



**KARADENİZ KIYI ŞERİDİNDE  
PŁAJLARDA VE YÜZEY ŞULARINDA  
BİYOLÖJİK OKSİJEN İHTİYACI (BOİ),  
ÇÖZÜNMEŞ OKSİJEN, DEBİ VE  
SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ  
ESRA DOĞANGÜN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**67310**

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**KARADENİZ KIYI ŞERİDİNDE  
PLAJLARDA VE YÜZEY SULARINDA  
BİYOLOJİK OKSİJEN İHTİYACI (BOİ),  
ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN, DEBİ VE SICAKLIK  
ÖLÇÜMLERİ**

**HAZIRLAYAN  
Esra DOĞANGUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MUHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. A. Nur ONAR**

**SAMSUN 1997**

**ONDUKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Bu çalışma jürimiz tarafından 26.10.2017 tarihinde yapılan sınav ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Osman Nuri ERGUN

Üye: Prof. Dr. A. Nur ONAR

Üye: Yrd. Doç. Rültem BAKAN

ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım

26.10.2017

Fen Bilimleri Enstitüsü



## ÖZET

### KARADENİZ KIYI ŞERİDİNDE PLAJLARDA VE YÜZEY SULARINDA BİYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI, ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN, DEBİ VE SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Karadeniz Bölgesi kirliliklerden korunabilmiş önemli kıyılara sahiptir. Bölgenin bu özelliğinden dolayı birçok canlı türü burada uygun bir yaşama ortamı bulmaktadır. Fakat aynı zamanda Karadeniz kıyılarının geleceği hakkında birtakım endişeler de taşınmaktadır. Bu noktadan hareketle Karadeniz kıyılarının korunması amacıyla başlatılan "Ulusal GEF Çevre Koruma ve Yönetimi Ulusal Kirlilik İzleme Kara Kesimi Projesi" nin bir bölümünü oluşturan bu çalışmada Karadeniz Bölgesi yüzey sularının, kanalizasyonunun, endüstri kuruluşlarının ve plajlarının kirlilik düzeyleri araştırılmıştır.

Bu amaçla bu çalışmada mevsimler bazında (Mart 1996 ile Aralık 1996 tarihleri arasında) karakökenli envanter sonuçlarına göre seçilen 32 plaj ve yüzme suyu sonuçlarına göre seçilen 74 istasyondan numuneler alınmış, çözünmüş oksijen, beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı ( $BOI_5$ ), debi ve sıcaklık incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmalara ilave olarak karakökenli örnekleme istasyonlarından biri olan Mert İmağında  $BOI_5$  reaksiyon hız sabiti tayini yapılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre kanalizasyonların, plajların ve yüzey sularının kaliteleri tespit edilmiştir. Bu su kaliteleri üzerinde yorumlar yapılmış ve alınması gereken önlemler konusunda öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**  $BOI_5$ ,  $BOI_5$  Reaksiyon Hız Sabiti, Karadeniz Kıyı Şeridi.

## **ABSTRACT**

### **MEASURING OF BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND, DISSOLVED OXYGEN, FLOW RATE AND TEMPERATURE IN THE BEACHES AND SURFACE WATER ALONG THE BLACK SEA COASTAL LINE**

Black Sea region has important coastal line that have been protected from pollution. Because of this property of the region: A wide range of biota species have found a favourable habitat here. But, at the same time, it is also worried about the Black Sea Coast' future. From this point of view, the pollution levels of surface water and coastal line caused by the systems of drains and industrial plants were investigated in this study as a part of " The Project of National GEF Protection and Protection and Management of the Environment For Monitoring of National Land Based Pollution" that was started with the purpose of protecting Black Sea Coastal line.

In this work, (between March 1996 and December 1996) for sample stations 32 beaches were selected according to the results of land base inventory work and 74 stations were selected according to the results of swimming bath data. Samples were obtained seasonally and then dissolved oxygen, five-day biochemical oxygen demand ( $BOD_5$ ), flow rate and temperature were investigated. In addition to these studies, reaction rate constant of  $BOD_5$  was determined on Mert River, one of the land-based sampling stations.

The quality of drains, beaches and surface water was determined according to the obtained data. The quality results were evaluated and the precautions to be taken were proposed.

**Key Words:**  $BOD_5$ , Reaction Rate Constant of  $BOD_5$ , The Black Sea Coastal Line.

## TEŞEKKÜR

Bu proje kapsamında bana her konuda destek olan değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. A. Nur ONAR'a, bölüm başkanımız Prof.Dr. Hanife BÜYÜKGÜNGÖR'e, benden yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Gülfem BAKAN'a, Arş Gör. Aysen KULEYİN'e, teknik konularda bana büyük desteği olan Muharrem GÖKSU'ya ve Çevre Mühendisliği Bölümünde çalışan tüm hocalarıma, asistan arkadaşlarıma, idari ve teknik personele, ayrıca çalışmakta olduğum Erzurum İller Bankası 14. Bölge Müdürlüğünde çalışan mesai arkadaşlarıma, özellikle Jeoloji Baş. Mühendisi Celal Oğuz ESEN'e teşekkür ederim.

Proje süresince beni her yönden destekleyen aileme ve sevgili eşim BÜLENT DOĞANGÜN'e de çok teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER****Sayfa No:**

<b>I. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2.PROJE ALANININ TANITILMASI</b> .....	3
2.1. Lokasyonu .....	4
2.2. Yüzey Şekilleri .....	5
2.3. Jeolojisi.....	6
2.4. Hidrolojisi .....	7
2.4.1. Akarsuları .....	9
2.4.2. Gölleri .....	9
2.5. İklimi.....	10
2.6. Bitki Örtüsü .....	11
2.7. Nüfusu.....	12
2.8. Ekonomik Yapısı .....	12
2.8.1. Tarım .....	12
2.8.2. Hayvancılık .....	14
2.8.3. Yeraltı Kaynakları .....	14
2.8.4. Endüstrileşme ve Şehirleşme.....	14
2.8.5. Balıkçılık .....	16
2.9. Kanalizasyon Yapıları .....	18
2.10. Ulaşım.....	19
<b>3. GENEL BİLGİLER</b> .....	20
3.1 Sularda Çözünmüş Oksijen.....	20
3.1.1 Çözünmüş Oksijen Kinetiği .....	21
3.2. Sularda Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ).....	22
3 2.1. BOİ Reaksiyonunun Kinetiği .....	25
3 3. Sularda Sıcaklık.....	32
3.4. Sularda Debi.....	33

3.4.1. Flatörler.....	33
3.4.2. Ampirik Formüller.....	34
3.4.4. Savaklar.....	35
3.4.4. Mulineler.....	39
<b>4. MATERYAL VE METOD.....</b>	<b>41</b>
4.1. Numune Alma İşlemi.....	41
4.2. Deneysel İşlemler.....	46
4.2.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Araç Gereçler.....	46
4.2.2. Kullanılan Çözeltiler.....	46
4.2.3. Kullanılan Malzemelerin Temizlenmesi.....	47
4.2.4. Kullanılan Ölçüm ve Analiz Yöntemleri.....	47
4.2.4.1. Çözünmüş Oksijen Tayini.....	47
4.2.4.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini.....	49
4.2.4.3. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Reaksiyon Hız Sabiti Tayini.....	50
4.2.4.4. Sıcaklık Ölçümü.....	51
4.2.4.5. Debi Ölçümü.....	52
<b>5. BULGULAR.....</b>	<b>53</b>
5.1. Bulgular.....	53
<b>6. TARTIŞMA.....</b>	<b>88</b>
6.1. Karakökenli Parametrelerin Değerlendirilmesi.....	88
6.1.1. Akarsular Açısından Değerlendirme.....	88
6.1.2. Endüstriler Açısından Değerlendirme.....	94
6.1.3. Kanalizasyonlar Açısından Değerlendirme.....	95
6.2. Plajların Değerlendirilmesi.....	98
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>99</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>103</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>106</b>
EK A. Örnekleme Programında Kullanılan Arazi Veri Formları.....	104



EK B. Karadeniz Bölgesi.....	109
EK C. Karadeniz Bölgesinde Numune Alma Noktaları.....	110
EK D. Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	111
EK E. Atıksuların Atıksu Altyapı Tesislerine Değarjında Öngörülen Atıksu Standartları.....	113
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	115



## TABLOLAR LİSTESİ

	<b>Sayfa No:</b>
<b>TABLO 4.1.</b> Karakökenli Envanter Sonuçlarına Göre Seçilen Numune Alma Noktaları .....	42
<b>TABLO 4.2.</b> Karadeniz Bölgesinde Plaj Kapsamına Giren Plajlar.....	43
<b>TABLO 5.1.</b> Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Çözünmüş Oksijen Derişimleri Değişimi (mg/l) .....	56
<b>TABLO 5.2.</b> Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen Derişimleri Değişimi (mg/l) .....	57
<b>TABLO 5.3.</b> Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri (°C) .....	58
<b>TABLO 5.4.</b> Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Su Debisi Değişimleri (m <sup>3</sup> /s) .....	59
<b>TABLO 5.5.</b> Karakökenli Numunelerin Çözünmüş Oksijen, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri, Debi ve Sıcaklık Değerlerinin Yıllık Ortalamaları ile Standart Sapmaları .....	60
<b>TABLO 5.6.</b> Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimlerinin Akı Cinsinden Değişimi (ton/yıl).....	61
<b>TABLO 5.7.</b> Mert Irmağında Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişiminin 20 Günlük Değişim Değerleri ile LogL/Lt Değerleri.....	62
<b>TABLO 5.8.</b> Plajların Mevsimlere Göre Çözünmüş Oksijen Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	63
<b>TABLO 5.9.</b> Plajların Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	65
<b>TABLO 5.10.</b> Plajların Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri (°C).....	67
<b>TABLO 5.11.</b> Plajların Çözünmüş Oksijen, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri Değerlerinin Standart Sapmaları.....	69

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No:
ŞEKİL 3.1. Sucul Sistemde Karbon Dolanımı .....	23
ŞEKİL 3.2. Sucul Sistemde Oksijen Dolanımı .....	24
ŞEKİL 3.3. Karbonlu Maddelerin BOI <sub>5</sub> Eğrisi.....	26
ŞEKİL 3.4. Karbonlu ve Azotlu Maddelerin BOI Eğrisi.....	26
ŞEKİL 3.5. Tipik BOI Eğrisi.....	27
ŞEKİL 3.6. Dikdörtgen Savak.....	36
ŞEKİL 3.7. İnce Kenarlı Dikdörtgen Savak.....	37
ŞEKİL 3.8. İnce Kenarlı Üçgen Savak.....	38
ŞEKİL 3.9. İnce Kenarlı Trapez Savak.....	39
ŞEKİL 3.10. Kalın Kenarlı Dikdörtgen Savak .....	39
ŞEKİL 5.1. Mert İmağında BOI <sub>5</sub> Değişimi (mg/l).....	71
ŞEKİL 5.2. Mert İmağında BOI <sub>5</sub> Reaksiyon Hız Sabitinin Bulunması ...	71
ŞEKİL 5.3. Sakarya Nehrinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l) .....	72
ŞEKİL 5.4. Melen Çayında Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l) .....	72
ŞEKİL 5.5. Çark Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	72
ŞEKİL 5.6. Alaplı Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	73
ŞEKİL 5.7. Erdemir G. Kolektöründe Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	73
ŞEKİL 5.8. Erdemir G. Kolektöründe Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	73
ŞEKİL 5.9. Erdemir K. Kolektöründe Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	74

<b>ŞEKİL 5.10.</b> Erdemir K. Kollektöründe Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	74
<b>ŞEKİL 5.11.</b> Gülüç Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	74
<b>ŞEKİL 5.12.</b> Kozlu Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	75
<b>ŞEKİL 5.13.</b> Zonguldak Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	75
<b>ŞEKİL 5.14.</b> Zonguldak Deresinde Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	75
<b>ŞEKİL 5.15.</b> Çatalağzı Deresinde Mevsimlere Gore BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	76
<b>ŞEKİL 5.16.</b> Çates-B Kül Kanalında Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	76
<b>ŞEKİL 5.17.</b> Çates-B Kül Kanalında Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	76
<b>ŞEKİL 5.18.</b> Filyos Çayında Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	77
<b>ŞEKİL 5.19.</b> Bartın Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	77
<b>ŞEKİL 5.20.</b> Kızılırmakta Mevsimlere Gore BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	77
<b>ŞEKİL 5.21.</b> Mert Irmağında Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	78
<b>ŞEKİL 5.22.</b> Kürtün Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	78
<b>ŞEKİL 5.23.</b> Samsun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	78
<b>ŞEKİL 5.24.</b> Samsun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	79

<b>ŞEKİL 5.25.</b> Yeşilirmakta Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	79
<b>ŞEKİL 5.26.</b> Miliç Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	79
<b>ŞEKİL 5.27.</b> Melet Irmağında Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	80
<b>ŞEKİL 5.28.</b> Ordu Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	80
<b>ŞEKİL 5.29.</b> Ordu Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	80
<b>ŞEKİL 5.30.</b> Civil Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	81
<b>ŞEKİL 5.31.</b> Giresun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	81
<b>ŞEKİL 5.32.</b> Giresun Kanalizasyonunda Mevsimlere Gore ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	81
<b>ŞEKİL 5.33.</b> Aksu Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	82
<b>ŞEKİL 5.34.</b> Fol Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	82
<b>ŞEKİL 5.35.</b> Söğütlü Deresinde Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	82
<b>ŞEKİL 5.36.</b> Trabzon Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	83
<b>ŞEKİL 5.37.</b> Trabzon Kanalizsyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	83
<b>ŞEKİL 5.38.</b> Değirmenderede Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> , ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	83
<b>ŞEKİL 5.39.</b> Rize Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	84

<b>ŞEKİL 5.40.</b> Rize Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	84
<b>ŞEKİL 5.41.</b> Sinop Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI <sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l), ( Yaz ve sonbahar yalarında numune alınamamıştır) .....	84
<b>ŞEKİL 5.42.</b> Sinop Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l), (Yaz ve sonbahar aylarında numune alınamamıştır.).....	85
<b>ŞEKİL 5.43.</b> Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama Çözünmüş Oksijen Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	85
<b>ŞEKİL 5.44.</b> Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	85
<b>ŞEKİL 5.45.</b> Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama Debi Değişimleri (m <sup>3</sup> /s).....	86
<b>ŞEKİL 5.46.</b> Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama Sıcaklık Değişimleri (°C).....	86
<b>ŞEKİL 5.47.</b> Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Akı Değişimleri (ton/yıl).....	86
<b>ŞEKİL 5.48.</b> Plajların Mevsimlere Göre Çözünmüş Oksijen Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	87
<b>ŞEKİL 5.49.</b> Plajların Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri Değişimleri (mg/l).....	87
<b>ŞEKİL 5.50.</b> Plajların Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri(°C).....	87

## 1. GİRİŞ

Günümüzde çevre kirlenmesi bütün insanlığı ilgilendiren bir sorun haline gelmiş olup, gerekli önlemler alınmaz ise doğanın dengesini bozacak ve gelecek kuşaklara da intikal edecek bir görünüm kazanacaktır. Endüstri, tarım ve yerleşim alanlarından kaynaklanan endüstriyel ve evsel atıklar çevreye hızla yayılmakta ve doğal denge bozulmaktadır.

Kirlenmenin sonucu olarak sularda bulunan canlılar her geçen gün biraz daha azalmakta, kirlenen sulardan uzaklaşmakta, hatta çoğu türler yok olmaktadır. Bununla da kalmayıp kıyı peyzajını, insan sağlığını ve suların kalitesini bozarak çeşitli amaçlarla kullanılma olanaklarını sınırlamaktadır. Çevre sağlığı yönetimi açısından denizlere atılan kirleticilere katkıda bulunan hangi kaynakların bulunduğu ve her kaynağın deşarj ettiği kirleticisi miktarının bilinmesi gerekmektedir. Bu bilgiler ışığında denizlerin yaşamımızdaki önemi anlaşılacaktır (1).

Bu amaçla 1988 yılında Karadeniz kıyı devletleri ile Karadeniz'de çevre koruması için bir taslak konvansiyon görüşmelerine başlanmıştır. Bu görüşmeler sırasında 1992 yılında imzalanan "Karadeniz Çevresinin Karakökenli Kirlenmeden Korunması Protokolü" çerçevesinde, 1995 yılında T.C. Çevre Bakanlığı denetiminde, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (O.M.Ü) Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından Karadeniz'de karakökenli kirleticisi kaynakların ve plajların envanterleri oluşturulup değerlendirilmeleri yapılarak 1996 yılı boyunca da karakökenli envanter verilerine göre 32, plaj envanterlerine dayanılarak da 74 numune alma istasyonundan numuneler mevsimlik olarak alınmıştır (2).

Bu çalışmada çözünmüş oksijen, beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI<sub>5</sub>), biyokimyasal oksijen ihtiyacı reaksiyon hız sabiti, sıcaklık ve debi ölçülerek bir değerlendirme yapılmıştır.

Proje çalışması sonucunda elde edilen veriler. "GEF Ulusal Rutin Kirlilik İzleme Projesi" kapsamında T.C. Çevre Bakanlığı ile ilgili

yönetmelikler ve "Uluslararası Karadeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Merkezinin " belirlediği yöntemlere göre değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmeler sonucunda, Türkiye'nin Karadeniz kıyı şeridinin Karadeniz'e taşıdığı kirlenici yükleri, Karadeniz sahili boyunca yüzme suyu kalitesi ve mevcut çevresel özellikleri belirlemiştir.

Diğer denizlerimiz için de süren bu tür çalışmaların sonuçları Türkiye'de gelecek yıllar için planlanan endüstrileşme hızı ve çeşidi, nüfus artışı gibi faktörlerle birlikte politikasının oluşturulmasında önemli bir baz olacaktır.





## 2. PROJE ALANININ TANITILMASI

Günümüzde Karadeniz ile ilgili olumsuz gelişmeleri izlerken ve bu denizin kirlilik açısından oldukça kritik bir düzeye gelişinin nedenlerini araştırırken tarihsel değişimi gözardı etmemek gerekir. 100-200 m derinlikte "haloklin" tabakası bulunan ve dünyanın bu özelliğine sahip en büyük denizi olan Karadeniz'in M.Ö. 25000 yıllarından bu yana geçirdiği değişimler yaklaşık 6 m'lik karot örneklerinin sonucunda ortaya çıkmıştır.

Karadeniz'in doğal yaşamı, kimyası, sedimanları ile ilgili özelliklerini belirleyen en önemli faktörler, nehirler ve Boğaz'da bulunan özellikle deniz seviyesi değişimlerinin görüldüğü "Pleistocene" döneminde Akdeniz suyunun Karadeniz'e geçişini engelleyen yüksekliktir

M.Ö. 25000 yıllarında Karadeniz'de su bugünkü seviyesinden sadece 30 m aşağıdaydı ve tatlı su özelliğini taşıyordu. Her derinlikte oksijene rastlanıyordu ve Boğaz'daki engel 50 m derinlikteydi. Karadeniz'in bu özellikleri M.Ö. 9000 yıllarında suların yükselmeye başlamasıyla ve Akdeniz suyunun Boğaz'daki engeli aşmasıyla değişmeye başladı. Bol oksijenli su özelliği yerine aşamalı olarak deniz suyu özelliklerine bıraktı ve M.Ö. 7000 'li yıllarda H<sub>2</sub>S tabakası derinlerde sediman-su tabakasının bir kaç yüz metre yukarısında yerleşti. Böylece Akdeniz'den gelen oksijenli suyun üst tabakalara geçmesi olanaksız hale geldi. İstanbul Boğaz'ı yolu ile gelen suyun yeterli miktarda oksijen taşınamaması organik maddelerin oksitlenmesi, çürümesi ve birikmesi sonucu Karadeniz'de yaklaşık 100 m derinliğin altındaki sular oksijensiz hale geldi (3).

Bu ilginç özelliğine başka bir tanımla dezavantajına rağmen Karadeniz yıllardan beri bölge insanları için önemli bir geçim kaynağı, dinlenme alanı ve atıkların boşaltıldığı bir bölge olmuştur. Sürekli olumsuz yönde değişen ve artan kullanımlar sonucunda da Karadeniz bu yükü taşıyamaz hale gelmiştir. Sulama amacı ile plansız ve düzensiz olarak alınan sular, artırılmamış kentsel ve endüstrileri taşıyan nehirler, plansız yerleşim,

güç santralleri, Karadeniz'in su kalitesine olumsuz etki yapan nedenlerin bir kaçıdır.

Karadeniz'de olagelen değişiklik ulusal sınırlarda kalmamaktadır. Kuzey-güney yönündeki karışım nedeniyle kuzey ve batı yönünden gelen nehir suları Karadeniz'in Rusya, Romanya, Ukrayna, Bulgaristan, Gürcistan ve Türkiye kıyılarını da etkilemektedir. Özellikle uzun süreli olan bu etkilerin değerlendirilmesi uluslararası işbirliğini gerektirmektedir. Bu işbirliği çerçevesinde "GEF Ulusal Rutin Kirlilik İzleme Kara Kesimi Projesi", O.M.Ü Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi olarak Çevre Mühendisliği Bölümünce yürütülmüştür (2).

## 2.1 Lokasyonu

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden biri olan Karadeniz Bölgesi yaklaşık 141.000 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümü ile ülke yüzeyinin % 18'ini kaplar. Karadeniz Bölgesi, özelliklerini ve adını bitişik olduğu denizden alır ve doğuda Gürcüstan sınırı ile batıda Adapazarı Ovası'nın doğu kenarında uzanır. Bölgenin doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 1000 km'dir. Doğuda 100 km'yi bulmayan genişliği, ortada 200 km'yi aşar ve batıda 150 km'yi bulur. Bölge kuzeyde Karadeniz, doğuda Gürcistan, güneyde Doğu Anadolu ve İç Anadolu, batı da Marmara Bölgelerine komşudur. Güneyindeki bölgelerden Kuzey Anadolu dağlarının iç sıralarının Doğu ve İç Anadolu'nun yüksek düzlüklerine bakan yamaçlarından geçen bir sınırla ayrılır. Marmara Bölgesi ile olan sınırı, güneyde Sakarya'nın kollarından Karasu'nun dar vadisini izledikten sonra kuzeydoğuya döner ve Adapazarı Ova'sını tümüyle, Marmara Bölgesi'nde Adapazarı ve Düzce Ova'larını ayıran Gümüşova Eşiği'ni ise Karadeniz Bölgesi'nde bırakacak biçimde Karadeniz kıyısına ulaşır.

Öteki coğrafi bölgelerde olduğu gibi Karadeniz Bölgesi'nin sınırları da her yerde il sınırlarına uymaz. Artvin, Rize, Trabzon, Gümüşhane, Bayburt, Giresun, Ordu, Samsun, Amasya, Sinop, Kastamonu, Zonguldak, Bartın ve Bolu illeri bütünüyle bölge sınırları içinde kalırken, İç Anadolu Bölgesi

sınırları içinde kalan Artova ilçesi dışında Tokat ilinin tamamına yakını, çok büyük kesimi Karadeniz Bölgesi'ne girer. Sadece Artova ilçesinden bazı kesimleri İç Anadolu Bölgesi'ne taşar.

1941'de Ankara'da toplanan Birinci Türk Coğrafyası Kongresi, Karadeniz Bölgesi'ni Doğu Karadeniz, Orta Karadeniz ve Batı Karadeniz bölümlerine ayırmıştır.

Bölgeye adını veren Karadeniz'e gelirse, kuzeyde  $40^{\circ} 51'$  ve  $46^{\circ} 32'$  N enlemler, doğu da ise  $27^{\circ} 27'$  ve  $41^{\circ} 42'$  E boylamları arasında yer almaktadır. Karadeniz dünyanın en büyük kapalı havza denizidir. Geniş anlamda Akdeniz havzasının, Alp Kıvrım sistemine bağlı genç dağlarla kuşatılmış, oval biçimli iki havzadan meydana gelen bir bölmesi ve uzantısı sayılan Karadeniz, hidrolojik şartları bakımından Akdenizle ortalama derinlikleri 50 m dolayında olan İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile zayıf bir bağlantısı olan bu nedenle ondan büyük farklarla ayrılan bir iç denizdir. Maksimum uzunluğu doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 1200 km, genişliği 600 km (batı kesiminde) ile 250 km (Kırım-Anadolu) arasında değişir. Havza kuzeyde sığ Kerç Boğaz'ı ile Azak Deniz'ine bağlanır. Bu sınırlar içinde Karadeniz'in yüzölçümü  $422.189 \text{ km}^2$ , Azak ( $36.875 \text{ km}^2$ ) ile birlikte  $459.064 \text{ km}^2$ 'dir. En derin yeri İnebolu'nun biraz açığındadır (2212 m). Ortalama derinliği 1272 m olan Karadeniz çanağı içindeki su kutlesinin hacmi  $536.969 \text{ km}^3$ 'tür. Ekler kısmında Türkiye'nin Karadeniz kıyıları ve Karadeniz Bölgesi haritası yer almaktadır (Ek B.1).

## 2.2 Yüzey Şekilleri

Karadeniz Bölgesi'nde yüzey şekillerinin ana çizgilerini, Karadeniz kıyısına ve birbirine paralel sıralar halinde uzanan Kuzey Anadolu Dağları oluşturur. Kuzey Anadolu Dağları, bölgenin doğusunda iki, batısında ise üç sıra halindedir. Çok yüksek olan doğudaki kıyı dağları, Kaçkar Dağı'nda 3932 m'ye erişir. Kıyı dağlarından Çoruh Kelkit Vadi Oluğu'yla ayrılan iç sıraların en yüksek noktası eski Mescit Dağı'dır (3239 m), yüksekliği Orta Karadeniz Bölümünde azalan Kuzey Anadolu Dağları, Batı Karadeniz

Bölümünde yeniden yükselir. Burada denize en yakın olan sıra İsfendiyar (Küre) Dağlarıdır. Bu dağlar ile ikinci sırayı oluşturan Ilgaz-Bolu Dağları birbirinden Gökırmak Vadisiyle ayrılır. İkinci sıra ile arasına, Kızılıрмаğın kollarından Devrez Çayı giren Koroğlu Dağları üçüncü dağ sırasıdır. Doğu Karadeniz'de kıyıdağı sıralar iç sıralardan Batı Karadeniz'de ise iç sıralar kıyı sıralarından daha yüksektir.

Karadeniz kıyıları fazla girintili çıkıntılı değildir. Genellikle yüksek olan kıyıların bazı kesimlerinde dar kıyı ovaları yer alır. Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltaları iki yerde denize doğru ilerleyen çıkıntılar oluşturur (Bafra ve Çarşamba Ovaları)(4,5).

### 2.3 Jeolojisi

Kuzeyde ve güneyde yerkabuğunun iki büyük plakası arasındaki kıvrımlı dağlar kuşağı arasına gömülmüş olan ve batıda Pannoni'dan Doğu'da Güney Hazar ve Türkistan'a kadar uzanan derin çukurlar zincirinin bir halkasını oluşturan Karadeniz yerbilim bakımından adeta bir minyatür okyanus özelliği gösterir. Okyanuslarda olduğu gibi burada da yapısal biçimlenme bakımından üç büyük kısma ayrılır. Kıta Sahanlığı (self), genellikle kıyıdağı 90 m derinliğe kadar uzanan çok hafif engebeli sığ düzlüklerdir Karadeniz alanının % 24'ünü kaplar. Eğimi azdır (%o 0.5 -5) Kumlu killi ve kavrı yatakları da içeren genç tortul çökellerle örtülüdür. Üzerinde yer yer bazıları sahanlık içine 200-300 m kadar yarılmış vadiler (Sakarya Kanyonu gibi) görülür. Balıkçılık bakımından da çok önemli olan kıta sahanlığı Anadolu ve Kafkas kıyılarında çok dardır. Buna karşılık Ereğli'den batıya doğru giderek genişler ve en büyük genişliğe Odesa Körfezi'nde (200 km) erişir. Derinliği 16 m'yi aşmayan Azak denizi de tamamıyla self üzerinde yer alır. 2. Kıta Yamacı kıta sahanlığının dış kenarı ile ortalama 2000 m derinlik arasında çok eğimli (%o 75) ve birçok denizaltı vadileriyle yarılmış bir diklik görünümündedir. Temeli granitik kabuktan oluşan faylanmalar ve heyelanlarla, meydana gelmiş yapılar gösteren ve üzeri turbidit çökelleri ve muhtelif yaşta sedimentlerle kaplı olan kıta yamacı

3. Abısal (Derin) Düzlık, kabaca 2000 m eş derinlik çizgisiyle çevrilmiş olan ve düzey farkının 100-200 m'yi aşmadığı bir ova görünümündedir. Karadeniz çanağının % 37,2'sini kaplar. Eğimi % 1'den az bir dolgu düzlüğü karakterindedir. Üst tabakalarında hemen hemen hiçbir tektonik bozulma göstermeyen bu dolgunun kalınlığı çevreden çanağın ortasına doğru gidildikçe artar ve 14 km'yi bulur. Bu tortul dolgunun altında granitik bazaltik kabuk üzerine otururlar.

Üçüncü zamanda komşu havzalarla bağlantılı geniş, ama sığ, acı sulu bir göl deniz olan Karadeniz, bugünkü görünümünü üçüncü zaman sonlarında başlayan ve dördüncü zamanda hatta günümüzde de devam eden tektonik hareketlerle kazanmıştır.

Jeolojik bakımdan Karadeniz Bölgesi'nin en büyük kısmını Pontid olarak isimlendirilen tektonik birim meydana getirir. Batı yarısında eski billurlu masifler de yer alır, ama bütün bölgede batıda Mezozoyik yaşta kireç taşları ile doğuda aynı yaştaki volkanik fasiyesli ve çoğunlukla killi oluşuklar en geniş yeri kaplar. Killi oluşuklar yaygınlığı kuvvetli eğimler ve bol yağışlarla birlikte bütün bölgede sık sık meydana gelen yer kaymalarının bir nedenidir. Pontitler'le Anatolidler arasında bir kenet zonu üzerinde yer alan bölgenin güney kesimi, bütün uzantısı boyunca sağ atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile kesilmiştir ve bu diri fayların hareketi sonucunda çok yüksek bir depremsellik gösterir. Bir kuşak halinde uzanan bu fay zonu Türkiye'nin en sık ve en şiddetli sarsılan bölgelerinin başında yer alır.

Türkiye sınırları içinde doğan ve denize ulaşan en uzun akarsular bu bölgededir (Yeşilirmak, Kızılırmak ve ancak ağız kesimi sınırimız dışında kalan Çoruh). Kenar dağları yaran vadiler eskiden beri başlıca yolların izlediği doğal koridorlardır (6).

## 2.4 Hidrolojisi

Karadeniz yüzey sularının sıcaklığı enleme göre yazdan kışa önemli ölçüde değişir. Yaz sıcaklıkları bakımından havzada büyük farklar yoktur ve sıcaklık güneydoğuda 24°C, kuzey ve kuzeybatıda 21°C arasında değişir.

Kışında güney ve doğu kesimi daha sıcaktır (12-13 °C). Oysa bu mevsimde kuzeyde sıcaklık 20°C'ye kadar düşer. Hatta tuzluluğun daha az olduğu Odesa Körfezi ve Azak kıyıları her yıl bir süre donar. Çok soğuk geçen kışlarda ise Kırım'ın batısından Burgaz'a kadar, kuzeyden güneye daralan bir şerit halinde bütün kıyı buz tutar. Çözülen ve akarsularla sürüklenen buzlar bazı yıllarda Kefken'e Boğaz'dan geçerek Marmara'ya kadar sokulur. Yüzey sularının altında yaklaşık 75 m'den sonra dibe kadar sıcaklığın bütün mevsimlerde 8,5 - 90°C arasında sabit kaldığı derin su tabakası yer alır. Yüzey su tabakası ile derin sular arasında tuzluluk bakımından da ayrılık vardır. Yüzey sularının tuzluluğu doğuda ve orta kesimlerde ‰ 18-19 dolayındadır, bol su getiren akarsuların döküldüğü kuzey batıya doğru tuzluluk ‰ 10'a kadar düşer. Oysa genellikle 200 m'den daha derin suların tuzluluğu ‰ 22 dolayındadır. Yüzey su kütlesi ile derin su kütlesi arasındaki bu büyük tuzluluk farkı ve onun sonucu olan yoğunluk farkı mevsimsel soğumaların yol açtığı yoğunluk değişiklikleri ile giderilemez, bu nedenle bu iki su kütlesi birbiriyle karışmayan üst üste iki tabaka meydana getirir. Bu durum derin su kütlesine oksijen karışmasını önleyerek burada normal canlıların yaşamasına imkan vermeyen ve Karadeniz'in Antikçağ'daki adından alınan bir sözcükle Oksinizm terimiyle nitelenen şartlara yol açar. Bunun sonucunda yüzeysel su tabakası litrede 5,5-7 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> içerdiği halde, derin su kütlesi oksijenden yoksundur ve derine doğru giderek artan ve dipte litrede 8-12 cm<sup>3</sup>'e ulaşan H<sub>2</sub>S gazı ile zehirlenmiştir. Karadeniz'de kıyıları boyunca saat göstergesinin tersine ilerleyen ve genişlikleri yaklaşık 50 mil kadar olan iki halkadan bir akıntı sistemi görülür. Bunların hızı yere ve mevsimlere göre değişmekle beraber kışın saniyede ortalama 8-9 cm, yazın 15-18 cm kadardır.

Akıntı halkasından ayrılan bir kol Boğaz'dan Marmara'ya girer. Karadeniz seviyesi mevsimlere göre 20-30 cm'ye kadar bir değişiklik gösterir. İlk yazda yükselir, kışın alçalır.



