülkemizde yaptığı araştırmalara göre atıklar, hava kirliliği ve su kirliliği diğer sorunlara göre daha yüksek olduğu bilinmektedir. Hava kirliliği ve atıklar sorunlarında 2012 yılından itibaren nispeten bir düşüş yaşanırken su kirliliğinin giderek artmaya devam ettiği bilinmektedir [48].

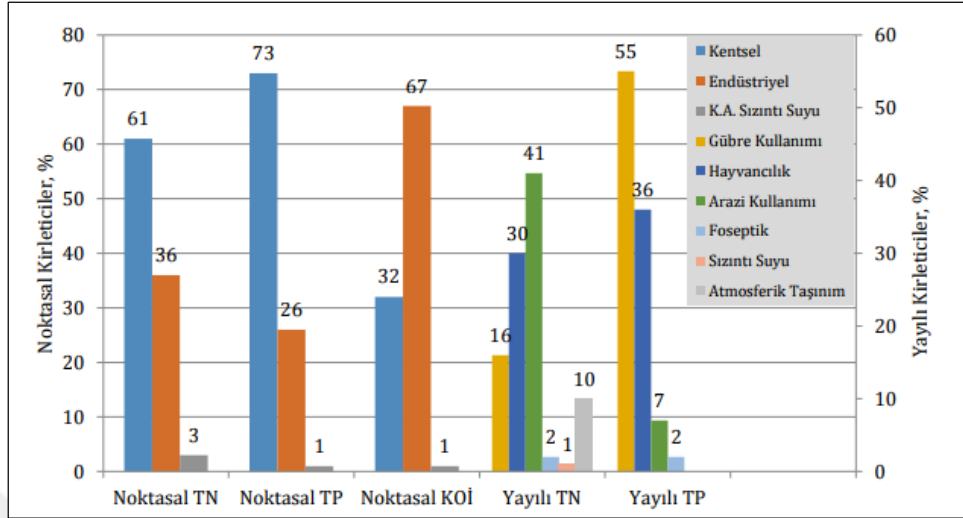
Su kirliliğinin kaynaklarına bakıldığında ise evsel atık suların en yüksek paya sahip olduğunu görebiliyoruz (Şekil 1.8.) [48].



Şekil 1.7. Batı Karadeniz Havzasındaki İlerinde Yüzey Sularının Kirlilik Nedenleri

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hazırladığı raporda ise Batı Karadeniz Havzasında noktasal ve yayılı kirleticilerin kaynakları araştırılmıştır. Bu araştırmaya göre Karadeniz'deki kirlilik kaynaklarının dağılımı Şekil 1.9.'da verilmiştir [49].

Batı Karadeniz Havzası'nda 2012 yılında yapılan araştırmada noktasal KOİ yükünü oluşturan kaynaklar %32 kentsel atıklar, %67 endüstriyel atıklar ve %1 katı atıklardan meydana gelmektedir. Noktasal Toplam Azot yükünün %61'lik kısmını kentsel atıklar, %36'lık kısmını endüstriyel atıklar ve %3'lük kısmını sızıntı suyu atıkları tarafından meydana gelir. Noktasal Toplam Fosfor yükünün %73'ünü kentsel atıklar tarafından meydana gelir. Geriye kalan diğer %26'lık kısmını endüstriyel atıklar oluştururken, %1'lik kısım ise katı atıkların sızıntı sularından kaynaklanmaktadır Yayılı Toplam Azot dağılımına baktığımızda, %41'lik dağılım arazi kullanımına aittir. %30'luk kısım hayvancılık kaynaklı ve %16'lık kısım ise gübre atıklarından kaynaklanmaktadır. Toplam Fosfor kaynaklarına bakıldığında atık kaynakları öncelikle gübre kullanımından (%55) ve hayvancılık atıklarından (%36) kaynaklanmaktadır. Ayrıca arazi kullanımından kaynaklanan atık yükü ise Toplam Fosfor yükünün %7'sidir [49].



Şekil 1.8. Batı Karadeniz Havzasında Noktasal ve Yayılı Kirlenici Yük Kaynaklarının Dağılımı

Batı Karadeniz Havzası su kaynaklarının kirlilik durumu değerlendirildiğinde; demir(Fe), amonyum azotu(N-NH₄), nitrit(NO₂), toplam fosfor(TP), çözülmüş oksijen(O₂), sodyum, klorür(NaCl) ve sülfat(SO₃) gibi parametrelerin yüksek çıkması nedeniyle özellikle Gerede Çayı, Büyüksu, Devrek Çayı, Markusa Deresi, Mudurnu Suyu, Ulusu Deresi ve Zonguldak Acılık Derelerinde su kalitesinin kirli ya da çok kirlenmiş sınıfında olduğu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan 2015 yılında '2015-2023 Atıksu Arıtımı Eylem Planı'nda raporlanmıştır [49].

1.6.1 Evsel Atıklar

Evsel kirliliğin iki önemli kaynağı evsel atık sular (kanalizasyon, foseptik v.b.) ve evsel katı atıklardır.

2013 yılı verilerine göre, Batı Karadeniz Havzasında atık suları arıtılan kişi sayısı havza nüfusunun %49'una karşılık gelmektedir bu rakam yaklaşık 580.000 kişi olarak belirlenmiştir [48]. Yani nerdeyse bölgenin yarısından fazlasının atık suyu alıcı ortama herhangi bir işlemten geçmeden verilmektedir. Dolayısıyla yerüstü sularının kirliliğinin azaltılması için evsel ve endüstriyel atık suların arıtılması için yeni tesisler planlanmalı ve planlanmış tesisler en kısa zamanda faaliyete geçirilmelidir.

1.6.2 Endüstriyel Faaliyetlerden Kaynaklanan Atıklar

Atıklar arıtılarak ya da arıtılmadan herhangi bir şekilde alıcı ortama karışır. Kıyı bölgelerde ise atıklar özellikle su ortamına daha yoğun olarak karışmaktadır. Deniz suyunun korunması için kıyı bölgelerimizde endüstriyel ve evsel atık suların arıtımına özen gösterilmeli ve önem verilmelidir.

Ülkemiz organize sanayi bölgelerindeki durum ise, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayımlanan Atıksu Arıtımı Eylem Planına göre 2014 yılı verileri için; Türkiye’de çalışmakta olan 214 tane OSB’nin %37’sinde yani 79 tanesinde AAT vardır. Bu OSB’lerin 13 tanesinin AAT inşaatı çalışmaları sürmekte, 3’ünün AAT inşaatı ihale aşamasında ve 6’sının AAT projesi yapım aşamasındadır [49].

Batı Karadeniz Havzasını incelemek istediğimizde ise, 10 tane OSB bulunduğunu görüyoruz. Bunlardan sadece Gerede Deri OSB’nin haricinde diğer OSB lerde atık su arıtma tesisi bulunmamaktadır. Karabük OSB ise belediyenin kanalizasyon sistemine bağlanmıştır. Düzce OSB’nin atık su arıtma tesisinin ise projesi yapılmaktadır [50].

Ayrıca Batı Karadeniz Bölgesinde önemli bir diğer sorun ise Zonguldak Bölgesindeki termik santrallerdir. Termik santrallerde yakma işlemleri proseslerinde üretilmekte olan yüksek basınca ve sıcaklığa sahip buhar ile elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Termik santrallerde açığa çıkan atık ısının %15’lik kısmı bacada kalırken %85’lik kısmı ise atık termal su olarak dışarı verilmektedir. Atıksuların soğumadan alıcı ortama verilmesi bu kaynakta kirliliğin artmasına neden olmaktadır. Bu kirlilik şöyle açıklanabilir; yüksek ısının bölge flora ve faunasına zarar vermesi ve soğutma suyunun geçtiği prosesler sebebiyle kirlilik yükü taşıyarak denize verilmesidir. Bu nedenle mevcut ve yapılacak tesislerin atıksu arıtma işlemlerine hassasiyet göstermeleri, atık sıcak suyun ısısı düşürüldükten sonra alıcı ortama verilmelidir.

1.6.3 Tarım Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklar

Alıcı ortama bırakılan bütün kirleticiler ekolojik dengeyi ya doğrudan ya da dolaylı yolla bozmaktadır. Yani bu bozulma kirleticinin türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak ya direkt gerçekleşir ya da akümüle olarak (yığılarak) gerçekleşir. Tarımın çevre üzerinde olumsuz etkilerini dört gruba ayırabiliriz;

- Tarım ilaçlarının etkileri,
- Gübrelemeden kaynaklanan etkiler,
- Sulama ve erozyon kaynaklı etkiler,
- Bitkisel atıkların yakılması sonucu açığa çıkan etkiler,
- Hormon kullanımından kaynaklanan çevresel etkiler.

Tarımsal atıklar ise özellikle, “pestisit, insektisit, DDT (dikloro difenil trikloroethan)” olarak da bilinen böcek ve benzeri zararlıları öldürmekte kullanılan tarımsal mücadele ilaçları olarak bilinmektedir. Bunlardan bir kısmı hem çevre hem insan sağlığına verdiği zararlar yüzünden günümüzde kullanımı yasaklanmıştır.

Diğer bir tarım etkisi ise gübreleme işleminde kullanılan aşırı dozlu, azot ve fosfor içeriğince zengin gübrelerdir. Özellikle yağışlarla birlikte yer altı ve yerüstü sularına karışımı kolaylaşan bu ilaç ve gübre içerikleri, balıkların, su canlılarının ve hatta insanların üzerinde öldürücü nitelikte etkilere neden olabilmektedir. Ya da akümülyasyonla deniz canlıları bünyesinde birikerek gıda zinciri yoluyla insanlara geçmektedir. Bir diğer etkisi ise yapılarındaki azot ve fosfor su ortamında ötrofikasyona neden olur. Bu durum alglerin aşırı üremesine neden olur ve dolaylı yoldan yine ekosistemin bozulmasına etki eder.

Sonuç olarak; toprak verimliliği korunmaya çalışılırken; toprağı işlemek, sulamak ve gübrelemek işlemlerinde kullanılan maddelerin dozu, çeşidi, zamanı ve uygulama şekli çevresel dengeyi bozmayacak şekilde kullanılmalıdır. Sulama suyuna ait kaynağın analizleri yapılmalı ve kalitesi takip edilmelidir. Gübrelerin depolanması uygun şartlarda yapılmalıdır, bitki korumada biyolojik yöntemler tercih edilmeli, kimyasal ilaçlara mümkünse hiç başvurulmamalıdır. Eğer pestisit kullanımı zorunlu ise kontrollü kullanılmalı, ilaç miktarı, uygulama zamanı ve

uygulama şekli bilinçli şekilde ayarlanmalıdır. Kimyasal ilaç kalıntıları, atıkları, kutuları elemeine edilmeli, hasat öncesinde eğitimler verilerek, çiftçiler ve işçiler çevre sağlığı konusunda bilinçlendirilmelidir [51].

1.6.4 Deniz Araçlarından Kaynaklanan Atıklar

Denizde kirlilik yaratan faktörlerden biri de deniz araçlarından kaynaklanan kirliliklerdir. Gemi ve diğer deniz araçlarının deniz ortamına kasten ya da taksirle verilebilecek atık türleri ulusal ve uluslararası mevzuat ile şu başlıklar altında toplanmıştır;

- Petrol ve Petrol Türevi Maddeler
- Zehirli Sıvılar
- Ambalajlı Zararlı Maddeler
- Pis Sular
- Çöpler

Yukarıda bahsedilen atıklar deniz araçlarının aşağıda sıralanan faaliyetleri sonucunda oluşurlar [52];

- Petrol ve diğer zararlı/tehlikeli maddelerin neden olduğu kirlilik; gemi kazaları veya bilinçli yapılan illegal deşarjlarla,
- İşgalci türlerin denizler arasında taşınması; balast suları ve gemi karinaları yoluyla,
- Antifouling (denizde birbirine dolaşan zincirlerin açılması işlemi) sırasında zincir boyalarının su ortamına geçişi,
- Sintine, slaç, slop, gemi kaynaklı evsel atık sular ve çöp atıklarının neden olduğu kirlilik,
- Hava kirliliği; Kükürt dioksit, azot oksitler ve karbon dioksit emisyonları,
- Fiziksel ve diğer zararlı etkiler; demir atma ve sualtı gürültüsü gibi etkilerin deniz canlıları üzerinde neden olduğu zararlar.

Bu zararların en büyük etkisi gemi kazaları sonucunda oluşmaktadır. Hem balık hem de diğer deniz canlıları üzerinde önemli akut etkilere sebep olur. Ayrıca turizm üzerinde de yüzme alanları ve diğer rekreasyon amaçlı veya ticari kullanım alanlarında olumsuz etkileri vardır.

Türkiye kıyılarında petrol kirliliği ile sonuçlanmış olan pek çok kaza örneği bulunmakta olup bunların en önemlileri arasında İstanbul boğazında 1998 ve 2002 yıllarında gerçekleşen Volganefit 248 ve Gotiaa kazaları verilebilir. Bu kazalar sonucunda 1200 ton (Volganefit 248) ve 22 ton (Gotiaa) ham petrolün denize dökülmesiyle İstanbul Boğazı çevresinde çok ciddi boyutlarda deniz kirliliği yaşanmıştır [52].

Ülkemizde deniz araçlarından kaynaklanan kirlenme ve deniz kazalarına ilişkin mevzuat düzenlemeleri yapılmıştır. 2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 12. maddesi ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığında bulunan denetleme ve ceza kesme yetkisi denizlerimizde Sahil Güvenlik Komutanlığı, Belediyeler (Kocaeli, İstanbul, Mersin, Antalya Belediyeleri) Liman Başkanlıklarına devredilmiştir. Bu yetki, Çevre Kanunu, Limanlar Kanunu, Gemi Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında kullanılmaktadır. Bu mevzuatlar kapsamında; Hiçbir deniz aracı alıcı ortama zarar verebilecek hiçbir atığını doğrudan ya da dolaylı yollarla deniz ortamına bırakamaz, lisanslı atık kabul tesislerine vermek zorundadır. Atıkların atık kabul tesislerine verilmesi, atık kabul tesislerin atıkları alması, geçici olarak depolanması ve bertaraf edilmesi için sorumlu olan gerçek ya da tüzel kişiler çevre ve insan sağlığı için gerekli tüm tedbirleri almak zorundadırlar. [53].

2. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Başkanlığı ve Çevre Şehircilik Bakanlığının işbirliği ile yürütülen, "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi" ile elde edilen ve analizi yapılan örnek verilerinin bir kısmı kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Söz konusu projenin Batı Karadeniz kıyı istasyonlarına ait verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 16.01.2016 tarihli ve 41234558-619-E.779 sayılı yazısı ile izin alınarak kullanılmıştır. (Ek_1)

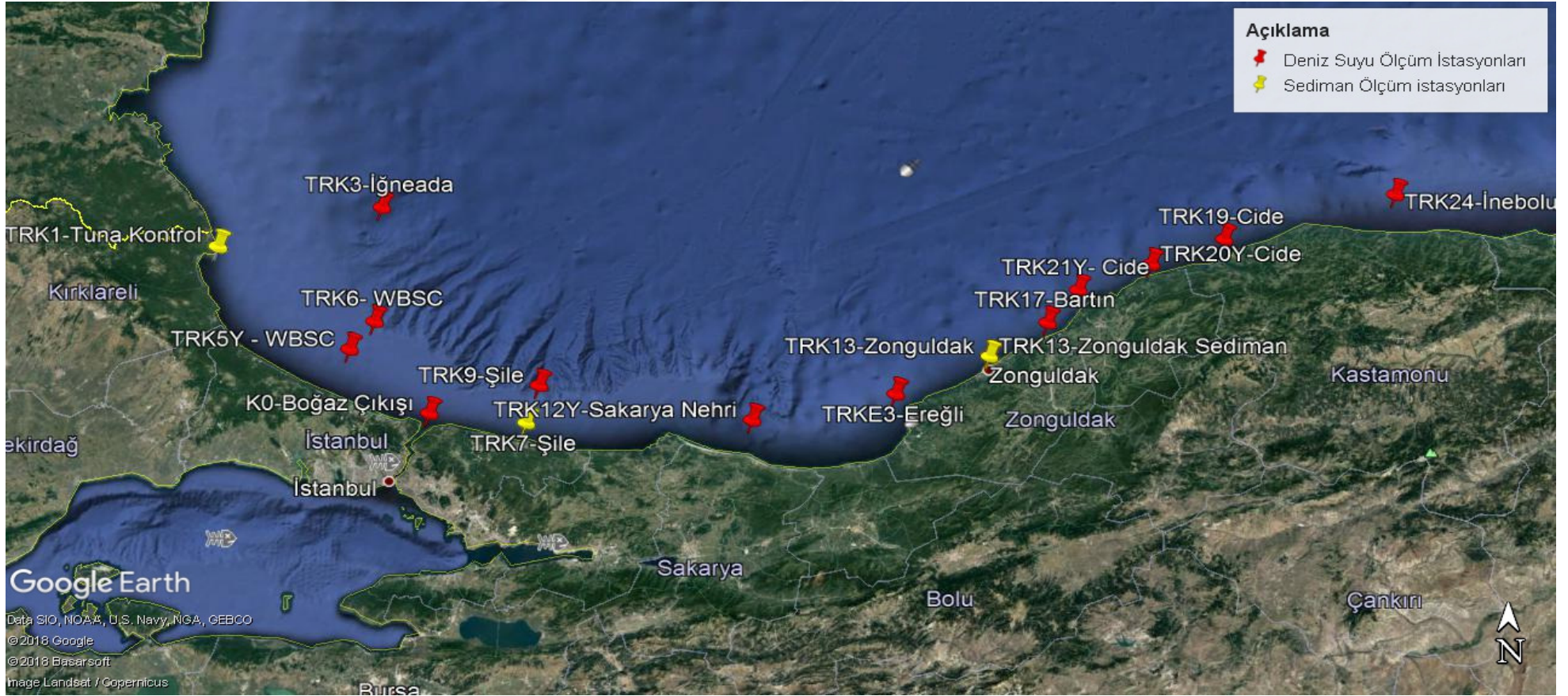
Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Çalışması 2014-2016 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için 6 adet araştırma gemisi kullanılmış, 11 adet araştırma kurumu çalışmada yer almıştır. Tüm Türkiye denizlerinde 272 noktada deniz suları, sediman ve biyotada fizikokimyasal, kimyasal ve biyolojik araştırmalar yapılmıştır. Su kütlelerinin ve bölgelerin durum değerlendirmesi ise Su Çevre Direktifi ve Deniz Stratejisi Çevre Direktifi kapsamında yapılmıştır.

Bu proje kapsamında deniz suyundaki 14 istasyondan; sıcaklık, tuzluluk, pH, Oksijen, seki disk, P(PO₄), TP, N(NH₄), TNO_x, TN, SiO₄, Klorofil-a parametreleri, bir yaz dönemi için, 0.5 m ve 250 m arasında değişen derinliklerde, incelenmiştir.

Sedimanda ise 3 istasyonda, ağır metal dağılımları incelenmiştir.

2.1 Örnekleme İstasyonları

Batı Karadeniz Sahil Şeridinde İnebolu/Kastamonu ile İğneada/Kırklareli arasında 14 adet istasyon ele alınmıştır. İstasyonlar Şekil 2.1'de harita üzerinde gösterilmiştir. İstasyonlara ait koordinat, örnekleme tarihleri ise Çizelge 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1 İstasyonları Gösteren Harita

Çizelge 2.1. İstasyon Detayları Çizelgesi

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	İl	Koordinat		Örnekleme Derinlikleri (m)	Örnekleme Tarihi (Başlangıç-Bitiş)
			Enlem	Boylam		
1. İstasyon (TRK2Y)	İğneada	Kırklareli	41.8498 333333 333	28.3255	0,5, 10, 20, 24, 36, 50, 58	12.07.2014- 20.07.2014
2. İstasyon (TRK3)	İğneada	Kırklareli	41.8253 333333 333	28.6038 333333 333	0,5, 10, 20, 25, 50, 70, 95	12.07.2014- 20.07.2014
3. İstasyon (TRK6)	Batı Karadeniz Kontrol	İstanbul	41.5850 5	28.8489 166666 667	0,5, 10, 20, 30, 50, 70, 93	12.07.2014- 20.07.2014
4. İstasyon (TRK5Y)	Batı Karadeniz Kontrol	İstanbul	28.8489 166666 667	28.737	0,5, 10, 20, 30, 50, 70, 80	12.07.2014- 20.07.2014
5. İstasyon (KO)	Boğaz Çıkışı	İstanbul	41.2275	29.1336 666666 667	0,5, 10, 20, 30, 40, 50, ,62	12.07.2014- 20.07.2014
6. İstasyon (TRK9)	Şile Kontrol	İstanbul	41.3423 166666 667	29.6467 333333 333	0,5, 10, 20, 30, 50, 60, 75,98	13.07.2014- 20.07.2014
7. İstasyon (TRK12Y)	Sakarya Nehri	Sakarya	41.2131 666666 667	30.6509 166666 667	0,5, 10, 20, 25, 50, 80, 100, 150, 250	13.07.2014- 20.07.2014
8. İstasyon (TRKE3)	Kdz. Ereğli	Zonguldak	41.3145 666666 667	31.3262	0,5, 10, 20, 30, 50, 75,93	14.07.2014- 20.07.2014
9. İstasyon (TRK13)	Zonguldak	Zonguldak	41.4595	31.7715	0,5, 10, 18	14.07.2014- 20.07.2014
10. İstasyon (TRK17)	Bartın	Bartın	41.5904 333333 333	32.0540 833333 333	0,5, 10, 20, 25, 41	14.07.2014- 20.07.2014
11. İstasyon (TRK21Y)	Cide	Kastamonu	41.7184 333333 333	32.2075 5	0,5, 10, 20, 25, 50, 100, 250	14.07.2014- 20.07.2014
12. İstasyon TRK20Y)	Cide	Kastamonu	41.8188 333333 333	32.5641 666666 667	0,5, 15, 25	14.07.2014- 20.07.2014
13. İstasyon (TRK19)	Cide	Kastamonu	41.914	32.9261 666666 667	0,5, 10, 25,38	14.07.2014- 20.07.2014
14. İstasyon (TRK24)	İnebolu	Kastamonu	42.0820 333333 333	33.7876 333333 333	0,5, 10, 20, 25, 30, 50, 75, 95	15.07.2014- 20.07.2014

Kırklareli: Karadeniz'e kıyısı olan Kırklareli, Marmara Bölgesinde yer alır, TÜİK 2017 yılı verilerine göre 356 000 nüfusa sahiptir [55]. İlin başlıca geçim kaynağı tarım olmakla birlikte sanayisi ve turizmi de gelişmiştir. Ayrıca balıkçılık, hayvancılık ve ormancılıkta yapılmaktadır. Demirköy ilçesine bağlı İğneada beldesinde turizm başlıca geçim kaynaklarındandır.

İstanbul: Marmara Bölgesinde yer alan İstanbul, TÜİK 2017 yılı verilerine göre 15 000 000 nüfus ile Türkiye'nin en fazla nüfusa sahip olan şehridir [55]. Marmara Denizi ve Karadeniz arasındaki bağlantıyı İstanbul Boğazı sağlar. İstanbul hem nüfusu, hem gelişkin endüstrisi ve yoğun liman faaliyetleri ile kirlilik yükü fazla olan bir şehirdir.

Sakarya: Kuzeyinde Karadeniz ile çevrili olan Sakarya, nüfus yönünden Marmara Bölgesi'nin beşinci büyük şehridir. TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2017 yılı verilerine göre 990 000 nüfusa sahiptir [55]. Sakarya ilinden Karadeniz'e dökülen Sakarya Nehri, Karadeniz'e dökülen büyük nehirlerden biridir.

Zonguldak: Karadeniz'e kıyısı olan ve Batı Karadeniz bölgesinde yer alan Zonguldak ili özellikle Karadeniz'e komşu ülkelerle yapılan deniz ticaretinde önemli bir yeri vardır. Türkiye'deki en büyük taş kömürü madeni rezervlerini barındıran Zonguldak TÜİK 2017 verilerine göre 57 000 nüfusa sahiptir[55]. Bölgenin önemli akarsularından Filyos Zonguldak ili sınırlarından Karadeniz'e dökülür.

Bartın: Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan ve Karadeniz'e kıyısı olan Bartın TÜİK 2017 yılı verilerine göre 193 000 nüfusa sahiptir [55]. Geçim kaynakları özellikle tarım ve turizm olan Bartın'da bulunan Bartın çayı Bartın ili sınırlarından Karadeniz'e dökülür.

Kastamonu: Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan ve Karadeniz'e kıyısı olan Kastamonu, TÜİK 2017 yılı verilerine göre 372 000 nüfusa sahiptir [55]. Kastamonu ilinin de ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalıdır, ormancılığın da gelişmiş olduğu Kastamonu'nun endüstrisi de son yıllarda gelişme göstermektedir. Bölgenin endüstri alanları ve bu endüstrilerden kaynaklanabilecek muhtemel atık

türleri aşağıdaki çizelgede tabloda özetlenmiştir;

Çizelge 2.2. Araştırma Bölgesinin Endüstri Kaynaklı Muhtemel Kirletici Profili

Endüstri	Muhtemel Kirleticiler ve Atık Karakterleri	Mevki
Demir –Çelik Endüstrisi	Yüksek Miktarda AKM, pH Değişimi, Kum, Kömür Tozu, Fenol, Alkali Metaller, Yağ, Kok Kömürü, Siyanür, Kireç Taşı	Karabük, Zonguldak
Gıda Endüstrisi	BOİ, KOİ, AKM, Kimyasallar, Organik Materyaller, Koku, Klor ve Fosfat Bileşikleri	Sakarya, Zonguldak
Kağıt ve Kağıt Ürünleri Endüstrisi	pH Değişimi, Yüksek miktarda AKM, Selüloz, Kollodial ve Çözünmüş Materyal	Zonguldak, Kocaeli
Ağaç ve Ağaç Ürünleri Endüstrisi	Boya Atıkları, Aşındırıcılar	Sakarya, Bartın, Bolu, Düzce
Gübre, Tarım ilaçları Endüstrisi	Asit, Mineral Elementler, Yüksek Miktarda AKM, Fenol, Aşındırıcılar, Formaldehid	Sakarya
Şeker Endüstrisi	Çözünmüş ve Askıda Katı Madde, Protein, Organik Unsurlar	Kastamonu, Sakarya
Kimyasal Endüstrisi	Ph Değişimi, Organik ve İnorganik Materyaller, Yüksek BOİ, Fenol, Si, Ni, SO ₄ , PO ₄	Bolu, Sakarya, Zonguldak, Kocaeli
Çimento, Kireç ve Alçı Endüstrisi	AKM, K ₂ CrO ₄ , SO ₄ , PO ₄ , Zn	Kocaeli, Sakarya, Bartın, Zonguldak
Yem Endüstrisi	AKM, Kimyasal Materyaller	Sakarya, Bartın
Termik Santraller	Termal Kirlenme, Kömür Tozu, Kirlenmiş Soğutma Suyu	Zonguldak

2.2 Örneklerin Alınması, Saklanması ve Analiz Metotları

Bir örneğin doğru analiz edilmesinin önemli olduğu kadar doğru yöntemlerle alınıp saklanması da oldukça önemlidir. Ülkemizde, yerüstü sular ile kıyı ve geçiş sularının kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin izlenmesi esasları, 30.11.2012 tarihli ve 28483 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ile belirlenmiştir. Yönetmelikte Yerüstü

Suları; “Yeraltı suları haricindeki bütün iç sular, geçiş suları ve kıyı sularını, ifade eder.” şeklinde tanımlanmıştır [54].