### 2.4.1 Akarsuları

Karadeniz Bölgesi akarsu kaynakları bakımından zengindir.

Türkiye'de akarsu ağının en yoğun olduğu ve düzenli bir akış rejiminin görüldüğü bölge akarsularında, kurak mevsimde, büyük çekilmeler olmaz. Şiddetli yağmurlarda ve karların eridiği dönemlerde su düzeyleri yükselir. Bölgeden Karadeniz'e ulaşan akarsular hızlı akışlı ve kısa boyludurlar. Türkiye sınırları içinde doğan ve yine ülke sınırları içinde denize ulaşan en uzun akarsu olan Kızılırmak'ın uzunluğu 1355 km'dir. Sivas'ın Zara ilçesinin doğusundaki dağlardan doğar. Sivas, Kayseri ve Ankara yakınlarından geçer Karadeniz'e dökülür. Başlıca kolları Deliceırmak, Devrez ve Gökırmaktır. Bölgenin bazı akarsuları Trabzon'un doğusunda Karadeniz'e dökülen Değirmendere gibi kıyı dağlarının yamaçlarından inen kısa ve hızlı akışlı akarsulardır. Çoruh Irmağı, Harşit, Filyos, Melet, Devrenkani Çayları gibi bazı akarsularda kıyı dağlarının gerisinden doğar Karadeniz Bölgesi'nden kaynaklanan suları toplayan diğer iki büyük akarsu da Sakarya ve Yeşilirmak'tır. Sakarya Irmağı Türkiye'nin üçüncü uzun ırmağıdır. Uzunluğu 824 km'dir. Eskişehir'in Çifteler ilçesi yakınlarındaki Sakarbaşı'ndan doğar. Geyve Boğazından geçer ve Adapazarı Ovasından akarak Karadeniz'e dökülür. Yeşilirmak, Kelkit İrmak, Çekerek Irmağı ve asıl Yeşilırmağın olmak üzere üç ana kolun birleşimiyle oluşur. Asıl Yeşilirmak'ın uzunluğu 519 km'dir. Köse Dağından doğar, Canik Dağlarından geçip Çarşamba Ovasına yayılır ve Karadeniz'e dökülür.

### 2.4.2 Gölleri

Karadeniz Bölgesi'nde değişik süreçler sonunda oluşmuş birçok göl vardır. Bunlardan Yedi Göller ve Abant Gölü turizm bakımından önem taşır. Ulaşım olanaklarının gelişmesi halinde Doğu Karadeniz sıradağlarındaki buzul göllerinin de turizme büyük katkısı olabilir. Bölgedeki öteki göller Kızılırmak ve Yeşilirmak deltalarındaki göllerdir. Doğu Karadeniz bölümünde sıkça rastlanan heyelanlar sonucunda oluşan göller ki bunlardan en önemlisi

Balıkuzun Gölüdür. Ayrıca bir de akarsular üzerinde çeşitli amaçlarla kurulan barajların gerisinde oluşan yapay göller de bölgede mevcuttur.

## 2. 5 İklimi

Karadeniz Bölgesi'nde iklimi belirleyen başlıca etmenler denize yakınlık ve kıyıya paralel olarak uzanan dağ sıralarıdır. Denize yakınlık, kıyılarda mevsimler arasındaki sıcaklık farklarının azalması ve nemliliğin artmasının nedenidir. Dağ sıraları ise, denize bakan yamaçlar ile gerideki kesimler arasında sıcaklık ve yağış bakımından önemli farklar yaratır. Bölgenin doğu kıyılarında kışlar ılık geçmekle birlikte, batı kıyılarında zaman zaman beklenmedik soğuklar görülür.

Bölgenin kıyı kesiminde en soğuk ay ortalamaları batıdan doğuya doğru artar (Zonguldak'ta 5,8 °C, Samsun'da 6,8 °C, Trabzon'da 7,2 °C, Hopa'da 7,4 °C). En sıcak ay ortalamaları Zonguldak'ta 21,6 °C, Samsun'da 23,1 °C'dir. Kıyı kesiminde ölçülen en düşük sıcaklıklar Hopa'da -5,1 °C, Samsun ve Giresun'da -9,8 °C'dir. Bu kesimde günümüze değin -10 °C'den daha düşük bir sıcaklık kaydedilmemiştir. Karadeniz kıyılarında ölçülmüş en yüksek sıcaklıklar Sinop'da 34,5 °C ve Hopa'da 42,2 °C'dir.

Bölgenin iç kesimlerindeki en soğuk ay ortalamaları, kıyı kesiminden oldukça farklıdır (Bolu'da 0,1 °C, Merzifon'da 0,8 °C, Çorum'da -0,6°C, Kastamonu'da, -1,4 °C, Gümüşhane'de -2,2 °C). En sıcak ay ortalaması 19,4°C (Bolu) ile 25,9 °C (Amasya) arasında değişir. Bu kesimde ölçülen en yüksek sıcaklıklar Merzifon'da 41,9 °C, Amasya'da 43,2 °C'dir. İç kesimlerde saptanan en düşük sıcaklıklar İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerindeki ölçümlere yakındır.

Bölgenin yağış durumu, kıyı ile iç kesimler arasında olduğu gibi birbirinden çok uzak olmayan kıyı yöreleri arasında da önemli farklılık gösterir. Sözgelimi Rize'de yıllık ortalama yağış miktarı 2332 mm'yken Trabzon'da 798 mm 'dir. Genel olarak doğu kıyılarında yüksek olan yağış miktarı Orta Karadeniz Bölümünde azalır ve Batı kıyılarında yine yükselir. İç



kesimlerde ise yağışlar birdenbire azalır. Yıllık ortalama yağış miktarı bu kesimde 500 mm'nin altında, hatta Merzifon'da 380 mm düzeyindedir.

Karadeniz Bölgesi'nde yağışların mevsimlere dağılışı (yağış rejimi) Türkiye'nin öteki bölgelerinde rastlanmayan ölçüde düzenlidir. Kıyı kesiminde yağışlı gün sayısı genellikle yılın üçte birini aşar ve batıdan doğuya doğru gidildikçe bu sayı büyür, iç kesimlerde yirmi gün dolayındadır.

## 2.6 Bitki Örtüsü

Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesimi kıyıdan 600-800 m yüksekliğe kadar gür ve sık ormanlarla kaplıdır. Trabzon yöresi gibi yağışın azaldığı ya da Zonguldak yöresi gibi arazinin büyük bölümünün kalkerli olduğu kesimlerde yer yer Ege ve Akdeniz kıyılarındaki maki topluluklarına benzeyen doğal bir bitki örtüsü vardır. Yüksek alanlarda 1200 m'ye kadar kayın, gürgen ve kızılğaç gibi yayvan yapraklı ağaçlar 1600 m'ye kadar yayvan yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların bir arada bulunduğu karışık ormanlar egemendir. Daha yukarıda köknar, ladin ve sarıçamların oluşturduğu iğne yapraklı ormanlara rastlanır.

Batıda 1900 m olan orman üst sınırı doğuda 200 m'ye ulaşır. Dağların iç sıralarındaki ormanlar kurakçıl niteliktedir. Kıyı dağları ile iç sıralarda orman üst sınırından sonra dağ otlakları başlar. Bölgenin vadi boylarındaki ovalarda ağaçlı bozkır, daha iç kesimlerde ise ağaçsız bozkır görünüşlerine rastlanır.

Karadeniz'in ekolojik şartları ve biyolojik özellikleri bir yandan bugünkü bir yandan da geçmişteki hidrolojik evriminin bir sonucudur. Genel olarak Karadeniz, düşey doğrultuda yaşam alanı dar, tür bakımından fakir ama verimlilik ve populasyon bakımından zengin bir su ortamıdır. Bütün normal hayat, çözülmüş oksijen içeren ve Karadeniz toplam hacminin ancak % 8'ini eşit olan 150-200 m kalınlıktaki üst tabakasında toplanmıştır. Saptanan bitki ve hayvanların toplam tür sayısı 1200 kadardır (Akdeniz'de 7000 dolayında). Karadeniz'in yüksek verimliliğinin temeli üst su tabakasının besin tuzları bakımından zenginliğine ve ilksel organik karbon üretiminin çok

yüksek oluşuna dayanır. Dünya denizlerinin ortalama organik karbon içeriği litrede 15 mg olduğu halde bu değer Karadeniz'de 3 mg/l dolayındadır. Bu bakımdan da Karadeniz'in en verimli kesimleri, Azak Deniz'i, Odesa Körfezi ve Kafkas kıyılarıdır. Bu durum, bu kesimlere dökülen akarsularla taşınan mineral besin maddelerinin bolluğu ile ilgilidir.

## 2.7 Nüfusu

Türkiye nüfusunun 1/6'dan çoğunun yaşadığı bölge genel olarak sık nüfuslanmış olması ile (km<sup>2</sup>'ye ortalama 60 kişiden çok) dikkat çeker. Ama bu bakımdan bölümleri ve yöreleri arasında büyük farklar vardır. Doğu Karadeniz kıyı şeridi Türkiye'de nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu alandır (km<sup>2</sup>'ye 100'ün hatta bazı yörelerde 200'ün üzerinde). Buna karşılık dağlık alanlar, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz bölümlerinin iç kesimleri çok seyrek nüfuslanmıştır. Kentleşme oranı düşüktür. Nüfusun % 68'i kırsal yerleşmelerde yaşar. Bölge doğu bölümünde oba, orta bölümünde cenik, batı bölümünde divan adı verilen kırsal yerleşme tipleri ve özellikle doğu bölümünün kıyı kesiminde dağınık köy yerleşmeleri ile dikkati çeker.

Bölgenin en büyük üç kenti Antikçağ'dan beri kullanılan tarihi ticaret yollarının Karadeniz kıyısına ulaştığı yerlerde (Trabzon-Samsun), ya da Cumhuriyet döneminde ağır sanayinin geliştiği yerde (Zonguldak) kurulmuştur. Sayım sonuçlarına bakıldığında bütün bölgede nüfus artışının Türkiye ortalamasının çok altında olduğu hatta bazı yörelerde (Artvin) azaldığı görülür. Ama bu gözlem aldatıcıdır ve büyük ölçülere varan iç göçlerin sonucudur. Örneğin Türkiye'nin diğer bölgelerine yayılmış olan Rizeliler'le Kastamonulular'ın sayısı bu illerde yaşayanlardan daha çoktur.

## 2.8 Ekonomik Yapısı

### 2.8.1 Tarım

Bölge halkının büyük çoğunluğu geçimini topraktan sağlar. Bölge tarımının bazı özellikleri vardır. Öteki bölgelerde başlıca tahıl türü olan buğdayın yerini bu bölgenin kıyı kesiminde mısır alır. 1986'da Türkiye mısır

üretimini üçte birinden fazlası, Karadeniz Bölgesi'nde gerçekleştirilmiştir. Kıyı dağlarının gerisindeki ovalarda ise daha çok buğday ekilir. Bölgede arpada önemli bir üründür. Kızılırmak ve Yeşilirmak deltaları ile Gökırmak vadisinin Boyabat kesimi ve Devrez vadisinin Tosya kesiminde pirinç yetiştirilir. Baklagiller üretiminde ilk sırayı fasülye, sanayi bitkilerinde ise şekerpancarı alır. Eskiden başta Samsun olmak üzere Tokat ve Amasya'da yaygın olan tütün üretimi gittikçe gerilemektedir. Bölgenin önemli ürünleri arasında patates, soğan, ayçiçeği ve kendirde anılmalıdır. 1986 yılında Türkiye patates üretiminin yaklaşık beşte biri Karadeniz Bölgesi'nde gerçekleştirilmiştir.

Karadeniz Bölgesi'nin özellikle doğu kesiminin başlıca meyvası fındıktır. Karadeniz kıyı şeridi fındık ağaçlarıyla kaplıdır. Rize kıyılarında seyrek olan fındıklıklar Trabzon kesiminde sıklaşır. Giresun ve Ordu illerinde en yoğun halini alır ve Orta Karadeniz Bölümünde seyrekleşir. Batı Karadeniz bölümünde Bolu ilinin kıyı kesimindeki Akçakoca ile iç kesiminde yer alan Düzce yöresinde de fındıklıklar vardır. Bağ bakımından zengin olmayan Karadeniz Bölgesi'nde elma üretimi de oldukça fazladır. Türkiye'de yalnızca Doğu Karadeniz bölümünde yetişen çay, bölgenin en önemli ürünlerindedir. 1988'de 752.662 ton yaş çay yaprağı üretilmiştir (4,5).

Karadeniz tarım köylüsü bir çıkmazın içindedir. Ülkemizin büyük bir bölümünde olduğu gibi burada da tarım ilkel yollarla yapılmaktadır. Nüfusun kalabalık, arazinin dağlık ve engebeli oluşu, tarım alanlarının giderek daralması ve yetersizliği, ormanların yok edilerek tarım alanlarının açılmasına yol açmaktadır.

Özellikle son yıllarda tarım ürünlerine (fındık, çay, mısır, tütün) verilen fiyatın, enflasyonun çok çok altında olması, tarımı çekilmez hale getirince ormanların kaderi tamamen köylünün eline geçmiştir.

Karadeniz'deki orman katliamının diğer nedenlerinden birisi de halkının büyük bir kısmının yakacak ihtiyacını kolay ve ucuz yoldan ormanlardan sağlamasıdır. Buna diğer kayıplar (kereste, doğal etmenlerin yarattığı kayıplar) da eklendiğinde, çok önemli bir ciddi bir sorunla karşılaşır.

Hızla yok olan bu ormanlar tıpkı deniz gibi bu başıboşluğun hesabını bir gün su yüzüne çıkaracaktır (3).

### **2.8.2 Hayvancılık**

Karadeniz Bölgesi'nde büyükbaş hayvancılık kadar küçükbaş hayvancılık da yaygındır. Bölgede sığırlar koyunlardan çoktur. Eskiden bölgenin başlıca hayvansal ürünü büyük kentlerde aranan ve önemli ölçüde tüketilen ama bitkisel yağ kullanımının yaygınlaşmasından dolayı önemini yitiren tereyağıdır. Önemli hayvancılık dalları arasında tavukçuluk ve arıcılık da anılmalıdır.

### **2.8.3 Yeraltı Kaynakları**

Bölgenin başlıca yeraltı zenginliği Ereğli-Zonguldak kömür havzasında taşkömürü yataklarıdır. Batı Karadeniz Bölgesinde 10.070 km<sup>2</sup>'lik bir alana kapsayan havzanın Ereğli'den başlayarak Kandilli, Kozlu, Zonguldak, Amasra, Azdavay ve Söğütözü'nü içine alan kısmında taşkömürü çıkarılmaktadır. Kömürü meydana getiren mineral maddeleri, karbonotlar, sülfürler, oksitler, klorür ve sülfatlar, kuvars ve kirli maddelerdir. Kömür küllerinin bünyesinde ise silisyum oksit, kalsiyum, karbonat, aluminyum oksit, kobalt, kadmiyum, stronsiyum, lityum bulunmaktadır. Diğer yeraltı zenginlikleri altın ve gümüş, Murgul ve Küre'deki bakır, Amasya ile Samsun arasındaki linyit yatakları da sayılabilir.

Maden çıkarma ve işletme faaliyetlerinden doğrudan doğruya deniz kenarında bulunmayan işletmeler de atıklarını akarsulara vermekte, bunlar denize ulaşmakta dolayısıyla kirlenmelere neden olmaktadır.

### **2.8.4 Endüstrileşme ve Şehirleşme**

Karadeniz Bölgesi'ndeki başlıca endüstri kuruluşları Karabük ve Ereğli'deki Demir-Çelik Tesisleri, Çatalağzı Termik Santrali ve bölgenin çeşitli kesimlerindeki şeker, kağıt, sülfürik asit, bitkisel yağ, çay, fındık kırma

ve fındık ürünleri, orman ürünleri, balık unu, sigara, çimento ve ateş tuğlası fabrikalarıdır.

Ereğli ve Karabük'te Demir-Çelik Sanayi yerleşmiş durumdadır. Bu endüstrilerin faaliyetlerini yürütebilmesi için gerekli olan ham ve yardımcı maddeler: demir cevheri, kireç taşı, magnezit, kolemanit veya florit, grafit, fosforit, döküm kumu, kromit, bentonit, kil, tark ve kuarsittir. Ereğli'de bulunan Demir-Çelik Fabrika'sının atık suları doğrudan denize verilmektedir. Karabük'teki fabrikanın atık suları ise Filyos Çayını kirletmekte ve kirlilik bu yolla Karadeniz'e ulaşmaktadır. Filyos Çayını meydana getiren Aras Çayı Karabük'ün içinden geçer, her türlü atık suyu taşıyan kanalizasyon halini almıştır. Yine Soğanlı Deresi ise, Demir-Çelik İşletmelerinin her türlü atığının temizlenmeden döküldüğü bir akarsu durumundadır. Akarsu içinde kömür tozu dahil olmak üzere organik ve inorganik her türlü kirletici vardır.

Çaycuma'da kraft, selüloz, kraft kağıdı ve yarı kimyevi selüloz fabrikası bulunmaktadır. Giresun'da AKSU-SEKA müessesesi yer almaktadır. Atıkları Aksu Çayı ile denize ulaşır. Kağıt endüstrisi fazla miktarda su kullanmayı gerektirir. Endüstriyel kirlenmenin hemen hemen % 10'unu oluşturur. Pişirme suyu olarak nitelendirilen kağıt hamurunu yıkama ve beyazlatma suları kağıt fabrikalarının atık sularıdır. Bu atıklar denize boşaltıldığında lignin maddesinden dolayı köpük meydana getirir. Köpüğün içindeki atıklar tam olarak çözülmemişlerdir. Kağıt Fabrikası atıkları, kabuklu kültürü için zararlar meydana getirir. Fabrika atıklarında özellikle siyah likör suları daha geniş boyutta tehlikeli olmaktadır. Karadeniz Bölgesi orman bakımından zengin olduğundan orman ürünleri sanayi gelişmiş durumdadır. Sahildeki şehir ve kasabalarda bu endüstri dalında çalışan 94 fabrika bulunmaktadır. Bu endüstri atıkları arasında bilhassa organik maddeler önemli bir yer tutmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesinde yakın zamana kadar Rize dolaylarında önemli bir kirlenmede işlenmeyen kapasite fazlası çay yaprağının deniz kenarına dökülmesiyle oluşmaktadır. Dökülen bu çay yaprakları dalgalarla

denizin iç kısımlarına sürüklenmektedir. Çay yaprakları organik ve inorganik maddeler ihtiva ederler.

Polifenol, kafein, protein, selolüz, zamklı maddeler, şeker, nişasta, klorofil pigmentleri ve çay eteri yağı çay yaprağını oluştururlar. Bu maddelerin Rize bölgesinin fazla yağış alması nedeniyle yağmur suları çay arazisinde gübre olarak kullanılan amonyum sülfat'ın denize taşınmasına neden olarak yeni bir kirlilik kaynağı yaratmaktadır.

Endüstriyel atıkların yarattığı kirliliğin yanısıra zirai mücadelede kullanılan pestisitler ve gübreler büyük ölçüde kirlenmeye neden olmakta ve akuatik hayatı olumsuz yönde etkilemektedir.

Ülkemizin çoğu şehir ve kasabalarındaki çarpık yerleşimin bu bölgede örneğine sık sık rastlanmaktadır. Genel olarak Karadeniz kıyısındaki bütün şehirlerin bir özelliği vardır. Kuzey ve kuzey batıdan esen soğuk rüzgarlara karşı korunmak için, yamaçları set gibi kullanarak koyalara yerleşmişlerdir. Özellikle kış mevsiminde artan hava kirliliği önü rüzgarlara kapalı olduğundan, şehirlerin üzerinde kara bir çarşaf gibi günlerce kalmaktadır. Çoğunda gelişi güzel yakacakların kullanılması, bacalarda filtrelerin olmayışı ve endüstrilerin şehirlerin çok çok yakınında olması sağlığı tehdit eder boyutlara ulaştırmıştır. Şehirlerin doğusunda bulunan endüstri tesislerinin yarattıkları kirlilikler tarım ve yerleşim alanlarının sürekli şehirlerin batısına kaymasına neden olmaktadırlar. (Örneğin Samsun Azot ve Bakır Sanayi, Ünye Çimento Fabrikası gibi) (3).

### **2.8.5 Balıkçılık**

Karadeniz insanının büyük bir bölümünün geçim kaynağı balıkçılıktır. Zor şartlar altında yaşamlarını sürdüren bu insanlar, eğitim ve öğretimden uzak tamamen babadan kalma görgü ve becerileriyle avlanmaktadır ve devletin "Kaderci Felsefe" ilkesi doğrultusunda kendi olanaklarıyla bir yerlere tutunma çabasındadırlar. Bölgede çalışma alanlarının çok kötü olması, insanları baba mesleği olan balıkçılığa zorlamıştır. Onun için bir

zamanlar parmakla gösterilecek kadar az sayıda olan kayıkların şimdiki sayısı korkunç boyutlara ulaşmıştır.

Karadeniz'de halen bilinmekte olan balık türleri sayısı % 56 civarındadır. Bunlar şu formlara ayrılırlar.

- Akdeniz'den gelmiş olan türler
- Eski sarmatik faunanın kalıntıları olan endomik formlar
- Tatlı su kaynaklı balıklar

Karadeniz'de Akdeniz'den gelmiş olan türler daha hakim durumdadırlar. Balık türlerinden 94'ü (% 60) Akdeniz kaynaklı olan balıklardır. Birinci gruptan yeni hayat sahalarına uyumuş ve eski vatanları olan Akdeniz'le ilişkisini kesmiş olan Hamsi, Gümüş, Barbunya, Kefal, Zargana, Tirsi bulunmaktadır. İkinci grupta ise Karadeniz'i besleme yeri olarak kabul etmiş olan Uskumru, Torik, Palamut bulunmaktadır. 34 türü (% 22) tatlı su kaynaklı olan Sazan, Yayın, Alabalık, Karabalık teşkil etmektedir. Bunlar Mersin, Ringo, Kaya balığı gibi balıklardır. Karadeniz'in 25-50 m arasında değişen derinlikteki zemininde midyeler o kadar zengin banklar meydana getirmişlerdir ki, bunlar hemen bütün Karadeniz'i çepeçevre bir kuşak halinde sarmaktadırlar. Karadeniz'de balıkçılık ancak sahil bölgelerinde yapılmaktadır. Yurdumuzda Karadeniz'in 1546km uzunluğundaki sahil şeridinde yapılan balıkçılıkta İstavrit, Hamsi, Torik, Palamut, Kalkan, Barbunya ve Yunus balığı ekonomik değer taşıyan balıklar olarak avlanır. Bunların avcılığı hem memleket ekonomisi bakımından hem de sahil halkının refahı bakımından önemlidir. Fakat balık avcılığı hiçbir zaman istenilen düzeye ulaşamamıştır. Karadeniz'deki Rusya, Bulgaristan, Romanya ve Türkiye'nin yıllık balık miktarı toplam yaklaşık 1,5 milyon tondur. Türkiye'nin balık avı Karadeniz'deki yıllık toplam avın % 10'u kadardır. % 90 'ı diğer Karadeniz ülkelerince tutulmaktadır.

Ancak son yıllarda birim alana düşen balıkçı sayısındaki artış ve onun doğurduğu usulsüz avlanmalar, denize dökülen sanayi atıkları, çöpler, kanalizasyonlar ve zehir saçan variller Karadeniz'i kurutmak üzeredirler. Bu katliamın başka bir nedeni de bölgede kamu ve özel sektöre ait fakat bir



çoğu son yıllarda çekilen hammadde sıkıntısı nedeniyle kapanmak zorunda kalan Balık Unu ve Yağı Fabrikalarıdır. Dört mevsim çalışan bu tesisler balıkçıların gece gündüz demeden denizde irili ufaklı ne varsa limanlara taşımalarına neden olmuştur (3,4).

## 2.9 Kanalizasyon Yapıları

Karadeniz Bölgesi'nde topoğrafik yapının fazla girintili çıkıntılı olmayışı denize yapılan deşarjlar üzerinde önemli bir etken olmuştur. Karadeniz Bölgesi'ndeki il ve ilçelerin nüfusunun büyük bir kısmı septik tanklardan yararlanmaktadır. Mevcut kanalizasyonlar da çeşitlilik gösterdiği gibi oldukça eskidir de. Bu yolla kanalizasyon atıkları sudaki oksijen konsantrasyonunun azalmasına sebep olmakta, dolayısıyla denizlerdeki canlı yaşamını etkilemektedir. Bu nedenlerden ötürü Karadeniz sahilindeki büyük illerin çoğunda yeni kanalizasyonlar başlatılmıştır.

Zonguldak Kanalizasyon projesine, 1970'li yıllarda başlanmışsa da daha sonraki yıllarda projeden vazgeçilmiştir. 1997 yılında tekrar tasarımına başlanmıştır. Halen proje aşamasındadır. İlde kanalizasyon büyük ölçüde dere yada ırmaklara verilmektedir (7).

Sinop Kanalizasyon Projesine, 1977 yılında başlanmış, 1986 yılında şehrin pis su ana toplayıcıları kollektörü ile acil şebeke tesisi, terfi hattı ve terfi merkezleri, parsel baca ve bağlantıları bitirilmiştir. 1997 yılında halen derin deniz deşarjı kısmı inşa halindedir.

Samsun Kanalizasyon projesine; 1987 yılında başlanmış, 1996 yılında kollektör toplayıcı hatlar ve şebeke tesisi, kısmi yağmursuyu toplayıcı ve kollektör tamamlanmıştır. Halen derin deniz deşarjı projesi inşa halindedir.

Ordu Kanalizasyon Projesine 1970 yılında başlanmış olup, proje inşaatı üç kısımdan oluşmuştur. Birinci kısım şebeke 1978 yılında, ikinci kısım şebeke 1989 yılında, deniz deşarjını içeren üçüncü kısım 1990 yılında bitirilmiştir. Tüm şebeke, şehrin pis su ana toplayıcıları, kollektörü ile acil şebeke tesisi ve derin deniz deşarjından oluşmaktadır. O yıllarda uygulamaya geçirilmişse de derin deniz deşarjı sırasında denizdeki borularda meydana



gelen hasarlar nedeniyle durdurulmuştur. 1997 yılında tekrar başka bir ihale inşaatına başlanmıştır (8).

Trabzon ilinde Kanalizasyon projesi çalışmalarına 1989 yılında başlanmış olup 1993 yılında yağmur suyu kanalları ile deniz deşarjı projesi tamamlanmıştır. 1997 yılında da kollektör, toplayıcı hatlar, şebeke, muayene bacaları, parsel baca ve bağlantıları, terfi hatları, terfi merkezleri tamamlanmış olmasına rağmen derin deniz deşarjı çalışmaları halen devam etmektedir.

Giresun Kanalizasyon Projesine, 1977 yılında başlanmıştır. İlk kısmı (Aksu deşarj hattı) 1994 yılında bitirilmesine rağmen merkez deniz deşarj hattı 1994 yılında ihale edilmiş olup çalışmaları halen sürmektedir.

Rize ilinde Kanalizasyon projesine 1978 yılında başlanmış, 1993 yılında çalışmaları bitirilmiş olmasına rağmen deniz deşarjı çalışmaları halen devam etmektedir (9).

## **2.10 Ulaşımı**

Dağlık yapısı nedeniyle eskiden bölgede ulaşım, büyük ölçüde deniz yoluyla yapılmaktaydı hem kıyı hem de iç kesim yerleşmeleri kıyı ile iskele arasındaki ulaşımdan yararlanırdı. Özellikle İstanbul'a ulaşmak için tek yol deniz yolu idi. Karayolları son yıllarda gelişince, deniz yolu, ticari mal taşımacılığı dışında çok az önem taşımaktadır. Karadeniz kıyı yolu, 1988'de açılan Sarp sınır kapısına kadar uzanır. Doğu kesiminde önemli olan kıyı yolu, batı kesiminde henüz yeterli değildir. Demiryolu ağı yalnız Samsun ve Zonguldak'ta Karadeniz kıyısına ulaşır. Bölgenin Samsun ve Trabzon kentleri hava ulaşımından yararlanır. Sinop'ta yeni bir havaalanı açılmıştır. Samsun-Çarşamba'da da yeni bir havalimanı inşaatına başlanmıştır (4,5,10).

### 3. GENEL BİLGİLER

#### 3.1 Sularda Çözünmüş Oksijen

Bütün canlı organizmalar büyüme ve yenilenme gibi metabolik faaliyetlerini devam ettirebilmek için oksijenin herhangi bir formuna ihtiyaç duyarlar. Çevre Mühendisi atmosfer şartlarında suda çözünmüş oksijen ile yakından ilgilidir.

Oksijen suda çözünürlüğü az olan bir gaz olduğundan (25 °C'de 1 atm'de 7,8 ppm) sürekli olarak sağlanmalı ve oksijen sınırlamasının önüne geçilebilmesi için, oksijen verme hızının oksijen kullanma hızından daha büyük olması gerekir (11).

Sıvı atıklarda çözünmüş oksijen (ÇO) biyolojik değişimlerinin aerobik veya anaerobik organizmalar vasıtasıyla olup olmadığını belirlemeye yarayan bir faktördür. Organik ve anorganik maddelerin oksidasyonu için serbest oksijen kullanılır ve ayrılmayan son ürünler oluşur. Anaerobik mikroorganizmaların ise ayrışma reaksiyonları için çözünmüş oksijene gereksinimleri yoktur. Ortamda oksijen olmadığında anaerobik mikroorganizmalar gelişme gösterirler ve çevrede birtakım zararlı şartların gelişmesine neden olurlar. ÇO kirletici maddelerin doğal sularda kendi kendine arıtılması ve aerobik arıtma proseslerinden evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılmasında çok önemli bir faktördür. Bu sularda analizlerin yapılarak ÇO'in izlenmesi gereklidir. ÇO tayini ile göl, nehir gibi yüzeysel sularda ÇO miktarının orada yaşayan canlıların, örneğin, balık ve diğer organizmaların türüne göre en az 4 mg/l, optimum 5 mg/l olması istenir. Böylece yüzeysel sularda canlı yaşamını devam ettirmek mümkün olacaktır.

Genel olarak ÇO derişimini etkileyen faktörleri sıralarsak:

- Su yüzeyinde havalanma
- Akarsulardaki düşü yatakları ve bağlamalardaki havalandırma
- Makrophyt'ler ve Phytoplankton'ların asimilasyonu
- Sudaki biyokimyasal ayrışma için tüketilen oksijen
- Hayvansal ve bitkisel organizmaların solunumu.

- Oksijen kaybına neden olan faktörler ise;
- Karbonlu organik maddelerin biyolojik oksidasyonu
  - Azotlu organik maddelerin biyolojik oksidasyonu
  - Dip tortulların bental bozunması
  - Sucul bitkilerin solunumu
  - Ani kimyasal oksijen ihtiyacı
  - Tuzluluk'tur.

Bu problemler sonucunda su yaşamı tehlikeye girer. Dolayısıyla diğer tüm canlıların hayatı da. Örneğin sağlıklı bir alabalık popülasyonu için ÇO suda 5-8 mg/l değerlerinde olması gerekir.

Ayrıca ÇO, BOI'nın belirlenmesinde de önemli bir parametredir. ÇO tayininden elde edilen verilere göre biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayin edilir.

### 3.1.1. Çözünmüş Oksijen Kinetiği

Oksijen gazı sulu ortamda serbest halde bulunur. Doğal sularda oksijen katkısı 2 mekanizma ile gerçekleşir. Birincisi atmosferde oksijenin dağılmasıdır. Bu iki yolla olur. Birincisi, akarsuya gelen veya katılan kollarla ve yeniden havalandırma ile, ikincisi alglerin fotosentezi dolayısıyla oksijen üretimidir. İşte sucul sistemlerde değişik giriş ve çıkışların ifade edildiği matematiksel model şöyledir.

$$\frac{\delta C}{\delta t} = \epsilon \frac{\delta C}{\delta X^2} - U \frac{\delta C}{\delta x} - \mu \pm \sum s \dots\dots\dots (3.1)$$

- C : ÇO konsantrasyonu (mg/l)  
t : Sabit bir noktada zaman (s)  
U : x yönünde akışın hızı (m/s)  
ε : Türbülanslı difüzyon katsayısı (s<sup>-1</sup>)  
s : Oksijen kayıpları ve kaynakları (mg/l)  
X : Akıntı yönünde mesafe (m)

Yukarıdaki denklemde herhangi bir karakteristin konsantrasyonu akarsu eni boyunca sabittir. Yalnız bu durumda akan mesafe ile uniform olmalıdır. Eğer bu şartlar sağlanmassa denklem uygun olarak düzenlenmelidir(12).

### **3.2 Sularda Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI)**

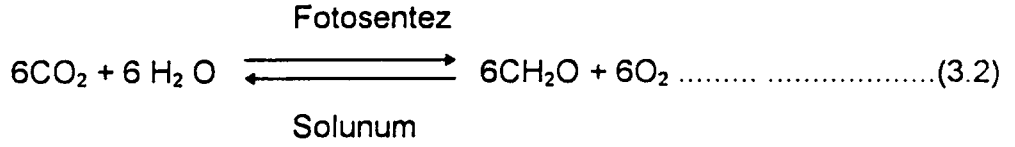
Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı (BOI), aerobik şartlar altında ayrışabilen organik maddelerin stabilizasyonu esnasında ihtiyaç duydukları oksijen miktarıdır. Ayrışabilen organik maddeden kastedilen bakteriler tarafından oksitlenebilen organik maddelerdir.

Su kaynaklarının kirlenme derecelerinin belirlenmesi, atıkların kirlenme potansiyelinin saptanması ve arıtma sistemlerinin tasarımı ile işletilmesi gibi konularda BOI temel öneme sahip bir parametredir.

Bu amaçla gerçekleştirilen BOI tayini atık suların ve kirlenmiş doğal suların içerdiği organik madde yükünün mikroorganizmalar tarafından parçalanması esnasında ihtiyaç duyulan oksijen miktarı ölçülerek bu değerler yardımıyla stokiyometrik olarak organik madde miktarını belirlemeye olanak verir.

Her ne kadar analitik ve entrumental yöntemlerle oksijen tayinine dayalı olsa da belirli çevresel koşullar altında beş günlük süre ile seyreden bir biyolojik test yöntemidir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı bu nedenle BOI<sub>5</sub> olarak ifade edilir (13).

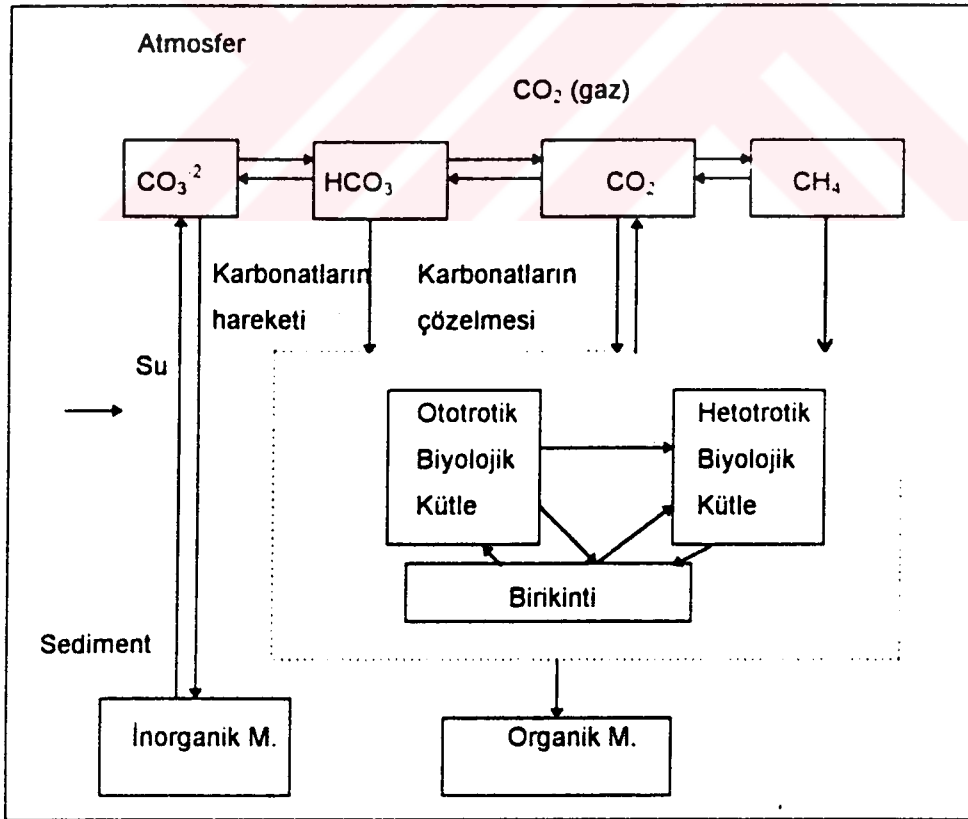
Bilindiği gibi su arıtımında rol oynayan mikroorganizmalar üç grupta toplanabilir. Aerobik, anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalar. Mikroorganizmaların metabolik süreçlerinde yer alan çözünmüş, kolloidal veya askıdaki organik maddeler ve azot bileşiklerinin biyokimyasal ayrışımı suyun oksijen bilançosunda en önemli tüketim unsurunu oluşturur. Bu ayrışım, aynı zamanda, doğal arıtma açısından da su kalitesini belirleyici temel etkidir. Kirlilik yüküne maruz kalmış sularda ototrof süreçler sonunda üretilen organik madde ile aerobik hetotrof organizmaların tüketimi arasında doğal bir denge bulunur. Bu durum aşağıdaki reaksiyonla ifade edilebilir.



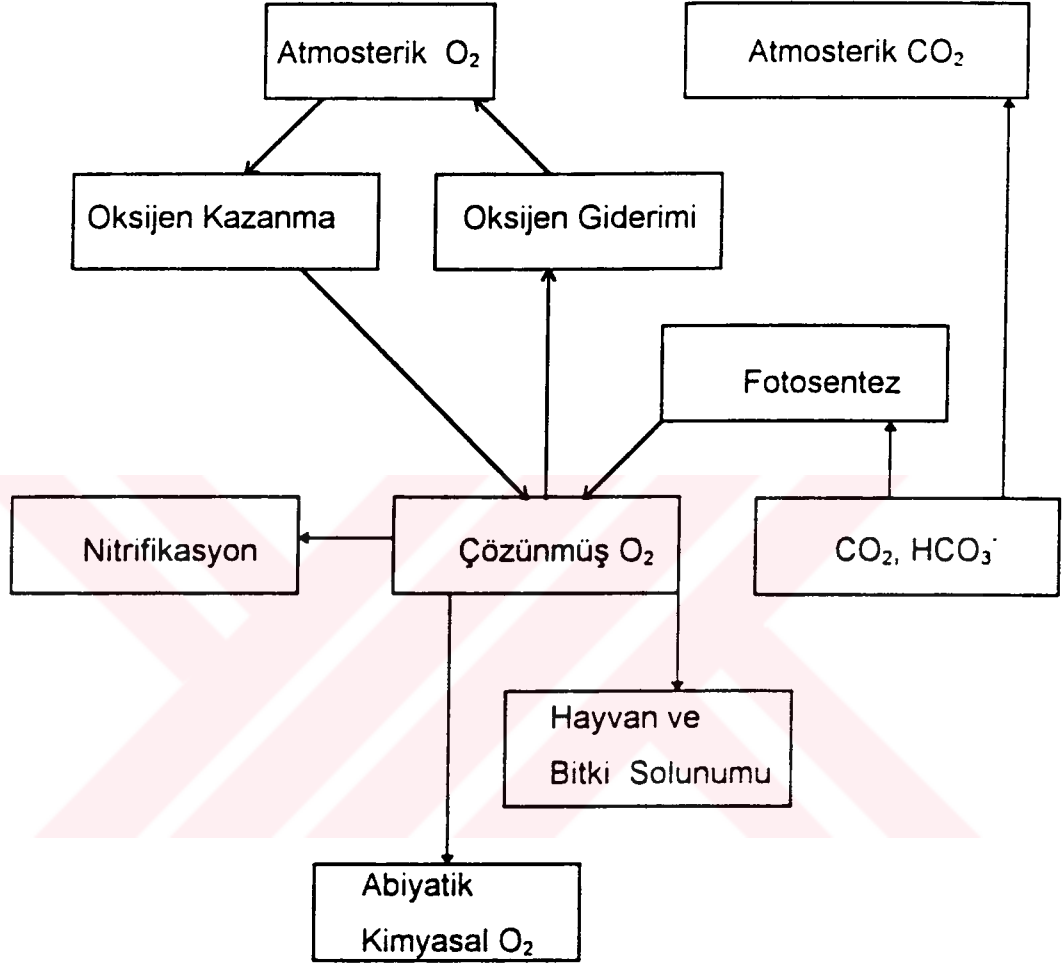
Bu reaksiyondaki karbondioksit ve oksijen yeryüzü atmosferinde ve hidrosferde çözülmüş olarak bulunmaktadır. Buna göre karbonun doğal sucul sistem içerisindeki dönüşümleri Şekil 3.1'de şematik olarak gösterilmiştir.

Karbon dönüşümü oksijen dönüşümünü de beraberinde getirir. Şekil 3.2'de sucul ortamda oksijen dolanımı şematik olarak gösterilmektedir (14).

Karbonun oksitlenmesinde doğal ürünler karbondioksit ve su olup, reaksiyon (3.2)'nin sağdan sola doğru ilerlemesiyle gösterilen solunum reaksiyonu da biyolojik oksidasyon olarak açıklanır. Karbonlu maddelerin biyokimyasal oksitlenmesi birinci derece reaksiyon kinetiğine uygun olarak ilerler. Bu nedenle biyolojik aktivite yararlanabilir gıda arzı azaldıkça azalan bir grafik çizer.

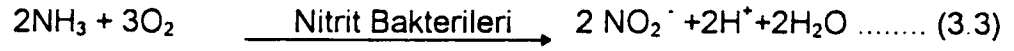


Şekil 3.1 Sucul Sistemde Karbon Dolanımı (14)

Atmosfer

**Şekil 3.2** Sucul Sistemde Oksijen Dolanımı (14)

BOI reaksiyonunu etkileyen faktörlerden birisi de nitrifikasyondur. Buna göre su içinde bulunan organik azot ve bunun ayrışmasıyla oluşan amonyak, ortamda bulunan bazı mikroorganizmaların yardımıyla oksitlenecek oksijen tüketimine katkıda bulunur. Nitrifikasyonu simgeleyen reaksiyonlar iki aşamalı olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.



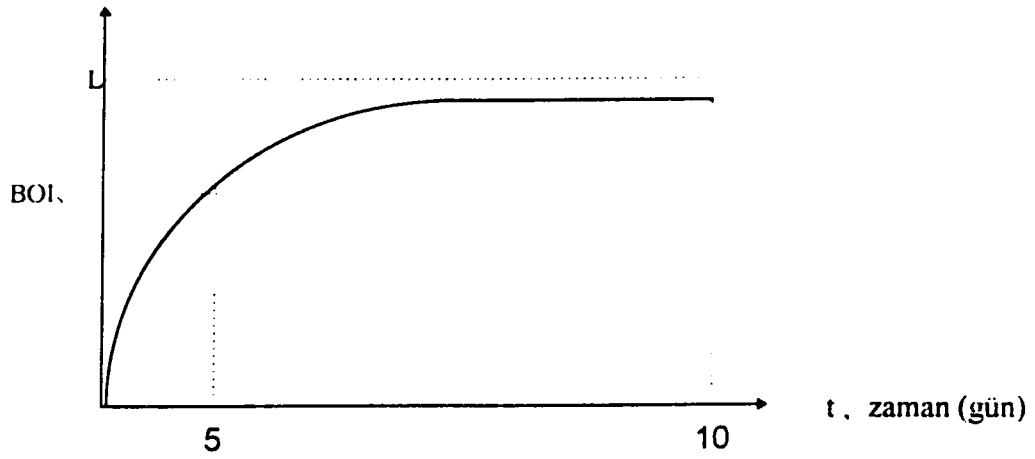
Böylece ortaya çıkan oksijen tüketimi karbonlu maddenin ortaya koyduğu BOI'nin üzerine ekleneceği için nitrifikasyona uğrayan numunelerdeki organik madde içeriği hesabının buna göre yapılması gereklidir (15,16).

BOI denetlenebilir koşullarda çalışan ve aerobik bir biyokimyasal reaktör olan BOI<sub>5</sub> şişelerinde gerçekleştirilir. Bu yüzden aerobik biyolojik reaksiyonların kinetik sabitlerini, değişime uğrayan pH, besin miktarı, oksijen seviyesi, iyon şiddeti, zehirlilik, sıcaklık vb. çevre faktörleri BOI reaksiyon kinetiğinde önemli değişimlere yol açar (17).

### 3.2.1. BOI Reaksiyonunun Kinetiği

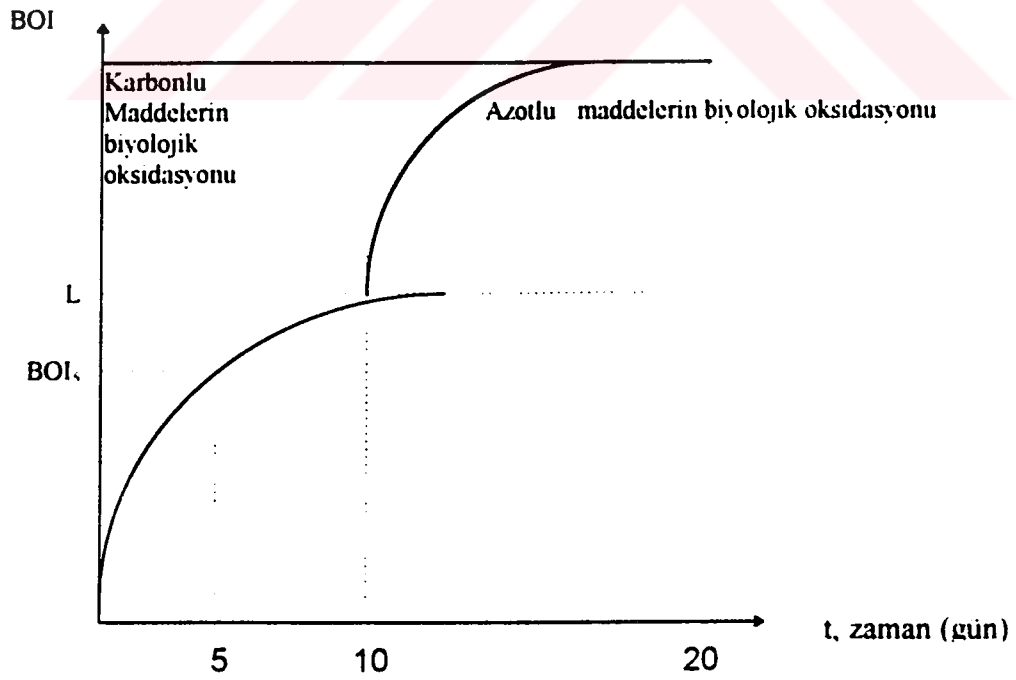
Şekil 3.3. sadece karbonlu maddelerin BOI değerlerinin zamana karşı değişim grafiğini göstermektedir. Bu hesaplarda nitrifikasyonun meydana gelebileceği ikinci basamak BOI girişiminin beş günden uzun sürdüğü kabul edilmiştir.

BOI<sub>5</sub> testinin istatistiksel doğruluğu  $\pm$  % 17 civarında olup, testin yapıldığı koşullar su ortamının gerçek koşullarını yansıtmaz. Çünkü test koşullarındaki ortam sıcaklığı mevcut mikroorganizma türü ve popülasyonu, besin maddelerinin miktarı vb. parametreler gerçek durumdakinden hayli farklıdır (18).



**Şekil 3.3** Karbonlu maddelerin  $BOI_5$  eğrisi (14)

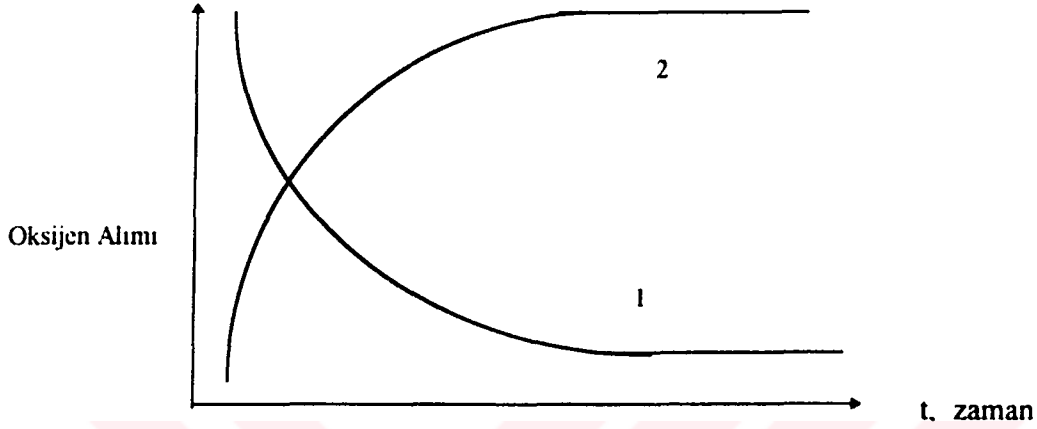
Nitrifikasyon olayının meydana geldiği  $BOI_5$  testinde ise BOI giderme eğrisi teorik olarak (12-14).’cü günlerde ikinci bir yükselme gösterir (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4** Karbonlu ve Azotlu Maddelerin BOI Eğrisi (14)



BOI<sub>5</sub> testinde yapılan kabullere göre Şekil 3.3'te görüldüğü gibi mikroorganizmalar tarafından zamana bağlı olarak numunedeki BOI artışı söz konusu olduğu gibi, yine zamana bağlı olarak atık su örneğinde kalan BOI miktarı azalacaktır. Bu durum aşağıdaki grafikte görülmektedir (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** Tipik BOI eğrisi

- (1) Zamana göre atık su örneğinde kalan organik madde miktarı
- (2) Zamana göre atıksu örneğinde oksitlenen organik madde miktarı

Atıksuların içerdiği organik maddelerin parçalanma reaksiyonlarının birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği bilinmektedir. Suda bulunan organik maddelerin ölçüsü olarak BOI kullanılması halinde de bu reaksiyon birinci dereceden olacaktır, yani reaksiyon hızı herhangi bir ortamda kalan organik madde miktarı ile orantılıdır.

$$\frac{d(\text{BOI})}{dt} = -k(\text{BOI}) \dots\dots\dots(3.5)$$

Denklemden kolaylık olması için mikroorganizmalar tarafından zamana göre örnekten mg/l olarak alınan BOI<sub>5</sub> konsantrasyonu L ile gösterilmektedir. Bu duruma göre denklem:

$$\frac{dL}{dt} = -k L \dots\dots\dots(3.6)$$

şeklinde yazılır. İntegrasyonu alınıp sınır şartları,  $t=0$ 'da  $L=L_0$  ve  $t=t$  de  $L=L_t$  değerlerini yerine koyup düzenlenirse:

$$\ln \frac{L_t}{L_0} = -k t \dots\dots\dots(3.7)$$

$$L_t = L_0 e^{-kt} \dots\dots\dots(3.8)$$

şeklinde yazılır. Herhangi bir  $t$  zamanındaki oksidasyona uğramayan organik madde miktarı (BOI) "y" ile gösterilirse,

$$y = L_0 - L_t \dots\dots\dots(3.9)$$

$$L_t = L_0 - y = L_0 (1 - 10^{-kt}) \dots\dots\dots(3.10)$$

şeklinde ifade edilebilir.(3.8) denklemi y'ye göre çözümlerse aşağıdaki denklem elde edilir (21, 22).

$$y = L_0 (1 - e^{-kt}) = L_0 (1 - 10^{-kt}) \dots\dots\dots(3.11)$$

Burada;

$L_t$  :  $t$  zamanındaki suda kalan BOI, mg /l

$L_0$  :  $t=0$  anındaik BOI, mg/l

$k$  : Reaksiyon hız sabiti, e tabanına göre, gün<sup>-1</sup>

$k'$  : Reaksiyon hız sabiti, 10 tabanına göre, gün<sup>-1</sup>

$k'$  : 0,434 k yada  $k=2,303 k'$

Buradaki  $k$  reaksiyon hız sabitinin bulunması için araştırmacılar tarafından çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanları

1.Moment yöntemi

2. Logaritmik Diferansiyal Yöntem

3. Grafik yöntem

### 1. Moment Metodu

Thomas, Moore ve Snow (1950) tarafından geliştirilen bu metod da denklem 3-11'de verilen t zamanlarındaki n adet y değeri bir seri olarak ifade edilmektedir (21).

$$\sum_{i=0}^n y_i = \sum_{i=0}^n L_0 (1 - e^{-kt_i}) \dots\dots\dots (3.12)$$

veya

$$\sum_{i=0}^n y_i = nL_0 - L_0 \sum_{i=0}^n e^{-kt_i} \dots\dots\dots (3.13)$$

Denklem (3-12)'in birinci momenti:

$$\sum_{i=0}^n (y_i t_i) = \sum_{i=0}^n e^{-kt_i} L_0 t_i (1 - e^{-kt_i}) \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\sum_{i=0}^n (y_i t_i) L_0 \sum_{i=0}^n e^{-kt_i} t_i - L_0 \sum_{i=0}^n e^{-kt_i} \dots\dots\dots (3.15)$$

şeklinde ifade edilir. Denklem 3.13'ün denklem 3.15'e bölünmesiyle ifade edilebilir.

$$\frac{\sum_{i=0}^n y_i}{\sum_{i=0}^n y_i t_i} = \frac{n - \sum_{i=0}^n e^{-kt_i}}{\sum_{i=0}^n t_i - \sum_{i=0}^n t_i e^{-kt_i}} \dots\dots\dots (3.16)$$

Bu denklemin sağ tarafı, t değerleri sabit tutularak k'nın değişik değerleri için hesaplanır. Ve ordinatı  $\frac{\sum y}{\sum ty}$  absisi k olan bir grafik çizilir.

Nihal BOI değeri  $L_0$  ise:

$$\sum_{i=1}^n y_i / L_0 = n - \sum_{i=1}^n e^{-kt} \dots \dots \dots (3.17)$$

eşitliğinden hesaplanır.

## 2. Logaritmik Diferansiyel Metot

BOI kinetiği ilk denkleminde yani 3.6 denkleminde:

$$\frac{dL}{dT} = kL \dots \dots \dots (3.6)$$

Buradan integrasyonu alınıp sınır şartları t=0'da L=L<sub>0</sub> ve t=t'de L=L<sub>t</sub> değeri yerine koyup düzenlenirse:

$$\frac{L_t}{L} = e^{-kt} = 10^{-kt} \Rightarrow \frac{L_t}{L} = 10^{-kt} \Leftrightarrow \text{Log} \frac{L_t}{L} = -k't \Rightarrow \text{Log} \frac{L}{L_t} = k't$$

elde edilir.  $\text{Log} \frac{L}{L_t}$  ile t grafiğe alınarak grafiğin eğiminden k' elde

edilir. Tabii burada L değerinin bulunması gerekir. Bunun için de başta y'ye karşı t grafiği çizilir. Buradan L bulunur.

## 3. Grafik Metodu

BOI<sub>5</sub> reaksiyonlarındaki k hız sabiti, çeşitli zamanlarda ölçülen (t/y)<sup>1/3</sup> değerleri yardımı ile hesaplanabilir. Bu değerler ordinatta, zaman ise x

ekseninde yerleştirilerek veriler noktalanır. Bu noktalara en iyi uyan doğru denklemi bulunarak aşağıdaki bağıntıya göre k hız sabiti hesaplanır.

$$k' = 261 \frac{B}{A} \dots\dots\dots (3.18)$$

Burada k reaksiyon hız sabiti, A doğrunun ordinatı kesim noktası, B doğrunun eğimi olmaktadır.

$$L_0 = \frac{B}{2,3 k'a^3} \dots\dots\dots (3.19)$$

Bir bilim adamının saptamasına göre kirlenmiş bir nehir suyunda 20°C'de BOI<sub>5</sub> reaksiyon hız sabiti (k), 0,10-0,25 gün<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (21, 22).

BOI<sub>5</sub> reaksiyon hız sabiti k, atıkların biyolojik parçalanma hızını gösteren bir faktördür (21). BOI<sub>5</sub> reaksiyon hız sabiti k, sıcaklıktan direkt olarak etkilenir. Sıcaklıkta oksitlenebilirlik arttığı için L<sub>0</sub> değeri az olarak etkilenir. Sıcaklık ile k sabiti arasındaki ilişki Vont Hoff Kanunu'na göre şöyle ifade edilir (22).

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

Burada

k<sub>T</sub> = T sıcaklığında reaksiyon hız sabiti

k<sub>20</sub> = Standart 20°C laboratuvar sıcaklığında reaksiyon hız sabiti

θ = Sıcaklık katsayısı

T = Sıcaklık (°C)

BOI<sub>5</sub> verilerinin çok geniş bir uygulama alanı vardır. Evsel ve endüstriyel atıksuların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan esas testtir. Biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin miktarını ölçmekte kullanılan yegane test olması açısından da çok önemlidir. BOI<sub>5</sub> özellikle nehir

kirlenmesi kontrol çalışmalarında nehre gelen organik kirlilik yükünü belirlemede ana kriterdir. Bu amaçlarla oluşturulan kirlilik tespiti ile ilgili çalışmalarda, ilk incelenen parametrelerden birisi  $BOI_5$  olmalıdır (21,22).

### 2.3 Sularda Sıcaklık

Sıcaklık içme veya atık suların değerlendirilmesinde doğrudan kullanılmaz. Bununla birlikte doğal yüzeysel su sistemlerinde çok önemli bir parametredir. Özellikle kimyasal reaksiyon hızları ve kimyasal çökeltme derecelerini belirleyici özelliğindedir. Örneğin katıların çözünürlüğü sıcaklıkla artarken, gazların çözünürlüğü sıcaklıkla azalır.

Yüzeysel suların sıcaklığı mevcut biyolojik türlerin geniş bir bölümünü ve onların çalışma hızlarını etkilemektedir. Düşük sıcaklıklar da gıda iletimi gibi biyolojik aktivitenin hızı, gelişimi ve tekrar meydana gelmesi yavaştır. Eğer sıcaklıklar artarsa organizmaların biyolojik aktiviteleri dolayısıyla metabolizma hızları da artar. Örneğin, suda esas nütrientler de mevcutsa,  $10^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artışla organizmaların biyolojik aktiviteleri de iki misline çıkacaktır. Buna karşın sudaki bazı türler azalmaya başlayacak hatta yok olacaktır (örneğin balıklar).

Orta sıcaklıktaki sularda da alglerin gelişimleri hızlanır ve alg yığınlarının oluşumları ve zamanla ölümleri ve çürümeleri neticesinde sularda koku, tad ve renk problemleri meydana gelecektir.

Doğal su ortamlarının sıcaklığı pek çok faktörden etkilenir. Bunların içinde en genel olanı çevre sıcaklığıdır. Yaygın olarak suyun yüzeyi çevre sıcaklığından dipsel yaşama göre daha çok etkilenir. Örneğin, endüstrilerde atık ısının bertarafı için su kullanımı ve daha sonra ısınan suyun yüzeysel sulara verilmesi üzücü sonuçlara sebep olur. Kısaca suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengesini bozar. Yine orman örtüsünün yok olması akarsularda sıcaklık artışına neden olur.

Sıcaklık suyun diğer fiziksel özelliklerini de etkiler. Suyun viskozitesi sıcaklık azalması ile artar. Keza maksimum yoğunluğu  $4^{\circ}\text{C}$  'de meydana gelir (23).

### 3.4 Sularda Debi

Genellikle sularda akış oranının belirlenmesinin amacı istasyon en kesitinden o anda geçen debiyi tespit etmektir. Bir suyun en verimli şekilde kullanılabilmesi için mutlaka suyun zaman içinde değişen debilerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Debi bir akarsuyun belli bir en kesitinden birim zamanda akıttığı su miktarıdır.

Büyük akarsular üzerine kurulan istasyonlarda suyun seviyesini, debisini mulinelerle ölçmek ve zaman içinde dağılımlarını saptayıp seviye debi bağlantısını bulmak nispeten kolaydır. Ancak küçük akarsular da istasyon kurmak ve muline kullanmak zor olduğu için debi ölçümlerinde genellikle:

Flatörler, Ampirik Formüller, Savaklar, Mulinette (cüce mulineler) kullanılır.

Türkiye'de debi tespiti için başlıca iki metot kullanılır. Birincisi çeşitli aletlerle suyun hızını ölçmek bu arada ölçülen derinlik ve genişliklerle en kesitin o andaki su seviyesine göre ıslak alanı hesaplamak ve

$$Q = A.V \dots\dots\dots (3.20)$$

formülünden debiyi hesaplamaktır.

İkincisi ise formüllere dayalı hesaplarla debiyi bulmaktır.

#### 3.4.1 Flatörler

Genellikle suda yüzen tahta parçası, ağzı kapalı ufak bir şişe, bir mantar parçası gibi cisimler suya atılmak suretiyle suda yüzdürülür ve suyun hızı bu şekilde takip edilir. Ancak suda cisim kaybolmasın diye cisim üzerine ufak renkli bir flama da takılabilir. Bu yolla takip edilecek adımlar:

1. Suyun düzgün akan kesiminde kıyıda 100 m kadar mesafe taşlarla işaretlenip sınırlanır. Bu sınır menbadan mansaba doğrudur.
2. Menbadaki sınırında menbasından flatörler suya atılır.
3. İlk sınırdan geçerken kromotreye basılarak zaman ölçümüne başlanır.

4.Koşulup ikinci sınırdan beklenir ve flatör bu sınırdan geçerken kronometreye basılıp durdurulur. Zaman t sn cinsinden ve alanın yol cinsinden var olduğu düşünülürse:

$$x = v \cdot t \quad \dots\dots\dots (3.21)$$

$$v = x / t \quad \dots\dots\dots (3.22)$$

formülüyle suyun hızı bulunur. Birim m/s'dir. Hız bulunduktan sonra

Q : Debi (m<sup>3</sup>/s)

A : Islak alan (m<sup>2</sup>)

V : Ortalama hız ise (m/s)

Q : A.V'den bulunur.

Flatör ölçümlerinde debisi ölçülecek suyun düşey derinliği çok önemlidir. Zira flatörlerle ölçülen su hızı yüzey hızıdır. Bu hız hava akımları etkisinde ve su basıncı etkisi dışında olan hızdır. Bu yüzden gerekli olan ortalama hız değildir. Eğer su derinliği 40 cm'den az ise flatörlerle bulunan hız aynen alınabilir. Ancak derinlik 40 cm'den fazla olunca bulunan hızın % 85'nin alınması halinde ortalama hıza yaklaşılır.

### 3.4.2 Ampirik Formüller

Ampirik formüller laboratuvar şartları altında yapılan deneyler sonucu bulunan bir nevi teorik formüllerdir. Bu nedenle bu formüllerle bulunan debilerin diğer yollarla doğrulanması yerinde olur.

Ayrıca bu formüllerle belirlenen debiler anlık debilerdir. Akarsuyun zaman içindeki debi dağılımlarını bulmak imkansızdır. Buna rağmen bilgi bakımından en çok kullanılan formüller aşağıda gösterilmektedir.

$$Q = A \cdot V \quad \dots\dots\dots (3.23)$$

Q = Debi (m<sup>3</sup> / s)    A = Islak Alan (m<sup>2</sup>)

v = Ortalama Hız (m/s) birimindedir.



Burada formülü tatbik edeceğimiz kesimde akarsuyun ıslak alanı üçgen yamuk daire gibi geometrik şekillere benzetilerek hesaplanabilir. Zorluk hızın hesabındadır.

Chezy Hız Formülü

$$V = C \sqrt{R-J} \quad \text{olup } C: \dots\dots\dots (3.24)$$

$n$  = Pürüzlülük katsayısına

$R$  = Hidrolik yarıçapına,  $J$  = Yatak taban meyline bağlı olarak hesaplanır.

Kutter C'yi aşağıdaki formülle hesaplamıştır.

$$C = \frac{25 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{J}}{1 + \frac{n}{R} \left( 25 + \frac{0.00155}{J} \right)} \dots\dots\dots (3.25)$$

Burada hidrolik el kitabı ve teknik hidrolik gibi kitapların sonunda çeşitli durumlara göre C değerleri tablo halinde hesaplandığından gerektiğinde bu tablolara müracat edilebilir.

Manning ise C'yi:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \dots\dots\dots (3.26)$$

Manning Hız Formülü:

$$C = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \dots\dots\dots (3.27)$$

terimlerinin ifadesi Chezy hız formülüyle ile aynıdır.

### 3.4.3 Savaklar

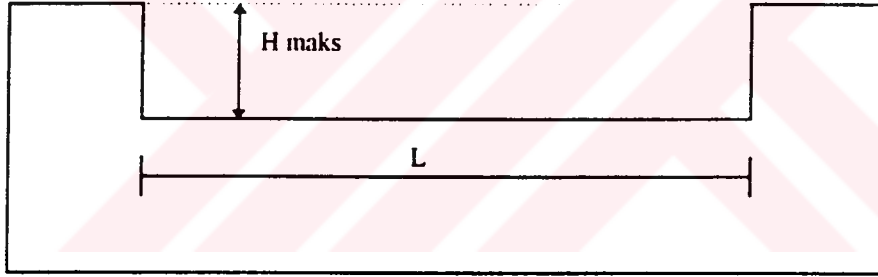
Küçük akarsularda debi ölçümü için elde muline olmadığı zaman ve mulinenin kullanılması imkanı olmadığı zaman başvurulacak en emin yol savak ölçümleridir. Ancak bütün savaklar için kullanılan formülleri de çeşitli

deneyler sonucu bulunan ampirik ve tartışma götürmeyen formüller olduğundan hangi maksat için hangi savak ve formüllerinin kullanılacağını kestirmek amacıyla aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

1. Nap bir başka deyişle savağın üzerinden akan su, kohezyon ve adezyon kuvvetleri tesiriyle savağa yapışma özelliği gösterir. Savak ince kenarlı da olsa debi kaybı yani bir nevi büzülme olur. Bunu önlemek için, nap yükü yani savaktan akan su derinliği fazla olmalıdır. İşte bu düşünce ile 6 cm'den az su yükü meydana getirecek derecede küçük olan sular da, debi ölçümü için savak kullanılmamalıdır. Kullanılsa da hakiki değere göre hatalı olacağı düşünülmelidir.

2. Dikdörtgen savaklarda savak genişliği savaktan ölçülecek maksimum su derinliğinin en az üç katı olmalıdır. (Şekil 3.6). Yani:

$$L = 3 H_{\text{maks}} \quad (3.28)$$



**Şekil 3.6** Dikdörtgen Savak

3. Bütün savaklarda maksimum su derinliği 60 cm'yi geçmemelidir.

4. Yükün yani (H) ölçümünde H büyüdükçe ölçülecek debideki hata azalır. Tersine H küçüldükçe hata artar. İşte bu durum debiye tesir edeceğinden (H) küçüldükçe debinin hatalı hesaplanması ihtimali artar. Savağın en kesit alanı küçülürse geçecek Q debisi savaktan daha büyük (H) değeri ile geçer. Savakta (H) değeri eşellerle yada ilgili cetvellerle ölçülür.