Örneklerin toplanması numunenin alındığı kaynağa göre farklılık göstermektedir ve buna göre farklı standartlar bulunmaktadır. Numunelerin alınması, taşınması, korunması, saklanması ve kabulü TS EN ISO 5667 Standartları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma Ve Analiz Metodları Tebliği ve ilgili mevzuata göre yapılır. Deniz suyundan numune alma işlemi; 14.04.1997 yılında yayımlanan “TS ISO 5667-9” Standart numaralı kılavuza göre, Dip Sedimentlerinden numune alma işlemi ise 21.03.2000 yılında yayımlanan “TS 9547 ISO 5667 numaralı kılavuza göre yapılmıştır. Bu kapsamda numune alınırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir [55, 56, 57];

- Numune kapları deniz suyu ile herhangi bir etkileşime geçmeyecek malzemelerden seçilmiş, numune kapları ve kapaklarının temizliğine özen gösterilmelidir,
- Örnekleme sonucu alınan örneklerin de temiz kalması için gerekli önlemler önceden alınmalıdır,
- Hava şartları (sıcaklık, rüzgar, deniz durumu gibi), örnekleme alma noktaları, arazi koşullarına uygun önlemler alınmalıdır,
- Numune kapları ve ortam hazırlandığında fizikokimyasal parametrelerin ölçümü için numune kapları ağızına kadar numune ile doldurulmalı ve hiç hava kalmayacak şekilde kapakları kapatılmalıdır. Böylece numune kabında kalan hava ile numunenin etkileşim ihtimali ortadan kalkmaktadır.
- Yüzeysel sulardan kalite belirlemek için anlık numuneler alınmıştır. Anlık numuneler belirli bir noktadan alınan ve o noktayı temsil eden homojen su kütleleridir, deniz ve göl benzeri yer üstü sulardan genellikle (kaza, ani kalite değişimi incelemesi gibi bir durum söz konusu değilse) anlık numune alınır.
- Bu çalışmada olduğu gibi değişik derinliklerden numuneler alınırken, özel numune alma cihazları kullanılmıştır. Bu cihazların çalışma prensibi

şöyledir; numune alınacak derinliğe gönderilen cihaz bir iletici ile kapağını kapatır, cihaz yukarı çekilir ve cihazın alt kapağındaki musluk açılarak numune kaplarına örnek deniz suyu doldurulur.

- Sonuçların güvenilirliği ya da oluşabilecek aksilikler sebebiyle analizlerin tekrarlanması zorunda kalınması gibi ihtimaller göz önüne alınarak yeterli miktarda örnek alınmalıdır.
- Tatlı sular ve yer altı suları atık sulara göre muhafaza edilmesi nispeten daha kolay olan sulardır. İçme suları ise tatlı sulara göre muhafazası kimyasal reaksiyona daha az yatkın olmalarından dolayı daha kolaydır. Ancak numunelerin hiçbir değişim geçirmeden muhafaza edilmesi oldukça güçtür ve doğru muhafaza yöntemleri gerektirir.
- Numuneler 24 saat içinde analiz edilecekse 1-5°C derece arasına kadar soğutulması yeterli olacaktır. Burada bahsedilen sıcaklık numunelerin değil numune ortamının sıcaklığıdır. Bu korumayı sağlayabilmek için numune örnekleme sahasına buzdolabı veya soğutucu kap götürülmüş ve örnekler burada muhafaza edilmelidir.
- Numuneler mümkün olan ölçüde sallanmadan ölçüm laboratuvarına taşınmalıdır.
- Güneş ışığından uzakta karanlık bir ortamda muhafaza edilmelidir.
- Metal analizi yapılacak örnekler ayrı bir kaba alınarak pH 2'nin altına düşürülür böylece metal cam kaba yapışmaz ve çökmesinin engellenmesi sağlanmış olunur. Bu benzeri koruyucu madde eklemelerinde kullanılacak maddenin yapılacak analize herhangi bir etki yapıp yapmadığı önceden kontrol edilmelidir.
- pH, sıcaklık, iletkenlik ve çözünmüş oksijen benzeri çözünmüş gaz seviyeleri çok çabuk ve önemli oranda değişim gösterebilen parametrelerdir. Bu nedenle çözünmüş oksijen, pH ve çözünmüş gazların analizleri örnekleme alanında yapılmalıdır.

- pH metre ve çözünmüş oksijen cihazları ölçüm yerinde kalibre edilmelidir.

Ayrıca her numune alımında ve saklanmasında genel olarak şunlara dikkat edilmelidir;

- Cihazların yeniden kullanımı sırasında cihaz temizliğine özen gösterilmeli, cihazlar toz, direkt güneş ışığı ve soğuktan korunmalıdır.
- Numune kaplarının ve kapaklarının iç kısımlarına mümkün olduğu kadar elle veya başka herhangi bir şeyle dokunulmamalıdır.
- Toplanan her numune için doğru ve açıklayıcı etiketler konulmalı, etiketlerde mutlaka, yer, tarih, saat, numunenin cinsi, numune alan kişinin bilgilere yer verilmelidir.

Analiz metotlarına ilişkin bilgiler Ek_2'de verilmiştir.

2.3 Kıyı Suları Kalite Ölçütleri

Türkiye su yönetimi konusunda, Avrupa standartları ile uyum sürecinde, su Çerçeve Direktifine uygun olarak birçok mevzuat geliştirmiştir. Bunlardan kıyı ve yerüstü suları ile ilgili olan önemli yönetmelikler şunlardır; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik.

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Madde 13'e göre; yerüstü sularının sınıflandırılması, Ek-5'te yer alan parametre ve kriterler kullanılmak suretiyle Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik 'te yer alan izleme sonuçlarından elde edilen veriler ışığında, Ek-2'deki Yerüstü Su Kütlelerinin Sınıflandırma şemasına göre yapılmaktadır [54, 61].

Kıyı Sularında İzlenmesi Gereken Bazı Kalite Elementleri Çizelge 2.15'de, Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Kıyı Suları Alıcı Ortam Kalite Kriterleri Çizelge 2.16'de, Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri Çizelge 2.17'de, Sedimette ağır metal kriterleri Çizelge 2.18'da verilmiştir.

Çizelge 2.15. Kıyı Sularında İzlenmesi Gereken Temel Kalite Elementleri [61,62].

Genel Kimyasal ve Fiziko- Kimyasal Parametreler	Diğer Tehlikeli Maddeler
Sıcaklık	Yağ-Gres (mg/L)
pH	Deterjanlar (mg/L)
Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)	Baryum ($\mu\text{g/L Ba}$)
Çözünmüş Oksijen (mg/L O_2)	Antimon ($\mu\text{g/L Sb}$)
Renk	Selenyum ($\mu\text{g/L Se}$)
Bulanıklık	Arsenik ($\mu\text{g/L As}$)
Işık Geçirgenliği-Seki Derinliği	Çinko ($\mu\text{g/L Zn}$)
Askıda Katı Madde (mg/L SS)	Bakır ($\mu\text{g/L Cu}$)
Alkalinite (mg/L CaCO_3)	Kalay ($\mu\text{g/L Sn}$)
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) (mg/L O_2)	Kobalt ($\mu\text{g/L Co}$)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (mg/L O_2)	Demir (Fe) ($\mu\text{g/L Fe}$)
Toplam Organik Karbon (TOK) (mg/L)	Mangan(Mn)($\mu\text{g/L Mn}$)
Toplam Azot (mg/L)	Toplam Krom ($\mu\text{g/L Cr}$)
Toplam Kjehdahl Azotu (mg/L TKN)	Vanadyum ($\mu\text{g/L V}$)
Amonyum Azotu (mg $\text{NH}_4^{+-}\text{N/L}$)	Titanyum($\mu\text{g/L Ti}$)
Nitrit azotu (mg $\text{NO}_2^{-}\text{-N/L}$)	Alüminyum($\mu\text{g/L Al}$)
Nitrat azotu (mg $\text{NO}_3^{-}\text{-N/L}$)	Bor ($\mu\text{g/L B}$)
Organik Azot (mg/L)	Krom ($\mu\text{g/L Cr}$)
Toplam fosfor (mg P/L)	
Orto Fosfat (mg/L o- PO_4)	
Sülfat (mg SO_4/L)	
Hidrojen Sülfür (H_2S) (mg/L)	
Florür ($\mu\text{g/L F}$)	
Klorür (mg/L Cl)	
Kalsiyum (mg/L Ca)	
Magnezyum (mg/L Mg)	
Potasyum (mg/L K)	
Sodyum (mg/L Na)	
pV (mg/L O_2)	
Çözünebilir Reaktif P (mg/L)	
Çözünmüş İnorganik Azot (mg/L DIN)	
Toplam İnorganik Azot (mg/L TIN)	
Çözünmüş İnorganik Fosfor (mg/L DIP)	
Silisyum (mg/L)	
Tuzluluk	

Çizelge 2.16. Karadeniz İçin Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Kıyı Suları Alıcı Ortam Kalite Kriterleri [54, 62, 63]

Parametre	Su Kalite Sınıfları			
	I(çok iyi)	II(iyi)	III(orta)	IV(zayıf)
Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)	≥ 6	5	4	< 4
TP ($\mu\text{g/L}$)	< 8	8-12	12-16	> 16
NO_x ($\mu\text{g/L}$) *	< 14	14-20	21-34	> 34
Yağ-gres (mg/L)	$< 0,2$	0,3	0,5	$> 0,5$
Yüzer madde	Yüzer halde sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz			

* NO_x : Oksitlenmiş azotlu bileşikler ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$)

Çizelge 2.17. Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri [54, 62, 63]

Su Kalitesi Sınıfı	TP (µg/L)	NOx (µg/L)	Klorofil-a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	<8	<14	<1	>7
Mezotrofik	12	20	1	5
Ötrofik	16	34	3	3
Hipertrofik	>16	>34	>3	<3

Çizelge 2.18. Sedimette Ağır Metal Kriterleri [65, 66, 67, 68, 69]

Kimyasal (µg/Kg)	ERL Düşük Etki Aralığı	ERM Orta Etki Aralığı
Arsenik, As	8.2	70
Kadmiyum, Cd	1.2	9.6
Bakır, Cu	34	270
Kurşun, Pb	46.7	218
Civa, Hg	0.15	0.71
Nikel, Ni	20.9	51.6
Gümüş, Ag	1.0	3.7
Çinko, Zn	150	410

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 2.1 ve Çizelge 2.1’de detayları verilen istasyonlardan alınan deniz suyu örneklerinde yapılan; sıcaklık, tuzluluk, pH, çözünmüş oksijen, klorofil-a ve besin elementleri analiz verileri Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

TRK 1, TRK 7 ve TRK 13 istasyonlarından alınan sediman örneklerinin, ağır metal değerleri Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deniz Suyunda Yapılan Analiz Sonuçlarına Ait Değerler

Örnekleme Başlangıç-Bitiş Tarihi	İstasyon Adı	Örnekleme Derinliği (m)	Toplam Derinlik(m)	Sıcaklık	Tuzluluk (‰)	pH	O ₂ (mg/l O ₂)	Seki Disk(m)	P (PO ₄)µmol/l P)	TP(µmol/l P)	N (NH ₄) (µmol/l N)	TNOx(µmol/l N)	TN(µmol/l N)	SiO ₄ (µmol/l Si)	Klorofil-a(µg/l)
12.07.2014 20.07.2014	TRK2Y (İğneada)	0,5	60	24,76	15,74	8,83	8,44	10,0	0,041	0,142	0,310	0,127	10,70	0,13	0,30
		10	60	23,62	16,22	8,80	8,73	10,0	0,035	0,147	0,395	0,020	10,56	0,83	0,32
		20	60	21,94	17,97	8,73	8,84	10,0	0,040	0,664	0,739	0,134	14,08	1,47	0,57
		24	60	21,39	18,05	8,72	9,34	10,0	0,073	0,311	1,316	0,432	12,28	1,38	-
		36	60	11,29	18,22	8,66	9,82	10,0	0,040	0,154	0,410	0,174	9,48	2,13	-
		50	60	9,57	18,24	8,59	9,14	10,0	0,044	0,125	0,408	0,469	9,10	4,56	-
		58	60	8,70	18,32	8,51	8,13	10,0	0,115	0,216	0,772	1,484	11,66	6,97	-
12.07.2014 20.07.2014	TRK3 (İğneada)	0,5	97	25,17	15,45	8,82	8,41	10,0	0,044	0,172	0,394	0,163	11,93	0,27	0,28
		10	97	22,70	18,01	8,72	8,89	10,0	0,033	0,133	0,411	0,061	9,94	1,09	0,24

		20	97	16,49	18,18	8,76	10,87	10,0	0,047	0,185	0,417	0,032	10,80	1,15	0,61
		25	97	12,47	18,17	8,75	11,29	10,0	0,054	0,237	0,882	0,056	15,85	1,77	-
		50	97	9,00	18,34	8,59	9,19	10,0	0,047	0,130	0,382	0,203	8,66	3,46	-
		70	97	8,38	18,93	8,38	5,50	10,0	0,426	0,494	0,450	1,677	10,26	9,56	-
		95	97	8,23	19,41	8,17	3,57	10,0	0,679	0,695	0,621	2,421	10,41	12,99	-
12.07.2014	TRK6 (Bati Karadeniz Kontrol)	0,5	95	25,64	15,49	8,84	8,42	9,0	0,025	0,130	0,318	0,048	9,42	0,19	0,23
20.07.2014		10	95	22,26	17,76	8,76	8,93	9,0	0,035	0,136	0,830	0,095	11,24	0,88	1,05
		15	95	20,74	18,01	8,76	10,13	9,0	0,060	0,191	0,750	0,020	12,99	1,37	-
		20	95	13,44	18,20	8,77	11,32	9,0	0,065	0,225	1,002	0,054	12,11	1,61	0,34
		25	95	11,31	18,21	8,75	10,83	9,0	0,056	0,314	0,694	0,028	12,45	1,53	-
		30	95	10,33	18,20	8,72	10,36	9,0	0,026	0,164	0,453	0,020	8,25	1,34	-
		50	95	8,79	18,28	8,61	9,33	9,0	0,037	0,145	0,777	0,509	11,79	3,44	-
		70	95	8,63	18,53	8,49	7,70	9,0	0,126	0,222	0,886	0,586	8,72	4,81	-

		93	95	8,28	19,73	8,15	2,46	9,0	0,899	0,914	1,250	2,561	11,90	16,87	-
12.07.2014 20.07.2014		0,5	83	25,59	15,69	8,79	8,39	8,0	0,027	0,121	0,223	0,023	11,16	0,34	0,25
12.07.2014 20.07.2014	TRK5Y (Batı Karadeniz Kontrol)	10	83	21,91	17,52	8,74	8,98	8,0	0,028	0,145	0,430	0,026	9,71	0,94	0,26
		20	83	17,01	18,14	8,74	10,49	8,0	0,056	0,197	0,767	0,020	10,89	1,26	0,98
		30	83	10,98	18,18	8,63	9,27	8,0	0,038	0,131	1,021	0,365	11,70	3,76	-
		50	83	8,78	18,24	8,58	9,31	8,0	0,048	0,112	0,611	0,705	9,96	4,01	-
		70	83	8,59	18,58	8,46	-	8,0	0,232	0,296	0,984	1,326	11,54	8,16	-
		80	83	8,45	18,97	8,33	5,04	8,0	0,447	0,539	0,622	1,716	11,19	11,63	-
		12.07.2014 20.07.2014	K0 (Boğaz Çıkışı)	0,5	66	25,46	15,61	8,83	8,25	8,0	0,197	0,337	0,462	0,114	14,80
10	66	22,05		16,76	8,79	9,35	8,0	0,033	0,145	0,576	0,049	12,07	0,43	0,57	
20	66	16,42		18,07	8,73	8,52	8,0	0,053	0,185	1,012	0,068	15,43	1,67	1,15	
30	66	10,27		18,21	8,67	8,43	8,0	0,052	0,151	1,118	0,300	13,08	2,90	-	
40	66	10,64		19,17	8,62	9,77	8,0	0,082	0,196	1,004	0,400	11,47	2,30	-	

		50	66	15,21	32,81	8,34	4,60	8,0	0,380	0,536	4,011	2,301	14,53	5,57	-		
		62	66	15,42	35,61	8,23	2,80	8,0	0,608	0,754	5,299	3,879	17,04	8,04	-		
13.07.2014 20.07.2014	TRK9 (Şile Kontrol)	0,5	100	25,37	16,44	8,78	8,18	10,0	0,055	0,190	1,281	0,631	15,77	0,61	0,24		
		10	100	22,19	18,00	8,75	9,22	10,0	0,025	0,262	0,667	0,154	15,31	0,84	0,39		
		20	100	15,06	18,24	8,78	11,21	10,0	0,059	0,242	0,944	0,037	13,52	1,51	0,86		
		30	100	10,40	18,22	8,72	10,06	10,0	0,022	0,139	0,613	0,041	9,41	1,16	-		
		50	100	9,03	18,30	8,64	9,46	10,0	0,024	0,166	0,791	0,126	11,92	2,47	-		
		60	100	8,27	18,34	8,57	8,28	10,0	0,050	0,198	0,861	0,583	16,06	3,66	-		
		75	100	9,33	19,25	8,53	8,15	10,0	0,074	0,343	0,925	0,634	12,08	3,63	-		
		98	100	8,92	19,75	8,39	5,96	10,0	0,384	0,437	1,175	1,720	11,72	8,75	-		
		13.07.2014 20.07.2014	TRK12Y (Sakarya Nehri Kontrol)	0,5	703	25,00	16,62	8,78	8,33	11,0	0,039	0,156	0,140	0,051	12,91	0,66	0,23
				10	703	24,05	16,78	8,79	8,70	11,0	0,037	0,132	0,140	0,036	11,01	0,49	0,35
20	703			19,96	17,98	8,75	9,56	11,0	0,082	0,166	0,569	0,126	13,63	1,46	0,70		

		25	703	16,82	17,99	8,75	9,93	11,0	0,060	0,175	0,387	0,025	12,38	1,46	-
		50	703	9,62	18,32	8,66	9,48	11,0	0,038	0,126	0,140	0,234	8,35	1,78	-
		80	703	8,65	18,88	8,47	6,39	11,0	0,226	0,351	0,140	0,937	10,81	6,88	-
		100	703	8,39	19,57	8,29	3,68	11,0	0,417	0,629	0,140	1,515	11,61	10,14	-
		150	703	8,65	20,69	8,12	1,55	11,0	0,985	1,406	0,140	1,461	12,72	15,09	-
		250	703	8,79	21,62	8,06	0,00	11,0	2,678	3,154	13,463	0,157	20,50	37,92	-
14.07.2014 20.07.2014	TRKE3 (Ereğli Kontrol)	0,5	94,5	25,63	16,78	8,74	8,24	10,0	0,034	0,141	0,712	0,056	12,24	0,26	0,99
		10	94,5	23,80	16,96	8,76	8,78	10,0	0,031	0,136	0,395	0,020	9,98	1,11	0,13
		20	94,5	14,20	18,18	8,73	10,54	10,0	0,040	0,202	0,610	0,066	11,46	1,51	0,15
		30	94,5	12,01	18,17	8,68	9,74	10,0	0,027	0,168	0,143	0,022	8,41	1,31	-
		50	94,5	9,78	18,24	8,63	9,71	10,0	0,046	0,126	0,818	0,450	9,59	1,93	-
		75	94,5	8,64	18,80	8,44	4,91	10,0	0,475	0,530	0,736	1,821	11,82	13,15	-
		93	94,5	8,32	19,39	8,25	3,78	10,0	0,754	0,839	1,086	2,875	13,11	14,05	-

14.07.2014 20.07.2014	TRK13 (Zonguldak, Kontrol)	0,5	19,5	24,48	16,97	8,79	8,38	8,0	0,027	0,137	0,474	0,048	10,86	0,54	0,63
		10	19,5	22,39	17,50	8,77	9,05	8,0	0,037	0,170	0,536	0,039	11,35	0,74	-
		18	19,5	18,29	17,81	8,75	9,27	8,0	0,038	0,224	0,450	0,024	13,70	1,07	0,96
14.07.2014 20.07.2014	TRK17 (Bartın, Kontrol)	0,5	42	25,79	17,02	8,75	8,32	9,0	0,031	0,136	0,833	0,034	10,79	0,56	0,30
		10	42	21,84	17,64	8,76	8,96	9,0	0,031	0,253	0,617	0,039	10,34	0,68	1,00
		20	42	19,82	17,86	8,75	9,47	9,0	0,035	0,166	0,544	0,039	10,82	0,86	-
		25	42	14,99	18,12	8,74	9,77	9,0	0,050	0,211	0,519	0,036	9,25	1,03	0,31
		41	42	10,96	18,27	8,70	9,55	9,0	0,068	3,022	1,287	0,189	13,18	2,67	-
14.07.2014 20.07.2014	TRK21Y (Cide, Kontrol)	0,5	750	25,72	16,96	8,76	8,21	11,0	0,035	0,156	0,751	0,069	13,43	0,73	0,29
		10	750	22,50	17,74	8,77	9,72	11,0	0,047	0,177	0,761	0,099	12,82	1,30	0,50
		20	750	15,03	18,11	8,77	10,33	11,0	0,047	0,202	1,127	0,056	11,91	2,10	-
		25	750	12,11	18,22	8,74	10,12	11,0	0,042	0,185	1,200	0,076	10,88	1,68	0,65
		50	750	9,02	18,35	8,65	9,01	11,0	0,088	0,156	1,469	0,789	11,22	3,94	-

		100	750	8,32	19,64	8,25	3,36	11,0	0,714	0,690	1,509	2,544	9,39	17,41	-
		250	750	8,76	21,55	8,06	0,00	11,0	3,777	3,557	14,368	0,637	21,54	47,09	-
14.07.2014 20.07.2014	TRK20Y (Cide)	0,5	27	23,33	17,81	8,81	9,03	9,0	0,035	0,181	0,788	0,020	10,39	0,90	0,27
		15	27	16,22	17,97	8,79	9,87	9,0	0,043	0,272	0,696	0,020	11,58	1,16	0,30
		25	27	12,25	18,17	8,77	9,91	9,0	0,035	0,185	0,504	0,020	9,85	1,30	0,53
14.07.2014 20.07.2014	TRK19 (Cide, Kontrol)	0,5	42,2	24,22	17,39	8,77	8,42		0,033	0,148	0,671	0,072	13,02	0,89	0,27
		10	42,2	23,10	17,58	8,75	9,35		0,038	0,169	0,536	0,047	12,28	1,03	0,48
		25	42,2	12,59	18,16	8,74	10,43		0,039	0,158	0,455	0,046	12,34	1,60	0,85
		38	42,2	10,95	18,20	8,67	9,77		0,115	0,225	0,864	0,091	11,96	2,60	-
15.07.2014 20.07.2014	TRK24 (İnebolu, Kontrol)	0,5	98	23,92	17,90	8,73	8,68	12,0	0,028	0,240	0,966	0,033	10,49	1,27	0,22
		10	98	18,48	18,02	8,76	10,32	12,0	0,027	0,208	0,911	0,029	9,50	1,46	0,41
		20	98	11,99	18,19	8,71	9,99	12,0	0,018	0,126	0,703	0,021	7,16	1,72	-
		25	98	10,61	18,21	8,70	9,87	12,0	0,025	0,154	0,906	0,029	9,85	1,92	0,47

		30	98	10,09	18,22	8,68	9,54	12,0	0,034	0,278	1,180	0,033	13,40	2,96	-
		50	98	9,00	18,35	8,58	8,71	12,0	0,080	0,199	1,701	0,390	13,02	5,48	-
		75	98	8,46	18,99	8,37	10,12	12,0	0,051	0,202	1,619	0,041	12,52	2,19	-
		95	98	8,37	19,61	8,18	3,08	12,0	0,723	0,821	1,080	2,182	10,90	15,62	-

Çizelge 3.2. Sedimanda Yapılan Analiz Sonuçlarına Ait Ağır Metal Değerleri (mg/kg)

Örnek- leme Tarihi	İstasyon Adı	Top. Derinlik (m)	R	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg
12.07.2014	TRK1 İğneada ve Tuna Suyu Kontrol	22,5	R1	1311	7,3	< 0,10	3,84	5,23	3,39	3318	170	3,89	4,6	10,1	0,01
			R2	6742	6,7	< 0,10	10,9	118	14,8	14218	468	20,9	13,8	40,3	0,02
			R3	6547	6,7	< 0,10	10,5	44	19,7	9735	411	25,2	15,3	39,1	0,02
			Ort	6645	6,7	<0,10	10,7	80,9	17,3	11977	440	23	14,6	39,7	0,02
12.07.2014- 13.07.2014	TRK7 Şile Kontrol	27	R1	2893	9,2	< 0,10	2,08	5,89	3,39	2688	129	3,57	6,48	5,71	0,006
			R2	5050	13,5	< 0,10	2,55	29,1	3,34	3725	170	4,63	10,3	5,86	0,005

			R3	5052	15,4	< 0,10	3,01	13,2	3,79	4352	212	5,12	9,76	6,9	0,0002
			Ort	5051	14,5	<0,10	2,8	21,2	3,6	4038	191	4,9	10	6,4	0,003
14.07.2014	TRK13 Zonguldak Kontrol	19,5	R1	7601	7,9	0,17	8,81	46,3	23,2	13705	259	29,6	19,7	48,4	0,097
			R2	9422	10,9	0,22	12,7	62,5	29,2	18398	347	41	29,7	55,2	0,106
			R3	8546	10,7	0,2	12,4	62,2	30,7	18450	349	39,4	28,5	60,2	0,1
			Ort	8523	9,8	0,2	11,3	57	27,7	16851	318	36,7	26	54,6	0,1

3.1 Parametre Bazında İnceleme (Yüzey Suyu)

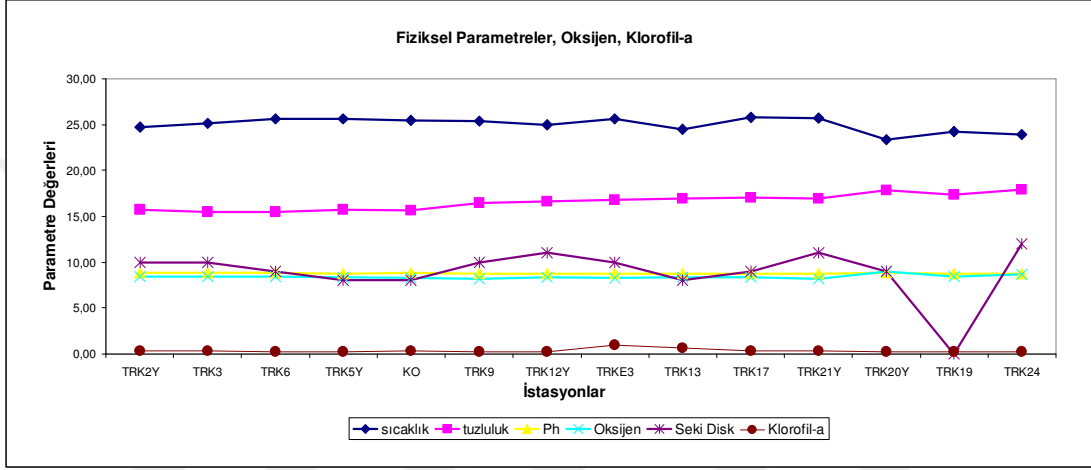
Çalışılan istasyonlara ait parametrelerden, sıcaklık, tuzluluk, pH, çözünmüş oksijen, seki diski ve klorofil-a değerlerinin istasyonlara göre dağılımları Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Yüzey sularında (0.5 m) yapılan ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve tuzluluk değerleri doğru orantılı bir değişim göstermiştir. Sıcaklık 25 °C'lerde, tuzluluk ise %15 civarındadır. pH ve çözünmüş oksijen değerlerinde belirgin bir değişim gözlenmemiştir. pH değeri 8.70-8.80 arasında değişmiştir. EPA'nın deniz suyu kriterleri ile karşılaştırıldığında pH değeri yüksektir. pH değeri sudaki OH⁻ iyonlarının artması sonucu artar. pH seviyesinin yükselmesi besin elementlerinin bakteriler ve fitoplanktonların fotosentez, solunum ve parçalanma reaksiyonlarının artması sonucu meydana geldiğinin göstergesi olarak değerlendirilir ve bu durum sudaki azot ve fosfor döngüsünü etkilemektedir. Örneğin; NH₄ yüksek pH değerlerinde zehirli NH₃'e dönüşür bu da sudaki canlı yapıyı olumsuz etkilemektedir.

Oksijen değeri ise 8.20 mg/l ile 9.20 mg/l arası değerlerde bulunmuştur. Bu oksijen değerleri ulusal ve uluslar arası sınır değerlerin üzerindedir. Oksijen değerleri, sınır değerlere göre uygundur.

Seki disk değerinin Boğaz çıkışı noktasından Zonguldak'a kadar ve Bartın'dan İnebolu'ya kadar olan bölgelerde diğer bölgelere göre nispeten daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. TRK 19 Cide kontrol noktasında seki disk verisi bulunmadığından sıfır olarak görünmektedir. Seki disk değerinin en düşük gözlemlendiği bölge ise Boğaz Çıkışı olmuştur. Seki diski derinliği suyun ışık geçirgenliği ölçen bir parametredir yani sudaki askıda katı maddelerin, ölü ya da canlı varlıkların yoğunluğu hakkında bilgi verir, suda çözülmüş olan maddeler seki diski derinliğini etkilemez. Yağış miktarının azalması da seki diski derinliğini etkileyen faktörlerden biridir. Bu bilgilerden yola çıkarak seki diski derinliğinin nispeten diğer istasyonlara göre düşük olduğu 5. İstasyon Boğaz Çıkışı (TRK K0) ve 9. İstasyon (TRK13) Zonguldak İstasyonlarında evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilik, Zonguldak bölgesinde taş kömürü işletmelerinden gelen kömür tozu deniz suyunun ışık geçirgenliğini azaltmaktadır.

Klorofil-a değerlerinde de çok belirgin bir değişim göstermemiş olup en düşük 0,22

mg/l olarak İnebolu kontrol noktasında, en yüksek değer ise 0,99 mg/l olarak Ereğli kontrol noktasında gözlemlenmiştir. Klorofil-a değeri fitoplankton miktarı ile ilişkili bir değerdir. Besin elementlerinin artışı ile birlikte fitoplankton aktiviteleri arttığında klorofil-a değerlerinde de artış gözlemlenir [64]. Klorofil-a değerinin nispeten yüksek olduğu Ereğli istasyonunda kirlilikle ilişkili olarak besin elementleri artışı ile birlikte fitoplankton miktarı ve buna bağlı olarak klorofil-a değeri artmaktadır.



Şekil 3.1. Sıcaklık, Tuzluluk, pH, Oksijen, Seki Disk ve Klorofil-a Değişimleri

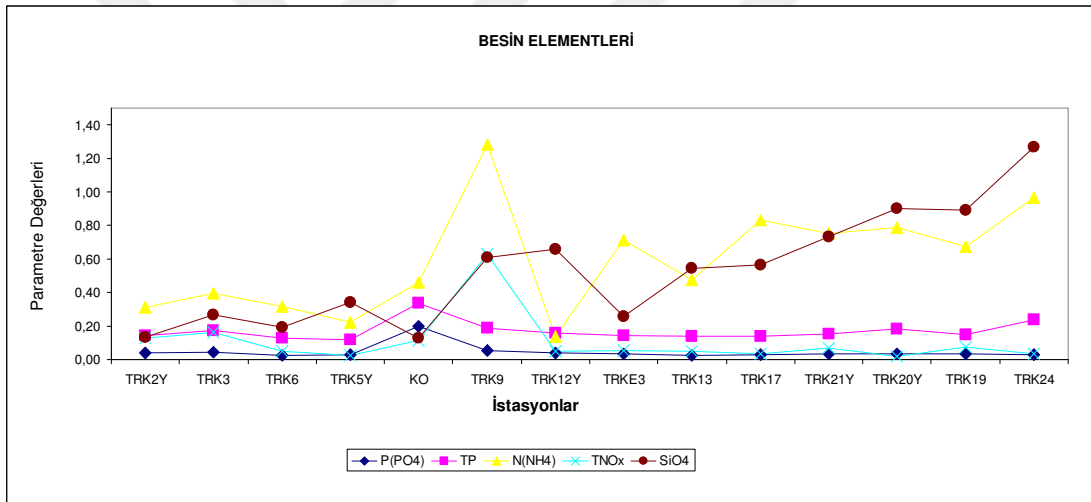
Besin elementlerinin istasyonlara göre dağılımı ise; Şekil 3.2'de verilmiştir. Yüzeysel sularında (0.5 m) yapılan ölçüm sonuçlarına göre; TP ve P(PO₄) değerleri uyumlu bir grafik çizmekte olup, K0 Boğaz Çıkışı istasyonunda arttığı ve TP'nin 0,30 µmol/l-P değerine, P(PO₄)'ün 0,20µmol/l-P değerine çıktığı gözlemlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise TP değeri 0,14 µmol/l-P ile 0,20 µmol/l-P değerleri arasında, P(PO₄) ise 0,02 µmol/l P ve 0.06 µmol/l P değerleri arasında değişmektedir. Deniz suyunda Fosfat yükü öncelikle evsel atıkların ve tarım faaliyetlerinin en önemli göstergesidir. Ortamdaki fazla fosfat bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından tüketilirken aynı zamanda oksijen de tükenir ve bulanıklık artar bu durum da su kalitesinin bozulmasına yol açar.

N(NH₄) ve TNO_x (N(NO₃) + N(NO₂)) değerleri, TRK9 Şile istasyonunda diğer istasyonlara göre artış göstermiştir. Azot artışının tarım faaliyetlerinden ve kentsel atıksulardan kaynaklanmaktadır. Şile'de mevcut bir ön arıtma tesisi ve derin deniz deşarj sistemi bulunmaktadır. Özellikle yaz aylarında bölgenin turistik bir yer

olması sebebi ile nüfus artmakta ve mevcut arıtma sistemi yetersiz kalmaktadır. Ayrıca Tuna Nehri ile birlikte gelen atık yükünün de azot miktarı artışında önemi vardır.

SiO_4 ve $\text{N}(\text{NH}_4)$ değerleri doğuya gittikçe artış göstermiştir. Karadeniz'de silikatların Akdeniz'e göre yüksek miktarlarda bulunmasının bir sebebi de akarsu girdisinin yüksek olmasıdır. Kayalıklarda bulunan silikatlar nehirler aracılığı ile denize taşınır. Diğer besin elementleri gibi silikatların da birincil üretimde yeri vardır.

Yüzey sularındaki silikat dağılımı, silikatın Karadeniz'in birincil üretiminde sınırlayıcı bir faktör olmadığını ortaya koymaktadır [34].



Şekil 3.2. Besin Elementlerinin İstasyon Bazlı Değişimleri

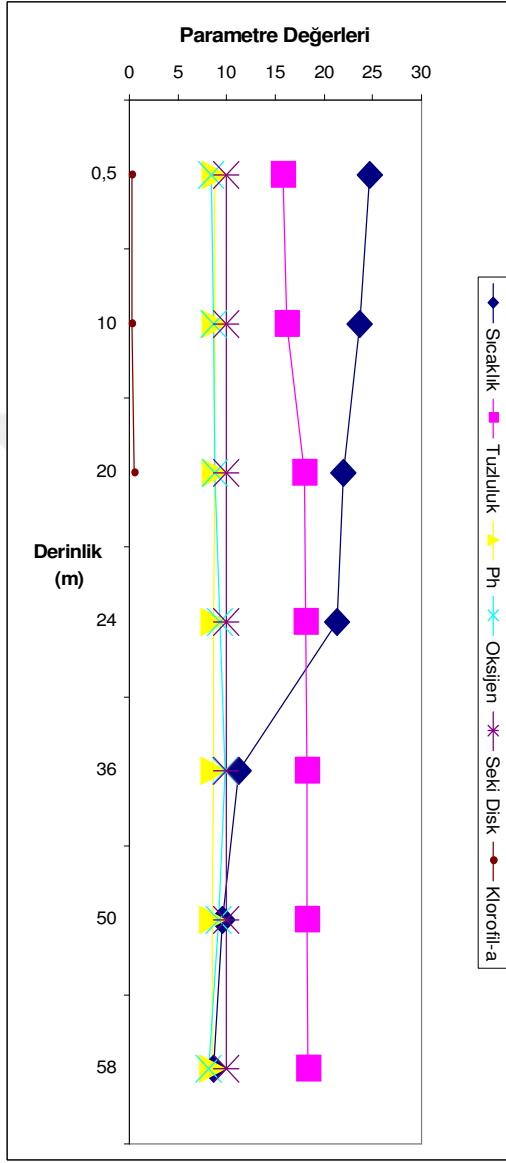
Parametrelerin 0.5, 10 ve 20 metre derinlikten alınan örnek sonuçlarının maksimum minimum ve ortalama değerlerine ilişkin grafikler Ek_3' de verilmiştir.

3.2. Derinlik Bazında İnceleme

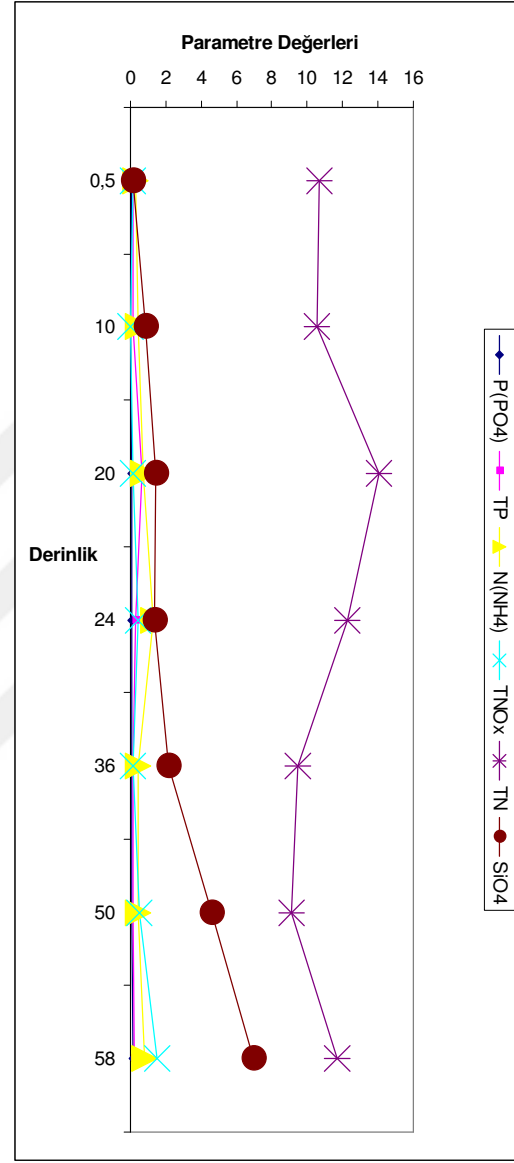
1. İstasyon (TRK2Y İğneada)

TRK 2Y İğneada istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.15'de gösterilmiştir. Grafiğe göre derinlik artarken sıcaklığın azaldığı ve tuzluluğun arttığı görülmektedir. Özellikle 25 m derinlikten sonra sıcaklık 20 °C'den 10 °C'ye kadar düşmüş, 40 m'den sonra 8-9 °C'lerde sabitlenmiştir. Çözünmüş oksijen miktarı 50 metreden sonra azalmaya başlamıştır. Klorofil-a değeri minimum 0,5 metrede 0.30 µg/l, 20 metrede maksimum 0.57 µg/l olarak ölçülmüştür. Klorofil-a değerlerinin arttığı ilk 50 metrede oksijen miktarının da artması bu derinliklerde fotosentez gerçekleştiğini, fitoplanktonların arttığını göstermektedir.

TRK 2Y İğneada istasyonuna ait besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.16'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; TN miktarı en az 9.10 µmol/l N iken en fazla 20 m'de 14.08 µmol/l N olarak ölçülmüştür. 20-50 metreler arası düşüş göstermiş, 50 metreden sonra tekrar yükselmiştir. SiO₄ değeri derinlikle birlikte artış göstermiştir; maksimum değeri (6.97 µmol/l SiO₄) en derin noktada gözlemlenirken, minimum değeri (0.13 µmol/l SiO₄) ise yüzeindedir. 0-24 m'ler arasında genel olarak artış gösteren P(PO₄), TP, N(NH₄) ve TNO_x değerleri, 50 m'ye kadar düşüş göstermiş ve 50 m'den sonra yeniden yükselmiştir. Besin elementleri miktarında Tuna Nehrinden akıntıyla gelen kirliliğin etkisi görülmektedir.



Şekil 3.15. İğneada (TRK 2Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

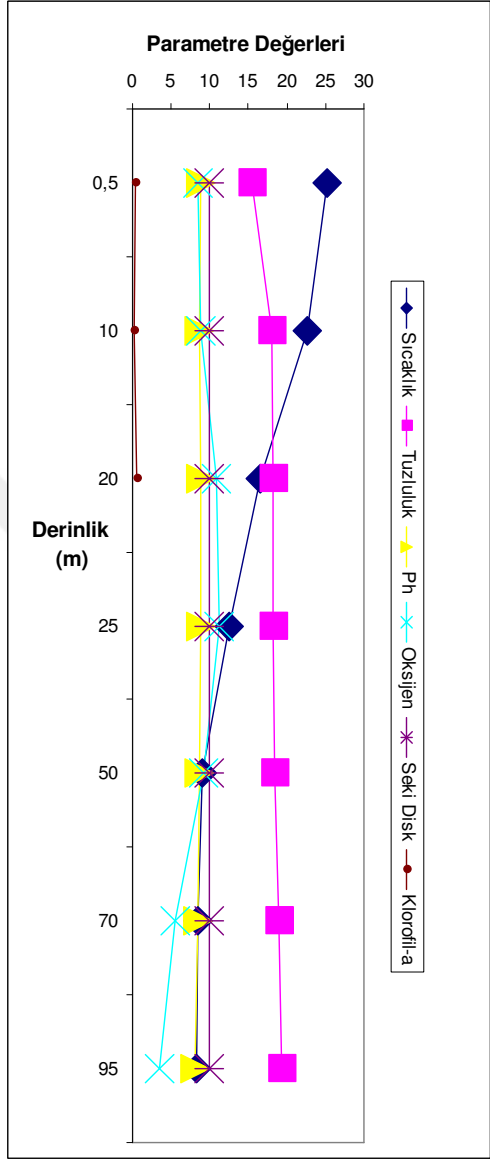


Şekil 3.16. İğneada (TRK 2Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

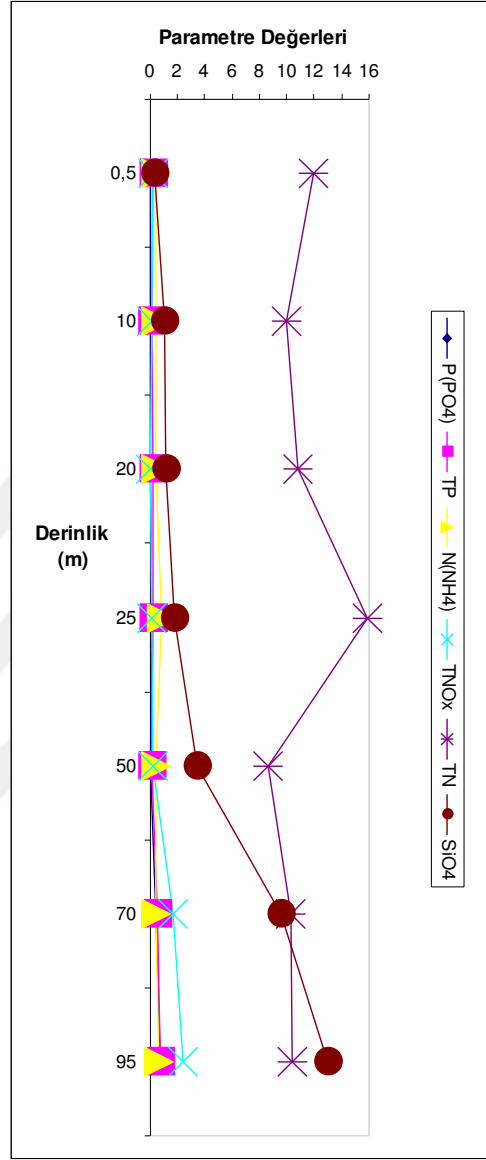
2. İstasyon (TRK3 İğneada)

TRK 3 İğneada istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.17'de gösterilmiştir. Derinlikle birlikte sıcaklık azalırken tuzluluk miktarı artmıştır. Seki disk ve pH değerleri belirgin bir değişim göstermezken oksijen miktarında 25 metreden sonra belirgin bir düşüş görülmektedir. Klorofil-a değeri minimum 0,5m'de 0.28 µg/l, 20 metrede maksimum 0.61 µg/l olarak ölçülmüştür. 20 ve 25 metre derinliklerde ölçülen oksijen değerleri yüzeyde ölçülen oksijen değerinden fazladır bu durumun sebebi bu derinliklerde gerçekleşen fotosentez aktivitesidir. Klorofil-a değerinin de bu derinliklerde artması fotosentezi doğrulamaktadır.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.18'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; TN miktarı 0-25 m arasında genel olarak yükselmiş, 25-50 metreler arasında düşmüş ve 50 metreden sonra yeniden yükselmiştir. Maksimum seviyesi 15.85 µmol/l N minimum seviyesi ise 8.66 µmol/l N olarak kaydedilmiştir. SiO₄ değeri derinlikle birlikte artış göstermiştir; maksimum değeri (12.99 µmol/l SiO₄) en derin noktada gözlemlenirken, minimum değeri (0.27 µmol/l SiO₄) ise yüzeydedir. P(PO₄), TP, N(NH₄) ve TNO_x değerleri yüzeyden 25 metreye kadar genel olarak artmış, 25-50 metreler arasında düşüşe geçmiş ve 50 metreden sonra yeniden yükselme göstermiştir. İğneada istasyonu için besin elementlerinin artış gösterdiği noktalarda Tuna Nehri'nden gelen kirlilik yükünün etkisi olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 3.17. İğneada (TRK3) İstasyonu
Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre
Değişimleri

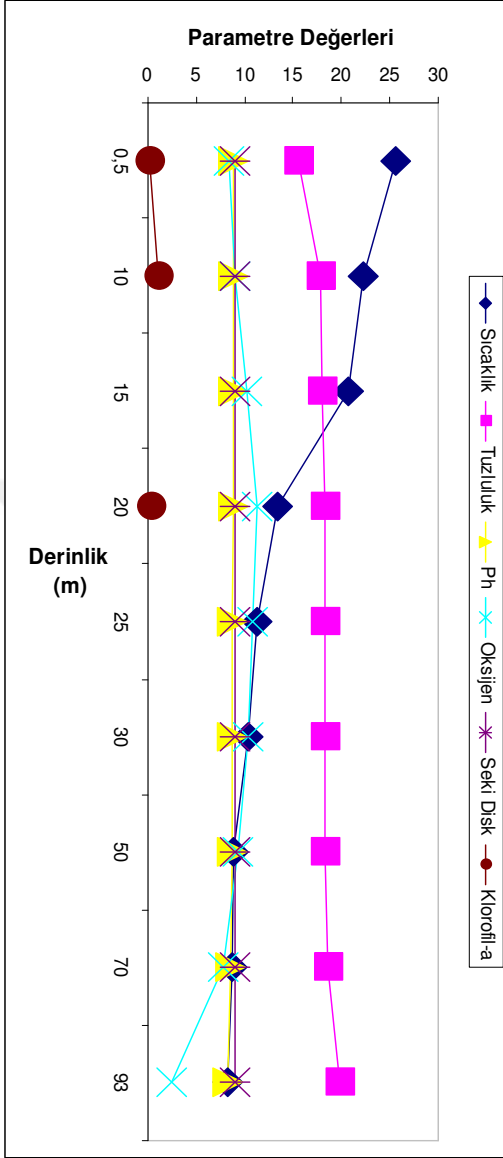


Şekil 3.18. İğneada (TRK3) İstasyonu
Derinliğe Bağlı Besin Elementleri
Değişimleri

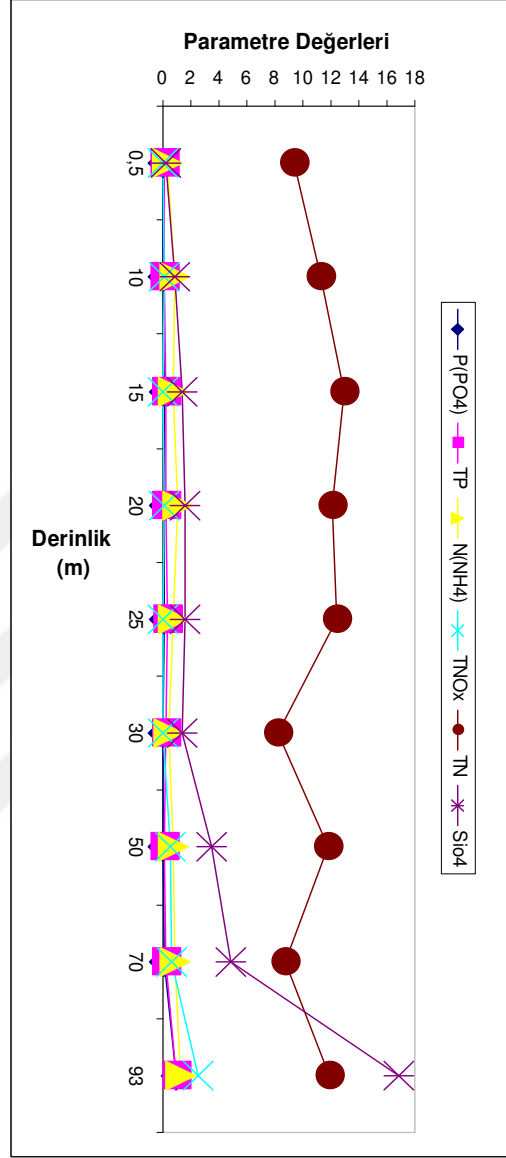
3. İstasyon (TRK6 Batı Karadeniz)

TRK6 Batı Karadeniz istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.19'da gösterilmiştir. Derinlikle birlikte sıcaklık azalırken tuzluluk miktarı artmıştır. Seki disk ve pH değerleri belirgin bir değişim göstermezken oksijen miktarında 25 metreden sonra belirgin bir düşüş görülmektedir. Diğer istasyonlarda da görülen oksijen-klorofil-a ilişkisi Batı Karadeniz İstasyonunda da görülmektedir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.20'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; TN miktarı en az 8.25 $\mu\text{mol/l N}$ iken en fazla 25 m'de 12.99 $\mu\text{mol/l N}$ olarak ölçülmüştür. 15 m'de diğer derinliklere göre yüksek olan TN değeri diğer derinliklerde 8-13 $\mu\text{mol/l N}$ değerleri arasında olduğu kaydedilmiştir. SiO_4 değeri derinlikle birlikte artış göstermiştir; maksimum değeri (16.87 $\mu\text{mol/l SiO}_4$) en derin noktada gözlemlenirken, minimum değeri (0.19 $\mu\text{mol/l SiO}_4$) ise yüzeindedir. Özellikle 50 metreden sonraki derinliklerde TP, TNO_x , $\text{N}(\text{NH}_4)$ 50 metreden sonra yükselme göstermiştir. Besin elementleri değerlerinde nehirlerin etkisi ile birlikte evsel atıksuların da etkisi bulunmaktadır.



Şekil 3.19. Batı Karadeniz (TRK6) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

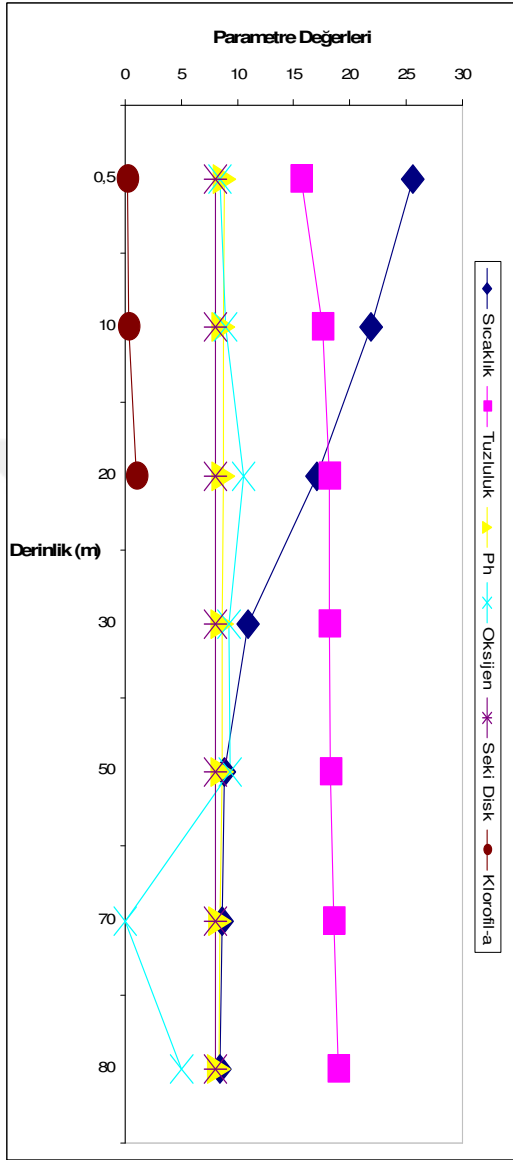


Şekil 3.20. Batı Karadeniz (TRK6) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

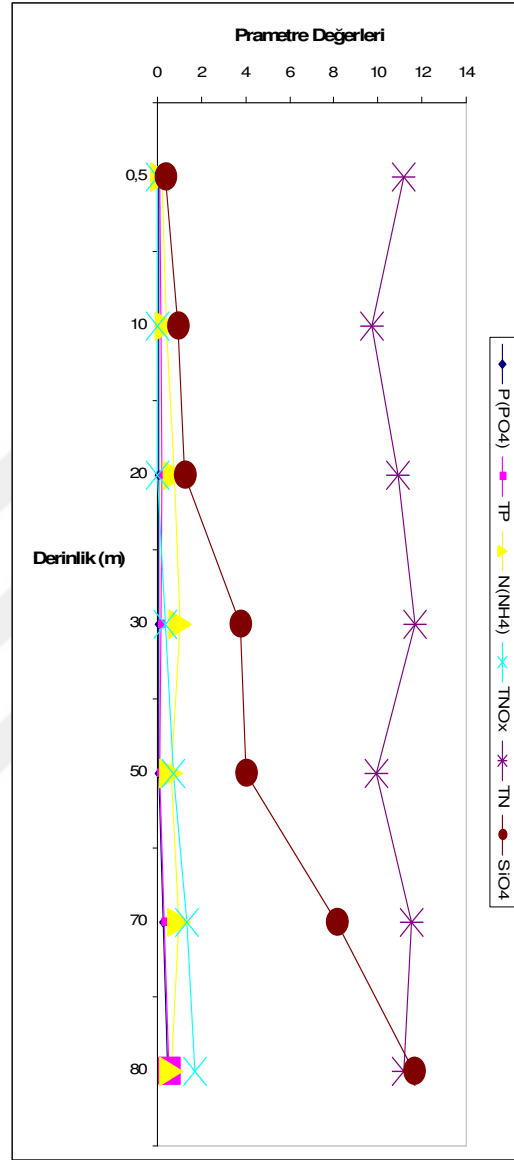
4. İstasyon (TRK 5Y Batı Karadeniz)

TRK5Y Batı Karadeniz istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Grafiğe göre sıcaklık ve çözünmüş oksijen miktarı derinlik azaldıkça azalmaktadır. 20-50 m'ler arasında sıcaklıkta ani düşüş gözlemlenmektedir. Oksijen değerlerinde derinlik arttıkça 20 metreye kadar artış gözlemlenmiş, 20 metreden sonra düşüşe geçmiştir. pH değeri diğer istasyonlarda da olduğu gibi anlamlı bir değişim göstermemiştir. Seki disk değeri 8 m olarak okunmaktadır. Derinlikle birlikte artış gösteren klorofil-a değeri fitoplankton varlığının ve fotosentez aktivitesinin göstergesi olup, 30 metreden sonrasında veri bulunmamaktadır.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.22'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam azot (TN) en düşük 9,96 $\mu\text{mol/l N}$ en yüksek 11,54 $\mu\text{mol/l N}$ olarak kaydedilmiştir. SiO_4 değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu ($\text{P}(\text{PO}_4)$) değerleri paralel çizgilerde olmakla birlikte özellikle 50 metreden sonra artış göstermişlerdir. Toplam oksitlenmiş azot (TNO_x) ve Amonyum Azotu (N-NH_4) derinlikle birlikte artış göstermiştir.