5. 30 l/s'den küçük debilerin ölçümünde üçgen savaklar tercih edilmelidir. Bununla birlikte üçgen savaklar, 30-300 l/s arasındaki debiler için (akım da çeşitli nedenlerle değişkense), diğer savaklara nazaran daha iyi sonuç verir.

6.Bütün savak formüllerinde üstlü ifadeler olduğu için ya hazırlanmış tablolar elde hazır bulundurulmalı, ya elektronik hesap makinaları ile çalışılmalıdır.

7.Bütün savak formüllerinde, savağın her noktasında hızın aynı değerde dağıldığı kabul edilir. Halbuki savağın yapıldığı maddenin parlaklığı, pürüzlülüğü; sürtünme etkileri formüllerin başındaki katsayılarla dengelenmeye çalışılmıştır. Ama rutubet (süspanse sediment) hareketleri, şişme, bitki tesirleri nedeniyle formül değerleri kolayca gerçekten sapabilir. Devamlı başka bir aletle ( muline ile) kontrol gerekebilir.

### İnce Kenarlı Dikdörtgen Savaklar

Bir ince kenarlı dikdörtgen savak için ölçülecek maksimum su yükü  $H_{maks}$  60 cm olmalıdır. Bu durumda;

$L = 3 H_{maks}$  formülünü de dikkat edilecek savağın yapısında kullanılacak boyutlar belirlenebilir (Şekil 3.7).

$H_{maks} = 60$  cm ise;

Savak açıklığı en çok  $P = 2.60 = 120$  cm yüksekliğinde,

Genişliği  $3.60 = 180$  cm olmalıdır. Tabii bu daha küçük boyutlara göre ayarlanabilir. Eğer savak boyutlarında m cinsi birim kullanılırsa:

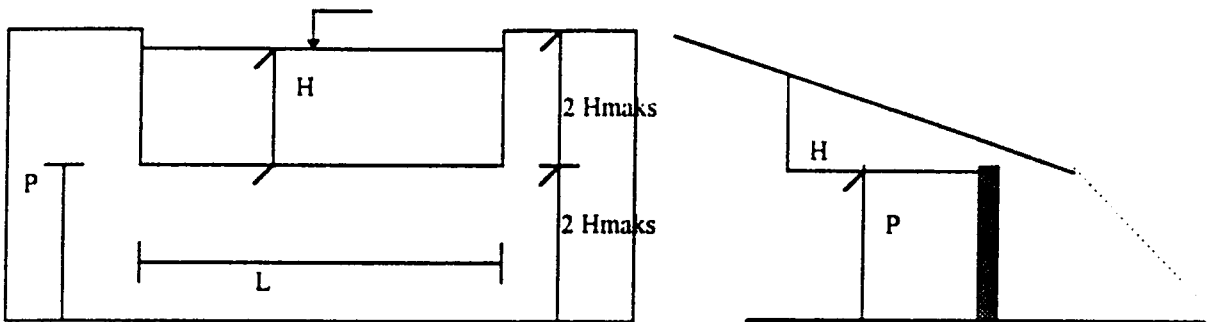
$$Q = 1,7795 L \cdot H^{1,47} \dots \dots \dots (3.29)$$

formülü, cm cinsinden birim kullanılırsa:

$$Q = 0,0184LH^{3/2} \dots \dots \dots (3.30)$$

förmülü kullanılır.

Birinci formülde  $Q$  ( $m^3/s$ ) ikinci formülde  $Q$  ( $l/s$ ) birimindedir.



Şekil 3.7 İnce Kenarlı Dikdörtgen Savak

### İnce Kenarlı Üçgen Savak:

İnce kenarlı üçgen savaklarda savak açıklığı  $10^\circ$  olan tercih edilir (Şekil 3.8)

Bu savakta debi formülleri:

$$\text{Birimler cm ise, } Q = 0,01375 H^{5/2} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots (3.31)$$

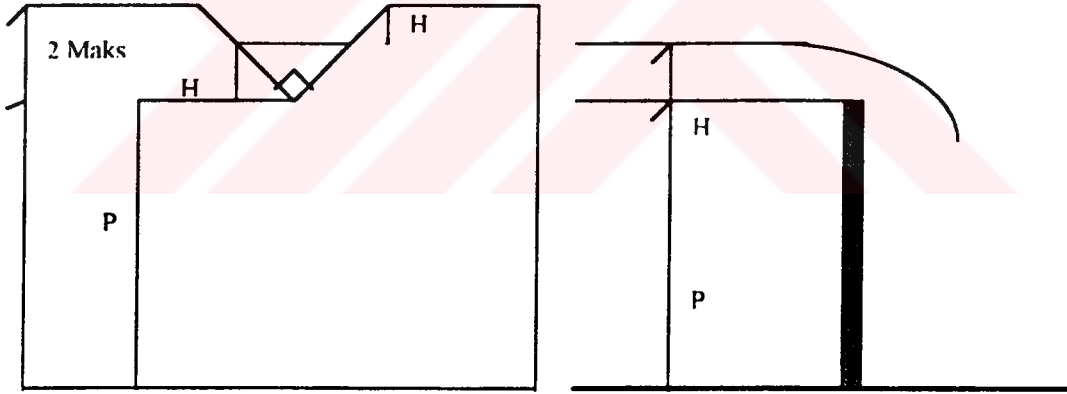
$$\text{Birimler m ise, } Q = 1,3425 H^{2.47} \text{ (m}^3\text{/s)} \dots\dots\dots (3.32)$$

Eğer açısı:

$$\alpha = 22,50^\circ \text{ ise } Q = 0,254 H^{2.43} \dots\dots\dots (3.33)$$

$$\alpha = 60^\circ \text{ ise } Q = 0,8119 H^{2.5} \dots\dots\dots (3.34)$$

$$\alpha = 120^\circ \text{ ise } Q = 0,8119 H^{2.48} \text{ olur.} \dots\dots\dots (3.35)$$



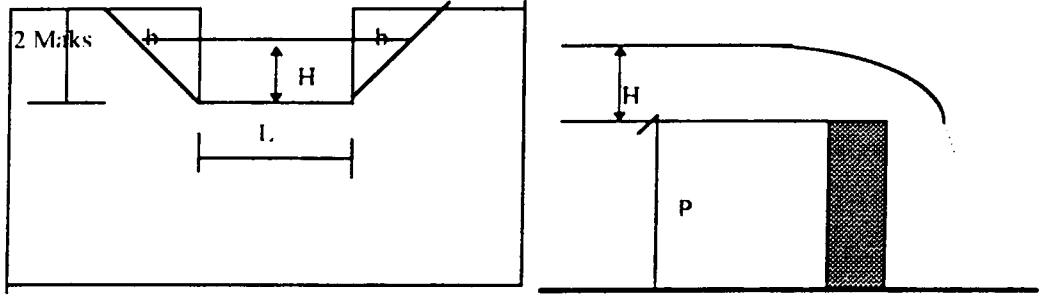
Şekil 3.8. İnce Kenarlı Üçgen Savak

### İnce Kenarlı Trapez Savaklar

Boyutlar Şekil 3.9'da verildiği biçimde hesaplanabilecek bu tip savaklarda debi formülleri:

$$\text{Birim cm ise } Q = 0,016 L.H^{3/2} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots (3.36)$$

$$\text{Birim m ise } Q = 1,859 L.H^{3/2} \text{ (m}^3\text{/s)} \dots\dots\dots (3.37)$$



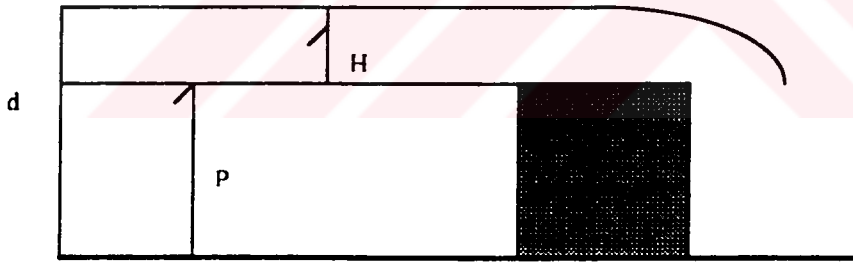
**Şekil 3.9.** İnce Kenarlı Trapez Savak

### Kalın Kenarlı Dikdörtgen Savak

Kalın kenarlı savaklar genellikle sabit yapılanlardır ve dikdörtgen tipi tercih edilir (Şekil 3.10).

Debi Formülü;

$$Q = C.L. H^{3/2} \text{ yada } Q = 1 + 0,079 C^2 H^2 / d^2 \text{ dir.} \dots\dots\dots (3.38)$$



**Şekil 3.10.** Kalın Kenarlı Dikdörtgen Savak

### 3.4.4 Mulineler (Cüce Mulineler)

Laboratuvar tipi muline adı da verilen bu mulineler sistem olarak bilinen mulinelerin özelliklerine sahiptir. Bu mulinelerde çeşitli çaplarda altı adet pervane bulunup, bu pervaneler suyun büyüklüğüne göre alete takılarak su içinde çeşitli düşeylere ait su hızları interpolasyon yoluyla bulunur. Her düşeyde alınan hızların ortalamasından yataktaki ortalama hız elde edilir ve bu alanda ayrıca hesaplanarak:

$Q = A \cdot V$ 'den debi bulunur. Bu mulinelerin yardımcı aletleri, numarator ve kronometredir. Ayrıca her mulineye ait hız formülünden elde edilmiş abaktan ölçüm esnasında sayılan pervane dönüş sayısı (numarator değeri) ile kronometreden okunan zamana göre direkt hızı verirler. Ancak bu aletler de 1 m/s'den büyük hızlar için hatalı sonuçlar verebilirler (24,25).



## 4. MATERYAL VE METOD

### 4.1 Numune Alma İşlemi

Kullanılmış sulardan alınan numunelerin bütün suyu temsil edici özellikte olması çok önemlidir. Bu projenin amacı Türkiye'den Karadeniz'e atılan kirlenmelerin yükünün ve dağılımının belirlenmesi olduğundan numune toplama noktalarının seçimi öncesinde 1995 yılında proje kapsamında karakökenli kirlenmeler, yüzme suyu ve plaj envanter çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalara dayanılarak Mart 1996'da Aralık 1996 tarihleri arasında mevsimler bazında 4 kez karakökenli 2 kez de plajlardan numune alınmıştır.

Karakökenli numune toplama programında 32 tane nokta belirlenmiştir. Bunlardan 21 tanesi akarsu, 7 tanesi kanalizasyon ve 4 tanesi de endüstridir. Yüzme suyu ve plajlarda numune toplama programında 74 nokta belirlenmiştir. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de numune alma noktaları gösterilmiştir. Ayrıca ekler bölümünde de harita üzerinde numune alma noktaları gösterilmiştir (EK C).

Karakökenli kirlenmelerin belirlenmesinde numune toplama noktası olarak akarsuların denize yakın fakat denizle girişim yapmayan yerleri seçilmiştir. Numune alma periyotları, 2 m ile 10 m arasındaki akarsu uzunluğuna göre değişmektedir. Köprü üzerinden akarsuyun genişliğine göre, akarsu kesitinin en az 4 noktasından numune alınmıştır. İki saatlik kompozit numune alma periyodundan sonra toplanan numuneler, her bir parametre için farklı korumanın yapıldığı şişelere konulmuştur. Kanalizasyonlarda kanalın deşarj edildiği noktadan bir kez iki saatlik kompozit örnekleme yapılmıştır. Endüstriler belli kanallardan deşarj yaptığı için numunelerin alınması kolay olmamakla birlikte bazı endüstrilere girilemediğinden numune alınamamıştır.

Yüzme suyu analizleri için numuneler belirlenen plajların insan yoğunluğunun fazla olduğu kısımlarından 0,5 m - 1 m derinlikten alınmıştır. Kaynak yetersizliği nedeniyle karakökenli kirlenmeler ve yüzme suyu kirlilik izleme çalışmalarının birlikte yürütülmesi, yüzme suyu numunelerinin sayısını sınırlamıştır.

Nununeler bir kova yardımıyla alınıp kompozit örnekleme sürecinin sonunda her bir parametre için farklı korumanın yapıldığı şişelere konmuştur. Numune şişeleri iyice yıkanıp, yıkama çözeltisinden geçirilip saf su ile yeniden yıkandıktan sonra sterilize edilerek kullanıma hazırlanmıştır.

**Tablo 4.1:** Karakökenli Envanter Sonuçlarına Göre Seçilen Numune Alma Noktaları (2)

	Numune Noktası	Taşıdığı Kirletici Türü
1.	Sakarya Nehri	Evsel atık, endüstri atıkları
2.	Kaynarca Deresi	Endüstri atıkları
3.	Çark Deresi	Endüstri atıkları
4.	Alaplı Deresi	Endüstri atıkları
5.	Erdemir Güney Kolektörü	Endüstri atıkları
6.	Erdemir Kuzey Kolektörü	Endüstri atıkları
7.	Gülüç Deresi	Endüstri atıkları
8.	Kozlu Deresi	Evsel atık, endüstri atıkları
9.	Zonguldak Deresi	Evsel atık
10.	Çatalağzı Deresi	Evsel atık, endüstri atıkları
11.	ÇATES-B Kül Kanalı	Evsel atık, endüstri atıkları
12.	Filyos Çayı	Endüstri atıkları
13.	Bartın Deresi	Evsel atık, endüstri atıkları
14.	Kızılırmak	Evsel atık, endüstri atıkları
15.	Mert Irmağı	Evsel atık, endüstri atıkları
16.	Kürtün Deresi	Evsel atık, endüstri atıkları
17.	Samsun Kanalizasyonu	Evsel atık
18.	TÜGSAŞ Gübre Fabrikası	Evsel atık
19.	KBI Bakır İzabe Tesisi	Endüstri atıkları
20.	Yeşilirmak	Endüstri atıkları
21.	Miliç Deresi	Evsel atık, endüstri atıkları
22.	Melet Irmağı	Evsel atık, endüstri atıkları
23.	Ordu Kanalizasyonu	Evsel atık, endüstri atıkları
24.	Civil Deresi	Evsel atık
25.	Giresun Kanalizasyonu	Endüstri atıkları
26.	Aksu Deresi	Evsel atık
27.	Fol Deresi	Evsel atık, endüstri atıkları
28.	Söğütlü Dere	Evsel atık, endüstri atıkları
29.	Trabzon Kanalizasyonu	Evsel atık, endüstri atıkları
30.	Değirmendere	Evsel atık
31.	Rize Kanalizasyonu	Evsel atık, endüstri atıkları
32.	Sinop Kanalizasyonu	Evsel atık



**Tablo 4.2:** Karadeniz Bölgesi'nde Plaj Kapsamına Giren Plajlar (2)

**KIRKLARELİ**

- 1- İğneada Plajı
- 2- Kızılköy Plajı

**KOCAELİ**

- 1- Bağırçanlı Plajı
- 2- Seyrek Plajı
- 3- Sarısu Plajı
- 4- Kerpe Plajı
- 5- Kumcağız Plajı
- 6- Kovanağzı Plajı
- 7- Kefken Plajı
- 8- Cebeci Plajı

**SAKARYA**

- 1- Denizköy Plajı
- 2- Belediye Plajı
- 3- 32 Evler Plajı
- 4- Şerman Plajı
- 5- Öğretmenler Plajı
- 6- Belediye Plajı
- 7- Kızılay Kamp Plajı

**BOLU**

- 1- Karaburun Plajı
- 2- Koy Hizmetleri Kampı Plajı
- 3- Kale Plajı
- 4- Çınar Oteli Onu Halk Plajı
- 5- Cuhallı Plajı
- 6- Tersane Mevkii Halk Plajı
- 7- Martı Plajı
- 8- Bulak Tatil Sitesi Plajı

**ZONGULDAK**

- 1- Ilıksu Plajı
- 2- Kapus Plajı
- 3- Türkali Plajı
- 4- Hisarönü (Çaycuma) Plajı

**BARTIN**

- 1- İnkum Plajı
- 2- Amasra Plajı

**Tablo 4.2: Devamı****KASTAMONU**

- 1- Gideros Köyü
- 2- Şehir Plajı
- 3- Aydos Plajı
- 4- İnebolu Boyranaltı Plajı
- 5- İnebolu Belediye Plajı
- 6- İlişi Plajı
- 7- Fakaz (İlyas Bey) Plajı
- 8- Abana Plajı
- 9- Ginolu Plajı

**SİNOP**

- 1- Karakum Plajı
- 2- Kumsal (Öztürkler) Plajı
- 3- Sinop DSİ Tesisleri

**SAMSUN**

- 1- Çamgözü Plajı
- 2- Yakakent Plajı
- 3- Geyikkoşan Plajı
- 4- Doyran Plajı
- 5- Sahilkent Plajı
- 6- Koşuköyü Plajı
- 7- Kumcağız Plajı
- 8- Ondokuz Mayıs Belediye Plajı
- 9- Erenköy Plajı
- 10- Altinkum Plajı
- 11- Atakum Plajı

**ORDU**

- 1- Çamlık
- 2- Ünye Şehir Plajı
- 3- Dolunay Plajı
- 4- Aktaş (Vona) Plajı
- 5- Çaka Plajı
- 6- Efirli Plajı
- 7- Belediye Plajı

**GİRESUN**

- 1- Giresun Belediye Plajı
- 2- Keşap Belediye Plajı
- 3- Tripolis Plajı

**Tablo 4.2:** Devamı**TRABZON**

- 1- Trabzon Açık Halk Plajı (Havaalanı)
- 2- Sahil (Yıldızlı) Plajı
- 3- Mersin (Deniz) Dinlenme Tesisleri
- 4- Akasya Plajı
- 5- Çamburnu Plajı
- 6- Güzelyalı Plajı

**RİZE**

- 1- Kalyoncular Plajı
- 2- Kalkavan Plajı
- 3- Çayeli Martı Plajı
- 4- Gülen Yunus Plajı

**ARTVİN**

- 1- Tünel Plajı
- 2- Orman Kampı
- 3- Belediye Halk Plajı
- 4- Sugören Plajı

## 4.2 Deneysel İşlemler

### 4.2.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Araç Gereçler

Deneysel işlemlerde kullanılan kimyasal maddeler ve araç gereçler aşağıda gösterilmiştir

Kimyasal Maddeler ve Araç Gereçler	
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	Panreac
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	Panreac
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Merck
$\text{NH}_4\text{Cl}$	Merck
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Merck
$\text{CaCl}_2$	Panreac
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Merck
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Merck
$\text{NaOH}$	Merck
$\text{NaI}$	Merck
$\text{NaN}_3$	Merck
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Merck
$\text{H}_2\text{SO}_4$	% 98
Inkubator	FTD 250
Etuv	Elektromag Nuve · N 4000
Isıtıcı	Elektromag

### 4.2.2 Kullanılan Çözeltiler

Fosfat Tampon Çözeltisi = 8.5 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 21.759  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 33.4 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve 1.7 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  500 ml saf suda çözülür ve 1 litreye seyreltilir pH ı ayarlamaya bağlı olmaksızın 7,2 olmalıdır

Mağnezyum Sülfat Çözeltisi = 22,5 g  $\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  saf suda çözülür ve 1 l'ye tamamlanır.

Kalsiyum Klorür Çözeltisi = 27.5 g  $\text{CaCl}_2$  saf suda çözülür ve 1 l'ye seyreltilir

Ferri Klorür Çözeltisi= 0,25 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  saf suda çözülür ve 1 l'ye tamamlanır

Mangan Sülfat Çözeltisi= 364 g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  saf suda çözülür, filtre edilir ve 1 litreye tamamlanır.

Alkali iyodür çözeltisi= 500 g NaOH ve 135 g NaI saf suda çözülür ve 1 l'ye seyreltilir. 40 ml saf suda çözünmüş 10 g  $\text{NaN}_3$  buna ilave edilir.

Nişasta Çözeltisi= 100 ml sıcak saf suda 2 g analitik saflıkta çözünebilir nişastaya koruyucu olarak 0,2 g salisilik asit katılır.

Sodyum Tiyosülfat Çözeltisi= 6,205 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  saf suda çözülür. 1,5 ml 6 N NaOH yada 0,4 g katı NaOH eklenir. 1 litreye seyreltilir.

#### **4.2.3 Kullanılan Malzemelerin Temizlenmesi**

Kullanılan bütün malzemelerin temizliğine özen gösterilmiştir. Bütün cam malzemeler % 10'luk  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 'nin derişik  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 'deki çözeltisi ile erlen ve beherler deterjan ile yıkanmıştır.  $\text{BOI}_5$  şişeleri de yıkandıktan sonra sterilize edilerek kullanıma hazırlanmışlardır (26, 27)

#### **4.2.4 Kullanılan Analiz ve Ölçüm Yöntemleri**

##### **4.2.4.1 Çözünmüş Oksijen Tayini**

Çözünmüş oksijen (ÇO) tayininde iyodometrik yöntemin "Azid Modifikasyonu" kullanılmıştır.

Bu yöntem çözünmüş oksijenin oksitlenme özelliğine dayanan titrimetrik bir işlem olup çözünmüş oksijen deneyleri içinde en güvenilir olanıdır.

#### **Deneyin Yapılışı ve Hesaplanmalar**

##### **Seyreltme Suyunun Hazırlanması**

İstlenen hacimde damıtık su uygun bir kaba alınır ve her litreye karşılık 1 ml fosfat tamponu, 1 ml  $\text{MgSO}_4$  çözeltisi, 1 ml  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi, 1 ml  $\text{FeCl}_3$  çözeltisi eklenir. Bu karışım hava pompası yardımıyla havalandırılır. (Bir gece kadar) Bu yolla hazırlanan seyreltme suyunun yaklaşık 3 mg/l çözünmüş oksijen içermesi, pH'ı nötrale yakın olması ve oksijen ihtiyacının 1 mg/l 'nin üzerinde çıkmaması gereklidir.

### Seyreltme Oranları

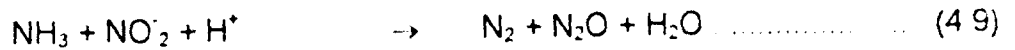
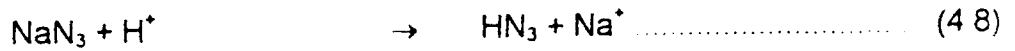
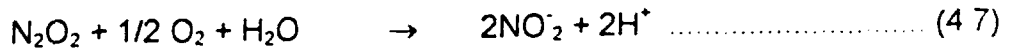
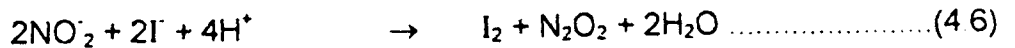
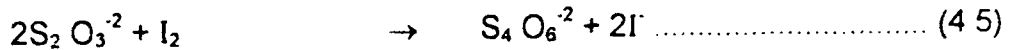
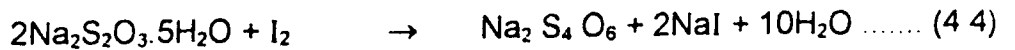
Kirlenmiş nehir suları seyreltme yüzdesi %25-100 olabilir (Kanalizasyon numunelerinde 0,5 ml yada 1 ml numune, seyreltme, suyu ile şişe hacmi boyunca tamamlanmıştır).

Göl, nehir, çay ve deniz için suyun durumuna göre seyreltme yüzdesi % 10-20 veya % 50 olabilir (Numune akarsu olduğunda 5 ml yada 10 ml deniz suyu olduğunda 10 ml yada 20 ml numune alınıp seyreltme suyu ile şişe hacmi boyunca tamamlanmıştır) (20).

### Çözünmüş Oksijen Tayini

Değişik hacimli BOI<sub>5</sub> şişelerinde gerekli seyreltme oranları ayarlandıktan sonra, şişeler seyreltme suyu ile doldurularak hava kabarcığı kalmayacak şekilde kapatılıp numunelere iki değerlikli mangan sülfat ve alkali iyodür azidür ilave edilir. Bu sırada çözünmüş oksijen, mangan (2) hidroksit çökeltisini daha büyük bir yükseltgenme basamağına ( 3 değerlikli hale) okside eder. İyodür iyonları varlığında derişik sülfürik asit ile yükseltgenmiş mangan tekrar iki değerlikli hale döner ve numunenin çözünmüş oksijenine eşdeğer miktarda iyot açığa çıkar. meydana gelen iyot da standart tiosülfat çözeltisi ile titre edilerek numunenin çözünmüş oksijen derişimi belirlenir (20, 28, 29)

Yukarıdaki işlemler sırasında aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelir:



**Hesaplanması:**

$$\text{Çözünmüş Oksijen (mg / l)} = (0.025 \times B \times A \times 1000) / (B - C) = D$$

A : Sarfedilen 0,025 N Tiyosülfat Çözeltisi

B :BOI<sub>5</sub> Tayin Şişesinin Hacmi

C :BOI<sub>5</sub> Tayin Şişesine İlave Edilen Reaktiflerin Toplam Miktarı

**4.2.4.2 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini**

BOI<sub>5</sub>'nin tayininde yine iyodometrik yöntemin asid modifikasyonu kullanılmıştır. Deneyin esası çözünmüş oksijen tayinine dayanır. Numuneler gerekli seyreltme işlemleri yapıldıktan sonra BOI<sub>5</sub> şişelerine konur. Her numuneden 2 takım hazırlanır. Ayrıca kör numuneler de hazırlanır. Hazırlanan birinci takım, inkübatöre tarih belirterek 5 gün sonra aşağıdaki işlemleri yapmak üzere konulup, diğer takım şişelere 1 ml mangan sülfat çözeltisi ve 1 ml alkali iyodür azidür çözeltisi şişelerin tam dibine doğru bir pipet yardımı ile eklenip, şişelerin kapağı kapatılarak karıştırılır. Çokelek oluştuğunda şişelerin kapağı açılarak 1 ml derişik sülfirik asit çözeltisi eklenip, daha önce oluşmuş çökeleğin tamamen çözünmesi için şişelerin kapakları kapatılarak karıştırılıp, çökelek çözüldükten sonra şişedeki çözeltiden 203 ml alınıp, erlene alınan numune 0.025 N tiyosulfat çözeltisi ile açık sarı renge kadar titre edilip, sonra iki damla taze hazırlanmış nişasta çözeltisi ilave edilerek oluşan mavi renk kayboluncaya kadar titrasyona devam edilir. Dönüm noktasına ulaşıldığında sarfiyat belirlenip, buradan numunenin başlangıçtaki çözünmüş oksijen değeri hesaplanır. 5 gün sonra 20 ± 1°C'de inkübe edilen BOI<sub>5</sub> şişelerindeki numunelere aynı işlemler uygulanarak son çözünmüş oksijen konsantrasyonu bulunup, aşağıdaki formül yardımıyla BOI<sub>5</sub> hesaplanır (20, 29).

$$\text{BOI}_5, \text{ mg/l} = \frac{D_1 - D_2}{P} \dots\dots\dots(4.10)$$

D<sub>1</sub> : Başlangıç Çözünmüş Oksijen Derişimi, mg / l

D<sub>2</sub> : Beş Günlük İnkübasyondan Sonra Çözünmüş Oksijen Derişimi, mg/ l

P : Kullanılan Numunenin Seyreltme Yüzdesi

#### 4.2.4.3 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Reaksiyon Hız Sabitinin Bulunması

Bu çalışmada  $BOI_5$  reaksiyon hız sabitinin bulunmasında Logaritmik Diferansiyal Metot kullanılmıştır.

BOI kinetiğinin reaksiyon hızı ile herhangi bir anda ortamda kalan organik madde miktarı arasında ilişkiyi veren  $dL / dt = k'l$  ifadesinden hareketle logaritmik diferansiyel metod kullanılarak:

$$\text{Log } \frac{L}{L_t} \text{ ile } k \text{ grafiğe alınarak grafiğin eğiminden } k \text{ bulunur .}$$

Burada L değeri ise y'ye karşı t grafiğinin çizilmesiyle elde edilir.

Bu çalışmada karakökenli örnekleme noktalarından biri olan Mert Irmağına göre farklı seyreltme oranları dikkate alınarak 20 gün boyunca çözünmüş oksijen tayini yapılarak k sabiti bulunmuştur. Bu amaçla regresyon analizi yapılmıştır (21, 22)

#### Standart Sapma Hesabı

Regresyon elde edilen verilerin yıllık dağılımlarını izlemek için kullanılan bir yöntemdir. Aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Standart Sapma (S)} = \sqrt{\frac{\sum \left( \frac{\epsilon x_i}{N} - x_i \right)^2}{N}} \dots \dots \dots (4 11)$$

$x_i$  = Değişkenin aldığı değer

N = Toplam değer sayısı

#### Regresyon Analizi

x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi veren eşitlik (ya da denklem) regrasyon denklemi adını alır. Bu ilişki doğrusal ise söz konusu doğruluğun grafiğine de regresyon doğrusu denir.



Lineer regresyon söz konusu ise denklem=

$$y = ax + b \dots\dots\dots (4.12)$$

a, b = Regresyon katsayısı

$$a = \frac{\sum \epsilon x_i y_i - N \bar{x} \bar{y}}{(\sum \epsilon x_i)^2 - N \bar{x}^2} \dots\dots\dots (4.13)$$

$$b = \frac{\sum \epsilon y_i - a \sum \epsilon x_i}{N} \dots\dots\dots (4.14)$$

şeklinde hesaplanır.

Aralarında doğrusal bir ilişki bulunan iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini ölçmeye yarayan katsayıya korelasyon katsayısı denir.

Korelasyon katsayısı r ile simgelenir. Y'nin X'e göre regresyon doğru denkleminin eğiminden yola çıkılarak r hesaplanır (30).

$$m=r = \frac{S_y}{S_x} \Rightarrow r = \frac{\sum \epsilon (x - x_t) (y - y_t)}{\sqrt{\sum \epsilon (x - x_t)^2 \sum \epsilon (y - y_t)^2}} \dots\dots\dots (4.13)$$

$x_t, y_t$  = x ve y değişkenlerinin ortalaması

$S_x$  = x değişkenlerine göre standart sapma.

$S_y$  = y değişkenlerine göre standart sapma.

#### 4.2.4.4 Sıcaklık Ölçümü

Genel olarak sıcaklık ölçümleri civalı Celcius termometreleriyle yapılır. Arazi çalışmalarında muhafaza içinde 0,1°C'lik alt bölümleri olan kısa sürede dengeye ulaşan bir termometre ile numune alınır alınmaz sıcaklık ölçülerek kaydedilir

#### 4.2.4.5 Debi Ölçümü

Yapılan arazi çalışmalarında basit bir flatör kullanılmıştır. Flatör akarsuyun müsait bir kesiminden (mamba tarafından) suya bırakılır, ilk sınır belirlenir, ikinci sınır mansap tarafında belirlendikten sonra flatör ilk sınırdan geçerken kronometre çalıştırılarak zaman ölçümüne başlanır, flatör ikinci sınırdan geçerken kronometre durdurulur. Bu işlem farklı mesafeler için gerçekleştirilir. Buradan ortalama hız:

$$V_{ort} = \frac{\text{Yol}}{\text{Zaman}} = \frac{x}{t} \text{ m/ s cinsinden bulunur.}$$

ıslak alan A ise, akarsuyun farklı genişliklerindeki su derinliğine göre grafiksel alan metodu ile bulunur. Debi ise:

$$Q = A.V \text{ den } m^3 / s \text{ olarak bulunur (28.29)}$$

## 5. BULGULAR

### 5.1 Bulgular

Mart 1996 - Aralık 1996 tarihleri arasında mevsimlik periyotlarla alınan numunelerin çözülmüş oksijen,  $BOI_5$ , sıcaklık ve debi ölçümlerinin yıl boyu izlediği değişim elde edilmiştir.

Karakökenli numunelerin mevsimlere göre Tablo 5.1'de çözülmüş oksijen derişimleri değişimi, Tablo 5.2'de  $BOI_5$  derişimleri değişimi, Tablo 5.3'de sıcaklık derişimleri, Tablo 5.4'te su debisi derişimleri, Tablo 5.5'te ÇO ve  $BOI_5$  derişimleri ile sıcaklık ve debi derişimlerinin yıllık ortalamaları ile standart sapma değerleri verilmiştir. Ayrıca karakökenli kaynakların mevsimlere göre Tablo 5.6'da ton/ yıl olarak  $BOI$  akı derişimleri verilmiştir

Yine karakökenli envanter sonuçlarına göre,  $BOI_5$  reaksiyon hız sabitinin bulunması için numene alma noktası olan Mert Irmağında alınan numunenin  $BOI_5$  değerleri ile  $\log L/L_1$  değerleri Tablo 5.7'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre ilgili grafikler oluşturularak regresyon analizi ile  $k$  değeri ve standart sapması bulunmuştur. Şekil 5.1'de Mert Irmağında  $BOI_5$  derişiminin derişim eğrisi, Şekil 5.2'de Mert Irmağında  $BOI_5$  reaksiyon hız sabitlerinin bulunduğu grafikler yer almıştır.

Karakökenli numunelerde,  $BOI_5$  ve ÇO parametrelerinin yıllık derişimleri ile mevsimlere göre her bir parametrenin yıllık ortalama derişimleri grafiklerle sunulmuştur.