Şekil 3.21 Batı Karadeniz (TRK5Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

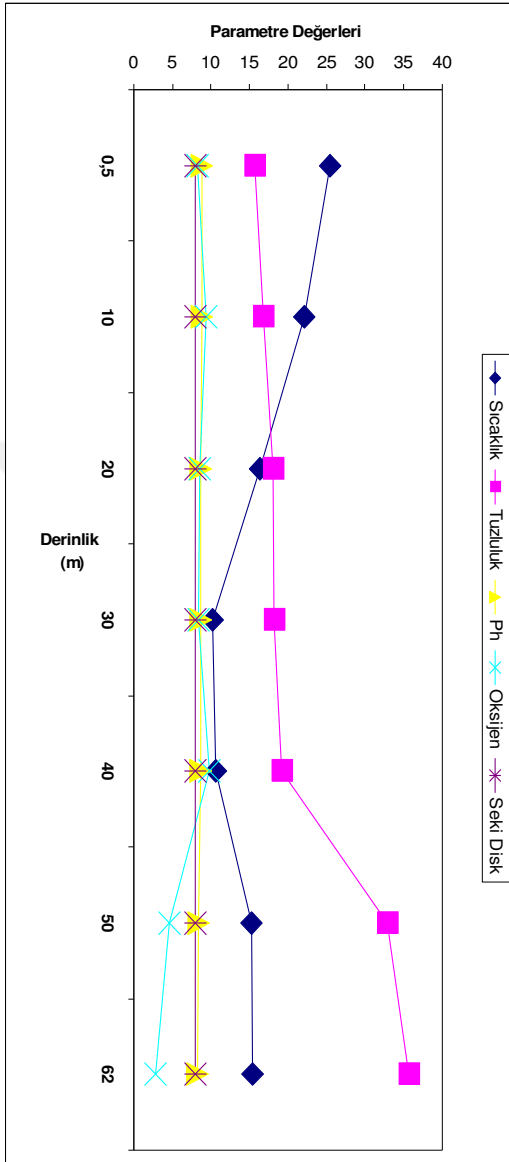


Şekil 3.22 Batı Karadeniz (TRK5Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

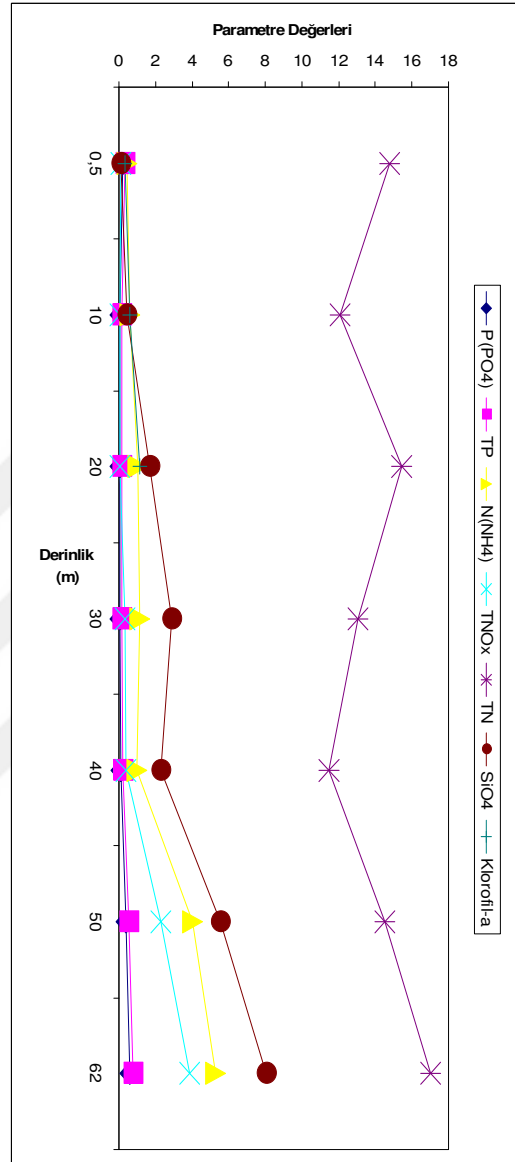
5. İstasyon (TRK K0 Boğaz Çıkışı)

TRKK0 Boğaz Çıkışı istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.23'de gösterilmiştir Grafiğe göre; Sıcaklık değerleri derinlikle birlikte azalırken, tuzluluk değerlerinin arttığı görülmektedir. pH değeri diğer istasyonlarda olduğu gibi 8-9 arasındadır. Seki disk 8 metre ölçülmüştür. Seki disk derinliği diğer istasyonlara göre düşük çıkmıştır, sudaki bulanıklığı işaret eden bu değer askıda katı madde miktarının artması, yağışların azalması ile azalmaktadır. Çözünmüş oksijen miktarı ise derinlik arttıkça 40 metreye kadar artmış, özellikle 40 metreden sonra düşüğe geçmiştir. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.24'te gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam azot (TN) değeri en yüksek 17,04 µmol/l N en düşük 11,47 µmol/l N olarak ölçülmüştür. 0-10 m arası azalmış, 10-20m arası artmış 10-40m arası azalmış ve 40 metreden sonra artış göstermiştir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P(PO₄)) değerleri paralel çizgilerde olmakla birlikte özellikle 40 metreden sonra artış göstermişlerdir. Amonyum Azotu (N-NH₄) ve Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) değerleri paralel bir çizgi çizmekte ve özellikle 40 metreden sonra artış gözlemlenmiştir. Boğaz çıkışı istasyonundaki besin elementleri değerleri diğer istasyonlara göre daha fazladır bunun nedeni evsel ve endüstriyel atıklardır.



Şekil 3.23 Boğaz Çıkışı (TRK K0) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri



Şekil 3.24 Boğaz Çıkışı (TRK K0) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

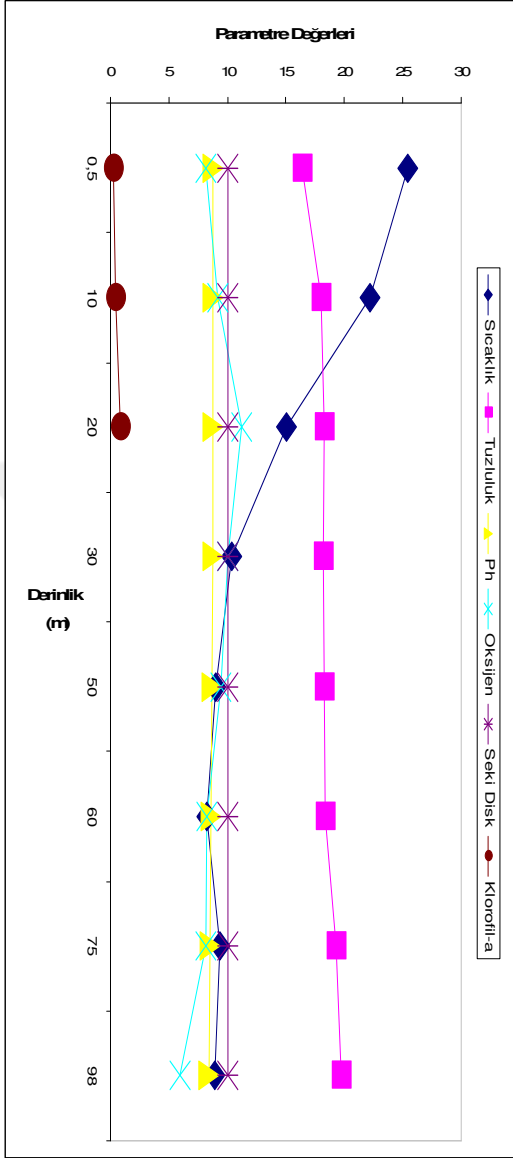
6. İstasyon Şile Kontrol (TRK9)

TRK 9 Şile Kontrol istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.25'de gösterilmiştir. Grafiğe göre; sıcaklık derinlikle birlikte azalmış, özellikle 0,5-30 metreler arasında değişim göstermiştir. Tuzluluk miktarı derinlikle birlikte artan bir grafik çizmiştir. Değişim ‰16-20 arasında gözlemlenmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 50 metreye kadar artış göstermiş, 50 metreden sonra azalmıştır. Özellikle 50 metreden sonra düşüşün fazla olduğu gözlemlenmiştir. pH 8-9 arasındadır. Seki diski değeri 10 metre ölçülmüştür. Bu istasyonda da diğer istasyonlarda görülen oksijen-klorofil-a ilişkisi vardır.

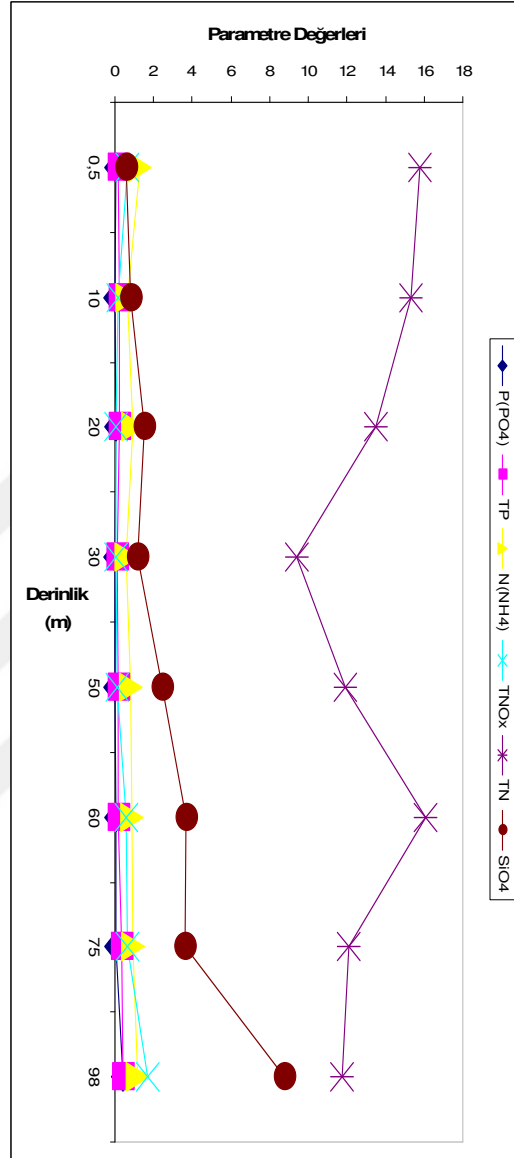
Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.26'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değeri 0-30 metre arası düşüş göstermiş, 30-60 metreler arasında yükselmiş, 60 metreden sonra düşüşe geçmiştir. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) değerleri ilk 10 metre azalmış, 50 metreden sonra artmıştır. Amonyum Azotu değerleri 30 metreye kadar artış ve azalmalar göstermiş, 30 metreden sonra artmıştır. Diğer istasyonlara göre azot miktarı daha yüksektir. Azot miktarındaki artış nedeni; evsel atıksu arıtma sisteminin yetersizliği, nehirlerin akıntılar vasıtası ile getirdiği kirli sular olarak değerlendirilmiştir.

Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P(PO₄)) değerleri paralel çizgilerde olmakla birlikte özellikle 50 metreden sonra artış göstermişlerdir.

1992-1996 yılları arasında Şile Liman içi mevkiinde deniz suyu örnekleme çalışmalarında da nitrat azotu değerinin kıyıda her ay, açıkta bazı aylar sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiş ve nedeni ise evsel atıklar, liman faaliyetleri ile ilişkilendirilmiştir [1].



Şekil 3.25 Şile (TRK 9) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

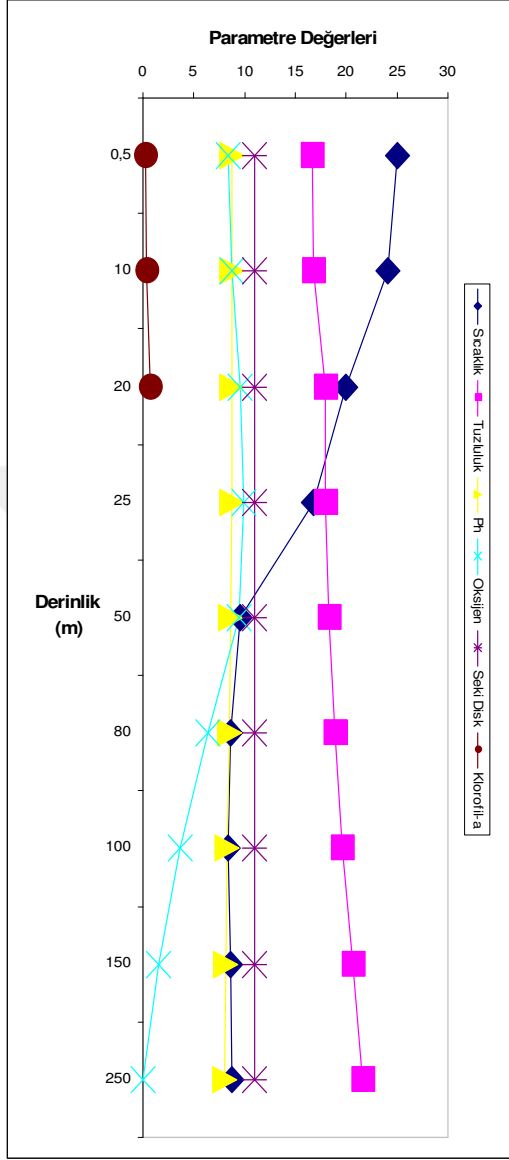


Şekil 3.26 Şile (TRK 9) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

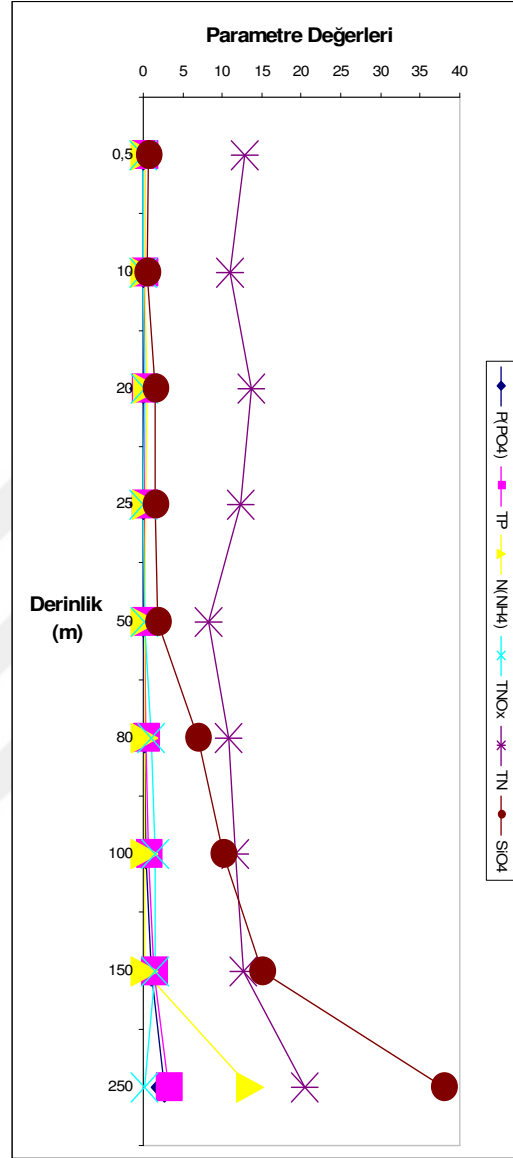
7. İstasyon (TRK 12Y Sakarya Nehri)

TRK 12Y Sakarya Nehri istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.27'de gösterilmiştir. Grafiğe göre; sıcaklık derinlikle birlikte azalmış, özellikle 0,5-50 metreler arasında değişim göstermiştir. Tuzluluk miktarı derinlikle birlikte artan bir grafik çizmiştir. Değişim ‰16-22 arasında gözlemlenmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 50 metreye kadar artmış, 50 metreden sonra azalmaya başlamıştır. Özellikle 50 metreden sonra düşüşün fazla olduğu gözlemlenmiştir. 250 metrede oksijen bulunmamaktadır. 250 metre altında anoksik yapı Karadeniz'in dip sularındaki anoksik durumu kanıtlamaktadır. pH 8-9 arasındadır. Seki diski değeri 11 metre ölçülmüştür. Klorofil-a değeri 20 metreye kadar 0,20-0,70 µg/l olarak ölçülmüştür.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.28'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değeri 0-50 metreden sonra yükselmiştir. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) değerleri ilk 10 metre azalmış, 50 metreden sonra artmıştır, 150 metreden sonra azalmaya başlamış 250 metrede 0,157 µmol/l N değerine kadar düşmüştür. Amonyum Azotu değerleri 30 metreye kadar artış ve azalmalar göstermiş, 30 metreden sonra artmıştır ve 150m den sonra aşırı artış göstermiştir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu(P(PO₄)) değerleri paralel çizgilerde olmakla birlikte özellikle 50 metreden sonra artış göstermişlerdir. Sakarya Nehrinden gelen kirlilik, evsel ve endüstriyel atıksular ile besin elementlerinde diğer istasyonlara göre artış gözlemlenmiştir.



Şekil 3.27. Sakarya Nehri (TRK 12Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri



Şekil 3.28. Sakarya Nehri (TRK 12Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

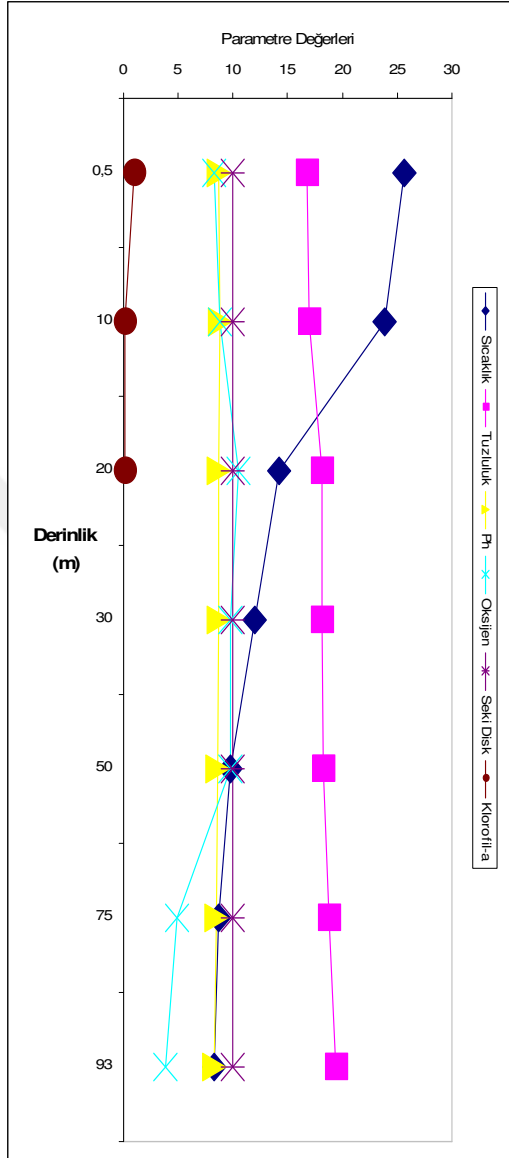
8. İstasyon Kdz.Ereğli (TRK E3)

TRK E3 Ereğli/Zonguldak istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.29'da gösterilmiştir Grafiğe göre; sıcaklık derinlikle birlikte azalmış, özellikle 0,5-20 metreler arasında değişim göstermiştir. Tuzluluk miktarı derinlikle birlikte artan bir grafik çizmiştir. Değişim %16-19 arasında gözlemlenmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 50 metreye kadar artmış, 50 metreden sonra azalmıştır. Özellikle 50 metreden sonra düşüşün fazla olduğu gözlemlenmiştir. pH 8-9 arasındadır. Seki diski değeri 10 metre ölçülmüştür.

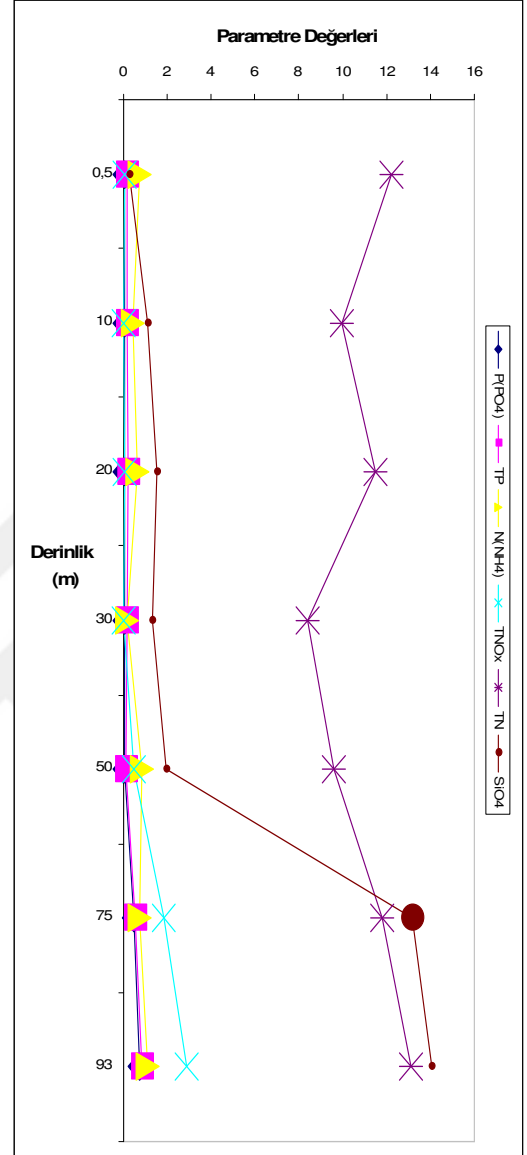
1992-1996 yılları arasında Ereğli'de deniz suyu örnekleme çalışmalarında da askıda katı madde değerinin yağışın yüksek olduğu bazı aylarda tolere değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiş ve nedeni ise fabrika atıkları ve yağışların etkisi ile ilişkilendirilmiştir [1].

Klorofil-a değerleri diğer istasyonlarla kıyaslandığında yüksektir buradaki artışın nedeninin fitoplankton artışı ile bağlantılı olarak artması şeklinde değerlendirilmiştir. Ancak 20. metreden alınan örnek analizlerinde oksijenin artmasına karşılık klorofil-a değerinin azaldığı görülmüştür, burada yüzey akıntıları ve rüzgara bağlı olarak gerçekleşen upwelling etkisi ile oksijen miktarında artış olabileceği değerlendirilmiştir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.30'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değeri 0-50 metreden sonra yükselmiştir. SiO_4 değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) değerleri ilk 10 metre azalmış, 50 metreden sonra artmıştır Amonyum Azotu ($N-NH_4$) değerlerinde 10-20 metre aralıklarda artış ve azalmalar gözlemlenmiştir. Derinlere indikçe genel olarak artış gözlemlenmiştir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu ($P(PO_4)$) değerleri paralel çizgilerde olmakla birlikte özellikle 50 metreden sonra artış göstermişlerdir.



Şekil 3.29. Kdz.Ereğli (TRK E3) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

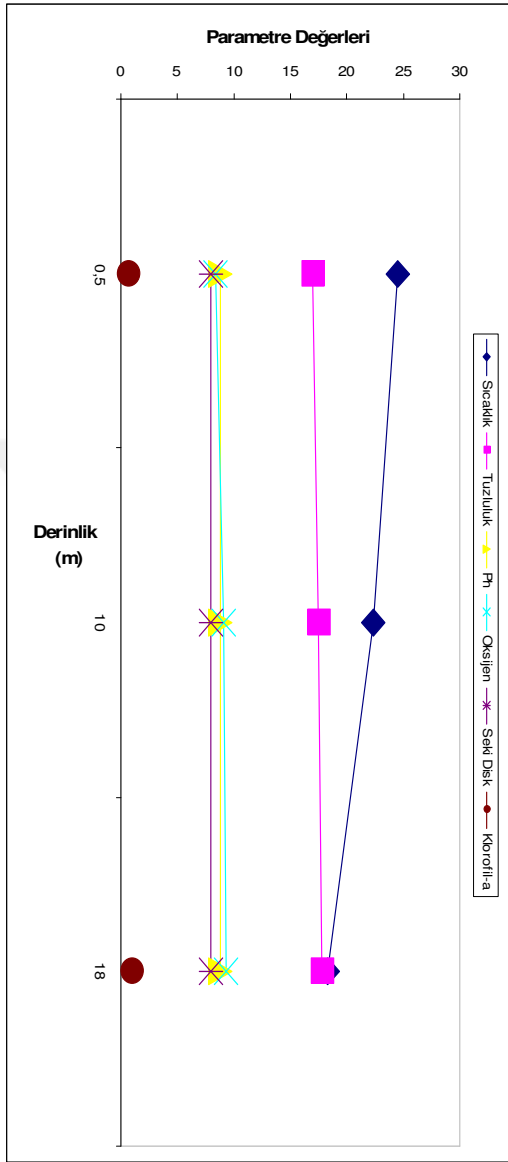


Şekil 3.30 Kdz.Ereğli (TRK E3) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

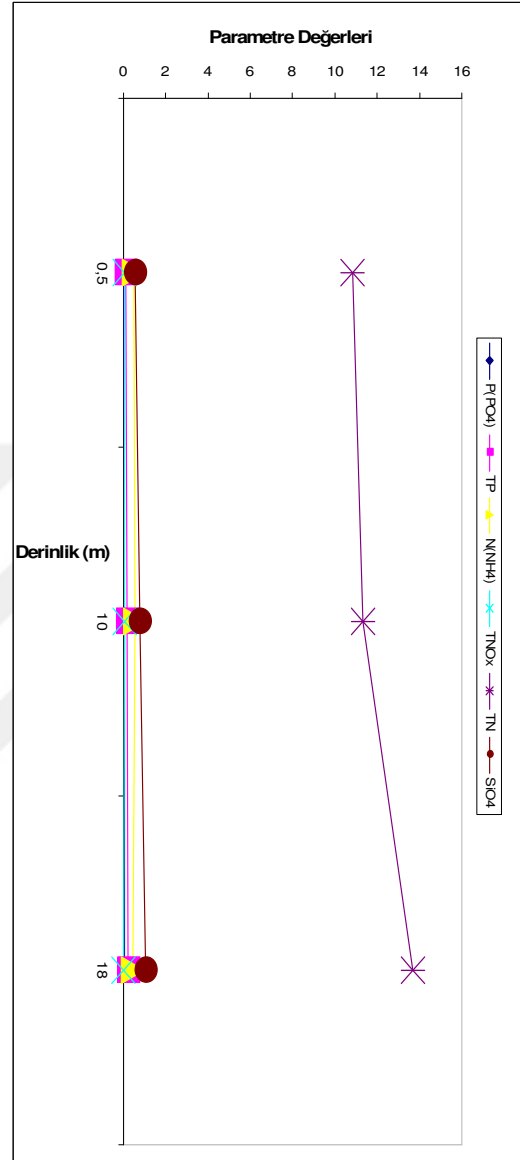
9. İstasyon (TRK 13 Zonguldak)

TRK 13 Zonguldak istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.31’de gösterilmiştir Sıcaklık derinlikle birlikte azalmış olup, özellikle tuzluluk miktarı derinlikle birlikte artan bir grafik çizmiştir. Çözünmüş oksijen değeri de derinlikle birlikte artmaktadır. pH 8-9 arasındadır. Seki diski değeri 8 metre ölçülmüştür. Diğer istasyonlara kıyasla seki disk derinliğinin düşük olmasının nedeninin bölgedeki kömür işletmelerinden saçılan kömür tozu kirliliği olduğu değerlendirilmiştir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.32’de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değerleri 20 metreye kadar artış göstermiştir. SiO_4 değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Amonyum Azotu ($N-NH_4$) 10 metreye kadar artış, 10 metreden sonra azalma göstermiştir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu ($P-PO_4$) değerleri derinlikle beraber artarken Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) miktarı ise azalmıştır.



Şekil 3.31. Zonguldak (TRK 13) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

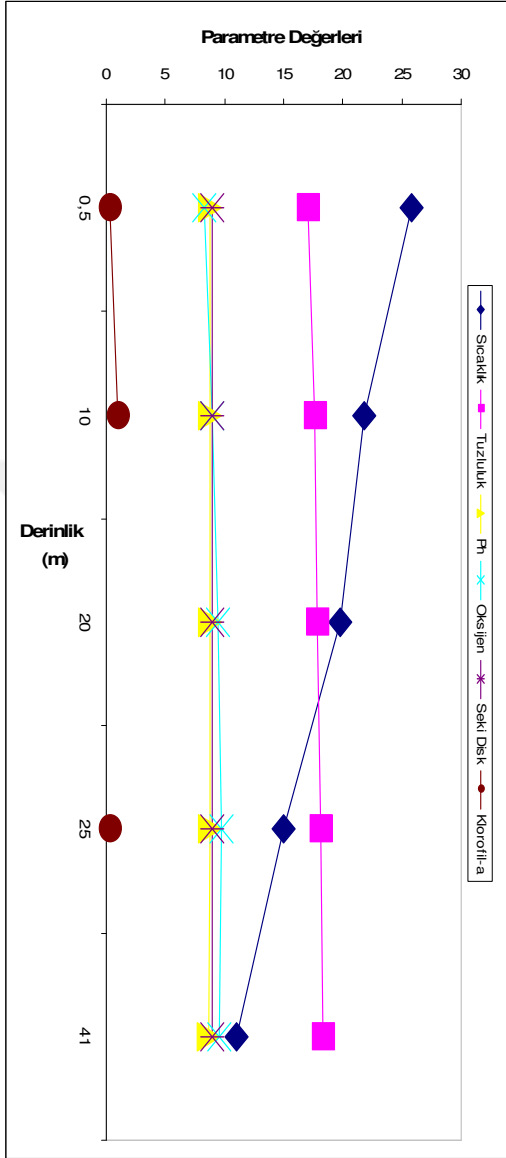


Şekil 3.32. Zonguldak (TRK 13) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

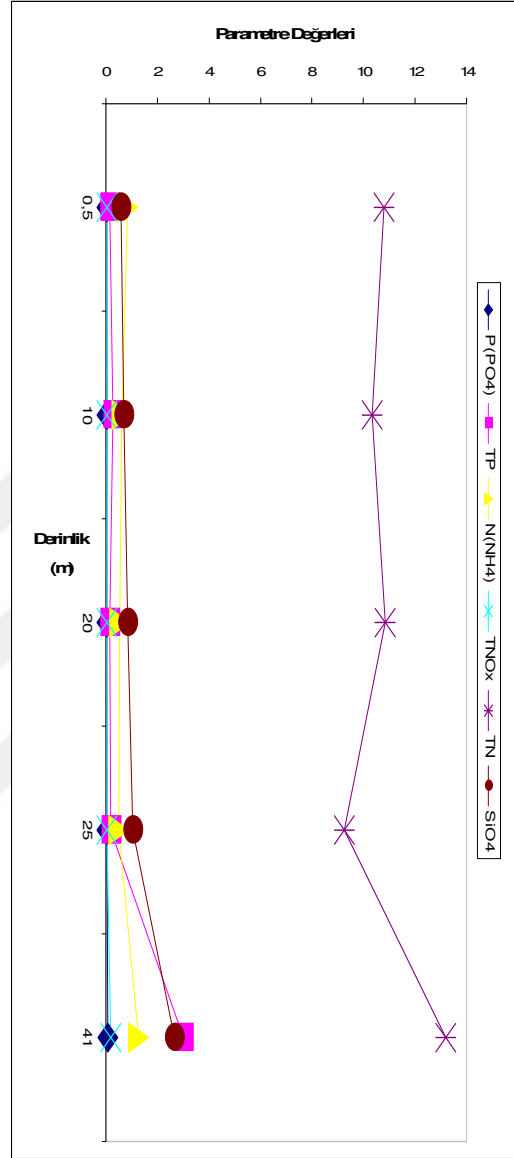
10. İstasyon (TRK17 Bartın)

TRK 17 Bartın istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.33'de gösterilmiştir. Grafiğe göre sıcaklık derinlikle birlikte azalmıştır. Tuzluluk değerleri de derinlikle birlikte azalmıştır. En düşük ‰17,02, en yüksek tuzluluk değeri ‰18,02 olarak kaydedilmiştir. pH değeri önemli bir değişim göstermemiş, 8-9 arasında kaydedilmiştir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.34'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) ve Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) 25 metreye kadar yaklaşık olarak sabit kalmış ve 25 metreden sonra artmıştır. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P-PO₄) değerleri derinlikle arttıkça artmıştır. Amonyum Azotu (N-NH₄) değeri 25 metreye kadar azalmış, 25-40 metreler arası artmıştır.



Şekil 3.33. Bartın (TRK 17) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri



Şekil 3.34. Bartın (TRK 17) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

11. İstasyon (TRK 21Y Cide Kontrol)

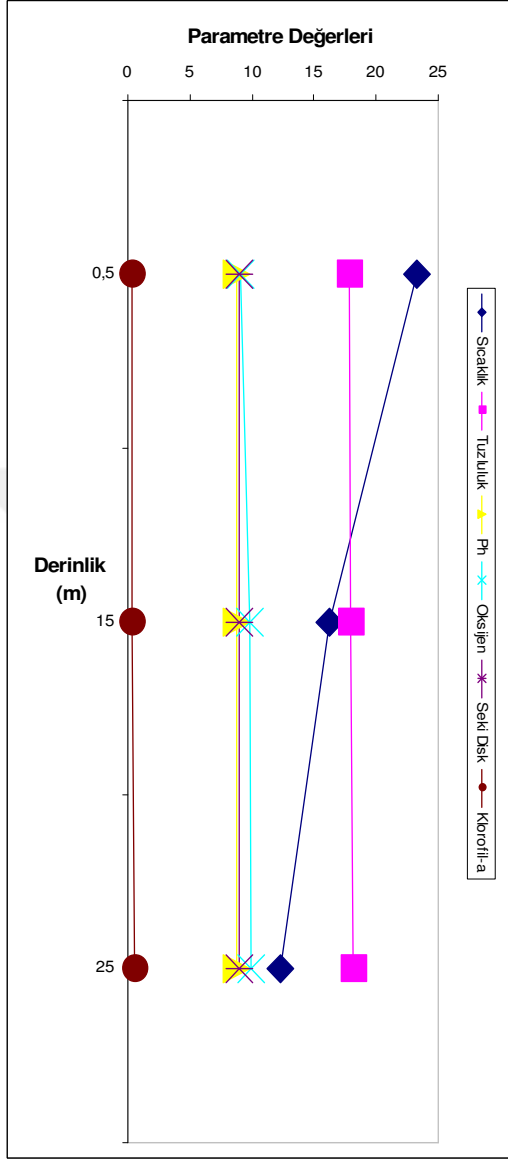
TRK 21Y Cide istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.35'de gösterilmiştir. Grafiğe göre sıcaklık derinlikle birlikte azalmıştır. Tuzluluk değerleri de derinlikle birlikte azalmıştır. En düşük %16,96, en yüksek tuzluluk değeri %21,55 olarak kaydedilmiştir. pH değeri önemli bir değişim göstermemiş, 8-9 arasında kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 25 metreden sonra azalmaya başlamıştır. Klorofil-a değeri 20 metreye kadar 0,29-0,65 µg/l olarak ölçülmüştür. Seki Disk derinliği 11 metredir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.36'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değeri genel olarak azalmış, 250 metrede artmıştır. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P-PO₄) değerleri derinlikle arttıkça artmıştır. Amonyum Azotu (N-NH₄) değeri 25 metreye kadar azalmış, 25-40 metreler arası artmıştır. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) değerleri de diğer azot değerleri gibi değişkenlik göstermektedir.

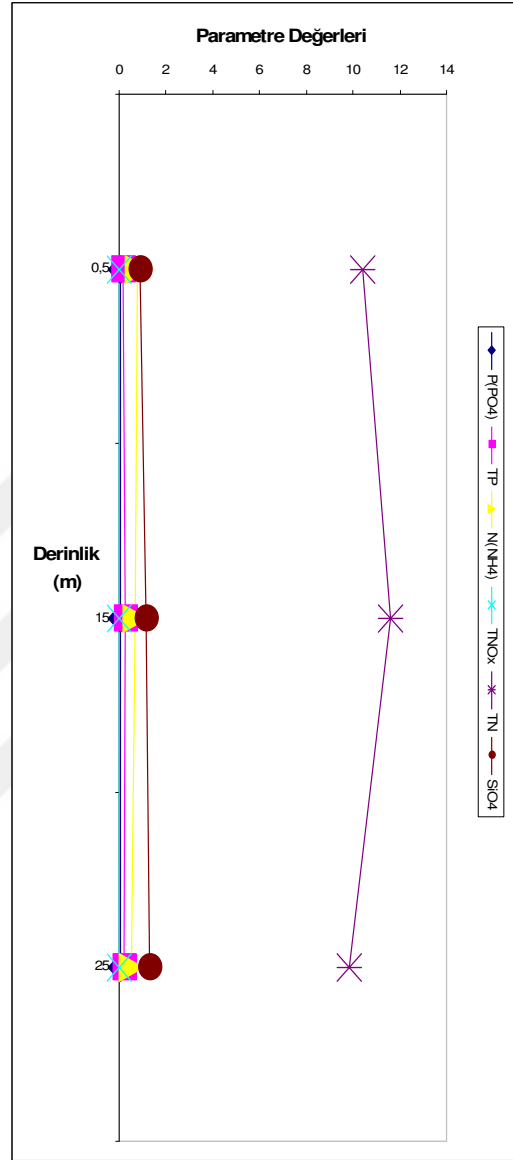
12. İstasyon Cide (TRK 20Y)

TRK 20Y Cide istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.37'de gösterilmiştir. Grafiğe göre sıcaklık derinlikle birlikte azalmıştır. Tuzluluk değerleri de derinlikle birlikte azalmıştır. En düşük ‰17,81, en yüksek tuzluluk değeri ‰18,17 olarak kaydedilmiştir. pH değeri önemli bir değişim göstermemiş, 8-9 arasında kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 25 metreye kadar ölçülmüş ve sabit değerler göstermiştir. Klorofil-a değeri 25 metreye kadar 0,27-0,53 µg/l olarak ölçülmüştür. Seki Disk derinliği 9 metredir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.38'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) ve Amonyum Azotu (N-NH₄) değerleri 0,5-15 metre arasında artmış, 15-25 metre arasında azalmıştır. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) değeri 0,5-25 metrelerde değişim göstermemiştir. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P-PO₄) değerleri derinlik arttıkça artmıştır, 15-20 metre arasında azalmış ve yüzey değerine dönmüştür.



Şekil 3.37. Cide (TRK 20Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

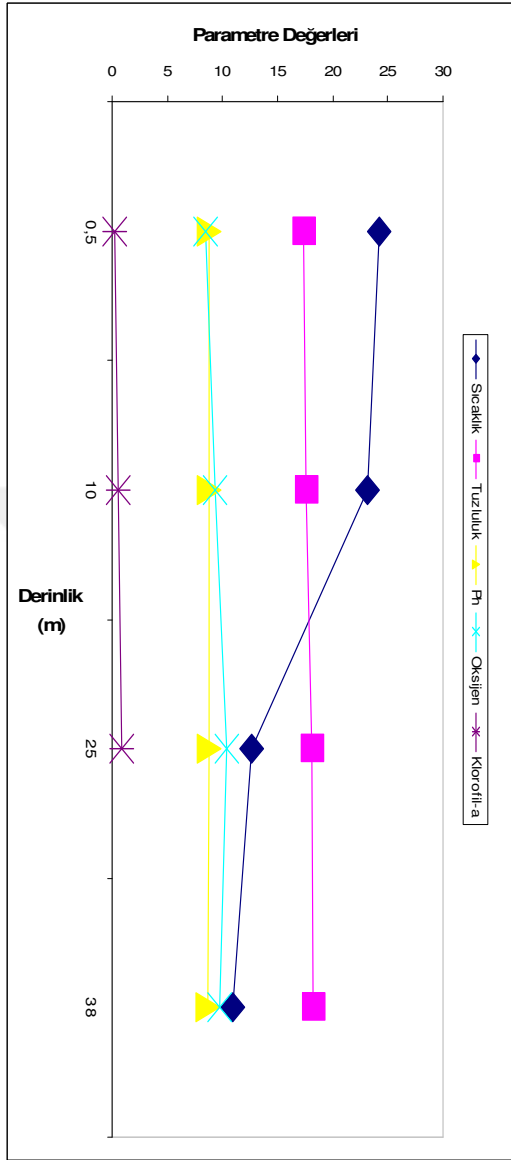


Şekil 3.38. Cide (TRK 20Y) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

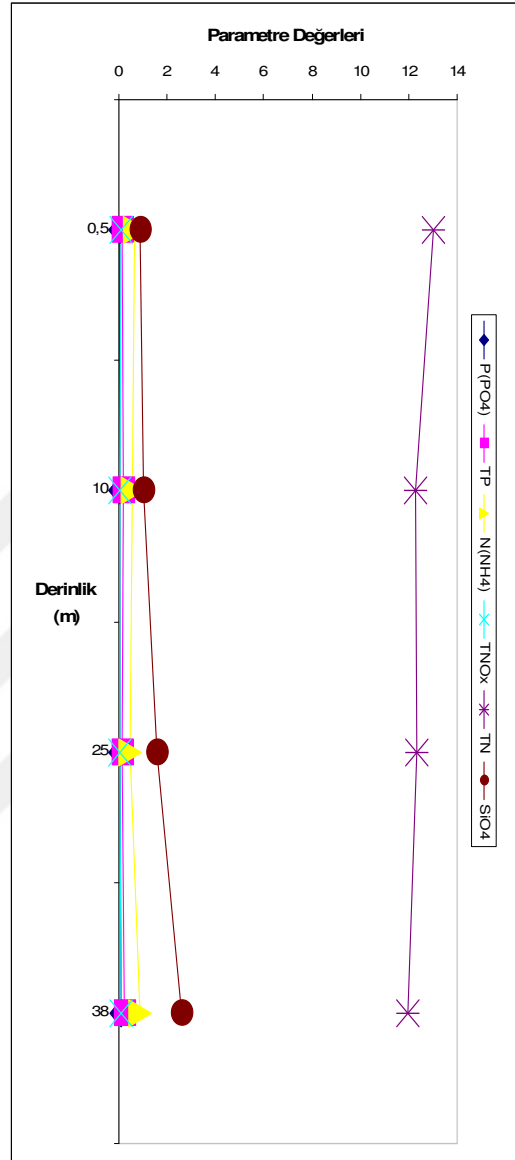
13. İstasyon Cide (TRK 19)

TRK 19 Cide istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.39'da gösterilmiştir. Grafiğe göre sıcaklık derinlikle birlikte azalmıştır. Tuzluluk değerleri de derinlikle birlikte azalmıştır. En düşük ‰17,39, en yüksek tuzluluk değeri ‰18,20 olarak kaydedilmiştir. pH değeri önemli bir değişim göstermemiş, 8-9 arasında kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 25 metreye artmış ve 25 metreden sonra derinlik arttıkça azalmaya başlamıştır. Klorofil-a değeri 25 metreye kadar 0,27-0,85 µg/l olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda Seki Disk derinliği ölçülmemiştir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.40'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değerleri derinlik arttıkça azalmıştır. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) ve Amonyum Azotu (N-NH₄) değeri 0,5-25 metrelerde azalmış ve 38 metrede artış gösterdiği kaydedilmiştir. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P-PO₄) değerleri derinlik arttıkça artmıştır,



Şekil 3.39. Cide (TRK 19) İstasyonu Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre Değişimleri

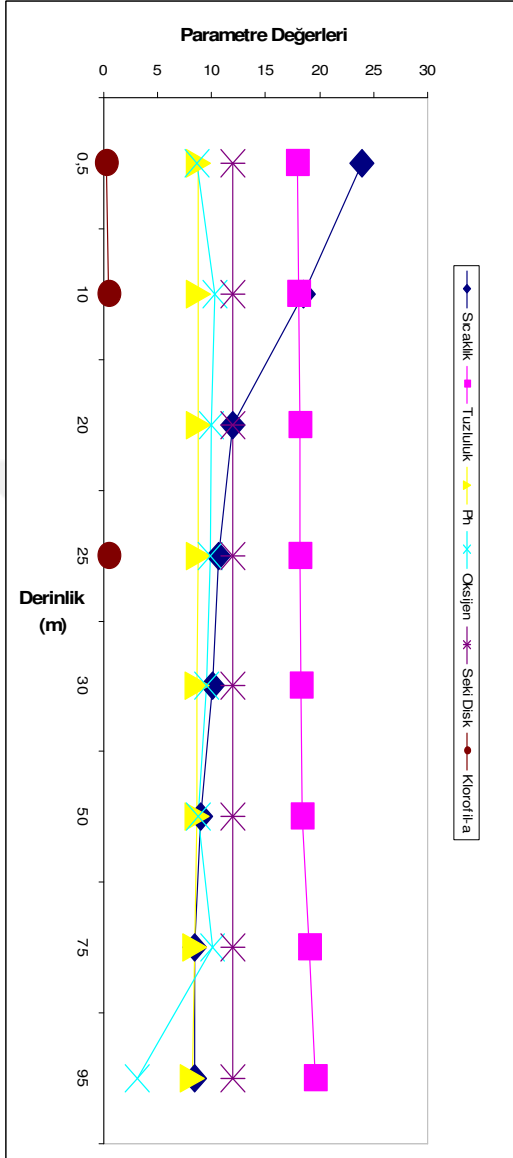


Şekil 3.40. Cide (TRK 19) İstasyonu Derinliğe Bağlı Besin Elementleri Değişimleri

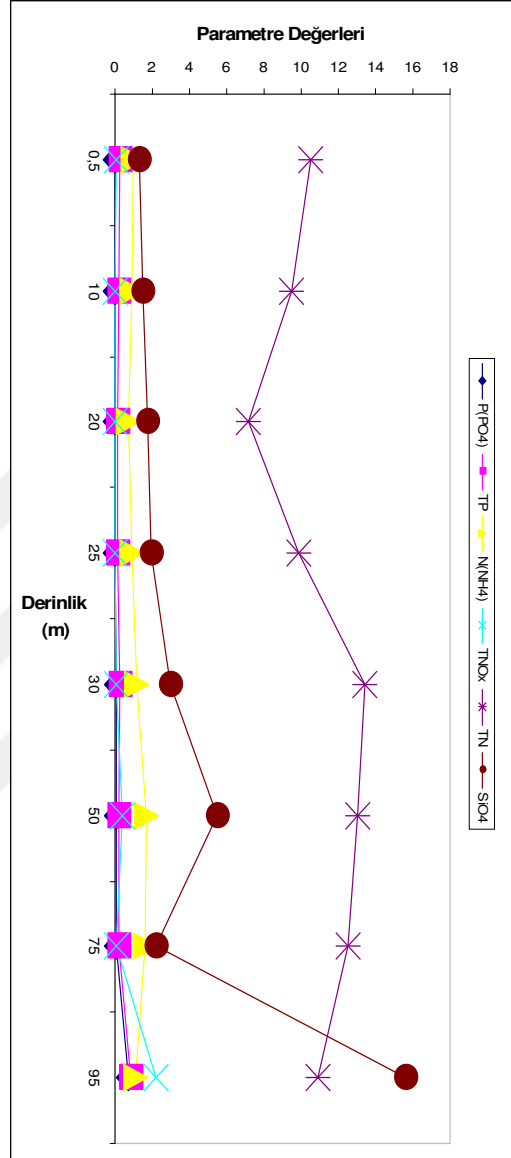
14. İstasyon İnebolu (TRK 24)

TRK 24 İnebolu istasyonuna ait fiziksel parametre değerlerinin değişimleri derinliğe göre incelenmiş ve Şekil 3.41'de gösterilmiştir. Grafiğe göre sıcaklık derinlikle birlikte azalmıştır. Tuzluluk değerleri de derinlikle birlikte azalmıştır. En düşük %17,90, en yüksek tuzluluk değeri %19,61 olarak kaydedilmiştir. pH değeri önemli bir değişim göstermemiş, 8-9 arasında kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen değeri 75 metreye artmış ve 75 metreden sonra derinlik arttıkça azalmaya başlamıştır. Klorofil-a değeri 25 metreye kadar 0,22-0,47 µg/l olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda Seki Disk derinliği ölçülmemiştir.

Besin elementleri değerlerinin değişimleri Şekil 3.42'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre; Toplam Azot (TN) değerleri 20 metreye kadar azalmış, 20 metreden sonra derinlikle birlikte artmıştır. Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO_x) ve Amonyum Azotu (N-NH₄) değeri 0,5-20 metrelerde azalmış ve 20 metreden sonraki derinliklerde artış gösterdiği kaydedilmiştir. SiO₄ değerleri diğer istasyonlarda olduğu gibi derinlikle birlikte artış göstermektedir. Toplam Fosfor (TP) ve Fosfat Fosforu (P-PO₄) 0,5-30 metreler arası derinliklerde derinlik arttıkça azalmış, 30 metreden sonraki derinliklerde arttığı kaydedilmiştir.



Şekil 3.41. İnebolu (TRK 24) İstasyonu
Derinliğe Bağlı Fiziksel Parametre
Değişimleri

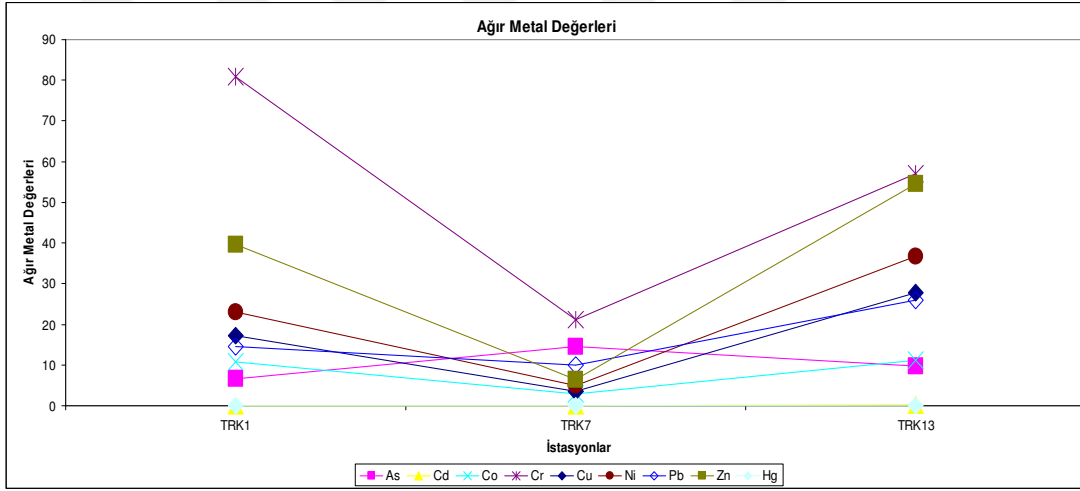


Şekil 3.42. İnebolu (TRK 24) İstasyonu
Derinliğe Bağlı Besin Elementleri
Değişimleri

3.3. Sedimanda Ağır Metal Değerlerinin İncelenmesi

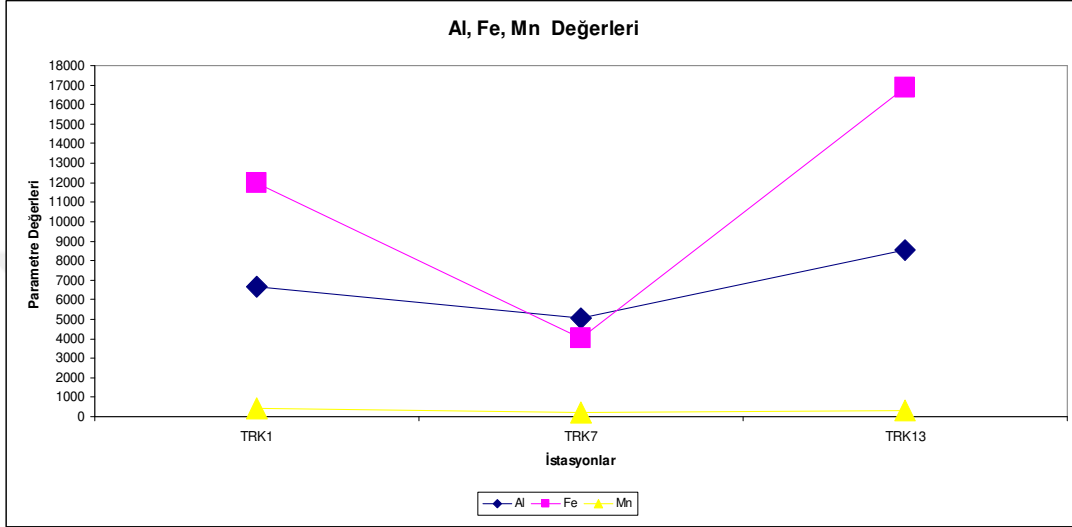
TRK1 (İğneada ve Tuna Suyu Kontrol İstasyonu), TRK7 (Şile Kontrol İstasyonu) ve TRK13 (Zonguldak Kontrol İstasyonu) istasyonlarına ait sedimanda ölçülen ağır metal değerlerinden As, C, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg değerlerine ait istasyon değişimleri Şekil 3.43'te, gösterilmiştir.

TRK 7 Şile istasyonu belirgin düzeyde diğer iki istasyonla farklılık göstermektedir. Arsenik (As) hariç tüm element değerleri, TRK1 istasyonunda diğer iki istasyona göre oldukça düşük gözlemlenmiştir. Krom TRK1 İğneada Kontrol istasyonunda TRK13' den yüksektir, diğer elementlerde ise TRK 13 Zonguldak istasyonunda değerler en yüksektir.



Şekil 3.43. Bazı Ağır Metal Değerlerinin İstasyon Bazlı Değişimi

Al, Fe, ve Mn değerlerinin istasyonlara göre değişimleri Şekil 3.44'de gösterilmiştir. Demir(Fe) ve Alüminyum(Al) miktarı en yüksek TRK13 Zonguldak istasyonunda gözlemlenmiştir. Manganyum(Mn) değeri ise en yüksek TRK1 İğneada istasyonunda gözlemlenmiştir.



Şekil 3.44. Al, Fe, Mn Değerlerinin İstasyon Bazlı Değişimi

3.4 Korelasyon Analizi

Parametrelerin derinliğe göre nasıl bir değişim gösterdiğini ve birbirleri ile olan ilişkilerini incelemek amacıyla veriler, SPSS 22.0 versiyon İstatistik programında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye ait veriler Çizelge 3.4.'de gösterilmiştir. Çok kuvvetli korelasyon 0.90-1, kuvvetli korelasyon 0.70-0.89, orta korelasyon 0.50-0.69, düşük korelasyon 0.30-0.49, zayıf korelasyon 0.00-0.29 olarak tanımlanmıştır.

Bu değerlendirmeye göre çok kuvvetli ve kuvvetli düzeyde saptanan ilişkiler aşağıda olduğu gibidir;

- Ölçüm derinliği ile çözünmüş oksijen ve pH parametreleri arasında istatistiksel olarak negatif yönde kuvvetli düzeyde bir ilişki saptanmıştır. Bu durum, Karadeniz'in yapısına bakıldığında beklenen bir durumdur, genel olarak bakıldığında derinlik arttıkça oksijen azalır, alt akıntı ile gelen Akdeniz suları dip sulara oksijen sağlamaya yetmeyecek kadar azdır.

Parçalanma reaksiyonları sonucunda oksijen tükenir ve 200 metre altında oksijenin bittiği noktada H_2S açığa çıkmaya başlar. Oksijen varlığına solunum ve parçalanma reaksiyonlara bağlı olarak değişen pH'nın da derinlik arttıkça azalmış olması beklenen bir durumdur [63].