Plajlardan iki mevsim numune alındığından tablolar ve grafikler buna göre düzenlenmiştir. Tablo 5.8'de çözülmüş oksijen derişimleri derişimleri, Tablo 5.9'da  $BOI_5$  derişimleri derişimleri, Tablo 5.10'de sıcaklık derişimleri, Tablo 5.11'de de ÇO ve  $BOI_5$  derişimlerinin standart sapmalarına yer verilmiştir.

Yine grafiklerde de mevsimlik derişimler gözönüne alınmıştır.

1995 yılında, yüzme suyu ve plajlarda envanter çalışmalarında 78 plaj belirlenmiş olmasına rağmen plaj kayıt formlarının incelenmesi sonucunda, bazı plajların plaj özelliğini taşımadığı görülmüştür. (Örneğin Sakarya'daki

Denizköy Plajı). Yine 1996 yılında kayıt formlarının tekrarlanması ile birbirine çok yakın olan plajlar tek bir plaj olarak değerlendirilmiştir (Sakarya'da Belediye, 32 evler ve şerman Plajı yine Sakarya'da ğretmenler, Belediye ve Kızılay Kampı Plajı, Bolu'da Tersane ve Martı Plajı) 1996 yılında 61 plajda kayıt özellikleri tekrarlanarak 57 plajdan ilkbahar ve yaz mevsimlerinde iki defa numune alınarak bir değerlendirme yapılmıştır.

Plajlar ve karakökenli kirleticiler için arazi çalışmalarında kullanılan örnek toplama formları ile kıtaı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerinin yer aldığı tablolar ekler kısmında yer almaktadır (Ek E.1).

Aşağıda: karakökenli numune alma istasyonlarının,  $BOI_5$  parametresi dikkate alınarak, kıtaı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerinin belirtildiği formla karşılaştırıldığı izelge yer almaktadır.

Numune Noktaları	BOI <sub>5</sub> Parametresi			
	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf
Sakarya Nehri			*	
Melen Çayı			*	
Çark Deresi				*
Alaplı Deresi			*	
Erdemir G. Kolektörü				*
Erdemir K. Kolektörü				*
Gülüç Deresi				*
Kozlu Deresi			*	
Zonguldak Deresi				*
Çatalağzı Deresi				*
ÇATES-B Kül Kanalı				*
Filyos Çayı			*	
Bartın Deresi				*
Kızılırmak			*	
Mert Irmağı			*	
Kürtün Deresi				*
Samsun Kanalizasyonu				*
TÜGSAŞ Gübre Fabrikası	-	-	-	-
KBI Bakır İzabe Tesisi	-	-	-	-
Yeşilirmak				*
Miliç Deresi				*
Melet Irmağı			*	
Ordu Kanalizasyonu				*
Civil Deresi			*	
Giresun Kanalizasyonu				*
Aksu Deresi			*	
Fol Deresi			*	
Söğütü Dere			*	
Trabzon Kanalizasyonu			*	
Değirmendere				*
Rize Kanalizasyonu				*
Sinop Kanalizasyonu				*

- Numune alınamamıştır

\* Kalite kriterini belirtir.

**TABLO 5.1:** Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Çözünmüş Oksijen Derişimleri Değişimi (mg/l)

Numune Noktaları	Kış Dönemi	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi	Sonbahar Dönemi
Sakarya Nehri	8.70	8.00	5.40	9.30
Melen Çayı	8.80	8.00	5.20	9.40
Çark Deresi	8.80	8.10	4.90	9.20
Alaplı Deresi	8.40	9.10	5.40	9.40
Erdemir G.Kollektörü	-	9.20	3.50	9.30
Erdemir K.Kollektörü	-	9.10	3.40	9.40
Gülüç Deresi	8.40	9.20	5.50	9.70
Kozlu Deresi	8.50	8.70	5.30	8.40
Zonguldak Deresi	8.40	8.70	2.30	8.30
Çatalağızı Deresi	8.40	8.60	3.50	9.00
ÇATES-B Kül Kanalı	8.80	-	4.50	9.00
Filyos Çayı	8.60	7.90	5.00	8.90
Bartın Deresi	8.70	8.00	5.30	8.30
Kızılırmak	8.40	8.50	5.20	8.90
Mert Irmağı	8.60	8.50	4.10	9.10
Kurtun Deresi	8.80	9.20	5.20	8.80
Samsun Kanalizasyonu	8.30	9.30	2.20	9.20
TUGSAŞ Gübre Fabrikası	-	-	-	-
KBI Bakır İzabe Tesisi	8.70	-	-	-
Yeşilirmak	9.00	8.20	5.30	8.80
Miliç Deresi	9.10	8.20	5.20	8.90
Melet Irmağı	8.90	8.00	5.50	9.80
Ordu Kanalizasyonu	9.00	8.00	2.10	8.90
Civil Deresi	8.70	7.60	5.30	8.10
Giresun Kanalizasyonu	9.20	8.20	2.50	9.00
Aksu Deresi	9.10	7.80	4.30	8.90
Foİ Deresi	9.20	7.80	5.20	8.90
Soğutlu Dere	9.10	8.10	5.20	9.40
Trabzon Kanalizasyonu	9.00	8.00	2.20	9.70
Değirmendere	9.10	8.10	5.40	9.50
Rize Kanalizasyonu	9.00	8.50	2.30	9.20
Sinop Kanalizasyonu	8.30	8.00	-	-

- Numune alınamamıştır

**TABLO 5.2:** Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen İhtyacı Derişimleri Değişimi (mg/l)

Numune Noktaları	Kış Dönemi	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi	Sonbahar Dönemi
Sakarya Nehri	19.88	11.25	14.43	14.05
Melen Çayı	11.33	8.55	17.18	22.62
Çark Deresi	25.64	11.55	19.84	48.68
Alaplı Deresi	8.64	28.42	11.44	25.49
Erdemir G.Kollektörü	-	114.28	16.92	99.57
Erdemir K.Kollektörü	-	57.14	70.76	108.35
Gülüç Deresi	5.55	31.00	60.21	22.78
Kozlu Deresi	8.59	11.34	16.99	17.14
Zonguldak Deresi	45.56	11.39	454.54	231.21
Çatalağzı Deresi	5.62	11.33	14.20	142.05
ÇATES-B Kül Kanalı	340.91	-	72.14	138.81
Filyos Çayı	17.05	11.29	19.92	28.60
Bartın Deresi	28.41	14.14	28.23	22.73
Kızılırmak	11.33	19.83	30.14	11.36
Mert Irmağı	8.55	14.24	11.47	25.55
Kürtün Deresi	16.99	45.35	32.14	17.02
Samsun Kanalizasyonu	170.45	342.86	171.91	400.10
TUGSAŞ Gübre Fabrikası	-	-	-	-
KBI Bakır İzabe Tesisi	19.88	-	-	-
Yeşilirmak	42.85	17.31	16.91	14.22
Miliç Deresi	36.93	11.30	46.13	28.24
Melet Irmağı	11.23	2.83	14.14	25.72
Ordu Kanalizasyonu	578.00	170.94	344.81	568.18
Civil Deresi	16.90	2.85	11.27	22.48
Giresun Kanalizasyonu	171.43	142.86	342.86	751.44
Aksu Deresi	11.30	8.67	17.08	19.95
Fol Deresi	8.49	5.66	17.02	14.33
Söğütlü Dere	8.52	11.33	14.13	19.74
Trabzon Kanalizasyonu	171.43	282.49	200.59	449.44
Değirmendere	20.00	11.44	11.43	19.43
Rize Kanalizasyonu	113.64	142.45	342.86	517.24
Sinop Kanalizasyonu	397.73	227.27	-	-

- Numune alınamamıştır

**Tablo 5.3:** Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri (°C)

Numune Noktaları	Kış Dönemi	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi	Sonbahar Dönemi
Sakarya Nehri	8	20	-	12
Melen Çayı	5	19	-	11
Çark Deresi	9	19	-	11
Alaplı Deresi	9	-	-	10
Erdemir G.Kollektörü	-	-	-	-
Erdemir K.Kollektörü	-	-	-	-
Gülüç Deresi	8	-	-	12
Kozlu Deresi	11	-	-	10
Zonguldak Deresi	8	-	-	11
Çatalağzı Deresi	11	-	-	11
ÇATES-B Kul Kanalı	11	-	-	11
Filyos Çayı	6	19	-	12
Bartın Deresi	5	22	-	-
Kızılırmak	9	11	-	18
Mert Irmağı	8	18	-	18
Kürtün Deresi	-	21	-	18
Samsun Kanalizasyonu	11	17	-	20
TUGSAŞ Gübre Fabrikası	-	-	-	-
KBİ Bakır İzabe Tesisi	16	-	-	-
Yeşilirmak	6	19	-	18
Miliç Deresi	-	23	-	15
Melet Irmağı	5	18	-	12
Ordu Kanalizasyonu	-	-	-	20
Civil Deresi	-	25	-	18
Giresun Kanalizasyonu	10	17	-	20
Aksu Deresi	6	18	-	14
Fol Deresi	6	25	-	12
Soğutlü Dere	6	25	-	10
Trabzon Kanalizasyonu	8	18	-	14
Değirmendere	6	17	-	9
Rize Kanalizasyonu	10	17	-	16
Sinop Kanalizasyonu	6	13	-	-

- Numune alınamamıştır.



**TABLO 5.4:** Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Su Debisi Değişimleri (m<sup>3</sup>/s)

Numune Noktaları	Kış Dönemi	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi	Sonbahar Dönemi
Sakarya Nehri	364.45	92.10	145.80	161.61
Melen Çayı	107.12	36.40	15.00	40.98
Çark Deresi	14.72	9.14	-	5.27
Alaplı Deresi	10.72	6.31	-	5.97
Erdemir G.Kollektörü	-	-	-	-
Erdemir K.Kollektörü	-	-	-	-
Gülüç Deresi	37.90	15.41	30.00	67.62
Kozlu Deresi	0.48	1.18	1.02	0.12
Zonguldak Deresi	5.53	0.54	-	6.19
Çatalağzı Deresi	4.77	2.97	3.74	4.38
ÇATES-B Kül Kanalı	-	-	-	-
Filyos Çayı	105.40	243.00	38.00	22.28
Bartın Deresi	11.10	23.87	7.80	2.70
Kızılırmak	326.50	362.12	106.00	142.86
Mert Irmağı	34.92	10.50	3.20	85.25
Kurtun Deresi	79.14	10.99	0.50	1.15
Samsun Kanalizasyonu	0.34	0.21	0.21	0.24
TUGSAŞ Gubre Fabrikası	-	-	-	-
KBI Bakır İzabe Tesisi	1.50	1.16	-	-
Yeşilirmak	643.14	490.73	35.00	132.00
Mılıç Deresi	40.51	-	0.23	0.36
Melet Irmağı	32.20	59.22	6.30	8.08
Ordu Kanalizasyonu	-	36.10	-	-
Civil Deresi	18.05	1.60	0.19	0.29
Giresun Kanalizasyonu	-	0.10	0.05	0.23
Aksu Deresi	47.57	24.09	35.00	16.00
Fol Deresi	7.00	6.00	-	-
Soğutlü Dere	5.51	2.73	4.40	2.40
Trabzon Kanalizasyonu	1.06	0.15	0.02	0.08
Değirmendere	4.50	50.56	41.60	13.90
Rize Kanalizasyonu	0.28	0.76	0.06	0.05
Sinop Kanalizasyonu	0.12	0.12	-	-

- Numune alınamamıştır

**TABLO 5.5:** Karakökenli Numunelerin Çözünmüş Oksijen, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri, Debi ve Sıcaklık Değerlerinin Yıllık Ortalamaları İle Standart Sapmaları

Numune Noktaları	BOI <sub>5</sub> (mg/l)		ÇO (mg/l)		Debi (m <sup>3</sup> /s)		Sıcaklık °C	
	Yıl Ort.	Stand. Sap.	Yıl Ort.	Stand. Sap.	Yıl Ort.	Stand. Sap.	Yıl Ort.	Stand. Sap.
Sakarya Nehri	14 90	3.13	7 85	1 48	190 99	103 41	13 5	4 99
Melen Çayı	14.92	5.43	7 85	1 61	49 87	34 47	11	5 74
Çark Deresi	26 43	13.78	7 75	1 69	9 71	3 88	13	4 32
Alaplı Deresi	18 50	8 58	8 07	1 58	5 75	2 16	9 5	0 5
Erdemir G Kollektoru	79 92	42.85	7 33	2 71	-	-	-	-
Erdemir K Kollektoru	78 75	21 66	7 30	2 76	-	-	-	-
Guluç Deresi	29 96	19 77	8 20	1 63	37 73	19 04	10	2 00
Kozlu Deresi	13 51	3 68	7 72	1 41	0 70	0 42	10 5	0 50
Zonguldak Deresi	185 68	176 33	6 92	2 67	4 09	2 52	9 5	1 50
Çatalağzı Deresi	43 30	57 09	7 37	2 24	3 97	0 68	11	0
ÇATES-B Kul Kanalı	183 95	114 27	7 43	2 08	-	-	11	0
Filyos Çayı	19 22	6 25	7 60	1 54	102 17	87 10	12 5	5 31
Bartın Deresi	23 38	5 81	7 57	1 33	11 37	7 81	13 5	8 50
Kızılırmak	18 17	7 73	7 75	1 48	234 37	111 42	12 5	3 86
Mert Irmağı	14 95	6 45	7 57	2 01	33 47	32 12	14 5	4 71
Kurtün Deresi	27 88	11 83	8 00	1 62	22 94	32 71	19 5	1 50
Samsun Kanalizasyonu	27 33	102 17	7 25	2 94	0 25	0 05	16	3 74
TUGSAŞ Gubre Fabrikası	-	-	-	-	-	-	-	-
KBI Bakır İzabe Tesisi	19 88	-	8 70	-	1 33	0 17	16	-
Yeşilirmak	22 83	11 62	7 82	1 48	325 22	250 01	14 5	5 91
Miliç Deresi	30 65	12 84	7 85	1 56	10 27	18 96	19	4 00
Melet Irmağı	13 48	8 20	8 05	1 61	26 45	21 51	8	7 26
Ordu Kanalizasyonu	415 49	169 21	7 00	2 86	36 10	-	20	-
Civil Deresi	13 38	7 25	7 42	1 29	5 03	7 54	21 5	3 50
Giresun Kanalizasyonu	309 41	242 88	7 22	2 75	0 13	0 07	15 5	4 19
Aksu Deresi	14 22	4 48	7 52	1 93	30 66	11 86	12 5	4 99
Fol Deresi	11 37	4 52	7 77	1 58	6 50	0 50	14 5	7 93
Soğutlu Dere	13 43	4 15	7 95	1 66	3 76	1 26	13 5	8 18
Trabzon Kanalizasyonu	275 98	108 11	7 22	2 97	0 33	0 43	13	4 11
Değirmendere	15 57	4 14	8 02	1 60	27 64	19 01	10 5	4 64
Rize Kanalizasyonu	279 01	163 42	7 25	2 87	0 29	0 29	14	3 09
Sinop Kanalizasyonu	227 92	85 23	8 15	0 15	0 12	0	9 5	3 5047

- Numune alınamamıştır

**TABLO 5.6:** Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimlerinin Akı Cinsinden Değişimi (ton/yıl)

Numune Noktaları	Kış Dönemi	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi	Sonbahar Dönemi
Sakarya Nehri	228555.00	32678.00	66348.00	71638.64
Melen Çayı	38277.00	9819.00	8127.77	29239.45
Çark Deresi	11902.00	3328.79	-	8090.69
Alaplı Deresi	2922.58	5655.45	-	4802.35
Erdemir G.Kollektörü	-	-	-	-
Erdemir K.Kollektörü	-	-	-	-
Gülüç Deresi	6639.41	16673.00	56968.00	48573.77
Kozlu Deresi	130.10	421.88	545.19	65.41
Zonguldak Deresi	8018.12	193.95	-	45163.17
Çatalağzı Deresi	844.95	1061.28	1675.28	19638.26
ÇATES-B Kül Kanalı	-	-	-	-
Filyos Çayı	56655.00	86487.00	23877.00	20096.89
Bartın Deresi	9944.56	10644.00	6944.53	1935.00
Kızılırmak	116669.00	228334.00	100769.00	51192.96
Mert Irmağı	9411.46	4716.92	1157.19	68699.42
Kurtun Deresi	42420.00	15723.00	506.83	617.29
Samsun Kanalizasyonu	1822.27	2216.53	1149.00	3028.00
TUGSAŞ Gübre Fabrikası	-	-	-	-
KBI Bakır İzabe Tesisi	940.69	-	-	-
Yeşilirmak	369228.00	268121.00	18670.00	592.00
Miliç Deresi	47180.00	-	343.05	320.00
Melet Irmağı	11408.00	5285.20	2810.08	6558.05
Ordu Kanalizasyonu	-	194606.00	-	-
Civil Deresi	9619.40	143.00	67.54	205.00
Giresun Kanalizasyonu	-	450.00	243.00	5497.00
Aksu Deresi	16950.00	6585.52	2693.02	10065.00
Fol Deresi	1875.95	1065.85	-	-
Soğütlu Dere	1480.81	975.52	1960.93	1494.00
Trabzon Kanalizasyonu	5741.33	1306.27	216.25	1133.00
Değirmendere	2838.24	18241.00	14992.00	8518.00
Rize Kanalizasyonu	1006.00	3436.61	648.740	815.00
Sinop Kanalizasyonu	828.94	824.23	-	-

- Numune alınamamıştır

**TABLO 5.7:** Mert Irmağında Biyokimyasal Oksijen İhtyacı Derişiminin 20 Günlük Değişimi Değerleri ile LogL/Lt Değerleri

BOI Değerleri (mg/l)	LogL/Lt	Zaman (gün)
12.500	0.070	1
30.450	0.146	2
36.180	0.231	3
46.250	0.325	4
54.750	0.425	5
61.300	0.522	6
68.320	0.656	7
74.950	0.838	8
79.280	1.020	9
83.170	1.291	10
85.230	1.558	11
86.480	1.874	12
87.110	2.208	13
87.440	2.615	14
87.530	2.854	15
87.600	3.222	16
87.640	3.845	17
87.650	4.544	18
87.652	5.243	19
87.6525	-	20
	<b>L=87.6525</b>	

- Bulunamaz

**TABLO 5.8:** Plajların Mevsimlere Göre Çözünmüş Oksijen Derişimleri Değişimleri (mg/l)

Sıra No	Numune Alma Noktaları	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi
	<b>KOCAELİ</b>		
1	Sarısu Plajı	8.20	7.40
2	Kerpe Plajı	8.10	7.10
3	Kumcağız Plajı	8.10	7.20
4	Kovanağız Plajı	8.20	7.40
5	Cebeci Plajı	8.10	-
	<b>SAKARYA</b>		
6	Denizköy Plajı	8.10	7.30
7	Belediye Plajı	7.90	7.40
8	32 Evler Plajı	7.90	7.40
9	Şerman Plajı	7.90	7.40
10	Oğretmenler Plajı	7.70	7.20
11	Belediye Plajı	7.70	-
12	Kızılay Kampı Plajı	7.70	7.10
	<b>BOLU</b>		
13	Karaburun Plajı	7.90	7.30
14	Koy Hizmetleri Kampı Plajı	7.80	7.20
15	Kale Plajı	8.10	7.40
16	Çınar Oteli Onu Halk Plajı	8.10	7.30
17	Çuhallı Plajı	8.10	7.30
18	Tersane Mevkii Halk Plajı	7.90	7.40
19	Martı Plajı	7.90	7.10
20	Bulak Tatil Sitesi Plajı	8.20	7.40
	<b>BARTIN</b>		
21	İnkum Plajı	8.10	7.30
22	Amasra Plajı	8.20	7.20
	<b>KASTAMONU</b>		
23	İnebolu Boyranaltı Plajı	8.20	7.40
24	İnebolu Belediye Plajı	8.10	7.00
25	İlji Plajı	-	7.10
26	Fakaz (İlyas Bey) Plajı	8.20	7.20
27	Abana Plajı	8.20	7.30
28	Gıno lu Plajı	8.20	7.40

- Numune alınamamıştır.

TABLO 5.8: Devamı

Sıra No	Numune Alma Noktaları	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi
	<b>SİNOP</b>		
29	Karakum Plajı	8.40	-
30	Kumsal (Öztürkler) Plajı	8.80	-
31	Sinop DSİ Plajı	8.90	-
	<b>SAMSUN</b>		
32	Çamgölü Plajı	8.70	7.00
33	Yakakent Plajı	8.70	6.90
34	Geyikköşan Plajı	9.20	6.90
35	Doyran Plajı	8.80	7.10
36	Sahilkent Plajı	8.80	7.10
37	Koşuköyü Plajı	-	6.90
38	Kumcağız Plajı	-	6.90
39	Erenköy Plajı	8.30	7.00
40	Altinkum Plajı	8.30	7.00
41	Atakum Plajı	8.40	7.00
	<b>ORDU</b>		
42	Çamlık	8.40	-
43	Unye Şehir Plajı	8.00	-
44	Dolunay Plajı	8.60	-
45	Çaka Plajı	8.10	-
46	Efirli Plajı	8.20	-
47	Belediye Plajı	8.20	-
	<b>GİRESUN</b>		
48	Giresun Belediye Plajı	8.00	7.20
49	Keşap Belediye Plajı	8.10	7.20
50	Tripolis Plajı	8.10	7.20
	<b>TRABZON</b>		
51	Akasya Plajı	-	7.40
52	Çamburnu Plajı	8.00	7.30
53	Güzelyalı Plajı	8.40	7.40
	<b>RİZE</b>		
54	Kalyoncular Plajı	8.40	-
55	İyidere Plajı	8.50	7.40
	<b>ARTVİN</b>		
56	Tünel Plajı	8.40	7.40
57	Orman Kampı	8.50	7.40
58	Belediye Halk Plajı	-	7.40

- Numune alınamamıştır.

**TABLO 5.9:** Plajların Mevsimlere Göre Biyokimyasal Oksijen Derişimleri Değişimleri (mg/l)

Sıra No	Numune Alma Noktaları	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi
	<b>KOCAELİ</b>		
1	Sarısu Plajı	8.52	9.89
2	Kerpe Plajı	14.09	11.30
3	Kumcağız Plajı	8.52	5.66
4	Kovanağız Plajı	7.12	5.68
5	Cebeci Plajı	11.40	-
	<b>SAKARYA</b>		
6	Denizköy Plajı	14.34	12.86
7	Belediye Plajı	5.69	8.40
8	32 Evler Plajı	5.69	7.22
9	Şerman Plajı	5.69	7.07
10	Öğretmenler Plajı	11.30	5.63
11	Belediye Plajı	11.30	-
12	Kızılay Kampı Plajı	11.30	4.29
	<b>BOLU</b>		
13	Karaburun Plajı	5.63	7.12
14	Köy Hizmetleri Kampı Plajı	5.71	7.09
15	Kale Plajı	11.35	8.59
16	Çınar Oteli Önü Halk Plajı	11.30	7.18
17	Çuhallı Plajı	19.82	5.75
18	Tersane Mevkii Halk Plajı	5.69	7.05
19	Martı Plajı	5.69	5.69
20	Bulak Tatil Sitesi Plajı	9.80	8.52
	<b>BARTIN</b>		
21	İnkum Plajı	19.96	7.07
22	Amasra Plajı	14.24	11.25
	<b>KASTAMONU</b>		
23	İnebolu Boyranaltı Plajı	16.89	10.01
24	İnebolu Belediye Plajı	14.36	5.55
25	İlji Plajı	-	7.08
26	Fakaz (İlyas Bey) Plajı	14.30	4.27
27	Abana Plajı	14.20	11.24
28	Ginolu Plajı	11.53	7.08

- Numune alınamamıştır.



TABLO 5.9: Devamı

Sıra No	Numune Alma Noktaları	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi
	<b>SİNOP</b>		
29	Karakum Plajı	8.00	-
30	Kumsal (Öztürkler) Plajı	12.00	-
31	Sinop DSİ Plajı	13.00	-
	<b>SAMSUN</b>		
32	Çamgölü Plajı	12.00	7.05
33	Yakakent Plajı	9.00	8.52
34	Geyikköşan Plajı	13.00	9.94
35	Doyran Plajı	8.00	8.52
36	Sahilkent Plajı	9.00	12.81
37	Koşuköyü Plajı	-	8.54
38	Kumcağız Plajı	-	7.12
39	Erenköy Plajı	5.69	9.99
40	Altinkum Plajı	5.69	8.57
41	Atakum Plajı	14.24	8.55
	<b>ORDU</b>		
42	Çamlık	14.11	-
43	Ünye Şehir Plajı	8.54	-
44	Dolunay Plajı	22.69	-
45	Çaka Plajı	14.23	-
46	Efirli Plajı	11.26	-
47	Belediye Plajı	14.14	-
	<b>GİRESUN</b>		
48	Giresun Belediye Plajı	11.47	5.77
49	Keşap Belediye Plajı	8.50	5.66
50	Tripolis Plajı	11.35	4.28
	<b>TRABZON</b>		
51	Akasya Plajı	-	7.10
52	Çamburnu Plajı	14.22	8.46
53	Güzelyalı Plajı	7.05	11.32
	<b>RİZE</b>		
54	Kalyoncular Plajı	14.23	-
55	İyidere Plajı	14.16	5.69
	<b>ARTVİN</b>		
56	Tünel Plajı	8.47	7.19
57	Orman Kampı	28.58	8.53
58	Belediye Halk Plajı	-	9.83

- Numune alınamamıştır.



TABLO 5.10: Plajların Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri (°C)

Sıra No	Numune Alma Noktaları	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi
	<b>KOCAELİ</b>		
1	Sarısu Plajı	17	-
2	Kerpe Plajı	19	-
3	Kumcağız Plajı	14	-
4	Kovanağzı Plajı	14	-
5	Cebeci Plajı	17	-
	<b>SAKARYA</b>		
6	Denizköy Plajı	11	-
7	Belediye Plajı	14	-
8	32 Evler Plajı	14	-
9	Şerman Plajı	14	-
10	Öğretmenler Plajı	12	-
11	Belediye Plajı	12	-
12	Kızılay Kampı Plajı	12	-
	<b>BOLU</b>		
13	Karaburun Plajı	14	-
14	Köy Hizmetleri Kampı Plajı	16	-
15	Kale Plajı	16	-
16	Çınar Oteli Önü Halk Plajı	15	-
17	Çuhallı Plajı	15	-
18	Tersane Mevkii Halk Plajı	15	-
19	Martı Plajı	15	-
20	Bulak Tatil Sitesi Plajı	15	-
	<b>BARTIN</b>		
21	İnkum Plajı	16	-
22	Amasra Plajı	17	-
	<b>KASTAMONU</b>		
23	İnebolu Boyranaltı Plajı	16	-
24	İnebolu Belediye Plajı	17	-
25	İlji Plajı	-	-
26	Fakaz (İlyas Bey) Plajı	11.5	-
27	Abana Plajı	17	-
28	Ginolu Plajı	18	-

- Numune alınamamıştır.

TABLO 5.10: Devamı

Sıra No	Numune Alma Noktaları	İlkbahar Dönemi	Yaz Dönemi
	<b>SINOP</b>		
29	Karakum Plajı	-	-
30	Kumsal (Öztürkler) Plajı	-	-
31	Sinop DSI Plajı	-	-
	<b>SAMSUN</b>		
32	Çamgölü Plajı	-	-
33	Yakakent Plajı	-	-
34	Geyikköşan Plajı	-	-
35	Doyran Plajı	-	-
36	Sahilkent Plajı	-	-
37	Koşuköyü Plajı	-	-
38	Kumcağız Plajı	-	-
39	Erenköy Plajı	20	-
40	Altinkum Plajı	20	-
41	Atakum Plajı	20	-
	<b>ORDU</b>		
42	Çamlık	21	-
43	Ünye Şehir Plajı	22	-
44	Dolunay Plajı	20	-
45	Çaka Plajı	19	-
46	Efirli Plajı	21	-
47	Belediye Plajı	21	-
	<b>GİRESUN</b>		
48	Giresun Belediye Plajı	22	-
49	Keşap Belediye Plajı	14	-
50	Tripolis Plajı	17	-
	<b>TRABZON</b>		
51	Akasya Plajı	-	-
52	Çambumu Plajı	18	-
53	Güzelyalı Plajı	17	-
	<b>RİZE</b>		
54	Kalyoncular Plajı	20	-
55	İyidere Plajı	16	-
	<b>ARTVIN</b>		
56	Tünel Plajı	19	-
57	Orman Kampı	19	-
58	Belediye Halk Plajı	-	-

- Numune alınamamıştır.

**Tablo 5.11: Plajların Çözünmüş Oksijen, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Derişimleri Değerlerinin Standart Sapmaları**

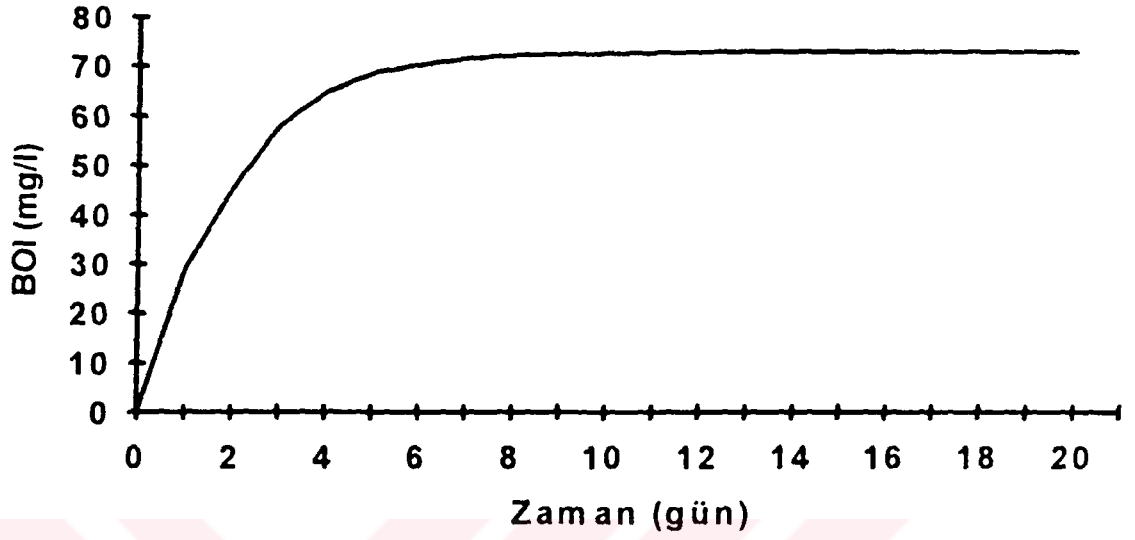
Sıra No	Numune Alma Noktaları	Standart Sapma	
		BOİ	ÇO
	<b>KOCAELİ</b>		
1	Sarısu Plajı	0.69	0.40
2	Kerpe Plajı	1.39	0.50
3	Kumcağız Plajı	1.43	0.45
4	Kovanağız Plajı	0.72	0.40
5	Cebeci Plajı	-	-
	<b>SAKARYA</b>		
6	Denizköy Plajı	0.74	0.40
7	Belediye Plajı	1.36	0.25
8	32 Evler Plajı	0.76	0.25
9	Şerman Plajı	0.69	0.25
10	Öğretmenler Plajı	2.83	0.25
11	Belediye Plajı	-	-
12	Kızılay Kampı Plajı	3.50	0.30
	<b>BOLU</b>		
13	Karaburun Plajı	0.74	0.30
14	Köy Hizmetleri Kampı Plajı	0.69	0.30
15	Kale Plajı	1.38	0.35
16	Çınar Oteli Önü Halk Plajı	2.06	0.40
17	Çuhallı Plajı	7.03	0.40
18	Tersane Mevkii Halk Plajı	0.68	0.25
19	Martı Plajı	0	0.40
20	Bulak Tatil Sitesi Plajı	0.64	0.40
	<b>BARTIN</b>		
21	İnkum Plajı	6.44	0.40
22	Amasra Plajı	11.25	0.50
	<b>KASTAMONU</b>		
23	İnebolu Boyranaltı Plajı	3.44	0.40
24	İnebolu Belediye Plajı	4.40	0.55
25	İlji Plajı	-	-
26	Fakaz (İlyas Bey) Plajı	5.01	0.50
27	Abana Plajı	1.48	0.45
28	Ginolu Plajı	2.22	0.40

- Numune alınamamıştır.