- Ölçüm derinliği ile $P(PO_4)$, TP, $N(NH_4)$ parametreleri arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Yüzeyde güneş ışığı ile birlikte artan fotosentez aktivitesi besin elementlerinin parçalanması ile yürür. Bu nedenle yüzey sularında besin elementleri dip sulara göre daha azdır.
- Ölçüm derinliği ile SiO_4 parametresi arasında pozitif yönde çok kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.
- Sıcaklık ile pH parametreleri arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Yaz aylarında güneş ışığı ile hem yüzey suyu sıcaklığı artar hem de fotosentez aktiviteleri artar, neticesinde CO_2 'in sulu çözeltisi olan H_2CO_3 miktarı azalırken pH yükselir [63].
- Çözünmüş oksijen ile pH parametreleri arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Bu iki parametre arasındaki ilişki de fotosentez aktivitesine bağlı olarak paralel olarak gelişir.
- pH ile $P(PO_4)$, TNO_x ve SiO_4 parametreleri arasında negatif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Yüzeyde artış gösteren pH'ın aksine fosfat fosforu, toplam oksitlenmiş azot ve silikat parametrelerinde artış gösterir bu nedenle negatif bir korelasyon vardır.
- $P(PO_4)$ ile TP, $N(NH_4)$ ve SiO_4 parametreleri arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Silikat minerali ve volkanik kayalarda silikat olarak bulunur. Silis içeren kayalar aşınır ve silis açığa çıkar. Besin elementleri ayrıştırıcılar tarafından parçalanır ve bu nedenle yüzey suyunda besin elementlerinin dip sulara göre daha az olması beklenen bir durumdur.

Çizelge 3.4. Ölçüm derinliği ve kirlilik parametrelerine ait korelasyon matrisi Koyu ve İtalik: çok kuvvetli korelasyon ($r > 0.90$); Koyu: kuvvetli korelasyon ($0.70 < r < 0.89$); İtalik: Orta korelasyon ($0.50 < r < 0.69$); Diğer: Düşük korelasyon ($0.30 < r < 0.49$) Diğer: Zayıf korelasyon ($0.29 < r < 0.00$)

	Sıcaklık	Tuzluluk	O ₂	Ph	Seki Diski	P(PO ₄)	TP	NNH ₄	T(NO _x)	TN	SiO ₄
Ölçüm Derinliği	<i>-0.66**</i> p = 0.00	0.40** p = 0.00	-0.73** p = 0.00	-0.89** p = 0.00	0.22* p = 0.00	0.87** p = 0.00	0.76** p = 0.00	0.72** p = 0.00	<i>0.51**</i> p = 0.00	0.40** p = 0.00	0.93** p = 0.00
Sıcaklık		<i>-0.32**</i> p = 0.00	0.45** p = 0.00	<i>0.65**</i> p = 0.00	-0.17 p = 0.11	<i>-0.30**</i> p = 0.00	<i>-0.28**</i> p = 0.00	-0.19 p = 0.06	<i>-0.44**</i> p = 0.00	0.03 p = 0.72	<i>-0.47**</i> p = 0.00
Tuzluluk			<i>-0.41**</i> p = 0.00	<i>-0.57**</i> p = 0.00	-0.09 P = 36	0.34** p = 0.00	0.30** p = 0.00	0.45** p = 0.00	<i>0.64**</i> p = 0.00	0.33** p = 0.00	0.36** p = 0.00
O₂				0.85** p = 0.00	-0.15 p = 0.15	<i>-0.65**</i> p = 0.00	<i>-0.52**</i> p = 0.00	<i>-0.46**</i> p = 0.00	<i>-0.64**</i> p = 0.00	-0.27* p = 0.00	-0.72** p = 0.00
Ph					-0.16 p = 0.12	-0.71** p = 0.00	<i>-0.59**</i> p = 0.00	<i>-0.51**</i> p = 0.00	-0.79** p = 0.00	-0.28** p = 0.00	-0.83** p = 0.00
Seki disk						0.16 p = 0.16	0.12 p = 0.27	0.10 p = 0.31	-0.03 p = 0.73	-0.01 p = 0.90	-0.25 0.11
P(PO₄)							0.84** p = 0.00	0.88** p = 0.00	0.35** p = 0.00	<i>0.57**</i> p = 0.00	0.96** p = 0.00
TP								0.78** p = 0.00	0.26* p = 0.00	<i>0.56**</i> p = 0.00	0.81** p = 0.00
N(NH₄)									0.16 p = 0.11	<i>0.67**</i> p = 0.00	0.80** p = 0.00
T(NO_x)										0.12 p = 0.22	<i>0.50**</i> p = 0.00
TN											0.48** p = 0.00

**p < 0.01 ileri düzeyde anlamlı fark vardır, p < 0.05 anlamlı fark vardır.

Tabakalaşma ve düşey karışımın yetersiz olması da Karadeniz kirliliğini, özellikle dipteki oksijen konsantrasyonunu ve buna bağlı olarak dip canlıların yaşamını önemli ölçüde etkileyen nedenlerden biridir.

Karadeniz'deki dikey tabakalaşmanın ölçüm parametrelerindeki etkisini gözlemleyebilmek amacıyla 0-70 metre ve 71 metre ve üzeri olarak yapılan sınıflandırma ile değişimler SPSS 22.0 versiyon istatistik programında incelenmiştir. Bu incelemeye ait veriler çizelge 3.5' de gösterilmiştir. Seki diski parametresi 70 metre altında ölçülmediği için değerlendirmeye katılmamıştır.

Bu değerlendirme Karadeniz'in düşey profilinde tabakalaşma ve 70 m altında ve üstünde Sıcaklık, Tuzluluk Oksijen, pH, Fosfat Fosforu, Toplam Fosfor, Toplam Oksitlenmiş Azot ve Silikat parametreleri anlamlı bir değişimin olduğunu göstermektedir.

Bu değerlendirme ile kirlilik parametrelerinin 0 metre ile 70 metre arası derinlikler ile 71 metre ve daha derin bölgeler arasındaki değişimleri incelendiğinde; Sıcaklık, Tuzluluk Oksijen, pH, Fosfat Fosforu, Toplam Fosfor, Toplam Oksitlenmiş Azot ve Silikat parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ölçüm derinliği 0-70 ve 71 üzerinde olan iki grup karşılaştırıldığında;

- Sıcaklık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($U=51.50$, $p=0.00$). Sıcaklığın 0-70 ölçüm derinliğinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Tuzluluk düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($U=1104.00$, $p=0.00$). Tuzluluğun 0-70 ölçüm derinliğinde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk mevsimsel değişimlerden yağıştan ve akarsu girdisinden etkilenen bir parametredir. Tuzluluk, Karadeniz'de akarsu girdisinin fazla olması, buharlaşmanın nispeten az olması ve yağışların fazla olması gibi nedenlerle yüzey suyunda dip sularına göre daha azdır. 70 metreden sonra belirgin bir artış gösterir. Az tuzlu suların yüzeyde daha tuzlu suların dipte olması yaklaşık 100-200 metreler arası derinlikte bir tuzluluk tabakası oluşturur. Bu tabaka düşey sirkülasyonu engeller.

- Oksijen düzeyinde istatiksels olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (U=22.00, p=0.00). O₂ düzeyinin 0-70 ölçüm derinliğinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
- pH düzeyinde istatiksels olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (U=83.00, p=0.00). pH'ın 0-70 ölçüm derinliğinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
- P-(PO₄) düzeyinde istatiksels olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (U=1094.00, p=0.00). P-(PO₄)'ün 0-70 ölçüm derinliğinde daha düşük olduğu belirlenmiştir.
- TP düzeyinde istatiksels olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (U=1083.00, p=0.00). TP'nin 0-70 ölçüm derinliğinde daha düşük olduğu belirlenmiştir.
- T-NO_x düzeyinde istatiksels olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (U=1030.50, p=0.00). T-NO_x' in 0-70 ölçüm derinliğinde daha düşük olduğu belirlenmiştir.
- SiO₄ düzeyinde istatiksels olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (U=1103.00, p=0.00). SiO₄'ün 0-70 ölçüm derinliğinde daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen korelasyonlar Karadeniz'de dikey tabakalaşmanın var olduğunu kanıtlar niteliktedir. Korelasyon analizinde yapılan derinlik sınıflandırmasının anlamlı çıkması parametrelerin tabakalaşmadan etkilendiğini, düşey yöndeki sirkülasyonun sınırlanmış olduğunu göstermektedir. Özellikle oksijen ve besin elementlerinin sirkülasyonun sınırlanması kirliliğe katkı sağlayan önemli hususlardan biridir.

Çizelge 3.5. 0-70 ve 71 ve üzeri derinliklerle kirlilik parametrelerine ait korelasyon matrisi

	Sıcaklık	Tuzluluk	O ₂	pH	P(PO ₄)	TP	N-NH ₄	TNOx	TN	SiO ₄
Ölçüm Derinliği	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$
0-70	16.59±6.21	18.22±2.84	97.84±26.03	8.70±0.11	9.63±1.21	0.66±0.09	0.24±0.35	0.81±0.73	0.28±0.07	11.57±0.24
71 ve üzeri	8.87±0.29	19.73±0.88	44.52±29.02	8.27±0.14	10.46±1.06	0.88±0.01	1.00±0.89	2.59±1.19	1.54±0.23	12.81±0.89
	U=51.50	U=1104.00	U=22.00	U=83.000	U=1094.00	U=1083.00	U=734.50	U=1030.50	U=660.00	U=1103.00
	P = 0.00*	P = 0.00*	P = 0.00*	P = 0.00*	P = 0.00*	P = 0.00*	P = 0.12	P = 0.00*	P = 0.33	P = 0.00*

U= Mann Witney U, *p < 0.05

3.5 Zenginleşme Faktörü (EF)

Zenginleşme Faktörü (EF); toprakta, havada ve sucul ortamlarda genellikle ağır metallerin oluşturduğu kirliliğin antropojenik oranını belirlemek için yararlanılan bir tür göstergedir. Literatüre göre; analizi yapılan örneklerdeki ağır metal değerleri, aynı örneğin Fe veya Al değerleri ile oranlanarak zenginleşme faktörü değerleri hesaplanır [70].

Zenginleşme Faktörü(EF) aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır.

$$ZF = \frac{C_{\text{metal}} (\text{analiz sonucu})}{C_{\text{Al}} (\text{analiz sonucu})} \cdot \frac{C_{\text{metal}} (\text{şeyl değeri})}{C_{\text{Al}} (\text{şeyl değeri})}$$

Ze: Zenginleşme Faktörü,

C_{metal} (analiz sonucu): X metalinin analiz sonucunda bulunan değeri,

C_{Al} (analiz sonucu): Alüminyumun analiz sonucunda bulunan değeri,

C_{metal} (şeyl değeri): Yerkabuğundaki X metalin konsantrasyonu,

C_{Al} (şeyl değeri): yerkabuğundaki alüminyumun konsantrasyonu

Burada amaç oranlama sonucu elde edilen değer ile kirlenmenin doğal konsantrasyon değerinin oranlanmasıdır. Yapılan çalışmalarda jeokimyasal yönden aktif olmayan elementler normalleştirme yaparken referans elementler olarak tercih edilmişlerdir. Çalışmalara göre farklılık göstermekle birlikte genellikle Demir (Fe) ve Alüminyum elementleri referans element olarak tercih edilmiştir [71].

Hesaplanan EF değerleri $0.5 \leq EF \leq 1.5$ aralığında ise söz konusu metallerin tamamen doğal aşınma süreçlerinden kaynaklandığını yani metallerin kabuksal (litojenik) kaynaklı olduğunu; EF değerinin $EF > 1.5$ olması durumunda ise metallerin kabuksal kaynaklı olmadığını; bu eser elementlerin noktasal ya da noktasal olmayan kirlilik kaynaklarından (antropojenik) geldiğini göstermektedir.

Hesaplanan EF değerleri 5 ayrı kirlilik sınıfında incelenmektedir [72]. Eğer, $EF < 2$ ise Az zenginleşme, $2 \leq EF < 5$ ise Orta zenginleşme, $5 \leq EF < 20$ Önemli ölçüde zenginleşme, $20 \leq EF < 40$ Çok yüksek zenginleşme, $EF \geq 40$ Aşırı zenginleşme olarak değerlendirilmiştir.

Sediman Örnekleri İçin Zenginleşme(EF)Faktörü Hesaplaması

Yapılan literatür çalışmalarından yola çıkarak, EF değerleri için Alüminyum elementi referans olarak kullanılmıştır ve yer kabuğunun metal değerlerini en iyi gösteren şeyl değerlerinin ortalamaları olan değerler baz alınmıştır [73]. Hesaplanan EF değerleri Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.1,5 değeri ve üzerindeki değerler koyu renkle işaretlenmiştir. Sedimanda ağır metal zenginleşmeleri Şekil 3.45'deki grafikte gösterilmiştir.

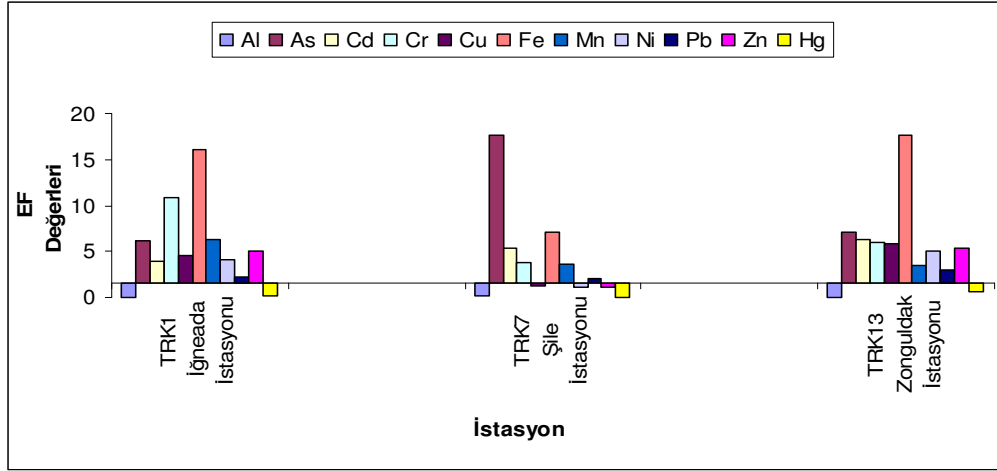
Sedimanda yapılan ağır metal analizi çalışmaları sonuçlarının ülkemiz standartları ve dünya standartları ile karşılaştırılması Çizelge 3.8'de verilmiştir. Sınır değerlere çok yakın ve sınır değerlerin üzerinde çıkan veriler koyu olarak belirtilmiştir.

Çizelge 3.6. Sediment Örnekleri İçin Şeyl Değerlerine Göre Hesaplanan Zenginleşme Faktörleri

Element	Şeyl [74]	EF _{TRK1}	EF _{TRK7}	EF _{TRK13}
Al	80000	0,06	0,14	0,05
As	13	6,20	17,67	7,08
Cd	0,3	4,01	5,28	6,26
Co	19	6,78	2,33	5,58
Cr	90	10,82	3,73	5,94
Cu	45	4,63	1,27	5,78
Fe	47200	16,02	7,11	17,57
Mn	850	6,23	3,56	3,51
Ni	68	4,07	1,14	5,07
Pb	80*	2,20	1,98	3,05
Zn	95	5,03	1,07	5,39
Hg	1,4	0,17	0,03	0,67

* Alüminyum için Demir (Fe) baz alınarak hesaplama yapılmıştır.

** Pb değerinde referans olarak şeyl ortalaması yerine derin deniz killerine ait değer kullanılmıştır.



Şekil 3.45. Sediman Örneklerinin Ağır Metal Zenginleşmeleri

Çizelge 3.6'da ve Şekil 3.45'de detayları verilen Zenginleşme Faktörü değerleri incelendiğinde;

TRK1 İğneada İstasyonu, TRK7 Şile İstasyonu ve TRK13 Zonguldak İstasyonlarının As, Cd, Co, Cr, Cu(TRK7 hariç), Fe, Mn, Ni(TRK7hariç), Pb, Zn(TRK7 hariç) metallerince antropojenik zenginleşmeye maruz kaldığı anlaşılmaktadır.

TRK1 İğneada İstasyonunda; Cu, Ni, Cd, Pb(Cu>Ni>Cd>Pb) metallerinde orta düzeyde zenginleşme, Fe, Cr, Co, Mn, As,Zn(Fe>Cr>Co>Mn>As>Zn)metallerinde ise önemli ölçüde zenginleşme tespit edilmiştir.

TRK7 Şile İstasyonunda; Pb metalinde az düzeyde zenginleşme, Cr, Mn ve Co(Cr>Mn>Co) metallerinde orta düzeyde zenginleşme, As, Fe ve Cd(As>Fe>Cd)metallerinde ise önemli ölçüde zenginleşme tespit edilmiştir.

Şile (TRK 7) İstasyonunda arsenik ve İğneada ve Tuna Suyu Kontrol İstasyonunda (TRK 1) ise krom elementi değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Şile ve İğneada İstasyonlarında noktasal kirlilik kaynaklarının ve Karadeniz'e doğu yönünde akıntılar yolu ile gelen Tuna Nehri atık yükünün etkisi görülmektedir. Ünsal ve arkadaşları tarafından Doğu ve Batı Karadeniz'de ağır metallerin karasal kaynaklarını belirlemek amacı ile yapılan projede midye ve sedimanda ağır metal değerleri ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçlarına göre en yüksek metal kirliliğinin Şile'de gözlemlendiği raporlanmıştır [78].

TR13 Zonguldak istasyonunda; Mn ve Pb(Mn>Pb) metalllerinde orta düzeyde zenginleşme, Fe, As, Cd, Cr, Cu, Co, Zn, Ni(Fe>As>Cd>Cr>Cu>Co>Zn>Ni) metalllerinde ise önemli ölçüde zenginleşme tespit edilmiştir.

Sediman örneklerinin alındığı üç istasyondan elde edilen verilere göre standart değerlerin üzerinde verilere en çok Zonguldak istasyonunda (TRK13) rastlanmıştır. Bunlar Arsenik, Nikel ve Kurşun elementleridir. Zonguldak'ta bulunan taşkömürü işletmeleri, demir çelik endüstrisi, Çatalağzı Termik Santralinden gelen uçucu küllerden ve bu ürünlerin deniz yolu aracılığı taşınması faaliyetlerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çoban ve arkadaşları tarafından 2009 yılında raporu yayınlanan projede Zonguldak ili liman bölgesinden alınan deniz suyu ve dip çamurunda örneklerinde ağır metal kirliliği araştırılmış ve çevre bölgelerle kıyaslanmıştır. Bu araştırmada Zonguldak ve Ereğli sahil bölgelerinin Çatalağzı (Termik Santral Bölgesi), Filyos ve Ereğli (Demir-Çelik Fabrikası Bölgesi) Bölgelerine göre daha az kirli bulunmuştur [79].

Çoban ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada Kadmiyum, Krom ve Kurşun seviyelerinin diğer Karadeniz kıyısı bölgeleri gibi yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Çinko ve Kurşun seviyelerinin tüm Karadeniz kıyısı boyunca en yüksek ikinci bölge olarak Zonguldak'ta tespit edildiği raporlanmıştır [79].

3.6 Ölçüm Sonuçlarının Standartlarla Kıyaslanması

Deniz suyunda yapılan analiz çalışmaları sonuçlarından kirlilik değerlendirilmesi yapılabilecek parametrelerin ülkemiz standartları ve dünya standartları ile karşılaştırılması Çizelge 3.7’de verilmiştir. Ötrofikasyon kriterleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-6, Tablo 8a’ya göre, oksijen değerleri Tablo-3’e göre değerlendirilmiş, pH değerleri ise EPA kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

pH değerlerine bakıldığında EPA kriterlerine göre sınır değerini üzerindedir. Deniz suyundaki asiditeyi yani pH’yı kontrol eden en önemli etken ise karbondioksit (CO_2)’dir. Karbondioksitin kaynağı ise solunum ya da çürüme reaksiyonlarıdır. Besin elementleri olan azot fosfor ve silikat artışı, nehirlerle gelen sulardan, arıtılmamış evsel ve endüstriyel atık sulardan ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Besin elementlerinin mikroorganizmalar tarafından parçalanması ve yaz aylarında artan fotosentez aktivitesi CO_2 miktarını düşürerek suyun pH’ının yükselmesine neden olur. pH seviyesinin deniz suyu kalitesini etkileyen tüm parametrelere özellikle azot ve fosfor döngüsüne etkisi vardır. pH değerinin yükselmesi NH_4 ’ün zehirli olan NH_3 ’e dönüşümüne neden olur.

Boğaz istasyonunda fosforun diğer istasyonlara göre yüksek olduğu görülmektedir. Evsel atıksular, deniz araçlarının temizlenmesinden kaynaklanan kirlilik (deterjan ve benzeri fosfor içerikli atıksular), deniz araçlarının evsel atıksularını denize bırakmaları, Tuna Nehri’nden doğu yönlü akıntılarla gelen kirli sular bu istasyondaki fosfor yükünü artıran nedenlerdir. İnebolu istasyonunda görülen artışın nedeni ise İnebolu Limanı’ndan, tarım faaliyetlerinden ve evsel atıksulardan kaynaklanmaktadır. Şile istasyonunda hem tek bir ön arıtma tesisinin evsel atıksu arıtımında yetersiz kaldığı, hem de Tuna Nehri’nden gelen kirli suların bu istasyondaki su kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Tuna Nehri’nin kirlilik etkisi Şile ve İğneada istasyonlarının sedimanlarındaki ağır metal kirliliğinde de karşımıza çıkmaktadır. Zonguldak istasyonundaki sedimanda ağır metal zenginleşmelerinde ise taş kömürü işletmeleri ve termik santrallerin etkileri görülmektedir.

Çizelge 3.7. Deniz Suyu Parametrelerinin Kabul Görmüş Sınır Değerlerle Karşılaştırılması [54, 62, 63]

İSTASYON	PARAMETRE					
	O ₂	Seki D.	TP (µg/l P)	TNOx (µg/l N)	Klorofil-a (µg/l)	pH
1.İSTASYON İğneada Tuna Suyu Kontrol (TRK2Y)	8,44	10,00	4,41	1,7800	0,30	8,83
2.İSTASYON İğneada Tuna Suyu Kontrol (TRK3)	8,41	10,00	5,33	2,2800	0,28	8,82
3.İSTASYON Batı Karadeniz kontrol (TRK6)	8,42	9,00	4,04	0,6700	0,23	8,84
4.İSTASYON Batı Karadeniz kontrol (TRK5Y)	8,39	8,00	3,75	0,3200	0,25	8,79
5.İSTASYON Boğaz Çıkışı (KO)	8,25	8,00	10,45	1,5900	0,30	8,83
6.İSTASYON Şile (TRK9)	8,18	10,00	5,88	8,8300	0,24	8,78
7.İSTASYON Sakarya (TRK12Y)	8,33	11,00	4,84	0,7200	0,23	8,78
8.İSTASYON Ereğli (TRKE3)	8,24	10,00	4,38	0,7900	0,99	8,74
9.İSTASYON Zonguldak (TRK13)	8,38	8,00	4,25	0,6700	0,63	8,79

10.İSTASYON Bartın (TRK17)		8,32	9,00	4,23	0,4700	0,30	8,75
11.İSTASYON Cide (TRK21Y)		8,21	11,00	4,83	0,9700	0,29	8,76
12.İSTASYON Cide (TRK20Y)		9,03	9,00	5,61	0,2800	0,27	8,81
13.İSTASYON Cide (TRK19)		8,42	-	4,58	1,0100	0,27	8,77
14.İSTASYON İnebolu (TRK24)		8,68	12,00	7,44	0,4600	0,22	8,73
STANDART DEĞERLER	Çok İyi Kalite sınıfındaki Su	≥ 6	>7	<8	<14	<1	(EPA) 6.5- 8.5 (CCME) 7.0-8.7
	İyi Kalite sınıfındaki Su	5	5	8-12	14-20	1	
	Orta Kalite sınıfındaki Su	4	3	12-16	20-34	3	
	Zayıf Kalite sınıfındaki Su	<4	<3	>16	>34	>3	

Sediman analiz sonuçlarının dünya standartları ile karşılaştırılması ağır metaller değerleri için Çizelge 3.8'de verilmiştir. Sınır değerlere çok yakın ve sınır değerlerin üzerinde çıkan değerler koyu ve italik olarak belirtilmiştir. Sınır kabul değerlerinin içinde olan ancak diğer istasyonların değerleri ile kıyaslandığında yüksek bulunan değerler ise koyu olarak belirtilmiştir [54,62,63].

Çizelge 3.8. Sedimanda ölçülen Ağır Metallerinin Uluslararası Kabul Görmüş Sınır Değerlerle Karşılaştırılması [68,69,75,76,77]

İSTASYON	R	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg
	TRK 1 İğneada ve Tuna Suyu Kont.	R1	1311	7,3	< 0,10	3,84	5,23	3,39	3318	170	3,89	4,60	10,1
R2		6742	6,7	< 0,10	10,9	118	14,8	14218	468	20,9	13,8	40,3	0,02
R3		6547	6,7	< 0,10	10,5	44	19,7	9735	411	25,2	15,3	39,1	0,02
Ort.		6645	6,7	<0,10	10,7	80,9	17,3	11977	440	23,0	14,6	39,7	0,02
TRK 7 Şile Kont.	R1	2893	9,2	< 0,10	2,08	5,89	3,39	2688	129	3,57	6,48	5,71	0,006
	R2	5050	13,5	< 0,10	2,55	29,1	3,34	3725	170	4,63	10,3	5,86	0,005
	R3	5052	15,4	< 0,10	3,01	13,2	3,79	4352	212	5,12	9,76	6,90	0,0002
	Ort.	5051	14,5	<0,10	2,8	21,2	3,6	4038	191	4,9	10,0	6,4	0,003
TRK 13 Zonguldak Kont.	R1	7601	7,9	0,17	8,81	46,3	23,2	13705	259	29,6	19,7	48,4	0,097
	R2	9422	10,9	0,22	12,7	62,5	29,2	18398	347	41,0	29,7	55,2	0,106
	R3	8546	10,7	0,20	12,4	62,2	30,7	18450	349	39,4	28,5	60,2	0,100
	Ort.	8523	9,8	0,20	11,3	57,0	27,7	16851	318	36,7	26,0	54,6	0,10
EPA'ya göre ERL(düşük etki aralığı) değerleri	-	8,2	1,2	-	81	34	-	-	20,9	46,7	150	0,15	
CCME'ye göre TEL(Eşik Etki Seviyesi)	-	7,24	0,676	-	52,3	18,7	-	-	15,9	30,2	124	-	
Batı şelf 2012 Ozkan ve Büyükişik,	-	-	0,18- 0,53	12,9- 21	73-117	39,8- 72,46	-	416- 763	56,9- 93,3	20,29- 37,76	82,8- 183,9	0,03- 0,13	
Doğu şelf 2012 Ozkan ve Buyukisik	-	-	0,24- 0,45	19,7- 28,9	54-147	57,83- 71,83	-	383- 755	49,5- 140,6	18,13- 44,33	83,9- 124,2	0,04- 0,07	
Doğu şelf 2013 MISIS proje ekibi	-	-	0,057- 0,38	4,37- 12,82	38-88	13,76- 50,31	22700- 62300	349- 1425	15,7- 57,8	9,21- 45,18	26,1- 85,6	-	

4. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye deniz sularında yapılan çalışmalar bugüne kadar bir bütünlük içermeyen çalışmalar şeklinde gerçekleşmiştir. Özellikle Batı Karadeniz bölgesinde yapılan deniz suyu kirlilik araştırmaları azdır. Bu çalışma gerek istasyon sayısı gerek parametre sayısı olarak diğer çalışmalara göre daha fazla birleşeni içermektedir. Bu yönüyle birçok parametreyi bir arada inceleyen bir çalışma olmuştur. Ancak yalnızca yaz (temmuz) dönemine ait örneklerin incelenmiş olmasından dolayı mevsimsel değişimler ve mevsimsel etkiler gözlemlenememiştir. Analiz sonuçlarının kirlilik ve kirliliğin mevsimlerle ilişkilerine kesin yorumlar yapabilmek için daha uzun dönemlerde inceleme yapmak gerekir.

Batı Karadeniz'in deniz suyu kalitesi üzerinde olumsuz etki oluşturan etmenler ve çözüm önerileri hakkında genel bir değerlendirme yapacak olursak;

- Karadeniz'e hem Avrupa'dan hem de ülkemizden tatlı su girdisi fazladır. Diğer yandan Karadeniz'in diğer denizlerle kısıtlı olan su alışverişi Karadeniz'i adeta büyük bir göl haline getirmiştir. Bu durum hem Avrupa'nın hem de ülkemizin evsel, endüstriyel, tarımsal atık yükünün nehirlerle birlikte alıcı ortama taşınmasına ve burada kalmasına neden olmaktadır. Bu noktada yapılması gereken nehirlerin kirlenmesini engellemek olacaktır.
- Batı Karadeniz havzasında evsel atıksu arıtımını sağlayacak olan arıtma tesislerinin %10 gibi az bir seviyede olması, denize doğrudan deşarj edilen kirli atıksu anlamına gelir. Bunun için atıksu arıtma tesisleri ve derin deniz deşarjları için bölge coğrafyasına ve yerleşimine uygun olarak planlanmalı ve bütçe ayrılmalıdır.
- Deniz kenarında çöp ve benzeri atıklar için alanların oluşması engellenmeli ve çöp alanları kontrol altına alınmalıdır.
- Ağır metal değerleri sınır değerlerin üzerindedir. Batı Karadeniz bölgesinde önemli geçim kaynağı olan büyük sanayilerden özellikle kömür, demir çelik ve termik santral işletmelerinin ve kontrol mercilerinin atık yönetimi konusunda hassas davranmaları gerekmektedir.

- Besin elementlerinin bazılarının sınır değerlere yakın olduğu görülmektedir. Kıyı bölgelerinde besin elementlerinin yoğunlaşması özellikle tarım faaliyetleri ve evsel atıklardan kaynaklanmaktadır. Gbrelemede kullanılan gübre içeriğine dikkat edilmeli, doğru yöntemlerle, doğru dozda gübreleme yapılmalıdır.
- Liman faaliyetlerinin de kirlilik oluşturduğu bilinmektedir. Batı Karadeniz bölgesinde deniz araçlarının atıklarını vereceği tesislerin az olduğu, deniz araçlarının atık kontrolünü sağlayacak olan mavi kart sistemine bu bölgede henüz başlanmadığı bilinmektedir. Deniz araçlarının atık kontrolünün sağlanması da petrol ve türevi atıkların oluşturduğu kirliliği azaltacaktır.
- Son olarak her insanın evre bilinci edinebilmesini sağlamak, atık yönetimi uygulamalarını anlatmak ve etkin bir atık yönetimi sağlamak amacı ile ilgili merciler tarafından evre eğitimleri, toplantıları yapılmalı, farkındalık yaratacak etkinlikler düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Ataç, Ü., Aktaş, M., Yıldırım, C., Alemdağ, N., Zengin, B., Alkan, A., Karadeniz Bölgesinde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi ve Su Ürünlerine Etkilerinin Araştırılması, Proje Raporu, Trabzon, **1997**
- [2] Ünsal, M., Bekiroğlu Y., Akdoğan, Ş., Ataç, Ü., Kayıkçı, Y., Alemdağ, N., Aktaş M., Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi, Mersin, **1992**
- [3] Ünsal M., Çağatay N., Bekiroğlu Y., Kıratlı N., Alemdağ N., Aktaş M., Sarı E., Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği, Proje Raporu, **2005**
- [4] Atabay H., G. Tolun L., Başduvar Ş., Kara E., Aslan E., Aydöner C., Beken Ç., Ülkemiz Kıyı Sularında Sedimanda Organik Kirleticilerin Seviyeleri, 1. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 21-23 Aralık, Ankara, Türkiye, **2017**
- [5] Yılmaz V., Büyükyıldız M., Batı Karadeniz Suları Havzasındaki Yüzey Suyu Kalitesi Parametrelerindeki Değişimin İncelenmesi ve Cluster Analizi İle İstasyonların Sınıflandırılması, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs, Karabük, Türkiye, **2009**
- [6] Vasili, U., Boicenco, L., Lazar, L., Mihalov, M.E. Temporal Variation of Surface Chlorophyll a in the Romanian Near Shore Waters, *Mediterranean Marine Science*, 13/2, 213-226, **2012**
- [7] Boran M., Karadeniz Ekosisteminde Çevresel Değişimler, (Trabzon, Türkiye), *Uluslararası Karadeniz Havzası Halkbilimi Araştırmaları Dergisi*, 1, 12-18, **2015**
- [8] Korshenko, A., Denga, Y., Gvakharia, B., Machitzadze, N. ve Oros, A., The State of Total Petroleum Hydrocarbon, State of the Environment of the Black Sea, Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC), İstanbul, Türkiye, **2008**
- [9] Balkıs, N., Aksu A, Batı Karadeniz Şelfi'nde Suda, Midyede ve Yüzey Sedimentlerinde Metal Kirliliği, (Türkiye) *Ekoloji* 21(82), 56-64, **2012**
- [10] 2872 Sayılı Çevre Kanunu
- [11] Muslu, A., V., Dünya'da ve Türkiye'de Suyun Fiyatlandırılması, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, **2015**
- [12] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Dokuzuncu Kalkınma Planı, Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, **2007**
- [13] Anonim, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>, Mart **2018**
- [14] Karapınar N., Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi ve Deniz Alanlarına İlişkin Bazı Kavramlar, *Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 20, 13-21, **2015**
- [15] Pazarıcı, H., Uluslararası Hukuk Dersleri, II. Kitap, 8. Baskı, Turhan Yayıncılık, **2005**

- [16] Bozkurt, E., Devletler Hukuku, 4.Baskı, Yetkin Yayıncılık, **2004**
- [17] Kuran, S., Uluslar arası Deniz Hukuku, 2.Baskı, Beta Yayıncılık, **2007**
- [18] Perçin, S., Genel Hatları İtibariyle ABD, AB ve Türk Su Hukuku, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, **2014**
- [19] Özbay, Ö., Türkiye'de Sularla İlgili Yasal Düzenlemelerin Tarihsel Gelişimi ve Türkiye'deki Durum, TMMOB Su Politikaları Kongresi, 460-477, **2006**
- [20] Dış İşleri Bakanlığı, <http://www.mfa.gov.tr/avrupa-birligi-ile-su-konusu-tr.mfa>
- [21] Bacan., S., Doğu Karadeniz Sahil Şeridinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, **1993**
- [22] Peker, F., İstanbul Boğazı Deniz Kirliliğine Sebep Olan Kirlenici Kaynaklar ve Su Kalitesinin Değişimleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2007**
- [23] Doğanay, E., AB Su Çerçeve Direktifine Göre Ülkemiz Sularının Fizikokimyasal ve Kimyasal Parametreler Açısından İzlenebilmesi İçin Kullanılabilecek Analiz Metotlarının Değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, **2014**
- [24] Ünal, Y.S. ,Oşinografi Ders Notları, İstanbul, **2006**
- [25] U.S. Environmental Protection Agency Water Quality Standarts Handbook, Chapter 3, **2017**
- [26] Güler, Ç., Su Kalitesi, Ankara,Türkiye, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43,44, **1997**
- [27] Alkan, A., Zengin, B., Yıldırım, C., Trabzon Açıklarında Deniz Suyunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi, Proje Raporu, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, **2007**
- [28] Missouri Department of Natural Resorces Environmental Services Program, Water Quality Parameters, <http://www.dnr.mo.gov./env/esp/waterquality-parameters.htm> , Kasım **2017**
- [29] Ross, A.D., The Black Sea and the Sea of Azov, New York, *Ocean Basins and Margins*, 4A, 445-81, **1977**
- [30] Bakan., G., Büyükgüngör, H., The Black Sea, *Marine Pollution*, 41, 1-6, **2000**
- [31] Bat., L., Şahin, F., Üstün, F., Kideys, A., Karadeniz'in Değişen Ekosistemi ve Hamsi Balıkçılığına Etkisi, *Fisheries Sciences*, 1(4), 191-227, **2007**
- [32] Murray, J.W. Jannasch, H., Honjo, S., Anderson, R.F., Reeburgh, W.S., Top, Z., Friederich, G.E., Codispoti, L.A., and _Izdar, E., Unexpected Changes İn The Oxic/Anoxic İnterface İn The Black Sea, *Nature*, 338, 411-413, **1989**
- [33] Erdel, A., Hidrografya, Okyanus ve Denizler, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Fakültesi, Yayın No:19, İstanbul, **1975**
- [34] Erüz, C., Upwelling Sirkülasyonunun Tanımlanması ve Güneydoğu Karadeniz(Trabzon) kıyılarında Varlığının Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, **1992**

- [35] Çelikkale, M. S., Karadeniz'de Su Ürünleri Üretiminde Çevre Kirliliğinin Önemi ve Çözümler, *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, 42, 22-27, **1992**
- [36] Baykurt, F., Aydın, A., Artüz, İ., Bilimsel Açıdan Karadeniz, İstanbul Üniversitesi, Yayın No:3004, İstanbul, **1982**
- [37] Leonov, A.K., Regional Oceanography, U.S. Naval Oceanographic Office, Washington, **1965**
- [38] Saydam, C., Havadan Tozdan, 1. Baskı, Heyamola Yayınları, **2010**
- [39] Ivaonov, L., Beverton, R., J., H., The Fishers Resources of the Mediterian, Part Two: Black Sea, Food and Agriculture Organisation of The United Nations, No:60, Rome, **1985**
- [40] Bodeanu, N., Marine Coastal Eutrophication, Proceedings of an International Conference, Bologna, Italy , 891-906, **1990**
- [41] Tolmazin, D., Changing coastal oceanography of the Black sea, I:Northwestern Shelf, *Progress in Oceanography*, Volume:15, Issue 4, 217-276, **1985**
- [42] Oğuz, T., Korshenko, A., The state of Chemical Pollution , State of Environment Report 2001-2006/7, **2008**
- [43] Atlas, L. ve Büyükgüngör, H., Heavy Metal Pollution in the Black Sea Shore and offshore of Turkey, *Environmental Geology*, 52, 475, **2008**
- [44] Egorov, V.N., Polikarpov, G.G., Povinec, P.P., Stokozov, N.A., *Marine Ecological Journal*, Vol:4(4), 33-41, **2005**
- [45] Tsiaras, K., Karadeniz Ekonomik İşbirliği Assembleesi, Ticaret, Teknoloji ve Çevre İşleri komisyonu, Karadeniz Bölgesinde Deniz Ortamının durumu Raporu, Trabzon, **2010**
- [46] Alkan, A., Serdar, S. Fidan D., Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Kirlilik ve Karadeniz, *Yunus Araştırma Bülteni*, 8,1, **2008**
- [47] UNDP/GEF, Danube Study On Pollution Trading And Corresponding Economic Instruments For Nutrient Reduction, Danube Regional Project, Frankfurt, **2005**
- [48] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, Yayın No:36, Ankara, **2017**
- [49] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015-2023 Atıksu Arıtımı Eylem Planı, Ankara, **2015**
- [50] Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008-2012 Atıksu Arıtımı Eylem Planı, Ankara, **2008**
- [51] Yıldız, A., N., Tarımsal Faaliyetlerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, **2009**
- [52] TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Denizlerimizin Kara Kökenli Kirleticilere Karşı Korunmasına Yönelik Eylem Planı Projesi, 2.ara Raporu, Kocaeli, **2017**
- [53] Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, **2004**

- [54] Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Resmi Gazete, **2012**
- [55] TÜİK adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verileri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059 , Mayıs **2018**
- [56] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma Ve Analiz Metodları Tebliği, **2009**
- [57] TS EN ISO 5667-9
- [58] TS 9547 ISO 5667-12
- [59] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water, 18th edition 1992, Washington DC, **2005**
- [60] Environmental Protection Agency, Parameters of Water Quality, Interpretation and Standards, Ireland, **2001**
- [61] Yüzeysel Sular ve Yer altı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik
- [62] United States Environmental Protection Agency, Quality Criteria for Water, EPA 440/5-86-001, Washington DC, May, **1986**
- [63] Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/en/index.html#void>, (Erişim Tarihi: 05.03.2018)
- [64] Türkoğlu, M., Yenici, E., İşmen, A., Kaya, S., Çanakkale Boğazı'nda Nütrient ve Klorofil-a Düzeylerinde Meydana Gelen Aylık Değişimler, *Ege üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21, 93-98, **2004**
- [65] Aksoy, S., Giray, S., Karadeniz Bakır Projesi Genel Tanıtımı, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 217, 42-65, **1973**
- [66] Anonim, Eti Bakır A.Ş. Küre/Kastamonu Teknik Gezi Raporu, Kastamonu, **2016**
- [67] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çed, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı, 2014-2016 Yılı, Karadeniz Özet Raporu, Ankara, **2017**
- [68] Bakan, G., Çevre Sedimantolojisi ve Sediman Kalite Kriter Çalışmaları, *Çevre Bilim ve Teknoloji*, Cilt 1, Sayı 1, 14-23, **2000**
- [69] Bakan., G., Arıman, S., Özkoç Böke H., Sediman Kalite İzleme ve Belirleme Çalışmalarında Uygulanan Metotlar, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Ekim 2003, 126-146, **2003**
- [70] Pehlivan, H., Marmara Denizi Güneyi (Kocasu Deltası) Sedimentlerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2017**
- [71] Bedirhanoğlu Yıldız, H., Yukarı Dicle Havzasında Su Kalitesinin Zenginleşme Faktörü Kullanılarak Zamana Ve Mekana Bağlı Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2013**
- [72] Abraham, G.M.S., Parker, R.J., Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki

Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring Assessment*, 136:227–238, **2008**.

[73] Bergamaschi, L., Rizzio, E., Valcuvia, M.G., Verza, G., Profumo, A., Gallorini, M., Determination of trace elements and evaluation of the enrichment factors in Himalayan lichens. *Environmental Pollution* 120, 137–144, **2002**.

[74] Turekian, K.K., Wedepohl, K.H., Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geology Society America Bulletin*, 72, 175-192, **1961**.

[75] Long E.R., MacDonald D.D., Smith S.L., and Calder F.D., Incidence of Adverse Biological Effects within Ranges of Chemical Concentrations in Marine and Estuarine Sediments, *Environmental Management*, 19/1, 81-97, **1995**

[76] Canadian Council of Minister of Environment, Interim Sediment Quality Assessment Values, Soil and Sediment Quality Section-Guidelines Division, Ottawa, **1994**

[77] The National Sediment Quality Survey, A Report to Congress on the Contamination in Surface Waters of the United States, United States Environmental Protection Agency Office of Science and Technology Standards and Applied Science Division Washington DC, July, **1996**

[78] Ünsal, M., Çağatay, N., Bekiroğlu, Y., Kıratlı, N., Alemdağ, N., Aktaş, M., Sarı, E., Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği, *Yunus araştırma Bülteni*, 1, 16, **2005**

[79] Çoban, B., Balkıs, N., Aksu, A., Heavy Metal Levels in Sea Water and Sediments of Zonguldak, Turkey, *Black Sea/Mediterranean Environment*, Sayı 15, 23-32, **2009**

EKLER

Ek 1. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 16.01.2016 tarihli ve 41234558-619-E.779 sayılı yazısı.



T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü



Sayı : 41234558-619-
Konu : Veri Talebi

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(06800 Beştepe, Ankara)

İlgi : 04/12/2015 tarihli ve 4094 sayılı yazı.

İlgi yazıda; Enstitünüz Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programı tez çalışmasında kullanılmak üzere Bakanlığımız tarafından yürütülmekte olan "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi" kapsamında Batı Karadeniz istasyonlarına ait analiz sonuçları talep edilmektedir.

Bahse konu izleme istasyonlarına ait analiz sonuçları yazımız ekinde yer almaktadır. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

M.Mustafa SATILMIŞ
Bakan a.
Genel Müdür

Ek: CD (1 adet)

1 ad. CD teslim olabın
Özge Gülmez
ÖZGE GÜLMÜZ
29.01.2016

Belgenin asli elektronik imzadır.

İmbar: Çevre Yüksek Mühendisi, Şule BEKTAŞ
Tel: Faks: e-posta: sule.bektas@csb.gov.tr elektronik ađ: www.csb.gov.tr

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak teyidi için <http://evrakidogrulama.csb.gov.tr> adresinden Belge Num.:41234558-619-E.779 ve Barkod Num.:05711463 bilgileriyle erişebilirsiniz.

Sayfa 1 / 1

Ek 2. Analiz Metotları

Sıcaklık

Sıcaklık ölçümü için ulusal ve uluslararası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazlarından bazıları Çizelge Ek 2.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge Ek 2.1. Sıcaklık Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

<u>Analiz Metodu</u>	<u>Ölçüm Cihazı</u>
Standart Method 2500	Termometre
EPA Method 170.1	Termometre

Sıcaklık ölçümü kalibrasyonu yapılmış CTD prop ile yapılır. Anlık ve yerinde yapılması gereken ölçümlerden biri de sıcaklıktır. Cihazdan okunan ölçüm değerleri kaydedilir [59, 60].

Tuzluluk

Tuzluluk parametresi de CTD prop ile yerinde ölçüm yapılarak değerler okunarak yapılır. Tuzluluk ölçümü için ulusal ve uluslararası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazlarından bazıları Çizelge Ek 2.2.'de gösterilmiştir [59].

Çizelge Ek 2.2. Tuzluluk Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

<u>Analiz Metodu</u>	<u>Ölçüm Cihazı</u>
TS 9748 EN 27888	İletkenlik Ölçer
Standart Metot 2520 B	

Elektriksel iletkenlik metodu kullanılarak iletkenlik ölçer ile tuzluluk ölçümü yapılırken öncelikle aşağıdaki formülde 'C' olarak ifade edilmiş olan hücre sabiti hesaplanır;

$$C=(0.001413)*D_{KCl} * [1+ 0.0191*(t-25)]$$

D_{KCl} : Ohm cinsinden ölçülen direnç

T: °C cinsinden ölçülen sıcaklık

Elektrot numune ile yıkandıktan sonra cihazdan iletkenlik ve sıcaklık değeri okunur. Aşağıdaki hesaplama yöntemi ile hesaplaması yapılır;

$$\dot{I} = [(\dot{I}_0) * (C)] / [1 + 0.0191*(t-25)]$$

\dot{I} : İletkenlik

\dot{I}_0 :Cihazdan okunan iletkenlik değeri

pH

pH ölçümü de CTD prop ile yerinde ölçülür. pH ölçümü için ulusal ve uluslararası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazlarından bazıları Çizelge Ek 2.3.'de gösterilmiştir [59].

Çizelge Ek 2.3. pH Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
TS EN ISO 10523	pH metre-Elektrokimyasal Metot
Standart Metot 4500H+	pH metre-Elektrokimyasal Metot

pH ölçümü yapılırken; tampon çözeltiler hazırlanır, hazırda tampon çözelti varsa ve yenilenmesi gerekiyorsa yenilenir (tampon çözeltiler her 4 haftada bir yenilenmelidir). pH metrenin kalibrasyonu yapılır. Elektrot ve referans elektrot numunenin içine daldırılır, yavaşça karıştırılarak şartlandırma işlemi yapılır. Çıkarılan prob kurulanır ve yeniden numuneye daldırılarak cihazda okunan değer kaydedilir.

Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen de iyodometrik metotla yerinde ölçüm yapılan parametrelerdendir. Çözünmüş Oksijen ölçümü için ulusal ve uluslararası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazlarından bazıları Çizelge Ek 2.4.'de gösterilmiştir [59].

Çizelge Ek 2.4. Çözünmüş Oksijen Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Metot	Ölçüm Cihazı
TS EN ISO 5814	Oksijen metre-
Standart Metot 4500-O C	Winkler / iyodometrik metot
EPA Metot 360.1	Membran Elektrot - Membran Elektrot -

İyodometrik metotla yapılan çözünmüş oksijen analizinde kısaca şu yollar izlenir;

- Öncelikle, analiz için gerekli reaktifler hazırlanır. Bu reaktifler; Mangan Sülfat Çözeltisi($MnSO_4 \cdot H_2O$), Alkali İyodür Azotur Reaktifi, Sülfürik Asit Çözeltisi, Nişasta, Sodyum Tiyosülfat Titrasyon Çözeltisi.
- Hava ile numune temas ettirilmeden,
- Yaklaşık 300 ml numuneye 1 ml Mangan Sülfat çözeltisi ilave edilir.
- Ardından 1 ml ortam reaktifi ilave edilir.
- Birkaç kere karıştırılır ve çökelme için biraz beklenir.
- Konsantre Sülfürik Asit ilave edilir.
- Sodyum Tiyosülfat Titrasyon Çözeltisi ile titre edilir. Bu ilave sarı renk oluşana kadar devam eder. (200 ml numune alınarak yapılır)
- Nişasta çözeltisi eklenir, bu aşamada numune rengi maviye döner.
- Son olarak aşağıdaki formülle Çözünmüş oksijen miktarı hesaplanır;

$$O_2 \text{ (mg/l)} = S * f * 0.2 * 1000/\text{ml numune}$$

S: Harcanan Sodyum Tiyosülfat Titrasyon Çözeltisi miktarı

F: Sodyum Tiyosülfat faktörü

Seki Disk Derinliği

Seki disk derinliği parametresi sudaki berraklık ifadesi için kullanılır. Suyun berraklığını, askıda duran hareketli ya da hareketsiz canlı ya da ölü varlıklar etkiler. Suyun içeriği hakkında olmasa da suyun kalitesi hakkında genel bir bilgi vermeye yardımcı olur. Üstelik ölçüm yöntemi ve seki diskinin yapımının kolay ve ucuz olması sayesinde oldukça kolay bir yöntemdir.

Seki disk derinliği şu şekilde ölçülür;

- 30 cm çapında beyaz disk seki diski ölçüm yapılacak yere daldırılır ve diskin gözden kaybolduğu derinlik seki disk derinliği metre birimi ile kaydedilir.

Toplam Fosfor ve Fosfat Fosforu

Yüksek yoğunluklu polietilen şişelerde derin dondurucuda -20°C de saklanarak daha sonra, ya da yerinde ölçülerek sonuç elde edilir. Otoklav cihazı kullanılır.

Besin maddesi halinde 1 g fosfor 100 g alg biyokütlesinin gelişimi anlamına gelmektedir. Derin katmanlara çökelen bu biyokütlenin ayrışması için ise yaklaşık 140 g oksijen ihtiyacı vardır. Yani bu durum, aşırı alg üremesiyle birlikte ortamdaki oksijenin hızla tükenmesine, su kalitesinin azalmasına neden olur. Bu nedenle fosfor analizleri su kalitesini belirlemede önemli parametrelerden biridir.

Fosfor alıcı ortam sularında ve atık sularda fosfat haliyle bulunur. Çoğunlukla, gübre, deterjanlar ve temizlik maddeleri ile suya karışırlar. Fosforun doğada fosfat olarak bulunması sebebi ile analizlerde fosfat konsantrasyonuna bakılır ve her zaman fosfatın fosfor içeriği cinsinden ifade edilir.

Toplam fosfat; ortofosfat, polifosfat ve organik fosfor bileşiklerinin toplamı olarak ifade edilir. Toplam fosfat miktarında çoğunlukla ortofosfatlar diğer fosfat türlerine göre daha fazladır.

$$\text{Toplam Fosfat} = \text{Organik Fosfat} + \text{İnorganik Fosfat}$$

Toplam fosforu analiz edebilmek için, öncelikle numune homojen hale getirilir. Daha sonra, organik maddelerle bileşik halinde bulunan fosforu parçalama yöntemleri kullanılır. Parçalama reaktifleri fosforu ortofosfat olarak açığa çıkarır. Ortofosfat analizi yapılırken numune analize başlanmadan önce filtreden geçirilir. Çökeltme işleminden sonra açığa çıkan çökeleğin yakılması ve sonra titrasyon basamakları izlenir. Ya da Kolorimetrik yöntemlerin uygulanabilir. Kolorimetrik yöntemin daha çok tercih edilmesinin sebebi daha kısa zamanda sonuç alınabilmesidir. Fosfor ölçümlerinde numune H₂SO₄ veya HNO₃ ile pH 1-2 olacak şekilde asitlendirilir.

Toplam Fosfor ölçümü için ulusal ve uluslar arası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazları Çizelge Ek 2.5.' de gösterilmiştir [59, 60].

Çizelge Ek 2.5. Toplam Fosfor Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
ISO 17294-2	ICP/MS
ISO 10695	Gaz Kromatografisi
Standart Metot 4500-P E-F	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot
EPA Metot 300.0	İyon Kromatografisi

Yüksek yoğunluklu polietilen şişelerde derin dondurucuda -20°C'de saklanarak daha sonra, ya da yerinde ölçülerek sonuç elde edilir. Otoklav cihazı kullanılır.

Orto-Fosfat ölçümü için ulusal ve uluslararası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazlarından bazıları Çizelge Ek 2.6.'de gösterilmiştir [59, 60].

Çizelge Ek 2.6. Orto- Fosfat Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
ISO 15923-1	Spektrofotometre
ISO 6878	Kolorimetrik Metot
TS EN ISO 10304-1	İyon Kromatografisi
Standart Metot 4500-P E-F	Spektrofotometre – İyon Kromatografisi
EPA Metot 300.0	İyon Kromatografisi
EPA Metot 300.1	İyon Kromatografisi

Toplam Azot, Toplam Oksitlenmiş Azot, Amonyum Azotu

Sudaki azot miktarı da tıpkı fosfor gibi su kirliliği ve su kalitesinin belirlenmesi hakkında önemli bir yere sahiptir. Azot, bakteriler tarafından tüketilerek ve değişik kimyasal dönüşümlere uğrayarak farklı bileşiklere dönüşür. Canlı yaşamı için besin maddesi olan azot miktarının kontrol altında tutulması gerekir.

Örneğin içme sularında NH_3 bulunması, dışkı yolu ile fekal kirlenme yani bir tür mikrobiyal kirlenme işaretidir. NH_3 miktarının zaman içinde azalması NO_2 ve NO_3 'ün artmasını işaret eder. Bu durumda sudaki organik azot ve NH_3 fazlalığı kirlenmenin yeni olduğunu, NO_2 ve NO_3 fazlalığı ise kirlenmenin daha önceden gerçekleştiğine işaret eder.

Azot analizleri de fosfor analizleri gibi yüksek yoğunluklu polietilen şişelerde derin dondurucuda -20°C de saklanarak daha sonra, ya da yerinde ölçülerek sonuç elde edilir. Otoanalizör cihazı kullanılır.

Azot tayinlerinin ulusal ve uluslararası kabul görmüş standartları ve ölçüm cihazlarından bazıları Çizelge Ek 2.7, Çizelge Ek 2.8, Çizelge Ek 2.9, Çizelge Ek 2.10'da gösterilmiştir [59, 60].

Çizelge Ek 2.7. Toplam Azot Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
ISO 29441	Spektrometre
Standart Metot 4500 N	Sıralı UV/Persülfat
EPA Metot 440.0	Elemental Analizör –

Çizelge Ek 2.8. Nitrit Azotu Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
TS EN ISO 10304-1	İyon Kromatografisi
Standart Metot 4110B	İyon Kromatografisi
Standart Metot 4500NO ₂ B	Spektrofotometre
Standart Metot 4500-NO ₃ - E	Kolorimetrik Metot
EPA Metot 300.0	Spektrofotometre
	Kolorimetrik Metot
	İyon Kromatografisi
	Kolorimetrik Metot

Çizelge Ek 2.9. Nitrat Azotu Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
TS EN ISO 10304-1	İyon Kromatografisi
EPA Metot 300.0	İyon Kromatografisi
Standart Metot 4110B	Kolorimetrik Metot
Standart Metot 4110C	İyon Kromatografisi
Standart Metot 4500-NO ₃	İyon Kromatografisi
	Spektrofotometre
	Kolorimetre

Çizelge Ek 2.10. Amonyum Azotu Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
ISO 5664	Titrimetrik Metot
ISO 7150-1	Destilasyon Metodu
Standart Metot 4500-NH ₃	Spektrometre
	Titrimetrik Metot
	Destilasyon Metodu
	Fenat Metodu

Azot, atmosferde en çok bulunan element olmasının yanı sıra aminoasit ve nükleik

asitler gibi hayati önem taşıyan birçok yapıda bulunmaktadır. Sudaki azot formlarını organik ve inorganik olarak ikiye ayıracak olursak bunların toplamına toplam azot denir. İnorganik azotlar; Amonyak(NH₃), Amonyum(NH₄), Nitrit (NO₂) ve Nitrat(NO₃) iyonları olarak azotun oksidasyon formlarıdır.