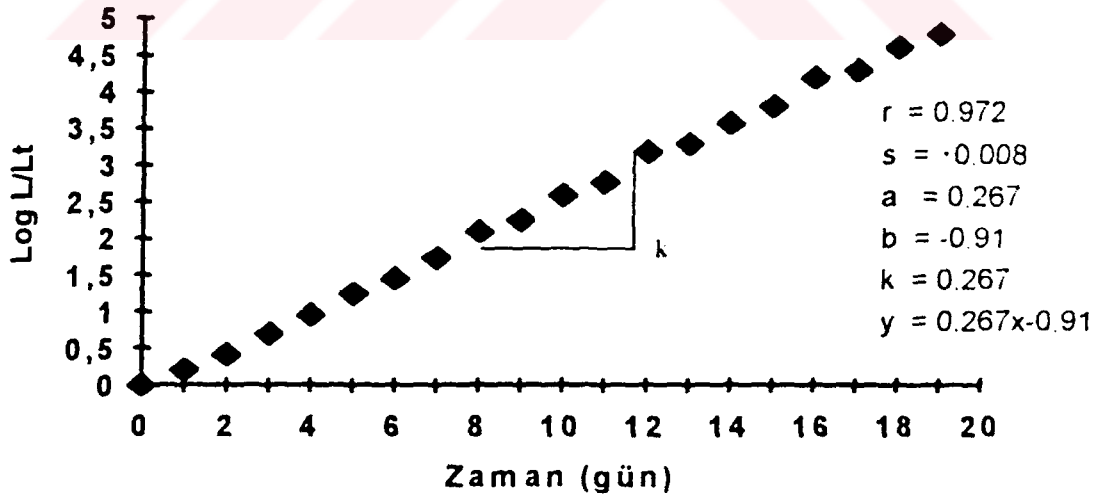
TABLO 5.11: Devamı

Sıra No	Numune Alma Noktaları	Standart Sapma	
		BOI	ÇO
	<b>SINOP</b>		
29	Karakum Plajı	-	-
30	Kumsal (Öztürkler) Plajı	-	-
31	Sinop DSI Plajı	-	-
	<b>SAMSUN</b>		
32	Çamgölü Plajı	2.47	0.85
33	Yakakent Plajı	0.24	0.90
34	Geyikköşan Plajı	1.53	1.15
35	Doyran Plajı	0.26	0.85
36	Sahilkent Plajı	1.90	0.85
37	Koşuköyü Plajı	-	-
38	Kumcağız Plajı	-	-
39	Erenköy Plajı	2.15	0.65
40	Altinkum Plajı	1.44	0.65
41	Atakum Plajı	2.84	0.70
	<b>ORDU</b>		
42	Çamlık	-	-
43	Unye Şehir Plajı	-	-
44	Dolunay Plajı	-	-
45	Çaka Plajı	-	-
46	Efirli Plajı	-	-
47	Belediye Plajı	-	-
	<b>GİRESUN</b>		
48	Giresun Belediye Plajı	2.85	0.40
49	Keşap Belediye Plajı	1.42	0.45
50	Tripolis Plajı	3.53	0.45
	<b>TRABZON</b>		
51	Akasya Plajı	-	-
52	Çamburnu Plajı	2.88	0.35
53	Güzelyalı Plajı	2.13	0.50
	<b>RİZE</b>		
54	Kalyoncular Plajı	-	-
55	İyidere Plajı	4.23	0.55
	<b>ARTVIN</b>		
56	Tünel Plajı	0.64	0.50
57	Orman Kampı	10.02	0.55
58	Belediye Halk Plajı	-	-

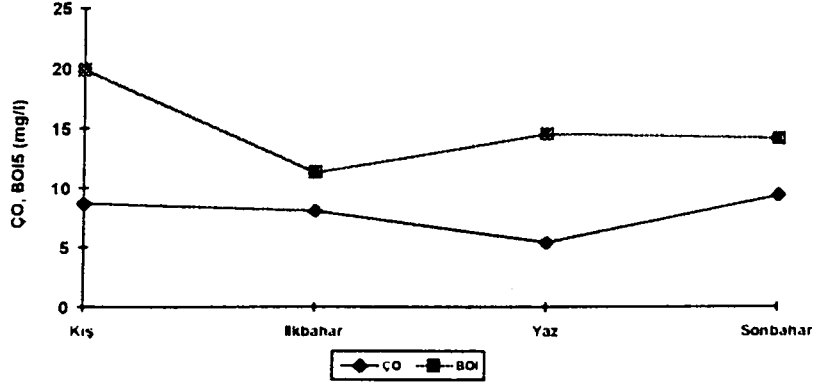
- Numune alınamamıştır.



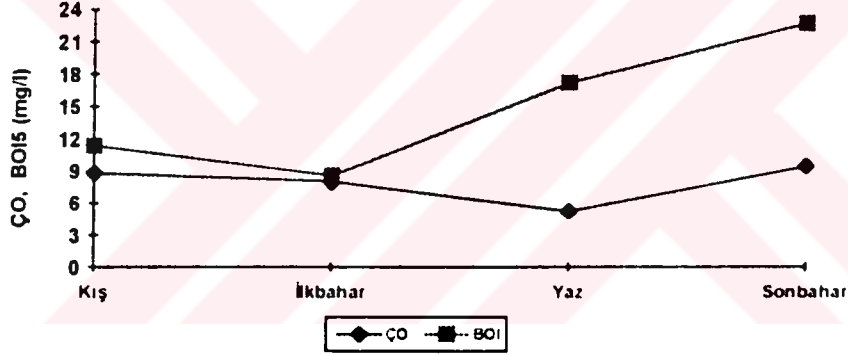
Şekil 5.1. Mert Irmağında  $BOI_5$  Değişim Eğrisi (mg/l)



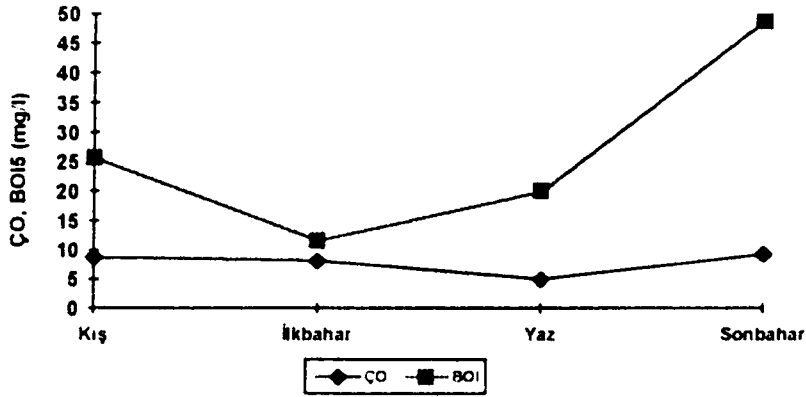
Şekil 5.2. Mert Irmağında  $BOI_5$  Reaksiyon Hız Sabitinin Bulunması



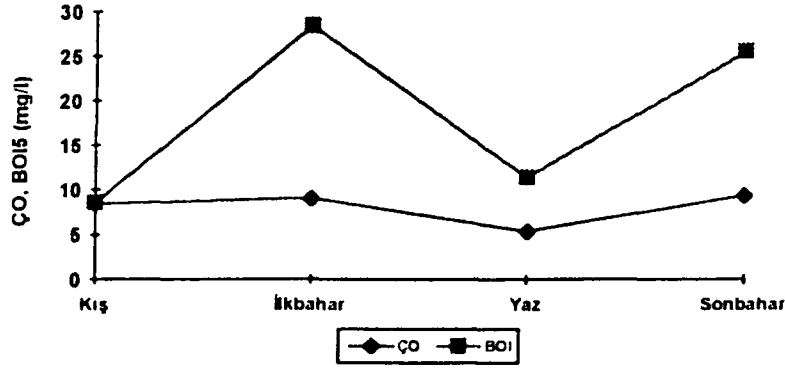
**Şekil 5.3.** Sakarya Nehrinde Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



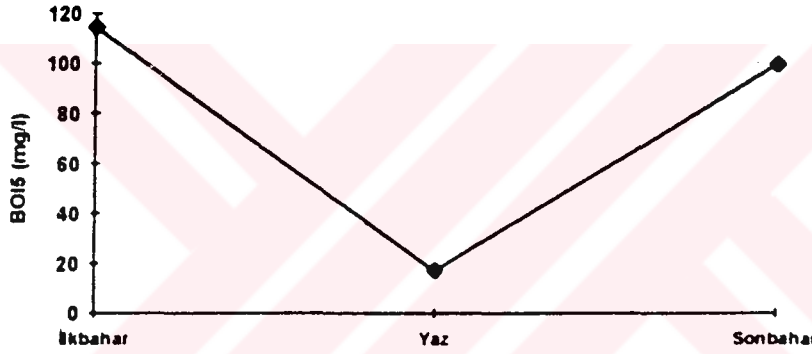
**Şekil 5.4.** Melen Çayında Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



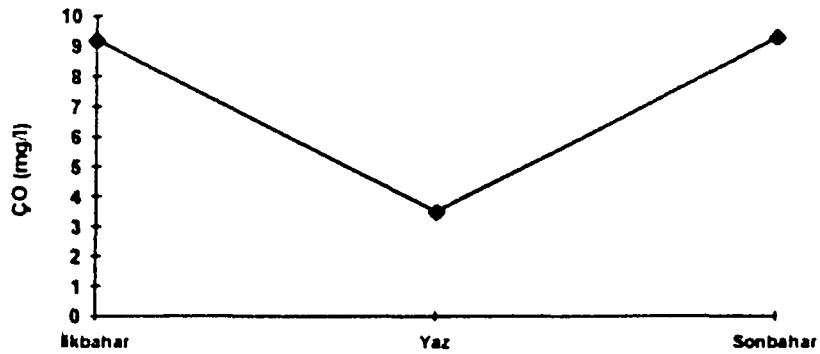
**Şekil 5.5.** Çark Deresinde Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



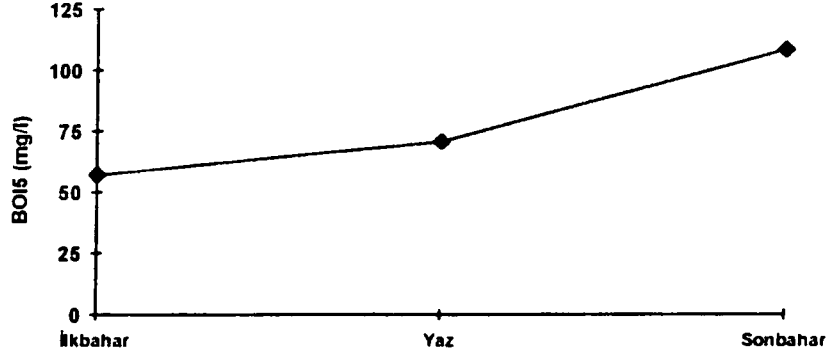
Şekil 5.6. Alaplı Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



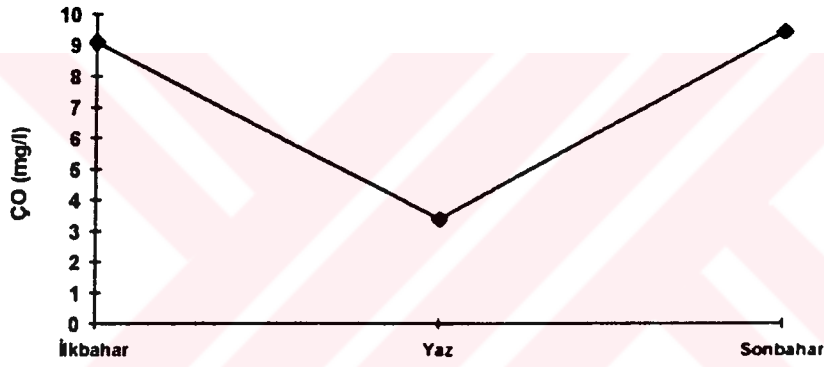
Şekil 5.7. Erdemir G Kollektöründe Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l), (Kış mevsiminde numune alınamamıştır)



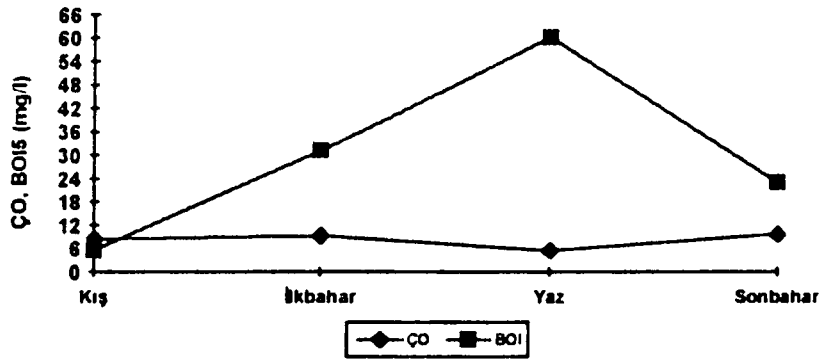
Şekil 5.8. Erdemir G. Kollektöründe Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l), (Kış mevsiminde numune alınamamıştır)



**Şekil 5.9.** Erdemir K. Kollektöründeki Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Değişimleri (mg/l), (Kış mevsiminde numune alınamamıştır.)

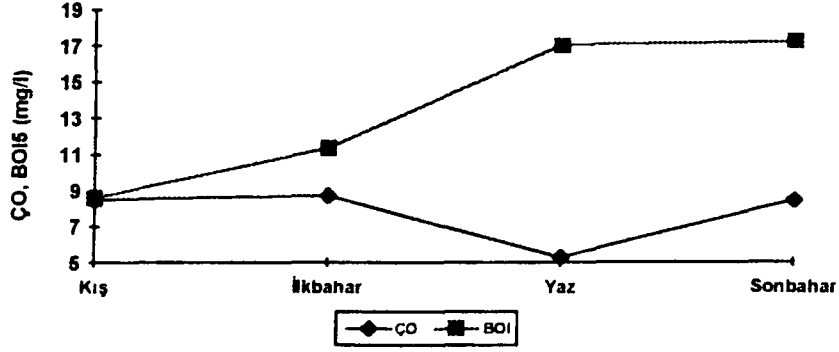


**Şekil 5.10.** Erdemir K. Kollektöründeki Mevsimlere Göre ÇO Değişimleri (mg/l), (Kış mevsiminde numune alınamamıştır.)

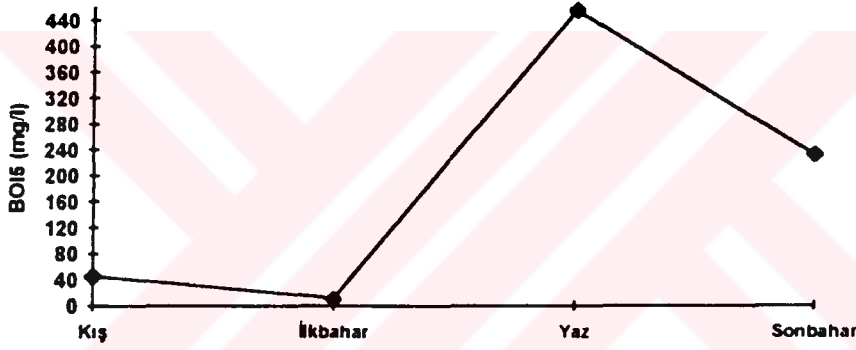


**Şekil 5.11.** Gülüç Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri (mg/l)

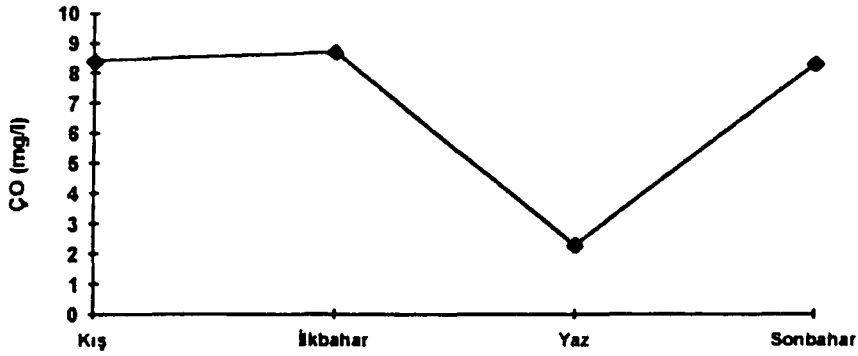




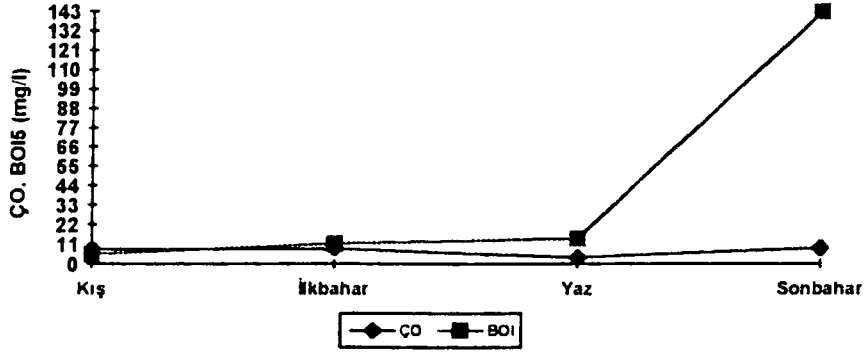
Şekil 5.12. Kozlu Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



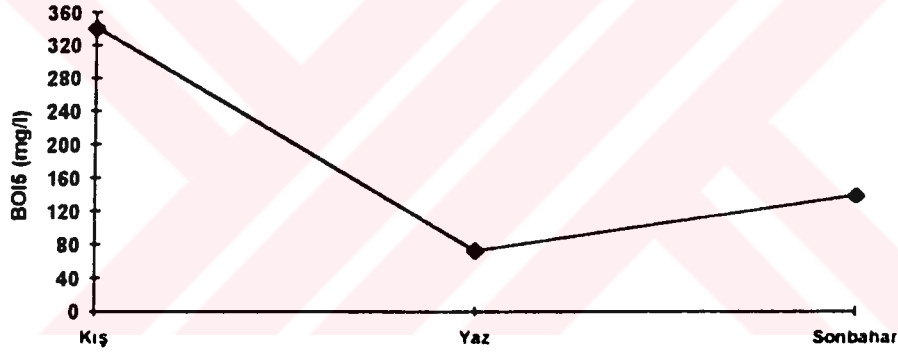
Şekil 5.13. Zonguldak Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l)



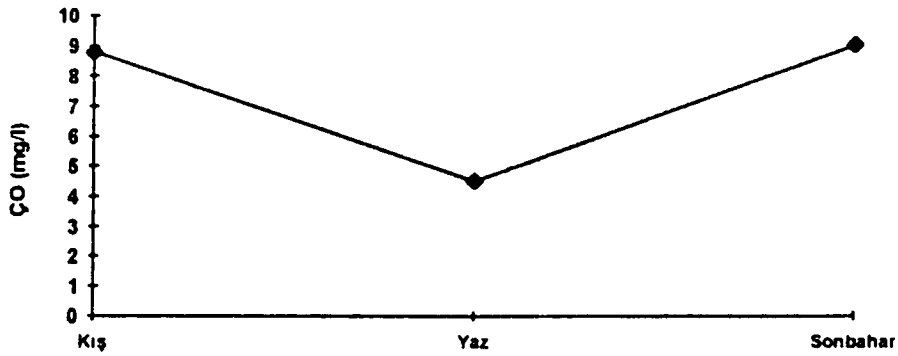
Şekil 5.14. Zonguldak Deresinde Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



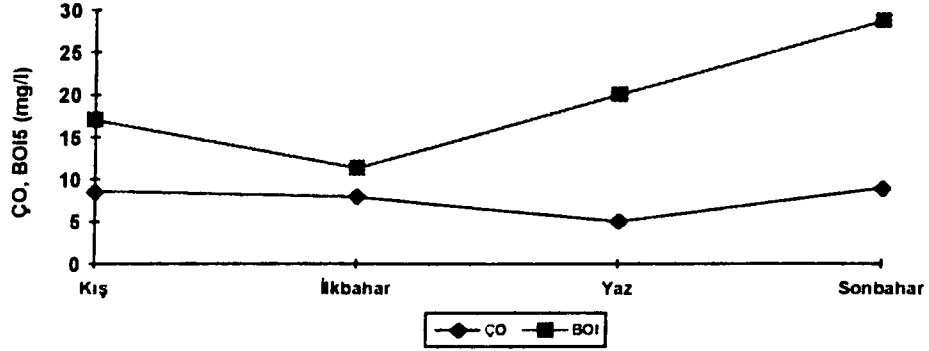
**Şekil 5.15.** Çatalağzı Deresinde Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



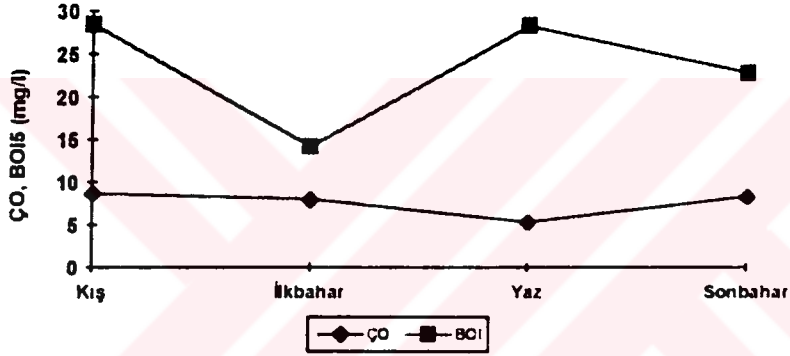
**Şekil 5.16.** Çates-B Kül Kanalı Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub> Değişimleri Değişimleri (mg/l)



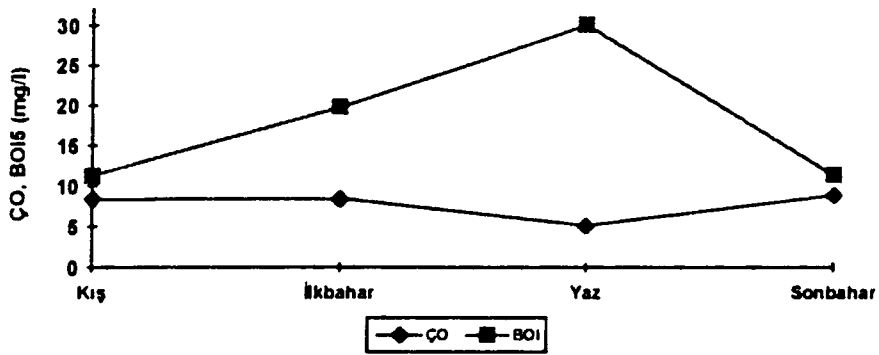
**Şekil 5.17.** Çates-B Kül Kanalı Mevsimlere Göre ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



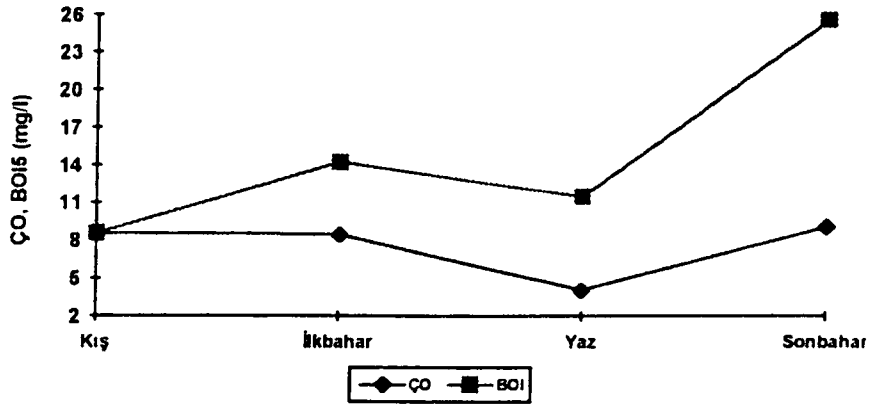
Şekil 5.18. Filyos Çayında Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



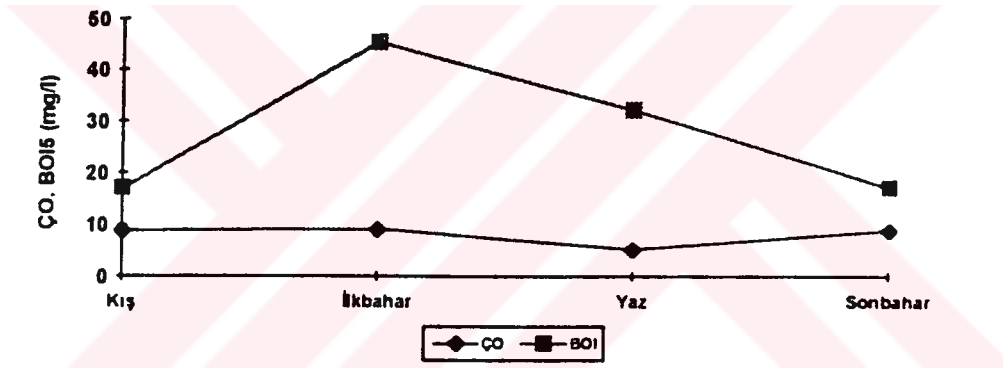
Şekil 5.19. Bartın Deresinde Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



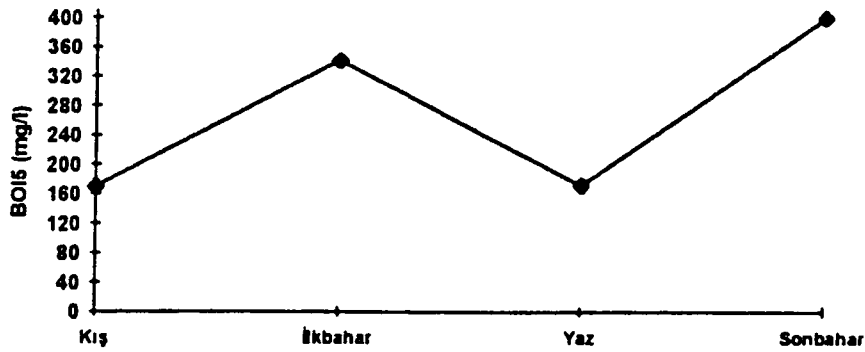
Şekil 5.20. Kızırmakta Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



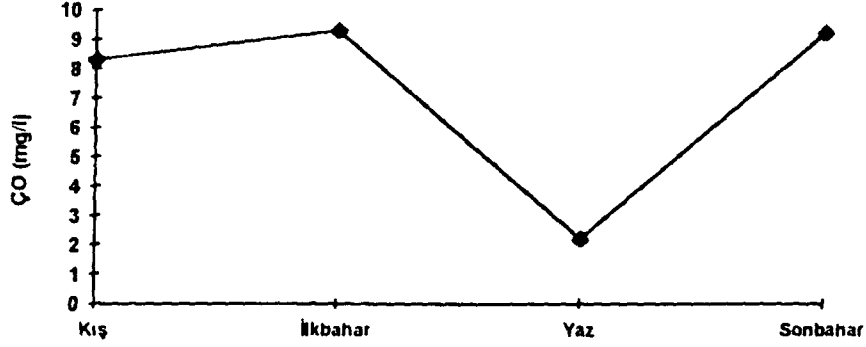
**Şekil 5.21.** Mert Irmağında Mevsimlere Göre  $BOI_5$ , ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



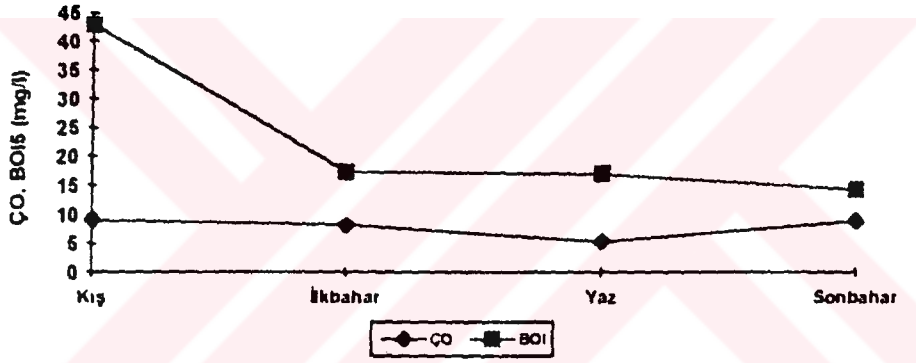
**Şekil 5.22.** Kürtün Deresinde Mevsimlere Göre  $BOI_5$ , ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



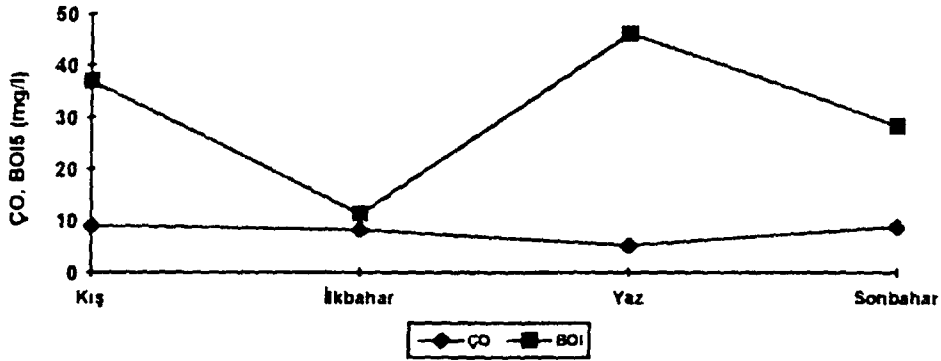
**Şekil 5.23.** Samsun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre  $BOI_5$  Değişimleri Değişimleri (mg/l)



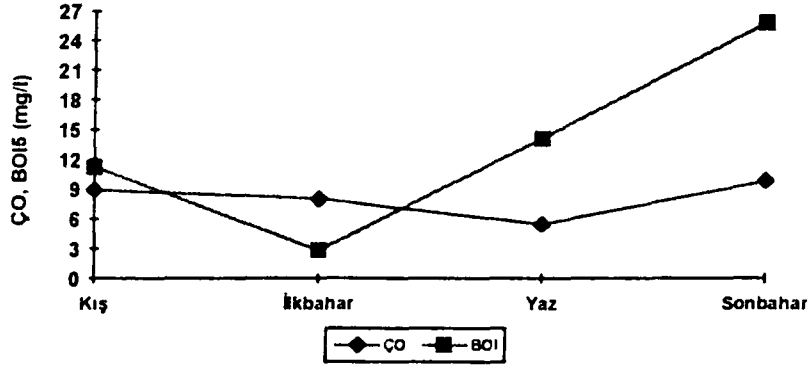
Şekil 5.24. Samsun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



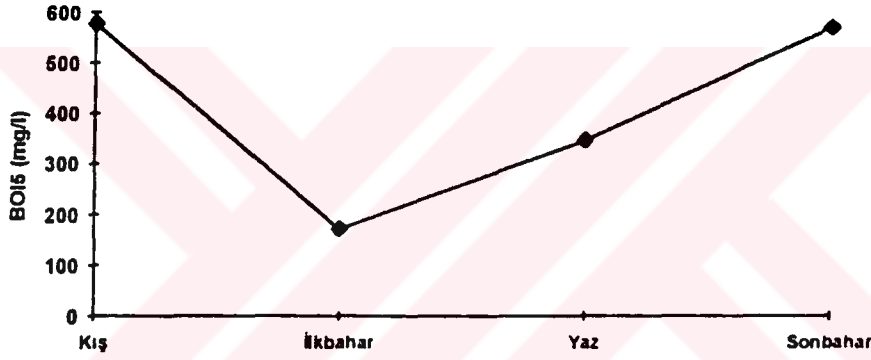
Şekil 5.25. Yeşilirmakta Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



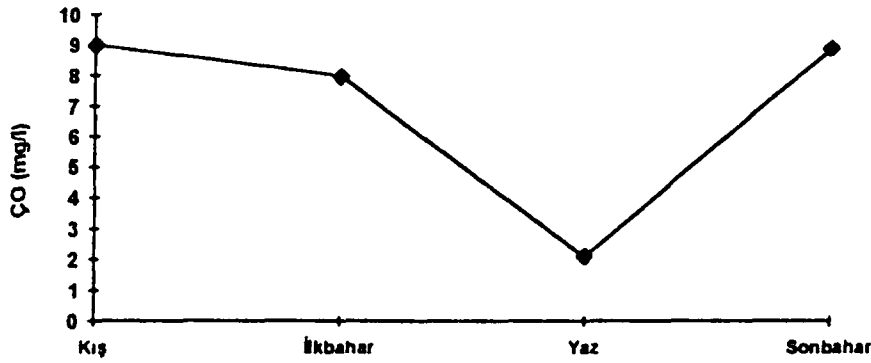
Şekil 5.26. Miliç Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



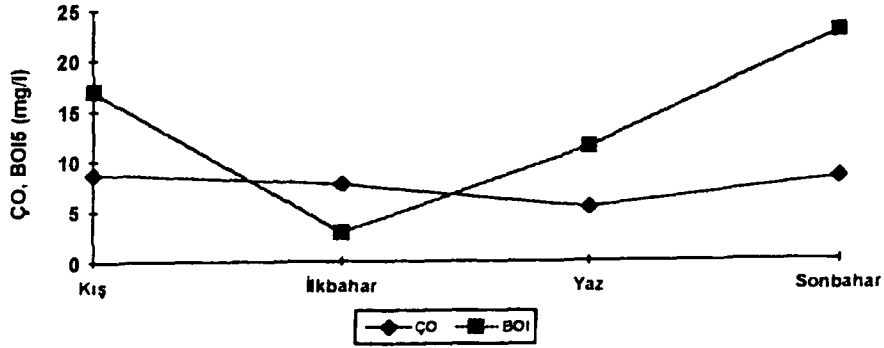
Şekil 5.27. Melet Irmağında Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



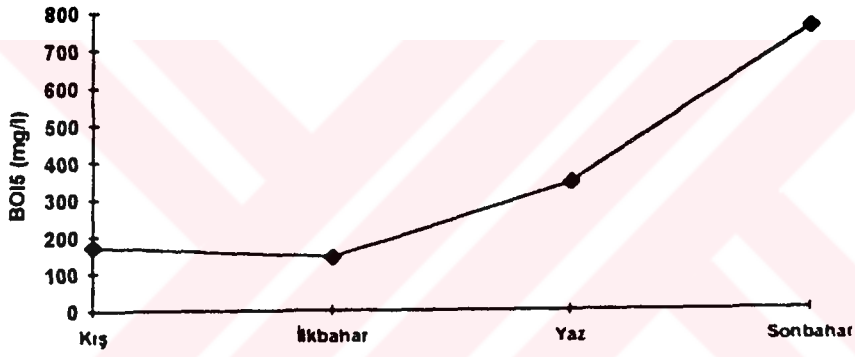
Şekil 5.28. Ordu Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub> Değişimleri Değişimleri (mg/l)