Organik Azotların Amonyak Azotu ile toplamı da Kjeldahl Azotu değerini verir. Aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

$$\text{Toplam Azot (TN)} = \text{Organik Azot} + \text{İnorganik Azot}$$

$$\text{İnorganik Azot} = \text{Amonyak Azotu (NH}_3\text{-N)} + \text{Amonyum Azotu (NH}_4\text{-N)} + \text{Nitrat Azotu(NO}_3\text{-N)} + \text{Nitrit Azotu(NO}_2\text{-N)}$$

$$\text{Toplam Kjeldahl Azotu (TKN)} = \text{Organik Azot} + \text{Amonyak Azotu (NH}_3\text{-N)}$$

$$\text{Toplam Oksitlenmiş Azot (TNO}_x\text{)} = \text{Nitrat Azotu(NO}_3\text{-N)} + \text{Nitrit Azotu(NO}_2\text{-N)}$$

Azot analizi koruma ve saklama şartlarından en önemlisi; numune H₂SO₄ ile asitlendirilir ve pH 1-2 civarına getirilir.

Silikat

Silisyum da oksijen gibi yerkürede en çok bulunan elementlerdendir. Bolluk bakımından oksijenden sonra silis yer alır. Silisyum ve oksijenin birleşmiş haline silis denir. Silis içeren minerallere de silikat denir. SiO₄; silisyum ile dört oksijenin birleşmesinden meydana gelen bir iyondur. Bu iyon negatif yüklü olması sebebi ile ayrı bir iyon olarak bulunmaz, ya başka pozitif yüklü iyonlarla bileşik oluşturur ya da diğer silis tetraederleri ile birleşerek iki oksijen atomunu paylaşarak sonsuz uzunlukta zincirler oluşturabilirler. Silisin suya geçişi ise kayaların parçalanması ile olur. Silikat, kolorimetrik metotla otoanalizör cihazı ile ölçülür.

Silikat ölçümü için ulusal ve uluslararası kabul gören standartlar ve ölçüm cihazlardan bazıları Çizelge Ek 2.11'de gösterilmiştir [59, 60].

Çizelge Ek 2.11. Silikat Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
TS EN ISO 11885	ICP-OES
Standart Metot 3120 B	ICP
Standart Metot 4500-SiO ₂ F	Kolorimetrik Metot
EPA Metot 200.5	ICP-AES
EPA Metot 370.1	Kolorimetrik Metot

Klorofil-a

Klorofil-a analizi spektrometrik metotla seki diski spektrometre kullanılarak yapılır; Deniz suyunu numunesinin filtreden geçirilerek süzülmesinin ardından asetonla ayrıştırılır. Daha sonra spektrometrede 750, 664, 647 ve 630 nm dalga boylarında optik yoğunluk değerleri okunur. 664, 647 ve 630 dalga boylarında okunan değerler sırasıyla klorofil-a, klorofil-b ve klorofil-c değerlerini ifade eder.

Klorofil-a analizinde önemli olarak; ölçüm sahada yapılmayacaksa numunenin süzülme işleminden sonra dondurulması gerekir (-20 °C' de) aksi halde bozulma gerçekleşecektir.

Çizelge Ek 2.12. Klorofil-a Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
TS 9092 ISO 10260	Spektrometre

Ağır Metaller

Ağır metaller, deniz suyuna ya da çökellerine; kayalardan çözünerek, doğal yollarla ya da tarım, endüstri gibi insani faaliyetler yoluyla gelirler.

Sedimanda ağır metal analizi yapılırken öncelikle asit ile parçalama işlemi yapılır. Bu işlemden sonra genellikle spektrometrik ya da spektroskopik yöntemler uygulanarak ölçüm yapılır. Çizelge Ek 2.13'de gösterilen analiz metodu ile ağır metal analizleri yapılır [60].

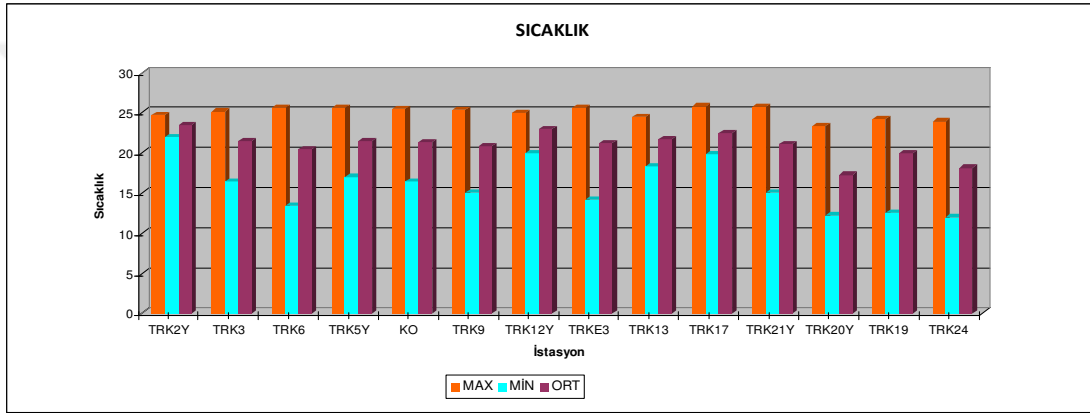
Çizelge Ek 2.13. Ağır Metal Ölçümü Analiz Metotları ve Ölçüm Cihazları

Analiz Metodu	Ölçüm Cihazı
EPA Metot 3052	Plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES) Kütle Spektrometresi (ICP-MS)

Ek 3. Parametre Bazında 0.5, 10 ve 20 Metre Derinliklere Ait Maksimum, Minimum ve Ortalama Değerlere Ait Grafikler

Sıcaklık Değerleri

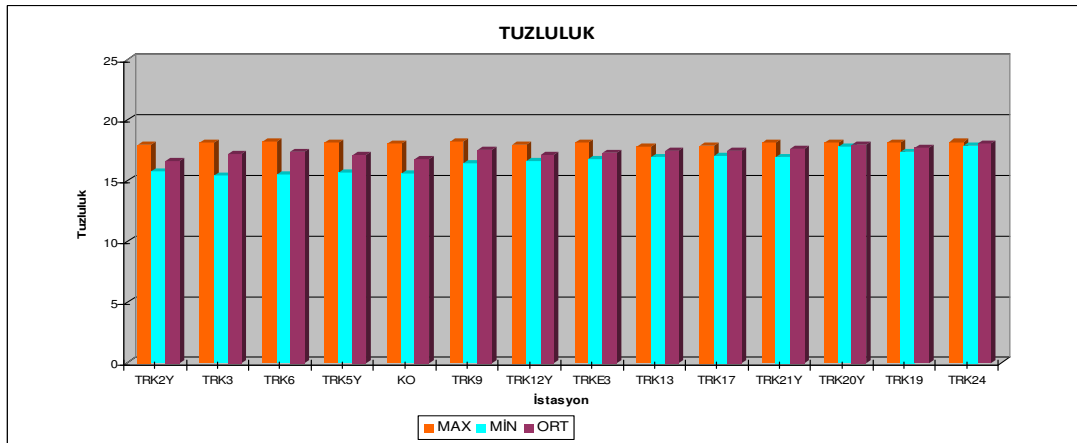
Sıcaklık değerleri Şekil Ek 3.1'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre tüm istasyonlarda maksimum sıcaklık değerinin 25 °C civarında olduğu, 26°C'yi aşmadığı görülmüştür. Minimum sıcaklık değerleri ise 8 °C civarındadır.



Şekil Ek 3.1. Sıcaklık Değişimleri

Tuzluluk Değerleri

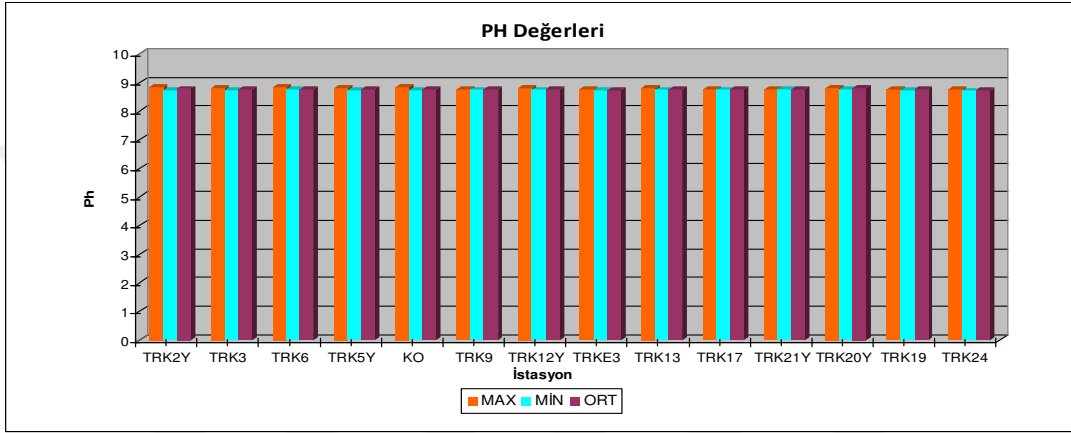
Tuzluluk değerleri Şekil Ek 3.2'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre tüm istasyonlarda maksimum tuzluluk değeri %17-18 civarında olduğu, ancak minimum tuzluluk değerleri ise %15-17 civarındadır.



Şekil Ek 3.2. Tuzluluk Değişimleri

pH Değerleri

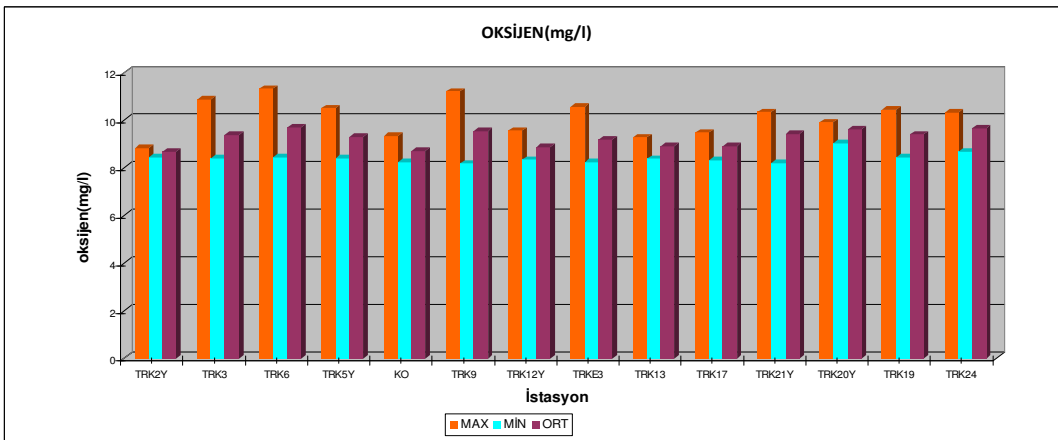
pH değerleri Şekil Ek 3.3'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre tüm istasyonlarda maksimum, minimum ve ortalama pH değerleri arasındaki fark yok denecek kadar az olduğu ve 8.70 ve 8.80 arasında değerlerde seyrettiği görülmektedir.



Şekil Ek 3.3. pH Değişimleri

Çözünmüş Oksijen Değerleri

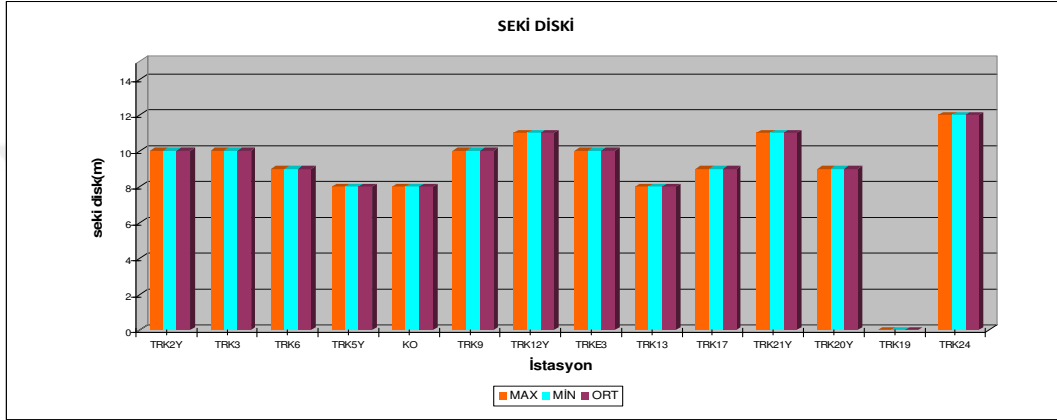
Oksijen değerleri Şekil Ek 3.4'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Minimum değerlerin 8,5 mg/l civarı, maksimum değerlerin ise 11 mg/l'ye çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil Ek 3.4. Çözünmüş Oksijen Değişimleri

Seki Disk Değerleri

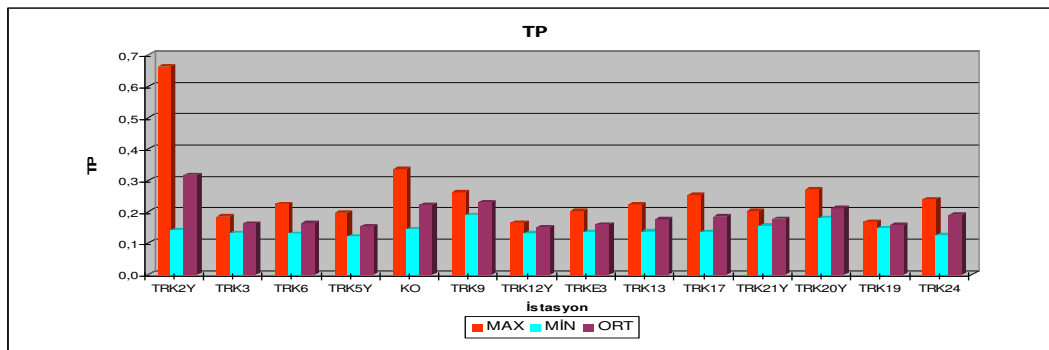
Seki Disk değerleri Şekil Ek 3.5'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre seki disk değerleri maksimum ve minimum değerler 8 m ve 12 m arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En düşük değerler ise Boğaz çıkışı olan KO istasyonu ve Zonguldak TRK 13'de istasyonlarında gözlemlenmiştir.



Şekil Ek 3.5. Seki Disk Değişimleri

Toplam Fosfor Değerleri

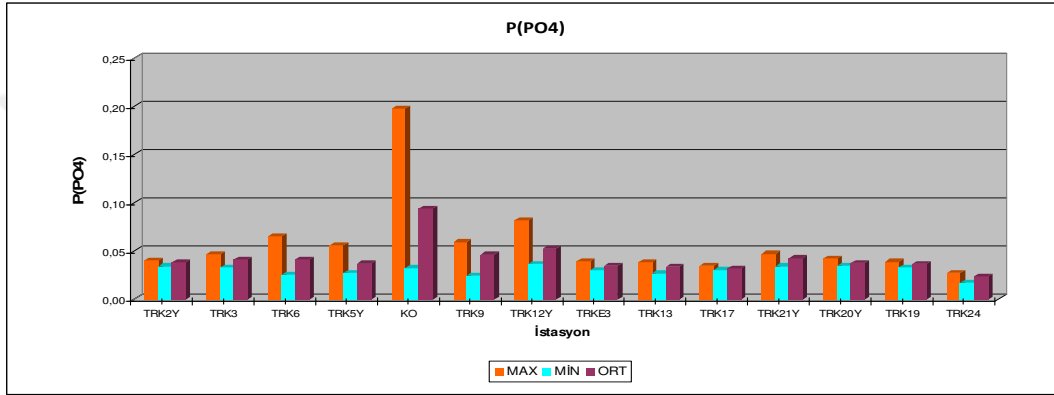
Toplam Fosfor değerleri Şekil Ek 3.6'da gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre; Minimum değerler 0.121-0.190 $\mu\text{mol/L}$ arasında olup maksimum değerlerde ise, TRK2 Y İğneada istasyonu (0.664 $\mu\text{mol/L}$) ve TRK K0 (0.337 $\mu\text{mol/L}$) Boğaz Çıkışı istasyonunda toplam fosfor değerleri diğer istasyonlara göre yüksek çıkmıştır.



Şekil Ek 3.6. Toplam Fosfor Değişimleri

Fosfat Fosforu Değerleri

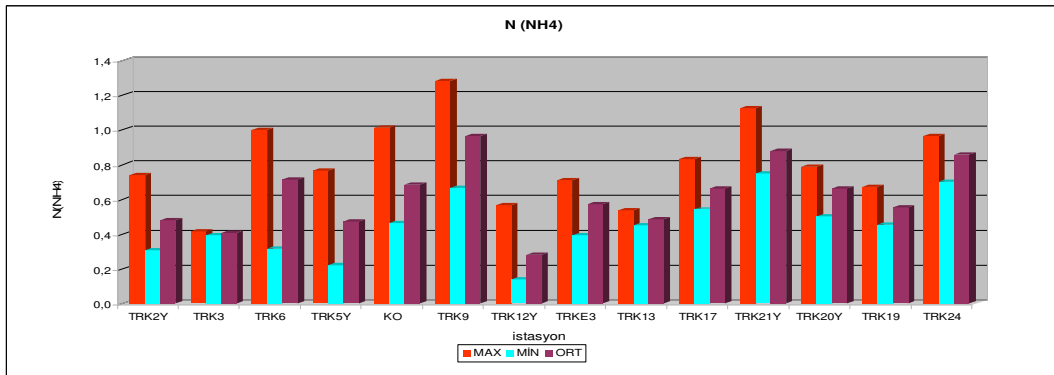
Suda çözünmüş fosfor değerleri Şekil Ek 3.7'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Minimum değerler 0.02-0.04 µmol/L arasında olup maksimum değerlerde ise, TRK K0(0.02 µmol/L) Boğaz çıkışı ve TRK12 Y Sakarya Çıkışı istasyonu(0.08 µmol/L) istasyonlarında fosfor değerleri diğer istasyonlara göre oldukça yüksek çıkmıştır.



Şekil Ek 3.7. Fosfat Fosforu Değişimleri

Amonyum Azotu Değerleri

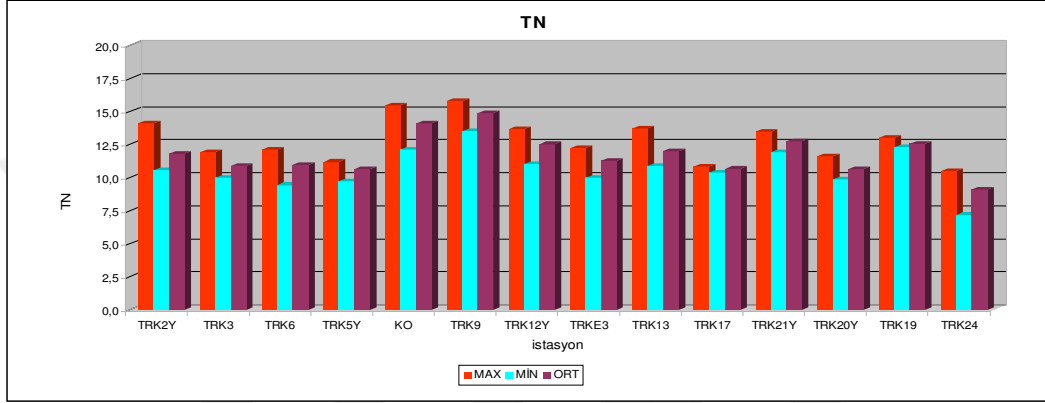
Amonyum azotu değerleri Şekil Ek 3.8'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre minimum değerler 0.140-0.751 µmol/l N arasında olup, maksimum değerlerde ise en yüksek olarak görülen TK6 (İğneada), KO (Boğaz Çıkışı), TRK9 (Şile), TRK21Y (Cide Kontrol) istasyonlarında ise 1.000-1.200 µmol/l N değerlerine ulaşmaktadır.



Şekil Ek 3.8. Amonyum Azotu Değişimleri

Toplam Azot Değerleri

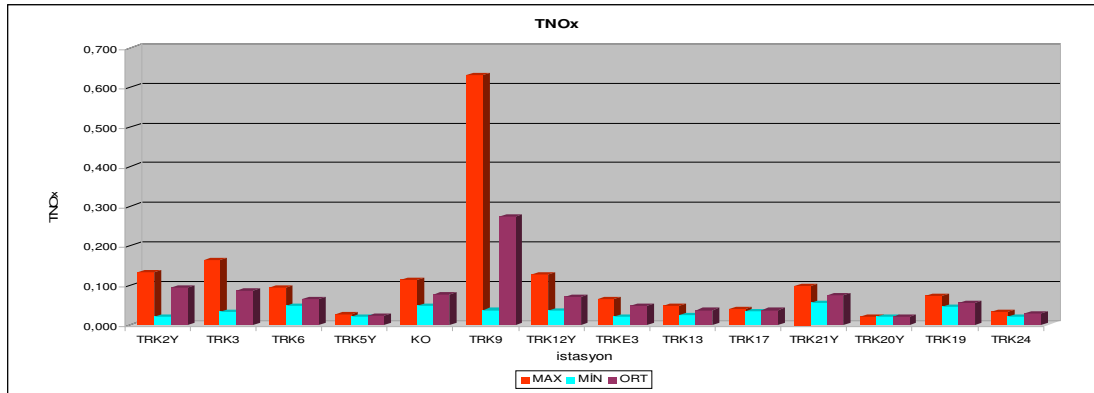
Toplam azot değerleri Şekil Ek 3.9'da gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre minimum değerler 7.161-13.515 $\mu\text{mol/l}$ N arasında olup, maksimum değerlerde ise ölçülen değerler birbirine yakın olup, 10.491-15.772 $\mu\text{mol/l}$ N arasındadır.



Şekil Ek 3.9. Toplam Azot Değişimleri

Toplam Oksitlenmiş Azot Değerleri

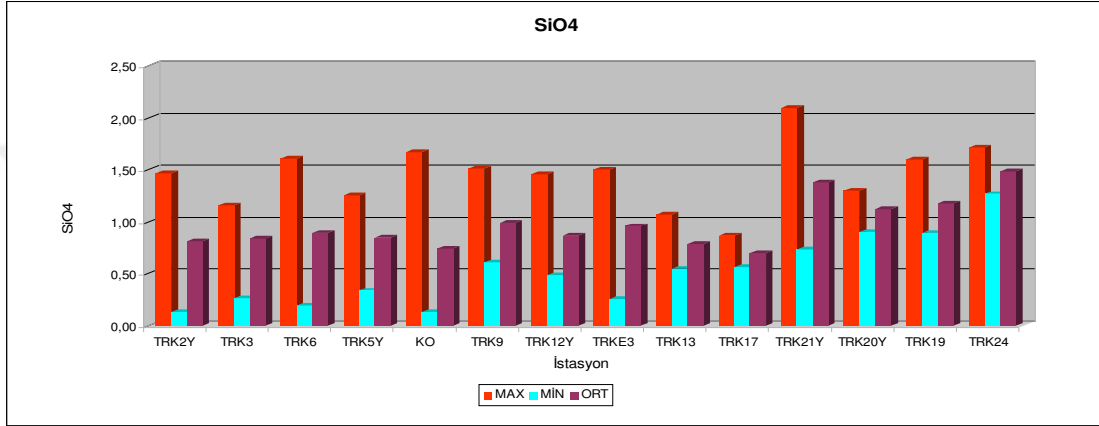
Toplam oksitlenmiş azot değerleri Şekil Ek 3.10'da gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre minimum değerler 0.020-0.056 $\mu\text{mol/l}$ N arasında olup, maksimum değerlerde ise birçok istasyonda 0.100'lü değerlerin üzerinde olmakla birlikte en yüksek ölçülen istasyon 0.631 $\mu\text{mol/l}$ N değeri ile TRK9 (Şile Kontrol) istasyonudur.



Şekil Ek 3.10. Toplam Oksitlenmiş Azot Değişimleri

Silikat Değerleri

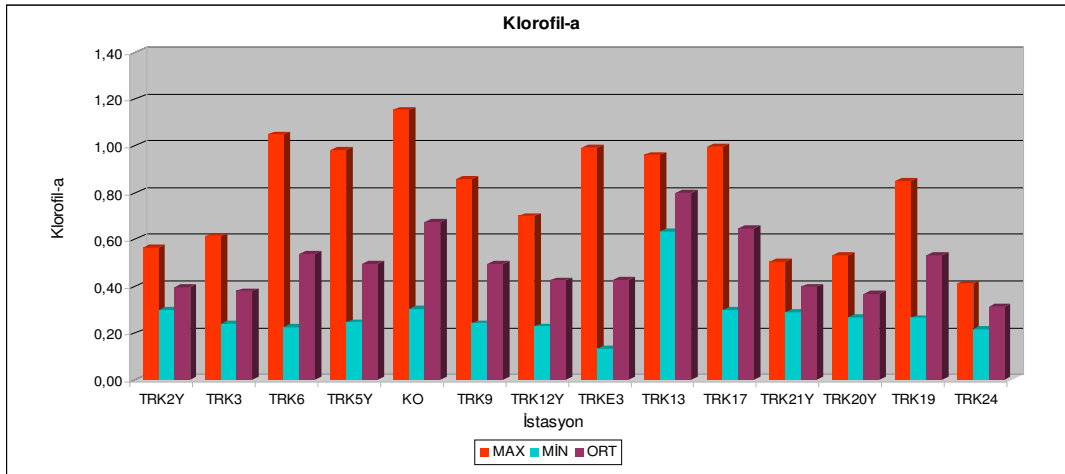
Silikat değerleri Şekil Ek 3.11'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre minimum değerler 0.13-1.27 $\mu\text{mol/l}$ Si arasında olup, maksimum değerlerde ise ölçülen değerler Batı Karadeniz'in doğusunda daha yüksek çıkmıştır. Maksimum değerler ise 0.86-2.10 $\mu\text{mol/l}$ Si arasındadır.



Şekil Ek 3.11. Silikat Değişimleri

Klorofil-a Değerleri

Klorofil-a değerleri Şekil Ek 3.12'de gösterilmiştir. 0.5-10-20 metre derinliklerden alınan örneklerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri incelenmiştir. Bu grafiğe göre minimum değerler 0.13-1.63 $\mu\text{g/l}$ arasında olup, maksimum değerler ise 0.41-1.15 $\mu\text{g/l}$ arasındadır.



Şekil Ek 3.12. Klorofil-a Değişimleri

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı :Özge SAKAOĞLU
Doğum Yeri :Ankara
Medeni Hali :Evli
E Posta :ozgeyildiz.cevre@gmail.com
Adresi :Sahil Güvenlik Batı Karadeniz Grup Komutanlığı
Amasra/BARTIN

Eğitim Bilgileri

Lise : Gölbaşı Anadolu Lisesi, ANKARA
Universite : Çevre Mühendisliği, Dokuz Eylül Üniversitesi, IZMIR

Yabancı Dil Düzeyi

İngilizce, İelts (5.5), Üds(65)

İş Deneyimi

2009-2010 Detam Danışmanlık
2010-2012 AKDAŞ Döküm Fabrikası
2012-2013 Canalp Mühendislik
2013-devam ediyor Sahil Güvenlik Batı Karadeniz Grup Komutanlığı

Deneyim Alanları

ISO 9001 Kalite, ISO 14001 Çevre, ISO 18001 İş Güvenliği Yönetim Sistemleri, İş Sağlığı ve Güvenliği, Döküm Sektöründe Çevre Yönetimi, Deniz Kirliliği

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile İlgili Katıldığı Toplantılar

-



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
GEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 09/07/2018

Tez Başlığı / Konusu: TÜRKİYE'NİN BATI KARADENİZ SAHİL SERİDİNİN SU VE
SEDİMAN KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 130 sayfalık kısmına ilişkin, 04/07/2018 tarihinde ~~çalışmam~~/tez danışmanım tarafından ~~Tuzluca~~ adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8... 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

09.07.2018

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: ÖZGE SAKAOĞLU
Öğrenci No: N11227034
Anabilim Dalı: GEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Programı: —
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Aydın Akbulut
(Unvan, Ad Soyad, İmza)