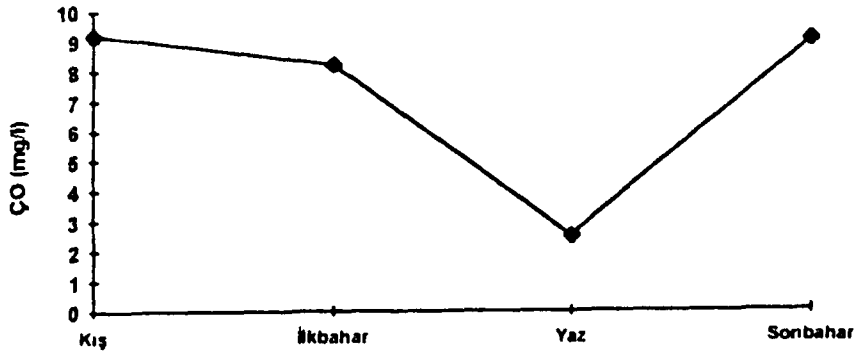
Şekil 5.29. Ordu Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



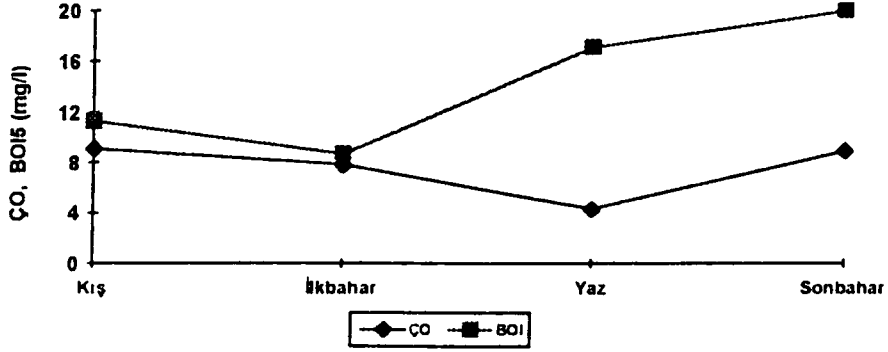
**Şekil 5.30.** Cival Deresinde Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



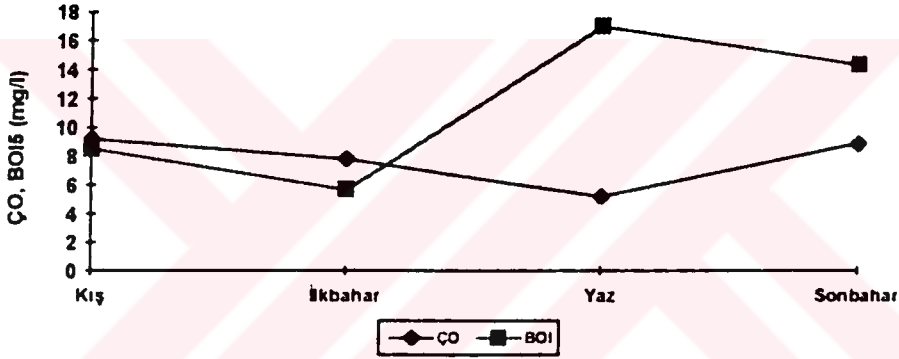
**Şekil 5.31.** Giresun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOD<sub>5</sub> Değişimleri Değişimleri (mg/l)



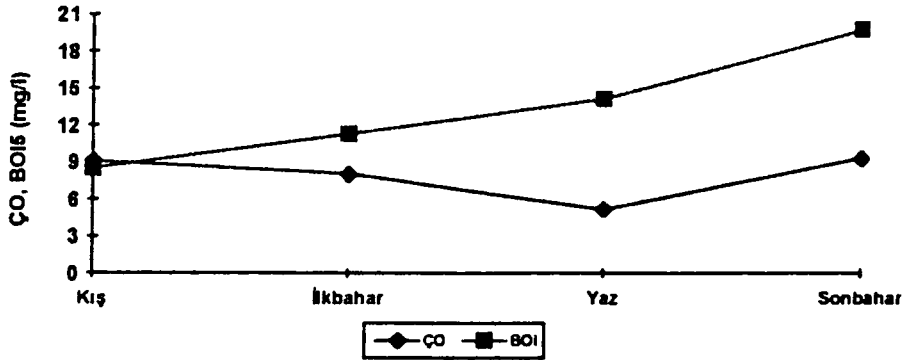
**Şekil 5.32.** Giresun Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



**Şekil 5.33.** Aksu Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)

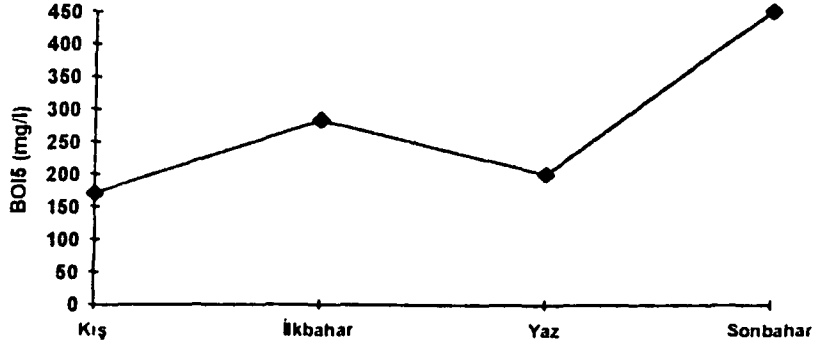


**Şekil 5.34.** Fol Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)

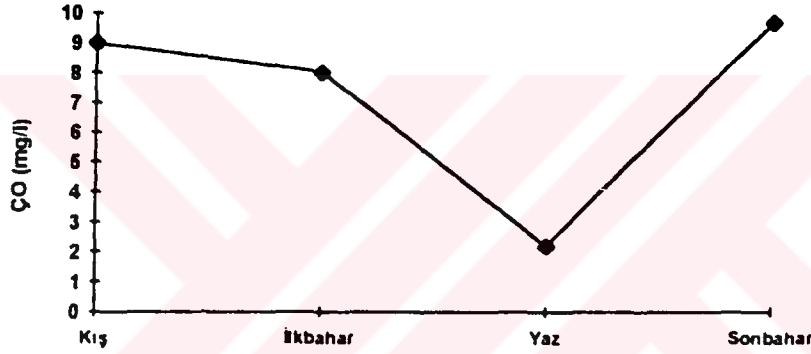


**Şekil 5.35.** Söğütlü Deresinde Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)

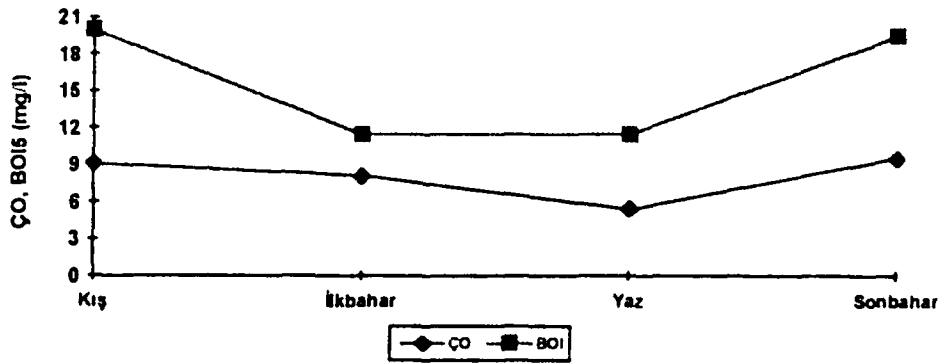




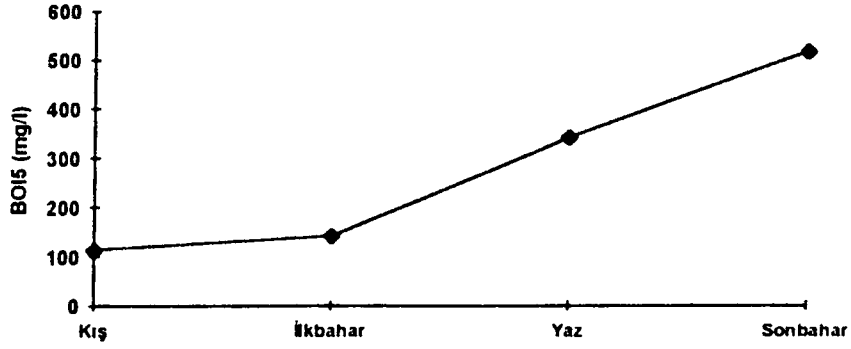
Şekil 5.36. Trabzon Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Değişimleri Değişimleri (mg/l)



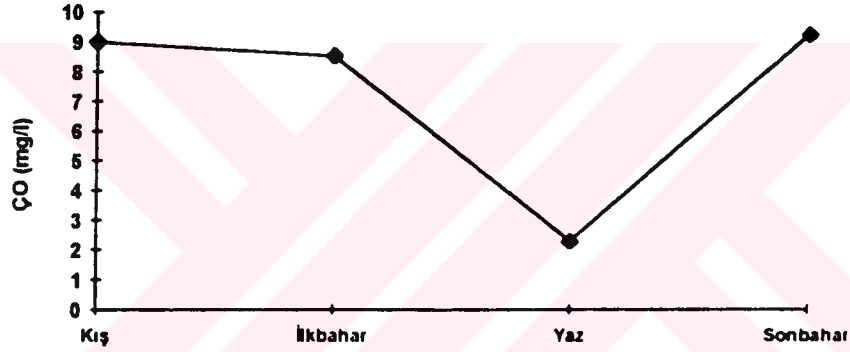
Şekil 5.37. Trabzon Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



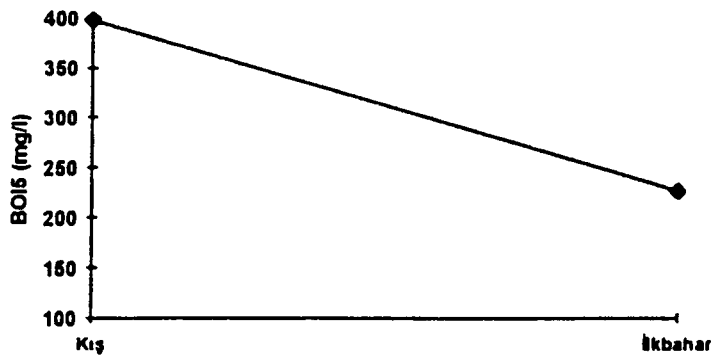
Şekil 5.38. Değirmenderede Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub>, ÇO Değişimleri Değişimleri (mg/l)



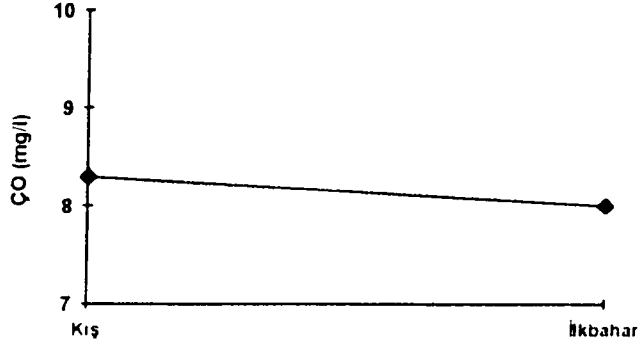
**Şekil 5.39.** Rize Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l)



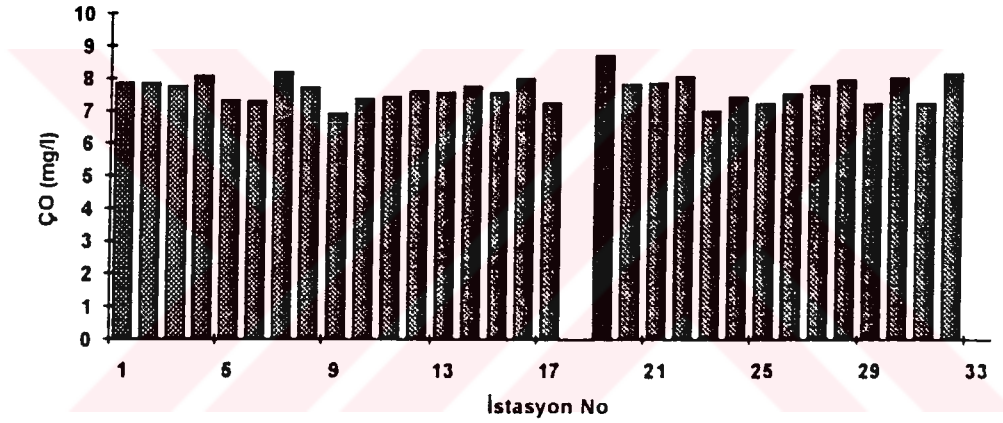
**Şekil 5.40.** Rize Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



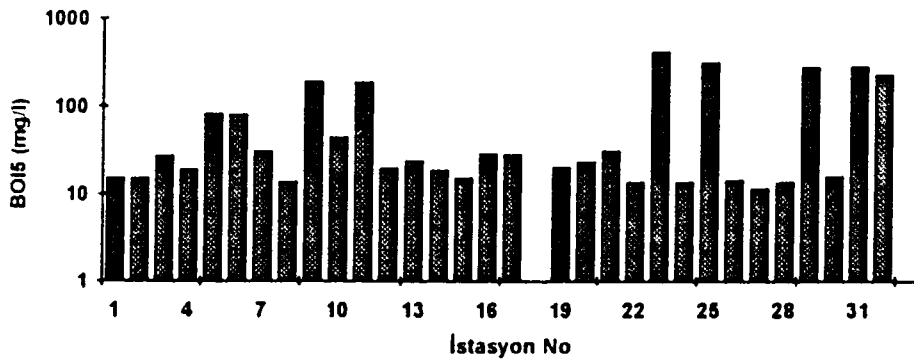
**Şekil 5.41.** Sinop Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l), (Yaz ve Sonbahar aylarında numune alınamamıştır.)



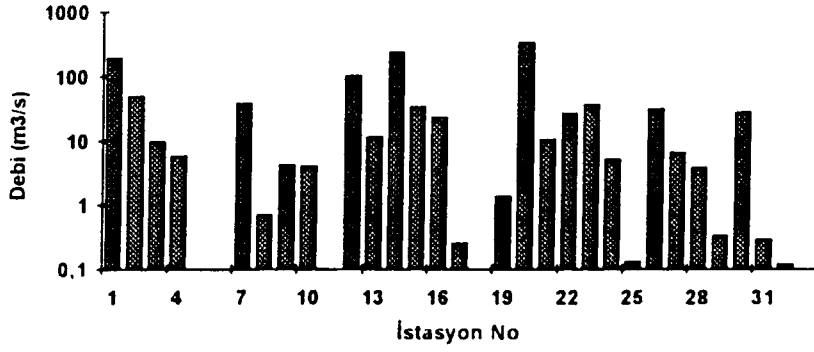
**Şekil 5.42.** Sinop Kanalizasyonunda Mevsimlere Göre ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l), (Yaz ve Sonbahar aylarında numune alınamamıştır.)



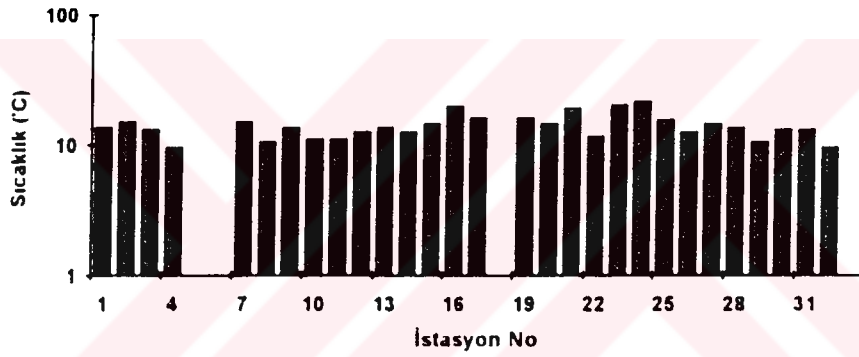
**Şekil 5.43.** Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama ÇO Derişimleri Değişimleri (mg/l)



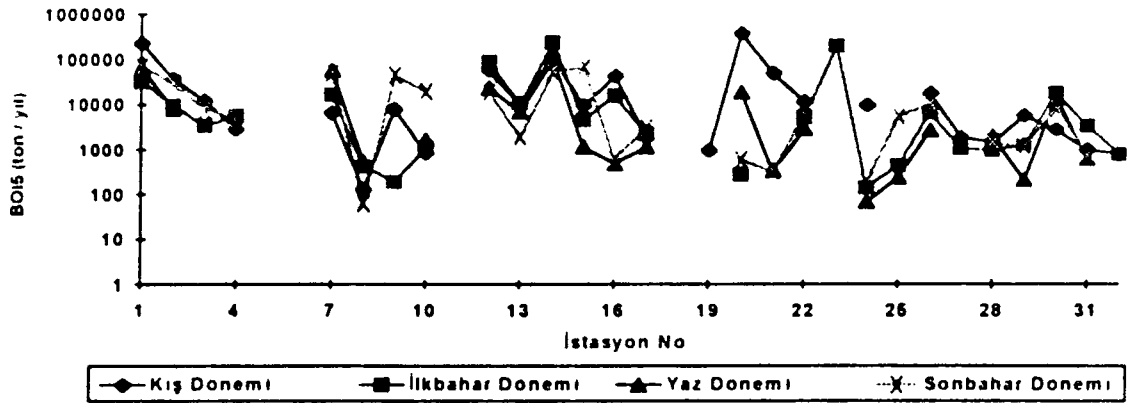
**Şekil 5.44.** Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama BOİ<sub>5</sub> Derişimleri Değişimleri (mg/l)



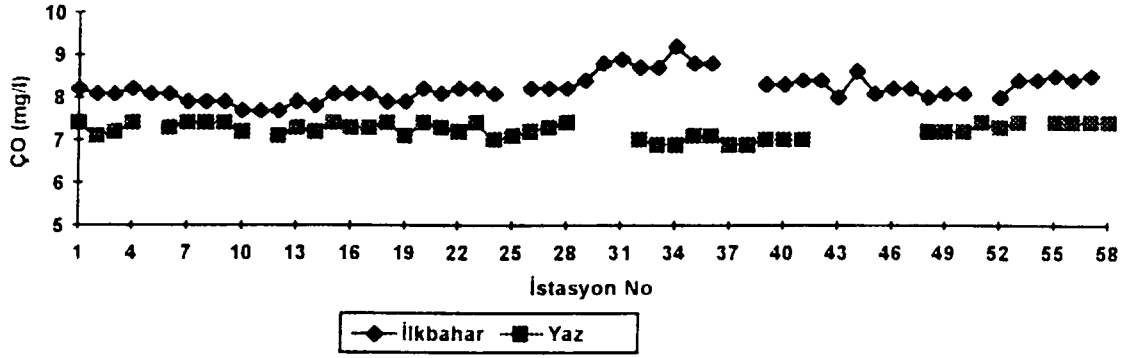
Şekil 5.45. Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama Debi Değişimleri (m<sup>3</sup>/s)



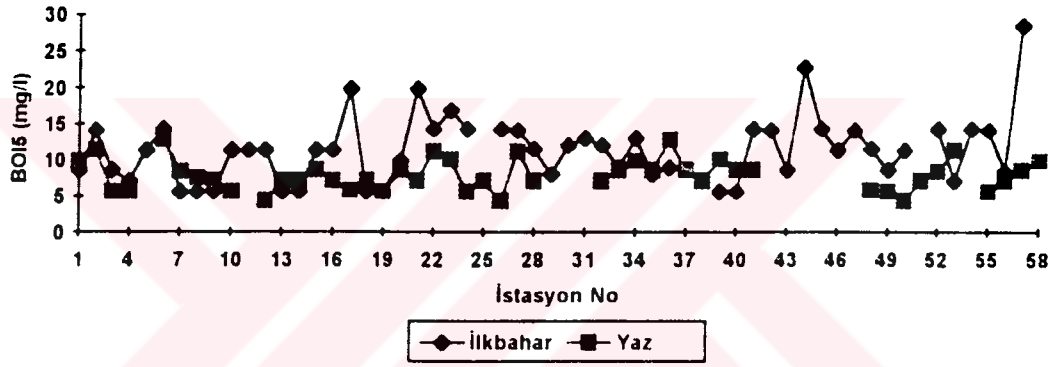
Şekil 5.46. Karakökenli Numunelerin Yıllık Ortalama Sıcaklık Değişimleri (°C)



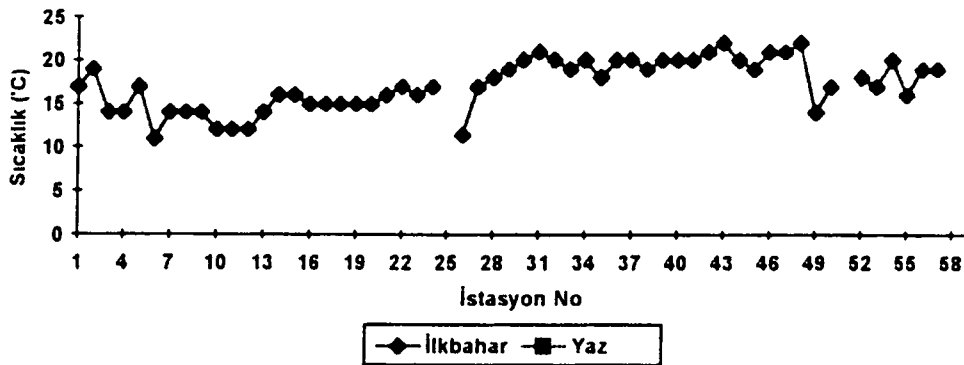
Şekil 5.47. Karakökenli Numunelerin Mevsimlere Göre BOI<sub>5</sub> Akı Değişimleri (ton/yıl)



Şekil 5.48. Plajların Mevsimlere Göre ÇO Değişimleri (mg/l)



Şekil 5.49. Plajların Mevsimlere Göre BOİ<sub>5</sub> Değişimleri (mg/l)



Şekil 5.50. Plajların Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri (°C). (Yaz Doneminde Numune Alınmamıştır.)

## 6. TARTIŞMA

### 6.1 Karakökenli Parametrelerin Değerlendirilmesi

#### 6.1.1 Akarsular Açısından Değerlendirme

##### Sakarya Nehri

Türkiye'nin üçüncü büyük ırmağı olan Sakarya Nehrinin debisi mevsimsel olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin kışın en yüksek debiye ulaşırken ( $364.45 \text{ m}^3/\text{s}$ ), ilkbaharda debisi  $92.10 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye düşmektedir. Mevsimler arasındaki bu büyük farklılık Karadeniz'e olan kirletici akılarının mevsimsel olarak paralel bir değişim göstermesine neden olmaktadır. Şekil 5.3'te de görüldüğü gibi Sakarya Nehrinde  $\text{BOI}_5$  en yüksek değerine ( $19.88 \text{ mg/l}$ ) kış mevsiminde ulaşmakta, yine en yüksek akı değeri de ( $228.555 \text{ ton / yıl}$ ) bu mevsimde olmaktadır. Çözünmüş oksijen derişiminin mevsimlere göre değişiklik göstermesinin nedeni, nehrin debisine ve kirletici yüküne bağlı olmasıdır. Sakarya Nehri  $\text{BOI}_5$  ve çözünmüş oksijen derişimi açısından III sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Sıcaklık bakımından değerlendirildiğinde yıllık ortalamasının  $13^\circ\text{C}$ , standart sapmasının  $\pm 4,988$  olduğu görülmüştür

##### Melen Çayı

Melen Çayı da en yüksek debisine Şekil 5.4'de görüldüğü gibi kış mevsiminde ulaşırken ( $107, 12 \text{ m}^3/\text{s}$ ), en düşük debi yaz mevsiminde ( $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) görülmektedir. Yine en yüksek kirletici yüküne kış mevsiminde ulaşmaktadır. ( $\text{BOI}_5$  akısı  $38277,66 \text{ ton / yıl}$ ) . Çözünmüş oksijen derişimi de en düşük değerine ( $5,2 \text{ mg/ l}$ ) yaz mevsiminde ulaşmaktadır.

Melen Çayı çözünmüş oksijen ve  $\text{BOI}_5$  derişimine bağlı olarak III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Yıllık sıcaklık ortalamasının  $11^\circ\text{C}$  standart sapmasının  $\pm 5,788$  olduğu tespit edilmiştir.

### **Çark Deresi**

Çark Deresi en yüksek debiye kış mevsiminde (14,72 m<sup>3</sup>/s) ulaşmaktadır. En yüksek akı da (BOI<sub>5</sub> akısı 11902 ton / yıl ) bu mevsimdedir. BOI<sub>5</sub> derişimi sonbaharda en yüksektir. (48,68 mg/l). Bu durum şekil 5 5'de görülmektedir. Çözünmüş oksijen derişimi en düşük yaz 14,90 mg/l dönemindedir

Çark Deresinde yıllık sıcaklık ortalamasının 13°C standart sapmasında  $\pm$  4,320 olduğu tespit edilmiştir. BOI<sub>5</sub> derişimi ve ÇO derişimi açısından IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

### **Alaplı Deresi**

Alaplı Deresi kış mevsiminde en yüksek debi (10,72 m<sup>3</sup>/s) ulaşmaktadır. En yüksek akı ise ilkbahar mevsimindedir (5655,45 ton/yıl). Çözünmüş oksijen derişimi de yaz mevsiminde en düşük, sonbahar döneminde en çoktur (9.4 mg/l)

Alaplı Deresi BOI<sub>5</sub> ve ÇO derişimleri açısından III sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Derede yıllık sıcaklık ortalaması 9,5°C, standart sapma  $\pm$ 0.50 bulunmuştur.

### **Gülüç Deresi**

Gülüç Deresinin debisi sonbahar döneminde (67,62 m<sup>3</sup>/s) en yüksektir. Taşıdığı kirlenici yükünün en az olduğu dönemde kış mevsimidir. Bunu karşılık BOI<sub>5</sub> derişiminin ve buna bağlı olarak akı değerinin en yüksek olduğu dönem yaz mevsimidir. Görüldüğü gibi Gülüç Deresinin debisi düşük olmasına rağmen taşıdığı kirlenici yükü ve BOI<sub>5</sub> derişimi yüksektir. Çözünmüş oksijen derişimi de bu mevsimde düşüktür (5,5 mg/ l).

Bu sonuçlara göre Gülüç Deresi IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 10°C ve standart sapması  $\pm$  2'dir

### **Kozlu Deresi**

Kozlu Deresinin debisinin en yüksek olduğu mevsim ilkbahardır (1,18 m<sup>3</sup> / s). Genel olarak bütün yıl boyunca Kozlu Deresinin debisi düşüktür. Buna karşılık BOI<sub>5</sub> akı derişimi (54,5 19 ton / yıl) yaz döneminde en çoktur. Güllüç Deresinde de olduğu gibi Kozlu Deresinde de debi düşük olmasına rağmen taşıdıkları kirlenici yükleri fazladır. Çözünmüş oksijen derişimi yine bu mevsimde en azdır (5,3 mg/l).

Bu sonuçlara göre Kozlu Deresi III. Sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 10,5 °C, standart sapması ± 0,50'dir.

### **Çatalağzı Deresi**

Çatalağzı Deresinin debisi en yüksek kış mevsimindedir (4,77 m<sup>3</sup>/s). Bu derenin debisi yıl boyunca düşüktür. Buna karşılık derenin taşıdığı kirlenici yükü ve BOI<sub>5</sub> derişimi sonbaharda yüksektir. Çözünmüş oksijen derişiminin en yüksek olduğu mevsim yine bu dönemdir.

Çatalağzı Deresi BOI<sub>5</sub> derişimi ve ÇO derişimi açısından IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Derenin yıllık sıcaklık ortalaması 11 °C'dir.

### **Filyos Çayı**

Filyos Çayının BOI<sub>5</sub> derişimi (28,60 mg/l) sonbaharda en çoktur. Yine bu mevsimde BOI<sub>5</sub> akı derişimi en düşüktür (20096,89 ton / yıl). En yüksek debiye ilkbahar döneminde ulaşmaktadır (243,00 m<sup>3</sup>/s). Yaz mevsiminde çözünmüş oksijen derişimi düşüktür (5,0 mg/ l).

Bu sonuçlara göre Filyos Çayı III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 12°C, standart sapması, ± 5,3/2'dir.

### **Bartın Deresi**

Bartın Deresinde sonbaharda debi düşmektedir (2,70 m<sup>3</sup>/s). Buna karşılık yıl boyunca taşıdığı kirlenici yükü yüksektir. Yaz mevsiminde ÇO derişimi düşük (5,3 mg/l), BOI<sub>5</sub> derişimi (28,23 mg/l) yüksektir.



Bartın Deresi bu sonuçlara göre IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 13,5 °C, standart sapması  $\pm 8,5$ 'tir.

### **Kızılırmak**

Kızılıрмаğın debisi yıl boyunca yüksek olmasına rağmen mevsimler açısından değerlendirildiğinde yaz mevsiminde (106,00 m<sup>3</sup>/s) en azdır. Buna rağmen bu mevsimde BOI<sub>5</sub> derişimi ve akısı yüksek, çözünmüş oksijen derişimi (5,2 mg/l) düşüktür.

Türkiye'nin en uzun akarsuyu olan Kızılırmak BOI<sub>5</sub> derişimi ve ÇO derişimi açısından III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Yıllık sıcaklık ortalaması 12°C, standart sapması  $\pm 3,858$ 'dir.

### **Mert Irmağı**

Diğer akarsulardan farklı bu ırmağa, şehrin pis sularının bir kısmı deşarj edildiği için debisi düşük olmasına rağmen (yaz mevsiminde 3.20 m<sup>3</sup>/s) taşıdığı kirletici yükü, yani BOI<sub>5</sub> derişimi (sonbahar'da 25,55 mg/l) ve akısı (sonbaharda 686699, 42 ton / yıl) yüksektir. ÇO derişimi yine yaz mevsiminde düşmüştür (4,1 mg/ l).

Bu sonuçlara göre Mert Irmağı III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Sıcaklık ortalaması 14°C, standart sapması  $\pm 4,714$ 'tür.

Mert Irmağında ayrıca BOI<sub>5</sub> reaksiyon hız sabiti tayini yapılmıştır. Şekil 5.2'de görülen grafikteki eğrinin regresyon analizi sonucu k değeri 0.267 olarak saptanmış ve standart sapması ise  $\pm 0.008$  olarak bulunmuştur.

Regresyon doğrusunun denklemi  $y = 0,267x - 0,91$  regresyon katsayıları  $a = 0,267$ ,  $b = -0,91$ , korelasyon katsayısı  $r = 0,972$  bulunmuştur.

### **Kürtün Deresi**

Kürtün Deresinin yaz mevsiminde debisi (0,59 m<sup>3</sup>/s) düşük olmasına rağmen, BOI<sub>5</sub> derişimi (32,14 mg / l) yüksektir. Yine bu mevsimde ÇO derişimi (5,2 mg/ l) düşüktür.

Bu sonuçlara Kürtün Deresi IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır Yıllık sıcaklık ortalaması 19,5 °C, standart sapması ± 1,501'dir.

### **Yeşilırmak**

Kış mevsiminde Yeşilırmağın debisi (643,14 m<sup>3</sup>/s) yükselirken BOI<sub>5</sub> derişimi (42.85 mg/l) ve akısı (369228 ton/yıl) da artmaktadır. Tüm akarsular değerlendirildiğinde Karadeniz'e en yüksek akıyı bu ırmağın ulaştırdığı belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen derişimi de kış mevsiminde yükselmiştir (9,0 mg/ l).

Yeşilırmak bu sonuçlara göre IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır Yıllık sıcaklık ortalaması 14°C, standart sapması ± 5,90'dir

### **Miliç Deresi**

Miliç Deresi de Karadeniz'deki pek çok akarsuda olduğu gibi yaz mevsiminde, ÇO derişimi (5,2 mg/ l) ve debisi (0.23 m<sup>3</sup>/s) düşmesine rağmen taşıdığı kirletici yükü artmaktadır.

Buna göre Miliç Deresi IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 19°C, standart sapması ±74,00'dir.

### **Melet Irmağı**

Melet Irmağında da debi yaz döneminde (6,30 m<sup>3</sup>/s) azalırken, BOI<sub>5</sub> derişimi (14,14 mg/l) artmaktadır. ÇO derişimi de düşmektedir (5.5 mg/l).

Bu sonuçlara göre Melet Irmağı III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 8°C, standart sapması  $\pm 7.257$ 'dir.

### **Civil Deresi**

Civil Deresinin debisi kışın yükselirken (18,05 m<sup>3</sup>/s) yazın düşmektedir (0,19 m<sup>3</sup>/s). BOI<sub>5</sub> derişimi sonbahar döneminde (22,48 mg/l ) artarken, ÇO derişimi de ilkbahar mevsiminde (8,7 mg/ l) artmaktadır.

Bu sonuçlara göre Civil Deresi III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalama 21,5 °C, standart sapması  $\pm 3,50$ 'dir.

### **Aksu Deresi**

Aksu Deresinde sonbahar mevsiminde debi (16,00 m<sup>3</sup>/s) azalırken, akarsuyun taşıdığı kirletici yükü artmaktadır (BOI<sub>5</sub> akısı 10065 ton/yıl) Çözünmüş oksijen derişimi yine yaz mevsiminde düşüktür (4,3 mg/l).

Bu sonuçlara göre Aksu Deresi III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 12°C, standart sapması  $\pm 4.988$ 'dir

### **Fol Deresi**

Fol Deresinin genellikle debisi yıl boyunca fazla değişmemektedir. Yazın debisi ölçülememesine rağmen düşük debi de olduğu gözle tespit edilmiştir. Yine bu mevsimde ÇO derişimi düşerken (5.2 mg/l), BOI<sub>5</sub> derişimi (17.02 mg/l) artmıştır.

Bu sonuçlara göre Fol Deresi III. sınıf su kalitesi özelliği taşır. Yıllık sıcaklık ortalaması 14°C, standart sapması  $\pm 7,930$ 'dur.

### **Sögütlü Deresi**

Sögütlü Derede debinin en düşük olduğu mevsim sonbahar (2,40 m<sup>3</sup>/s) olurken, BOI<sub>5</sub> derişimi (197,4 mg/l) ve BOI<sub>5</sub> akısı(1494,00 ton/yıl) artmaktadır. ÇO derişimi yazın yine en düşük düzeydedir (5,2 mg/l).

Sögütlü Dere BOI<sub>5</sub> ve ÇO derişimi açısından III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Yıllık sıcaklık ortalaması 13°C, standart sapması  $\pm 8,178$ 'dir.

### **Değirmendere**

Değirmendere de debi en yüksek değerine ilkbahar da ulaşmaktadır (50,56 m<sup>3</sup>/s). Yine bu mevsimde taşıdığı kirletici yükü de (BOI<sub>5</sub> akısı 18241 ton / yıl ) yüksektir. Yazın ÇO derişimi yine en düşüktür (5,4 mg/l).

Bu sonuçlara göre Değirmendere III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 10°C, standart sapması ± 4,642'dir

### **6.1.2 Endüstriler Açısından Değerlendirme**

#### **Erdemir Güney Kolektörü**

Debisi ve sıcaklığı ölçülemediğinden bir değerlendirme yapılamamıştır. BOI<sub>5</sub> derişimi ilkbahar döneminde artmaktadır (114,28 mg/l) Bu durum endüstrinin çalışma durumu ile ilgilidir. ÇO derişimi yazın düşmektedir (3,5 mg/l).

Bu sonuçlara göre Erdemir G.Kolektörü IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

#### **Erdemir Kuzey Kolektörü**

Bu kollektöründe sıcaklık ve debisi ölçülemiştir. Çözünmüş oksijen derişimi yazın düşerken (3.4 mg/l), BOI<sub>5</sub> derişimi (70.76 mg/l) artmaktadır.

Bu sonuçlara göre Erdemir K. Kolektörü IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

#### **Çates-B - Kül Kanalı**

Bu kanalda debi ölçülememiştir. BOI<sub>5</sub> derişimi (340,91 mg/l) kışın artarken, ÇO derişimi (4,5 mg/l) yazın düşmektedir. Mevsimler arasındaki bu farklılık endüstrinin deşarj kriterlerine bağlıdır.

Bu sonuçlara göre Çates-B-Kül Kanalı IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

### **Tügsaş Gübre Fabrikası**

1995-1996 yıllarında yapılan karakökenli envanter sonuçlarına göre örnekleme noktası olarak belirlenmesine rağmen endüstriye girilme izni alınamadığı için deneyler ve ölçümler yapılamamıştır.

### **Karadeniz Bakır İzabe Tesisi**

Bu endüstriden sadece kış mevsiminde numune alınabilmektedir. Bunun için yıllık bir değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır. Ölçülen  $BOI_5$  derişimi yüksektir (19,88 mg/l).

## **6.1.3 Kanalizasyonlar Açısından Değerlendirme**

### **Zonguldak Deresi**

Zonguldak ilinde yapılmış bir kanalizasyon sistemi olmadığından pis suların büyük bir kısmının deşarj edildiği Zonguldak Deresi ilin kanalizasyonu olarak değerlendirilmiştir.

Derenin yazın debisi çok düşük olduğundan ölçülememiştir. Buna karşın  $ÇO$  derişimi (2.3 mg/l) düşerken  $BOI_5$  derişimi (454,54 mg/l) artmaktadır.  $BOI_5$  ve  $ÇO$  derişimi açısından genel bir değerlendirme yapıldığında mevsimler arasında büyük farklılıklar olmadığı dikkat çekmiştir. Bunun nedeni Karadeniz Bölgesi'nin bir turizm bölgesi olmamasından kaynaklanır. Diğer kanalizasyonlara göre Zonguldak Deresi taşıdığı kirlenici yükü bakımından son sırada yer almaktadır (Ortalama  $BOI_5$  derişimi 185.65 mg/l).

Bu sonuçlara göre Zonguldak Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartları ile karşılaştırıldığında kirli olduğu tespit edilmiştir.

Yıllık sıcaklık ortalaması 9,5 °C, standart sapması  $\pm 1,50$ 'dir.

### **Samsun Kanalizasyonu**

Samsun ilinde de tam bir kanalizasyon sistemi olmadığından pis suların büyük bir kısmının deşarj edildiği örnekleme noktası ilin kanalizasyonu olarak değerlendirilmiştir. Kanalin debisi yıl boyunca düşük olmasına rağmen taşıdığı kirlenici yükü fazladır. Özellikle sonbahar

mevsiminde  $BOI_5$  akı değişimi (3028 ton / yıl) üst seviyelere ulaşmıştır. Çözünmüş oksijen derişimi yaz mevsiminde en düşüktür (2,2 mg/l).

Ortalama  $BOI_5$  derişimiyle (271,33 mg/l) diğer kanalizasyon istasyonları arasında altıncı sıradadır.

Bu sonuçlar dikkate alındığında Samsun Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartlarına göre kirli olduğu tespit edilmiştir. Yıllık sıcaklık ortalaması 16°C, standart sapması  $\pm 3,741$  'dir.

### **Ordu Kanalizasyonu**

Ordu ilinde kanalizasyon sisteminin bir kısmı tamamlanmıştır.

Ortalama en yüksek  $BOI_5$  konsantrasyonu (415,48 mg/l) Ordu Kanalizasyonunda gözlenirken, yıllık en yüksek yük taşınımı, ölçülemeyen düşük debisinden dolayı bu noktada olmamaktadır. ÇO derişimi yine yaz mevsiminde düşüktür (2,1 mg/l).

Bu sonuçlar dikkate alındığında Ordu Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartlarına göre kirlidir. Kanalda sıcaklık ölçülemediğinden bir değerlendirme yapılamamıştır.

### **Giresun Kanalizasyonu**

Giresun ilinde kanalizasyon sisteminin büyük bir kısmı çalışmaktadır. Pis sular numune alma istasyonuna deşarj edilmektedir.

Yıl boyunca düşük debisi olmasına rağmen taşıdığı kirletici yükü yani  $BOI_5$  derişimi (sonbaharda 751,44 mg/l) ve  $BOI_5$  akısı (sonbaharda 5497 ton/yıl) yüksektir. Diğer kanalizasyon istasyonlarına göre en yüksek  $BOI_5$  derişimine bu istasyon ulaşmıştır (sonbaharda 51,44 mg/l). ÇO derişimi diğer mevsimlere göre yaz mevsiminde düşmüştür (2,5 mg/l).

Bu sonuçlar çerçevesinde Giresun Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartlarına göre kirlidir. Yıllık sıcaklık ortalaması 15 °C, standart sapması  $\pm 4,198$ 'dir.

### **Trabzon Kanalizasyonu**

Trabzon ilinde de kanalizasyon sisteminin büyük bir kısmı çalışmaktadır. Pis sular numune alma istasyonuna deşarj edilmektedir.

Trabzon kanalizasyonunda yıl boyunca debisi düşük olmasına rağmen ortalama BOI<sub>5</sub> derişimi yüksektir (275,98 mg/l). Bu derişimi ile diğer istasyonlar arasında beşinci sıradadır.

Çözünmüş oksijen derişimi yine yaz mevsiminde en düşüktür (2,2 mg/l).

Bu sonuçlara göre Trabzon Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartlarıyla kıyaslandığında kirli olduğu tespit edilmiştir. Yıllık sıcaklık ortalaması 13°C, standart sapması  $\pm 4,109$ 'dur.

### **Rize Kanalizasyonu**

Rize ilinde de örnekleme istasyonuna pis sular deşarj edilmektedir. Bu şehirde de kanalizasyonun büyük bir kısmı çalışmaktadır.

Yine Rize Kanalizasyonunun debisi düşük olmasına rağmen taşıdığı kirletici yükü fazladır (ilkbaharda 3436,61 ton/ yıl).

Ortalama BOI<sub>5</sub> derişimiyle (279,047 mg/l) diğer istasyonlar arasında dördüncü sırayı almaktadır. Çözünmüş oksijen ihtiyacı yine yazın düşüktür (2.3 mg/l).

Bu sonuçlara göre Rize Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartlarıyla karşılaştırıldığında kirli olduğu belirlenmiştir. Yıllık sıcaklık ortalaması 14°C, standart sapması  $\pm 3,091$ 'dir.

### **Sinop Kanalizasyonu**

Sinop Kanalizasyonunda büyük bir kısmı çalışmaktadır. Pis sular istasyona deşarj edilmektedir.

İki mevsim (kış - ilkbahar ) ölçüm yapıldığı için sonuçlar bu verilere göre değerlendirilmiştir. Sinop Kanalizasyonunda düşük debisine rağmen ortalama BOI<sub>5</sub> derişimi yüksektir (312,5 mg/l). Bu derişimiyle diğer istasyonlar arasında üçüncü sıradadır (üçüncü en kirli).

Bu sonuçlara göre Sinop Kanalizasyonu alıcı ortam deşarj standartlarıyla karşılaştırıldığında kirli olduğu tespit edilmiştir. Yıllık sıcaklık ortalaması 9,5 °C, standart sapması  $\pm 3,50$ 'dir.

## 6. 2 Plajların Değerlendirilmesi

### Sıcaklık

Bir takım olanaksızlıklar nedeniyle sıcaklık açısından sadece ilkbaharda ölçüm yapıldığından sadece tek bir ölçüm sonucu vardır. Yüzme suyu kalitesinin WHO 1995'deki standartla karşılaştırma yapılabilmesi için en az beş veri olması gerekmektedir.

Belirlenen plajlarda fiziksel, metaorolojik bir ölçüm olan sıcaklık arazide gerçekleştirilmiştir. İlgili kayıt formları Ek A'da gösterilmektedir.

Tek ölçüm sonucuna göre plajlar ciddi bir sağlık riski taşımamaktadır.

### Çözünmüş Oksijen

Numunelerin alındığı iki mevsim açısından bir değerlendirme yapıldığında, çözünmüş oksijen derişimi yaz aylarında düşmektedir. Ancak genel bir değerlendirme yapılırsa, tespit edilen plajların ÇO derişimi açısından (ortalama ÇO derişimi 7,40 - 8,03 mg/l arasında) I. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı görülmüştür. Standart sapması da  $\pm 0,25$  ile 1,15 arasında değişmektedir.

### Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

İki mevsim açısından bir değerlendirme yapıldığında tespit edilen plajların II. ve III. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı görülmüştür. Yalnızca Ordu iline bağlı Dolunay Plajı IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır (BO<sub>5</sub> derişimi 22,69 mg/l) (31,32).



## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezince, Çevre Bakanlığı Koordinatörlüğünde yürütülen, Ulusal GEF Çevre Koruma ve Yönetimi Ulusal Kirlilik İzleme Kara Kesimi Projesinin 1995-1996 yıllarındaki çalışmalarında, Karadeniz sahil kuşağındaki karakökenli kirleticilerin envanteri oluşturulup, kaynak, kıyı ve yüzme suyunda fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin ölçümü yapılmıştır.

Bu çalışmada  $BOI_5$ ,  $BOI_5$  reaksiyon hız sabiti,  $\text{ÇO}$  derişimi, sıcaklık ve debi ölçümlerine ve sonuçlarına değinilmiştir. Bu parametrelerin Karadeniz sahili boyunca izlenmesi örnekleme noktalarında çevrenin bozulmasına yol açan etkilerin hangi konsantrasyonlarda ve hangi koşullar altında olduğunun belirlenmesi ve bunlara karşı alınacak önlemlerin tespiti açısından önem taşımaktadır.

Tüm laboratuvar ve arazi çalışmaları mevcut standart metodlar (APHA -AWWA) ve O.M.Ü Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezinin imkanları çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Ancak yüzme suyu ve plajlarda yürütülmesi gereken çalışmalar, finansman problemleri, ödeneklerin düzensiz gönderilmesi ve yetersiz olması, gerekli alet ve malzemelerin hepsinin gelmemesi veya gelenlerin geç ve noksan gelmesi gibi aksaklıklar nedeniyle istenen sıklıkla gerçekleştirilememiştir. Mayıs -Eylül döneminde 15 günde bir alınması gereken ölçümler iki kez yapılabiliştir. Böylece plaj verilerinin değerlendirilmesi için gerekli en az 10 ölçüm sonucu toparlanamamış ve dolayısıyla plajların sınıflandırılması yapılamamıştır.

Bu noksanlıklarına rağmen karakökenli kirleticiler parametrelerin izlenmesi çalışmaları düzenli yürütülmüş ve istenen mevsimsel aralıklarla belirlenen örnekleme istasyonlarında izlenmesi zorunlu parametreler saptanmıştır.

Su kirliliği kontrolünün etkin bir şekilde yürütülmesine yardımcı olmak, Karadeniz kıyı şeridindeki tüm akarsuların ve plajların kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması, bu sınıflandırmaya uygun düşecek şekilde kirlilik

sınırlarının belirlenmesi, Karadeniz'e atılan kirleticilere katkıda bulunan kaynakların tespiti ve her kaynağın yıllık deşarj ettiği kirleticı miktarlarının tespiti, deniz kalitesi ve yıllar içerisinde kalitede olan değişim ile kaynaklar arasında ilişki kurmak amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşığıdaki sonuçlara varılmıştır.

\* Daha önce bahsedilen olanaksızlıklar nedeniyle iki mevsim numune alındığı için bunlar üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen verilere göre plajlar ve yüzme suları özel bir sağlık riski taşımamaktadır.

\* Mert Irmağında  $BOI_5$  reaksiyon hız sabiti tayini yapılarak ırmaktaki atıkların biyolojik parçalanma hızı tesbit edilmiştir. Bu çalışma; Mert Irmağında gelecekte yapılacak su işletmesi ve modelleme çalışmalarına yol göstermesi bakımından önemlidir.

\* Sıcaklık ölçümleri bakımından karakökenli numune alma noktalarının sağlığa aykırı şartlar taşımadığı tespit edilmiş, mevsimsel değişmeler olduğu görülmüştür.

\* Debi ölçümleri Karadeniz'e taşınan toplam yük açısından önemlidir. Özellikle Karadeniz'de belirleyici olan mekanizma büyük ırmaklar ve değişik debilerdeki irili ufaklı derelerdir. Özellikle büyük akarsular doğuşlarından itibaren çeşitli kanalizasyon ve endüstri atıksu yüklerini de taşıyarak Karadeniz'e ulaştırması, bu akarsuların debilerinin daha titizlikle değerlendirilmesini gerektirmektedir. Ortalama debisi yüksek olan Kızılırmak, Sakarya Nehri, Yeşilirmak ve Filyos Çayının Karadeniz'e ulaştırdıkları yük oldukça fazladır. Örneğin sadece Yeşilirmak günde 500 ton  $BOI_5$  yükünü Karadeniz'e taşımaktadır.

\* Kanalizasyonlar "Evsel Nitelikli Atıkların Alıcı Ortalama Deşarj Standartları" ile karşılaştırıldığında hiçbir kanalizasyon numune alma istasyonunda standartların sağlanamadığı görülmüştür. Ancak buradaki standartlar arıtım sonrası alıcı ortama deşarj standartlarıdır. Bu nedenle tüm sonuçların standartların üzerinde çıkması doğaldır. Zaten Karadeniz sahilindeki şehirlerin hiçbirinin henüz bir atıksu arıtma tesisi veya derin deniz deşarjı yoktur, yapıma veya proje aşamasında olan iller vardır (Sinop, Ordu,

Samsun, Trabzon, Giresun ve Rize'de derin deniz deşarjı çalışmaları halen sürmektedir). Yine Karadeniz sahilinde gözlenen küçük yerleşim yerlerinin çoğunda düzensiz atıksu deşarjı (derelere veya ırmaklara), büyük şehirlerde ise yetersiz kanalizasyon sistemleri bulunmaktadır(Örneğin Zonguldak'ta 1997 yılında kanalizasyon projesi tasarıma alınmıştır).

Bu çalışmada ölçüm yapılan istasyonlarda kanalizasyon debilerinin düşük olmasına rağmen taşıdıkları kirletici yüklerinin fazla olduğu görülmüştür.

\* Karakökenli örnekleme noktalarında  $BOI_5$  parametresi, birçok dere ve ırmak istasyonlarında III. sınıf su kalitesi özelliği taşıırken, kanalizasyon istasyonlarında IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır. Bu sonuç akarsularımızın organik kirlilik yükü taşıdığını ortaya çıkarmıştır.

\* Ölçüm yapılan istasyonlarda çözünmüş oksijen parametresi kanalizasyon istasyonlarında IV. sınıf su kalitesi özelliği taşıırken, dere, ırmak ve çaylar da III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

\* Endüstri kuruluşlarına çoğunlukla girilmediği için ve zor koşullarda numune alındığından istenilen mevsimsel aralıklarda numune alma yapılmamıştır. Debileri ve sıcaklıkları ölçülemediği için  $BOI_5$  ve  $ÇO$  derişimlerine göre alınan numuneler, III. ve IV. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

\* Bu sonuçlara göre karakökenli yedi kanalizasyon istasyonunun bulunduğu illerde mutlak suretle projelerin inşaatları tamamlanmalı ve deniz deşarjı yapılmadan önce arıtım uygulanmalıdır.

\* Karakökenli endüstriyel istasyonlar da ildeki ya da yöredeki ilgili kuruluşlarca denetim altına alınmalıdır.

\* Karakökenli 21 akarsuda ise Karadeniz'e ulaştırdıkları kirletici yükleri dikkate alınarak, yörelerde çevre bilinci oluşturulmaya çalışılmalı ve akarsularda il kapsamında ilgili kuruluşlarca belli aralıklarla ölçümler yapılarak denetim altına alınmalıdır.

\* Bir yıl boyunca rutin olarak mevsimsel aralıklarla yapılan bu çalışma gelecekte yapılacak olan projelere ışık tutacaktır. Ayrıca bu çalışma kirletici

kaynakların tespiti, sınıflandırılması, bu sınıflamaya göre kaynakların kullanım ve kalitelerinin belirlenmesi ve böylece yapılacak kıyı yönetim planlarına yol göstermesi bakımından önemli olacaktır.



## KAYNAKLAR

1. **ANONYMOUS, 1985.** Kıyıların Korunması Paneli, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği Tebliğler-Metinler, Trabzon.
2. **ANONYMOUS, 1996.** GEF Ulusal Rutin Kirlilik İzleme Kara Kesimi Projesi, Büyükgüngör, H. (Proje Yürütücüsü), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ara Rapor, Aralık.
3. **ANONYMOUS, 1991.** Çevre ve Mühendisliği, Çevre Mühendisleri Derneği Yayın Organı, Yayın No 3, Ankara.
4. **ANONYMOUS, 1990.** Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi. Berk. A. (Genel Yayın Yönetmeni), Cilt 10, Gelişim Yayınları Anonim Şirketi, İstanbul.
5. **ANONYMOUS, 1990.** İl İl Büyük Türkiye Ansiklopedisi. Kamacıoğlu, Y. (Yayın Kurulu Başkanı, Cilt I, Milliyet Yayınları, İstanbul.
6. **ULUSOY, R., 1989.** Pratik Jeoteknik Bilgiler, Teknomod Yayınları, Ankara.
7. **ANONYMOUS, 1997.** Kastamonu İller Bankası, 18. Bölge Müdürlüğü Yayınlanmamış Projeler.
8. **ANONYMOUS, 1997.** Samsun İller Bankası, 16. Bölge Müdürlüğü Yayınlanmamış Projeler.
9. **ANONYMOUS, 1997.** Trabzon İller Bankası, 17. Bölge Müdürlüğü Yayınlanmamış Projeler.
10. **ANONYMOUS, 1995.** Karadeniz'in Kirlenmesi ve Korunması Kongresi Bildirileri, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, Yayın No: 9, Trabzon.
11. **GÜRPINAR, E., 1991.** Çevre Sorunları, İstanbul.
12. **HAMMER, M.J., 1996.** Water and Wastewater Technology, Third Edition, Englewood Cliffs, New Jersey- Columbus- Ohio
13. **SAMSUNLU, A., 1995.** Deniz Kirliliği ve Kontrolü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

14. **ANONYMOUS, 1988.** Doğa, Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi, Cilt 12, Sayı 2, Ankara.
15. **SAMSUNLU, A., 1991.** Kullanılmış Suların Arıtımı, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.
16. **ANONYMOUS, 1993.** Çevre Üzerine Notlar, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
17. **KARGI, F., 1993.** Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.
18. **MUSLU, Y., 1985.** Su Temini ve Çevre Sağlığı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Cilt 3, İstanbul.
19. **PEKİN, B., 1993.** Biyokimya Mühendisliği, Ege Üniversitesi, Kimya Fakültesi, Kimya Bölümü, No: 3, İzmir
20. **SAWYER C.N., MCCARTY, P.L, PARKIN, G.F., 1994.** Chemistry For Environmental Engineering, Fourth Edition, 515-546
21. **MASTERS, G.M., 1991.** Introduction to Environmental Engineering and Science, 116-134.
22. **ECFENFELDER, W. W., 1980.** Principles of Water Quality Management, 14-91.
23. **HOWARD, S. P., DONALD, R. R., TOHOBANOGLIOUS, G., 1985.** Environmental Engineering, 83-84.
24. **TEKER, A., 1985.** Hidrometri, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
25. **TOPAÇIK, D., 1987.** Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul
26. **ŞENGÜL, F., TÜRKMAN, A., 1991.** Su ve Atıksu Analizleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.

27. **ŞENGÜL, F., MÜEZZİNOĞLU, A., 1993.** Çevre Kimyası, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 228, İzmir.
28. **TÜRKDEMİR, H., 1996.** Yüzey Sularında Çözünmüş Oksijen Ölçümü, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 19.
29. **ANONYMOUS, 1995.** APHA-AWWA -WPCF Standart Methods For Examination of Water and Wastewater, Eighteenth Edition, Copright by American Public Health Association, Washington,
30. **ORUÇ, M., 1982.** İstatistik Yöntemler, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No: 134, Ankara.
31. **USLU, O., TÜRKMAN, A., 1987.** Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, 190-218, Ankara.
32. **ANONYMOUS, 1988.** Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete. No. 19919, Ankara.





**EK A. ÖRNEKLEME PROGRAMINDA KULLANILAN ARAZİ  
VERİ FORMLARI**

## EK A.1 YÜZME SUYU ARAZİ ÖLÇÜMLERİ

Plaj Kodu:	_____	Adı:	_____
Tarih	_____	Plaja Geliş Saati:	_____
		Numune Alış Saati:	_____
Rüzgar Hızı:	_____	(Kod 00-10)	_____
Rüzgar Yönü:	_____	(Kod 8 kompass yön)	_____
Yüzey Akıntı Hızı:	_____	m(sn) (Kod 0-4)	_____
Yüzey Akıntı Yönü:	_____	(Kod 8 kompass yön)	_____
Çöktürme	_____	mm/gün	_____
Hava Sıcaklığı	_____	En yakın meteo. istas.	_____
Su Sıcaklığı:	_____	(Ölçüm)	_____
Su Rengi:	_____	(Kod 0- )	_____
pH:	_____		_____
Seki Yüksekliği:	_____	(m) (seki disk'le ölçüm)	_____
Denizdeki Yağ	_____	(Kod 0-4)	_____
Tabakası:	_____		_____
Köpük:	_____	(Kod 0-4)	_____

## Plajda bulunan katran ve çer çöp

Çapraz Kesit No	Kesit Uzunluğu	Katran Ağırlığı		Çer-çöp Ağırlığı	
		Toplam Kg	kg/m2	Toplam Kg	kg/m2

## Arazi Ekibi:

Fotoğraf: \_\_\_\_\_ Film No: \_\_\_\_\_ Rulo No: \_\_\_\_\_

## EK A.2 KANALİZASYONLARDAN ÖRNEK TOPLAMA FORMU

İSTASYON ID	İSTASYON ADI	YERİ	ÖRNEK TARİHİ	ÖRNEK SAATİ	GÜNDÜZ/GECE ÖRNEĞİ
-------------	--------------	------	--------------	-------------	--------------------

"a" Değeri (cm):	Mantarın Taşındığı		Mantar suya düşerken geçen süre
	Mesafe (m)	Süre (sn)	
"b" Değeri (cm):	1.	1.	1.
	2.	2.	2.
	3.	3.	3.

ID	BOD	COD	P	N	METAL	PESTİSİD	SICAKLIK
Status Ok/Problem							

COMMENT, PROBLEMS	Arazi Ekibi:
	Fotograf
	Rol No:
	Film No:

# EK A.3 ENDÜSTRİLERDEN ÖRNEK TOPLAMA FORMU

İSTASYON ID	İSTASYON ADI	YERİ	ÖRNEK TARİHİ	ÖRNEK SAATI	GÜNDÜZ/GECE ÖRNEĞİ
-------------	--------------	------	--------------	-------------	--------------------

Atıksu kanalının şekli, yüzey alanını bulmak için gerekli boyutlar ve endüstriden temin edilen debi değeri	Mantarın Taşındığı	
	Mesafe	Süre (sn)
	1.	
	2.	
	3.	

ID	BOD	COD	P	N	METAL	PESTİSİD	SICAKLIK
Status Ok/Problem							

COMMENT, PROBLEMS	Arazi Ekibi:	Fotoğraf
		Roll No:
		Film No:

**EK A.4 AKARSU ÖRNEK TOPLAMA FORMU**

İSTASYON ID	İSTASYON ADI	YAKLAŞIK YERİ	ÖRNEK TOPLAMA TARİHİ	ÖRNEK TOPLAMA SAATİ
-------------	--------------	---------------	----------------------	---------------------

**DEBİ ÖLÇÜMÜ ("0" M=doğu yakası)**

Mesafe (m)	Su (m)	Taban (m)	Mesafe (m)	Su (m)	Taban (m)	Mesafe (m)	Su (m)	Taban (m)	Mesafe (m)	Su (m)	Taban (m)
5			55			105			155		
10			60			110			160		
15			65			115			165		
20			70			120			170		
25			75			125			175		
30			80			130			180		
35			85			135			185		
40			90			140			190		
45			95			145			195		
50			100			150			200		

**Köpük Taşınma**

Mesafesi (m)	Süresi (sn)
Orta Nokta	1.
	2.
	3.
Doğu	1.
Orta Nokta	2.
	3.
Batı	1.
Orta Nokta	2.
	3.

Status	BOD	COD	P	N	Metal	Pestisid
Ok/Problem						
ID						

COMMENTS/PROBLEMS	SICAKLIK
ARAZİ EKİBİ	
	Roll No: Film No



**EK B. KARADENİZ BÖLGESİ**



**EK C. KARADENİZ BÖLGESİ'NDE NUMUNE ALMA  
NOKTALARI**

**EK D. KITAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE  
KALİTE KRİTERLERİ**



## EK D.1 Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV(a)
<b>A Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler</b>				
1 Sıcaklık (°C)	25	25	30	30
2 pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0
3 Çözünmüş oksijen (mg / l (b))	8	6	3	3
4 Oksijen doygunluğu (%) (b)	90	70	40	40
5 Klorür iyonu (mg / l)	25	200	400 (e)	400
6 Sülfat iyonu (mg / l)	200	200	400	400
7 Amonyum azotu (mg / l)	0.2 (d)	1.0 (d)	2.0 (d)	2.0
8 Nitrit azotu (mg/l)	0.002	0.01	0.05	0.05
9 Nitrat azotu (mg/l)	5	10	20	20
10 Toplam fosfor (mg/l)	0.02	0.16	0.65	0.65
11 Toplam çözünmüş madde (mg/l)	500	1500	5.000	5000
12 Renk (Pt - Co birimi)	5	50	300	300
13 Sodyum (mg / l)	125	125	250	250
<b>B Organik Parametreler</b>				
1 KOI (mg/l)	25	50	70	70
2 BOI (mg/l)	4	8	20	20
3 Organik karbon (mg/l)	5	8	12	12
4 Toplam Kjeldahl azotu (mg/l)	0.5	1.5	5	5
5 Emulsifiye yağ ve gres (mg/l)	0.02	0.3	0.5	0.5
6 Metilen mavisi aktif maddeler (mg/l)	0.05	0.2	1.0	1.5
7 Fenolik maddeler (mg/l)	0.002	0.01	0.1	0.1
8 Mineral yağlar ve türevleri (mg/l)	0.02	0.1	0.5	0.5
9 Toplam pestisid (mg/l)	0.001	0.01	0.1	0.1
<b>C İnorganik kirlenme parametreleri (e)</b>				
1 Civa (ug/l)	0.1	0.5	2.0	2.0
2 Kadmiyum (ug/l)	0.3	5	10	10
3 Kurşun (ug/l)	10	20	50	50
4 Arsenik (ug/l)	20	50	100	100
5 Bakır (ug/l)	20	50	200	200
6 Toplam krom (ug/l)	20	50	200	200
7 Krom (VI) (ug/l)	eser	20	50	50
8 Kobalt (ug/l)	10	20	200	200
9 Nikel (ug/l)	20	50	200	200
10 Çinko (ug/l)	200	500	2000	2000
11 Toplam siyanür (ug/l)	10	20	100	100
12 Florür (ug/l)	1000	1500	2000	2000
13 Serbest klor (ug/l)	10	10	50	50
14 Sülfür (ug/l)	2	2	10	10
15 Demir (ug/l)	300	1000	5000	5000
16 Manganez (ug/l)	100	500	3000	3000
17 Bor (ug/l)	1000 (f)	1000 (f)	1000 (f)	1000
18 Selenyum (ug/l)	10	10	20	20
19 Baryum (ug/l)	1000	2000	2000	2000
20 Alüminyum (ug/l)	300	300	1000	1000
21 Radyoaktivite (pCi/l)				
alfa aktivitesi	1	10	10	10
beta aktivitesi	10	100	100	100
<b>D Bakteriolojik parametreler</b>				
1 Fekal koliform (EMS / 100 ml)	10	200	2000	2000
2 Toplam koliform (EMS / 100 ml)	100	20000	100000	100000

## NOTLAR

- (a) Bu tabloda verilen değerler pH çözünmüş oksijen doygunluğu değerleri dışında sınıflara ait alt sınırlardır. pH değerinin verilen aralığın dışında çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu değerlerinin ise verilen sınırların altında olması suyun IV sınıfa ait olduğunu gösterir.
- (b) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birinin sağlanması yeterlidir.
- (c) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitin düşürmek gerekebilir.
- (d) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak konsantrasyonu 0.02 mg NH<sub>3</sub>-N/l değerini geçmemelidir.
- (e) Bu gruptaki kriterler parametrelere oluşturulan kimyasal türetilen toplam konsantrasyonlarını vermektedir.
- (f) Boru karşı, hassas bitkilerin sulanmasında kriterin 300 ug/l'ye düşürmek gerekebilir.



**EK E. ATIKSULARIN ATIKSU ALTYAPI TESİSLERİNE  
DEŞARJINDA ÖNGÖRÜLEN ATIKSU STANDARTLARI**

**EK E.1 Atıksuların Atıksu Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları**

PARAMETRE	Kanalizasyon sistemleri tam arıtma ile sonuçlanan atıksu altyapı tesislerinde	Kanalizasyon sistemleri derin deniz deşarjı ile sonuçlanan atıksu altyapı tesislerinde
Sıcaklık (°C)	40	40
pH	6.5-10.0	6.0-10.0
Askıda katı madde (mg/l)	500	350
Yağ ve gres (mg/l)	250	50
Katran ve petrol kökenli yağlar (mg/l)	50	10
Kimyasal oksijen ihtiyacı		
KOl (mg/l)	4000	1000
Sülfat (mg/l)	1000	1000
Toplam sülfür (mg/l)	2	2
Fenol (mg/l)	20	10
Serbest klor (mg/l)	5	5
Toplam azot (mg/l)	-(a)	40
Toplam fosfor (mg/l)	-(a)	10
Arsenik (mg/l)	3	10
Toplam siyanür (mg/l)	10	10
Toplam kurşun (mg/l)	3	3
Toplam kadmiyum (mg/l)	2	2
Toplam krom (mg/l)	5	5
Toplam civa (mg/l)	0.2	0.2
Toplam bakır (mg/l)	2	2
Toplam nikel (mg/l)	5	5
Toplam çinko(mg/l)	10	10
Toplam kalay (mg/l)	5	5
Toplam gümüş (mg/l)	5	5
Klorür (mg/l)	10000	--
Yüzey aktif maddeler (mg/l)	Biyolojik olarak parçalanması TSE standartlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı yasaktır.	
(A) Bu parametrelere atıksu değerlendirilmesinde bakılmayacaktır		

## ÖZGEÇMİŞ

21.05.1973 tarihinde İstanbul'da doğdum. İlkokulu İstanbul, ortaokulu Amasya, liseyi Çanakkale ve üniversiteyi de Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümünde bitirdim. 1994 yılında aynı bölümde yüksek lisansa başladım, 1996-97 yıllarında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü kadrosunda araştırma görevlisi olarak bir yıl süreyle çalıştım. Halen 1997 yılı Temmuz ayı itibari ile Erzurum İller Bankası 14. Bölge Müdürlüğünde Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktayım.