

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GİRESUN KIYI ŞERİDİ DENİZ SUYU KALİTESİ
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Tamer AKKAN

Biyoloji Anabilim Dalı

**ARALIK 2013
SAMSUN**



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**GİRESUN KIYI ŞERİDİ DENİZ SUYU KALİTESİ
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

**Tamer AKKAN
09210527**

Tezin Savuma Tarihi : 20 Aralık 2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nazmi POLAT

Bu Doktora Tez Çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO Fen.
1904.12.009'nolu Proje ile Desteklenmiştir.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalında

Tamer AKKAN Tarafından Hazırlanan

**GİRESUN KIYI ŞERİDİ DENİZ SUYU KALİTESİ
MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

**başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 20/12/2013 tarihinde yapılan sınav ile
DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.**

Başkan : Prof. Dr. Nazmi POLAT
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. İhsan AKYURT
Giresun Üniversitesi

Doç. Dr. Aysun GÜMÜŞ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Doç. Dr. Şevket KANDEMİR
Amasya Üniversitesi

Doç. Dr. Savaş YILMAZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

....../....../2013

Prof. Dr. Recep TAPRAMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Akademik yaşantımın hayatıma kattığı en önemli değer olan, doktora çalışmalarımın her aşamasında yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle bana ışık tutan, bilgi ve tecrübesinden yararlandığım, maddi ve manevi desteğini daima üzerimde hissettiğim ayrıca hayatın her alanında bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Nazmi POLAT’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve hayatımın her noktasında maddi manevi desteğini esirgmeden beni destekleyen canım ailem ve kıymetli eşime teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez PYO Fen.1904.12.009 nolu “*Giresun Kıyı Şeridi Deniz Suyu Kalitesi Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi*” isimli proje kapsamında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından desteklenmiştir.

Aralık 2013

Tamer AKKAN
(Araştırma Görevlisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Deniz Suyu İçeriği ve Kalite Parametreleri.....	3
2.1.1 Deniz suyu kimyasal içeriği ve özellikleri	3
2.1.1.1 Çözünmüş haldeki inorganik elementler	3
2.1.1.2 Çözünmüş haldeki organik maddeler	4
2.1.1.3 Çözünmüş gazlar	4
2.1.1.4 Asidik ve bazik özellik	4
2.1.1.5 Asılı haldeki organik ve inorganik parçacıklar	5
2.1.2 Deniz suyunun fiziksel özellikleri.....	5
2.1.2.1 Sıcaklık.....	5
2.1.2.2 Tuzluluk	5
2.1.2.3 Basınç	6
2.1.2.4 Yoğunluk.....	6
2.1.2.5 Optik özellikler.....	6
2.1.2.6 Elektriksel iletkenlik	6
2.1.2.7 Renk ve bulanıklık	7
2.1.3 Deniz suyunun kalite parametreleri.....	7
2.1.3.1 SKKY'ye göre deniz suyundaki kalite parametreleri	8
2.2 Deniz Suyu Kalitesindeki Değişimin Sucul Organizmalara Etkileri	10
2.2.1 Sıcaklık değişiminin sucul organizmalara etkileri	10
2.2.2 Tuzluluk değişiminin sucul organizmalara etkileri	11
2.2.3 pH değişikliğinin sucul organizmalara etkileri	12
2.2.4 Işık ve türbidite değişimlerinin sucul organizmalara etkileri.....	13
2.2.5 Çözünmüş oksijen değişimlerinin sucul organizmalara etkileri	14
2.2.6 Azot türevleri değişimleri ve sucul organizmalara etkileri	15
2.2.7 Fosfor değişimlerinin sucul organizmalara etkileri.....	17
2.2.8 Klorofil a değişimlerinin sucul organizmalara etkileri	19
2.2.9 BOİ değişimlerinin sucul organizmalara etkileri	20
2.2.10 Ağır metallerin sucul organizmalara etkileri.....	20
2.2.11 Deterjanlardan oluşan kirlilik ve sucul organizmalara etkileri	23
2.2.12 Bakteriyolojik kirlilik ve sucul organizmalara etkisi.....	23
2.3 Deniz Suyu Kalitesi Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar.....	25

2.3.1 Dünya denizlerinde deniz suyu kalitesine yönelik çalışmalar.....	25
2.3.2 Türkiye denizlerinde deniz suyu kalitesine yönelik çalışmalar.....	27
2.3.3 Karadeniz’de deniz suyu kalitesine yönelik çalışmalar	29
3. MATERYAL VE METOT.....	33
3.1 Çalışma Alanı Tanımı ve Örnek Toplama İstasyonları	33
3.2 Deniz Suyu Numunelerinin Toplanması	35
3.3 Sediment Numunelerinin Toplanması	35
3.4 Deniz Suyu Numunelerinin Analizi.....	35
3.4.1 Fizikokimyasal değişkenlerin analizi	36
3.4.2 Bakteriyolojik analizler	38
3.4.3 Ağır metal analizi	39
3.5 Sediment Numunelerinin Analizi	40
3.5.1 % yanabilen madde miktarı	40
3.5.2 pH analizi	40
3.5.3 % su içeriği	40
3.5.4 Ağır metal analizi	40
4. BULGULAR.....	41
4.1 Sıcaklık	41
4.2 Tuzluluk	43
4.3 İletkenlik	45
4.4 Çözünmüş Oksijen.....	47
4.5 Toplam Çözünmüş Madde Miktarı.....	49
4.6 Oksidoredüksiyon Potansiyeli	51
4.7 pH.....	53
4.8 Askıda Katı Madde	55
4.9 Alkalinite	57
4.10 Sertlik	59
4.11 Biyolojik Oksijen İhtiyacı	61
4.12 Sülfid	63
4.13 Sülfat.....	65
4.14 Nitrit Azotu.....	67
4.15 Nitrat Azotu	69
4.16 Toplam Amonyak Azotu	71
4.17 Amonyak	73
4.18 Amonyum.....	75
4.19 Toplam Fosfor	77
4.20 Ortofosfat Fosforu	79
4.21 Klorofil a	81
4.22 TRIX Değeri Değişimi	83
4.23 Sodyum.....	85
4.24 Potasyum	87
4.25 Anyonik Yüzey Aktif Madde	89
4.26 Sediment pH	91
4.27 % Yanabilen Madde Miktarı	93
4.28 Sediment % Su İçeriği	95
4.29 Ağır Metal Analizi.....	97
4.30 Bakteriyolojik Analizler	103
5. TARTIŞMA.....	109
5.1 Fizikokimyasal Değişkenler	109
5.2 TRIX Analizi	122

5.3 Sediment Analizi	124
5.4 Ağır Metal Analizi	125
5.5 Bakteriyolojik Analiz	131
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	137
KAYNAKLAR	141
ÖZGEÇMİŞ.....	157

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Deniz suyu kalite parametreleri (SKKY, 2004)	9
Çizelge 2.2: Azot formları için referans değerler	16
Çizelge 3.1: YSI 556 MPS özellikleri	36
Çizelge 4.1: Mevsimlere göre ortalama sıcaklık değerleri (°C)	41
Çizelge 4.2: Mevsimlere göre ortalama tuzluluk değerleri (ppt).....	43
Çizelge 4.3: Mevsimlere göre ortalama iletkenlik değerleri (mS/cm)	45
Çizelge 4.4: Mevsimlere göre ortalama ÇO değerleri (mg/L).....	47
Çizelge 4.5: Mevsimlere göre ortalama TÇMM değerleri (g/L)	49
Çizelge 4.6: Mevsimlere göre ortalama ORP değerleri (mV)	51
Çizelge 4.7: Mevsimlere göre ortalama pH değerleri.....	53
Çizelge 4.8: Mevsimlere göre ortalama AKM değerleri (g/L)	55
Çizelge 4.9: Mevsimlere göre ortalama alkalinite değerleri (mg/L)	57
Çizelge 4.10: Mevsimlere göre ortalama sertlik değerleri (°F)	59
Çizelge 4.11: Mevsimlere göre ortalama BOİ değerleri (mg/L)	61
Çizelge 4.12: Mevsimlere göre ortalama sülfid değerleri (mg/L).....	63
Çizelge 4.13: Mevsimlere göre ortalama sülfat değerleri (mg/L)	65
Çizelge 4.14: Mevsimlere göre ortalama nitrit azotu değerleri (mg/L).....	67
Çizelge 4.15: Mevsimlere göre ortalama nitrat azotu değerleri (mg/L)	69
Çizelge 4.16: Mevsimlere göre ortalama TAN değerleri (mg/L)	71
Çizelge 4.17: Mevsimlere göre ortalama amonyak değerleri (mg/L).....	73
Çizelge 4.18: Mevsimlere göre ortalama amonyum değerleri (mg/L)	75
Çizelge 4.19: Mevsimlere göre ortalama toplam fosfor değerleri (mg/L).....	77
Çizelge 4.20: Mevsimlere göre ortofosfat değerleri (mg/L).....	79
Çizelge 4.21: Mevsimlere göre ortalama klorofil a değerleri (µg/L)	81
Çizelge 4.22: Mevsimlere göre ortalama TRIX değerleri	83
Çizelge 4.23: Mevsimlere göre ortalama sodyum değerleri (g/L).....	85
Çizelge 4.24: Mevsimlere göre ortalama potasyum değerleri (g/L).....	87
Çizelge 4.25: Mevsimlere göre ortalama anyonik yüzey aktif madde değerleri	89
Çizelge 4.26: Mevsimlere göre ortalama sediment pH değerleri	91
Çizelge 4.27: Mevsimlere göre ortalama % yanabilen madde değerleri	93
Çizelge 4.28: Mevsimlere göre ortalama % su içeriği değerleri	95
Çizelge 4.29: Suda mevsimlere göre ortalama ağır metal derişimleri (ppm).....	99
Çizelge 4.30: Sedimentte mevsimlere göre ortalama ağır metal derişimleri (ppm)	102
Çizelge 4.31: Bakteriyolojik analiz sonuçları (Yaz mevsimi).....	104
Çizelge 4.32: Bakteriyolojik analiz sonuçları (Sonbahar mevsimi)	105
Çizelge 4.33: Bakteriyolojik analiz sonuçları (Kış mevsimi).....	106
Çizelge 4.34: Bakteriyolojik analiz sonuçları (İlkbahar mevsimi).....	107
Çizelge 5.1: Karadeniz ve Marmara kıyı ve geçiş suları ötrofikasyon kriterleri.....	120
Çizelge 5.2: Anyonik yüzey aktif madde miktarındaki değişim (mg/L)	122
Çizelge 5.3: Ötrofikasyon risk skalası	123

Çizelge 5.4: TRIX ile ilgili literatür bulguları	123
Çizelge 5.5: İz elementlerin deniz suyu referans değerleri.....	127
Çizelge 5.6: Farklı metaller arasındaki korelasyonlar (su)	128
Çizelge 5.7: Farklı metaller arasındaki korelasyonlar (sediment)	131
Çizelge 5.8: Aylara göre bakteriyolojik analiz sonuçları	136

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1: Deniz suyundaki fosfor türleri.	18
Şekil 3.1: Örnek toplama istasyonları (Google earth).	34
Şekil 4.1: İstasyonların mevsimsel sıcaklık değişimi.	42
Şekil 4.2: Kıyı şeridi mevsimsel sıcaklık değişimi.	42
Şekil 4.3: İstasyonların mevsimsel tuzluluk değişimi.	44
Şekil 4.4: Kıyı şeridi mevsimsel tuzluluk değişimi.	44
Şekil 4.5: İstasyonların mevsimsel iletkenlik değişimi.	46
Şekil 4.6: Kıyı şeridi mevsimsel iletkenlik değişimi.	46
Şekil 4.7: İstasyonların mevsimsel ÇO değişimi.	48
Şekil 4.8: Kıyı şeridi mevsimsel ÇO değişimi.	48
Şekil 4.9: İstasyonların mevsimsel TÇMM değişimi.	50
Şekil 4.10: Kıyı şeridi mevsimsel TÇMM değişimi.	50
Şekil 4.11: İstasyonların mevsimsel ORP değişimi.	52
Şekil 4.12: Kıyı şeridi mevsimsel ORP değişimi.	52
Şekil 4.13: İstasyonların mevsimsel pH değişimi.	54
Şekil 4.14: Kıyı şeridi mevsimsel pH değişimi.	54
Şekil 4.15: İstasyonların mevsimsel AKM değişimi.	56
Şekil 4.16: Kıyı şeridi mevsimsel AKM değişimi.	56
Şekil 4.17: İstasyonların mevsimsel alkalinite değişimi.	58
Şekil 4.18: Kıyı şeridi mevsimsel alkalinite değişimi.	58
Şekil 4.19: İstasyonların mevsimsel sertlik değişimi.	60
Şekil 4.20: Kıyı şeridi mevsimsel sertlik değişimi.	60
Şekil 4.21: İstasyonların mevsimsel BOİ değişimi.	62
Şekil 4.22: Kıyı şeridi mevsimsel BOİ değişimi.	62
Şekil 4.23: İstasyonların mevsimsel sülfat değişimi.	64
Şekil 4.24: Kıyı şeridi mevsimsel sülfat değişimi.	64
Şekil 4.25: İstasyonların mevsimsel sülfat değişimi.	66
Şekil 4.26: Kıyı şeridi mevsimsel sülfat değişimi.	66
Şekil 4.27: İstasyonların mevsimsel nitrit azotu değişimi.	68
Şekil 4.28: Kıyı şeridi mevsimsel nitrit azotu değişimi.	68
Şekil 4.29: İstasyonların mevsimsel nitrat azotu değişimi.	70
Şekil 4.30: Kıyı şeridi mevsimsel nitrat azotu değişimi.	70
Şekil 4.31: İstasyonların mevsimsel TAN değişimi.	72
Şekil 4.32: Kıyı şeridi mevsimsel TAN değişimi.	72
Şekil 4.33: İstasyonların mevsimsel amonyak değişimi.	74
Şekil 4.34: Kıyı şeridi mevsimsel amonyak değişimi.	74
Şekil 4.35: İstasyonların mevsimsel amonyum değişimi.	76
Şekil 4.36: Kıyı şeridi mevsimsel amonyum değişimi.	76
Şekil 4.37: İstasyonların mevsimsel toplam fosfor değişimi.	78
Şekil 4.38: Kıyı şeridi mevsimsel toplam fosfor değişimi.	78
Şekil 4.39: İstasyonların mevsimsel ortofosfat değişimi.	80

Şekil 4.40: Kıyı şeridi mevsimsel ortofosfat değişimi.	80
Şekil 4.41: İstasyonların mevsimsel klorofil a değişimi.	82
Şekil 4.42: Kıyı şeridi mevsimsel klorofil a değişimi.	82
Şekil 4.43: İstasyonların mevsimsel TRIX değişimi.	84
Şekil 4.44: Kıyı şeridi mevsimsel TRIX değişimi.	84
Şekil 4.45: İstasyonların mevsimsel sodyum değişimi.	86
Şekil 4.46: Kıyı şeridi mevsimsel sodyum değişimi.	86
Şekil 4.47: İstasyonların mevsimsel potasyum değişimi.	88
Şekil 4.48: Kıyı şeridi mevsimsel potasyum değişimi.	88
Şekil 4.49: İstasyonların mevsimsel anyonik yüzey aktif madde değişimi.	90
Şekil 4.50: Kıyı şeridi mevsimsel anyonik yüzey aktif madde değişimi.	90
Şekil 4.51: İstasyonların mevsimsel sediment pH değişimi.	92
Şekil 4.52: Kıyı şeridi mevsimsel sediment pH değişimi.	92
Şekil 4.53: İstasyonların mevsimsel % yanabilen madde miktarı değişimi.	94
Şekil 4.54: Kıyı şeridi mevsimsel % yanabilen madde miktarı değişimi.	94
Şekil 4.55: İstasyonların mevsimsel % su içeriği değişimi.	96
Şekil 4.56: Kıyı şeridi mevsimsel % su içeriği değişimi.	96
Şekil 5.1: 37 °C bakteri sayısı (log).	132
Şekil 5.2: 22 °C bakteri sayısı (log).	132

KISALTMALAR

%	: Yüzde oran
‰	: Binde oran
°C	: Celsius derecesi
°F	: Fransız sertliği
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
AKM	: Askıda katı madde
Al	: Alüminyum
at	: Atom
BOİ	: Biyolojik oksijen ihtiyacı
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
CO ₂	: Karbondioksit
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
CuSO ₄	: Bakır sülfat
ÇİN	: Çözünmüş inorganik azot
ÇO	: Çözünmüş oksijen
EC	: Elektriksel iletkenlik
EMS	: En muhtemel sayı
Fe	: Demir
g	: Gram
H	: Hidrojen
HCl	: Hidroklorik asit
HNO ₂	: Nitrit asit
HNO ₃	: Nitrik asit
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
km ²	: Kilometre kare
kob	: Koloni oluşturan birim
KOI	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
L	: Litre
log	: Logaritma
m	: Metre
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
Mn	: Mangan
mS	: Milisiemens

mV	: Milivolt
N	: Normalite
n	: Örnek sayısı
N:P	: Azot Fosfor oranı
Na	: Sodyum
NH₃-N	: Amonyak azotu
NH₄	: Amonyum
NH₄-N	: Amonyum azotu
Ni	: Nikel
nm	: Nanometre
nM	: Nanomolar
NO₂	: Nitrit
NO₃	: Nitrat
ORP	: Oksidoredüksiyon potansiyeli
Pb	: Kurşun
pH	: Hidrojen konsantrasyonu
ppb	: Milyarda bir oran
ppm	: Milyonda bir oran
ppt	: Binde bir oran
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SKKY	: Su kirliliği kontrolü yönetmeliği
Std Hata	: Standard hata
STPP	: Sodyum tripolifosfat
TAN	: Toplam amonyak azotu
TÇMM	: Toplam çözünmüş madde miktarı
TP	: Toplam fosfor
TRIX	: Trofik seviye belirleme indeksi
YSKYY	: Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği

GİRESUN KIYI ŞERİDİ DENİZ SUYU KALİTESİ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Giresun kıyı şeridi deniz suyu ve sediment kalitesi mevsimsel değişiminin belirlenmesidir. Deniz suyu örnekleri aylık olarak 1 m derinlikten 24 alt istasyondan (8 ana istasyonu temsilen) Haziran 2012 ile Mayıs 2013 tarihleri arasında toplanmıştır. Toplanan bu örnekler mikrobiyolojik analiz (total koliform, fekal koliform, fekal streptokok, *E. coli* ve total bakteri sayısı) ve fizikokimyasal analize (sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde, ORP, pH, toplam askıda katı madde, alkalinite, sertlik, BOİ, sülfid, sülfat, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam amonyak azotu, amonyak, amonyum, toplam fosfor, ortofosfat, klorofil a, sodyum, potasyum, anyonik yüzey aktif madde ve TRIX indeksi) tabi tutulmuştur. Mevsimsel olarak Ekman grab ile toplanan sediment örneklerinde pH, % yanabilen madde miktarı ve % su içeriği belirlenmiştir. Ayrıca, mevsimsel olarak deniz suyu ve sediment örneklerinin ağır metal (Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) içerikleri de araştırılmıştır. Bütün su kalite parametreleri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygunluğuna göre değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarında elde edilen bu parametrelerin çoğunda SKKY limitlerinin aşıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, örneklerin çoğunda önemli derecede yüksek ağır metal konsantrasyonları kayıt edilmiş ve araştırma alanının trofik seviyesi (TRIX indeksi) ötrofik olarak saptanmıştır.

Giresun kıyısı boyunca ilçelerin birçoğu su kirliliği problemiyle karşı karşıyadır. Bu alandaki sular yoğun tatlı su girdileri, evsel ve tarımsal atıklar tarafından önemli düzeyde etkilenmektedir. Sonuç olarak, kıyı şeridinin düzenli izleme programlarıyla değerlendirilmesi önerilmektedir. Aksi takdirde, bu durum halk sağlığı açısından potansiyel bir risk taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz; Giresun; Kıyı şeridi; Deniz Kirliliği; Ağır metal; Halk sağlığı.

DETERMINATION OF THE SEASONAL CHANGES IN SEA WATER QUALITY IN GİRESUN COASTLINE

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the seasonal changes of seawater and sediment quality in Giresun coastal area. The seawater samples were collected monthly at a depth of 1 m from 24 substations (representing 8 base stations) between June 2012 and May 2013. The samples were subjected to microbiological analysis (total coliform, faecal coliform, faecal streptococ, *E. coli* and total bacteria count) and physicochemical analysis (temperature, salinity, electroconductivity, dissolved oxygen, total dissolved solids, ORP, pH, total suspended solids, alkalinity, hardness, BOI, sulphite, sulphate, nitrite, nitrate and total ammonia nitrogen, ammonia, ammonium, total phosphorus, orthophosphate, chlorophyll a, sodium, potassium, anionic surfactants and TRIX index). The sediment samples were collected by Ekman grab by seasonal period and pH, % flammable substances, and % water contents were detected. Moreover, seasonal heavy metal (Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) contents have been investigated in all samples. All water quality parameters were assessed in accordance with Turkish Water Pollution Control Regulation (SKKY). Results showed that majority of these parameters have exceeded the limits specified in SKKY. Additionally, a particularly high level of heavy metal pollution was recorded in most of the samples and trophic level of the research area was determined to be eutrophic.

Many locations along the coastline suffer from water pollution. In this vicinity sea water are mainly affected by freshwater runoff, domestic and agricultural discharges. Consequently, regular monitoring and evaluation of the coastline are recommended. Otherwise, this situation carries a potential risk for public health.

Key Words: Black Sea; Giresun; Coastline; Marine Pollution; Heavy metals; Public health.

1. GİRİŞ

Okyanuslar ve denizler, insanlar için önemli ekonomik faaliyetlerin yapıldığı ve doğal kaynakların bulunduğu yerler olması nedeniyle yaşamsal mücadelenin vazgeçilmez unsurlarıdır. Okyanuslara oranla daha dar alana sahip olan denizler, özellikle çevresel faktörler (yağışlar, akıntılar, iklim) ve antropojenik kirleticilerden çok çabuk etkilenmektedir. Sucul kütleleri okyanuslara göre daha heterojen özellik gösterdikleri için kirlenmenin etkisi denizel ortamlarda daha geniş çapta tahribata neden olmaktadır.

Eski zamanlarda tatlı su gölü olarak bilinen Karadeniz'in tuzluluk oranı ‰ 18 civarında olup, yaklaşık 1600 km kıyı uzunluğuna sahiptir. Hacimsel olarak yüksek miktarda akarsu deşarjı olan Karadeniz'e tatlı sularla birlikte farklı nitelikte kirleticiler de giriş yapmaktadır. Özellikle Tuna Nehri aracılığı ile tüm Orta ve Doğu Avrupa ile Balkanlar'ın endüstriyel ve evsel kökenli atıklarının Karadeniz'e giriş yaptığı bilinmektedir. Deniz suyunun niteliksel ve niceliksel kalitesinde meydana gelen bu tür değişimler flora ve faunayı da olumsuz etkilemektedir. Ülkemizin en önemli ticari balıkçılık faaliyetlerinin yapıldığı Karadeniz'in jeopolitik konumu ele alındığında bölgesel bazda başlayarak geniş kapsamlı analizinin yapılması önem arz etmektedir.

Giresun ili, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde 37° 50' ve 39° 12' doğu boylamları ile 40° 07' ve 41° 08' kuzey enlemlerinde yer almaktadır. İl, doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, batısında Ordu, güneyinde Sivas ve Erzincan, kuzeyinde Karadeniz ile çevrilidir. Ayrıca, 6.934 km²'lik yüzölçümü ile ülke topraklarının ‰ 8.5'ini kaplamaktadır.

Ülke nüfusunun ‰ 8.5'ini kapsayan ve 121 km uzunluğuna sahip Giresun'da 6 farklı noktadan Karadeniz'e büyük hacimli akarsu deşarjı mevcuttur. Özellikle tarımsal faaliyetlerin ekonomide son derece önemli olduğu yerleşim biriminde süre gelen zirai faaliyet kaynaklı kimyasal maddelerin (gübre, ilaç, pestisit vb.) çeşitli yollarla akarsulara bulaştığı bilinmektedir. Ayrıca, akarsu havzaları üzerinde kurulu taşıma kapasitesinin üstündeki alabalık işletmeleri de doğrudan veya dolaylı yollarla

sucul kütleyi kirletmektedir. Akarsular sürekli alıcı ortam özelliği gösterdiği için çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenirler ve bu etkilerini deşarj oldukları göl ve/veya denizlere doğrudan aktarırlar. Bu tür deşarjlar ile Giresun kıyı şeridinde taşınan çeşitli kirlilik parametreleri hem deniz ekosistemindeki sucul habitatı olumsuz etkilemekte hem de giderek artan turizm faaliyetleri düşünüldüğünde fiziksel görüntüyü çirkinleştirmekte ve halk sağlığı açısından büyük tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca, son yıllarda giderek artan endüstriyelleşme ve turizm faaliyetlerinde canlılık, özellikle yaz mevsimlerinde denizel ortama fazladan kirlilik unsuru yüklerin girmesine neden olmaktadır. Farklı nitelikteki sebepler ele alındığında bu çalışma ile gerçekleştirilecek deniz suyu kalite parametrelerinin geniş kapsamda ele alınarak değerlendirilmesi, sucul ekosistemin bugünü, yarını ve halk sağlığına olası etkisinin belirlenmesinde önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Ekosferdeki biyolojik çeşitliliğin vazgeçilmez unsurlarından olan kıyısız alanlar endüstriyel rekabet sonucu giderek artan sanayileşme, tarımsal girdiler ve nüfus yoğunluğu sebebiyle tehdit altında kalmakta hatta, çoğu zaman geri dönüşü olmayan hasarlara uğramaktadırlar. Ülkemiz denizleri gibi birden fazla ülkenin kıyısı bulunan denizlerde ise gerekli yasal yaptırımlar ve kontrollerin gerçekleştirilememesi halinde denizel ekosistemde meydana gelecek bozulmalar çok daha geniş tahribatlara neden olabilmektedir. Bu bağlamda ülkesel olarak deniz sularımızın sürdürülebilirliği ve kalitesinin sağlanması büyük önem arz etmektedir. Mevcut durumun bilinmesi ilerleyen zamanlarda gerekli müdahalelerin yapılmasına temel bilgi sağlayacak önemli bir veri kaynağı oluşturacaktır. Dolayısıyla, kıyısız alanlarımızda gerek yöresel gerekse de bölgesel olarak gerçekleştirilecek geniş kapsamlı çalışmalar ile mevcut durumun ortaya çıkartılması gereklidir. Bu nedenle, bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin önemli bir geçit noktası ve son yıllarda giderek artan turizm potansiyeli gösteren Giresun ili kıyısız alan deniz suyunun hem fizikokimyasal hem de mikrobiyolojik yöntemlerle bir yıl boyunca izlenmesi ve mevsimsel değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, sucul ekosistemdeki mevcut durum belirlenerek yöre halkı ve yerel yönetimlerle gerekli bilgi paylaşımının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Deniz Suyu İçeriği ve Kalite Parametreleri

2.1.1 Deniz suyu kimyasal içeriği ve özellikleri

Yerküredeki mevcut elementlerin büyük bir çoğunluğu deniz suyunda çözünmüş halde bulunmaktadır. Bu nedenle, deniz suyu pek çok katı madde ve gazın çözünmüş halde bulundukları bir çözelti olarak düşünülmektedir. Bunlara ilave olarak çözünmüş organik bileşiklere asılı halde bulunan organik ve inorganik kökenli parçacıklar da vardır. Her ne kadar sayı olarak fazla gözükse de aslında tüm bu elementlerin deniz suyundaki toplam konsantrasyonu % 3.5 gibi küçük bir değere karşılık gelmektedir. Geri kalan % 96.5'lik kısım ise hidrojen ve oksijen atomlarından meydana gelmektedir. Deniz suyunun kimyasal bileşenleri beş madde altında toplanabilir. Bunlar:

1. Çözünmüş haldeki inorganik elementler
2. Asılı haldeki organik ve inorganik parçacıklar
3. Çözünmüş gazlar
4. Asidik ve bazik özellik
5. Çözünmüş haldeki organik maddelerdir (Kocataş, 2002).

2.1.1.1 Çözünmüş haldeki inorganik elementler

Elementler deniz suyundaki konsantrasyonlarına göre esas (majör), yan (minör) ve iz (trace) elementler olmak üzere üç grupta incelenmektedirler. Konsantrasyonu 100 ppm'den fazla olanlara majör elementler denir. Borik asit dışında 5 tanesi anyon ve 5 tanesi katyon olan toplam 10 farklı element mevcuttur. Bunlar: sodyum, magnezyum, kalsiyum, potasyum, stronsiyum, klor, sülfat, bikarbonat, brom ve florudur.

Konsantrasyonu 1-100 ppm arasında değişen elementlere esas elementler ve besleyici tuzlardan başka yapıdaki elementlere de minör elementler denir. Örnek olarak mangan, alüminyum, arsenik, bakır, iyot, demir verilebilir. Deniz suyundaki konsantrasyonu 1 ppm'den düşük olanlar ise iz elementler olarak isimlendirilirler. Bunlara örnek olarak kadmiyum, kobalt, civa verilebilir. Deniz suyunda çözünmüş

halde bulunan bazı yan ve iz elementler biyokimyasal olaylar için katalizör etkileri nedeniyle organizmaların yaşamı için kaçınılmaz olup bu elementlere oligoelementler adı verilir. Örnek olarak demir, çinko, bakır, mangan, alüminyum, kobalt ve flor verilebilir. Ayrıca yine çözülmüş halde olup organizmaların yaşantısı için çok önemli role sahip olan azot, fosfor ve silis gibi elementler de besleyici elementler olarak deniz suyu bileşiminde bulunurlar (Akyurt ve Ayık, 1995; Yanık ve Atamanalp, 2001; Kocataş, 2002).

2.1.1.2 Çözülmüş haldeki organik maddeler

Çözülmüş haldeki organik maddeleri canlı organizmalar ile çözülmüş veya asılı halde bulunan organik parçacıklar oluşturmaktadır. Bu maddelerin tümü canlı organizma metabolik artıklarından ya da ölmüş organizma artıklarından meydana gelmektedir. Esasını ise organik azot, organik fosfor, organik karbon, protein, karbonhidrat, organik asit, aminoasitler ve vitaminler oluşturur (Kocataş, 2002).

2.1.1.3 Çözülmüş gazlar

Atmosferin içerdiği gazlar okyanus ve denizlerin yüzey tabakası ile doğrudan temas halinde olduğundan bu tabaka ile atmosfer arasında gaz alışverişi mevcuttur. Deniz suyundaki başlıca gazlar azot, oksijen, argon ve karbondioksittir. Ayrıca, hidrojen sülfür ve metan gazı da yine deniz suyunda çok düşük konsantrasyonlarda mevcuttur.

2.1.1.4 Asidik ve bazik özellik

Deniz sularının pH'sı genellikle 7.5-8.4 arasında değişmekle birlikte tüm okyanuslar için ortalama pH 7.8 olarak kabul edilmektedir. Özellikle biyolojik olaylar ve sıcaklığa bağlı olarak mevsimsel hatta günlük değişimler bile söz konusudur. Yaz aylarında pH yüksek değerlere ulaşırken kış aylarında düşük değerlerde bulunurlar. 20 °C'deki 1 litre deniz suyunu nötrale edebilen H^+ iyonunun milieşdeğer sayısı alkalinite olarak ifade edilir. Deniz suyundaki alkalinite değişiklikleri, $CaCO_3$ konsantrasyonundaki değişim ve ortamın pH'sıyla ilişkilidir. Özellikle CO_2 derişiminin fazla olduğu dip sularında alkalinite yüzey sularından daha fazladır. pH üzerine tamponlayıcı etkisi olan alkalinitenin düşük değerlerde seyretmesi, pH dalgalanmalarına neden olarak sucul canlılara zarar verebilir (Akyurt ve Ayık, 1995; Kocataş, 2002).

2.1.1.5 Asılı haldeki organik ve inorganik parçacıklar

0.5 µm çaplı filtreden geçirilen deniz suyu örneğinde filtre üzerinde kalan tüm maddeler asılı süspansiyonlar olarak isimlendirilir. Bu asılı parçacıklar boy, şekil, yapı ve köken bakımından çok farklı olabilirler. Kendine özgü hareketlerden yoksun olan organik (plankton) ve inorganik (tripton) parçacıkların hepsine birden seston, aktif hareket edenlere ise nekton adı verilmektedir. Bu asılı parçacıklardan organik yapıları olanların esasını canlı formlar ve organik detritus oluştururken, inorganik parçacıklar da terrijenik, atmosferik ve kozmik yollarla deniz suyuna ilave olmaktadır.

2.1.2 Deniz suyunun fiziksel özellikleri

2.1.2.1 Sıcaklık

Tüm deniz sularında yüzeyden dibe doğru sıcaklık azalması mevcut olup bu değişimler kutup bölgelerinde çok zayıf veya hiç yokken, ekvatoral bölgelere yaklaştıkça artar hatta maksimum düzeye ulaşır. Özellikle ılıman ve ekvatorial düzeyde bu sıcaklık farkından meydana gelen tabakalaşmalar sonucunda yüzeysel, geçiş (20 ile 5 °C) ve derin (5 ile -2 °C) su tabakası olmak üzere üç farklı tabakanın denizel ortamda oluştuğu saptanmıştır (Kocataş, 2002).

Sıcaklık ve tuzluluk deniz suyunun en önemli iki özelliği olup bu parametreler doğrudan veya dolaylı yollar ile deniz suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli etkilere sahiptir. Okyanuslarda ortalama sıcaklık 17.5 °C olup, bu değer -2 ile 28 °C arasında değişiklik gösterebilmektedir. Deniz suyunun sıcaklığının artmasındaki etmenler; güneş ışınlarının soğurulması, yerin iç ısısının okyanus tabanlarından alınması, gelgit olaylarında kinetik enerjinin ısıya dönüşmesi, su buharının yoğunlaşmasından oluşan ısı, biyolojik ve kimyasal olaylar sonucu oluşan ısıdır. Deniz suyunun sıcaklığının azalmasındaki etmenler ise yüzey tabakadan yansıma, buharlaşma ve atmosfere bağlı olaylardır (Yanık ve Atamanalp, 2001; Kocataş, 2002).

2.1.2.2 Tuzluluk

Tuzluluk; 1 kg deniz suyundaki tüm karbonatlar, okside, bromür ve iyodürler klorüre dönüştürüldükten, organik maddeler yükseltgendikten sonra geriye kalan maddenin 480 °C de sabit tartıma getirilip elde edilen kütlenin gram olarak ağırlığıdır (Riley ve

Chester, 1971). Tuzluluk, deniz suyu kalitesini etkilediğinden ve denizde yaşayan canlıların adaptasyonları bağlamında önemli bir çevre parametresidir (Karaaslan ve Tuğrul, 2003).

Deniz suyunun birçok özelliği tuzluluğa bağlı olarak değişimler gösterebilir. Tuzluluk artışına paralel olarak deniz suyunda; yoğunluk, moleküler vizkosite, elektriksel iletkenlik ve osmotik basınç artarken spesifik ısı, donma noktası sıcaklığı ve ısı iletkenliği azalır. Bu sebeple tuzluluk kimyasal bir özellik olmasına rağmen denizel ortamdaki dağılışı fiziksel oşinografide ele alınır. Deniz suyunda tuzluluğu arttıran faktörler buharlaşma, donma, vertikal karışımlardır. Bunun aksine azalmasına neden olan faktörler ise yağışlar, buzulların erimesi ve tatlı su kaynaklarıyla karışımdır.

2.1.2.3 Basınç

Deniz suyunun moleküllerinin sahip olduğu ağırlıkları nedeniyle birim yüzeye dik olarak etki ettiklere kuvvete hidrostatik basınç adı verilir. Denizlerde derinliğe bağlı olarak her metrede 1 desibar artış göstermektedir (Kocataş, 2002).

2.1.2.4 Yoğunluk

Yoğunluk sıcaklıkla zıt, tuzluluk ve basınçla doğru orantılı olarak değişim gösterir. Derinliğe paralel olarak yoğunluk miktarında da artış söz konusudur. Bu artış belli bir tabakaya kadar yavaşça olup piknoklin tabakasından sonra aniden yükselir.

2.1.2.5 Optik özellikler

Deniz suyunda her zaman asılı veya çözünmüş halde maddeler bulunduğundan optik özellik kendine özgü olmayıp bulunduğu ortamdaki biyolojik, fiziksel ve kimyasal olaylara bağlı olarak değişim gösterir. Fakat sahil sularında bu daha çok karasal kökenli kirleticilerin etkisine bağlıdır.

2.1.2.6 Elektriksel iletkenlik

Deniz suyu bol miktarda tuz içermesi nedeniyle iyi bir elektrik iletkenidir. İletkenlik, tuzluluk ve sıcaklığa paralel olarak artış gösterir. Basıncın etkisi ise oldukça zayıftır.

2.1.2.7 Renk ve bulanıklık

Deniz suyu renginin doğru bir şekilde saptanabilmesi, düz bir su yüzeyine dikey olarak bakmakla mümkündür. Bu yolla algılanan renk sadece suda yayılan ışınlardan oluşmuştur. Uzun dalga boylu ışınlar deniz suyunda hemen soğurulurken buna karşılık mavi ve yeşil ışınlar denizel ortamda daha kolay yayılırlar. Bu nedenle, denizlerin renginin mavi olması gökyüzünden değil, mavi ışınların deniz içinde kolayca yayılabilme yeteneğindendir. Tüm denizlerin rengi çevresel faktörlerin kontrolü altında olup maviden yeşilimsi kahverengine kadar değişiklik gösterebilir. Açık denizlerde renk mavi iken, kıyılara yaklaştıkça çevresel faktörlerin etkisine bağlı olarak mavimsi yeşil veya yeşilimsi kahverengi renk hâkimdir. Ayrıca, denizlerdeki yeşil ve kahverengi oluşumlara su kolonundaki bazı mikroskobik canlılarda etkilidir. Deniz suyu rengi mavileştikçe içeriğindeki mikroskobik canlı çeşitliliği de buna bağlı olarak azalır (Kocataş, 2002).

Su kütlesi içerisindeki çok küçük süspansiyon haldeki katı maddeler toz, kil, balçık gibi inorganik partiküller ve organik detritus bulanıklığa neden olmaktadır. Dolayısıyla, gün ışığında su kütlesine bakıldığı zaman suyun içindeki asılı maddeler suyun bulanıklığını ifade eder. Bulanıklık sucul ortamlarda ya toprak partiküllerinden ya da planktondan ileri gelebilmektedir. Kaynağı her ne şekilde olursa olsun su kütlesinde meydana gelen bulanıklık güneş ışınlarının deniz suyu içerisindeki yayılmasını engellediği gibi, özellikle toprak kökenli kirleticilerin oluşturduğu bulanıklık balıkların solungaçlarını tıkayarak ölümlerine sebep olmaktadır (Akyurt ve Ayık, 1995; Yanık ve Atamanalp, 2001; Kocataş, 2002; Sönmez ve diğ., 2008).

2.1.3 Deniz suyunun kalite parametreleri

Deniz sularının kalite parametreleri, kıyısı bulunan ülke yönetimi veya ülkelerin oluşturduğu birliklerin genel kriterleri doğrultusunda değişiklik göstermektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kontrolsüz sanayileşme, bilinçsiz tarım faaliyetleri ve alt yapı eksikliğinin bulunduğu yerleşkelerin mevcudiyeti deniz suyu kalitesini bozan en önemli etkenler arasında yer almaktadır. Ülkemizde deniz çevresinin kirlenmesini önlemek, azaltmak ve kontrol etmek, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla Karadeniz için Bükreş, Akdeniz için Barselona Sözleşmeleri hükümleri geçerliliğini sürdürmektedir. Ayrıca, 2872 sayılı

Çevre Kanunu'na dayalı olarak çıkarılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'ne göre ülkemiz yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esaslar belirtilmektedir (SKKY, 2004).

2.1.3.1 SKKY'ye göre deniz suyundaki kalite parametreleri

Deniz ve kıyı suları kullanım amaçlarına göre SKKY'nin 14. Maddesi uyarınca 3 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar Sınıf D I, Sınıf D II, Sınıf D III'dür. Su ürünleri üretim alanları olarak da ifade edilen Sınıf D I özellikle yoğun ticari balıkçılık ve su ürünleri avcılığı yapılan açık denizler, yoğun kıyı balıkçılığı ve kabuklu su ürünleri yetiştiriciliği yapılan yetiştirme alanları ile dalyancılık alanlarını da kapsamaktadır. Rekreasyon alanlarını kapsayan Sınıf D II ise plaj olarak kullanılan kıyı suları ile her türlü sportif amaçlı kullanılan deniz sularını içermektedir (Çizelge 2.1). Gemi ve deniz araçları ile ticari, endüstriyel ve diğer kullanım alanlarını içeren Sınıf D III sınıfı ise Çizelge 2.1'deki standart değerleri taşımak zorundadır. Ayrıca aynı yönetmeliğin 15. maddesinde ise "herhangi bir kullanım açısından sınıflandırılmaya alınmış olsun ya da olmasın tüm kıyı ve deniz sularının sağlıklı bir ortam halinde muhafazası için, deniz sularının genel kalite kriterlerine uymak esastır" diye belirtilmekte olup bu kalite parametreleri yine Çizelge 2.1'deki gibidir (SKKY, 2004).

Çizelge 2.1: Deniz suyu kalite parametreleri (SKKY, 2004)

Parametre	Genel Kriterler	Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Kıyı ve Deniz Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler
pH	6.0-9.0	6.0-9.0
Renk ve bulanıklık	Doğal	Doğal
Yüzer madde	-	Belirtilmemiş
Askıda katı madde (mg/L)	30	Belirtilmemiş
Çözülmüş oksijen (mg/L)	Doygunluğu % 90'ndan fazla	Doygunluğu % 80'den az olmayacaktır.
Katran kalıntıları ve yüzen maddeler	Belirtilmemiş	Bulunmayacaktır
Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeler (mg/L)	Belirtilmemiş	Kalıcı köpük teşkil etmeyecek seviyede olacaktır. Ayrıca 0.3 mg/L lauril sülfat eşdeğerinin altında olmalıdır.
Koku ve tat	Belirtilmemiş	Doğal
Işık Geçirgenliği	Belirtilmemiş	2 metreden fazla
Yağ ve gres (mg/L)	Belirtilmemiş	Estetik açıdan uygun olmalı
Parçalanabilir organik kirleticiler	-	Belirtilmemiş
Ham petrol ve petrol türevleri (mg/L)	0.003	Belirtilmemiş
Radyoaktivite	-	Belirtilmemiş
Üretkenlik	-	Belirtilmemiş
Zehirlilik	Bulunmayacak	Belirtilmemiş
Fenoller (mg/L)	0.001	< 0.005 mg/L
Toplam koliform (EMS/100 mL)	Belirtilmemiş	1000
Fekal Streptococ (EMS/100 mL)	Belirtilmemiş	100
Enterovirus (PSU/10 L)	Belirtilmemiş	0
Fekal koliform (EMS/100 mL)	Belirtilmemiş	200
Çeşitli ağır metaller		
Bakır, (mg/L)	0.01	Belirtilmemiş
Kadmiyum, (mg/L)	0.01	Belirtilmemiş
Krom, (mg/L)	0.1	Belirtilmemiş
Kurşun, (mg/L)	0.1	Belirtilmemiş
Nikel, (mg/L)	0.1	Belirtilmemiş
Çinko, (mg/L)	0.1	Belirtilmemiş
Civa, (mg/L)	0.004	Belirtilmemiş
Arsenik, (mg/L)	0.1	Belirtilmemiş
Amonyak, (mg/L)	0.02	Belirtilmemiş

2.2 Deniz Suyu Kalitesindeki Değişimin Sucul Organizmalara Etkileri

Deniz suyunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştiren, sportif, ticari ve turizm amaçlı kullanımını engelleyen veya kısıtlayan, sahip olduğu ekosistemdeki zincirler ile bu zincirlerdeki canlı organizmalara ve cansız kütlelere zarar veren her türlü olumsuzluklar kirletici olarak nitelendirilmekte olup, deniz suyu kalitesini etkileyen parametrelerdir (Yanık ve Atamanalp, 2001; SKKY, 2004).

2.2.1 Sıcaklık değişiminin sucul organizmalara etkileri

Deniz ve okyanusların sıcaklığının artması suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmesine neden olan bir dizi hidrolojik olayları oluşturduğundan çok önem arz etmektedir. Su sıcaklığı, sucul canlıların yaşam döngüsünü, fizyolojisini ve davranışlarını etkileyen en önemli çevresel parametredir. Sucul organizmalar yaşadığı akuatik sistemdeki ortam sıcaklığından doğrudan etkilenmektedirler. Deniz suyu sıcaklığının en önemli kaynağı güneş olmakla beraber bu parametrenin değişiminde mevsimler ve su derinliği birincil derece etken iken bölgesel olarak akuatik ortama termal kökenli atıkların deşarj miktarı da etkendir.

Deniz suyu sıcaklığında meydana gelen ani ve büyük dereceli değişimler denizel ekosistemin vazgeçilmez unsuru olan balıklarda ölümle sonuçlanabilecek streslere neden olabilmektedir. Sıcaklık, balıklarda yem bulma ve değerlendirme, metabolizma ve yaşam gücü üzerine doğrudan etki etmektedir. Balıkların yem alımları sıcaklığın yükselmesi ile artmakta, belli bir noktada pik yapmakta ve daha sonra da düşmektedir (Houlihan ve diğ., 2001). Yine denizlerde balıkların göç, yumurtlama, beslenme gibi faaliyetleri de su sıcaklığına bağlıdır. Bir balık türünün yaşamı, yaşam süresi ve türün gelişmesine, deniz suyu sıcaklığının yanı sıra diğer çevresel parametreler de etkili olmaktadır. Ancak, sıcaklığın iklimsel olarak değişimi balık miktarının ve konumunun tespitinde önemli rol oynamaktadır.

İklimsel değişimler, yumurtlama ve beslenme bölgelerinin yerlerini değiştireceğinden balık sürülerinin de yerleri ve türleri üzerinde önemli değişiklikler oluşturmaktadır (Alpaslan ve diğ., 2003). Özellikle son yıllardaki küresel ısınmadan dolayı Türkiye denizlerindeki balıkların göç yolları değişmeye başlamıştır (Tekinay ve Güroy, 2007). Ülkemizde deniz suyu sıcaklığında meydana gelen değişiklikten en çok etkilen Akdeniz’de Süveyş Kanalı aracılığıyla Kızıldeniz ve Hint Okyanusu kökenli bir çok yabancı canlı türlerinin geçiş sağladığı bilinmektedir. Daha şimdiden,

tropikal türlerden olan ve katil yosun olarak bilinen *Caulerpa taxifolia* ile bir çok balık türü havzada başarılı bir şekilde gelişmekte ve hatta alan kazanarak istilacı duruma geçmektedirler. Sadece İskenderun Körfezi'nde avlanan yabancı türlerin toplam avın % 20'sini oluşturduğu ve bu oranın yakın zamanda artmasının beklendiği söylenmektedir. Dolayısıyla, başta av türleri değişmiş, Hint Okyanusu kökenli, çok renkli birçok yabancı tür ticari değerinden dolayı avlanır hale gelmiştir. Bu da denizlerimizdeki sıcaklık artışının sadece denizel ortamda kalmayıp, bu ürünlerle gerek besin gerekse de geçim sağlayan insanların da hem beslenme hem de ekonomik açıdan birçok alışkanlığın değişmesine yol açmaktadır. Yine, Karadeniz ve Marmara'da 20 yıl önce nadir görülen sardalye, kupes ve salpa gibi Akdeniz'de yaşayan balıkların bu denizlerde sıkça görülmeye başlanması deniz suyu sıcaklığının artışının sonucu olarak gösterilmektedir. Sıcaklıkta meydana gelen değişimin sadece balıkları değil, aynı zamanda denizel ekosistemin vazgeçilmez canlı türleri olan plankton, mercanlar, deniz kestaneleri, çiçekli deniz bitkileri ve omurgasız hayvanlar gibi birçok bentik ve pelajik canlıların yayılış alanını, üreme ve beslenmelerini değiştirdiği belirtilmektedir (Cirik ve Cirik, 1999; Yanık ve Atamanalp, 2001; Url-1).

2.2.2 Tuzluluk değişiminin sucul organizmalara etkileri

Tuzluluk değişiminin balıkların osmoregülasyon mekanizması üzerine etki ettiği bilinmektedir. Ayrıca, tuzluluk beraberinde değiştirdiği diğer su parametreleriyle birlikte larval ve ergin halde olmak üzere fizyolojik olarak balıklar üzerine etki etmektedir. Bazı balık türleri yumurtalarını tuzluluğun az olduğu deltalara bırakırken, bazı balık türleri de tatlı sulara göç ederek yumurtalarını tatlı sulara bırakırlar. Su içerisindeki tuz oranı arttıkça çözülmüş oksijen miktarı da buna ters orantılı bir şekilde düşüş göstermektedir. Ayrıca, tuzlu suyun kaldırma gücünün daha az tuzlu sulara ya da tatlı sulara karşı fazla olduğundan tuzlu su tabanına bırakılan yumurtalar su yüzeyine çıkarak gelişimlerinde etkin rol oynar. Sudaki tuzluluk oranı artışının embriyo gelişimini yavaşlatmaktadır. Ancak bu etki doğrudan iyonik ve osmotik basınçtan ileri gelmeyip özellikle çözülmüş oksijen miktarının azalmasına yol açmasından kaynaklanmaktadır (Timur, 2006).

Larva dönemlerinde balıklarda ince ve iki katmanlı olan deri, suda meydana gelen iyonik ve osmotik değişikliklerden balığı çok fazla koruyamamaktadır. Dolayısıyla, balığın hayatta kalabilmesi iki önemli faktörün altındadır. Bunlardan birincisi, vücut sıvısı ile osmotik ve iyon konsantrasyonlarındaki ani değişimler,

ikincisi ise larvalardaki osmotik basıncın normal seviyeye indirgenebilme yeteneğidir. *Cyprinodon variegatus*, larval formda iken % 110 oranındaki tuz konsantrasyonunda canlı kalabilme özelliğinde iken ergin halde bu toleransları çok daha düşüktür. Bunun sebebi metamorfoz sırasındaki fizyolojik ve morfolojik değişimlerdir. Sudaki tuz konsantrasyonunun artmasının *Clupea harengus*'da kalp ritmini düşürdüğü belirtilmektedir (Timur, 2006).

Tuzluluk deniz suyunda plankton üzerine doğrudan etkili olmayıp, basınç, pH, tek ve çift iyon dengelerini değiştirmek suretiyle etki etmektedir. Deniz suyu tuzluluğunun düşmesi halinde birçok fitoplankton türünde ortadan kaybolma söz konusudur. Özellikle Coelenterata ve Polychaeta doğrudan yok olurken, Mollusca ve Crustaceae'larda kısmen değişiklikler oluşur. Oligocheta'ler ise tuzluluk değişimlerine karşı daha dirençlidirler. Su kolonun sahip olduğu tuzluluk seviyesi alg türlerinin şekline, biçimine, yaşamsal faaliyetlerine, üremelerine ve dağılışlarına etki etmektedir (Cirik ve Gökpınar, 1993).

2.2.3 pH değişikliğinin sucul organizmalara etkileri

pH değişimleri canlıların biyokimyasal aktiviteleri üzerine önemli etkiler gösterir. pH'ın azalması ile solunum hızlanır. Özellikle derin deniz formları stabil koşulları nedeniyle pH değişimlerine karşı fazla toleranslı değildir. Deniz sularının pH'sı genellikle 7.5-8.4 arasında değişmekle birlikte tüm okyanuslar için ortalama değer 7.8 olarak kabul edilmektedir. Deniz suyu içerisinde bol miktarda karbonat ve bikarbonat içerdiğinden hafif bazik özellik taşımaktadır. Deniz suyunun pH'sını düşüren etkenler humik asitli arazilerden akan suların denize karışması, kar suyu ile karışan sularda ve amonyaktan meydana gelen HNO_3 ve HNO_2 oluşumlarıdır. Sıcaklığın artması sudaki karbondioksitin çözünürlüğünü azaltır ve bununla ters orantılı olarak suyun pH'sının kısmen artışına sebep olur. Dolayısıyla ekvatorial eksende konumlanmış deniz suları ile kutuplardaki deniz suları arasında az da olsa pH farkı söz konusudur. Denizlerde yüzeyden tabana doğru pH değerinde bir düşüş söz konusu olup özellikle oksijenin olmadığı derin deniz diplerinde pH 7'ye kadar düşmektedir (Akyurt ve Ayık, 1995). Deniz suyundaki pH değerinin kısa süreli dalgalanması deniz suyunda yeterli düzeyde çözünmüş oksijen bulunduğu sürece balıklar için bir sorun teşkil etmemektedir.

Deniz suyunun pH'sının normalden yüksek olması durumunda ise NH_3 ve azotlu bileşiklerin toksik etki değeri de artmaktadır. Suyun pH'sının yükseldiği deniz

sularında Fe fazla düzeyde ise kolondaki su ile çökelti oluşturarak balıklarda solungaçların tıkanmasına ve sonuç olarak ölmesine sebebiyet verebilmektedir.

Derin deniz bitkileri ise genellikle pH değişikliklerine karşı fazla toleranslı değildir. Özellikle Enteromorpha, Cladophora, Chaetomorpha gibi deniz bitkileri pH değişikliklerine karşı oldukça hassastırlar (Cirik ve Cirik, 1999).

2.2.4 Işık ve türbidite değişimlerinin sucul organizmalara etkileri

Deniz suyu kolonundaki canlıların yaşamı için çok önemli ekolojik bir faktör olan ışık, gerek dalga boyu gerekse de miktarı ile yüzey sulardan derin sulara kadar değişim göstermektedir. Kolondaki cansız partiküller maddeler ve canlı planktonik organizmalar deniz suyunun ışık geçirgenliğinin azalmasına neden olarak ışığın nicel ve nitel yapısını değiştirir. Deniz suyundaki ışığın geçirgenliği askıda katı madde miktarının artışıyla ters orantılı olmakla birlikte deniz yüzeyinin dalgalı olmasından da etkilenmektedir. Kolondaki ışığın şiddeti ve süresi canlıların gelişiminde ve dağılımında, ekosistemin veriminde ve biyolojik ritimlerin ayarlanmasında rol oynar. Herhangi bir şekilde ışık miktarında meydana gelen değişiklik doğrudan veya dolaylı yollar ile birçok akuatik canlıyı da etkiler. Deniz suyunun ışık geçirme özelliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan seki disk derinliği, fotosentez için yeterli ışığın bulunduğu öfotik bölge derinliğini hesaplamada kullanılır. Özellikle karasal kaynaklı kirlenmelerin yoğun olduğu deniz suyunda bu derinliğin çok düşük düzeylerde olduğu belirtilmektedir. SKKY sınır değeri bakımından incelendiğinde tamamıyla araştırmacının nicel değerlendirmesi ile doğal olacak şekilde tanımlanmaktadır.

Türbitide, ışığın suyun alt kısımlarına geçmesini engelleyen asılı katı maddelerin miktarı olarak tarif edilmektedir. Kum, organik ve inorganik maddeler, çözülebilir renkli organik bileşenler, plankton ve diğer mikroskobik organizmalar gibi askıdaki maddeler suda türbiditeye neden olur. Deniz suyu kolonundaki AKM'nin artması miktarına göre; doğrudan öldürücü toksik etki, balıkların ve yumurtaların gelişmesine engel olma, besinleri görmede güçlük çekme veya avlanamama, hareketlerine ve göçlerine etki ve balıkların besin zincirinde yer alan fitoplankton ve zooplanktonun yok olmalarına neden olmaktadır (Yanık ve Atamanalp, 2001; Kocataş, 2002).

AKM değerinin yüksek olması suyun kalitesini olumsuz etkileyen, kullanımını sınırlandıran, canlı yaşamı için olumsuz koşullar doğuran bir durumdur. Bu nedenle

sularda AKM değerinin yüksek olması da kirlilik göstergesi olarak kabul edilebilir. Türk evre Mevzuatınca (1999) deniz suyunun genel kalite kriterleri içinde AKM değeri 30 mg/L olarak verilmiştir (nl, 2006).

Özellikle AKM'nin balıkların solungaçları üzerine doğrudan zararlı etkisi olduğu gibi, AKM miktarındaki artış ile balıkların vücutlarındaki mukus salgısının arttığı da belirtilmektedir. Bulanıklığın çok yüksek olduğu sularda balıkların solungaçlarında tıkanmalar meydana geldiğinde fizyolojik bozukluklar hatta toplu balık ölümleri de ortaya çıkmaktadır. Deniz suyu kolonunda tatlı sularda olduğu gibi özellikle akarsularla taşınan kirleticilerden kil kökenli olanların fazla olması büyük tehlike oluşturmaktadır. Araştırıcılar 20 g/L'den daha yüksek kil trbitidesine maruz kalmış balıkların davranışlarında değişiklik, 100 g/L'den daha yüksek olan sularda balıkların ancak 1 hafta civarında, 175 g/L ve üzerindeki değerlerde ise yüksek ölüm oranları olduğunu belirtmişlerdir (Yanık ve Atamanalp, 2001).

Bulanıklığın yüksek olduğu deniz sularında güneş işınlarının su kütlesindeki ilerlemesi engellendiğinden özellikle fitoplanktonik organizmaların dolayısıyla bu organizmalarla beslenen diğer akuatik organizmaların verimliliğinde büyük düşüş gözlenmektedir. Ayrıca deniz tabanında bulunan sucul bitkiler AKM miktarı artması ile güneş işınlarından faydalanamayarak sonu lme varabilecek tehlikeli durumlara maruz kalmaktadırlar.

2.2.5 Çözünmüş oksijen değişimlerinin sucul organizmalara etkileri

Çözünmüş oksijen deniz canlılarının solunumu için gerekli olan bir faktördür. Genellikle yüzey sularında doğgunluk noktası civarında çözünmüş oksijen bulunurken derinlere indikçe bu miktar azalmaktadır. Denizel canlıların dağılımında besleyici ve sınırlayıcı etkiye sahiptir. Deniz suyundaki çözünmüş oksijenin kökeni atmosferik oksijenle birlikte sulardaki fitoplankton ve sucul bitkilerden meydana gelmektedir. Tuzluluğun artmasına bağlı olarak su kolonundaki miktarında azalış görülür.

Balıklar için oksijen gereksinimi türlere, yaşa ve yaşam koşullarına, aktiviteye göre farklılık göstermektedir. Larvalar ve yavru balıklar erginlere göre daha fazla miktarda çözünmüş oksijene ihtiyaç duyarlar. Oksijen miktarının azalması balıklarda stres ve enfeksiyonlara sebebiyet vermektedir. Denizel bitkiler oksijensiz zonda bulunmazlar. Oksijeni azaltan etkenler; organik madde deşarjları, sucul bitkilerin ölmesi, fitoplankton azalması, tuzluluk, derinlik ve sıcaklığın artışı olarak

sıralanabilir. Bu etkenlerin zıtları ise oksijeni artıran etkenler olarak söylenebilmektedir.

2.2.6 Azot türevleri değişimleri ve sucul organizmalara etkileri

Deniz suyu içeriğindeki azot, çözünmüş gaz halinde, çözünmüş veya asılı organik bileşikler ve mineral şeklinde bulunabilir. Bu azot formlarından sadece mineral azot besleyici elementlere dâhil olup amonyum (NH_4 -iyonize olmuş amonyak-), nitrit (NO_2) ve nitrat (NO_3) şekillerinde bulunurlar. Farklı üç formdaki bu mineral azotlar özellikle fitoplankton ve bentik algler tarafından sucul ortamlarda kullanılabilir.

Denizel ortamda bulunan organik maddelerin içerdiği azot, remineralizasyon olayı ile doğrudan, ya da bakterilerin etkisi ile dolaylı olarak sucul kütleye geçiş sağlamaktadır. Zooplankton ve balıkların amonyum şeklinde azotlu metabolizma artıkları, mineral halinde içerdikleri azotun remineralizasyonuna olanak sağlar. Bu sebeple zooplankton ve balık yönünden zengin olan deniz suları amonyum bakımından da zengindir. Denizel ortamda çözünmüş veya detritus halinde bulunan organik maddelerden bakterilerin etkisi sonucunda amonyağa kadar ayrışma görülür. Bu amonyağın bir kısmı fitoplankton tarafından absorbe edilirken, geri kalan kısmı okside olarak önce nitrit, sonrada nitrata dönüşür. Deniz suyundaki amonyum *Nitrosomonas* bakterileri tarafından nitrite, nitrit ise *Nitrobacter* tarafından nitrata dönüştürülerek sucul ekosisteme dâhil olur. Tüm bu oksidasyon olayları fotosentez zonunun altında gerçekleşip belirli bir derinlikten sonra deniz suyundaki azota nitrat şeklinde rastlanılırken, nitrit ve amonyağa rastlanılmaz (Yanık ve Atamanalp, 2001).

Deniz suyu içeriğindeki azot miktarı kış aylarında yüzeyde ve derinde dominant iken, ilkbahar aylarında özellikle yüzeylerde fitoplankton (amonyağı absorbe ederek) gelişimine zıt olarak düşüş göstermektedir. Yaz aylarında çok sıcak yüzeylerde nitrat hemen hemen ortadan kalkar ve deniz kolonundaki mevcut amonyum doğrudan remineralizasyon ile sağlanır. Nitrat yüzey sularda çok düşük konsantrasyonlarda olup derinliğe bağlı olarak artış gösterir ve ortalama 2000 m derinlikte maksimum düzeye ulaşırken amonyak ve nitrit miktarı ise yüzey sularında fazla olup derinlere doğru gidildikçe nitrifikasyondan dolayı azalır.

Metabolizma yan ürünü olan amonyak (NH_3), balıkların solungaçlarından atılan azotlu bir maddedir. Amonyak su içerisinde iki ayrı bileşik halinde

bulunmaktadır. Bunlar iyonize olmamış amonyak ($\text{NH}_3\text{-N}$) ile amonyum iyonudur ($\text{NH}_4^+\text{-N}$).

Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN) iyonize olmamış amonyağı ve amonyum iyonunu içermektedir. Amonyağın iyonize olup olmaması, suyun pH'sı ve sıcaklığına bağlıdır. pH ve sıcaklık arttıkça amonyağın iyonlaşma oranı azalmaktadır (Coffin ve diğ., 1992; Masser ve diğ., 1992; Losordo ve diğ., 1992; Landau, 1992). Amonyum iyonunun ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) sucul canlıların hücre çeperinden geçemediği, iyonize olmamış amonyağın ($\text{NH}_3\text{-N}$) ise, tam aksine geçebildiği, bu nedenle iyonize olmamış amonyağın balıklar ve pek çok sucul organizma üzerinde toksik etkisinin bulunduğu belirtilmektedir (Drennan ve Malone, 1992; Malone ve Drennan, 1993). Farklı azot formları için deniz suyundaki referans değerler Çizelge 2.2'de verilmektedir.

Çizelge 2.2: Azot formları için referans değerler

Parametre	Temiz Deniz Suyu	Kirli Deniz Suyu
Nitrit	0.01-0.5	>0.5
Nitrat	0.5-1	4
Amonyum	0.5-1	>2

Suyun pH'sı ve sıcaklığı arttıkça toksik formdaki TAN'ın oranı artmaktadır, pH artışı sıcaklıktan daha fazla etkilidir. pH'ın bir birim arttığı sucul ortamlarda toksik iyonize olmamış amonyağın 10 kat daha fazla arttığı görülmüştür (Durborow ve diğ., 1992a). Örneğin, pH 6.5'ten 8.5'e arttığı esnada amonyağın etkisinin 0.03'den 3.39'a çıktığı söylenebilmektedir (Stickney, 1991).

Balıklarda amonyak dokulardaki oksijen tüketimini arttırmakta, solungaçlara zarar vermekte ve kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltmaktadır. Deniz suyundaki amonyak fazlalığı balıklarda böbrek, dalak, tiroit bezi ve kanlarında histolojik değişimlere yol açmaktadır. Ayrıca, amonyak fazlalığı balıkların bağışıklık sistemini zayıf düşürerek hastalanmasına olanak sağlamaktadır.

Balıklar tarafından absorbe edilen nitrit, hemoglobin ile reaksiyona girerek iyi bir oksijen taşıyıcısı olmayan metahemoglobin oluşur. Bu durumda nitrit absorpsiyonunun devam etmesi dokulara oksijen taşınamaması (hypoxia) ve bu sebeple de dokuların koyu mavimsi bir hal alarak derinin soluklaşmasına (cyanosis) sebep olmaktadır. Ayrıca nitrit fazlalığından dolayı kan kahverengi bir hal alarak

Kahverengi Kan Hastalığı olarak bilinen hastalık da ortaya çıkmaktadır (Durborow ve diğ., 1992b; Yanık ve Atamanalp, 2001). Bu hastalıkta deniz suyunda yeterli düzeyde çözünmüş oksijen olsa bile metabolizmada fazla miktardaki metahemoglobinden dolayı dokulara yeterli düzeyde oksijen taşınmaz ve balıklarda ölüm gözlenir. Deniz suyu kolonundaki klor iyonlarının fazlalığı denizel ortamda nitrit sorununu önleyici etki oluşturmakla birlikte tuzluluğun düşük olduğu denizlerde nitrit problemi daha fazla sorun teşkil etmektedir.

Nitrat çok yüksek konsantrasyonlar dışında sucul organizmalar için toksik olmayıp özellikle denizel bitkiler tarafından kullanılmaktadır. Nitrat eksikliği sucul ekosistemdeki fitoplankton gelişimini sınırlar iken, fazlalığında ise nitrofil alglerin aşırı çoğalmasına sebep olur. Cyanophyceae ve Euglenophyceae'nin bazı türlerine organik azotun yüksek olduğu su kolonlarında fazlaca rastlanılmaktadır. Ayrıca, *Asterionella formosa* (Diatome)'nın 200 mg/L'nin altında nitrat içeren ortamda çok iyi gelişim gösterdikleri belirtilmiştir (Cirik ve Cirik, 1999).

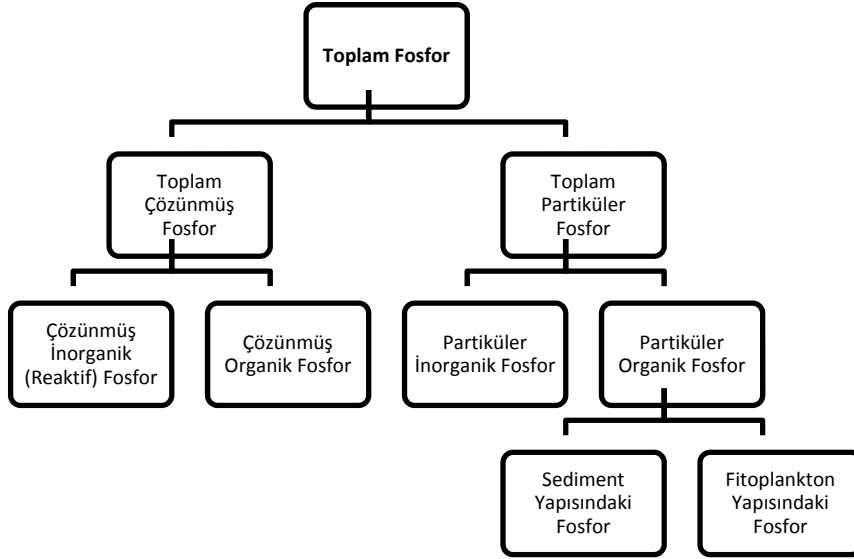
2.2.7 Fosfor değişimlerinin sucul organizmalara etkileri

Fosfor, biyolojik açıdan önemli rolleri olan pek çok molekül ve membranın önemli elementidir. Hayvanların kabuk, kemik ve dişleri için fosfora ihtiyaçları vardır. Fosfor, gaz halinde atmosferde bulunmaz, karada fosfor bileşikleri halinde bulunur. Kayaların aşınmasıyla çok az miktarda fosfor, fosfat halinde toprağa geçer ve akarsular ile denize taşınırlar. Bazı fosfat tuzları suda fazla çözünemediklerinden denizlerin dibine çöker. Birçok denizin verimli olmamasının sebebi fosfor eksikliğidir (Ünal ve diğ., 2001). Azot gibi önemli besleyici elementlerden olan fosforun sucul ekosistemde bulunuş formları Şekil 2.1'de verilmektedir.

Toplam fosfor su ortamında partikül ve çözünmüş halde bulunan fosforları içine alır (Gürel ve diğ., 2007). Sucul ekosistemlerde partikül halinde bulunan fosfor ise, kil ve diğer minerallerin yapısında bulunan partiküller üzerine adsorbe olmuş ölü ya da canlı bakteri, bitki ve hayvan bünyesindeki fosforu kapsamaktadır. Çözünmüş haldeki fosfor ise, ortofosfat, polifosfat, organik kolloidlere adsorblanmış fosfor ve düşük moleküler ağırlıklı fosfat esterleridir.

Organik bileşiklerin çoğunda fosfor, fosfat formunda bulunur. Ölü organizma atıklarındaki organik fosforların büyük bir kısmı ortofosfat ürünü şeklinde ortaya çıkar. Ortofosfatlar bakteriler, fitoplankton ve makrofit tarafından hızlıca absorbe

edilmektedirler. Özellikle fitoplankton ortofosfat absorpsiyonunda önemli bir yere sahip olup geri kalan kısmı ise sediment tarafından absorbe edilmektedir.



Şekil 2.1: Deniz suyundaki fosfor türleri.

İnorganik fosfatlar denizel bitkiler tarafından asimile edilerek zooplankton ve diğer canlıların faydalanabileceği organik forma geçer. Bitki ve hayvansal ölü atıklarının bakteriyel etkiler sonucunda inorganik fosfat ekosisteme salıverilir. Deniz suyu kolonunda fosfor derinliğe bağlı değiştiği gibi mevsimlere ve bölgelere göre de değişiklik göstermektedir (Başer, 2006).

Fosforun bir özelliği de, ortamda bol bulunduğu organizma tarafından depo edilip daha sonra kullanılabilmesidir. Ancak, doğal sularda normal koşullarda fosfor miktarı azot miktarından daha düşüktür. Hatta fosfor bazı ortamlarda büyümeyi sınırlayıcı derecede düşük yoğunluklarda bulunmaktadır. Akdeniz’de de fosforun sınırlayıcı element olduğu belirlenmiştir (Krom ve diğ., 1991). Bununla birlikte, evsel atıklar ve çiftlik atıkları ile kirlenen kıyısularda fosfor oldukça yüksek düzeylere çıkarak ötrofikasyona yol açabilmektedir (Ünlü, 2006).

Su canlılarında büyüme genellikle fosfor miktarı ile doğru orantılıdır. Fosfor sucul ekosistemlerde planktonu çoğaltmakta, buna bağlı olarak yüksek yapılı canlıların hem miktarı artmakta hem de bireysel olarak daha büyük görünmelerini sağlamaktadır. Fosforun ortamda aşırı artışı inhibitör etki göstermesine de yol açabilir. Örneğin Dinobryon için 5 mg/L inhibitör konsantrasyonudur. Yine 10-40 mg/L fosfat içeren sularda *Scenedesmus quadricauda* yaşamını sürdürürken.

Asterionella formosa 50 mg/L üzerindeki fosforlu sularda gelişimlerini durdururlar (Cirik ve Gökpinar, 1993).

Organik kirlilik, özellikle azot ve fosfordan kaynaklı kirlilik, denizel ekosistemde çevresel sorunlara neden olan birincil etken olarak kabul edilmektedir. Genel olarak, bu atıkların % 80'i denizel ekosistemdeki bitkiler için yarar sağlarken, organik atıkların hacim ve süresine, denizel ortamın özümleme veya taşıma kapasitesine bağlı olarak ortama giren azot ve fosfor ötrofikasyona kadar gidebilen sorunlara neden olabilmektedir. Ötrofikasyon sonucu sudaki çözünmüş oksijen miktarı düşmekte, bulanıklık artmakta, düşük oksijenli ya da oksijensiz ölü bölgeler oluşabilmekte, deniz yosunları ve mercanlar olumsuz etkilenebilmekte, balık ölümleri ve aşırı alg üremesi görülebilmektedir (Yanık ve Atamanalp, 2001).

2.2.8 Klorofil a değişimlerinin sucul organizmalara etkileri

Denizel ortamlarda üretim ve verimlilik tahminleri yapabilmek için öncelikle fitoplankton biyomas düzeylerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu da fitoplankton yoğunluklarının nicel olarak analizini gerektirmektedir. Böylece sucul ortamların birim alan ya da hacimdeki ürün miktarı ile verimlilik düzeyleri hakkında fikir edinilebilmektedir.

Fitoplankton biyomasının hesaplanmasında kullanılan klorofil a analiz yöntemi, bu pigmentin tüm fotosentetik alg gruplarında bulunması, analizinin kolay olması ve kısa sürede yapılabilmesinden dolayı en fazla kullanılan yöntemlerden biridir. Klorofil a'nın denizlerde fitoplanktonun biyomas indikatörü olduğu uzun yıllardan beri bilinmektedir. Fitoplankton biyomasının belirlenmesinde hücre hacimlerinin ve karbon miktarlarının belirlenmesi gibi yöntemler de kullanılmakla birlikte, sözü edilen bu yöntemlerin uygulanabilmesi oldukça fazla zaman gerektirmektedir. Bu nedenle tür kompozisyonu hakkında bilgi vermesede klorofil a halen en fazla kullanılan biyomas belirleme yöntemlerinden biridir. Klorofil a fitoplankton biyomasının bir ölçüsüdür ve ortamın trofik düzeylerine göre sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Klorofil a miktarı fitoplankton büyümesinin bir göstergesi olduğundan, fitoplanktona etki eden çevresel faktörler bu organizmalardaki klorofil a miktarını da etkilemektedir. Bu faktörler besleyici element miktarları gibi suyun kimyasal özellikleri ile ışık ve sıcaklık gibi fiziksel özellikleri olabilir (Ünlü, 2006).

2.2.9 BOİ değişimlerinin sucul organizmalara etkileri

Biyolojik oksijen ihtiyacı, aerobik şartlarda bakterilerin organik maddeyi parçalayarak stabilize etmeleri için gereken oksijen miktarı olarak tanımlanır. Özellikle evsel ve endüstriyel atıkların kirlilik derecelerini belirlemede yaygınca kullanılan bir test olup SKKY’de genel kriterlerde yer almamasına rağmen gerek yurt içi gerekse de yurt dışı çalışmalarında yaygınca kullanılan bir deniz suyu kirlilik parametresidir. BOİ, 20 °C’de karışık bir mikroorganizma topluluğu tarafından kullanılan oksijen miktarının ölçümünü içeren bir test olup sucul ortamlardaki organik atık madde miktarının biyokimyasal oksijen istemi cinsinden ifadesidir.

BOİ değerlerinin yüksek olması suda organik kirliliğin olduğunu göstermektedir. Türk Çevre Mevzuatı tarafından (1999) bildirilen su kalite kriterlerine göre BOİ değeri 25 mg/L olan kıta içi su kaynakları kalite yönünden 1. sınıfta yer alırken, BOİ değerleri 70 mg/L’nin üzerindeki sular 4. sınıfta yani organik maddece kirlili olarak sınıflandırılmaktadır (Ünlü, 2006).

2.2.10 Ağır metallerin sucul organizmalara etkileri

Ağır metaller doğal olarak yer kabuğunda serbest iyonlar veya bileşikler halinde geniş bir dağılım göstermektedir. Sabit ve devamlı çevre kirleticileri olan ağır metallerin ortamdaki miktarları azaltılamadığı ve yok edilemediği için, konsantrasyonları sürekli olarak artmaktadır. Bunlar, sucul ortamlar veya onu çevreleyen karasal ortamlardaki organizmalarda birikme eğilimi göstererek besin zincirinin en tepesinde yer alan insanlara kadar ulaşır. Entegre bir sistem olan toprak, su, hava, sediment ve biyotanın çevredeki ağır metallerin birikiminde önemli role sahip olduğu bildirilmiştir. Bununla beraber, çoğu gelişmiş ülkelerdeki endüstriyel faaliyetlere paralel olarak, demir ve civa hariç diğer pek çok metalin çevredeki konsantrasyonunun, yer kabuğundaki doğal miktarına oranla 100 ile 1000 misli arttığı belirtilmiştir (Wedepohl, 1991; Förstner ve diğ., 1993; Özdilek, 2002).

Denizel ekosistemlerde iz miktarlarda bulunan ağır metallerin organizmalardaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklılık arz etmektedir. Belli konsantrasyonlarda toksisiteleri yüksek olup özellikle civa, kurşun ve kadmiyum gibi esansiyel olmayan metaller nispeten çok düşük konsantrasyonlarda bile öldürücü etki gösterebilirler. Sularda çok uzun süre kalabilme ve sucul organizmaların dokularında birikebilme özelliğine sahip olduklarından dolayı, çok düşük yoğunluklarda bile

denizel organizmalara ve dolayısıyla bunlardan beslenen insanlara da zehirleyici etkide bulunabilirler (Türkmen, 2003).

Ağır metallerin denizel ortamlarda birikimi; atmosferik girdi, doğal alanlardan erozyon, lağım suları, yerleşim birimlerinden ve tarım alanlarından yüzey akışlar, endüstriyel kökenli atıkların karıştığı ve doğal ağır metal yüklerine sahip olan dereler veya maden bölgeleri ile ilgili olabilir (Santschi ve diğ., 1984; Dallinger ve Rainbow, 1993). Sonuç olarak kirleticiler sucul ekosistemin sedimentinde son bulur. Bununla birlikte, her bir aşamadaki katkılar bölgenin karakteristik özelliklerine bağlı olarak farklılık arz edebilmektedir.

Ekosisteme bağlı olarak ağır metallerin ortamlara katkısı değişebilir. Örneğin, genellikle sistemin tuzluluğu arttıkça bakırın ortamdaki konsantrasyonu da artar. Ağır metal kirliliği ortamlara göre fark edebileceği gibi, mevsimlere göre de farklılık arz edebilir. Bu yüzden, değerlendirme yapılmadan önce bölgenin dikkatli bir şekilde tanımlanması gerekmektedir (Özdilek, 2002).

Ağır metaller sucul hayatı etkileyen, indirgenemeyen inorganik kirleticiler olup, hücre zarının yapısını ve fizyolojik özelliklerini etkileyerek hücre, doku ve organlara zarar verirler, üremeyi olumsuz yönde etkiler ve ölüm oranını artırırlar. Ayrıca, sucul ekosistemlerde fonksiyonel ve yapısal değişimlere neden olurlar (Gabryelak ve diğ., 2000; Çetinbaş, 2003). Ağır metaller çok düşük konsantrasyonlarda bile plankton, sucul bitki, omurgasızlar ve omurgalıların da içinde bulunduğu sucul organizmalarda birikimlere ve zararlı etkilere neden olmaktadır (Anonim, 1995a).

Ağır metallerin besin zincirindeki biyolojik birikimi konusunda yapılan çalışmada Patrick ve Loutit (1976), krom, bakır, manganez, demir, kurşun ve çinkonun ilk olarak plankton ve bakterilere, buradan plankton ve bakterilerle beslenen borulu veya diğer kurtçuklara, bu canlılardan da balıklara geçtiği ve bu yolla besin zincirine katıldıkları ve birikim gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise selenyumun fitoplanktondan zooplanktona, oradan da balıklara biyolojik transferlerinin gerçekleştiği bildirilmiştir (Biddinger ve Gloss, 1984).

Dünyanın her yerinde kıyısulardaki kontaminasyonu izlemek için midye, istiridye ve deniz tarakları gibi bivalvelerin biyomönitör olarak kullanıldığı ve ağır metallerden etkilendiği ortaya çıkartılmıştır (Bat ve diğ., 2006; Canpolat, 2001). Midyeler ve kabuklular (yengeç, istakoz, karides vs.) sucul ortamdaki metal kirliliğinin belirlenmesinde en çok kullanılan canlı organizmalar olup, ağır metallerin farklı

konsantrasyonlarında morfolojik ve fizyolojik olarak farklı tepkiler oluşturmakta ve hatta sonu ölümle bile sonuçlanmaktadır (Canpolat, 2001). Askıdaki katı maddeyi filtre ederek beslenen bu bivalveler metalleri ya çözünmüş halde absorblayarak ya da partikül halde yutarak bünyelerine alabilirler. Çözünmüş halde alım, esas olarak solungaçlar vasıtasıyla olur ve muhtemelen enerji kaybı gerektirmez (Carpene ve George, 1981). Besin parçacıklarıyla ilgili metaller ise ancak parçacık halde besinlerin yutulması ve sindirim sistemine alınmasıyla organizmalar için kullanışlı hale geçer (Wang ve diğ., 1995).

Ayrıca, sucul ekosistemdeki poliketlerin de ağır metallerden etkilendiği hatta bünyelerinde biriktiği belirtilmektedir. Tüm bu sucul organizmalara ilaveten, sucul ortamdaki makroalglerin çözünmüş metali hem aktif, hem de pasif bir şekilde almaları sebebiyle talluslarındaki metal konsantrasyonunun, sudaki değerinin bir kaç katı olduğu belirtilmektedir (Rainbow ve Phillips, 1993; Rainbow, 1995; Shehata ve diğ., 1999).

Akuatik ortama serbest olarak bırakılan metaller, balıklarda fizyolojik düzensizliklere yol açar ve balıkların kan parametrelerine de etki eder (Sehgal ve Saxena, 1986). Genellikle ağır metallerin etkileri balıklarda negatif olarak strese yol açar ve çoğu durumlarda ölümle sonuçlanır. Balıklarda ağır metaller subletal dozlarda yüzme hareketlerinde koordinasyon bozukluğu, çeşitli fiziki etkilerle besin almaya karşı duyarsızlık, operkulum hareketlerinde artış gibi çeşitli davranış değişikliklerine neden olurken, metal konsantrasyonun artması ile davranışlarda gözlenen değişimler ortadan kalkar. Davranışlarda görülen değişimler, etkide kalma süresine bağlı düzelmenin balığın ortama katılan kirletici ajana karşı tepkisinden ve değişen ortam şartlarına alışmasından kaynaklanabilir (Hilmy ve diğ., 1987; Kuşatan ve Cicik, 2004). Ağır metaller balıkların solunum yollarına da çeşitli şekillerde etki ederler. Bu etkiler, solungaç operküllerinin ağır metal ile dolarak kan dolaşımını yavaşlatması ve kalpte sıkışma meydana getirmesinden kaynaklanabilir (Tosyalı, 2005). Kurşun, civa, bakır, çinko gibi ağır metaller suda çok az bulunurlar. Bunların hepsi sucul hayvanlar için toksiktir ve çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür. Çünkü ağır metaller solungaçlar üzerine çökerler ve solungaçların salgıladığı salgıyı pıhtılaştırarak oksijen alınmasını zorlaştırır. Örneğin, solungaçlarda yüksek oranda demir birikiminin olması, asfeksi sonucu balık ölümlerine neden olabilir. Özellikle ortamdaki yavru balıkları etkileyerek popülasyonun gelişmesini önleyebilir (Şeker ve diğ., 1998; Süren, 2004).

2.2.11 Deterjanlardan oluşan kirlilik ve sucul organizmalara etkileri

Deterjan kirliliği, sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Genellikle deniz suyundaki deterjan miktarının 0.1 mg/L'den fazla olması halinde organizmalarda toksik etkiler yapacağı belirtilmekte ve bu etkiler birçok tür için letal doz değerleriyle işaret edilmektedir (Egemen, 2000). Sentetik deterjanlar içerdikleri fosfor nedeni ile deterjanların sularda oluşturduğu köpük, estetik bir sorun olarak ortaya çıkar. Bunun ötesinde deterjanlar kimyasal yapılarına bağlı olarak alıcı su ortamlarında çeşitli düzeylerde kirliliğe neden olabilirler. Bir diğer önemli kirlletici madde de deterjanlarda katkı maddesi olarak kullanılan ve yüzey aktif maddelerin etkinliğini artırma özelliği bulunan sodyum tripolifosfat (STPP) olup, kullanımında da çeşitli kısıtlamalar ve yasaklamalar söz konusudur. Katkı maddelerinin birinci görevi suyu yumuşatmaktır. Bunlar birçok avantajlarının yanı sıra fosfor içermesi nedeni ile önemli çevre problemlerine de yol açmaktadırlar. Çünkü STPP içerdiği yüksek düzeydeki fosfor nedeni ile sularda alg çoğalmasının artmasına ve dolayısıyla oksijen azaltımına neden olmaktadır. Bu durumda su canlıları yok olup, ötrofikasyon ortaya çıkmaktadır (Ekici ve Yarsan, 2009). Bazı deterjanların, *Crassostrea gigas*, *Mytilus galloprovincialis* gibi bivalvlerin filtrasyon aktivitesini inhibe ettiği bilinmektedir (Ostroumov, 2003).

2.2.12 Bakteriyojik kirlilik ve sucul organizmalara etkisi

Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan mikroorganizmalar, genellikle hastalıkla veya taşıyıcı olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarlarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki ya bu atıklarla doğrudan temasla ya da atıklarının karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. Deniz ve iç suların lağım sularından başka çeşitli kirleticilerin karışması veya suda biriken organik maddelerin çürümesi sonucu gelişen bakteri popülasyonları bakteriyel kirlenmeye neden olur (Tanyolaç, 1993).

Kıyılar kendine özgü doğal ortam koşullarıyla, insanların tercih ettiği önemli mekanlardan biri olup artan nüfus ve yerleşme oranı, ekolojik çevre baskınlarının artmasına ve dolayısıyla kıyı alanlarının bozulmasına neden olmaktadır (Koçman, 2002). Kıyı deniz sularının özellikle kanalizasyon atık sularıyla kirlenebileceği hatta bunun ciddi sağlık sorunlarına yol açacağı bilinmektedir (Barua, 1992). Özellikle deniz ortamına arıtmaksızın verilen atık suların koleraya neden olan mikropların sucul kütlede yayılmasına ortam hazırladığı ve bunun sonucunda insan ve/veya diğer

canlıların sağlığını tehdit edebileceği göz ardı edilmemelidir (Gil ve diğ., 2004). Deniz suları tuzluluk, ortalama sıcaklık, derinlik ve nütrient yapısındaki farklılıklardan dolayı farklı bakteri gruplarının yaşamına olanak sağlar. Atık suların herhangi bir arıtma işlemi uygulanmadan çevre sularına katılması, içerdikleri organik maddelerin mikroorganizmalarca parçalanması sonucu çevre sularında doğal yaşam koşullarının bozulmasına neden olurken, içerdikleri çeşitli toksik maddeler ve patojen mikroorganizmalar nedeniyle de insan sağlığı açısından da önemli tehlikeler oluşturduğu bilinmektedir (Garber, 1987; Holmstrom ve diğ., 2003).

Deniz sularının bakteriyolojik kirlilik açısından genel kalite değerlendirilmesinde hiçbir parametre aranmazken, rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlanması gereken standart değerlerde toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok sayıları dikkate alınır. Koliform grup denildiğinde fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmeyen, 35 °C'de 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit oluşturan çubuk bakteriler anlaşılır. Başlıca koliform grupları *E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii*'dir. Fekal koliformlar ise, 44-46 °C arasında selektif besiyerinde laktozu fermente ederek gaz oluşturabilen dışkı kökenli koliformlardır (Halkman, 2005).

Koliform grubu bakterilerin doğal habitatları, vücut sıcaklıkları çevre sıcaklığına bağlı olarak değişmeyen (homoitherm) hayvanların bağırsakları olduğu gibi bunlar bitki veya toprak kökenli de olabilirler. Koliform grup bakteriler içinde sadece *E. coli* bağırsak kökenlidir ve dolayısıyla *E. coli* bulunan bir örnek doğrudan veya dolaylı olarak dışkı ile bulaşmış kabul edilir. Fekal kirlenmenin değerlendirilmesinde *E. coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve fekal koliform fajları gibi organizmalar gösterge olarak kullanılmasına rağmen genelde indikatör organizma *E. coli*'dir. Mikrobiyolojik kirleticiler suda bulunabilecek diğer kirleticilerle kıyaslanmayacak derecede büyük ve yaygın tehdit oluşturabilmektedir. Bunların varlığı suya hammaddeden başlayıp suyun taşınmasına kadar bir ya da daha fazla aşamada doğrudan ya da dolaylı olarak lağım ile dışkı bulaştığının göstergesidir (Dinçer ve diğ., 2001).

Canlı balığın bakteriyel florası içinde yaşadığı suyun mikrobiyal içeriğine bağlı olarak değişir. Karides, yengeç, istakoz gibi kabuklu su ürünlerinde balıklara benzer mikrobiyal flora bulunmakla birlikte kabuklu etlerinde meydana gelen bozulma karakteristiği balıklardaki duruma çok benzemektedir. Dolayısıyla deniz suyunda meydana gelen bakteriyolojik değişmelerin sadece balıkları etkilemeyip, ekonomik

değeri yüksek olan diğer deniz canlılarını da etkileyeceği göz ardı edilmemelidir (Frazier ve Westhoff, 1988; Jay, 1992). Temiz sularda avlanan balık ve su ürünleri genellikle gıda zehirlenmelerine neden olan mikroorganizmaları içermez. Ancak patojen mikroorganizma içeren alanlardan avlanan balık ve diğer su ürünleri bu mikroorganizmalardan etkilenmiş olabilir (Çaklı ve Kışla, 2003). İnsanlarda enfeksiyona neden olan bakteriler, genellikle balıklarda enfeksiyona neden olmaz ama bu bakteriler balığın bulunduğu ortamda bulunarak balık ve balıkçılık ürünleriyle taşınabilirler. Bazı bakteriler ise hem insanda hem de balıklarda enfeksiyona neden olabilirler (Embarek, 1994; Arslan ve diğ., 1995; Anonim, 1995a; Huss ve diğ., 2000; Rocourt ve diğ., 2000; Basti ve diğ., 2006).

2.3 Deniz Suyu Kalitesi Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar

2.3.1 Dünya denizlerinde deniz suyu kalitesine yönelik çalışmalar

Contreras-Espinosa ve Warner (2004) tarafından Meksika Körfezi kıyı sulak alanları ekosistem karakteristikleri ve yönetimi hususları üzerine ilk defa yapılan araştırmada tuzluluk, çözünmüş oksijen, amonyum, nitrat, nitrit, fosfat, total fosfor, N:P oranı, BOİ ve klorofil a gibi fizikokimyasal parametreler 29 istasyondan toplanan deniz suyu numunelerinde analiz edilmiştir.

Hughes (2004) Antartik'te yapmış olduğu çalışmada kıyısız alan boyunca yerleşmiş olan birçok araştırma istasyonundan deniz ortamına kontrolsüz olarak kanalizasyon atıklarının atıldığını ve bu atıkların yerel yaban hayatı olumsuz etkilediğini belirtmiştir.

Damme ve diğ. (2005) Scheldt Haliçi (Kuzey Denizi)'nde su kalitesinin zamansal ve bölgesel değişimini 7 yıllık zaman aralığında; sıcaklık, pH, tuzluluk, çözünmüş oksijen, amonyum, nitrit, toplam fosfor, ortofosfat, silikat, klorofil a, organik madde ve askıda madde yükü gibi fizikokimyasal parametrelerden elde edilen bulgular ışığında inceleyerek, haliçin ağır karbon ve besin yüküne maruz kaldığını ifade etmişlerdir.

Elmanama ve diğ. (2006) 2002-2003 yılları arasında Gazze Plajı'nda yapmış oldukları çalışmada yüksek oranda kirleticinin atık sular ile denizel ortama giriş yaptığını ve deniz suyu kirliliğinin halk sağlığına olası etkilerinden dolayı dünya genelinde giderek artan bir ilgi kazandığına değinmişlerdir.

Dhage ve diğ. (2006) Mumbai batı kıyılarında deniz suyu kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, kıyıdan sırasıyla 1, 3 ve 5 km denize doğru lokalize olmuş istasyonlardan toplanan numunelerde sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, BOİ, amonyak azotu, fosfat, total koliform, fekal koliform, fekal streptokok, deterjan, pestisit ve bazı ağır metaller gibi değişkenlerin mevcut durumunu tespit etmişlerdir.

Martinez ve diğ. (2007) küresel ölçekte kıyısız alanların ekolojik, ekonomik ve sosyal önemini araştırmışlardır. Elde ettikleri verilere göre, dünyada geniş alanda çeşitlilik gösteren kıyıların dar kayalık alanların jeomorfolojik özelliklerini taşıdığını ve kıyı ülkelerinin % 16'sında kumsal sahilin bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, 100 km'lik limitler dâhilinde % 72'sinde hala doğal ekosistemlerin yer aldığı, geriye kalan kısmın ise insan faaliyetleri ile değiştirildiği de belirtilmektedir. Yine aynı çalışmada, doğal ve nispeten iyi korunmuş karasal ekosistemlerde en büyük alanın Kanada, ekili alan olarak en geniş değerlerin Çin ve Endonezya'da, kentsel gelişim göstermiş kıyısız alanların da en fazla olarak ABD ve Japonya'da bulunduğu söylenmektedir. Kıyısız ülkelerin % 50'sinden fazlasının 100 km'lik alan içerisinde yaşama oranının toplam nüfusun % 80-100 arasında değiştiği belirtilmiştir. Araştırmacılar dünyadaki 33 mega kentin 21'inin kıyı şehri olduğunu özellikle vurgulayarak mevcut senaryo ve iklim değişimi ele alındığında kıyısız alanların ciddi sorunlar ile karşı karşıya kalacağını, sürdürülebilir bir başarı elde edilebilmek için ise dünyanın en değerli bu alanlarının ayrıntılı olarak çalışılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Anderson ve diğ. (2008) hemen hemen her kıyısız ulusun zararlı alg çoğalmasından etkilendiğini belirttikleri çalışmalarında, Maine Körfezi'nde (ABD) tehlikeli alg çoğalması problemine karşı deniz suyu örneklerinde nitrit, nitrat, silikat, fosfor gibi besin elementleri değerlerini ortaya çıkartmışlar ve ABD kıyılarının risk altında olduğunu ifade etmişlerdir.

Suratman ve diğ. (2008) Kuzey Denizi'nde gerçekleştirdikleri çalışmada, organik azotun deniz suyundaki döngüsünü izlemek amacıyla çözülmüş inorganik azot, çözülmüş organik azot ve partiküler organik azot değişimlerini 1 yıl boyunca izleyerek fitoplankton büyümesi ile ilişkilendirmişlerdir.

Robertson ve diğ. (2008) bulanıklık, yüksek besin girişi ve biyolojik aktivitelerden dolayı ötrofik ile hiperötrofik göl karakterinde olan Salton Denizi (Kaliforniya)'nda çözülmüş fosfor, azot, klorofil a konsantrasyonları ile, seki disk ve N:P oranı gibi fizikokimyasal değişkenleri uzun dönem boyunca izlemişlerdir.

Webber ve diğ. (2009) körfez suları kalitesini anlamaya yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda, planktonik komünitelerin dağılımı ile birlikte fizikokimyasal parametrelerin de belirli periyotlar halinde izlenmesinin gerektiğini belirtmişlerdir.

Suratman ve diğ. (2009) Kuzey Denizi'nde çözünmüş ve partiküler organik karbonun bölgesel ve mevsimsel değişimini izlemişler ve denizel ortamda karbon döngüsünün dinamiklerine değinmişlerdir.

Tan ve diğ. (2009) Bohai Denizi'nde (Çin) yapmış oldukları çalışmada denizel ortamların en önemli kirleticileri arasında yer alan organoklorlu pestisitlerin miktar olarak yetkili kuruluşun sınır değerini aşmadığını fakat bu değerlerin Avrupa Birliği standartlarının üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, elde edilen bulgular ışığında su kütlesindeki bu tür kirleticilerin insan sağlığı ve ekosistem için tehlikeli bir durum oluşturabileceğini vurgulamışlardır.

Kuvaldina ve diğ. (2010) tarafından Finlandiya Körfezi (Baltık Denizi)'nde klorofil a ve besin dinamiklerine kıyusal upwelling olayının etkisi üzerine gerçekleştirilen çalışmada; güçlü doğu rüzgârlarıyla birlikte kıyusal alandan uzaklaşan suların yerini besin değeri yüksek ve sıcaklığı nisbeten daha düşük olan su kütlesine bıraktığını ortaya çıkartmışlardır. Ayrıca, derin su tabakalarında besinlerin dikey taşınmasının önemi vurgulanmış ve kıyusal alan değişimlerinin gerçek manada anlaşılabilmesi için biyolojik, kimyasal ve fiziksel parametrelerinin de belirlenmesi gerektiği rapor edilmiştir.

2.3.2 Türkiye denizlerinde deniz suyu kalitesine yönelik çalışmalar

Bizsel ve Uslu (2000) İzmir Körfezi'nde yapmış oldukları çalışmada, deniz suyunun özellikle insan kaynaklı fosfat, azot ve demir girdilerinin yoğun olduğu iç körfez sularında en kirli, orta sularında iç su kütlesi kadar kirli ama kritik seviyede olmadığını, körfez dışı su kütlesinde ise tipik Akdeniz kıyı ekosistemi özelliklerini taşıdığını saptamışlardır.

Tuğrul ve diğ. (2005) Levantin Baseni (Doğu Akdeniz) kıta sahanlığı suları mevcut kalite parametreleri aylık değişimlerini, Erdemli açıklarındaki üç istasyondan toplanan deniz suyu örneklerinde; seki disk derinliği, tuzluluk, sıcaklık, yoğunluk, besin elementi, partikül madde ve klorofil a miktarlarını tespit ederek incelemişlerdir.

Koçum (2005) Çanakkale kent merkezi kordon hattı boyunca seçmiş olduğu üç noktadan topladığı deniz suyu örneklerinde; sıcaklık, nitrit, nitrat, amonyum, fosfat, silikat ve klorofil a miktarlarını ölçmüştür. Araştırmacı, kıyısal alanda fosfor miktarının araştırma bulgularına göre sınırlayıcı durumda olduğunu, evsel veya endüstriyel kökenli fosfor ihtiva eden atıkların deniz suyuna karışması durumunda ise ötrofikasyonun oluşabileceğine dikkat çekmiştir.

Yılmaz ve diğ. (2006) deniz sularında anyonik deterjan belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışma sonucunda, atık su arıtma tesisi sonrasında deniz suyunda iyileşmenin olduğunu, yüzey aktif maddelerin, tüm dünyada kirlilik izlemede önemli parametreler arasında yer aldığını ve bu nedenle düzenli olarak izlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Başaran-Kaymakçı ve diğ. (2006) Ildır Koyu'nda balık çiftliklerinin deniz suyu kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla 2000-2004 tarihleri arasında farklı zamanlarda mevsimsel olarak topladıkları deniz suyu örneklerinde; sıcaklık, çözünmüş oksijen, tuzluluk, pH, seki disk derinliği, nitrit, nitrat, amonyak ve fosfor miktarlarını saptamışlardır. Ayrıca ağ kafeslerinin karadan oldukça uzak olması, derinliklerin yüksek oluşu ve yemlemenin kontrollü olarak yapılması nedeni ile su kalite kriterlerinde önemli boyutta değişimin olmadığını da rapor etmişlerdir.

Orçun ve Sunlu (2007) Sığacık Körfezi'nde balık çiftliklerinin sucul ortama olan etkilerini belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışmada; besleyici tuzlardan inorganik amonyum, nitrat, nitrit, silikat, fosfat, pH, çözünmüş oksijen, tuzluluk, magnezyum, kalsiyum ve organik madde miktarlarını aylık olarak incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bölgede su kalitesi ile anlamlı ama tehlikeli olmayan boyutlarda kirliliğin gözlemlendiğini tespit etmişlerdir.

Durallı ve Egemen (2009) tarafından İzmir Orta Körfezde yer alan Urla İskelesi'nde toplam 5 istasyonda, mevsimsel olarak Mayıs 2003-Şubat 2004 tarihleri arasında örnekleme yaparak yüzey sularında deniz suyu sıcaklığı, çözünmüş oksijen, tuzluluk, pH, berraklık, anyonik deterjan, nitrit, nitrat, amonyum, silikat, fosfat, klorofil a ve sedimentte yanabilen madde (%) düzeyleri saptanmıştır.

Aksu (2009) İzmir Körfezi'nin farklı bölgelerinde ağ kafeslerde balık yetiştiriciliği yapan bazı işletmelerin deniz suyu ve sediment kalitelerini belirlemek amacıyla her çiftlikte 2 istasyondan olmak üzere su ve sediment örnekleri toplamış ve bu örneklerin; sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, tuzluluk, berraklık, klorofil a, besleyici elementler (nitrit, nitrat, amonyum ve fosfat) ile organik karbon

değişimlerini incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre balık çiftliklerinin sucul çevreyi olumsuz yönde etkilediği, bazı çiftliklerin yanlış besleme stratejileri ve çiftliğin kurulu olduğu koyda derinliklerin düşük olmasından dolayı sucul çevre üzerindeki etkilerinin daha belirgin olduğunu ortaya çıkartmıştır.

Yozukmaz ve diğ. (2011) Ege Denizi kıyılarından topladıkları sediment örneklerinde organik kalay bileşiklerini incelemişler ve bu tür deniz kirliliği izleme çalışmalarının Türkiye genelinde yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Tuğrul ve diğ. (2011) Kuzeydoğu Akdeniz (Kilikya Baseni) sularında ötrofikasyon indikatörü parametrelerin değişimi üzerine yapmış oldukları çalışmada; kıyı ekosistemlerinin insan kaynaklı baskılar ile sürekli değişim gösterdiğini, özellikle yarı kapalı ve dış denizlerle su değişiminin sınırlı olduğu Mersin ve İskenderun Körfezi gibi bölgelerin ekolojik özelliklerinin korunması ve ötrofikasyon riskinin en aza indirgenebilmesi için denize taşınan organik madde ve fosfor yüklerinin azaltılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Turkdogan-Aydinol ve diğ. (2012) Marmara Denizi'nin en popüler yüzme alanlarından biri olan Prens Adaları (Büyükada, Heybeliada, Burgazada ve Kınalıada) etrafındaki deniz suyu numunelerinden mikrobiyolojik ve fizikokimyasal (sıcaklık, pH, seki disk, amonyak) analizler gerçekleştirmiş ve sonuç olarak elde edilen değerlerin Avrupa Birliği ve ulusal standartlar arasında olduğunu rapor etmişlerdir.

Gurun ve Kımıran-Erdem (2013) Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne deşarj noktasındaki bakteriyolojik kirlilik düzeyinin çok ciddi oranda risk taşıdığını belirtmişlerdir. Özellikle örnekleme zamanlarında yapılan ölçümlerde sudaki çözünmüş oksijen miktarının canlı yaşamı için uygun olmadığı söz konusu kirleticilerin akıntılar aracılığı ile taşınarak endüstriyelleşme ve nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgelerde bile kirlenmeye neden olabileceğine değinmişlerdir.

2.3.3 Karadeniz'de deniz suyu kalitesine yönelik çalışmalar

Erüz ve diğ. (1998) Trabzon kıyılarındaki su kirliliğinin balıkçılık faaliyetleri üzerine yapmış oldukları çalışmada sahil şeridi boyunca 11 farklı noktadan su örnekleri toplamışlardır. AKM bakımından elde edilen bulguların referans aralıkta olduğu, merkez kıyısında ağır metaller dışında diğer bütün kirlilik parametrelerinin limitleri zorladığı ve bazılarının aştığı rapor edilmiştir. Ayrıca, bölgenin evsel ve endüstriyel atıklar nedeniyle kirlendiği, geçmiş yıllara göre kıyaslama yapıldığında,

kirliliğin önemli derecede arttığı ve sonuç olarak spor amaçlı dahi kıyısız alanın kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir.

Yılmaz ve diğ. (1998) Güney Karadeniz'deki fotosentetik organik madde dağılımı ile ilgili 1995-1996 yıllarında bazı aylarda yapılan örneklemelerde deniz suyunun; sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, çözünmüş oksijen, partiküler organik madde, azot, fosfor, klorofil a miktarı gibi fizikokimyasal değişkenlerini incelemişlerdir.

Tuncer ve diğ. (1998) Karadeniz kıyıları boyunca karasal kökenli kirlilik kaynakları konsantrasyonunu ve yıllık yükünü belirlemeye yönelik gerçekleştirdikleri çalışmada; 6'sı endüstriyel atık kanalları, 12'si kanalizasyon ve 24'ü nehir-akarsu noktalarını kapsayan toplam 42 istasyondan su örnekleri toplayarak KOİ, BOİ, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyak azotu, toplam fosfor, toplam askıda katı madde, Cd, Cu, Pb, Zn, ve bazı pestisit türevlerini inceleyerek mevcut durum hakkında bilgi vermişlerdir.

Mirinchev ve diğ. (1999) Karadeniz'deki kirliliğe ve ötrofikasyona 17 akarsu ve 3 göl aracılığı ile Bulgaristan'ın kendi kıyılarından katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

Bakan ve Şenel (2000) Mert Irmağı-Karadeniz (Samsun) deşarjında yüzey sedimanı ve su kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada genel olarak su kütlesinin, kirlı su özelliklerini taşıdığını ve bu kirliliğin yüzey sediman tabakasında yüksek organik madde içeriğı ile kendini gösterdiğini saptamışlardır.

Güneş (2001) tarihsel süreçte uluslararası politikaların kurbanı olan Karadeniz'in kıyı alanları ve deniz çevresi uzunca bir süre, bölge devletlerinin birbirleriyle olan farklı nitelikteki sorunları nedeniyle ihmal edildiğini ortaya koymuştur. Araştırmacı, kıyıdaş devletlerin çevre sorunlarını göz ardı etme yanılığını sürdürmeleri Karadeniz'i son otuz yıl içinde, havza içinde yerleşik 160 milyon insanın fosfor, inorganik azot, petrol, civa, nükleer madde gibi zehirli atıkları için dev bir çöplük, Avrupa'nın yarısı için kanalizasyon çukuru haline getirmiş oluşunu özellikle vurgulamıştır. Ayrıca, Karadeniz'e kıyısı olan Türkiye, Rusya, Ukrayna, Romanya, Bulgaristan ve Gürcistan'ın bir araya gelerek kabul ettikleri ve hukuksal alt yapısını tarihsel sırasıyla 1992 Bükreş Sözleşmesi, 1993 Odessa Bildirgesi ile 1996 Karadeniz Stratejik Eylem Planı'nın oluşturduğu Karadeniz Çevre Programı ile bölge devletleri çevre sorunlarına ilişkin ortak önlemler alma çabası içine girmiş olmalarından da söz etmiştir.

Egemen ve Başaran-Kaymakçı (2002) Tekkeköy (Samsun) açıklarındaki 2 istasyondan bir defada aldıkları su numunelerinden elde ettikleri bulgular ile (çözünmüş oksijen, türbitide, pH, tuzluluk, organik madde, seston, klorofil a, nitrat, nitrit, amonyak, fosfat, silis) SKKY’de yer alan rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlaması gereken standart değerleri karşılaştırmışlar ve deniz suyu kalitesinin doğal özellikte olduğunu saptamışlardır.

Kucuksezgin ve Pazı (2003) Batı Karadeniz suları kimyasal bileşen oranının dikey yapısına yönelik ulusal izleme programı çerçevesinde yapmış oldukları araştırmada su kütlesinin; sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen, hidrojen sülfür, nitrat, nitrit, ortofosfat fosforu, reaktif silis gibi değişkenlerini irdelemişlerdir.

Boran ve diğ. (2004) denizlerin özellikle kıyı bölgelerinin kirlenmesinde akarsularla taşınan kirleticilerin önemli yer tuttuğunu belirtmişlerdir. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde çok sayıda akarsuyun bulunduğunu ve yörede yoğun yerleşimin, daha çok kıyı bölgeleri ile akarsu vadilerinde olduğundan dolayı kıyı bölgelerin kirlendiğini ve bu kirleticilerin direkt ve dolaylı şekilde deşarj edildikleri akarsuların hem kendilerini olumsuz yönde etkilediklerini hem de bu denizlere taşınarak kıyı ekosistemini bozduklarını vurgulamışlardır.

Çubukçu ve Tüysüz (2005) Tekkeköy Organize Sanayi Bölgesi’nde (Samsun) yapmış oldukları çalışmada deniz suyu dâhil olmak üzere topladıkları su örneklerinde Pb kirliliği ile düşük düzeyde Cu, Fe, ve Mn kirliliğini rapor etmişlerdir.

Bat ve diğ. (2007) son 25 yılda Karadeniz ekosistemi, özellikle Kuzeybatısındaki büyük hacimli nehirlerin taşıdığı kalite parametreleri arasında ileri derecede önemli olan besin tuzları konsantrasyonunun artmasından dolayı, fitoplankton ile zooplankton kalite ve miktarında değişikliklerin oluştuğunu, bu değişikliğin ise ekosistemde diğer canlı gruplarıyla birlikte hamsi balıkçılığına da etki ettiğini ifade etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, kıyısız ekosistemlerin dış kökenli atıklar ile etkilenen ilk halka olmaları nedeniyle mevcut deniz suyu kalitesinde meydana gelen değişikliğin upwelling olaylarının yaygınca karşılaştığı Karadeniz’de önem taşıdığını belirtmişlerdir. Özellikle Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinin deşarj olduğu kuzeybatı kıta sahanlığı ve Kırım Yarımadası’nın güneyindeki bölgede oldukça yaygın olduğu, Güneybatı Karadeniz’in ise batı kıyılarında upwelling olaylarının daha etkin rol oynadığı ifade edilmiştir. Ayrıca kıyısız upwelling olayının meydana gelmesindeki en önemli etkenler; nehir

akıntıları, mevcut akıntıların deniz dibinde engelle karşılaşarak yüzeye taşınımı, gelgit akıntıları ve rüzgar etkisiyle oluşan yüzey akıntıları olarak belirtilmiştir.

Boran ve Altınok (2010) Karadeniz'in, farklı kaynaklardan gelen, doğrudan ve dolaylı deşarj edilen kirleticiler tarafından oldukça fazla etkilendiğini ayrıca, çok sayıda ülkenin sanayi ve evsel nitelikli atık suların boşaltılması sonucunda Karadeniz'de ekotoksikolojik etkilerin oluştuğunu beyan etmişlerdir.

Güven ve diğ. (2010) anyonik deterjanın (LAS) 2004-2007 yılları arasında Türkiye sahillerindeki kirliliği ve Karadeniz'deki miktarını ortaya koydukları çalışmada; 82 istasyondaki LAS miktarını en yüksek Zonguldak limanında, en kirli yılın ise 2006 yılı olduğunu saptamışlardır. Batı ve Doğu Karadeniz mukayesesinde kesin bir sonuca varamayan araştırmacılar bu tür kirleticilerin deride ve gözde tahriş ile enzim inhibisyonu gibi toksik etkilere sahip bileşikler olduğunu vurgulamışlardır.

Akbal ve diğ. (2011) Orta Karadeniz kıyılarında 6 farklı istasyonda gerçekleştirilen yüzey suyu ve sediment kalitesi denemelerinde su kalitesi değişkenliğine en çok etki eden parametrelerin total karbon, total inorganik karbon, total fosfor, anyonik yüzey aktif maddeler, emilebilir organik halojenler, fenol, sülfat, sertlik, elektriksel iletkenlik ve pH'nın olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, total karbon, total inorganik karbon, total fosfor, redoks potansiyeli ve pH'nın ise sediment kalitesine en çok etki eden parametreler olduğu çoklu istatistiksel teknikler ile rapor edilmiştir.

Özkan ve Büyükişık (2012) Karadeniz'in fizikokimyasal parametrelerinin son değişimi üzerine Mayıs 2008, Ekim 2008 ve Şubat 2009 yıllarında toplam 12 istasyonda gerçekleştirdikleri çalışmada kıyıya farklı uzaklıkta ve birbirinden bağımsız derinliklerden alınan su numunelerinin; sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen gibi kalite değişkenlerini kayıt etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma Alanı Tanımı ve Örnek Toplama İstasyonları

Giresun ili 6934 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye yüzölçümünün ‰ 8.5'ini kapsayan doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, batısında Ordu, güneyinde Sivas ve Erzincan, illeriyle komşu olup, kuzeyi Karadeniz ile kuşatılmış, Doğu Karadeniz Bölgesi illeri arasında yer almaktadır. Yıllık ortalama yüzey suyu miktarı 6264 milyon m³ ile TR90 Bölgesi illeri arasında yüzey suyu miktarı en yüksek olan ikinci ildir. Yüzey suyu miktarının ‰ 80'ini oluşturan havzanın kuzey kesimi ilin ‰ 60'ını kapsamaktadır. Geriye kalan yüzölçümünün ‰ 40'ı ise Kelkit Havzası'na bağlı olup yüzey suyu miktarının ‰ 20'sini karşılamaktadır. İl toprakları Karadeniz alanında sık vadiler ağıyla yarılmıştır. Bu vadilerden akan başlıca akarsuları ve uzunlukları: Aksu Deresi 60 km, Harşit Çayı 50 km, Gelevera Deresi 80 km, Çavuşlu Deresi 25 km, Görele Deresi 30 km, Çömlekçi Deresi 23 km, Pazarsuyu 80 km, Yağlıdere Irmağı 70 km ve Batlama Deresi 40 km'dir.

Araştırmanın gerçekleşeceği kıyısız alanı kapsayan nüfus miktarı ilçelere göre; Merkez 100.712, Bulancak 39.473, Espiye 17.413, Görele 15.839, Tirebolu 14.828, Keşap 8.611, Eynesil 7.126 ve Piraziz 6.766'dır (TÜİK, 2012). İl genelinde yaklaşık 121 km'lik kıyı hattının toplam nüfusu 210.768 olup, 1 km'lik alana ortalama 1742 kişi denk gelmektedir.

Bu çalışmada Giresun ili kıyı şeridinde bulunan Merkez ve diğer ilçeleri kapsayan 24 farklı noktadan 8 istasyonu temsil edecek şekilde Haziran 2012 ile Mayıs 2013 tarihleri arasında her ay örnek toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Operasyon noktaları; 1: Eynesil, 2: Görele, 3: Tirebolu, 4: Espiye, 5: Keşap, 6: Merkez, 7: Bulancak ve 8: Piraziz ilçesine karşılık gelecek şekilde kodlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Örnek toplama istasyonları (Google earth).

3.2 Deniz Suyu Numunelerinin Toplanması

Fizikokimyasal parametrelerin belirlenmesi amacıyla araştırmada kullanılan numune kapları sahaya çıkmadan bir gün önce sırası ile asit banyosu (% 1-2 HCl) ve saf sudan geçirilerek yıkanmıştır. Daha sonra saf su ile çalkalanan numune kapları etüvde kurutularak kullanıma hazır hale getirilmiştir (Boyd ve Tucker, 1992). Su numunesi toplama işlemi SKKY “Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliğı” (2009), prosedürlerine uygun olarak 1 m derinlikten nansen şişesi aracılığı ile toplanmış ve zaman kaybedilmeden soğuk zincir eşliğinde laboratuara getirilmiştir.

Bakteriyolojik analizler için, koyu renkli cam özellikteki su numune şişeleri uygun sterilizasyon şartları yerine getirildikten sonra su örnekleri, deniz yüzeyinin 20 cm aşağısından steril şekilde toplanmış (100 mL) ve soğuk zincir korunarak 4 saat içerisinde laboratuara getirilerek analizleri gerçekleştirilmiştir (APHA, 1992).

3.3 Sediment Numunelerinin Toplanması

Sediment örnekleri, mevsimsel olarak her bir istasyonda 3 farklı noktadan olmak üzere Ekman tipi (15x15x15 cm) sediment kepesiyle alınmıştır. Buz korumalı kaplarda laboratuara getirilen örnekler analiz yapılmışa kadar laboratuvar koşulları altında -21 °C de saklanmıştır.

3.4 Deniz Suyu Numunelerinin Analizi

Deniz suyu numunelerinin analizleri saha ve laboratuvar şartlarında olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

Saha alışmaları esnasında su numunelerinin pH, sıcaklık, % O, O (mg/L), tuzluluk, iletkenlik, TMM ve ORP değerleri YSI 556 MPS aracılığı ile ölçölmüştür. Ölçümü yapılan parametrelerin hassasiyet aralıkları izelge 3.1’deki gibidir. Her ay arazi çalışmalarında önce standart kalibrasyon solösyonları ile tüm parametrelerin kalibrasyonu yapılarak cihaz kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Soğuk zincir altında laboratuara getirilen su numunelerinin zaman kaybedilmeden fizikokimyasal ve bakteriyolojik analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1: YSI 556 MPS özellikleri

Parametre	Sensör Tipi	Aralık	Hassasiyet
Çözünmüş Oksijen	Polarografik	0 ile 500 (%) hava doygunluğu	% 0.1 hava doygunluğu
Çözünmüş Oksijen	Polarografik	0 ile 50 mg/L	0.01 mg/L
Sıcaklık	Termistör	-5 ile 45 °C	0.1 °C
İletkenlik	4 Elektrot Hücresi	0 ile 200 mS/cm	0.001 ile 0.1 mS/cm
Tuzluluk	İletkenlik ve Sıcaklığa Göre Hesaplama	0 ile 70 ppt	0.01 ppt
pH	Cam Elektrot	0 ile 14	0.01
Toplam Çözünmüş Madde Miktarı	İletkenlik ve Sıcaklığa Göre Hesaplama	0 ile 100 g/L	4 Dijit
ORP	Platinyum Butonu	-1999 ile 1999 mV	0.1 mV

3.4.1 Fizikokimyasal değişkenlerin analizi

Su numunelerinin alkalinite tayini için sodyum karbonat ve standart asit solüsyonları eşliğinde pH'ın 4.5'a kadar potansiyometrik titrasyon metodu ile indirilmesinden faydalanılmıştır (EPA, 1993).

Sertlik analizi, disodyum etilendiamin tetraasetat ve Eriochrome Black T indikatörü kullanılarak titrimetrik yöntem ile belirlenmiştir (EPA, 1993).

Nitrat analizi için sodyum salisilat yöntemindeki reaktifler kullanılarak spektrofotometrik ölçüm gerçekleştirilmiş ve standart eğriden elde edilen denklem ile kantitatif sonuca varılmıştır (Yang ve diğ., 1998).

Su örneklerindeki nitrit iyonlarının sülfanilamid ile tepkimeye girerek pembe renkli azo boyasını oluşturmamasından faydalandığı kolorometrik yöntem ile spektrofotometrik ölçüm gerçekleştirilmiş ve standart eğriden elde edilen denklem ile nitrit miktarı belirlenmiştir (Strickland ve Parsons, 1972).

Toplam amonyak azotu tayini için fenol-hipoklorit yöntemi kullanılmıştır. Strickland ve Parsons (1972)'da belirtilen fenol ve sodyum nitroprusit solüsyonu, alkali reaktif, oksitleyici reaktif ve deiyonize su ile deneysel aşamaları takiben spektrofotometrik ölçüm gerçekleştirilmiş ve standart eğriden elde edilen denklem ile kantitatif sonuca varılmıştır. İyonize olmamış amonyak ve amonyum konsantrasyonu Bower ve Bidwel (1978)'in belirttiği şekilde, örneklerin deneme anındaki su sıcaklığı ve pH değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Toplam fosfor için fenoltalein, sülfirik asit ve sodyum hidroksit solüsyonundan faydalanılarak spektrofotometrik ölçüm gerçekleştirilmiş ve standart eğriden elde edilen denklem ile kantitatif sonuca varılmıştır (Strickland ve Parsons, 1972).

Ortofosfat fosforu için amonyum molibdat, sülfirik asit, askorbik asit ve potasyum antimonil-tartarat solüsyonları ile karışım reaktifi kullanılarak spektrofotometrik ölçüm gerçekleştirilmiş ve standart eğriden elde edilen denklem ile kantitatif sonuca varılmıştır (Strickland ve Parsons, 1972).

Askıda katı madde (AKM) analizi için, su örnekleri gravimetrik yöntem ile Whatman 42 nolu 0.45 µm membran filtrelerden süzülüp daha sonra filtre kâğıtlarının 102-105 °C'de 24 saat bekletilmesi ile oluşan ağırlık farkından yararlanılarak hesaplanmıştır (Anonim, 1995b).

Anyonik yüzey aktif maddeleri tayininde, su örneklerini bakterilerin etkisinden korumak için örneklerle hemen CuSO₄ kristali ilave edilmiş ve soğuk zincir altında laboratuara getirilmiştir. Analiz aşamasında tampon, nötr metilen mavisini ve asidik metilen mavisini çözeltileri ile % 20'lik hidrojen peroksit ve kloroform kullanılarak, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuzun kloroformda çözülmesi yöntemiyle spektrofotometrik ölçüm gerçekleştirilmiş ve standart eğriden elde edilen denklem ile kantitatif sonuca varılmıştır (Anonim, 1995b).

Biyolojik oksijen ihtiyacı BOİ₅ yöntemi, 20 °C'de sudaki organik maddelerin oksitlenerek yapısının bozulabilmesi için 5 günlük inkübasyon periyodu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan çözünmüş moleküler oksijen miktarının tayin edilmesiyle hesaplanmıştır (Anonim, 1995b).

Klorofil a analizi için Parsons ve diğ. (1984) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Laboratuara getirilen örnekler zaman kaybedilmeden vakumlu süzme aparatı aracılığı ile 47 mm çapındaki GF/C filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzme işleminden sonra, filtre kâğıtları kapaklı cam tüplere konarak, üzerlerine % 90'lık asetonla 10 mL eklenmiş ve kapakları kapatılarak buzdolabında karanlık ortamda bekletilmiştir. Örnekler, 24 saat sonra santrifüj tüplerine boşaltılarak 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstteki berrak sıvı pipetle alınarak 750, 664, 647 ve 630 nm dalga boylarında okumaları yapılmıştır. Numunelerde bulanıklıktan kaynaklanan hatayı gidermek için 750 nm'de okunan absorbans değerleri diğer dalga boyunda okunan absorbans değerlerinin her birinden çıkarılmış ve ardından her bir dalga boyunda okunan değerler kullanılarak Parsons ve diğ. (1984) tarafından verilen formüle göre klorofil a düzeyleri hesaplanmıştır.

Sodyum ve potasyum miktarının belirlenmesinde, konsantrasyonları bilinen standart solüsyonların alev fotometresinde numunelerle birlikte okutulması esasına dayanılmış ve tüm analiz basamaklarında standart metotlardan faydalanılmıştır (Anonim, 1995b).

Sülfat miktarının belirlenmesinde dietil-p-fenilen diamin ve potasyum dikromat reaktiflerinden faydalanılan kolorimetrik, sülfat miktarının belirlenmesinde ise türbidimetrik yöntem kullanılmıştır (Strickland ve Parsons, 1972).

Spektrofotometrik ölçüm gerekten tüm analizler UV-Mini 1240 UV/VİS (Shimadzu) cihazı aracılığı ile uygun sulandırma oranı kullanılarak ölçülmüştür.

Yüzey sularında ötrofikasyon göstergesi olarak kullanılan TRIX indeksi günümüzde aşırı besin tuzları olarak, doğal özelliklerini kaybeden kıyı sularının hızlı ve güvenilir tespiti için klasik kirlilik parametrelerinin (besin tuzları, çözünmüş oksijen, klorofil a) matematiksel çözümlenmesi ile tespit edilmiştir. Çalışma alanı TRIX İndeks değerinin hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılmıştır (Vollenweider ve diğ., 1998).

$$\text{TRIX İndeksi} = (\text{Log (klorofil a} \times \%O_2 \times \text{ÇİN} \times \text{TP)} + 1.5) \times 0.833 \quad (3.1.)$$

Formülde;

Klorofil a: sudaki klorofil a konsantrasyonu ($\mu\text{g/L}$)

$\%O_2$: doygun miktardan sapan mutlak oksijen yüzdesi

ÇİN: toplam çözünmüş inorganik azot ($\mu\text{g/L}$)

TP : toplam fosfor ($\mu\text{g/L}$)

3.4.2 Bakteriyolojik analizler

Deniz suyu numunelerinin bakteriyolojik parametreler açısından incelenmesi aşamasında toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok bakteri ve *E. coli* sayısı ile 22 °C ve 37 °C'deki toplam aerob bakteri sayısı belirlenmiştir.

Toplam koliform bakteri sayısı için laktozlu besiyerinden faydalanılarak çoklu tüp metodu prosedürleri kullanılmıştır. Uygun şartlarda steril edilmiş 10 mL'lik laktozlu buyyon besiyerlerine su örneklerinden 3 adet 10 mL, 3 adet 1 mL, 3 adet 0.1 mL inoküle edilmiştir. 0.1 ve 1 mL numuneler için tek güçlü laktoz buyyonu, 10 mL'lik numuneler için ise çift güçlü laktoz buyyonu kullanılmıştır. İnoküle edilen numuneler 37 °C'de 24-48 saat inkübe edildikten sonra asit ve gaz oluşmuş tüplerin

EMS (En Muhtemel Sayı) tablolarına göre 100 mL'deki toplam koliform sayıları saptanmıştır (Madden ve Gilmour, 1995).

Toplam koliform bakteri sayısının belirlenmesi için yapılan EMS yöntemindeki pozitif netice alınan tüplerden EC Broth besiyerine ekim yapılarak 45.5 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra durham tüplerinde gaz oluşturan tüpler fekal koliform pozitif olarak değerlendirilmiş ve EMS (En Muhtemel Sayı) tablolarına göre 100 mL'deki toplam fekal koliform sayıları tespit edilmiştir.

EMS yöntemindeki asit ve gaz oluşturan pozitif tüpler azaltma tekniğiyle EMB agara ekilip 37 °C'de 18-24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Inkübasyon süresi sonunda metalik yeşil zon oluşturan kolonilere İMVİC testi uygulanmış yine şüpheli olan koloniler yeniden laktozlu buyyona inoküle edilerek 44.5 °C'de 24-48 saat inkübe edildikten sonra doğrulanarak *E. coli* sayısı belirlenmiştir.

Fekal streptokok saptanması amacıyla sodyum azidli besiyerinden faydalanılmıştır. Uygun şartlar altında steril tüplere sodyum azidli besiyerinden 5 mL koyulmuş ve üzerine 1 mL su örneği eklenerek 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonucunda bulanıklık gözlenen tüpler pozitif olarak değerlendirilerek fekal streptokok sayısı hesaplanmıştır (Balcı, 2007).

22 °C ve 37 °C'deki toplam aerob bakteri sayısını belirlemek için deniz suyu örneklerinin uygun sulandırma oranlarından 0.1 mL alınarak Plate Count Agara (PCA) yayma ekim metodu ile ekim yapılmış ve sırasıyla 72 ve 24 saat inkübe edilmiştir. Inkübasyonu takiben iki petri kutusundaki bakteri kolonileri sayılarak ortalaması alınmış ve toplam bakteri sayısı belirlenmiştir. Tüm işlemler 3 tekrarlı olarak Anonim (1995b)'e göre gerçekleştirilmiştir.

3.4.3 Ağır metal analizi

Her mevsim her bir istasyondan 3 adet (3 tekerrür) olmak üzere yüzeyden itibaren 1 m derinlikten Nansen şişesi yardımıyla alınan su örnekleri, 0.45 µm'lik Whatman GF/C tipi membran filtrelerle süzülerek polietilen şişelere konulmuştur. Hem Nansen şişesi hem de polietilen şişeler ortam suyuyla en az üç defa çalkalanmıştır (Alam ve diğ., 2001). Her bir litre suya, pH 2'nin altına düşmesi için 10 mL 0.1 N HNO₃ ilave edildikten sonra buz korumalı kaplarda laboratuara getirilmiş, ICP-MS cihazında analiz yapılınca kadar 4 °C'de bekletilmiştir. Analiz işlemi esnasında standartlar eşliğinde her bir örneğin en az 3 tekrarlı okuma işlemi gerçekleştirilerek ppb düzeyinde sonuç elde edilmiştir.

3.5 Sediment Numunelerinin Analizi

3.5.1 % yanabilen madde miktarı

Sediment örneklerinden % yanabilen madde miktarı belirlenmesi amacıyla 2 gr toz haline getirilmiş sediment örneği, sabit tartıma getirilen porselen krozelere koyulmuş ve 550 °C'ye ayarlanmış kül fırınında 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda desikatörde oda sıcaklığına getirilen numuneler tekrar tartılmış ve Egemen (2000)'de belirtilen denklemden faydalanılarak % yanabilen madde miktarı saptanmıştır.

3.5.2 pH analizi

Sediment örneklerinin pH analizi için, yaşı olarak tartılan numuneler 1:2.5 oranında saf su ile muamele edilmiş, iyice karıştırılan örneklerin çökmesini takiben üstte kalan sıvı kısmın pH değeri ölçülmüştür (Anonim, 1995b).

3.5.3 % su içeriği

Sediment % su içeriğini belirlemek amacıyla sabit ağırlıktaki numuneler örnek kabına koyulmuş ve 103 °C'de kurutularak desikatörde soğutulmuştur. Ağırlık farklarından faydalanılarak su miktarı yüzdesi hesaplanmıştır (Anonim, 1995b).

3.5.4 Ağır metal analizi

Ağır metal analizi için, istasyonların dip kısımlarından 0-10 cm'lik tabakadan alınan sediment örnekleri 0.5 µm'lik elek kullanılarak elenmiştir. Elenen örnekler 102-105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örneklerden 1 gr alınarak üzerlerine 3 mL HCl ve 1 mL HNO₃ eklenerek 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra örnekler ısı tablası üzerine alınarak 120 °C'de berraklaşana kadar muamele edilmiştir. Hazır hale getirilen örnekler 50 mL'ye deiyonize su ile seyreltilmiş ve mavi bant süzme kâğıtlarından süzülerek okunmaya hazır hale getirilmiştir (Anonim, 1984; Dural ve Göksu, 2006).

4. BULGULAR

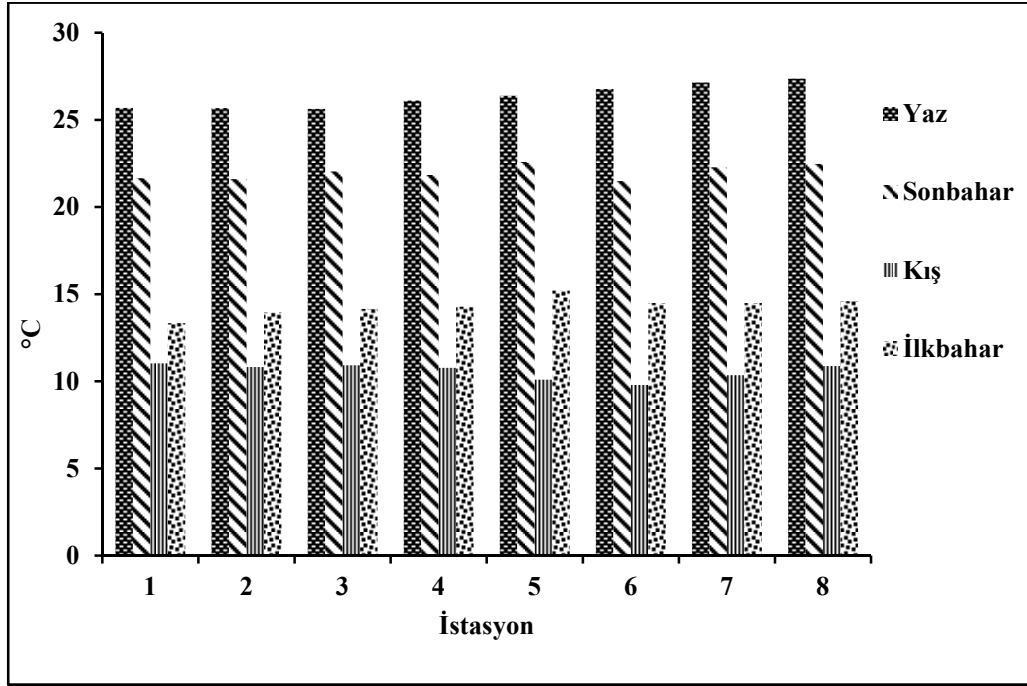
4.1 Sıcaklık

Giresun kıyı şeridi deniz suyu sıcaklığı 8.21-29.36 °C arasında değişmekte olup mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 26.35 °C (± 0.163), sonbaharda 22.00 °C (± 0.430), kış mevsiminde 10.58 °C (± 0.164) ve ilkbaharda 14.31 °C (± 0.480) olarak kayıt edilmiştir. En yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Ocak ayında 1 nolu istasyonda saptanmıştır (Çizelge 4.1).

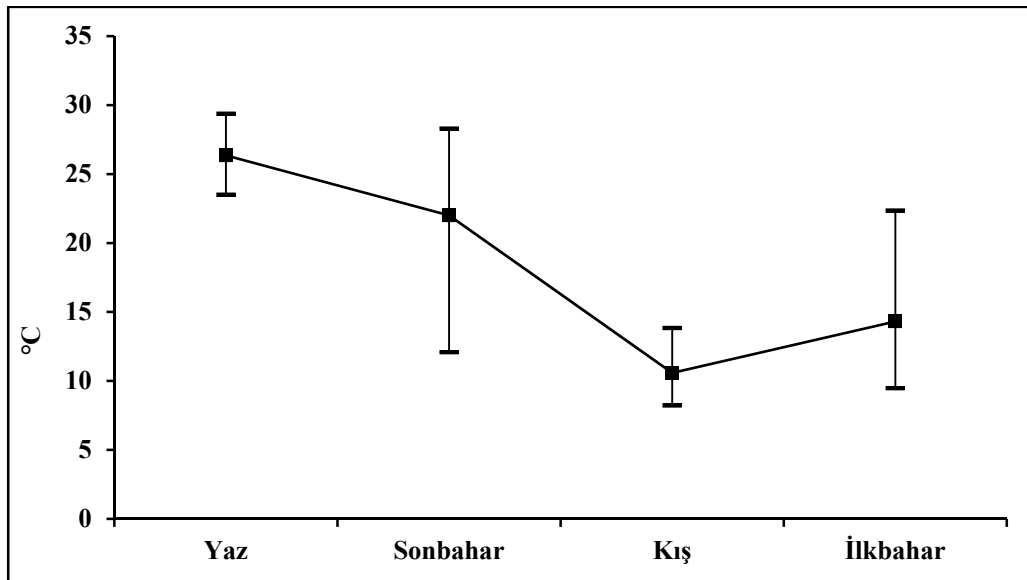
Çizelge 4.1: Mevsimlere göre ortalama sıcaklık değerleri (°C)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	25.69	25.68	25.63	26.11	26.38	26.77	27.15	27.37	26.35
	Std. Hata	0.347	0.442	0.414	0.474	0.367	0.380	0.425	0.544	0.163
	Minimum Değer	24.00	23.97	23.49	24.02	24.76	25.28	25.50	25.00	23.49
	Maksimum Değer	26.80	27.38	27.24	27.72	28.44	28.74	29.36	29.20	29.36
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	21.65	21.60	22.04	21.84	22.58	21.49	22.28	22.47	22.00
	Std. Hata	1.063	0.940	1.179	1.215	1.367	1.641	1.403	1.248	0.430
	Minimum Değer	17.47	17.91	17.34	16.27	16.81	12.08	16.86	17.48	12.08
	Maksimum Değer	25.58	24.77	25.95	25.97	27.89	27.05	28.28	25.98	28.28
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	11.03	10.82	10.92	10.77	10.09	9.79	10.35	10.87	10.58
	Std. Hata	0.687	0.653	0.580	0.421	0.135	0.241	0.302	0.387	0.164
	Minimum Değer	8.21	8.70	9.25	9.82	9.50	8.24	9.29	9.58	8.21
	Maksimum Değer	13.83	13.47	13.38	13.25	10.66	10.75	11.68	12.52	13.83
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	13.33	13.95	14.15	14.28	15.21	14.49	14.49	14.59	14.31
	Std. Hata	1.324	1.501	1.553	1.438	1.566	1.264	1.451	1.208	0.480
	Minimum Değer	10.12	10.13	10.10	9.85	10.21	10.60	9.47	10.50	9.47
	Maksimum Değer	18.95	21.69	20.50	20.65	22.35	20.87	20.78	19.63	22.35

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel sıcaklık değişimleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'deki gibidir.



Şekil 4.1: İstasyonların mevsimsel sıcaklık değişimi.



Şekil 4.2: Kıyı şeridi mevsimsel sıcaklık değişimi.

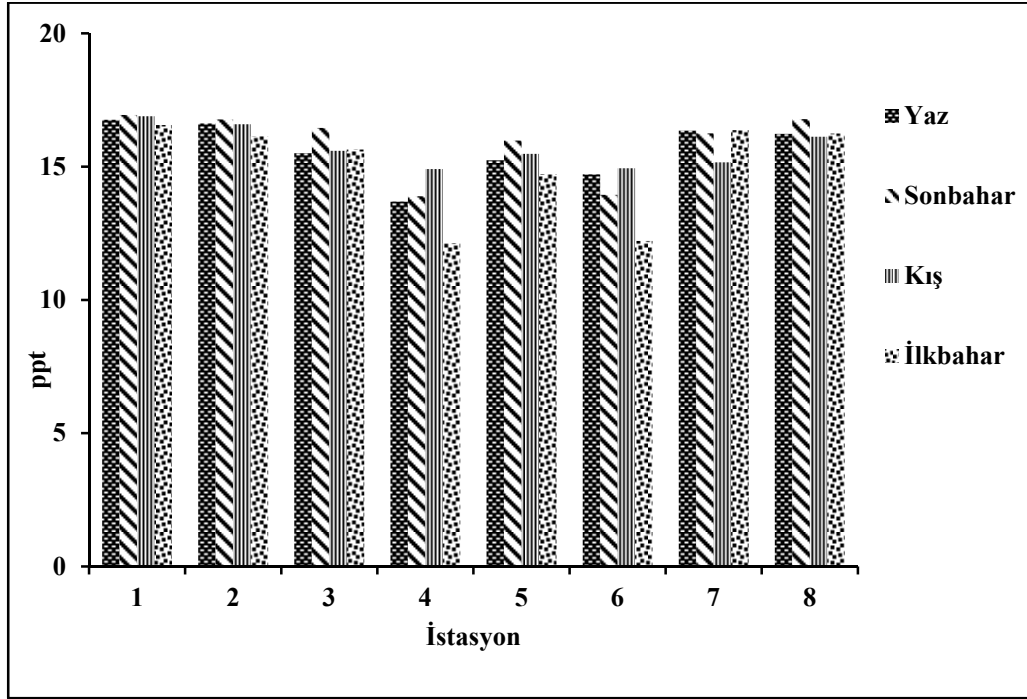
4.2 Tuzluluk

Örnekleme periyodu boyunca tuzluluk değeri 4.31-17.33 ppt arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 15.64 (± 0.255) ppt, sonbaharda 15.88 (± 0.280) ppt, kış mevsiminde 15.71 (± 0.211) ppt ve ilkbaharda 15.00 (± 0.347) ppt olarak belirlenmiştir. En yüksek tuzluluk değerine Ekim ayında 1 nolu istasyonda, en düşük değere Ekim ayında 4 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.2).

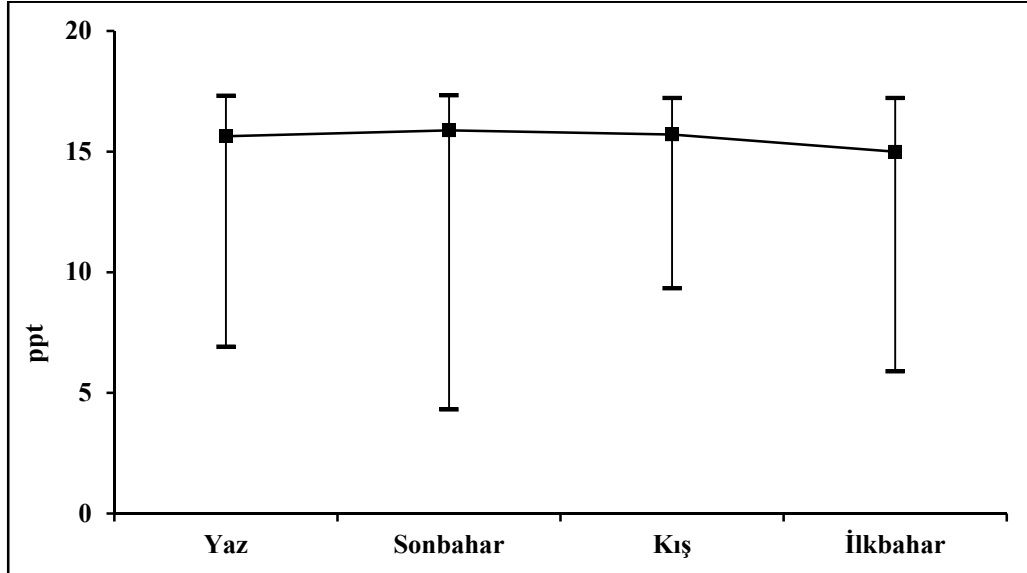
Çizelge 4.2: Mevsimlere göre ortalama tuzluluk değerleri (ppt)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	16.76	16.62	15.50	13.69	15.24	14.71	16.35	16.23	15.64
	Std. Hata	0.138	0.188	0.770	0.945	0.581	1.251	0.263	0.321	0.255
	Minimum Değer	16.01	15.35	9.74	9.19	12.35	6.91	14.58	14.56	6.91
	Maksimum Değer	17.24	17.14	17.11	17.08	17.09	17.15	17.31	17.13	17.31
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	16.94	16.77	16.45	13.89	15.98	13.94	16.25	16.78	15.88
	Std. Hata	0.121	0.117	0.330	1.395	0.480	1.300	0.388	0.219	0.280
	Minimum Değer	16.31	16.17	14.16	4.31	13.18	7.10	13.65	15.31	4.31
	Maksimum Değer	17.33	17.23	17.25	16.94	17.3	17.2	17.29	17.3	17.33
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	16.89	16.59	15.59	14.91	15.48	14.94	15.16	16.12	15.71
	Std. Hata	0.122	0.172	0.531	0.754	0.664	0.739	0.841	0.284	0.211
	Minimum Değer	15.95	15.63	11.99	10.48	11.1	10.89	9.33	14.62	9.33
	Maksimum Değer	17.22	17.14	16.84	16.76	16.98	16.94	17.07	16.93	17.22
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	16.56	16.14	15.64	12.13	14.72	12.211	16.37	16.24	15.00
	Std. Hata	0.131	0.205	0.444	1.656	1.130	1.083	0.300	0.238	0.347
	Minimum Değer	16.14	15.17	13.48	5.89	6.97	8.80	14.70	14.55	5.89
	Maksimum Değer	17.22	16.94	16.96	16.67	17.01	16.91	17.21	16.64	17.22

Örnekleme noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel tuzluluk değişimleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'deki gibidir.



Şekil 4.3: İstasyonların mevsimsel tuzluluk değişimi.



Şekil 4.4: Kıyı şeridi mevsimsel tuzluluk değişimi.

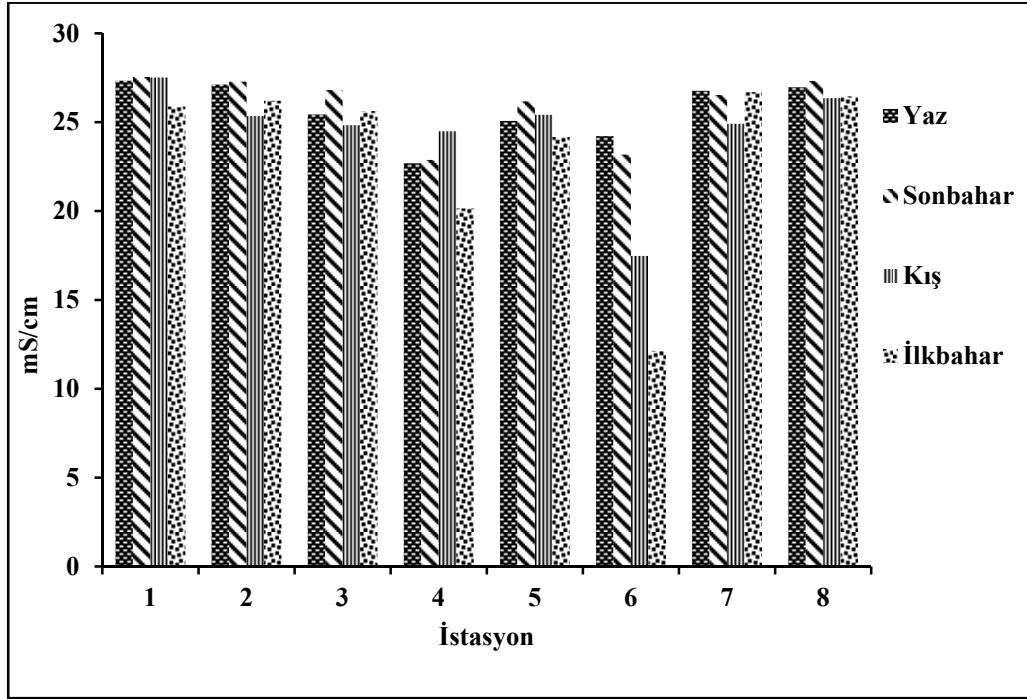
4.3 İletkenlik

Kıyı şeridi boyunca iletkenlik değeri 0.460-28.205 mS/cm arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama iletkenlik değerleri sırasıyla; yaz mevsiminde 25.701 (± 0.389) mS/cm, sonbaharda 25.962 (± 0.421) mS/cm, kış mevsiminde 24.541 (± 0.623) mS/cm ve ilkbaharda 23.413 (± 0.082) mS/cm'dir. En yüksek iletkenlik değeri Ağustos ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Mart ayında 6 nolu istasyonda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

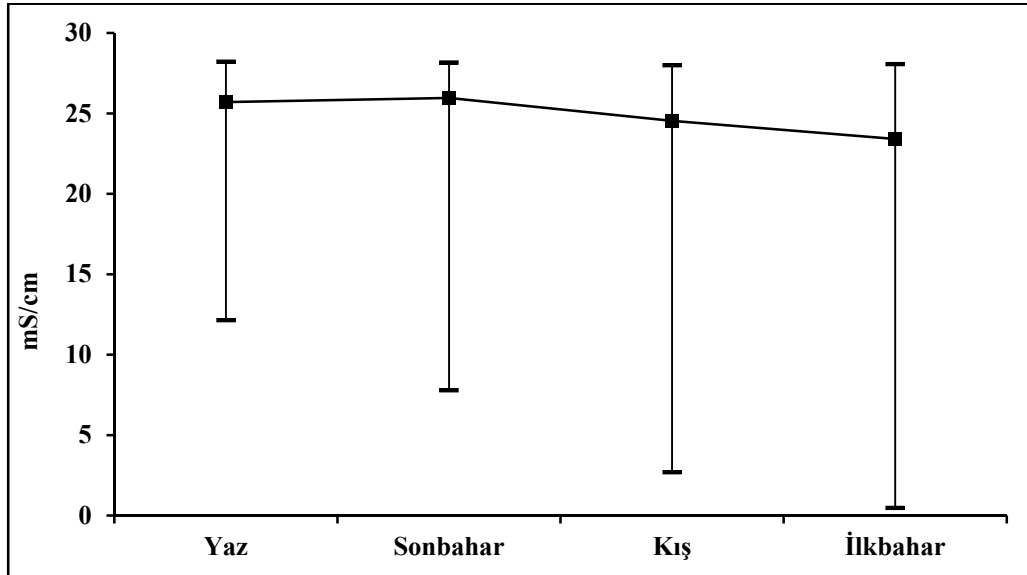
Çizelge 4.3: Mevsimlere göre ortalama iletkenlik değerleri (mS/cm)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	27.338	27.121	25.434	22.691	25.071	24.219	26.766	26.968	25.701
	Std. Hata	0.209	0.279	0.1180	0.1443	0.877	0.1928	0.392	0.293	0.389
	Min. Değer	26.188	25.265	16.595	15.740	20.682	12.133	24.143	25.522	12.133
	Mak. Değer	28.068	27.910	27.897	27.842	27.848	27.957	28.205	27.950	28.205
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	27.545	27.276	26.808	22.873	26.168	23.177	26.534	27.318	25.962
	Std. Hata	0.188	0.184	0.503	0.2181	0.705	1.874	0.596	0.334	0.421
	Min. Değer	26.556	26.372	23.322	7.779	21.848	14.210	22.551	25.123	7.779
	Mak. Değer	28.108	27.957	27.990	27.618	28.083	28.023	28.160	28.149	28.160
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	27.512	25.345	24.833	24.485	25.417	17.475	24.911	26.349	24.541
	Std. Hata	0.173	1.699	0.913	1.149	1.008	3.423	1.288	0.419	0.623
	Minimum Değer	26.203	11.896	20.128	17.752	18.720	2.686	15.952	24.113	2.686
	Maksimum Değer	27.988	27.894	27.482	27.358	27.684	27.648	27.836	27.595	27.988
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	25.879	26.205	25.623	20.150	24.161	12.135	26.697	26.455	23.413
	Std. Hata	1.206	0.307	0.677	2.571	1.746	3.756	0.457	0.358	0.824
	Minimum Değer	16.345	24.921	22.326	10.386	12.120	0.460	24.157	23.945	0.460
	Maksimum Değer	28.016	27.609	27.610	27.201	27.687	27.560	28.058	27.114	28.058

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel iletkenlik değişimleri Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'daki gibidir.



Şekil 4.5: İstasyonların mevsimsel iletkenlik değişimi.



Şekil 4.6: Kıyı şeridi mevsimsel iletkenlik değişimi.

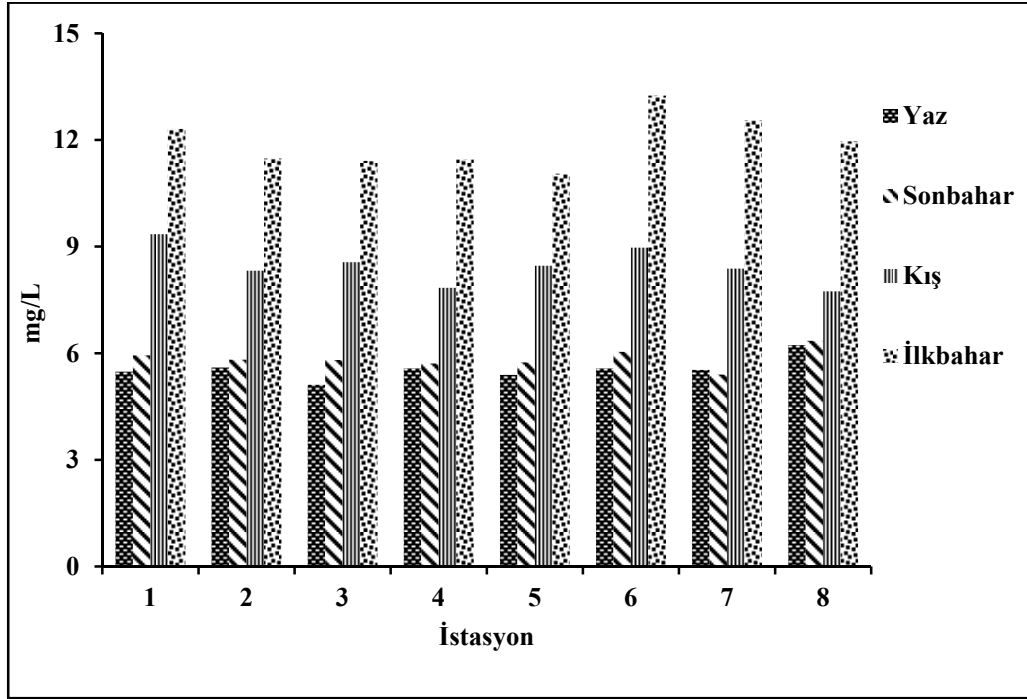
4.4 Çözünmüş Oksijen

Numunelerin ÇO değeri 1.67-17.70 mg/L arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 5.56 (± 0.082) mg/L, sonbaharda 5.85 (± 0.085) mg/L, kış mevsiminde 8.45 (± 0.166) mg/L ve ilkbaharda 11.93 (± 0.398) mg/L aralığında saptanmıştır. En yüksek ÇO değerine Mart ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değere Ocak ayında 4 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.4).

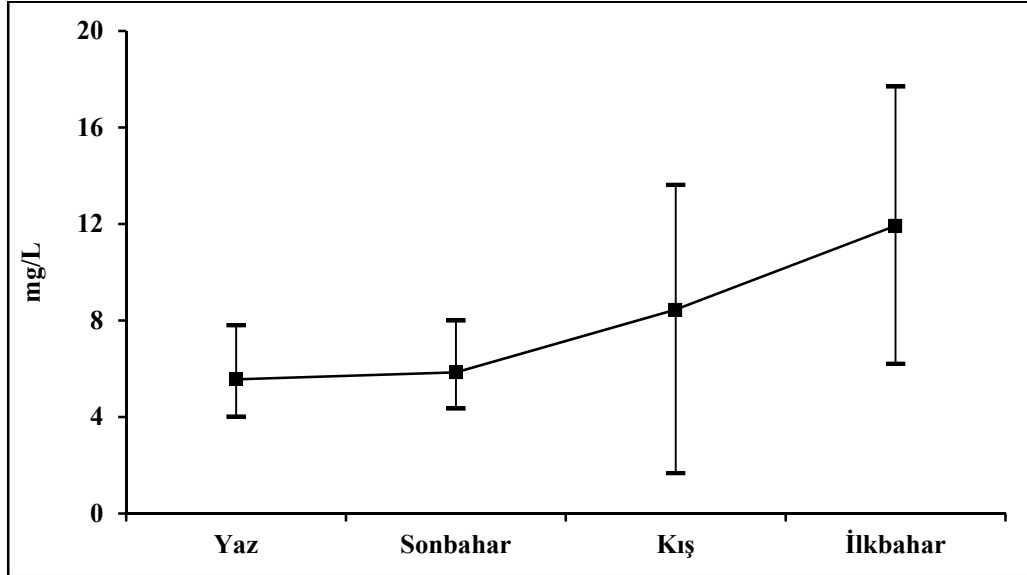
Çizelge 4.4: Mevsimlere göre ortalama ÇO değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.48	5.60	5.11	5.57	5.39	5.57	5.53	6.23	5.56
	Std. Hata	0.097	0.145	0.212	0.226	0.141	0.292	0.160	0.362	0.082
	Minimum Değer	5.00	4.91	4.01	4.70	4.78	4.13	5.01	4.80	4.01
	Maksimum Değer	5.82	6.30	5.90	6.75	6.16	6.65	6.61	7.80	7.80
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.94	5.82	5.81	5.71	5.74	6.04	5.40	6.35	5.85
	Std. Hata	0.133	0.191	0.172	0.244	0.248	0.388	0.206	0.207	0.085
	Minimum Değer	5.36	5.03	5.20	4.85	4.35	4.60	4.70	5.25	4.35
	Maksimum Değer	6.50	6.54	6.78	6.91	6.99	8.00	6.32	7.17	8.00
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	9.35	8.32	8.56	7.84	8.46	8.97	8.38	7.74	8.45
	Std. Hata	0.619	0.412	0.277	0.799	0.301	0.324	0.389	0.307	0.166
	Minimum Değer	7.43	6.38	6.60	1.67	7.04	7.40	6.70	6.44	1.67
	Maksimum Değer	13.62	10.02	9.27	9.57	9.40	10.36	10.50	8.91	13.62
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	12.31	11.48	11.41	11.45	11.05	13.25	12.55	11.96	11.93
	Std. Hata	1.036	0.776	0.970	1.119	1.308	1.075	1.452	1.385	0.398
	Minimum Değer	7.67	7.75	7.40	7.31	6.20	7.58	6.92	6.64	6.20
	Maksimum Değer	17.00	14.15	15.01	15.51	16.01	16.78	17.70	17.20	17.70

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel ÇO değişimleri Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'deki gibidir.



Şekil 4.7: İstasyonların mevsimsel ÇO değişimi.



Şekil 4.8: Kıyı şeridi mevsimsel ÇO değişimi.

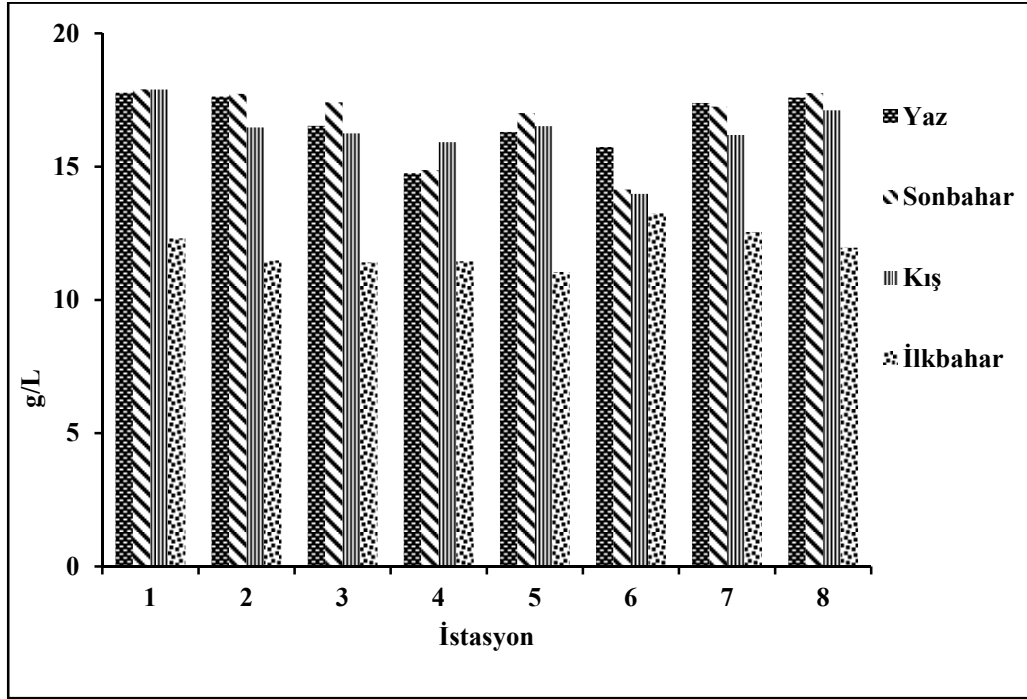
4.5 Toplam Çözünmüş Madde Miktarı

Giresun kıyı şeridi boyunca TÇMM 0.28 ile 18.33 g/L arasında değişmektedir. Mevsimlere göre ortalama TÇMM değerleri sırasıyla; yaz mevsiminde 16.71 (± 0.253) g/L, sonbaharda 16.76 (± 0.336) g/L, kış mevsiminde 16.29 (± 0.314) g/L ve ilkbaharda 15.52 (± 0.498) g/L aralığında belirlenmiştir. En yüksek TÇMM değeri Ağustos ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Mart ayında 6 nolu istasyonda kayıt edilmiştir (Çizelge 4.5).

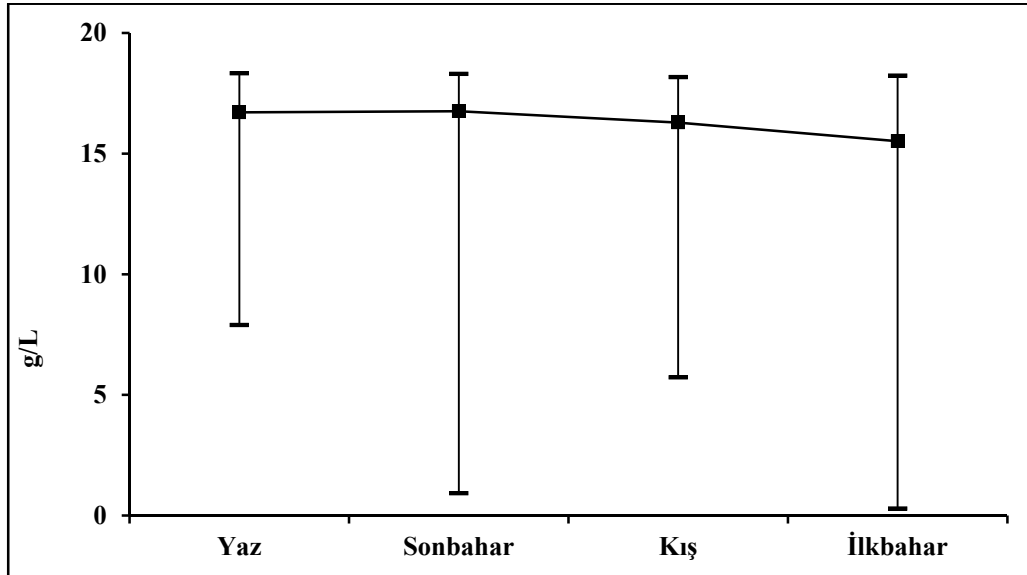
Çizelge 4.5: Mevsimlere göre ortalama TÇMM değerleri (g/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	17.77	17.63	16.53	14.75	16.30	15.74	17.39	17.59	16.71
	Std. Hata	0.136	0.181	0.766	0.940	0.569	1.253	0.255	0.178	0.253
	Minimum Değer	17.02	16.42	10.79	10.22	13.45	7.89	15.69	16.59	7.89
	Maksimum Değer	18.24	18.14	18.13	18.1	18.1	18.17	18.33	18.18	18.33
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	17.90	17.73	17.41	14.87	17.01	14.14	17.25	17.76	16.76
	Std. Hata	0.123	0.119	0.326	1.418	0.458	1.920	0.386	0.217	0.336
	Minimum Değer	17.26	17.14	15.16	5.06	14.2	0.92	14.66	16.33	0.92
	Maksimum Değer	18.27	18.17	18.2	17.95	18.25	18.21	18.28	18.3	18.3
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	17.89	16.47	16.25	15.92	16.52	13.98	16.19	17.11	16.29
	Std. Hata	0.112	1.105	0.536	0.748	0.655	1.624	0.837	0.275	0.314
	Minimum Değer	17.03	7.73	13.8	11.54	12.17	5.72	10.37	15.67	5.72
	Maksimum Değer	18.17	18.13	17.86	17.78	17.99	17.97	18.08	17.94	18.17
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	17.54	17.03	16.65	13.10	15.70	9.58	17.35	17.20	15.52
	Std. Hata	0.130	0.201	0.439	1.672	1.135	2.494	0.297	0.233	0.498
	Minimum Değer	17.14	16.2	14.51	6.75	7.88	0.28	15.7	15.56	0.28
	Maksimum Değer	18.21	17.95	17.93	17.68	18.01	17.91	18.23	17.62	18.23

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel TÇMM değişimleri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'daki gibidir.



Şekil 4.9: İstasyonların mevsimsel TÇMM değişimi.



Şekil 4.10: Kıyı şeridi mevsimsel TÇMM değişimi.

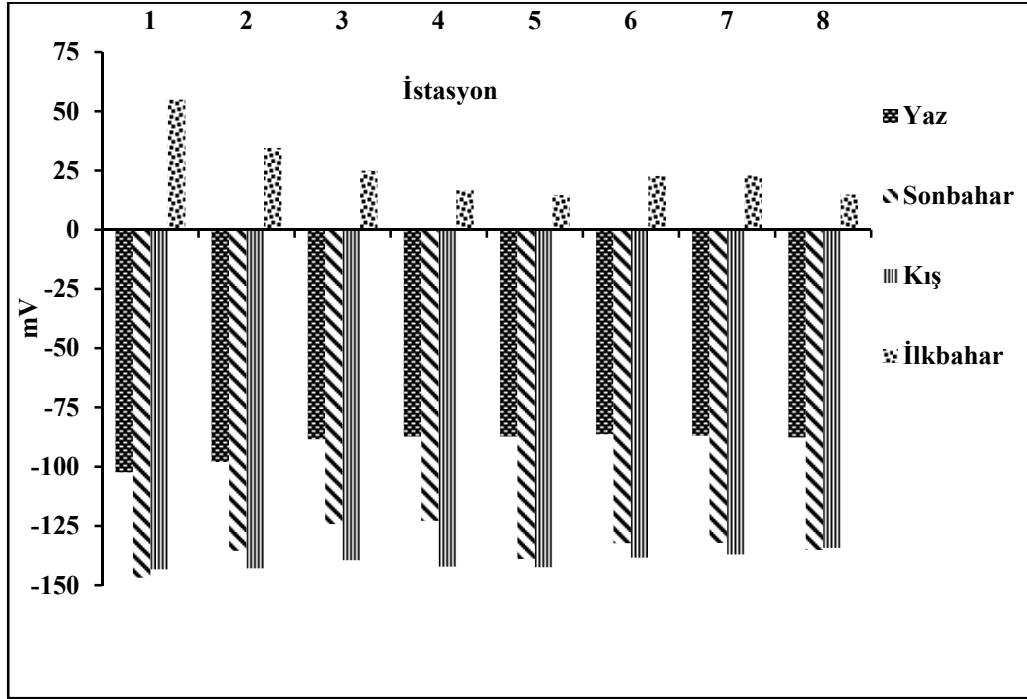
4.6 Oksidoredüksiyon Potansiyeli

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi ORP değerinin -197.4 ile 145.4 mV arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama ORP değerleri sırasıyla; yaz mevsiminde -90.53 (± 1.967) mV, sonbaharda -133.48 (± 4.295) mV, kış mevsiminde -140.00 (± 7.438) mV ve ilkbaharda 25.76 (± 7.420) mV olarak saptanmıştır. En yüksek ORP değeri Nisan ayında 1 nolu istasyonda, en düşük değer Ocak ayında 2 nolu istasyonda tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

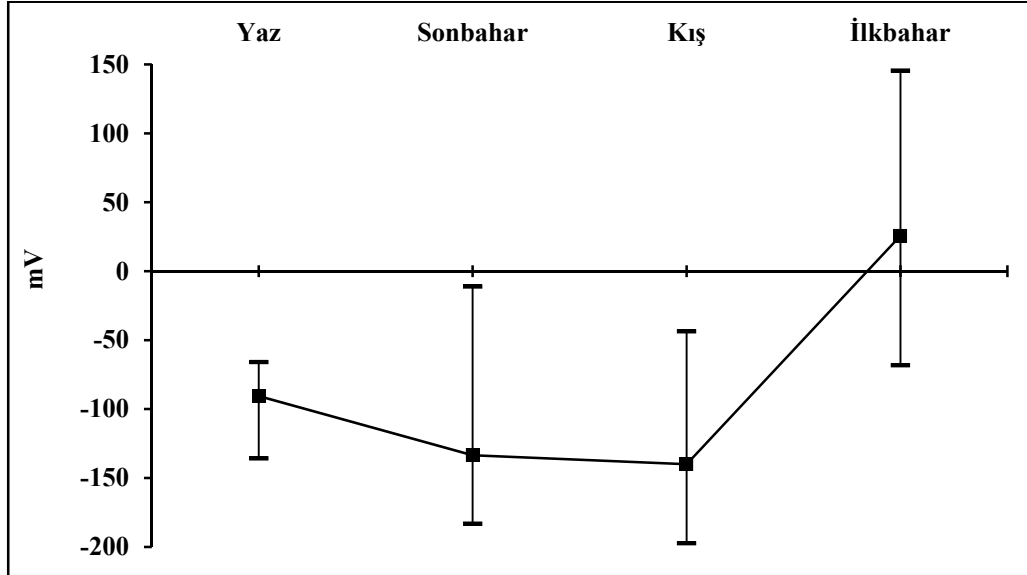
Çizelge 4.6: Mevsimlere göre ortalama ORP değerleri (mV)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	-102.38	-97.99	-88.43	-87.28	-87.29	-86.32	-86.89	-87.69	-90.53
	Std. Hata	8.115	6.383	5.366	4.895	4.641	4.776	4.313	4.455	1.967
	Minimum Değer	-135.90	-123.30	-112.40	-105.50	-100.50	-97.80	-98.30	-100.80	-135.9
	Maksimum Değer	-77.00	-73.70	-70.20	-66.20	-66.00	-66.70	-67.40	-70.60	-66.00
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	-146.84	-135.50	-124.19	-122.82	-138.94	-132.28	-132.16	-135.12	-133.48
	Std. Hata	8.941	17.646	18.009	17.685	7.911	7.305	7.466	7.569	4.295
	Minimum Değer	-178.2	-183.3	-166.10	-163.8	-166.3	-158.60	-160.50	-163.8	-183.3
	Maksimum Değer	-112.40	-11.20	-11.30	-11.50	-108.30	-104.60	-103.90	-107.00	-11.20
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	-143.31	-142.88	-139.44	-142.19	-142.47	-138.42	-137.04	-134.26	-140.00
	Std. Hata	23.273	22.457	21.692	20.920	21.669	22.579	22.345	22.037	7.438
	Minimum Değer	-197.2	-197.4	-188.90	-193.8	-193.8	-193.00	-191.30	-189.7	-197.4
	Maksimum Değer	-43.70	-50.90	-50.50	-57.60	-51.50	-46.50	-47.60	-46.50	-43.70
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	54.90	34.50	24.93	16.69	14.60	22.71	22.87	14.86	25.76
	Std. Hata	30.112	25.680	18.267	20.036	17.097	19.409	21.051	18.362	7.420
	Minimum Değer	-65.9	-67.2	-68.30	-65.5	-60.10	-57.2	-60.6	-59.2	-68.3
	Maksimum Değer	145.40	104.20	67.70	75.10	57.40	80.00	90.00	73.00	145.40

Örnekleme noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel ORP değişimleri Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'deki gibidir.



Şekil 4.11: İstasyonların mevsimsel ORP değişimi.



Şekil 4.12: Kıyı şeridi mevsimsel ORP değişimi.

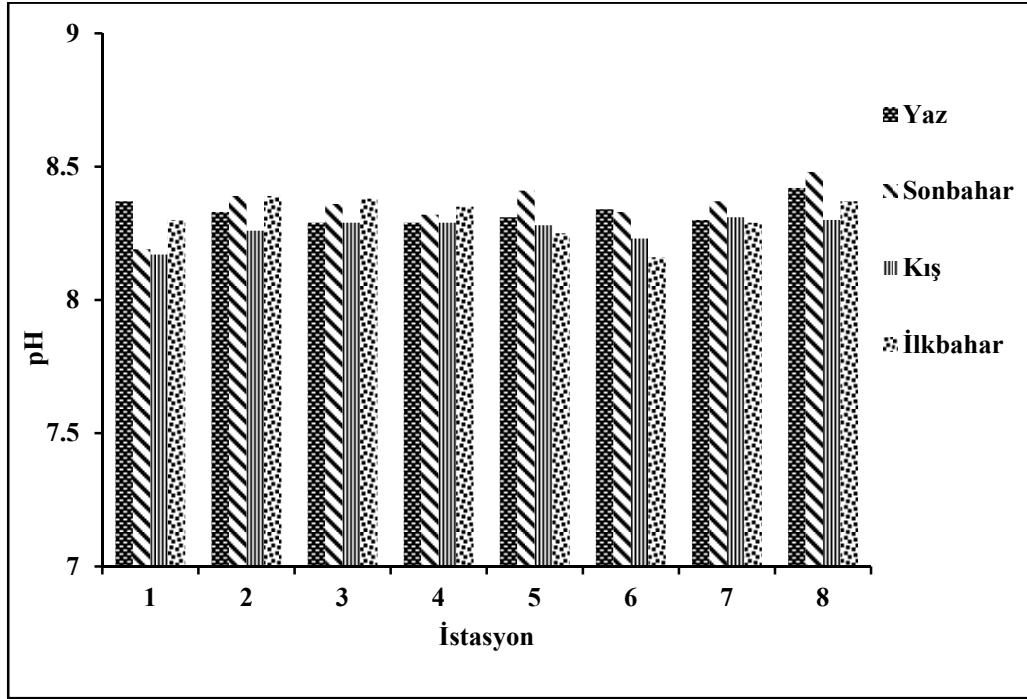
4.7 pH

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyu pH değeri 7.58 ile 8.80 arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 8.33 (± 0.013), sonbaharda 8.36 (± 0.018), kış mevsiminde 8.27 (± 0.018) ve ilkbaharda 8.31 (± 0.022) olarak belirlenmiştir. En yüksek pH değerine Aralık ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değere Mart ayında 6 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.7).

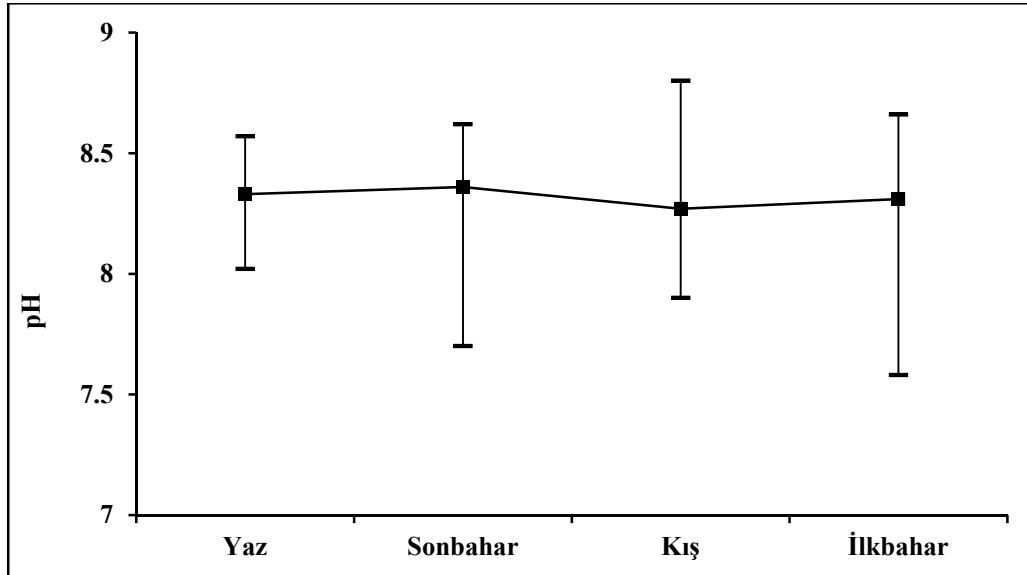
Çizelge 4.7: Mevsimlere göre ortalama pH değerleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	8.37	8.33	8.29	8.29	8.31	8.34	8.30	8.42	8.33
	Std. Hata	0.018	0.052	0.023	0.040	0.023	0.043	0.043	0.043	0.013
	Minimum Değer	8.27	8.09	8.21	8.02	8.22	8.17	8.10	8.25	8.02
	Maksimum Değer	8.43	8.52	8.40	8.40	8.43	8.56	8.46	8.57	8.57
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	8.19	8.39	8.36	8.32	8.41	8.33	8.37	8.48	8.36
	Std. Hata	0.085	0.027	0.031	0.023	0.011	0.082	0.018	0.030	0.018
	Minimum Değer	7.70	8.29	8.20	8.21	8.34	7.74	8.25	8.38	7.70
	Maksimum Değer	8.47	8.55	8.46	8.40	8.45	8.60	8.43	8.62	8.62
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	8.17	8.26	8.29	8.29	8.28	8.23	8.31	8.30	8.27
	Std. Hata	0.049	0.040	0.051	0.060	0.042	0.043	0.078	0.021	0.018
	Minimum Değer	7.90	8.10	8.07	7.90	8.15	8.00	7.90	8.16	7.90
	Maksimum Değer	8.35	8.41	8.43	8.50	8.48	8.42	8.80	8.37	8.80
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	8.30	8.39	8.38	8.35	8.25	8.16	8.29	8.37	8.31
	Std. Hata	0.039	0.036	0.022	0.017	0.066	0.129	0.055	0.035	0.022
	Minimum Değer	8.06	8.19	8.26	8.26	7.84	7.58	7.88	8.20	7.58
	Maksimum Değer	8.48	8.56	8.47	8.45	8.45	8.66	8.45	8.49	8.66

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel pH değişimleri Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'deki gibidir.



Şekil 4.13: İstasyonların mevsimsel pH değişimi.



Şekil 4.14: Kıyı şeridi mevsimsel pH değişimi.

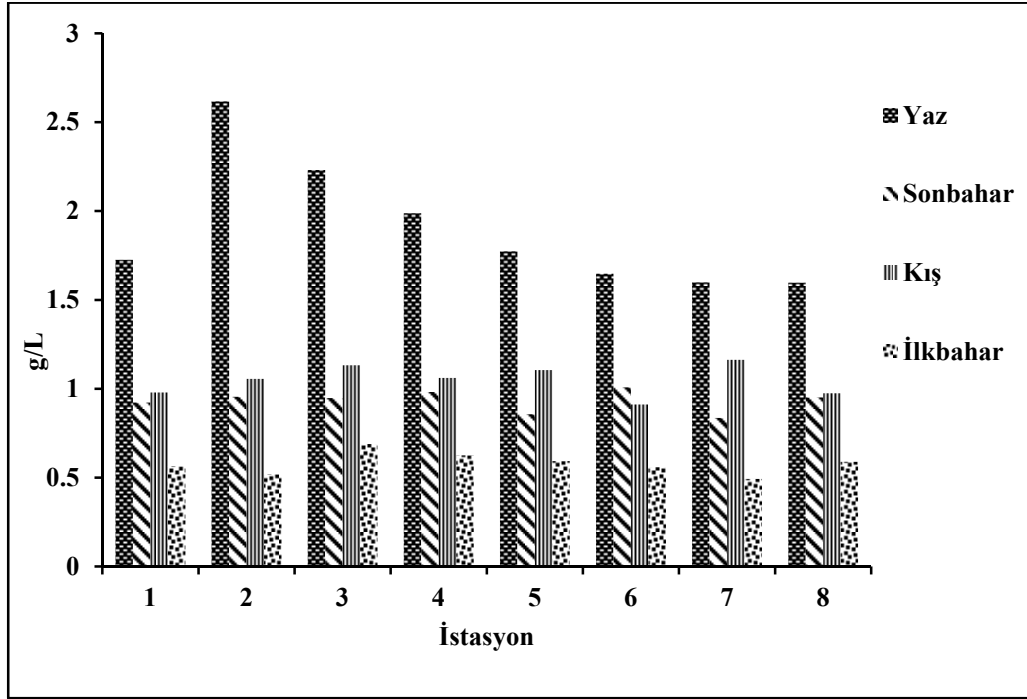
4.8 Askıda Katı Madde

AKM değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 0.050 ile 13.100 g/L arasında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 1.897 (± 0.216) g/L, sonbaharda 0.932 (± 0.023) g/L, kış mevsiminde 1.048 (± 0.016) g/L ve ilkbaharda 0.579 (± 0.017) g/L olarak kayıt edilmiştir. En yüksek AKM değeri Haziran ayında 2 nolu istasyonda, en düşük değer Nisan ayında 8 nolu istasyonda saptanmıştır (Çizelge 4.8).

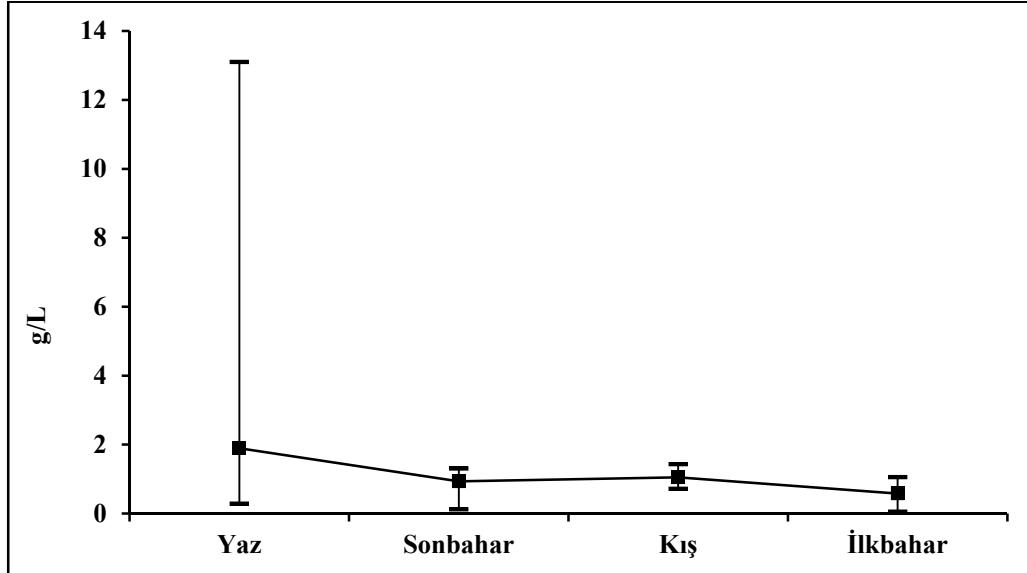
Çizelge 4.8: Mevsimlere göre ortalama AKM değerleri (g/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.726	2.617	2.231	1.988	1.773	1.647	1.599	1.597	1.897
	Std. Hata	0.667	1.370	0.543	0.481	0.433	0.239	0.195	0.258	0.216
	Minimum Değer	0.283	0.348	0.526	0.792	0.693	0.996	0.887	0.888	0.283
	Maksimum Değer	5.000	13.100	4.700	4.500	4.100	2.700	2.400	2.900	13.10
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.922	0.955	0.948	0.982	0.857	1.008	0.836	0.951	0.932
	Std. Hata	0.116	0.048	0.047	0.065	0.048	0.032	0.071	0.068	0.023
	Minimum Değer	0.121	0.674	0.727	0.736	0.653	0.806	0.590	0.693	0.121
	Maksimum Değer	1.303	1.104	1.191	1.204	1.157	1.104	1.126	1.214	1.303
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.979	1.056	1.132	1.061	1.105	0.912	1.163	0.975	1.048
	Std. Hata	0.027	0.039	0.044	0.026	0.029	0.049	0.064	0.015	0.016
	Minimum Değer	0.803	0.903	0.976	0.976	0.979	0.711	0.939	0.905	0.711
	Maksimum Değer	1.087	1.272	1.364	1.185	1.203	1.039	1.427	1.022	1.427
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.564	0.519	0.689	0.625	0.593	0.559	0.493	0.589	0.579
	Std. Hata	0.023	0.011	0.087	0.023	0.035	0.012	0.065	0.049	0.017
	Minimum Değer	0.439	0.477	0.481	0.530	0.508	0.522	0.050	0.459	0.050
	Maksimum Değer	0.661	0.563	1.052	0.709	0.738	0.616	0.680	0.788	1.052

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel AKM değişimleri
Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'daki gibidir.



Şekil 4.15: İstasyonların mevsimsel AKM değişimi.



Şekil 4.16: Kıyı şeridi mevsimsel AKM değişimi.

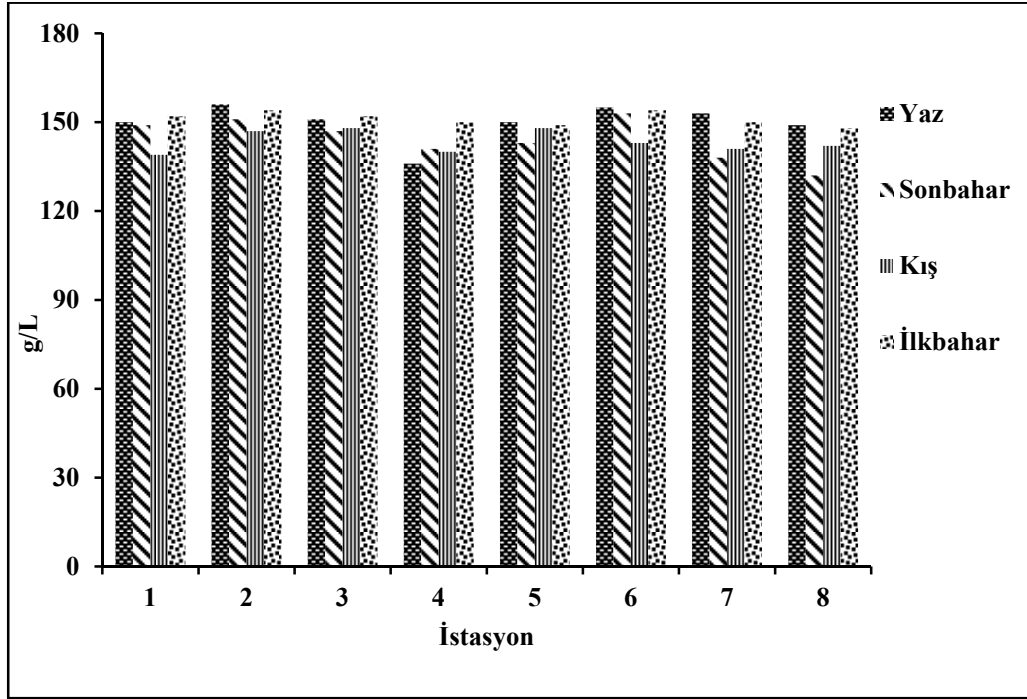
4.9 Alkalinite

Alkalinite değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 65 ile 192 mg/L olup, mevsimlere göre ortalama değişim sırasıyla; yaz mevsiminde 150 (± 1.757) mg/L, sonbaharda 144 (± 2.128) mg/L, kış mevsiminde 143 (± 2.359) mg/L ve ilkbaharda 151 (± 1.349) mg/L olarak belirlenmiştir. En yüksek alkalinite değerine Ocak ayında 8 nolu istasyonda, en düşük değere Temmuz ayında 4 ve Şubat ayında 6 nolu istasyonlarda rastlanılmıştır (Çizelge 4.9).

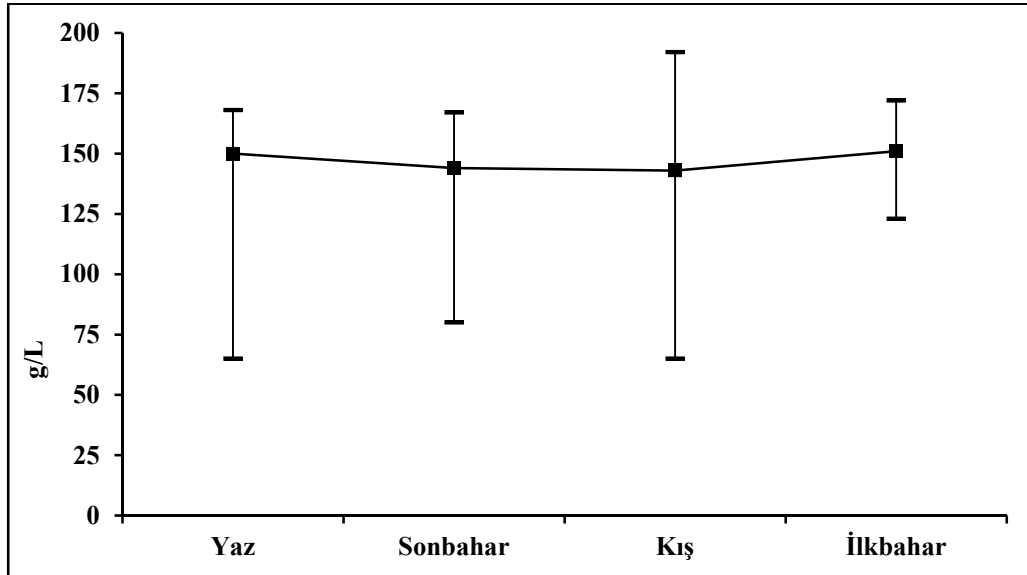
Çizelge 4.9: Mevsimlere göre ortalama alkalinite değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	150	156	151	136	150	155	153	149	150
	Std. Hata	3.822	2.100	4.008	10.722	2.781	2.749	3.297	3.126	1.757
	Minimum Değer	135	149	130	65	140	145	135	135	65
	Maksimum Değer	165	165	165	160	164	168	165	165	168
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	149	151	147	141	143	153	138	132	144
	Std. Hata	2.296	2.482	5.196	6.910	7.140	3.471	6.442	9.343	2.128
	Minimum Değer	140	140	120	92	105	140	95	80	80
	Maksimum Değer	160	160	160	160	167	167	165	160	167
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	139	147	148	140	148	143	141	142	143
	Std. Hata	4.408	5.020	2.581	6.543	3.118	10.128	6.451	11.631	2.359
	Minimum Değer	110	110	140	111	140	65	105	70	65
	Maksimum Değer	160	160	160	160	170	170	170	192	192
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	152	154	152	150	149	154	150	148	151
	Std. Hata	3.748	3.819	3.078	4.145	3.697	2.515	4.222	5.677	1.349
	Minimum Değer	140	135	140	130	137	149	130	123	123
	Maksimum Değer	170	170	162	163	172	172	161	170	172

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel alkalinite değişimleri Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'deki gibidir.



Şekil 4.17: İstasyonların mevsimsel alkalinite değişimi.



Şekil 4.18: Kıyı şeridi mevsimsel alkalinite değişimi.

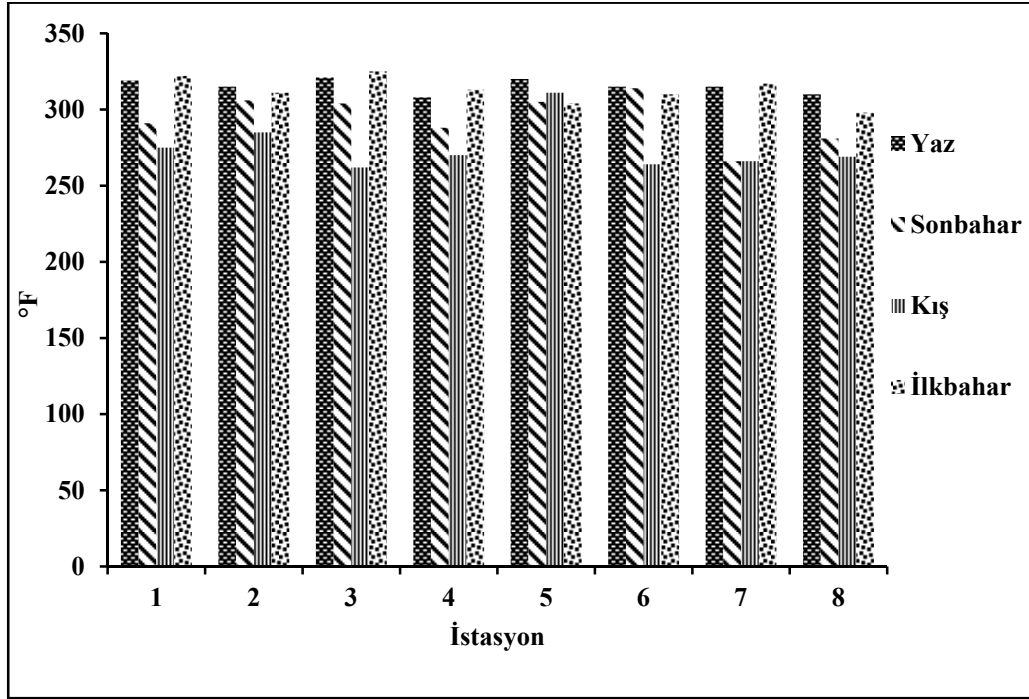
4.10 Sertlik

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyu sertlik değerinin 12 ile 360 °F arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 315 (± 1.931) °F, sonbaharda 294 (± 4.522) °F, kış mevsiminde 275 (± 9.608) °F ve ilkbaharda 312 (± 2.560) °F olarak tespit edilmiştir. En yüksek sertlik değeri Ekim ayında, en düşük değer Şubat ayında 5 nolu istasyonda saptanmıştır (Çizelge 4.10).

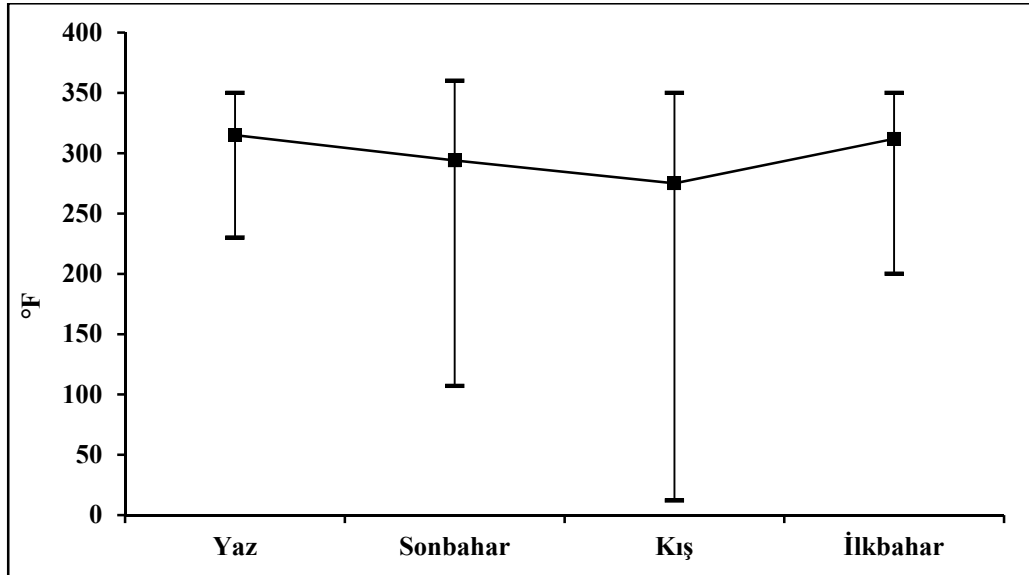
Çizelge 4.10: Mevsimlere göre ortalama sertlik değerleri (°F)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	319	315	321	308	320	315	315	310	315
	Std. Hata	6.438	1.414	5.729	9.913	5.993	2.167	4.383	3.541	1.931
	Minimum Değer	297	309	287	230	298	300	294	295	230
	Maksimum Değer	350	320	340	325	350	322	329	320	350
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	291	306	304	288	305	314	266	281	294
	Std. Hata	8.750	4.306	4.764	14.967	13.797	2.995	21.027	15.746	4.522
	Minimum Değer	250	285	274	180	250	298	107	190	107
	Maksimum Değer	318	324	325	320	360	326	312	325	360
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	275	285	262	270	311	264	266	269	275
	Std. Hata	33.398	33.372	20.140	23.955	7.319	34.927	33.267	27.201	9.608
	Minimum Değer	20	20	125	100	271	12	21	90	12
	Maksimum Değer	350	340	315	320	340	324	338	335	350
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	322	311	325	313	304	310	317	298	312
	Std. Hata	6.748	4.130	3.504	4.714	2.981	2.784	10.678	13.058	2.560
	Minimum Değer	297	285	305	290	290	300	260	200	200
	Maksimum Değer	350	325	340	330	320	318	350	320	350

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel sertlik değişimleri Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'deki gibidir.



Şekil 4.19: İstasyonların mevsimsel sertlik değişimi.



Şekil 4.20: Kıyı şeridi mevsimsel sertlik değişimi.

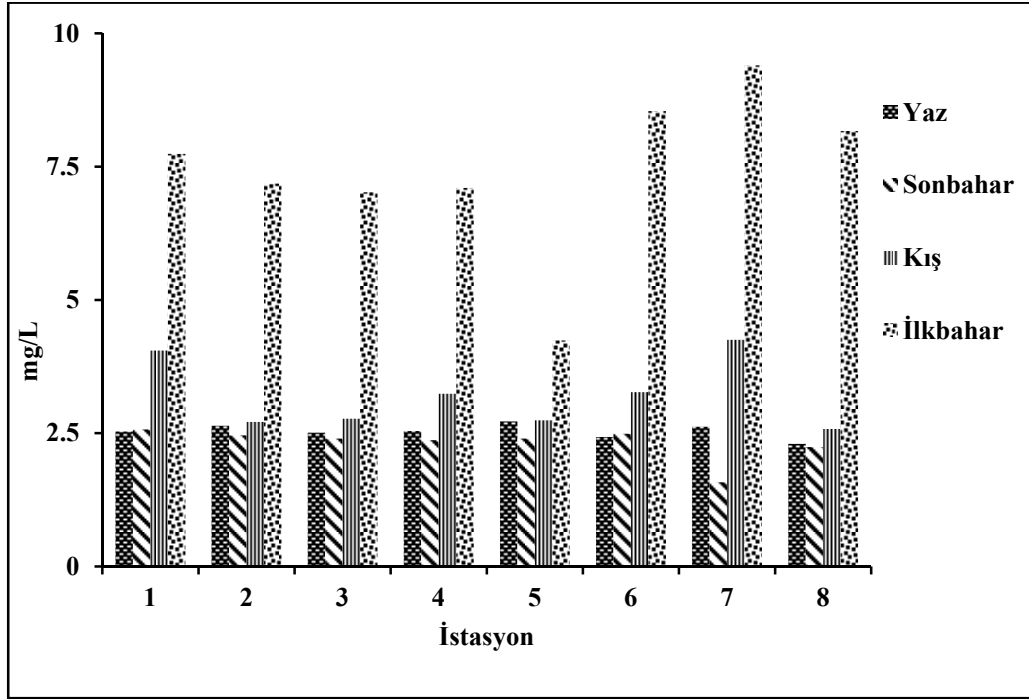
4.11 Biyolojik Oksijen İhtiyacı

BOİ değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 0.26 ile 13.80 mg/L arasında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 2.54 (± 0.107) mg/L, sonbaharda 2.31 (± 0.105) mg/L, kış mevsiminde 3.20 (± 0.169) mg/L ve ilkbaharda 7.42 (± 0.419) mg/L olarak belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük BOİ değerine Mart ve Ocak aylarında 7 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.11).

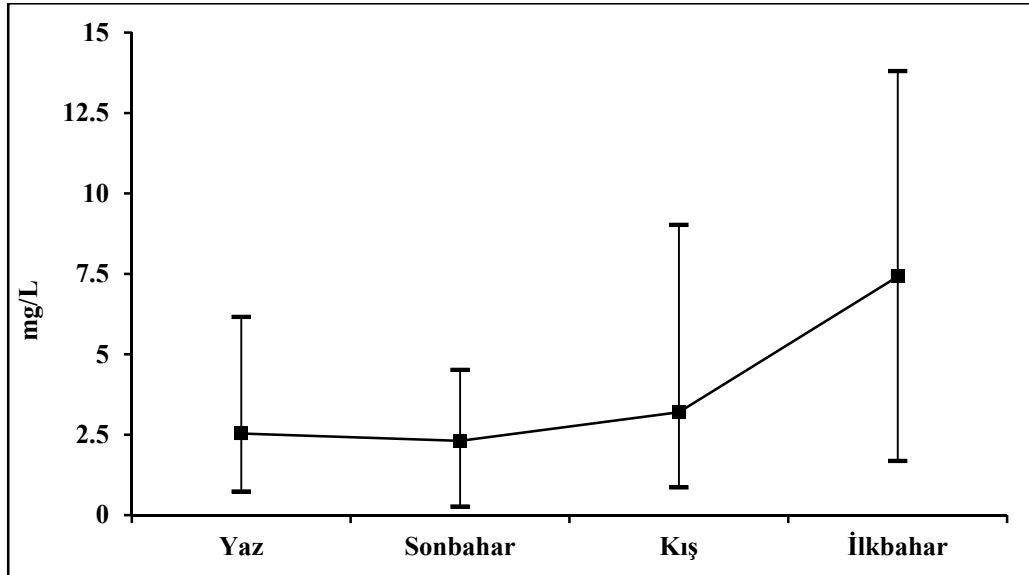
Çizelge 4.11: Mevsimlere göre ortalama BOİ değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	2.53	2.64	2.51	2.54	2.72	2.43	2.62	2.30	2.54
	Std. Hata	0.237	0.238	0.288	0.240	0.478	0.344	0.216	0.391	0.107
	Minimum Değer	1.22	1.54	1.07	1.65	0.99	0.73	1.70	0.98	0.73
	Maksimum Değer	3.20	3.92	3.75	3.78	6.16	4.02	3.51	4.13	6.16
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	2.57	2.46	2.40	2.37	2.40	2.49	1.58	2.24	2.31
	Std. Hata	0.192	0.295	0.213	0.281	0.232	0.336	0.270	0.457	0.105
	Minimum Değer	1.42	1.00	1.34	0.72	1.45	1.19	0.26	0.64	0.26
	Maksimum Değer	3.15	3.35	2.98	3.72	3.63	4.51	2.92	4.29	4.51
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	4.05	2.71	2.77	3.24	2.74	3.27	4.25	2.58	3.20
	Std. Hata	0.707	0.336	0.277	0.421	0.251	0.281	0.705	0.393	0.169
	Minimum Değer	2.23	1.34	0.86	2.12	1.45	1.83	1.54	1.09	0.86
	Maksimum Değer	9.02	4.07	3.43	6.17	3.60	4.71	8.30	4.21	9.02
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	7.74	7.18	7.02	7.10	4.24	8.54	9.40	8.17	7.42
	Std. Hata	1.176	0.912	0.926	1.149	0.870	1.146	1.403	1.407	0.419
	Minimum Değer	2.65	3.10	3.13	2.22	1.68	3.18	2.50	2.44	1.68
	Maksimum Değer	12.30	9.55	10.16	10.66	9.27	12.13	13.80	12.78	13.80

Örnekleme noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel BOİ değişimleri Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'deki gibidir.



Şekil 4.21: İstasyonların mevsimsel BOİ değişimi.



Şekil 4.22: Kıyı şeridi mevsimsel BOİ değişimi.

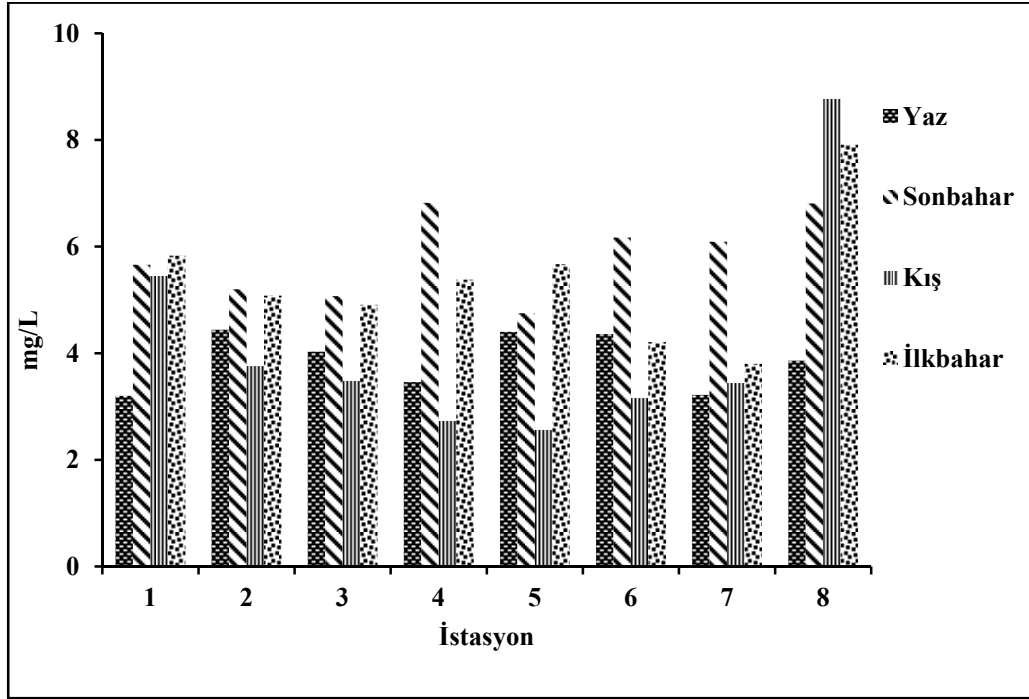
4.12 Sülfid

Sülfid değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 1.00 ile 11.20 mg/L aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 3.87 (± 0.140) mg/L, sonbaharda 5.82 (± 0.151) mg/L, kış mevsiminde 4.17 (± 0.270) mg/L ve ilkbaharda 5.35 (± 0.170) mg/L olarak kayıt edilmiştir. En yüksek sülfid değeri Ocak ayında 8 nolu istasyonda, en düşük Haziran ayında 1 ve 7 nolu istasyonlarda saptanmıştır (Çizelge 4.12).

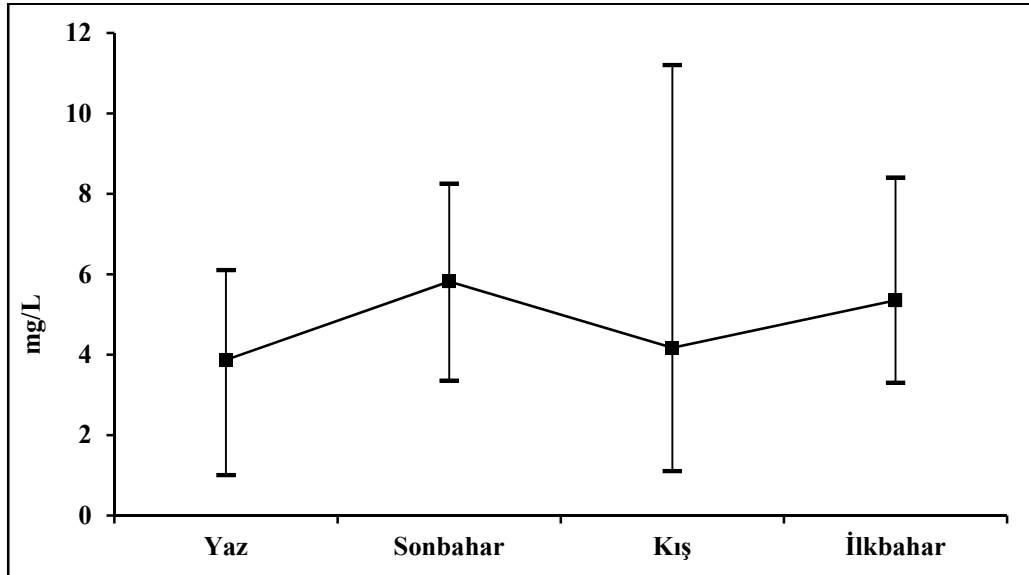
Çizelge 4.12: Mevsimlere göre ortalama sülfid değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	3.20	4.44	4.03	3.46	4.40	4.36	3.22	3.86	3.87
	Std. Hata	0.472	0.423	0.328	0.169	0.372	0.237	0.539	0.346	0.140
	Minimum Değer	1.00	2.00	2.85	2.65	2.55	3.30	1.00	2.48	1.00
	Maksimum Değer	5.20	6.10	6.00	4.00	6.10	5.55	5.60	5.50	6.10
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.66	5.20	5.07	6.82	4.75	6.17	6.09	6.81	5.82
	Std. Hata	0.203	0.415	0.360	0.198	0.271	0.335	0.518	0.502	0.151
	Minimum Değer	4.50	3.35	3.70	5.95	3.60	4.75	3.90	4.30	3.35
	Maksimum Değer	6.30	7.40	6.65	7.65	6.50	7.25	8.10	8.25	8.25
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.45	3.76	3.48	2.73	2.56	3.16	3.44	8.77	4.17
	Std. Hata	0.308	0.386	0.357	0.392	0.470	0.265	0.515	0.619	0.270
	Minimum Değer	4.10	2.10	1.90	1.20	1.10	2.35	2.30	6.10	1.10
	Maksimum Değer	6.40	5.30	4.80	4.20	5.10	4.65	6.15	11.20	11.20
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.83	5.08	4.91	5.38	5.67	4.21	3.80	7.91	5.35
	Std. Hata	0.458	0.497	0.157	0.296	0.254	0.142	0.153	0.152	0.170
	Minimum Değer	3.80	3.75	4.30	3.85	4.40	3.30	3.30	7.20	3.30
	Maksimum Değer	7.30	7.50	5.60	6.75	6.70	4.70	4.60	8.40	8.40

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel sülfid değişimleri Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'deki gibidir.



Şekil 4.23: İstasyonların mevsimsel sülfid değişimi.



Şekil 4.24: Kıyı şeridi mevsimsel sülfid değişimi.

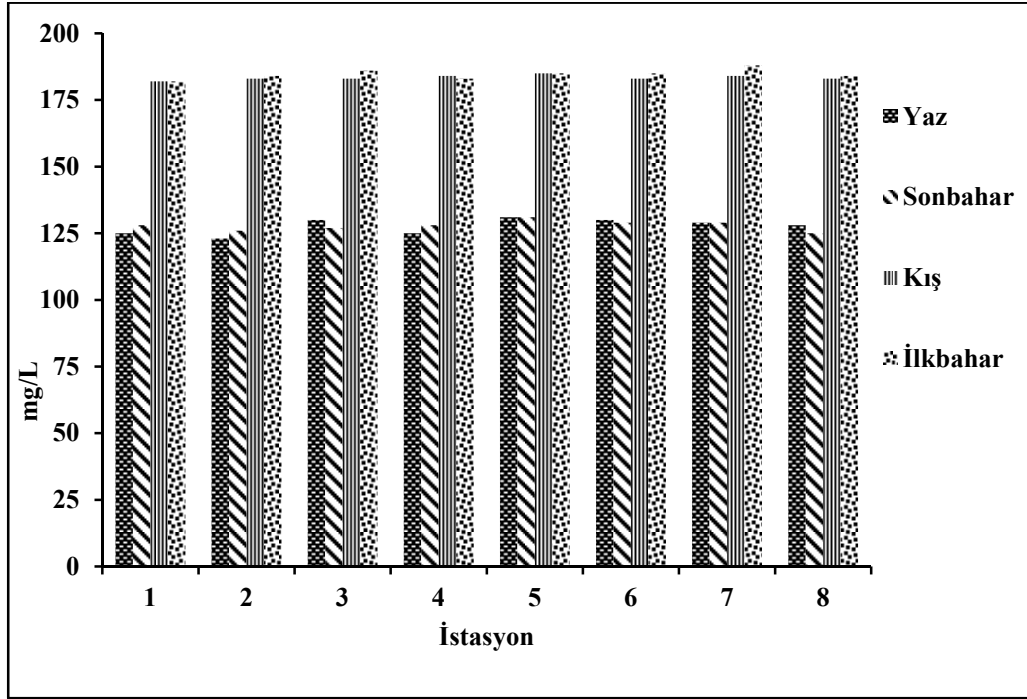
4.13 Sülfat

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyu sülfat değerinin 105 ile 197 mg/L arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 128 (± 0.838) mg/L, sonbaharda 128 (± 0.725) mg/L, kış mevsiminde 183 (± 0.460) mg/L ve ilkbaharda 185 (± 0.568) mg/L olarak belirlenmiştir. En yüksek sülfat değeri Mayıs ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Ağustos ayında 2 nolu istasyonda tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

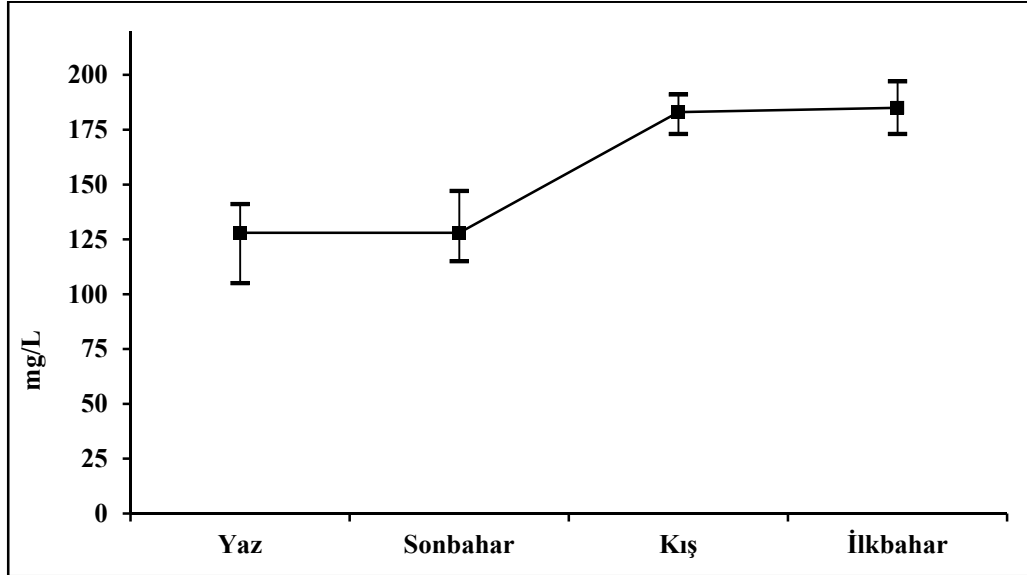
Çizelge 4.13: Mevsimlere göre ortalama sülfat değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	125	123	130	125	131	130	129	128	128
	Std. Hata	3.068	2.959	2.115	2.412	1.509	1.827	1.555	2.472	0.838
	Minimum Değer	117	105	118	113	123	123	120	118	105
	Maksimum Değer	141	133	137	136	138	139	133	141	141
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	128	126	127	128	131	129	129	125	128
	Std. Hata	1.414	1.944	2.062	2.420	1.732	1.882	3.077	1.509	0.725
	Minimum Değer	121	115	118	117	120	120	115	118	115
	Maksimum Değer	135	135	136	136	138	139	147	133	147
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	182	183	183	184	185	183	184	183	183
	Std. Hata	0.915	0.957	1.073	1.080	1.384	1.118	1.501	2.179	0.460
	Minimum Değer	179	178	178	181	180	177	176	173	173
	Maksimum Değer	185	187	187	191	190	188	189	190	191
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	182	184	186	183	185	185	188	184	185
	Std. Hata	1.207	1.289	1.148	1.352	1.839	1.911	2.062	1.585	0.568
	Minimum Değer	175	176	180	176	177	176	179	173	173
	Maksimum Değer	187	188	191	190	195	194	197	190	197

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel sülfat değişimleri Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'daki gibidir.



Şekil 4.25: İstasyonların mevsimsel sülfat değişimi.



Şekil 4.26: Kıyı şeridi mevsimsel sülfat değişimi.

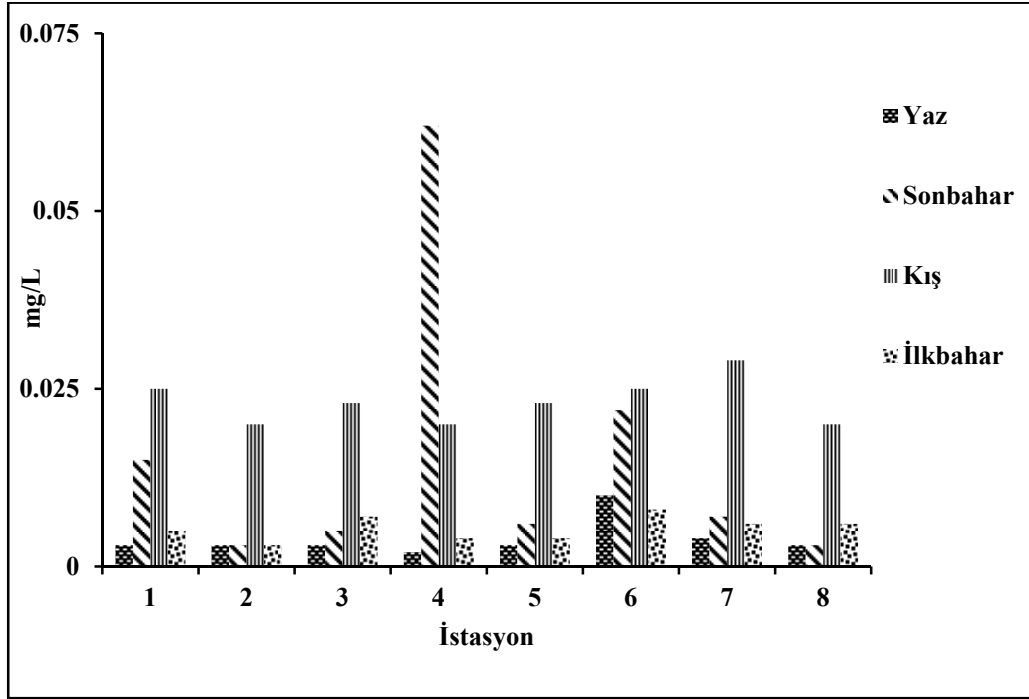
4.14 Nitrit Azotu

Nitrit azotu değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 0.001 ile 0.500 mg/L aralığında seyredip, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.004 (± 0.001) mg/L, sonbaharda 0.015 (± 0.007) mg/L, kış mevsiminde 0.023 (± 0.002) mg/L ve ilkbaharda 0.005 (± 0.001) mg/L olarak kayıt edilmiştir. En yüksek nitrit değerine Ekim ayında 4 nolu istasyonda, en düşük değerlere farklı aylarda birden fazla istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.14).

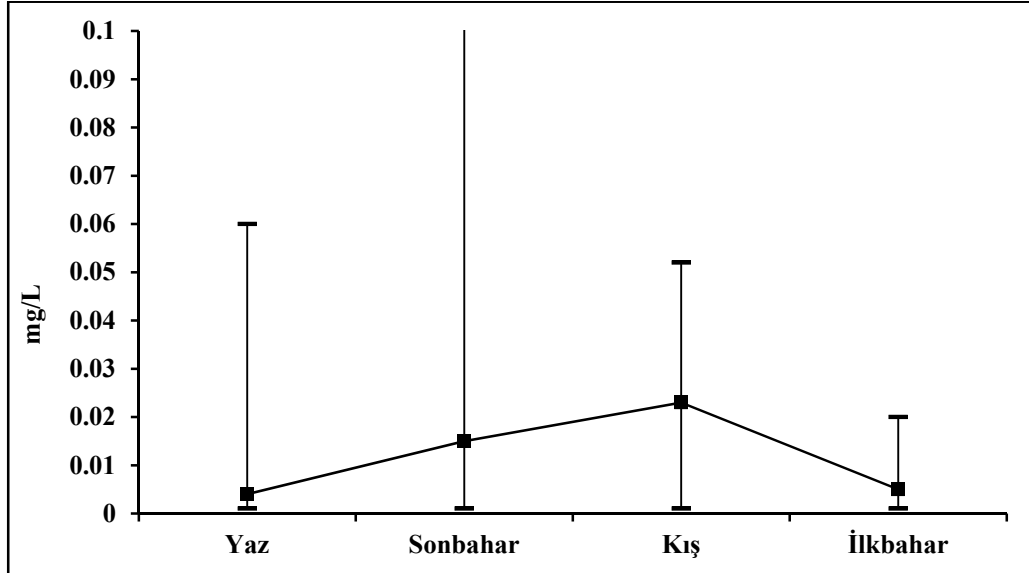
Çizelge 4.14: Mevsimlere göre ortalama nitrit azotu değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.010	0.004	0.003	0.004
	Std. Hata	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.000	0.001
	Minimum Değer	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001
	Maksimum Değer	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.060	0.008	0.005	0.060
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.015	0.003	0.005	0.062	0.006	0.022	0.007	0.003	0.015
	Std. Hata	0.005	0.001	0.001	0.055	0.004	0.011	0.002	0.001	0.007
	Minimum Değer	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
	Maksimum Değer	0.040	0.006	0.008	0.500	0.040	0.090	0.020	0.005	0.500
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.025	0.020	0.023	0.020	0.023	0.025	0.029	0.020	0.023
	Std. Hata	0.007	0.004	0.005	0.007	0.005	0.005	0.006	0.004	0.002
	Minimum Değer	0.001	0.003	0.002	0.004	0.002	0.004	0.005	0.004	0.001
	Maksimum Değer	0.052	0.036	0.043	0.050	0.044	0.047	0.050	0.035	0.052
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.005	0.003	0.007	0.004	0.004	0.008	0.006	0.006	0.005
	Std. Hata	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
	Minimum Değer	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001
	Maksimum Değer	0.009	0.006	0.020	0.008	0.008	0.019	0.010	0.009	0.020

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel nitrit azotu değişimleri Şekil 4.27 ve Şekil 4.28’deki gibidir.



Şekil 4.27: İstasyonların mevsimsel nitrit azotu değişimi.



Şekil 4.28: Kıyı şeridi mevsimsel nitrit azotu değişimi.

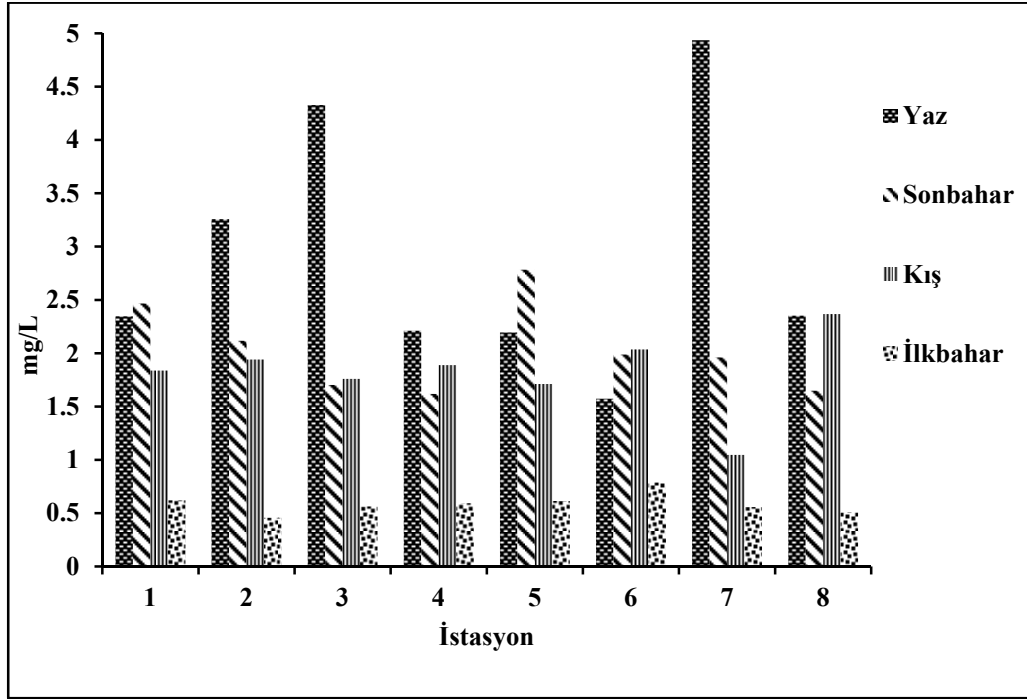
4.15 Nitrat Azotu

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyu nitrat azotu değerinin 0.148 ile 12.975 mg/L aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 2.899 (± 0.294) mg/L, sonbaharda 2.035 (± 0.192) mg/L, kış mevsiminde 1.823 (± 0.164) mg/L ve ilkbaharda 0.588 (± 0.024) mg/L olarak belirlenmiştir. En yüksek nitrat azotu değeri Temmuz ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Eylül ayında 6 nolu istasyonda saptanmıştır (Çizelge 4.15).

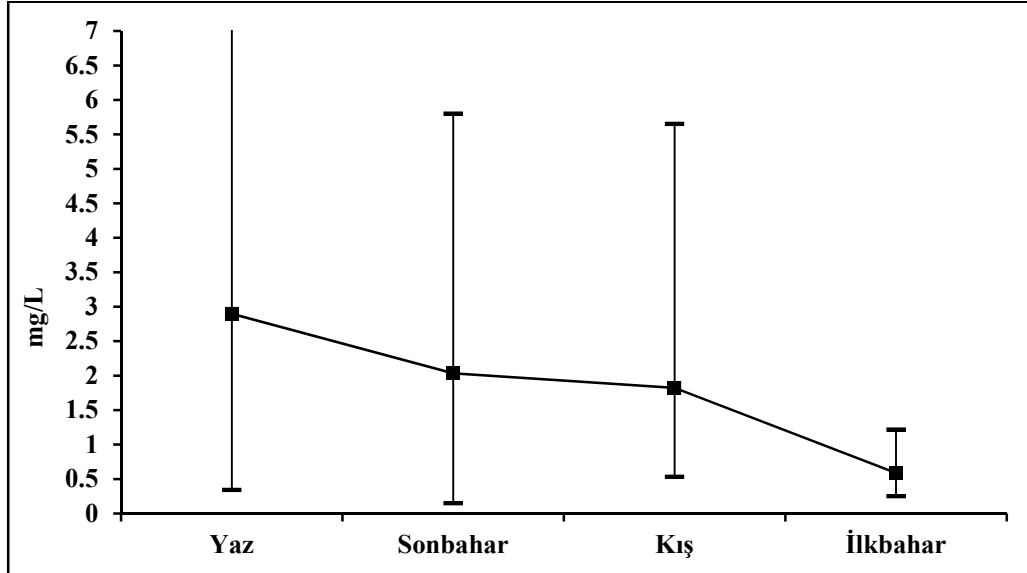
Çizelge 4.15: Mevsimlere göre ortalama nitrat azotu değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	2.346	3.257	4.328	2.211	2.194	1.573	4.936	2.352	2.899
	Std. Hata	0.831	0.657	0.729	0.336	0.522	0.393	1.579	0.474	0.294
	Minimum Değer	0.340	0.480	2.017	0.480	0.400	0.435	0.500	0.480	0.340
	Maksimum Değer	8.800	6.600	7.800	3.400	4.200	3.600	12.970	4.097	12.970
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	2.467	2.116	1.703	1.618	2.783	1.987	1.961	1.648	2.035
	Std. Hata	0.598	0.552	0.393	0.674	0.701	0.565	0.509	0.351	0.192
	Minimum Değer	0.150	0.200	0.238	0.185	0.210	0.148	0.180	0.225	0.148
	Maksimum Değer	4.589	4.160	2.994	4.700	5.800	4.052	3.892	2.900	5.800
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.837	1.941	1.759	1.888	1.712	2.036	1.047	2.368	1.823
	Std. Hata	0.428	0.542	0.430	0.466	0.377	0.481	0.144	0.713	0.164
	Minimum Değer	0.575	0.615	0.798	0.890	0.910	0.705	0.530	0.630	0.530
	Maksimum Değer	3.805	4.200	3.700	4.100	3.600	4.000	1.625	5.650	5.650
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.620	0.457	0.564	0.594	0.615	0.787	0.558	0.508	0.588
	Std. Hata	0.029	0.058	0.068	0.097	0.029	0.069	0.067	0.077	0.024
	Minimum Değer	0.482	0.250	0.345	0.345	0.503	0.595	0.343	0.284	0.250
	Maksimum Değer	0.722	0.690	0.978	1.058	0.742	1.215	0.842	0.856	1.215

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel nitrat azotu değişimleri Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'daki gibidir.



Şekil 4.29: İstasyonların mevsimsel nitrat azotu değişimi.



Şekil 4.30: Kıyı şeridi mevsimsel nitrat azotu değişimi.

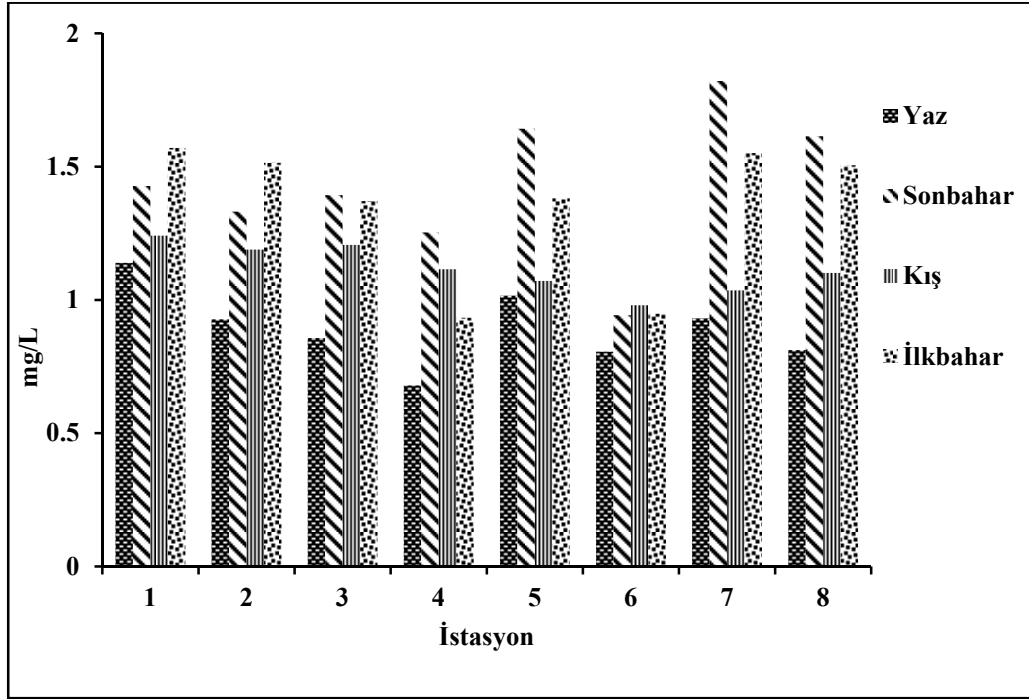
4.16 Toplam Amonyak Azotu

TAN değeriindeki değişim 0.019 ile 3.333 mg/L aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.896 (± 0.086) mg/L, sonbaharda 1.428 (± 0.074) mg/L, kış mevsiminde 1.118 (± 0.071) mg/L ve ilkbaharda 1.347 (± 0.049) mg/L olarak kayıt edilmiştir. En yüksek TAN değeri Ekim ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Haziran ayında 4 nolu istasyonda belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

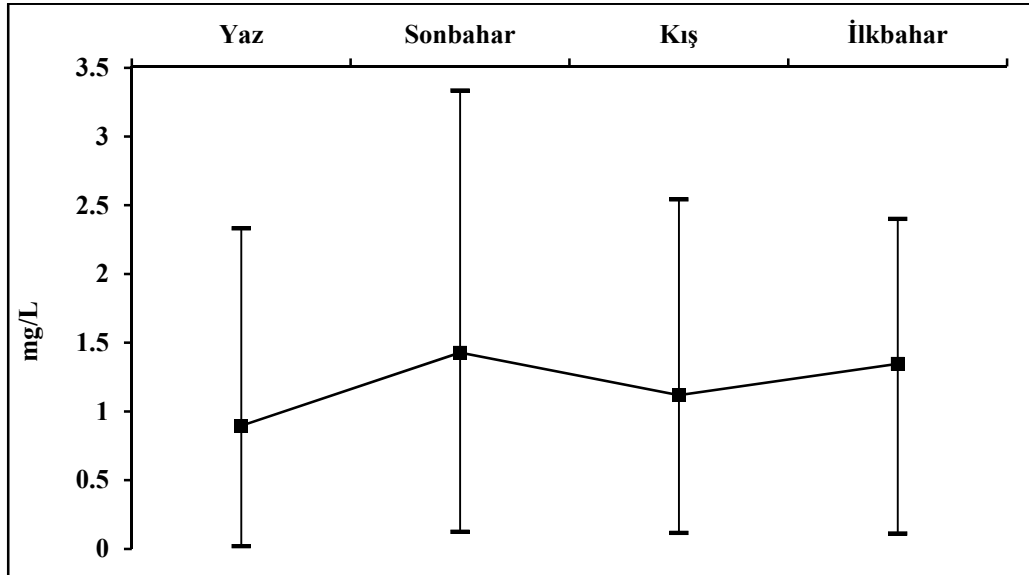
Çizelge 4.16: Mevsimlere göre ortalama TAN değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.139	0.927	0.857	0.679	1.016	0.806	0.931	0.812	0.896
	Std. Hata	0.257	0.294	0.253	0.231	0.180	0.230	0.275	0.276	0.086
	Minimum Değer	0.255	0.128	0.210	0.019	0.389	0.125	0.193	0.076	0.019
	Maksimum Değer	2.140	2.331	1.972	1.942	1.768	1.953	2.034	1.987	2.331
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.427	1.331	1.393	1.253	1.642	0.943	1.821	1.614	1.428
	Std. Hata	0.075	0.115	0.094	0.124	0.247	0.223	0.316	0.258	0.074
	Minimum Değer	1.187	0.930	1.166	0.834	0.978	0.124	1.064	0.267	0.124
	Maksimum Değer	1.948	2.189	1.989	1.777	3.214	1.728	3.333	2.618	3.333
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.241	1.189	1.206	1.115	1.071	0.980	1.036	1.101	1.118
	Std. Hata	0.211	0.228	0.261	0.258	0.188	0.172	0.206	0.129	0.071
	Minimum Değer	0.376	0.398	0.457	0.199	0.469	0.395	0.115	0.685	0.115
	Maksimum Değer	2.129	2.278	2.542	2.424	1.924	2.071	2.073	1.810	2.542
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.570	1.514	1.371	0.933	1.381	0.948	1.551	1.505	1.347
	Std. Hata	0.090	0.127	0.075	0.137	0.121	0.186	0.091	0.081	0.049
	Minimum Değer	1.191	1.018	1.083	0.473	0.786	0.111	1.032	1.281	0.111
	Maksimum Değer	2.077	2.400	1.767	1.429	1.925	1.613	1.838	1.936	2.400

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel TAN değişimleri Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'deki gibidir.



Şekil 4.31: İstasyonların mevsimsel TAN değişimi.



Şekil 4.32: Kıyı şeridi mevsimsel TAN değişimi.

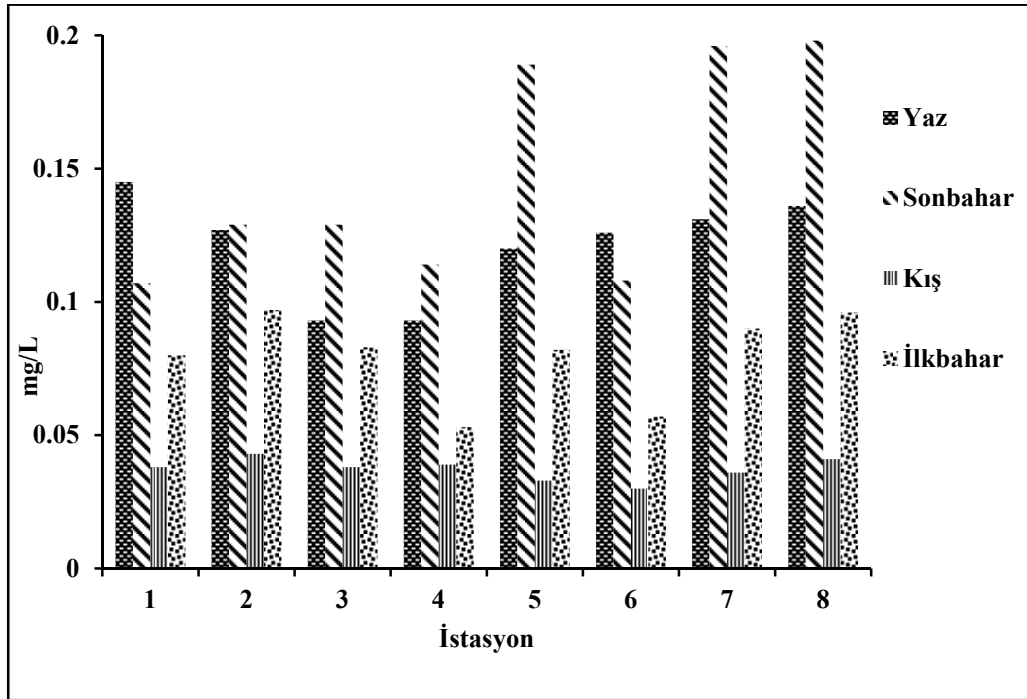
4.17 Amonyak

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyunda iyonize olmamış amonyak değerinin 0.001 ile 0.433 (± 0.005) mg/L aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.121 (± 0.014) mg/L, sonbaharda 0.146 (± 0.010) mg/L, kış mevsiminde 0.037 (± 0.002) mg/L ve ilkbaharda 0.080 (± 0.006) mg/L olarak saptanmıştır. En yüksek amonyak değerine Ağustos ayında 8 nolu istasyonda, en düşük değere Haziran ayında 4 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.17).

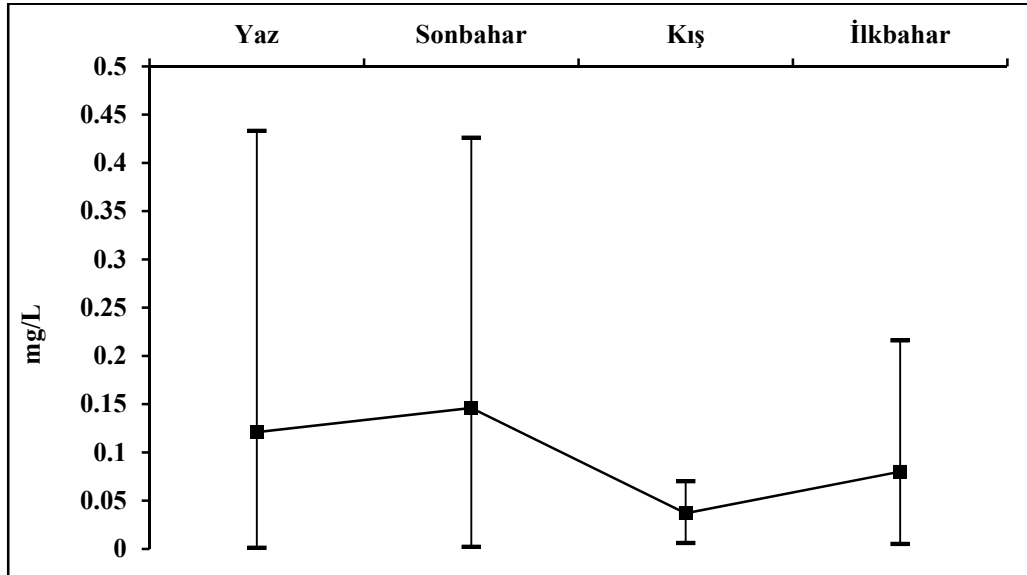
Çizelge 4.17: Mevsimlere göre ortalama amonyak değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.145	0.127	0.093	0.093	0.120	0.126	0.131	0.136	0.121
	Std. Hata	0.035	0.048	0.030	0.034	0.026	0.047	0.041	0.052	0.014
	Minimum Değer	0.030	0.017	0.016	0.001	0.050	0.015	0.019	0.017	0.001
	Maksimum Değer	0.284	0.367	0.253	0.290	0.234	0.425	0.299	0.433	0.433
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.107	0.129	0.129	0.114	0.189	0.108	0.196	0.198	0.146
	Std. Hata	0.017	0.015	0.013	0.016	0.034	0.028	0.039	0.041	0.010
	Minimum Değer	0.029	0.096	0.103	0.058	0.067	0.002	0.047	0.035	0.002
	Maksimum Değer	0.201	0.226	0.205	0.189	0.376	0.212	0.372	0.426	0.426
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.038	0.043	0.038	0.039	0.033	0.030	0.036	0.041	0.037
	Std. Hata	0.006	0.007	0.005	0.007	0.004	0.005	0.005	0.003	0.002
	Minimum Değer	0.009	0.015	0.019	0.009	0.020	0.006	0.014	0.030	0.006
	Maksimum Değer	0.061	0.067	0.060	0.070	0.055	0.059	0.059	0.054	0.070
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.080	0.097	0.083	0.053	0.082	0.057	0.090	0.096	0.080
	Std. Hata	0.013	0.018	0.011	0.008	0.019	0.025	0.017	0.016	0.006
	Minimum Değer	0.038	0.036	0.039	0.025	0.015	0.005	0.014	0.043	0.005
	Maksimum Değer	0.138	0.212	0.134	0.112	0.172	0.216	0.166	0.175	0.216

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel amonyak değişimleri
Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'deki gibidir.



Şekil 4.33: İstasyonların mevsimsel amonyak değişimi.



Şekil 4.34: Kıyı şeridi mevsimsel amonyak değişimi.

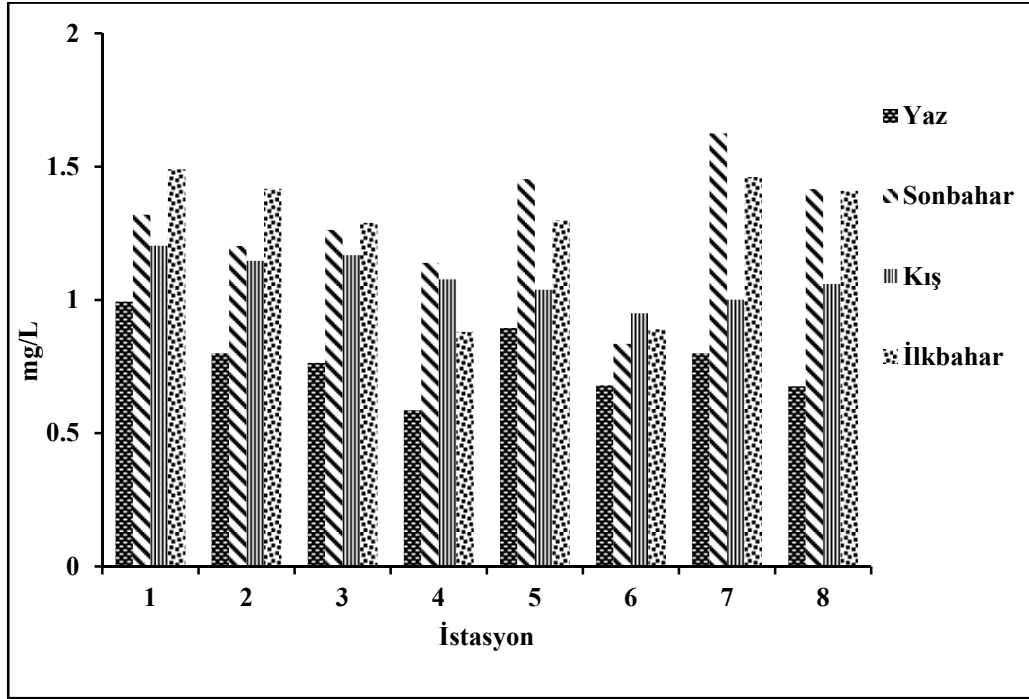
4.18 Amonyum

İyonize olmuş amonyak, amonyum, değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 0.018 ile 2.990 mg/L aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.775 (± 0.073) mg/L, sonbaharda 1.282 (± 0.065) mg/L, kış mevsiminde 1.080 (± 0.070) mg/L ve ilkbaharda 1.267 (± 0.046) mg/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek amonyum değeri Ekim ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değer Haziran ayında 4 nolu istasyonda belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

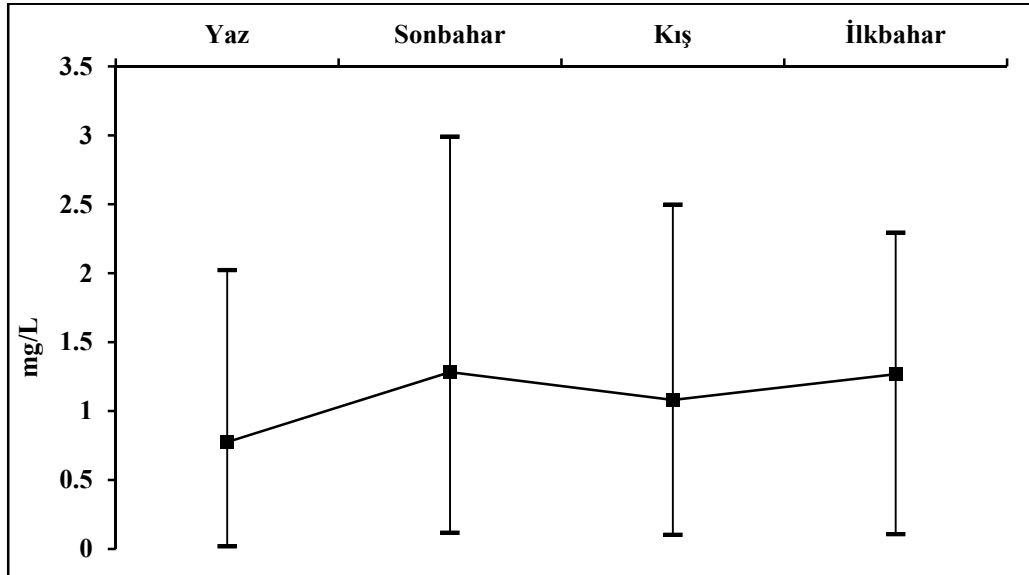
Çizelge 4.18: Mevsimlere göre ortalama amonyum değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.994	0.800	0.764	0.586	0.895	0.680	0.800	0.676	0.775
	Std. Hata	0.222	0.248	0.224	0.197	0.155	0.185	0.234	0.227	0.073
	Minimum Değer	0.225	0.108	0.194	0.018	0.331	0.107	0.164	0.060	0.018
	Maksimum Değer	1.856	2.022	1.798	1.651	1.533	1.528	1.764	1.628	2.022
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.320	1.202	1.263	1.139	1.453	0.835	1.625	1.416	1.282
	Std. Hata	0.064	0.103	0.082	0.117	0.215	0.198	0.280	0.221	0.065
	Minimum Değer	1.119	0.821	1.063	0.768	0.901	0.116	0.974	0.232	0.116
	Maksimum Değer	1.747	1.963	1.784	1.657	2.838	1.611	2.990	2.312	2.990
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.203	1.147	1.168	1.077	1.038	0.950	1.001	1.060	1.080
	Std. Hata	0.207	0.222	0.258	0.252	0.183	0.167	0.202	0.127	0.070
	Minimum Değer	0.367	0.382	0.429	0.191	0.448	0.389	0.101	0.649	0.101
	Maksimum Değer	2.069	2.213	2.496	2.355	1.869	2.012	2.014	1.758	2.496
İLKBHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.490	1.417	1.289	0.880	1.299	0.890	1.461	1.409	1.267
	Std. Hata	0.092	0.123	0.072	0.133	0.111	0.171	0.081	0.065	0.046
	Minimum Değer	1.138	0.966	1.035	0.430	0.732	0.106	1.018	1.221	0.106
	Maksimum Değer	2.039	2.293	1.676	1.381	1.793	1.467	1.777	1.761	2.293

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel amonyum değişimleri Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'daki gibidir.



Şekil 4.35: İstasyonların mevsimsel amonyum değişimi.



Şekil 4.36: Kıyı şeridi mevsimsel amonyum değişimi.

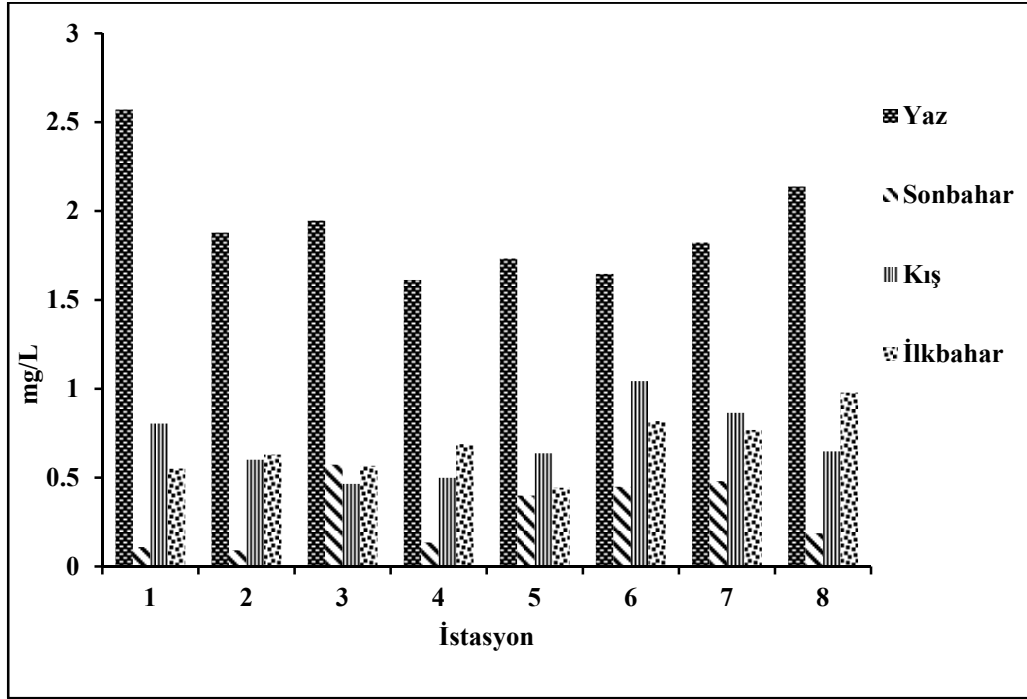
4.19 Toplam Fosfor

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyundaki toplam fosfor değeri 0.001 ile 7.280 mg/L aralığında değişmekte olup mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 1.919 (± 0.275) mg/L, sonbaharda 0.303 (± 0.049) mg/L, kış mevsiminde 0.695 (± 0.080) mg/L ve ilkbaharda 0.680 (± 0.101) mg/L olarak saptanmıştır. En yüksek toplam fosfor değerine Haziran ayında 1 nolu istasyonda, en düşük değere Şubat ayında 5 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.19).

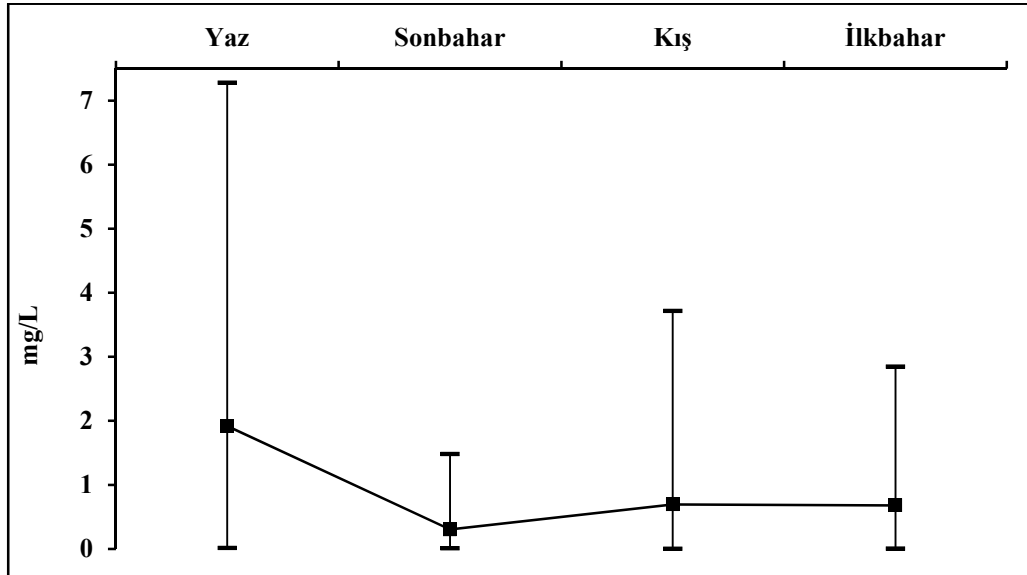
Çizelge 4.19: Mevsimlere göre ortalama toplam fosfor değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	2.571	1.879	1.946	1.612	1.733	1.646	1.823	2.138	1.919
	Std. Hata	1.040	0.690	0.575	0.750	0.707	0.769	0.798	1.053	0.275
	Minimum Değer	0.021	0.042	0.027	0.013	0.024	0.021	0.026	0.017	0.013
	Maksimum Değer	7.280	5.051	4.603	5.754	5.306	5.647	5.754	6.350	7.280
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.109	0.091	0.573	0.135	0.399	0.449	0.480	0.188	0.303
	Std. Hata	0.026	0.015	0.221	0.032	0.140	0.168	0.187	0.069	0.049
	Minimum Değer	0.017	0.024	0.046	0.028	0.055	0.027	0.034	0.008	0.008
	Maksimum Değer	0.220	0.151	1.480	0.337	0.966	1.106	1.325	0.488	1.480
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.804	0.601	0.465	0.499	0.637	1.043	0.865	0.648	0.695
	Std. Hata	0.454	0.131	0.109	0.187	0.205	0.253	0.182	0.126	0.080
	Minimum Değer	0.013	0.137	0.008	0.013	0.001	0.082	0.192	0.106	0.001
	Maksimum Değer	3.714	1.307	0.940	1.566	1.764	2.151	2.034	1.213	3.714
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.551	0.630	0.567	0.688	0.443	0.818	0.768	0.978	0.680
	Std. Hata	0.226	0.285	0.263	0.300	0.223	0.320	0.295	0.406	0.101
	Minimum Değer	0.006	0.004	0.006	0.030	0.031	0.013	0.059	0.126	0.004
	Maksimum Değer	1.668	1.868	1.793	2.193	2.017	2.197	2.846	2.646	2.846

Örnekleme noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel toplam fosfor değişimleri Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'deki gibidir.



Şekil 4.37: İstasyonların mevsimsel toplam fosfor değişimi.



Şekil 4.38: Kıyı şeridi mevsimsel toplam fosfor değişimi.

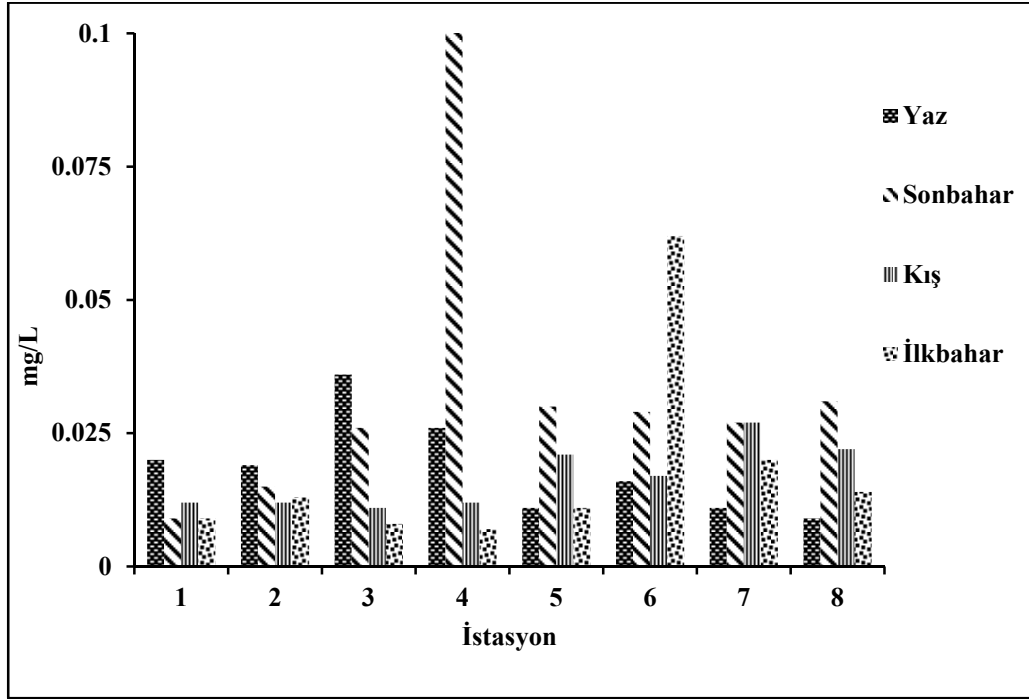
4.20 Ortofosfat Fosforu

Ortofosfat fosforu değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 0.001 ile 1.012 mg/L aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.018 (± 0.002) mg/L, sonbaharda 0.052 (± 0.019) mg/L, kış mevsiminde 0.017 (± 0.002) mg/L ve ilkbaharda 0.018 (± 0.003) mg/L olarak kayıt edilmiştir. En yüksek ortofosfat fosfor değeri Eylül ayında 4 nolu istasyonda, en düşük değer farklı aylarda farklı istasyonlarda belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

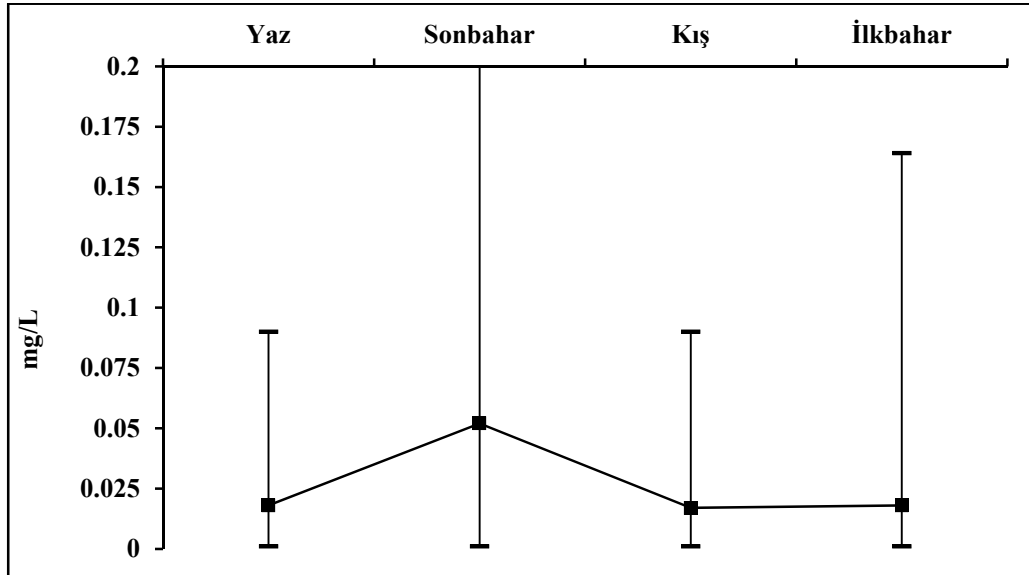
Çizelge 4.20: Mevsimlere göre ortofosfat değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.020	0.019	0.036	0.026	0.011	0.016	0.011	0.009	0.018
	Std. Hata	0.009	0.003	0.008	0.007	0.001	0.004	0.003	0.002	0.002
	Minimum Değer	0.006	0.011	0.015	0.010	0.006	0.005	0.001	0.001	0.001
	Maksimum Değer	0.090	0.034	0.070	0.060	0.013	0.033	0.024	0.016	0.090
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.009	0.015	0.026	0.248	0.030	0.029	0.027	0.031	0.052
	Std. Hata	0.002	0.006	0.004	0.139	0.010	0.009	0.009	0.010	0.019
	Minimum Değer	0.001	0.002	0.009	0.001	0.002	0.004	0.003	0.003	0.001
	Maksimum Değer	0.018	0.045	0.040	1.012	0.075	0.064	0.066	0.079	1.012
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.012	0.012	0.011	0.012	0.021	0.017	0.027	0.022	0.017
	Std. Hata	0.002	0.001	0.002	0.001	0.005	0.003	0.006	0.009	0.002
	Minimum Değer	0.005	0.006	0.001	0.006	0.004	0.008	0.010	0.008	0.001
	Maksimum Değer	0.022	0.018	0.019	0.019	0.043	0.030	0.056	0.090	0.090
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.009	0.013	0.008	0.007	0.011	0.062	0.020	0.014	0.018
	Std. Hata	0.002	0.006	0.002	0.002	0.002	0.022	0.004	0.003	0.003
	Minimum Değer	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.016	0.004	0.003	0.001
	Maksimum Değer	0.015	0.038	0.020	0.019	0.021	0.164	0.040	0.025	0.164

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel ortofosfat değişimleri Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'daki gibidir.



Şekil 4.39: İstasyonların mevsimsel ortofosfat değişimi.



Şekil 4.40: Kıyı şeridi mevsimsel ortofosfat değişimi.

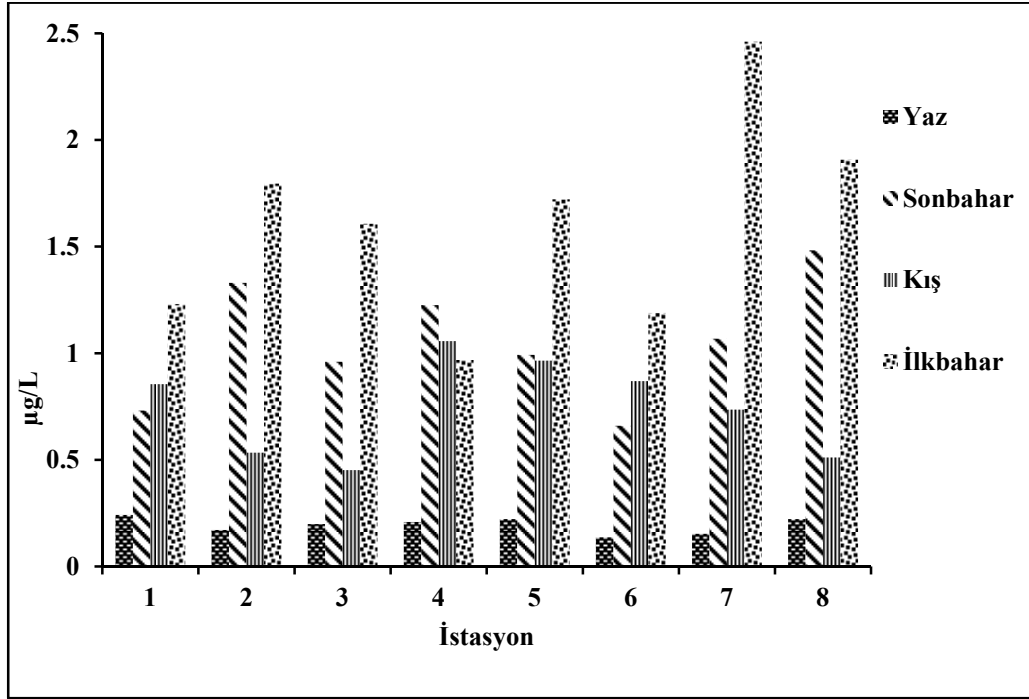
4.21 Klorofil a

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyundaki klorofil a değeri 0.010 ile 4.208 µg/L aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.194 (±0.144) µg/L, sonbaharda 1.056 (±0.109) µg/L, kış mevsiminde 0.747 (±0.082) µg/L ve ilkbaharda 1.610 (±0.109) µg/L olarak saptanmıştır. En yüksek klorofil a değerine Nisan ayında 7 nolu istasyonda, en düşük değere Haziran ayında 3 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.21).

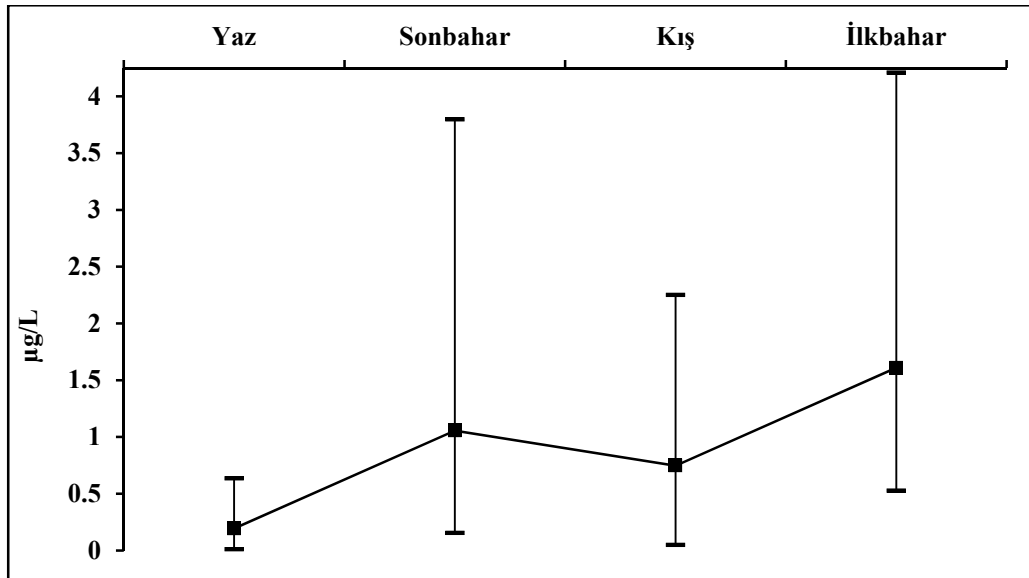
Çizelge 4.21: Mevsimlere göre ortalama klorofil a değerleri (µg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.242	0.171	0.199	0.209	0.222	0.137	0.153	0.222	0.194
	Std. Hata	0.032	0.028	0.050	0.025	0.061	0.026	0.045	0.046	0.014
	Minimum Değer	0.163	0.040	0.010	0.131	0.084	0.037	0.019	0.021	0.010
	Maksimum Değer	0.430	0.307	0.390	0.317	0.634	0.239	0.344	0.398	0.634
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.731	1.330	0.960	1.226	0.992	0.660	1.068	1.482	1.056
	Std. Hata	0.100	0.318	0.322	0.139	0.308	0.227	0.349	0.515	0.109
	Minimum Değer	0.439	0.290	0.178	0.760	0.270	0.181	0.154	0.403	0.154
	Maksimum Değer	1.352	2.591	2.473	1.877	3.003	1.683	2.638	3.797	3.797
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.855	0.534	0.452	1.057	0.965	0.869	0.736	0.511	0.747
	Std. Hata	0.228	0.100	0.121	0.306	0.240	0.260	0.316	0.197	0.082
	Minimum Değer	0.099	0.124	0.106	0.083	0.114	0.102	0.048	0.103	0.048
	Maksimum Değer	1.782	0.760	0.935	2.250	1.880	1.883	2.245	1.315	2.250
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.231	1.795	1.607	0.968	1.722	1.189	2.461	1.908	1.610
	Std. Hata	0.145	0.233	0.268	0.104	0.416	0.170	0.442	0.301	0.109
	Minimum Değer	0.731	1.173	0.648	0.698	0.526	0.739	0.877	0.608	0.526
	Maksimum Değer	1.960	2.744	2.680	1.434	3.415	2.060	4.208	2.720	4.208

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel klorofil a değişimleri
Şekil 4.41 ve Şekil 4.42'deki gibidir.



Şekil 4.41: İstasyonların mevsimsel klorofil a değişimi.



Şekil 4.42: Kıyı şeridi mevsimsel klorofil a değişimi.

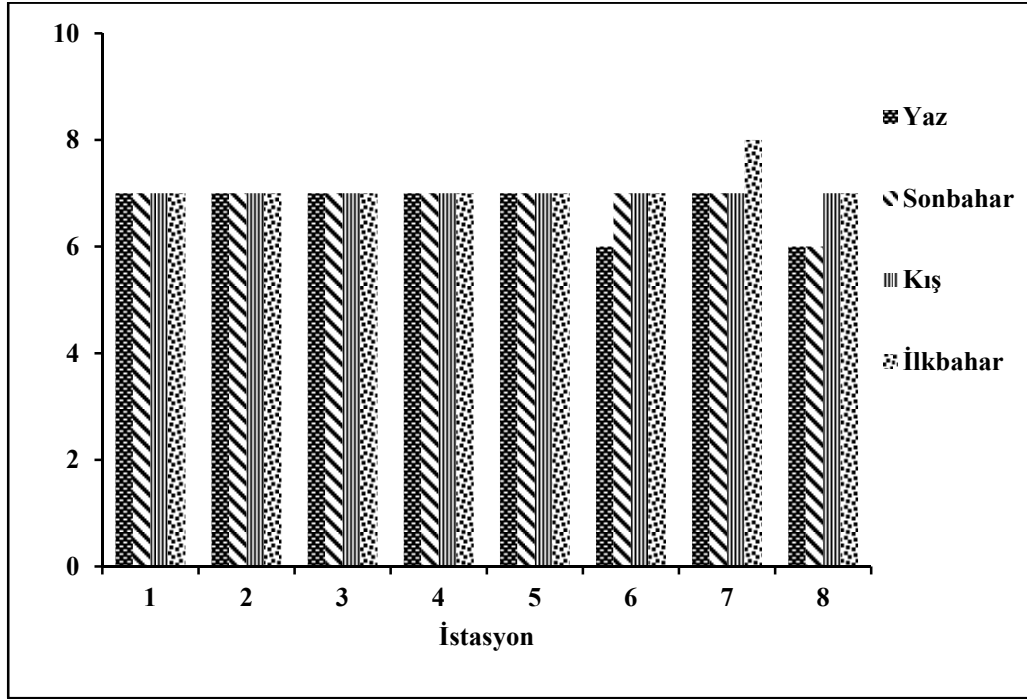
4.22 TRIX Değeri Değişimi

Kıyısal alanın TRIX değerinin 5 ile 9 arasında değişiklik gösterip, mevsimlere göre ortalama değerin tüm periyod boyunca 7 (± 0.091 - ± 0.110) olduğu belirlenmiştir. En düşük değer farklı mevsimleri temsil eden aylarda farklı istasyonlarda, en yüksek değer ise yine farklı mevsimleri temsil eden aylarda 7 nolu istasyonda tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

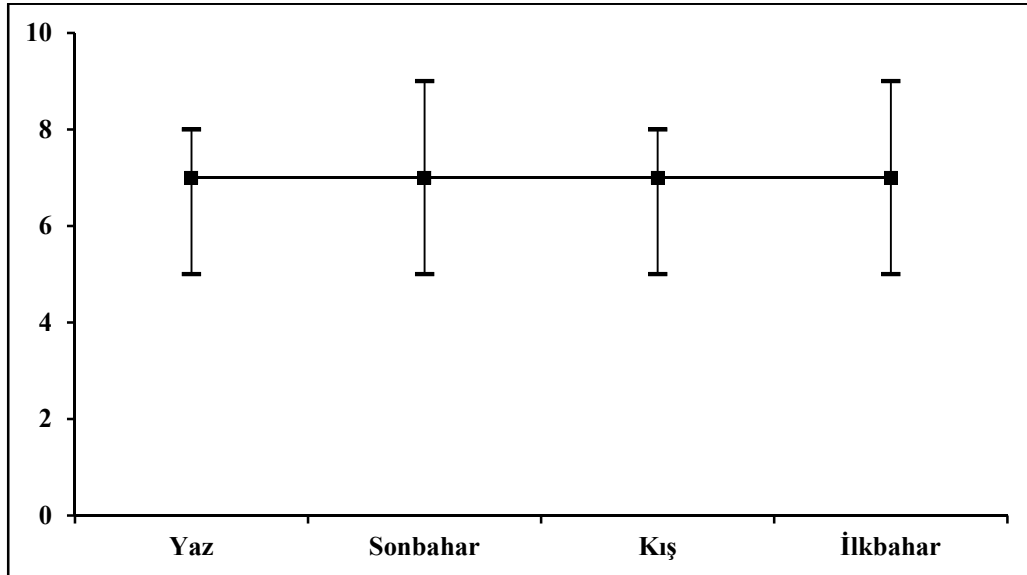
Çizelge 4.22: Mevsimlere göre ortalama TRIX değerleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	7	7	7	7	7	6	7	6	7
	Std. Hata	0.309	0.289	0.147	0.236	0.236	0.222	0.147	0.289	0.091
	Minimum Değer	6	6	7	6	6	5	6	5	5
	Maksimum Değer	8	8	8	8	8	7	7	8	8
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	7	7	7	7	7	7	7	6	7
	Std. Hata	0.167	0.167	0.324	0.167	0.324	0.278	0.324	0.294	0.095
	Minimum Değer	6	6	6	6	6	6	6	5	5
	Maksimum Değer	7	7	8	8	8	8	9	7	9
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Std. Hata	0.278	0.222	0.278	0.278	0.351	0.289	0.333	0.261	0.098
	Minimum Değer	6	6	5	6	5	6	5	6	5
	Maksimum Değer	8	8	8	8	8	8	8	8	8
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	7	7	7	7	7	7	8	7	7
	Std. Hata	0.351	0.333	0.401	0.261	0.261	0.324	0.333	0.167	0.110
	Minimum Değer	5	5	5	6	6	6	6	7	5
	Maksimum Değer	8	8	8	8	8	8	9	8	9

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel TRIX değişimleri Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'deki gibidir.



Şekil 4.43: İstasyonların mevsimsel TRIX değişimi.



Şekil 4.44: Kıyı şeridi mevsimsel TRIX değişimi.

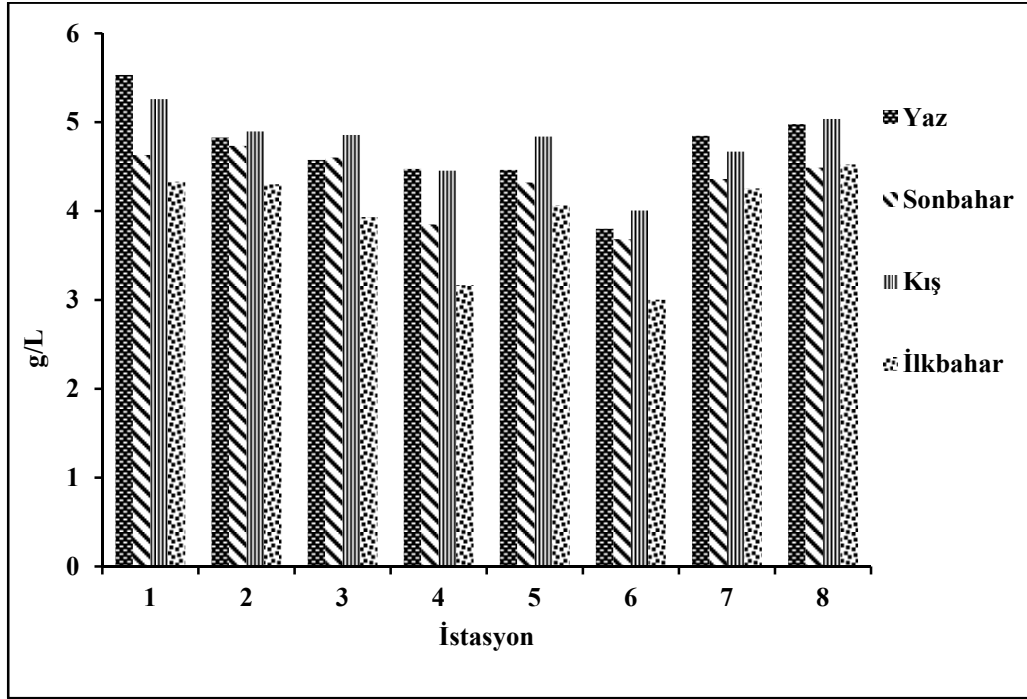
4.23 Sodyum

Sodyum değeri bakımından kıyı şeridindeki değişim 0.39 ile 7.72 g/L aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 4.688 (± 0.111) g/L, sonbaharda 4.334 (± 0.103) g/L, kış mevsiminde 4.752 (± 0.101) g/L ve ilkbaharda 3.947 (± 0.153) g/L olarak saptanmıştır. En yüksek sodyum değeri Ağustos ayında 1 nolu istasyonda, en düşük değer Aralık ayında 4 nolu istasyonda kayıt edilmiştir (Çizelge 4.23).

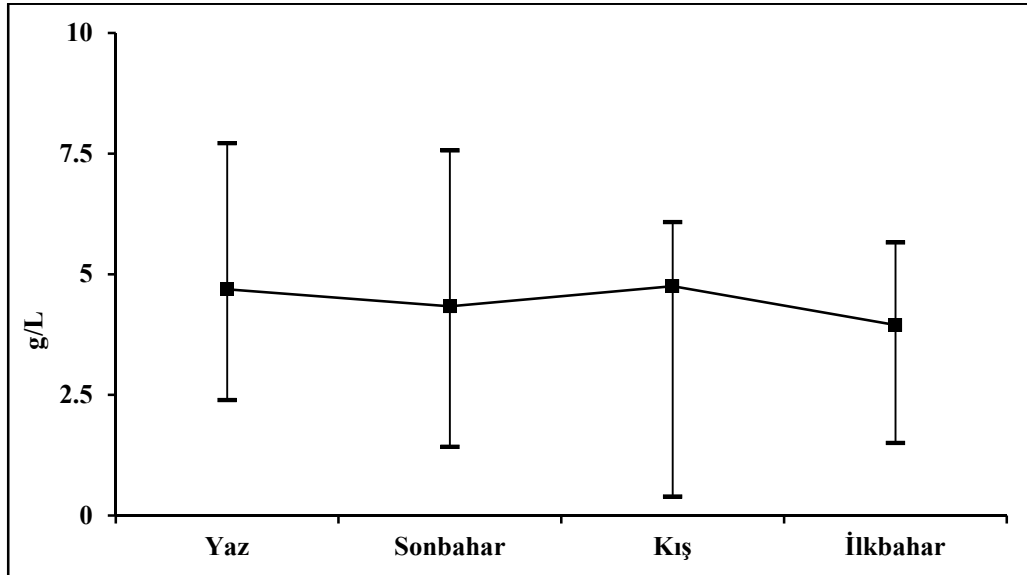
Çizelge 4.23: Mevsimlere göre ortalama sodyum değerleri (g/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.532	4.828	4.576	4.475	4.463	3.801	4.848	4.978	4.688
	Std. Hata	0.527	0.108	0.158	0.352	0.125	0.385	0.165	0.187	0.111
	Minimum Değer	4.378	4.321	3.956	3.950	4.028	2.389	4.290	4.358	2.389
	Maksimum Değer	7.715	5.202	5.183	7.270	4.939	5.109	5.551	5.694	7.715
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	4.631	4.734	4.603	3.850	4.322	3.683	4.360	4.488	4.334
	Std. Hata	0.083	0.523	0.503	0.191	0.063	0.223	0.085	0.053	0.103
	Minimum Değer	4.308	1.420	1.500	3.087	4.052	2.895	4.005	4.270	1.420
	Maksimum Değer	5.002	7.564	7.502	4.524	4.488	4.494	4.656	4.761	7.564
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	5.259	4.895	4.856	4.455	4.838	4.006	4.669	5.036	4.752
	Std. Hata	0.204	0.094	0.095	0.522	0.068	0.500	0.037	0.025	0.100
	Minimum Değer	4.643	4.567	4.480	0.389	4.654	2.624	4.438	4.880	0.389
	Maksimum Değer	6.080	5.270	5.215	5.508	5.120	6.070	4.763	5.110	6.080
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	4.330	4.301	3.933	3.165	4.066	3.003	4.254	4.524	3.947
	Std. Hata	0.383	0.347	0.551	0.493	0.379	0.252	0.500	0.331	0.153
	Minimum Değer	2.741	2.925	1.710	1.700	1.500	2.388	2.210	3.045	1.500
	Maksimum Değer	5.155	5.215	5.152	5.094	5.090	4.025	5.656	5.342	5.656

Örnekleme istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel sodyum değişimleri
Şekil 4.45 ve Şekil 4.46'daki gibidir.



Şekil 4.45: İstasyonların mevsimsel sodyum değişimi.



Şekil 4.46: Kıyı şeridi mevsimsel sodyum değişimi.

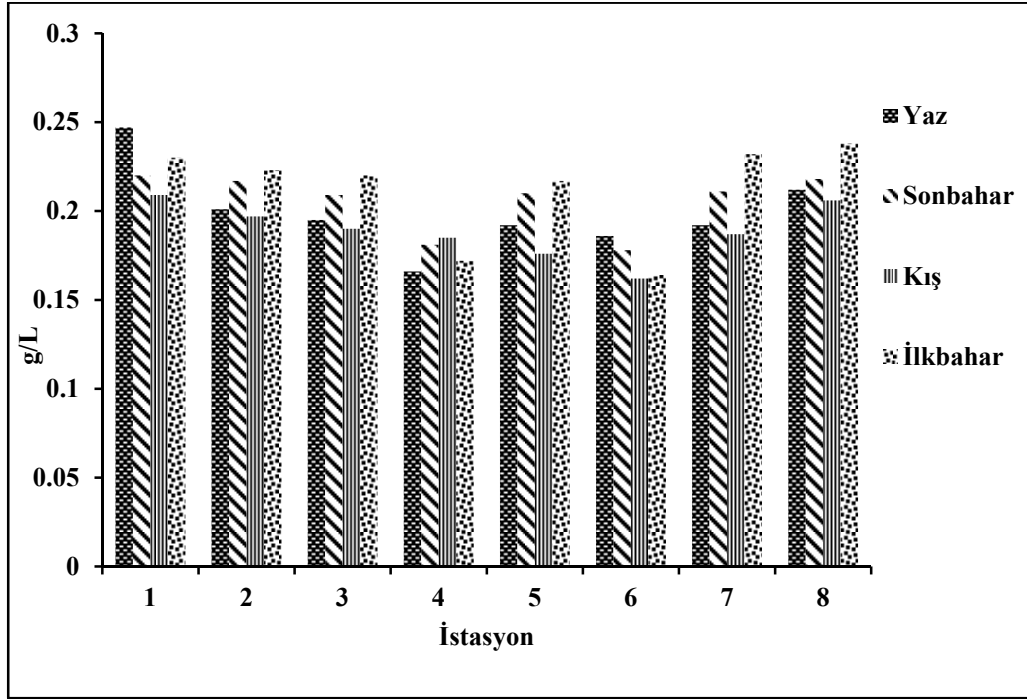
4.24 Potasyum

Örnekleme periyodu boyunca kıyı şeridi deniz suyundaki potasyum değeri 0.102 ile 0.389 g/L aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.199 (± 0.006) g/L, sonbaharda 0.205 (± 0.005) g/L, kış mevsiminde 0.189 (± 0.004) g/L ve ilkbaharda 0.212 (± 0.005) g/L olarak belirlenmiştir. En yüksek potasyum değerine Ağustos ayında 1 nolu istasyonda, en düşük değere Nisan ayında 6 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.24).

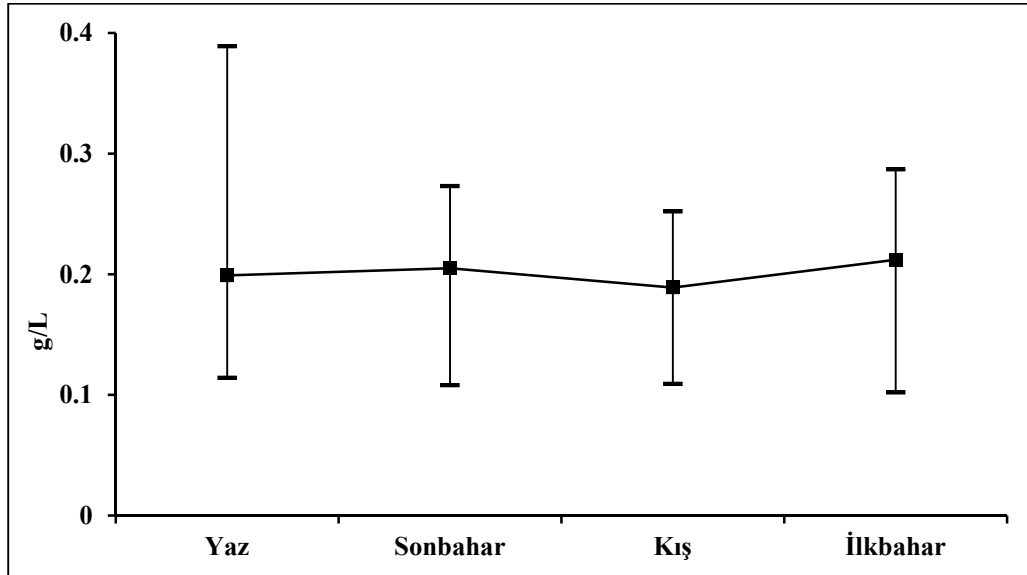
Çizelge 4.24: Mevsimlere göre ortalama potasyum değerleri (g/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.247	0.201	0.195	0.166	0.192	0.186	0.192	0.212	0.199
	Std. Hata	0.035	0.008	0.008	0.006	0.004	0.006	0.014	0.010	0.006
	Minimum Değer	0.160	0.172	0.161	0.137	0.169	0.160	0.114	0.163	0.114
	Maksimum Değer	0.389	0.246	0.246	0.193	0.207	0.218	0.242	0.249	0.389
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.220	0.217	0.209	0.181	0.210	0.178	0.211	0.218	0.205
	Std. Hata	0.012	0.012	0.011	0.013	0.013	0.017	0.014	0.012	0.005
	Minimum Değer	0.173	0.148	0.158	0.140	0.158	0.108	0.148	0.161	0.108
	Maksimum Değer	0.273	0.247	0.233	0.237	0.265	0.235	0.249	0.257	0.273
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.209	0.197	0.190	0.185	0.176	0.162	0.187	0.206	0.189
	Std. Hata	0.010	0.006	0.007	0.008	0.009	0.021	0.014	0.008	0.004
	Minimum Değer	0.172	0.169	0.160	0.154	0.130	0.109	0.133	0.175	0.109
	Maksimum Değer	0.251	0.217	0.221	0.213	0.214	0.252	0.240	0.239	0.252
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	0.230	0.223	0.220	0.172	0.217	0.164	0.232	0.238	0.212
	Std. Hata	0.005	0.005	0.005	0.016	0.012	0.015	0.008	0.012	0.005
	Minimum Değer	0.215	0.203	0.202	0.111	0.163	0.102	0.205	0.208	0.102
	Maksimum Değer	0.262	0.249	0.240	0.222	0.261	0.210	0.264	0.287	0.287

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel potasyum değişimleri Şekil 4.47 ve Şekil 4.48'deki gibidir.



Şekil 4.47: İstasyonların mevsimsel potasyum değişimi.



Şekil 4.48: Kıyı şeridi mevsimsel potasyum değişimi.

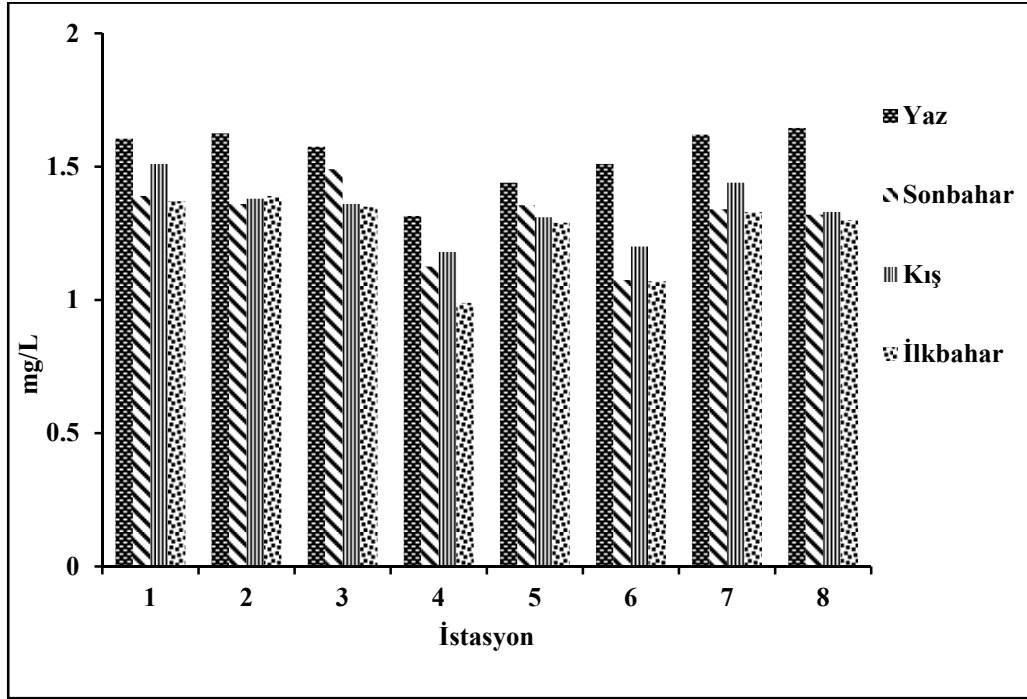
4.25 Anyonik Yüzey Aktif Madde

Kıyı şeridi deniz suyundaki anyonik yüzey aktif madde değeri 0.887 ile 1.987 mg/L aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 1.542 (± 0.018) mg/L, sonbaharda 1.307 (± 0.018) mg/L, kış mevsiminde 1.339 (± 0.014) mg/L ve ilkbaharda 1.261 (± 0.018) mg/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek anyonik yüzey aktif madde değeri Temmuz ayında 8 nolu istasyonda, en düşük değer Nisan ayında 6 nolu istasyonda belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

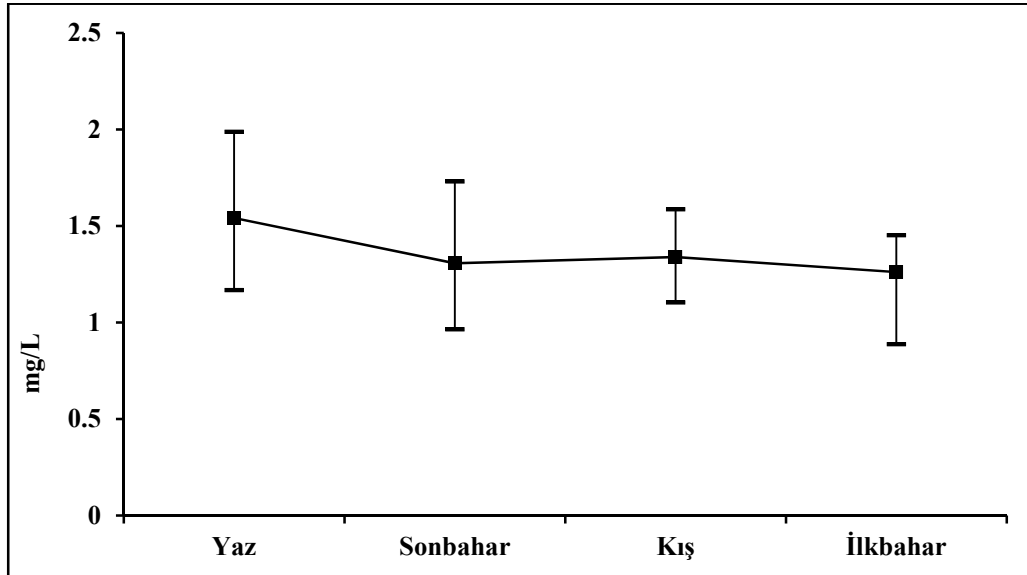
Çizelge 4.25: Mevsimlere göre ortalama anyonik yüzey aktif madde değerleri (mg/L)

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.605	1.625	1.575	1.315	1.440	1.510	1.620	1.645	1.542
	Std. Hata	0.043	0.034	0.037	0.028	0.032	0.037	0.036	0.053	0.018
	Minimum Değer	1.365	1.440	1.360	1.167	1.317	1.290	1.410	1.497	1.167
	Maksimum Değer	1.737	1.810	1.790	1.437	1.560	1.730	1.830	1.987	1.987
SONBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.390	1.360	1.490	1.125	1.355	1.075	1.340	1.320	1.307
	Std. Hata	0.038	0.021	0.041	0.026	0.043	0.019	0.011	0.020	0.018
	Minimum Değer	1.233	1.280	1.250	0.964	1.168	0.980	1.290	1.263	0.964
	Maksimum Değer	1.532	1.451	1.730	1.234	1.524	1.170	1.390	1.447	1.730
KIŞ	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.510	1.380	1.360	1.180	1.310	1.200	1.440	1.330	1.339
	Std. Hata	0.016	0.020	0.017	0.026	0.015	0.021	0.024	0.014	0.014
	Minimum Değer	1.445	1.306	1.278	1.103	1.217	1.121	1.349	1.248	1.103
	Maksimum Değer	1.586	1.463	1.428	1.287	1.375	1.271	1.536	1.368	1.586
İLKBAHAR	n	9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Ortalama Değer	1.370	1.390	1.350	0.989	1.290	1.070	1.330	1.300	1.261
	Std. Hata	0.020	0.009	0.018	0.010	0.008	0.033	0.016	0.017	0.018
	Minimum Değer	1.236	1.326	1.276	0.951	1.254	0.887	1.224	1.189	0.887
	Maksimum Değer	1.432	1.425	1.452	1.045	1.326	1.197	1.396	1.366	1.452

Operasyon istasyonları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel anyonik yüzey aktif madde değişimi Şekil 4.49 ve Şekil 4.50'deki gibidir.



Şekil 4.49: İstasyonların mevsimsel anyonik yüzey aktif madde değişimi.



Şekil 4.50: Kıyı şeridi mevsimsel anyonik yüzey aktif madde değişimi.

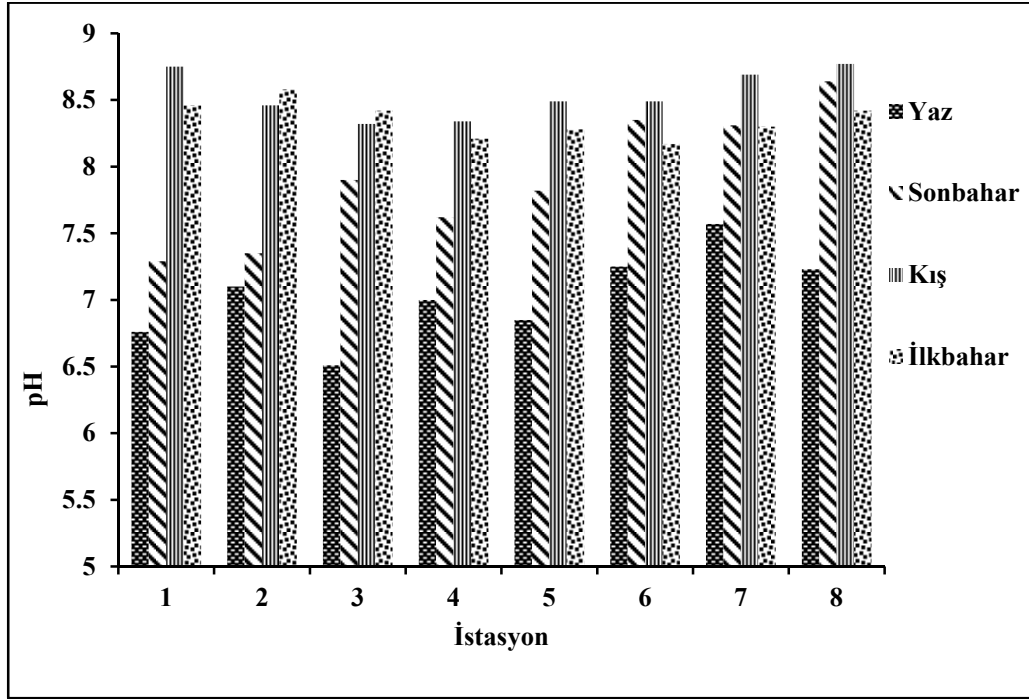
4.26 Sediment pH

Mevsimsel olarak toplanan sediment numunelerinin pH değişimi 5.78 ile 8.90 arasında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 7.03 (± 0.135), sonbaharda 7.91 (± 0.123), kiş mevsiminde 8.54 (± 0.046) ve ilkbaharda 8.35 (± 0.058) olarak kayıt edilmiştir. En yüksek sediment pH değeri Ağustos ayında 6 nolu istasyonda, en düşük değer Haziran ayında 3 nolu istasyonda saptanmıştır (izelge 4.26).

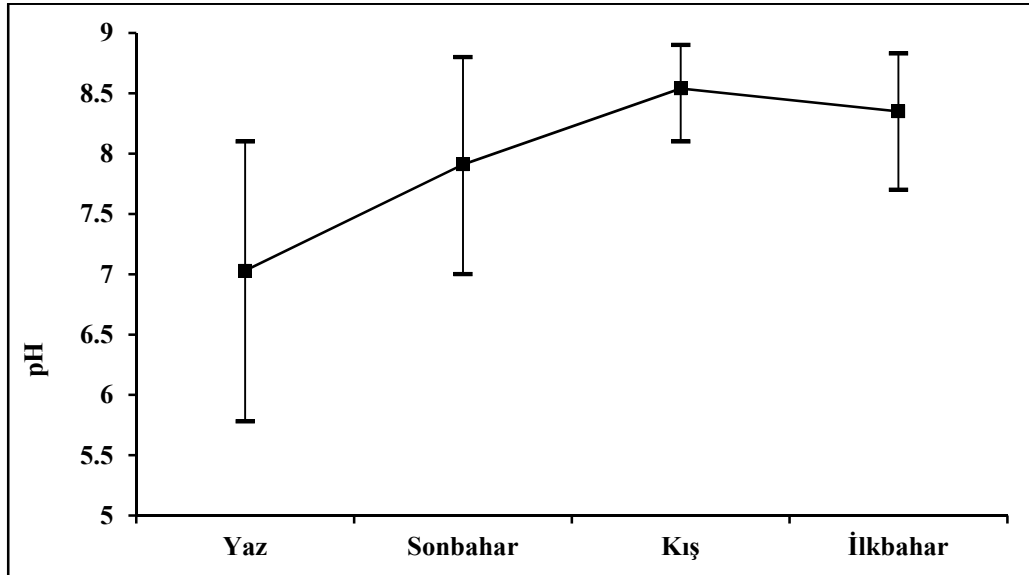
Çizelge 4.26: Mevsimlere göre ortalama sediment pH değerleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	6.76	7.10	6.51	7.00	6.85	7.25	7.57	7.23	7.03
	Std. Hata	0.105	0.450	0.569	0.629	0.197	0.358	0.402	0.196	0.135
	Minimum Değer	6.65	6.22	5.78	5.92	6.52	6.70	6.77	6.85	5.78
	Maksimum Değer	6.97	7.70	7.63	8.10	7.20	7.92	8.01	7.51	8.10
SONBAHAR	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	7.29	7.35	7.90	7.62	7.82	8.35	8.31	8.64	7.91
	Std. Hata	0.262	0.176	0.392	0.150	0.165	0.387	0.286	0.030	0.123
	Minimum Değer	7.00	7.00	7.12	7.37	7.62	7.58	7.81	8.60	7.00
	Maksimum Değer	7.81	7.57	8.32	7.89	8.15	8.80	8.80	8.70	8.80
KIş	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	8.75	8.46	8.32	8.34	8.49	8.49	8.69	8.77	8.54
	Std. Hata	0.039	0.104	0.136	0.120	0.099	0.120	0.137	0.038	0.046
	Minimum Değer	8.67	8.27	8.10	8.17	8.33	8.37	8.43	8.70	8.10
	Maksimum Değer	8.80	8.63	8.57	8.57	8.67	8.73	8.90	8.83	8.90
İLKBAHAR	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	8.46	8.58	8.42	8.21	8.28	8.17	8.30	8.42	8.35
	Std. Hata	0.081	0.135	0.253	0.095	0.047	0.153	0.316	0.125	0.058
	Minimum Değer	8.30	8.37	7.93	8.10	8.23	7.87	7.70	8.27	7.70
	Maksimum Değer	8.57	8.83	8.77	8.40	8.37	8.37	8.77	8.67	8.83

Örnekleme noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel sediment pH değişimleri Şekil 4.51 ve Şekil 4.52'deki gibidir.



Şekil 4.51: İstasyonların mevsimsel sediment pH değişimi.



Şekil 4.52: Kıyı şeridi mevsimsel sediment pH değişimi.

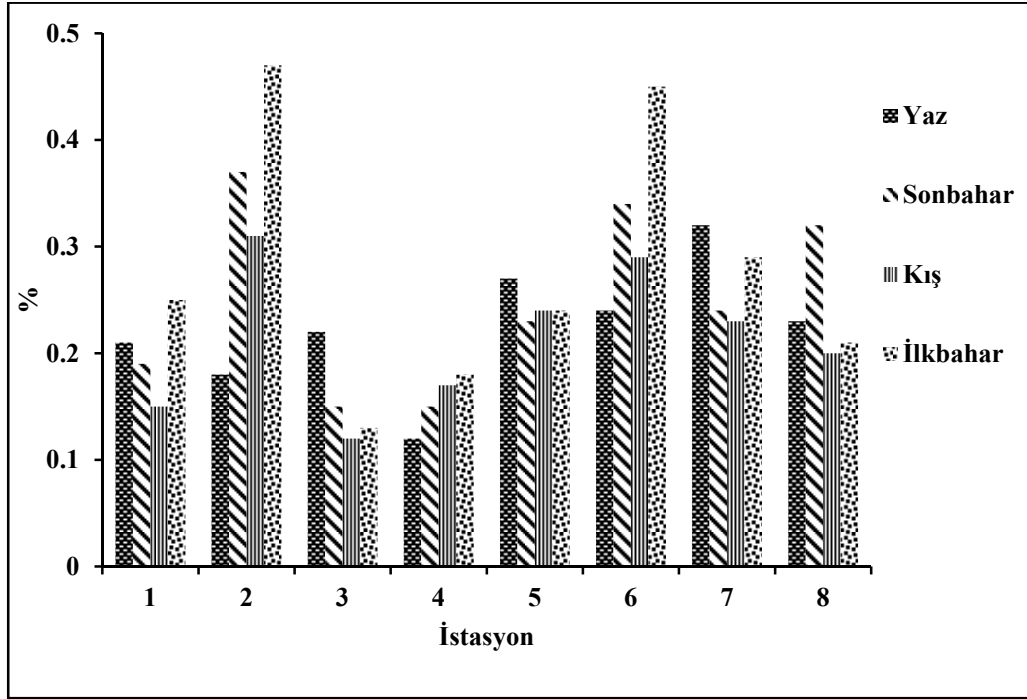
4.27 % Yanabilen Madde Miktarı

Kıyı şeridi yüzey sedimentindeki % yanabilen madde miktarı 0.059 ile 0.539 aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde % 0.22 (± 0.017), sonbaharda % 0.25 (± 0.021), kış mevsiminde % 0.21 (± 0.017) ve ilkbaharda % 0.28 (± 0.033) olarak belirlenmiştir. En yüksek değere Temmuz ayında 2 nolu istasyonunda, en düşük değere Ağustos ayında 1 nolu istasyonda rastlanılmıştır (Çizelge 4.27).

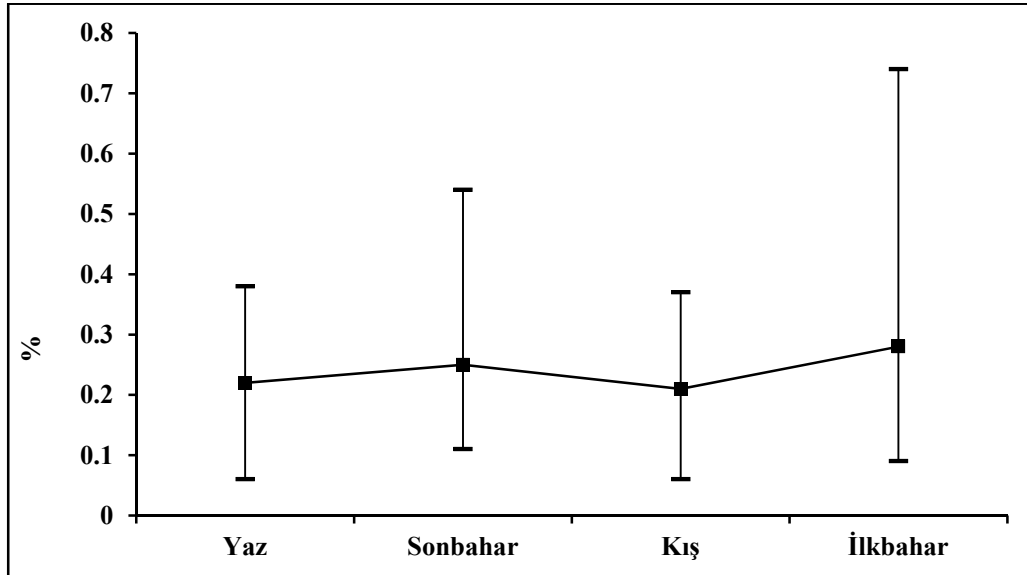
Çizelge 4.27: Mevsimlere göre ortalama % yanabilen madde değerleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	0.21	0.18	0.22	0.12	0.27	0.24	0.32	0.23	0.22
	Std. Hata	0.068	0.005	0.058	0.032	0.035	0.038	0.043	0.035	0.017
	Minimum Değer	0.07	0.17	0.12	0.06	0.21	0.18	0.24	0.17	0.06
	Maksimum Değer	0.29	0.19	0.32	0.17	0.33	0.31	0.38	0.29	0.38
SONBAHAR	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	0.19	0.37	0.15	0.15	0.23	0.34	0.24	0.32	0.25
	Std. Hata	0.049	0.084	0.032	0.008	0.042	0.030	0.009	0.027	0.021
	Minimum Değer	0.11	0.28	0.12	0.14	0.16	0.29	0.23	0.27	0.11
	Maksimum Değer	0.28	0.54	0.22	0.17	0.30	0.39	0.26	0.36	0.54
KIŞ	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	0.15	0.31	0.12	0.17	0.24	0.29	0.23	0.20	0.21
	Std. Hata	0.045	0.012	0.020	0.058	0.073	0.008	0.010	0.014	0.017
	Minimum Değer	0.06	0.29	0.09	0.10	0.11	0.27	0.21	0.18	0.06
	Maksimum Değer	0.21	0.33	0.16	0.28	0.37	0.30	0.25	0.23	0.37
İLKBAHAR	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	0.25	0.47	0.13	0.18	0.24	0.45	0.29	0.21	0.28
	Std. Hata	0.105	0.064	0.017	0.054	0.067	0.147	0.054	0.028	0.033
	Minimum Değer	0.09	0.34	0.10	0.11	0.11	0.27	0.21	0.17	0.09
	Maksimum Değer	0.45	0.55	0.15	0.29	0.34	0.74	0.39	0.26	0.74

Örnekleme alanı ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel % yanabilen madde miktarı değişimi Şekil 4.53 ve Şekil 4.54'deki gibidir.



Şekil 4.53: İstasyonların mevsimsel % yanabilen madde miktarı değişimi.



Şekil 4.54: Kıyı şeridi mevsimsel % yanabilen madde miktarı değişimi.

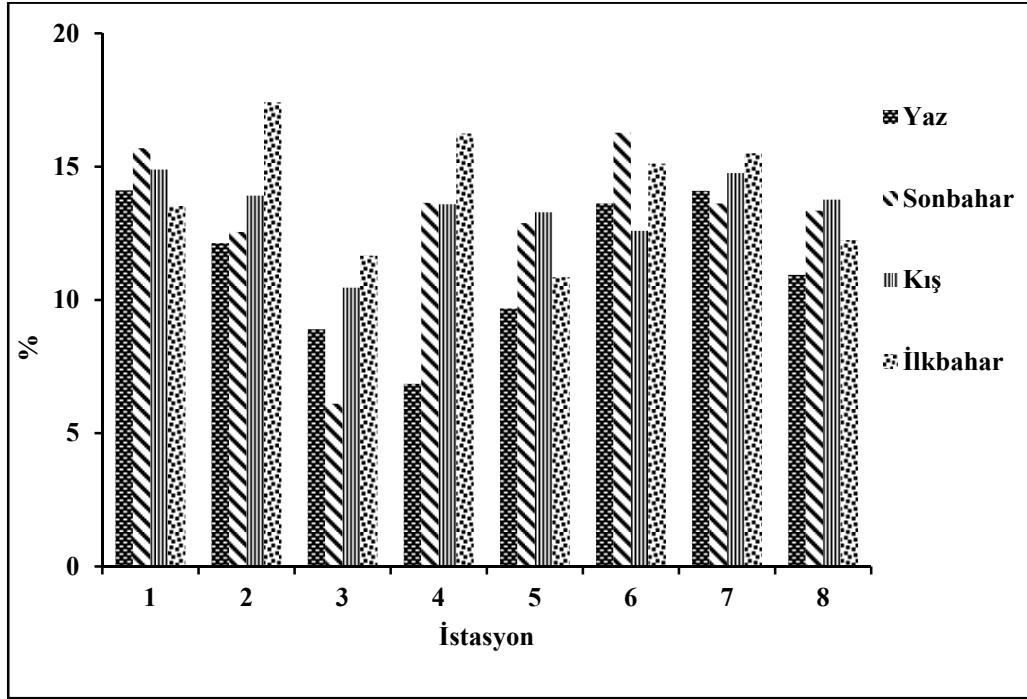
4.28 Sediment % Su İçeriği

Sediment rneklerinin % su içeriği 4.68 ile 19.16 arasında değişmekte olup mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde % 11.29 (± 0.726), sonbaharda % 13.01 (± 0.702), kış mevsiminde % 13.41 (± 0.432) ve ilkbaharda % 14.07 (± 0.599) olarak tespit edilmiştir. En yüksek değer Eylül ayında 2 nolu istasyonda, en düşük değer Haziran ayında 3 nolu istasyonda saptanmıştır (izelge 4.28).

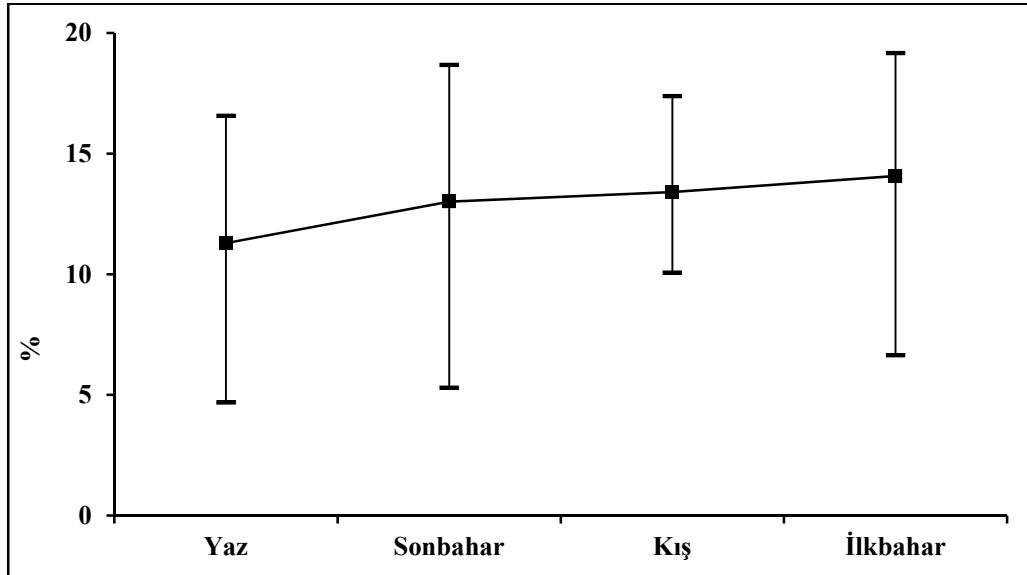
Çizelge 4.28: Mevsimlere göre ortalama % su içeriği değerleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
YAZ	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	14.11	12.13	8.90	6.85	9.68	13.62	14.09	10.94	11.29
	Std. Hata	1.073	0.969	3.837	0.471	1.758	1.677	0.505	0.557	0.726
	Minimum Değer	12.12	10.19	4.68	6.19	6.47	10.40	13.22	9.91	4.68
	Maksimum Değer	15.80	13.14	16.56	7.76	12.53	16.04	14.97	11.82	16.56
SONBAHAR	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	15.69	12.55	6.11	13.64	12.88	16.27	13.62	13.35	13.01
	Std. Hata	1.488	2.087	0.526	1.232	1.521	0.642	0.380	0.873	0.702
	Minimum Değer	14.19	8.39	5.29	11.82	10.16	15.09	12.86	11.61	5.29
	Maksimum Değer	18.67	14.92	7.09	15.99	15.42	17.30	14.03	14.34	18.67
KIş	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	14.89	13.91	10.46	13.59	13.29	12.59	14.76	13.76	13.41
	Std. Hata	1.254	0.073	0.161	1.823	1.502	1.681	0.429	0.226	0.432
	Minimum Değer	13.41	13.79	10.25	10.06	10.64	10.69	13.98	13.31	10.06
	Maksimum Değer	17.38	14.04	10.78	16.14	15.84	15.94	15.46	14.02	17.38
İLKBAHAR	n	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	Ortalama Değer	13.52	17.41	11.66	16.24	10.85	15.11	15.50	12.24	14.07
	Std. Hata	1.587	0.873	1.394	0.666	2.378	1.379	0.221	0.601	0.599
	Minimum Değer	10.54	16.52	8.94	15.04	6.64	12.40	15.15	11.18	6.64
	Maksimum Değer	15.96	19.16	13.55	17.34	14.87	16.91	15.91	13.26	19.16

Operasyon noktaları ve kıyı şeridi boyunca mevsimsel % su içeriği değişimi
Şekil 4.55 ve Şekil 4.56'daki gibidir.



Şekil 4.55: İstasyonların mevsimsel % su içeriği değişimi.



Şekil 4.56: Kıyı şeridi mevsimsel % su içeriği değişimi.

4.29 Ağır Metal Analizi

Giresun kıyı şeridi deniz suyu ağır metal derişimleri Çizelge 4.29'daki gibidir. Al içeriği bakımından su örnekleri 0.072-3.303 ppm aralığında değişmekte olup mevsimlere göre bu ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 1.492 (± 0.301), sonbaharda 0.410 (± 0.031), kış mevsiminde 0.225 (± 0.025) ve ilkbaharda 0.213 (± 0.030) ppm olarak belirlenmiştir.

Cr değerleri 0.057-0.360 ppm aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.062 (± 0.002), sonbaharda 0.060 (± 0.038), kış mevsiminde 0.061 (± 0.017) ve ilkbaharda 0.067 (± 0.002) ppm olarak tespit edilmiştir.

Numunelerin Mn değerleri 0.015-0.272 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.626 (± 0.026), sonbaharda 0.040 (± 0.029), kış mevsiminde 0.026 (± 0.018) ve ilkbaharda 0.034 (± 0.005) ppm olarak saptanmıştır.

Fe içeriği bakımından su örnekleri 8.889-18.782 ppm aralığında değişmekte olup mevsimlere göre bu ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 15.212 (± 1.202), sonbaharda 15.091 (± 0.574), kış mevsiminde 13.544 (± 0.415) ve ilkbaharda 11.310 (± 0.604) ppm olarak kayıt edilmiştir.

Co değerleri 0.020-0.080 ppm aralığında seyredirken, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.030 (± 0.007), sonbaharda 0.025 (± 0), kış mevsiminde 0.025 (± 0) ve ilkbaharda 0.025 (± 0) ppm olarak hesaplanmıştır.

Ni değerleri 7.075-8.666 ppm aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 7.355 (± 0.051), sonbaharda 7.561 (± 0.025), kış mevsiminde 8.272 (± 0.156) ve ilkbaharda 8.458 (± 0.056) ppm olarak ortaya çıkartılmıştır.

Cu içerikleri 0.043-0.230 ppm aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.085 (± 0.022), sonbaharda 0.072 (± 0.004), kış mevsiminde 0.071 (± 0.004) ve ilkbaharda 0.095 (± 0.009) ppm olarak tespit edilmiştir.

Zn değerleri 0.41-0.759 ppm aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.658 (± 0.037), sonbaharda 0.739 (± 0.006), kış mevsiminde 0.723 (± 0.006) ve ilkbaharda 0.675 (± 0.024) ppm olarak hesaplanmıştır.

Cd içerikleri 0.033-0.047 ppm aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.042 (± 0.002), sonbaharda 0.045 (± 0.001), kış mevsiminde 0.046 (± 0) ve ilkbaharda 0.047 (± 0) ppm olarak belirlenmiştir.

Pb değerleri 0.024-0.149 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.055 (± 0.014), sonbaharda 0.053 (± 0.001), kış mevsiminde 0.057 (± 0.001) ve ilkbaharda 0.048 (± 0.004) ppm olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.29: Suda mevsimlere göre ortalama ağır metal derişimleri (ppm)

AĞIR METAL	MEVSİM	İSTASYON								ORT. DEĞER
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Al	Yaz	1.151	3.303	2.015	1.675	1.306	0.933	0.859	0.692	1.492
	Sonbahar	0.571	0.439	0.455	0.445	0.325	0.335	0.404	0.305	0.410
	Kış	0.296	0.314	0.264	0.277	0.145	0.147	0.192	0.163	0.225
	İlkbahar	0.162	0.072	0.360	0.194	0.245	0.227	0.272	0.170	0.213
Cr	Yaz	0.072	0.062	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.059	0.062
	Sonbahar	0.360	0.060	0.059	0.060	0.060	0.063	0.059	0.059	0.060
	Kış	0.194	0.060	0.062	0.060	0.060	0.062	0.061	0.062	0.061
	İlkbahar	0.060	0.060	0.061	0.064	0.072	0.073	0.073	0.074	0.067
Mn	Yaz	0.227	0.266	0.159	0.127	0.105	0.086	0.074	0.060	0.626
	Sonbahar	0.272	0.041	0.043	0.043	0.037	0.036	0.036	0.031	0.040
	Kış	0.170	0.029	0.028	0.029	0.023	0.024	0.025	0.022	0.026
	İlkbahar	0.020	0.015	0.035	0.025	0.040	0.057	0.045	0.031	0.034
Fe	Yaz	15.238	16.544	8.911	11.748	14.682	17.884	18.782	17.904	15.212
	Sonbahar	17.538	15.397	13.930	17.351	14.002	12.960	14.802	14.749	15.091
	Kış	14.418	13.853	15.547	14.317	12.945	12.280	12.629	12.364	13.544
	İlkbahar	11.857	12.537	14.449	10.921	11.316	9.725	10.788	8.889	11.310
Co	Yaz	0.080	0.021	0.020	0.024	0.024	0.020	0.023	0.025	0.030
	Sonbahar	0.024	0.025	0.025	0.026	0.025	0.025	0.026	0.024	0.025
	Kış	0.025	0.025	0.026	0.024	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	İlkbahar	0.026	0.026	0.025	0.026	0.022	0.025	0.025	0.025	0.025
Ni	Yaz	7.075	7.242	7.327	7.348	7.394	7.461	7.480	7.514	7.355
	Sonbahar	7.496	7.464	7.537	7.648	7.530	7.671	7.573	7.570	7.561
	Kış	7.591	7.851	7.812	8.578	8.625	8.666	8.523	8.530	8.272
	İlkbahar	8.569	8.566	8.605	8.659	8.248	8.299	8.380	8.338	8.458
Cu	Yaz	0.230	0.096	0.101	0.049	0.043	0.045	0.055	0.060	0.085
	Sonbahar	0.078	0.076	0.084	0.053	0.074	0.063	0.087	0.059	0.072
	Kış	0.083	0.076	0.084	0.054	0.073	0.060	0.065	0.078	0.071
	İlkbahar	0.089	0.101	0.076	0.048	0.099	0.106	0.104	0.136	0.095
Zn	Yaz	0.412	0.720	0.657	0.696	0.720	0.714	0.633	0.714	0.658
	Sonbahar	0.734	0.759	0.748	0.714	0.749	0.749	0.739	0.720	0.739
	Kış	0.688	0.730	0.709	0.720	0.738	0.734	0.736	0.732	0.723
	İlkbahar	0.740	0.721	0.677	0.675	0.735	0.621	0.537	0.691	0.675
Cd	Yaz	0.038	0.045	0.033	0.045	0.046	0.039	0.045	0.046	0.042
	Sonbahar	0.044	0.046	0.045	0.045	0.045	0.045	0.046	0.041	0.045
	Kış	0.046	0.046	0.047	0.044	0.045	0.046	0.046	0.046	0.046
	İlkbahar	0.047	0.047	0.046	0.047	0.045	0.047	0.046	0.047	0.047
Pb	Yaz	0.149	0.047	0.024	0.047	0.046	0.034	0.050	0.039	0.055
	Sonbahar	0.051	0.055	0.055	0.053	0.054	0.051	0.056	0.049	0.053
	Kış	0.058	0.057	0.058	0.056	0.057	0.059	0.058	0.053	0.057
	İlkbahar	0.059	0.052	0.056	0.035	0.051	0.034	0.040	0.056	0.048

Sediment örneklerinin ağır metal derişimleri Çizelge 4.30'daki gibidir. Al içeriği bakımından örnekler 0.010-0.403 ppm aralığında değişmekte olup mevsimlere göre bu ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.143 (± 0.044), sonbaharda 0.123 (± 0.042), kış mevsiminde 0.102 (± 0.031) ve ilkbaharda 0.094 (± 0.029) ppm olarak belirlenmiştir.

Cr değerleri 0.290-7.893 ppm aralığında saptanmış olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 4.078 (± 0.762), sonbaharda 3.885 (± 0.688), kış mevsiminde 3.012 (± 0.838) ve ilkbaharda 3.779 (± 0.540) ppm olarak ortaya çıkartılmıştır.

Mn değerleri 0.001-0.195 ppm aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.010 (± 0.003), sonbaharda 0.009 (± 0.002), kış mevsiminde 0.013 (± 0.003) ve ilkbaharda 0.038 (± 0.023) ppm olarak saptanmıştır.

Fe içeriği bakımından su örnekleri 15.241-23.739 ppm aralığında değişmekte olup mevsimlere göre bu ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 20.574 (± 0.830), sonbaharda 21.443 (± 0.248), kış mevsiminde 20.331 (± 0.902) ve ilkbaharda 21.209 (± 0.645) ppm olarak kayıt edilmiştir.

Co değerleri 1.494-4.932 ppm aralığında belirlenmiş olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 3.193 (± 0.279), sonbaharda 2.975 (± 0.235), kış mevsiminde 3.166 (± 0.369) ve ilkbaharda 3.043 (± 0.341) ppm olarak ortaya çıkartılmıştır.

Ni içeriği bakımından örnekler 2.971-17.101 ppm aralığında değişmekte olup mevsimlere göre bu ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 8.283 (± 1.768), sonbaharda 6.932 (± 0.916), kış mevsiminde 6.435 (± 1.285) ve ilkbaharda 6.418 (± 1.019) ppm olarak belirlenmiştir.

Cu içerikleri 0.120-16.099 ppm aralığında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 8.748 (± 1.766), sonbaharda 8.298 (± 1.233), kış mevsiminde 6.544 (± 0.618) ve ilkbaharda 6.294 (± 1.235) ppm olarak tespit edilmiştir.

9.784-42.239 ppm aralığında değişmekte olan Zn değerleri mevsimlere göre ortalama; yaz mevsiminde 19.858 (± 2.017), sonbaharda 13.727 (± 1.103), kış mevsiminde 14.302 (± 0.975) ve ilkbaharda 20.427 (± 4.329) ppm olarak saptanmıştır.

Cd değerleri 0.001-0.300 ppm aralığında belirlenmiş olup, mevsimlere göre ortalama değerler sırasıyla; yaz mevsiminde 0.014 (± 0.003), sonbaharda 0.051

(± 0.036), kış mevsiminde 0.013 (± 0.003) ve ilkbaharda 0.032 (± 0.016) ppm olarak ortaya çıkartılmıştır.

2.271-24.442 ppm aralığında değişmekte olan Pb değerleri mevsimlere göre ortalama; yaz mevsiminde 12.002 (± 2.370), sonbaharda 6.710 (± 0.670), kış mevsiminde 7.031 (± 1.580) ve ilkbaharda 8.898 (± 2.266) ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.30: Sedimentte mevsimlere göre ortalama ağır metal derişimleri (ppm)

AĞIR METAL	MEVSİM	İSTASYON								ORT. DEĞER
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Al	Yaz	0.010	0.403	0.052	0.072	0.206	0.096	0.124	0.183	0.143
	Sonbahar	0.045	0.388	0.043	0.063	0.025	0.140	0.141	0.141	0.123
	Kış	0.030	0.288	0.036	0.109	0.127	0.034	0.148	0.043	0.102
	İlkbahar	0.070	0.156	0.010	0.068	0.025	0.033	0.143	0.248	0.094
Cr	Yaz	5.212	1.691	0.290	5.091	4.516	4.193	4.425	7.209	4.078
	Sonbahar	1.335	7.893	4.763	2.642	3.270	3.115	4.598	3.461	3.885
	Kış	0.306	0.301	2.941	2.269	2.722	2.972	5.184	7.400	3.012
	İlkbahar	2.778	6.954	3.221	2.328	2.559	3.449	4.846	4.098	3.779
Mn	Yaz	0.018	0.021	0.016	0.001	0.012	0.006	0.008	0.002	0.010
	Sonbahar	0.021	0.005	0.001	0.016	0.009	0.009	0.008	0.004	0.009
	Kış	0.019	0.014	0.028	0.019	0.014	0.006	0.002	0.003	0.013
	İlkbahar	0.023	0.008	0.028	0.021	0.014	0.007	0.005	0.195	0.038
Fe	Yaz	21.837	21.101	21.751	21.801	22.744	20.270	19.845	15.241	20.574
	Sonbahar	20.918	21.216	22.342	22.110	21.556	21.823	20.136	21.439	21.443
	Kış	20.474	20.967	23.739	22.132	20.759	21.419	17.167	15.988	20.331
	İlkbahar	21.957	21.268	23.332	23.218	21.759	20.973	18.712	18.450	21.209
Co	Yaz	3.536	4.251	2.659	2.488	2.115	3.212	3.013	4.267	3.193
	Sonbahar	3.647	3.883	2.195	2.032	2.601	2.885	3.284	3.271	2.975
	Kış	4.268	3.934	1.494	2.235	2.422	3.051	3.569	4.357	3.166
	İlkbahar	3.335	4.932	2.096	1.922	2.312	3.065	3.286	3.392	3.043
Ni	Yaz	12.116	12.962	17.101	5.127	4.448	5.244	4.958	4.304	8.283
	Sonbahar	10.128	11.610	7.437	5.664	5.331	5.011	5.562	4.715	6.932
	Kış	14.216	8.690	5.581	5.609	2.971	3.251	4.641	6.521	6.435
	İlkbahar	11.286	10.408	6.522	4.434	5.827	3.705	4.891	4.275	6.418
Cu	Yaz	8.124	12.438	10.596	16.099	11.554	5.755	0.120	5.298	8.748
	Sonbahar	8.282	14.723	8.102	7.755	4.990	5.117	12.035	5.377	8.298
	Kış	7.970	9.148	4.682	7.347	4.932	5.214	5.103	7.957	6.544
	İlkbahar	6.829	8.499	12.465	6.513	3.992	5.404	0.286	6.360	6.294
Zn	Yaz	13.017	23.213	17.181	25.544	27.463	12.865	23.222	16.354	19.858
	Sonbahar	14.211	16.737	12.135	16.280	10.159	11.024	18.382	10.884	13.727
	Kış	12.839	13.023	11.375	15.862	12.447	12.409	18.744	17.719	14.302
	İlkbahar	15.174	12.924	15.027	18.907	9.784	12.260	42.239	37.105	20.427
Cd	Yaz	0.019	0.006	0.001	0.017	0.015	0.010	0.018	0.022	0.014
	Sonbahar	0.300	0.007	0.016	0.010	0.016	0.022	0.024	0.014	0.051
	Kış	0.019	0.004	0.011	0.008	0.023	0.005	0.019	0.013	0.013
	İlkbahar	0.022	0.016	0.016	0.008	0.024	0.006	0.020	0.140	0.032
Pb	Yaz	6.018	14.574	12.386	9.110	24.442	5.363	17.755	6.367	12.002
	Sonbahar	7.357	8.264	6.533	5.476	4.703	4.821	10.306	6.217	6.710
	Kış	8.347	5.233	2.555	3.889	4.285	5.217	15.995	10.727	7.031
	İlkbahar	7.938	4.652	2.271	14.670	5.206	6.114	21.929	8.406	8.898

4.30 Bakteriyolojik Analizler

Kıyı şeridi deniz suyu örneklerinin bakteriyolojik analizleri incelendiğinde Haziran ayında 3. ve 7. istasyonların toplam koliform sonuçlarının standart değeri (1000 EMS/100 mL) aştığı ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca aynı istasyonların fekal koliform sonuçlarının da standart değeri (200 EMS/100 mL) aştığı belirlenmiştir. Temmuz ayında 7. istasyonun toplam ve fekal koliform ile fekal streptokok değerleri açısından standart değeri aştığı saptanmıştır. Yine Temmuz ayında 2. ve 6. istasyonlar fekal streptokok değeri bakımından standart değeri aşmaktadır. Ağustos ayında fekal koliform değeri bakımından 3., 5., 6. ve 7. istasyonların fekal streptokok değeri bakımından ise 3. ve 7. istasyonların standart değeri aştığı belirlenmiştir. Yaz mevsimi boyunca deniz suyu örneklerindeki 37 °C'deki bakteri sayısının 4.15×10^3 - 97×10^3 kob/100 mL arasında, 22 °C'deki bakteri sayısının ise 1×10^3 - 66.9×10^3 kob/100 mL arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, mevsim boyunca 6 ve 7. istasyonda *E. coli* varlığı ortaya çıkartılmıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31: Bakteriyolojik analiz sonuçları (Yaz mevsimi)

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)				(kob/100 mL)	
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E.coli</i>	Fekal Streptokok	37 °C Bakteri Sayısı	22 °C Bakteri Sayısı
Haziran	1	15	2.3	0	0	13 x10 ³	2.6x10 ³
	2	15	2.3	0	0	4.15 x10 ³	3.65 x10 ³
	3	>1100	>240	24	0	11 x10 ³	36.5 x10 ³
	4	29	24	12	0	14.45 x10 ³	1.85 x10 ³
	5	43	2.3	2.3	9	23 x10 ³	1 x10 ³
	6	21	24	24	23	37 x10 ³	1.6 x10 ³
	7	>1100	>240	>240	0	97 x10 ³	1.6 x10 ³
	8	11	1.9	0	23	13 x10 ³	1 x10 ³
Temmuz	1	3	0	0	0	10.3 x10 ³	7.85 x10 ³
	2	9.2	0	0	240	12 x10 ³	1.05 x10 ³
	3	15	0	0	23	94 x10 ³	16.5 x10 ³
	4	23	0	0	23	77 x10 ³	10.25 x10 ³
	5	150	23	15	23	29.6 x10 ³	66.9 x10 ³
	6	460	240	120	240	60 x10 ³	1.025 x10 ³
	7	1100	240	240	240	69 x10 ³	8.8 x10 ³
	8	240	23	23	23	93 x10 ³	8.3 x10 ³
Ağustos	1	0	0	0	0	16 x10 ³	6.95 x10 ³
	2	0	23	0	0	83 x10 ³	5.5 x10 ³
	3	210	>240	240	240	20 x10 ³	9.7 x10 ³
	4	9.2	23	0	0	33 x10 ³	16.8 x10 ³
	5	93	240	2	23	61 x10 ³	48.4 x10 ³
	6	240	240	240	0	47 x10 ³	21.6 x10 ³
	7	93	240	240	240	29 x10 ³	10.7 x10 ³
	8	3.6	23	0	23	27 x10 ³	8.8 x10 ³

Toplam koliform bakteri sayısı sonbahar mevsimi boyunca; Eylül ayında 7., Kasım ayında 1., 2. ve 7. istasyonlarda standart değerin üzerinde çıkmışken, fekal koliform bakteri sayısı Eylül ayında 7., Ekim ayında 4. ve 6., Kasım ayında ise tüm istasyonlarda standart değerin üzerinde çıkmıştır. Fekal streptokok bakteri sayısı incelendiğinde Ekim ayında 1. ve 8. hariç diğer istasyonlarda, Kasım ayında ise 1., 3. ve 8. hariç diğer istasyonlarda standart değerin üzerinde belirlenmiştir. Sonbahar mevsimi boyunca deniz suyu örneklerindeki 37 °C'deki bakteri sayısının 0.45x10³-86.25x10³ kob/100 mL arasında, 22 °C 'deki bakteri sayısının ise 1x10³-71.75x10³

kob/100 mL arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, mevsim boyunca 6, 7 ve 8. istasyonlarda *E. coli* varlığı ortaya çıkartılmıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32: Bakteriyolojik analiz sonuçları (Sonbahar mevsimi)

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)				(kob/100 mL)	
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E.coli</i>	Fekal Streptokok	37°C Bakteri Sayısı	22°C Bakteri Sayısı
Eylül	1	9.2	23	16	0	0.45 x10 ³	2.65 x10 ³
	2	0	0	0	0	4.52 x10 ³	6.75 x10 ³
	3	0	0	0	0	24.45 x10 ³	42.5 x10 ³
	4	11	9	0	23	3.3 x10 ³	36.25 x10 ³
	5	3.6	23	0	0	28.8 x10 ³	71.7 x10 ³
	6	93	23	16	0	13.7 x10 ³	24.9 x10 ³
	7	1100	>240	>240	9	60.6 x10 ³	28.8 x10 ³
	8	460	23	23	0	1.25 x10 ³	2.3 x10 ³
Ekim	1	7.4	23	3	9	13.55 x10 ³	11.6 x10 ³
	2	0	23	3	240	9.55 x10 ³	6.6 x10 ³
	3	7.4	23	0	240	5.5 x10 ³	5.75 x10 ³
	4	240	240	120	240	43.7 x10 ³	29.4 x10 ³
	5	6.2	23	3	240	31 x10 ³	5.45 x10 ³
	6	460	>240	120	240	49.55 x10 ³	46.65 x10 ³
	7	6.2	19	19	>240	29.3 x10 ³	17.3 x10 ³
	8	7.4	23	23	0	4.65 x10 ³	10.4 x10 ³
Kasım	1	1100	>240	0	0	20 x10 ³	18.15 x10 ³
	2	1100	>240	240	240	12.5 x10 ³	13.45 x10 ³
	3	29	240	0	0	86.25 x10 ³	51.4 x10 ³
	4	20	>240	240	240	28.7 x10 ³	12.25 x10 ³
	5	240	240	240	240	1.7 x10 ³	5.9 x10 ³
	6	290	>240	>240	>240	43.1 x10 ³	35.3 x10 ³
	7	>1100	>240	>240	>240	38.4 x10 ³	71.75 x10 ³
	8	93	240	23	23	0.85 x10 ³	1 x10 ³

Toplam koliform bakteri sayısı kış mevsimi boyunca; Aralık ayında 6. ve 7. istasyonlarda standart değerin üzerinde çıkmışken, fekal koliform bakteri sayısı Aralık ayında 1., 6., 7. ve 4., Ocak ve Şubat aylarında 6. ve 7. istasyonlarda standart değerin üzerindedir. Fekal streptokok bakteri sayısı incelendiğinde Aralık ayında 5., 6. ve 7., Ocak ayında 6. ve 7., Şubat ayında ise 4. ve 7. istasyonlarda standart değerin üzerinde belirlenmiştir. Kış mevsimi boyunca deniz suyu örneklerindeki 37 °C’deki bakteri sayısının 1.25x10³-24x10³ kob/100 mL arasında, 22 °C’deki bakteri sayısının

3.95×10^3 - 46.25×10^3 kob/100 mL arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, mevsim boyunca 3, 6 ve 7. istasyonlarda *E. coli* varlığı ortaya çıkartılmıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33: Bakteriyolojik analiz sonuçları (Kış mevsimi)

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)				(kob/100 mL)	
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E.coli</i>	Fekal Streptokok	37°C Bakteri Sayısı	22°C Bakteri Sayısı
Aralık	1	460	>240	>120	23	13.3×10^3	15.5×10^3
	2	43	19	19	23	13×10^3	14.75×10^3
	3	210	19	19	0	21.2×10^3	17.25×10^3
	4	93	23	23	23	23.3×10^3	26.5×10^3
	5	150	23	23	240	24×10^3	24.3×10^3
	6	1100	>240	>120	>240	24×10^3	46.25×10^3
	7	>1100	>240	>120	>240	13×10^3	15.25×10^3
	8	460	240	240	23	16×10^3	16×10^3
Ocak	1	3.6	0	0	0	3.3×10^3	4.85×10^3
	2	210	23	23	0	1.3×10^3	8.2×10^3
	3	23	23	23	0	3.35×10^3	3.95×10^3
	4	43	23	23	23	3.4×10^3	6.9×10^3
	5	23	9	0	95	2×10^3	5.95×10^3
	6	460	240	24	240	3.6×10^3	8.15×10^3
	7	460	>240	>240	>240	11.2×10^3	16.2×10^3
	8	23	23	0	23	3.85×10^3	4.85×10^3
Şubat	1	93	95	23	0	3.9×10^3	9.2×10^3
	2	23	0	0	0	2.4×10^3	29.5×10^3
	3	43	23	23	0	5.2×10^3	14.5×10^3
	4	240	0	0	240	6.5×10^3	14.9×10^3
	5	240	23	0	0	4×10^3	5.25×10^3
	6	240	>240	>240	23	12.2×10^3	9.5×10^3
	7	460	>240	>240	240	15.2×10^3	7×10^3
	8	28	0	0	0	1.25×10^3	6.6×10^3

Toplam koliform bakteri sayısı ilkbahar mevsimi boyunca; Mart ayında 6. ve 7. istasyonlarda, Nisan ayında sadece 6. istasyonda ve Mayıs ayında 1., 6. ve 7. istasyonlarda standart değerin üzerinde saptanmıştır. Fekal koliform bakteri sayısı Mart ayında 4., 6., 7. ve 8. istasyonlarda, Nisan ayında 3., 6. ve 7. istasyonlarda ve Mayıs ayında 1., 4., 6. ve 7. istasyonlarda standart değerin üzerinde çıkmıştır. Fekal streptokok bakteri sayısı incelendiğinde Mart ayında 5., 6. ve 7., Nisan ayında 3., 6.

ve 7. istasyonlarda, Mayıs ayında ise 3., 5., 6., 7. ve 8. istasyonlarda standart değerin üzerinde belirlenmiştir. İlkbahar mevsimi boyunca deniz suyu örneklerindeki 37 °C'deki bakteri sayısının 1×10^3 - 48.65×10^3 kob/100 mL arasında, 22 °C'deki bakteri sayısının ise 1.74×10^3 - 63×10^3 kob/100 mL arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, mevsim boyunca 4, 6, 7 ve 8. istasyonlarda *E. coli* varlığı ortaya çıkartılmıştır (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34: Bakteriyolojik analiz sonuçları (İlkbahar mevsimi)

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)				(kob/100 mL)	
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E.coli</i>	Fekal Streptokok	37°C Bakteri Sayısı	22°C Bakteri Sayısı
Mart	1	75	23	0	23	7.46×10^3	30×10^3
	2	210	23	0	23	7.66×10^3	7.22×10^3
	3	93	23	0	0	5.36×10^3	63×10^3
	4	450	>240	>120	23	9.45×10^3	19.6×10^3
	5	240	23	0	240	1×10^3	1.74×10^3
	6	1100	>240	>120	240	5.1×10^3	25×10^3
	7	1100	>240	>120	240	4.06×10^3	41×10^3
	8	210	240	120	23	1.13×10^3	45×10^3
Nisan	1	15	23	23	23	8×10^3	38×10^3
	2	240	23	0	23	11.5×10^3	7.5×10^3
	3	15	240	120	23	3.7×10^3	21×10^3
	4	240	23	23	23	11×10^4	23.5×10^3
	5	93	23	23	23	11×10^3	40×10^3
	6	1100	>240	>240	240	8.02×10^3	27.5×10^3
	7	210	>240	>240	>240	1.9×10^3	2.95×10^3
	8	15	23	23	240	5.2×10^3	35×10^3
Mayıs	1	>1100	240	120	23	19×10^3	27×10^3
	2	240	23	0	23	35×10^3	36.5×10^3
	3	43	23	23	240	8.5×10^3	14×10^3
	4	460	240	12	23	4×10^3	19.5×10^3
	5	240	23	23	240	2.25×10^3	9.5×10^3
	6	>1100	>240	>240	>240	48.65×10^3	16.75×10^3
	7	>1100	>240	>240	>240	13.75×10^3	23.5×10^3
	8	210	240	120	240	0.85×10^3	5.25×10^3

5. TARTIŞMA

5.1 Fizikokimyasal Değişkenler

İzmir Körfezi'nde Nisan 1993-Temmuz 1994 tarihleri arasında 7 farklı noktada örnek toplama işlemi gerçekleştirilen araştırma sonucunda deniz suyu sıcaklıklarının 11.5-28.3 °C aralığında değişiklik gösterdiği ortaya çıkartılmıştır (Bizsel ve Uslu, 2000). Çanakkale Boğazı'nda 3 farklı istasyondan yıl boyunca (Ağustos 2000-Haziran 2001) yapılan örneklemeler sonucunda deniz suyu sıcaklığının 9-25 °C arasında değiştiği rapor edilmiştir (Koçum, 2005). Mumbai (Bombay, Hindistan) batı kıyılarında deniz suyu kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada araştırmacılar, deniz suyu sıcaklık değerinin 26-34 °C aralığında seyrettiğini bildirmişlerdir (Dhage ve diğ., 2006). Gazze Plajı (Akdeniz)'nde yapılan bir araştırma sonucunda deniz suyu sıcaklığının yıl boyunca 14.4-31.1 °C arasında değiştiği tespit edilerek, sıcaklık ile çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik arasında önemli derecede korelasyon varlığına dikkat çekilmiştir (Elmanama ve diğ., 2006). İskenderun Körfezi'nde 2002-2003 yılları arasında yapılan bir başka çalışmada ise araştırmacılar deniz suyu sıcaklığının 15.8-32.8 °C aralığında değişiklik gösterdiğini vurgulamışlardır (Polat ve diğ., 2006). Sığacık Körfezi (Ege Denizi)'nde yapılan bir başka çalışmada araştırmacılar deniz suyu sıcaklığının 12.30 ile 23.30 °C arasında seyrettiğini rapor etmişlerdir (Orçun ve Sunlu, 2007). Daya Körfezi (Çin)'nde 12 istasyonda deniz suyu numuneleri toplanarak gerçekleştirilen diğer bir çalışmada yağışlı ve sıcak mevsimlerde ortalama su sıcaklık değerleri, sırasıyla 18.37 ve 28.99 °C olarak saptanmıştır (Wu ve diğ., 2009). Urla Limanında (İzmir) mevsimsel olarak 5 farklı noktadan alınan deniz suyu örneklerinden gerçekleştirilen bir başka çalışmada sıcaklık değerlerinin 13.5 ile 27.5 °C arasında değiştiği bildirilmiştir (Durallı ve Egemen, 2009). Karadeniz'de Köstence (Romanya) kıyı şeridinde yapılan deniz suyu kalitesi çalışmasında en düşük ve en yüksek sıcaklık sırasıyla 5 ve 19.5 °C olarak rapor edilmiştir (Sabina ve Irina, 2009). Gürcistan kıyı sularında (Karadeniz) yapılan bir başka çalışmada deniz suyu sıcaklık değerlerinin kış ve yaz mevsimlerinde sırasıyla 7.7-8.6 ile 28.5-29.7 °C aralığında seyrettiği ortaya çıkartılmıştır (Janelidze

ve diğ., 2011). Turkdoğan-Aydinol ve diğ. (2012) tarafından Marmara Denizi'nde 2008 yılı Temmuz ve Eylül ayları arasında örnekleme işlemlerinin gerçekleştirildiği çalışmada 8 farklı noktadan deniz suyu örnekleri toplanmış ve sıcaklık değerlerinin 22.5 (± 1.3) ile 23.7 (± 1.2) °C arasında değiştiği tespit edilmiştir. Batı Ege Denizi sularında 5 farklı noktada gerçekleştirilen diğer bir çalışmada en düşük ve en yüksek deniz suyu sıcaklığı sırasıyla 11.9 ile 30 °C, ortalama sıcaklık değerlerinin ise 13.84 (± 5.20) ile 23.00 (± 3.19) °C arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır (Aydin-Onen ve diğ., 2012). Mevcut çalışmamızda yıl boyunca mevsimsel deniz suyu ortalama sıcaklığının 10.58 (± 0.164) ile 26.35 (± 0.163) °C arasında seyrettiği kayıt edilmiştir. Ayrıca, en yüksek sıcaklık değerine Temmuz ayında 7 nolu istasyona karşılık gelen Bulancak ilçesinde (29.36 °C) en düşük değere Ocak ayında 1 nolu istasyonun temsil ettiği Eynesil ilçesinde (8.21 °C) rastlanılmıştır. Çalışmamızda elde edilen veriler ışığında kış ve yaz mevsimlerinde Karadeniz'in su kütlelerinde sıcaklık artışının belirgin şekilde değiştiği ortaya çıkartılmıştır. 2012 yılı okyanus ve karaların küresel ortalama sıcaklıkları 1961-1990 ortalaması olan 14.0 °C'nin 0.57 °C üzerinde gerçekleştiği ve bu sonuçla 2012 yılının 1880'den beri 10. sıcak yıl, karasal sıcaklıklar açısından ise 0.9 °C anomali ile 7. sıcak yıl olarak kayıtlara geçtiği rapor edilmiştir. Ayrıca, 2012 yılı Türkiye ortalama sıcaklıklarının da 14.2 °C ile 1971-2000 ortalaması olan 13.2 °C'nin 1.0 °C üzerinde gerçekleşmiş olduğu da göz önüne alındığında bu sıcaklık artışının küresel ısınmayla ilişkili olabileceği kanısı güçlenmiştir (TÜİK, 2012). Alkan ve diğ. (2013) Güneydoğu Karadeniz kıyılarında 2001-2011 yılları arasında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada en düşük sıcaklıkların 7 ile 10 °C arasında, en yüksek sıcaklıkların ise her yılın Temmuz ve Ağustos aylarında 25-29 °C arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, yaz ve kış mevsimlerinin 2001 ve 2010 dönemlerinde en sıcak 2002 ve 2004 dönemlerinde ise en soğuk hava şartlarını taşıdığını da belirtmişlerdir.

Mevsimsel değişimi biyolojik olaylara ve sıcaklığa bağlı olan pH, genellikle kıyısız alanlarda homojen dağılım gösteremeyip, denizel ortamlarda özellikle kış aylarında düşük değerlerde seyretmektedir. Çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde, örneklerin ortalama mevsimsel pH değerlerinin 8.27-8.36 aralığında değişiklik gösterip, kış mevsiminde en düşük ortalama pH değerini taşıması mevcut literatürde yer alan bilgiler ile de doğrulanmaktadır (Orçun ve Sunlu, 2007; Durallı ve Egemen, 2009). Ayrıca, incelenen bütün su numunelerin pH değerleri SKKY'ye

(2004) göre deniz suyu genel parametreleri ve rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlaması gereken standart değer aralığında tespit edilmiştir.

Karadeniz’de 23 istasyonda yapılan bir çalışmaya göre ÇO değerinin 6.68-9.73 mg/L arasında değiştiği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada pH ve tuzluluk ile ÇO değeri arasında korelasyon olduğu da ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca, araştırmacılar Karadeniz’de sudaki çözünmüş oksijenin kısıtlı düzeyde olduğunu ve çok küçük değişimlerle birlikte alt sınır noktasına hızlı bir düşüş gösterdiğini vurgulamışlardır. Karadeniz’de Bulgaristan kıyılarında yapılan diğer bir çalışmada sudaki ÇO değerinin balıkçılık ve kıyısız kentleşme nedeniyle standart değerlerin altında seyrettiği ortaya konulmuştur (Simeonova ve diğ., 2010). Mevcut çalışmamızda, araştırma süresince ortalama ÇO değeri sucul ekosistem için kritik değer olan 5 mg/L’nin üzerinde saptanmıştır. Kış mevsiminde 4 nolu istasyonda en düşük değer 1.67 mg/L iken, istasyon ortalaması 7.84 mg/L olarak belirlenmiştir. 4 nolu istasyon olan Espiye ilçesi Gelevera ve Yağıldere gibi yüksek debili su çıkışını içeren akarsu sistemine sahip olduğundan özellikle yağışlı günlerde kıyısız alan büyük ölçüde akarsuların tatlı su girdilerine maruz kalmaktadır. En düşük ÇO değerinin ölçüldüğü zaman aralığında yörenin yoğun yağışa maruz kaldığı periyodu takiben gerçekleşmiş ve kıyısız alanda belirgin şekilde organik madde kökenli atıklardan oluşan bulanıklığın varlığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, sucul kütledeki mikroorganizma kökenli faaliyetler sonucunda ÇO oranının düştüğü düşünülmektedir. Çünkü aynı örnekleme döneminde 37 ve 22 °C’deki bakteri sayıları ile kıyaslama yapıldığında su sıcaklığında belirgin bir düşüş olmasına rağmen uygun pH ve besin elementleri varlığına bağlı olarak bakteriyel faaliyetlerde azalma görülmediği için bu yargıya kesinlik kazandırılmıştır.

Sudaki organik kirliliğin göstergesi olarak kabul edilen BOİ, yerleşim merkezlerine yakın ve kanalizasyon atıklarına maruz kalan kıyısız alanlarda yüksek değerlerde seyredip, kirlilik göstergesi olarak gösterilebilir (Dhage ve diğ., 2006; Elmanama ve diğ., 2006). Araştırma sonucunda BOİ bakımından elde edilen bulgular yaz ve sonbaharda birbirine yakın seyretmektedir. Ancak, yağışlı mevsimi takiben özellikle sıcaklık faktörü etkisiyle ilkbaharda belirgin bir yükseliş gösteren veriler, kalite standartları açısından herhangi bir risk taşımamaktadır. Kıyısız alanlara yüksek düzeyde organik ve inorganik kirleticilerin girmesine rağmen BOİ değerinin düşük seviyede seyretmesinin en önemli nedeni Karadeniz’in sahip olduğu yüzey akıntılardan dolayı oluşan sucul kütledeki dinamik hareketlerdir.

SKKY'ne göre genel kalite kriterleri arasında yer almamasına rağmen sucul kütle için son derece önemli olan TÇMM doğrudan veya dolaylı olarak beraberinde birçok kalite parametresini etkilemektedir. Evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan sucul ekosisteme verilmesi TÇMM'nin artışına sebep olarak gösterilmektedir (Gündoğdu ve Kocataş, 2006). Araştırma süresince genellikle yüksek ortalama gösteren TÇMM değerleri, kıyıs alının yoğun şekilde çözülebilir atıklara maruz kaldığını ortaya koymaktadır. Özellikle 7 nolu istasyon olarak bilinen Bulancak ilçesinin, diğer örnekleme istasyonlarına oranla ortalamanın üzerinde seyrettiği göze çarpmaktadır. Bunun nedeni olarak söz konusu istasyonun konumu, nüfusu ve yerleşim düzeninin diğer ilçelere oranla belirgin şekilde farklılık göstermesidir. Ayrıca, 7 nolu istasyonu oluşturan kıyıs alının büyük bir çoğunluğundan evsel veya endüstriyel kökenli atıkların deniz ortamına deşarjı da dikkat çekmiştir.

Redoks potansiyeli olarak da bilinen ORP, su kolonunda meydana gelen biyokimyasal olayların anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Pozitif değerlerde seyretmesi sudaki oksitlenme olaylarının gerçekleştiğinin göstergesidir. Çalışma süresince ilkbahar mevsimi hariç genellikle negatif değerde seyreden ORP'nin, yağışlı periyodu takiben kıyıs alana akarsular ile deşarj olan iyonlar nedeniyle düşükte olsa pozitif değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir.

Su kütlesi içerisindeki çökebilir ve çökemeyen katı maddeler ile plankton ve diğer mikroskobik organizmalar gibi askıdaki maddeler bulanıklığın göstergesi olarak kabul edilir. Sucul ekosistemlerde AKM'nin yüksek değerde olması suyun kalitesini olumsuz etkileyen, kullanımını sınırlandıran, omurgasız canlılar ile balık ve diğer omurgalı canlı yaşamı için olumsuz koşullar doğuran bir durumdur. Çalışma boyunca kıyıs alandaki mevsimsel AKM değeri ortalama $0.579 (\pm 0.017)$ ile $1.897 (\pm 0.216)$ g/L arasında saptanmış olup, SKKY'ye göre referans değer olarak kabul edilen 30 mg/L'nin oldukça üzerinde seyrettiği ortaya çıkartılmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi illeri arasında ikinci sırada en yüksek düzeyde yüzey suyu hacmini barındıran Giresun'da, özellikle yağışlı mevsimlerde çok sayıda akarsu deşarjı ile kıyıs alanda ekosistem tahribatı meydana gelmektedir. Dolayısıyla, ilin sahip olduğu coğrafik konum sebebiyle kıyıs alanda AKM değerinin oldukça yüksek düzeyde çıkması beklenen bir durum olarak görülmektedir. Akarsular tarafından taşınan ve su kütlesinde çözünmeyen bileşikler AKM değerini arttırırken sudaki çözünmüş oksijen düzeyini ve fotosentez olaylarını olumsuz etkilemektedir (Lawson, 2011). Ayrıca, suyun ışık geçirgenliğini azaltarak sudaki biyolojik olayları da

olumsuz etkilemektedir. Aydın-Onen ve diğ. (2012) Doğu Ege Denizi'nde yapmış oldukları çalışmada AKM değerinin 5 farklı istasyonda 3.58-9.80 mg/L arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. İzmir gibi endüstriyel ve kentsel gelişimin oldukça ileri düzeyde olduğu bu çalışmada bile AKM değerinin referans değerinin altında seyretmesi göz önüne alındığında, Giresun ilinin özellikle yağışlı periyotlarda ne derecede büyük kıyısal erozyona maruz kaldığını anlamak daha da kolaylaşmaktadır. Çalışma süresince en yüksek AKM değeri gösteren 2 nolu istasyona karşılık gelen Görele ilçesi Doğuda Çavuşlu deresi ve ilçe merkezinde Görele deresi ile Çömlekçi deresi ve bunları oluşturan birçok koldan kıyısal alana deşarj sağlamaktadır. En düşük AKM değeri ise Piraziz istasyonunda rastlanılmış olup, ilçe diğer örnekleme noktalarına göre en az akarsu deşarjına sahiptir. Bu nedenle Giresun kıyı şeridinin akarsu deşarjlarına doğrudan maruz kaldığı ve bunun sonucunda deniz suyu kalitesinin olumsuz etkilendiği ortaya çıkartılmıştır.

Tuzluluk beraberinde değiştirdiği diğer kalite parametreleriyle birlikte tüm deniz canlıları için larval ve ergin halde olmak üzere farklı fizyolojik etkiler yaptığından önem arz etmektedir. Çalışma süresince stabil olmayan tuzluluk değerlerine rastlanılmıştır. Yıl boyunca mevsim ortalamaları 15.00-15.88 ppt arasında seyreden değerler, sonbahar mevsiminde yağışların başladığı, Yağıldere ile Gelevera derelerinin etkisi altında bulunan Espiye ilçesi kıyı sularında 4.31 ppt gibi en düşük değerle karşımıza çıkmıştır. Kıyı şeridi boyunca farklı istasyonlarda stabil olmayan tuzluluk değerlerinin ölçülmesinin akarsu deşarjları ve ekolojik faktörlerden ileri geldiği düşünülmektedir.

Köstence'de yapılan çalışmada araştırmacılar tuzluluk oranının 15.3-17.6 ppt aralığına bulunduğunu, Mayıs-Haziran döneminde yağışlarla birlikte Tuna Nehri'nin etkisiyle bu oranın azaldığını vurgulamışlardır (Sabina ve Irina, 2009). Karadeniz'deki yüzey suları tuzluluk oranının açık okyanuslardaki benzer kimyasal kompozisyon gösteren sulara oranla oldukça düşük olduğu bilinmektedir. Alkan ve diğ. (2012) Güneydoğu Karadeniz kıyılarında yüzey suyu tuzluluk değerlerinin 17.5-18.0 ppt ile karakterize edildiğini, bu değer derinlere doğru inildikçe artarak 150 m'de 20.5 ppt civarında olduğunu belirtmişlerdir. Yine, Karadeniz'de Yılan Adası olarak bilinen Zmiinyi kıyılarında 2004-2010 periyotları arasında tuzluluk oranının 9.18-19.19 ppt arasında değişmekte olduğu ve ortalama değerin ise 15.21 (± 0.11) ppt olarak kayıt edildiği rapor edilmiştir (Kovalova ve Medinets, 2012). Ayrıca aynı çalışmada Tuna Nehri'nin mevsimsel etkileriyle tuzluluk değerini azalttığını

özellikle belirtmişlerdir. Karadeniz'in en büyük deşarj hacmine sahip Tuna Nehri'nin etkisiyle doğu ağzına 35 km mesafede yer alan Yılan Adası civarındaki tuzluluk oranını 9.18 ppt seviyesine düşürdüğü göz önüne alındığında, yağışlı mevsimlerde kıyısal alanlardaki kalite parametrelerinin anormal derecelerde sapma göstermeleri kaçınılmaz olmaktadır.

Sudaki çözünmüş madde miktarıyla ilişki olan EC değeri örnekleme süresince sonbahar ve yaz mevsimlerinde yüksek, kış ve ilkbahar mevsimlerinde ise nispeten düşük düzeyde tespit edilmiştir. En yüksek değer Ağustos ayında Bulancak ilçesinde 28.205 mS/cm olarak kaydedilmiştir. Aydın-Onen ve diğ. (2012) Ege Denizi'ndeki çalışmalarında EC değerlerinin, mevcut çalışmamız gibi sonbahar ve yaz mevsimlerinde yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, EC ile pH arasında negatif korelasyonun varlığına da işaret etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, ortalama EC değerinin 57.66-59.15 mS/cm aralığında seyrederek iken, mevcut çalışmamızda bu değerlerin 23.413-25.962 mS/cm aralığında belirlendiği göze çarpmaktadır. Sudaki çözünmüş madde miktarıyla ilişkili olan bir diğer parametre olan tuzluluk ele alındığında her iki deniz arasındaki konsantrasyon farkının EC değerinde de farklılık oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Okyanus ve deniz suları yerküredeki mevcut elementleri farklı formlarda barındırdığından analizlerin yaşanan sıkıntılardan dolayı bir çok kalite parametreleri göz ardı edilmektedir. Su kolonundaki kalsiyum ve magnezyum iyonlarından ileri gelen toplam sertlik önemli bir kalite parametresini oluşturmakla birlikte, son yıllarda deniz suyundan tatlı su eldesi için uygulanan yöntemlerde dikkat edilen ilk parametreler arasında yer almaktadır (Hassan ve diğ., 1998; Dreizin, 2006; Dreizin ve diğ., 2008). Ayrıca, sucul ortamlarda farklı metal konsantrasyonlarının farklı sertlik derecesinde toksisitelerinin de değiştiği rapor edilmektedir (Perschbacher ve Wurts, 1999; Straus ve diğ., 2009). Mevsimsel ortalaması 294 (± 4.522) ile 315 (± 1.931) °F sertliği arasında değişen ve çok sert su olarak sınıflandırılan su numunelerinde en düşük değere Şubat ayında 5 nolu istasyonun ifade ettiği Keşap ilçesinde rastlanılmıştır. Yağışlı periyodu takiben kış mevsiminde yapılan örneklemelerde su sertliğinin önemli oranda düştüğü belirlenmiştir. Ünlü ve diğ. (2008) yapmış oldukları çalışmada akarsularla karışımın suyun sertliğini düşürdüğünü belirtmiş olmakla birlikte çalışmamız verileriyle uygunluk sağlamıştır. Yine, çalışmamızda mevsimsel sıcaklığın artmasına bağlı olarak su sertliğinde de artışın meydana geldiği saptanmış ve bu artışın sıcaklıktan kaynaklandığı

öngörümüz, başka bir çalışmanın da benzer bulguları ileri sürmesiyle doğrulanmıştır (Cicek ve Ertan, 2012).

Suyun pH nötralize etme kapasitesi anlamına gelen alkalinite su içerisindeki hidroksit, karbonat ve bikarbonat iyonlarından kaynaklanmaktadır. Yüksek alkali sulara gün içerisindeki pH değişim aralığı küçük değerlerde gözlenmektedir. Doğal sulara alkalilik, 0-500 mg/L CaCO_3 arasında değişmekle beraber ideal değer 20-300 mg/L aralığındadır (Egemen, 2006). Çalışmamız süresince mevsimlere göre ortalama alkalinite değeri 143-151 mg/L CaCO_3 aralığında seyretmekte olup, akuatik yaşam için uygun aralıkta bulunmuştur. Ayrıca, toplam sertlik değerleri ile karşılaştırıldığında toplam alkalinite değerlerinin yüksek seyretmesi kalsiyum ve magnezyum iyonlarının bir kısmının karbonat ve bikarbonatlarla, bir kısmının da sülfat, klorit, silikat veya nitrat gibi gruplarla bileşik halinde olduğu ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda sıcaklığın yüksek olduğu ilkbahar ve yaz mevsimi aylarında alkalinite değerlerinin diğer mevsimlere göre yüksek seyrederek, Gedik ve diğ. (2010) yapmış olduğu çalışma sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Doğal sulara ekolojik olarak önemli bir yeri olan sülfat, yeterli düzeyde bulunmadığı zaman fitoplankton gelişimini engeller ve bitkilerin büyümesini yavaşlatır. Sülfat miktarının 250 mg/L'den fazla olması önemli derecede kirlilik işareti olarak görülmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970). Su ürünleri açısından suda bulunması gereken en yüksek sülfat değeri 90 mg/L olup, tüm örnekleme boyunca elde edilen değerler referans değerinin üzerinde bulunmuştur (Küçük, 2007). Tarımsal aktivitelerin, çeşitli endüstriyel ve kentsel atıkların neden olduğu sülfat artışı kirliliğin bir göstergesi olarak ele alınabilir (Taş ve diğ., 2010). Çalışma süresince sülfat konsantrasyonu 105-197 mg/L arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler 128 (± 0.838) ile 185 (± 0.568) mg/L arasında seyretmektedir. Verilerimiz ile mukayese edildiğinde, örnekleme alanındaki mevcut durumun korunamaması halinde sülfat kaynaklı kirliliğin yaşanması kaçınılmaz olacaktır.

Sülfid deniz balıkları başta olmak üzere bir çok planktonun ekolojik dağılımı için önemli bir çevresel faktördür (Bagarinao ve Vetter, 1989). Yüzeysel sulara formasyonunu anaerobik faaliyet gösteren bakterilerin organik maddeleri degradasyonu ile sağlayan sülfid iyonları aerobik şartlarda hızlı şekilde sülfür ve sülfat iyonlarına dönüşürler. Sulara çözünmüş sülfid pH'ya bağlı olarak hidrojen sülfid ve hidrosülfid formunda bulunurken, oldukça nadir sülfid olarak da bulunabilir (WHO, 1996). Her ne kadar kıyı kirliliği izleme çalışmalarında göz ardı edilen bir

parametre olsa bile sularda sülfid miktarının mutlak suretle izlenmesi gerektiği belirtilmiştir (Balasubramanian ve Pugalenti, 2000). Çalışmamız süresince sülfid konsantrasyonu 1.00-11.20 mg/L arasında değişmekte olup mevsimlere göre ortalama değişim 3.87 (± 0.140) ile 5.82 (± 0.151) mg/L aralığındadır. Su ürünleri açısından bulunması gereken en yüksek sülfid miktarı 10 mg/L olup (Mutlu, 2013), bu değer kış mevsiminde 8 nolu istasyonun temsil ettiği Piraziz ilçesinde aşılmıştır. Diğer tüm mevsimlerde istasyonlardaki sülfid miktarının homojen bir dağılım gösterdiği ve su ürünleri açısından herhangi bir risk taşımadığı ortaya çıkartılmıştır.

Denizel ortamdaki nütrientler, ekosistemdeki döngünün vazgeçilmez unsuru olup miktarlarında meydana gelen değişimler tüm sistemi etkileyebilmektedir. Özellikle Karadeniz gibi sürekli alıcı ortam özelliği gösteren su kütlelerinde dış kaynaklı nütrient girişi çok daha önem arz etmektedir. Azot türevleri sucul ortamların vazgeçilmez nütrientlerinden olup, yaşamsal faaliyetler için önem arz etmektedir.

Aralık 1992-Ağustos 1994 (Kasım 1993 hariç) tarihleri arasında Sürmene Koyu (Karadeniz)'nda yapılan bir çalışmada nitrat değeri en yüksek 0.81 mg/L ile Ağustos, en düşük değer ise 0.37 mg/L ile Mayıs ayında belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada, nitritin en yüksek Şubat 1993 tarihinde 0.0048 mg/L, en düşük Temmuz 1993 tarihinde 0.0017 mg/L olduğu görülmüştür (Sivri ve diğ., 1998). Araştırma bulgularımız ile bu çalışma karşılaştırıldığında, en yüksek ortalama nitrit değerinin kış, en yüksek ve en düşük ortalama nitrat değerlerinin ise sırasıyla yaz ve ilkbahar mevsimlerinde rapor edilmesi mevcut verilerimiz ile paralellik göstermektedir. Karadeniz'de gerçekleştirilen bir çalışmada nitrat azotunun 1.82, nitrit azotunun ise 0.032 mg/L olduğu tespit edilmiştir (Bakan ve Büyükgüngör, 2000).

Durallı ve Egemen (2009), Ege Denizi'nde yapmış oldukları çalışmada nitrit azotu değerlerini bahar ve yaz periyotlarında ölçüm limitinin altında, kış ve sonbahar mevsiminde ise 0.05-0.80 $\mu\text{g at/L}$ aralığında rapor etmişlerdir. Yine aynı çalışmada nitrat azotu değerlerini 0-7.16 $\mu\text{g at/L}$ arasında belirleyerek en yüksek nitrit ve nitrat azotu konsantrasyonuna yaz mevsiminde, 0-7.97 $\mu\text{g at/L}$ aralığında değişen amonyum azotu miktarında ise en yüksek düzeye ilkbahar mevsiminde rastlanıldığını ileri sürmüşlerdir. Mevcut çalışma verilerimiz ile mukayese edildiğinde nitrat ve amonyum azotu değerlerinin örtüştüğü görülmektedir.

Bulgaristan kıyılarında 23 istasyonda yapılan bir araştırmada amonyak ve nitrat konsantrasyonunun sırasıyla 0-1.18 mg/L ile 2.8-3.8 mg/L arasında değiştiği

belirtilmiştir (Simeonova ve diğ., 2010). Nitrat azotu konsantrasyonu yıl boyunca 0.148-12.975 mg/L arasında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.588-2.899 mg/L'dir. En yüksek değere yaz ve sonbahar mevsimlerinde 7 nolu istasyona karşılık gelen Bulancak ilçesinde rastlanılmıştır. Zirai amaçla kullanılan gübrelerin yağışlı periyotları takiben akarsular aracılığı ile kıyısız alana taşınması muhtemel sebep olarak öngörülmektedir (Edokpayi ve diğ., 2010).

Örnekleme periyodu süresince nitrit azotu miktarı 0.001-0.500 mg/L aralığında belirlenmiş olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.004-0.023 mg/L'dir. Sıcaklığın azalmasıyla birlikte nitrit azotu miktarında artış görülmekle birlikte, en yüksek değere sonbaharda 4 nolu istasyona karşılık gelen Espiye ilçesinde rastlanılmıştır. Ege Denizi'nde yapılan bir çalışmada en yüksek nitrit değerine, mevcut çalışmamızdaki gibi sonbaharda rastlanılmış ve bunun sebebinin yağışlarla birlikte gelen nütrientlerin miktarındaki artış olabileceği ileri sürülmüştür (Aydin-Onen ve diğ., 2012).

Karadeniz'in Giresun lokasyonunda kıydan 100 m ve 500 m açıklıkta 1989-1991 yılları arasında muhtelif zamanlarda yapılan araştırmada; Harşit Deresi (Tirebolu) deşarjında nütrientlerin normal değerler arasında seyrettiği, Aksu Deresi (Merkez) deşarjında 100 m açıktan alınan su örneklerinde nitrat azotu değerlerinin 0.6-1.8 mg/L, 500 m açıktan alınan su örneklerinde 0.3-1.6 mg/L, Merkez Liman 100 m açıktan alınan su örneklerinde nitrat azotu değerlerinin 0.7-1.7 mg/L, Batlama Deresi (Merkez) deşarjı 100 m açıktan alınan su örneklerinde nitrat azotu değerlerinin 0.5-1.7 mg/L, 500 m açıktan alınan su örneklerinde 0-1.9 mg/L arasında değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Ataç ve diğ., 1997). Söz konusu alanların mevcut çalışmamızdaki kıyısız doğrultusuna karşılık gelen 6 nolu istasyonumuzdaki veriler incelendiğinde, yıl boyunca nitrat değerlerinin 0.148-4.052 mg/L aralığında değiştiği görülmektedir. Bulancak Pazarsuyu deşarjı 100 m açıktan alınan su örneklerinde nitrat azotu değerlerinin 0.4-1.7 mg/L, 500 m açıktan alınan su örneklerinde ise 0-1.9 mg/L arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Söz konusu alana karşılık gelen kıyı hattında bizim bulduğumuz sonuçlar 0.180-12.970 mg/L'dir. Her iki çalışmadaki veriler karşılaştırıldığında kıydan uzaklaştıkça belirgin şekilde nitrat miktarındaki artış göze çarpmaktadır. Bunun nedeni olarak akarsu girdileri ve antropojenik etkiler gösterilebilir. Çalışma süresince kıyı şeridi boyunca, yaz ve ilkbaharda nitrit ve amonyak miktarındaki düşük seyrin nedeni olarak nitrifikasyon süreçleri ile nitrit ve amonyağın nitrata dönüşmesidir (Orçun ve Sunlu, 2007). Yine

bu bilgiyi doğrular nitelikte olan en yüksek nitrat konsantrasyonu yaz mevsiminde belirlenmiştir.

Araştırma süresince örneklerin TAN miktarı 0.019-3.333 mg/L aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.896-1.428 mg/L'dir. En yüksek değere sonbaharda 7 nolu istasyona karşılık gelen Bulancak ilçesinde rastlanılmıştır. Mikroorganizmaların deniz ortamındaki yaşamı için en kolay kullanılabilir azot formu olan amonyak miktarındaki artış, ötrofikasyon, anoksik koşullar ve yağışlı mevsimlerde artan akarsu deşarjları ile ilişkilendirilebilir (Orçun ve Sunlu, 2007; Elmanama ve diğ., 2006). Mevcut çalışmamızda amonyak konsantrasyonu 0.001-0.433 mg/L aralığında seyredip, mevsimlere göre ortalama değişim 0.080-0.146 mg/L olarak belirlenmiştir. Özellikle kış aylarında sıcaklık değeriyle birlikte amonyak miktarındaki düşüşün ilkbaharda da devam ettiği gözlemlenmiştir.

İyonize olmuş amonyak ya da diğer bir ifadeyle amonyum değeri, çalışma süresince 0.018-2.990 mg/L arasında olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.775-1.282 mg/L'dir. Yağışlı mevsimlerde yüksek değerlerde seyreden amonyum, özellikle sıcaklığın arttığı yaz mevsiminde düşük değerlerde saptanmıştır. Sucul organizmalar için yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyağa dönüşüp toksik bir yapıya bürünebilen amonyum için ülkemizde balık yaşayan sularda tolerans sınırı 0.10 mg/L'dir. Araştırma süresi boyunca amonyum miktarı 0.10 mg/L fazla seyretmekte olup, bu durum literatürler ile mukayese edildiğinde normal olarak yüksek pH'ya sahip deniz suyunun sıcaklığının da artmasıyla ortamın toksisitesini dolaylı olarak arttırabileceği kanısını ortaya çıkartmaktadır (Stickney, 1991; Ünlü ve diğ., 2008).

Sucul ekosistemlerde en önemli sınırlayıcı element olan fosfor, su ortamında partikül ve çözünmüş halde bulunan fosforları kapsamaktadır (Gürel ve diğ., 2007). Örneklem zamanı boyunca toplam fosfor konsantrasyonu 0.001-7.280 mg/L arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.303 (± 0.049) ile 1.919 (± 0.275) mg/L aralığındandır. En yüksek fosfor değerine yaz, en düşük değere sonbahar mevsiminde rastlanılmıştır. YSKYY'e göre Giresun kıyı şeridi toplam fosfor içeriği referans aralığın oldukça üzerinde seyretmekte olup kıyı suları hipertrofik özellik taşımaktadır (Çizelge 5.1).

Çözünmüş inorganik fosfor yani ortofosfat değeri 0.001-1.012 mg/L aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.017-0.052 mg/L'dir. En yüksek değere

sonbaharda rastlanılmış olup, diğer tüm mevsimlerde değerlerin homojen dağılım gösterdiği dikkat çekmiştir.

1989-1991 yılları arasında çalışma sahamızın açık sularını kapsayan bir başka araştırma bulgularında fosfor ve ortofosfat değerlerinin normal sınırlar içerisinde seyrettiği bildirilmiştir (Ataç ve diğ., 1997). Varna kıyılarında (Karadeniz) yapılan çalışmada araştırmacılar deniz suyu örnekleri toplam fosfor içeriğinin, referans değer 17.5 katı yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Simeonova ve diğ., 2010). Yine Karadeniz’de yapılan diğer bir çalışmada, toplam fosfor miktarının 0.001-0.176 mg/L arasında değiştiği ve ortalama değerin 0.016 (± 0.004) mg/L olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, en yüksek ve en düşük değerlere sırasıyla sonbahar ve yaz mevsiminde rastlanıldığı da belirtilmiştir (Kovalova ve Medinets, 2012). Samsun kıyı şeridi deniz suyu kalitesine yönelik gerçekleştirilen çalışmada mevsimsel olarak toplam fosfor içeriğinin 0-10.88 mg/L arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Akbal ve diğ., 2011). Aydın-Onen ve diğ. (2012) İzmir kıyı sularında ortofosfat değerinin tüm sezon boyunca kritik değerin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Mevcut durum ele alındığında, fosfor ve türevlerindeki artış ile literatür karşılaştırılması yapıldığında kıyısız alanlarda genel olarak değerlerin yüksek seyrettiği sonucu ortaya çıkartılmıştır. Bir çoğu antropojenik kökenli olan kontrolsüz gübreleme ile gerçekleşen tarımsal faaliyetler, evsel ve endüstriyel atıklar, akarsu deşarjları, ölü organizmaların ayrışması gibi etkenler bu artışın sebepleri arasında gösterilebilir (Başaran-Kaymakçı, 2004; Ünlü, 2006).

Primer produktivitenin göstergesi olarak kabul edilen klorofil a miktarı, örnekleme zamanı boyunca 0.010-4.208 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmekte olup, mevsimlere göre ortalama değerler 0.747-1.610 $\mu\text{g/L}$ ’dir. İlkbahar ve sonbaharda diğer mevsimlere nazaran yüksek değerlerde seyreden klorofil a, en yüksek ilkbaharda 7 nolu istasyona karşılık gelen Bulancak ilçesinde kayıt edilmiştir. Söz konusu zaman aralığında örnekleme istasyonundaki toplam fosfor miktarındaki artış da dikkat çekmiştir. Mevcut durumun, zirai faaliyetlerin ve kentleşmenin yüksek olduğu ilçede yağışlarla birlikte kıyısız alana akarsu deşarjlarıyla gelen nütrientlerden kaynaklandığı öngörülmektedir. Kıyısız alanlarda besin tuzları deşarjının antropojenik ötrofikasyona neden olduğunu ifade eden bir çok çalışma mevcuttur (Bennekom ve diğ., 1975; Marchetti, 1984; Fisher ve diğ., 1988; Yılmaz ve diğ., 1998; Kucuksezgin ve Pazi, 2003).

2004-2010 yılları arasında Karadeniz’de ortalama klorofil a değerinin 0.12-0.13 µg/L ile 28.03 µg/L arasında değiştiği bildirilmiştir. En yüksek değerlerin bizim çalışmamızdaki gibi ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde, en düşük değerlerin ise Ağustos ayı ve kış mevsiminde kayıt edildiği özellikle vurgulanmıştır (Kovalova ve Medinets, 2012). Güneydoğu Karadeniz kıyılarında 2001-2011 yılları arasında klorofil a içeriği nadir olarak 2 µg/L’nin üzerinde saptanmış olup, genel olarak 0.5-2 µg/L aralığında seyrettiği belirtilmiştir (Alkan ve diğ., 2013). Mevcut verilerimiz ile mukayese edildiğinde her iki çalışmanın da paralellik taşıdığı görülmektedir. Ayrıca, klorofil a içeriği bakımından genel değerlendirme yapıldığında, YSKYY (2012)’e göre kıyısız alan mezotrofik özellik göstermektedir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1: Karadeniz ve Marmara kıyı ve geçiş suları ötrofikasyon kriterleri

Su Kalitesi Sınıfı	ÇİN (mg/L)	TP (mg/L)	Klorofil a (µg/L)	Seki Disk (m)
Oligotrofik	<0.02	<0.015	<0.7	>6
Mezotrofik	0.02-0.014	0.015-0.03	0.7-3	3-6
Ötrofik	0.141-0.250	0.031-0.04	3.1-5	1.5-2.9
Hipertrofik	>0.250	>0.04	>5	<1.5

ÇİN: Çözülmüş inorganik azot (nitrat, nitrit ve amonyum azotu toplamı)

Deniz suyunun en önemli katyonlarından olan sodyum ve potasyum sudaki biyolojik aktiviteler ile bazı algler için bir dereceye kadar besleyici element özelliği gösterdiğinden önemlidir (Kocataş, 2012). Örneklem süresince sodyum değeri 0.39-7.27 g/L aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değişim 3.947-4.752 g/L’dir. En yüksek değere yaz mevsiminde 1 nolu istasyon yani Eynesil ilçesinde, en düşük değere ise kış mevsiminde 4 nolu istasyonda yani Espiye ilçesinde rastlanılmıştır. Mevsimler arasındaki Na değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Potasyum içeriği 0.102-0.389 g/L aralığında seyretmekte olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.189-0.212 g/L olarak saptanmıştır. Ayrıca, potasyum miktarında yağışlı mevsimlerde artışın olduğu da belirlenmiştir. Mevsimlere göre potasyum değerleri arasındaki fark önem arz etmektedir ($p<0.05$).

Sodyum ve potasyum deniz suyu tuzluluğu oluşturan en önemli katyonlardan olup, çalışma süresince, tuzluluk ile Na ve K değerleri arasında pozitif yönde zayıf ilişkili korelasyon belirlenmiştir ($r=0.351$, $r=0.373$).

Deterjanların boşaltıldıkları alıcı sulara etkileri; köpük oluşturma, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi, sudaki canlılar üzerine olumsuz etkileri,

ötrofikasyon ve biyolojik aktiviteyi etkilemesi şeklinde özetlenebilir. Genellikle deniz suyundaki deterjan miktarının tolere değeri 0.02 mg/L olup, 0.1 mg/L'den fazla olması halinde organizmalarda toksik etkilere neden olacağı belirtilmekle birlikte, bu etkiler birçok tür için letal doz değerleriyle işaret edilmektedir (Vural ve Kumbur, 1982; Patin, 1985; Egemen, 2000). Araştırma süresince numunelerin anyonik yüzey aktif madde miktarı 0.887-1.987 mg/L aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değişim 1.261-1.542 mg/L'dir. En yüksek değere yaz, en düşük değere ilkbahar mevsiminde rastlanılmıştır. Yaz aylarındaki yüksek değerler evsel atıklar ve kıyı şeridi boyunca aktif olan turizm faaliyetlerinden kaynaklanmakta olup, literatür çalışması ile paralel sonuçlar göstermektedir (Durallı ve Egemen, 2009).

Anyonik deterjanın Türkiye sahillerindeki kirliliği ve Karadeniz'e verilen miktarının belirlenmeye çalışıldığı araştırmada, önceki yıllarda konu ile ilgili literatür eksikliği vurgulanmış ve Karadeniz'de deterjan miktarının 2004'den 2006'ya kadar yükselip, 2007'de ise diğer yıllara oranla düştüğü rapor edilmiştir. Araştırma bulgularında, 2007 yılında kıyısız alandan Karadeniz'e deşarj edilen deterjan miktarının 20349 ton olduğu dikkat çekmiştir. Aynı çalışmada, Giresun'a karşılık gelen veriler incelendiğinde, 2004-2007 yılları arasındaki değerler 18.81 (2004), 12.51 (2005), 32.46 (2005), 13.10 (2006), 38.50 (2006) ve 29.93 (2007) µg/L olarak belirtilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar deterjan kirliliğinin oldukça yüksek düzeyde olduğunu vurgulamışlardır (Güven ve diğ., 2010). Bir başka çalışmada Samsun kıyı şeridi yüzey aktif madde değerinin 0.72-2.53 mg/L arasında seyrettiği saptanmıştır (Akbal ve diğ., 2011). Mevcut verilerimiz ile mukayese edildiğinde Giresun kıyı şeridinin oldukça yüksek düzeyde deterjan kirliliğine maruz kaldığı ve bulgularımızın tamamının kritik seviye olan 0.1 mg/L'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

1989-1991 yılları arasında muhtelif zamanlarda Karadeniz'de gerçekleştirilen ve mevcut çalışma istasyonlarımızın bazılarıyla örtüşen araştırma sonuçlarına göre anyonik yüzey aktif madde değerlerinde oldukça yüksek düzeyde artışın olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2: Anyonik yüzey aktif madde miktarındaki değişim (mg/L)

Literatür (Ataç ve diğ., 1997)				Mevcut Çalışma	
İstasyon	Örnek Toplama Noktaları			Muadil İstasyon	Bulgular
	Kıyı	100 m	500 m		
Tirebolu, Harşit Deresi Deşarjı		0.010-0.064	0.030-0.157	3	1.280-1.790
Merkez, Aksu Deresi Deşarjı		0.011-0.079	0.042-0.060	6, (1. Alt istasyon)	0.887-1.730
Merkez Liman İçi	0.02-2.02	0.014-0.229		6, (2. Alt istasyon)	
Merkez Batlama Deresi Deşarjı			0.036-0.079	6, (3. Alt istasyon)	
Bulancak Pazarsuyu Deresi Deşarjı	0.046-0.131			7	1.224-1.830

5.2 TRIX Analizi

Deniz suyu trofik seviyelerinde meydana gelen değişimler mikrobiyal komünitelere varıncaya kadar değişiklik gösterdiklerinden büyük önem taşımaktadır (Solic ve diğ., 2010). Araştırma süresince elde ettiğimiz TRIX değerleri Çizelge 5.3'e göre yorumlanmıştır.

Çalışma alanı boyunca TRIX değeri 5-9 aralığında seyredip, mevsimlere göre ortalama değer 7 bulunmuştur. En yüksek değer yıl boyunca kanalizasyon atıklarının kıyı şeridine deşarj olduğunun gözlemlendiği 7 nolu istasyona karşılık gelen Bulancak ilçesinde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde kayıt edilmiştir. Referans değerler ile mukayese edildiğinde yıl boyunca operasyon alanının ötrofik özellik taşıdığı ortaya çıkartılmıştır. Bu sonuçta en büyük etkenin tarımsal faaliyet atıkları, kentsel deşarjların ve akarsular ile kıyısal alana besin tuzları girdisi gösterilmektedir. Ayrıca, kıyısal alanların yarı kapalı ve genellikle sığ olması, su kütlelerinde mevsimsel tabakalaşmanın oluşmaması da ötrofikasyona duyarlılığı arttırmış olabilir (Tuğrul ve diğ., 2011).

Çizelge 5.3: Ötrofikasyon risk skalası

TRIX İndeksi (Tİ)	Açıklama	Trofik Tip
$Tİ < 4$	Ötrofikasyon Riski Yok	Ultraoligotrof
$4 < Tİ < 5$	Ötrofikasyon Riski Orta	Oligotrof
$5 < Tİ < 6$	Ötrofikasyon Riski Yüksek	Mezotrof
$Tİ > 6$	Ötrofik	Ötrof

Samsun Körfezi'nde 2002-2003 yılları arasında örnekleme yapılan çalışmada TRIX değerinin 1 ay hariç 6'nın üzerinde seyrettiği ve değişim aralığının 6.90-7.70 olduğu bildirilmiştir (Baytut ve diğ., 2010). Varna Körfezi (Bulgaristan) kıyılarında yapılan bir çalışmada TRIX değerinin 2.82-7.86 arasında seyrettiği, ortalama değer 5.30 olduğu belirtilmiştir (Moncheva ve diğ., 2002). Yine Karadeniz'de başka bir çalışmada bu değer 3.0-6.9 aralığında olduğu ortaya çıkartılmıştır (Kovalova ve Medinets, 2012).

Ülkemiz denizlerinde farklı lokasyonlar yapılan TRIX değer analizleri Çizelge 5.4'deki gibidir.

Çizelge 5.4: TRIX ile ilgili literatür bulguları

Örnek Yeri		Saptanan TRIX Değeri	Literatür
Erdek Körfezi	Marmara Denizi	1.12-3.23	Balkis ve diğ., 2012
Bandırma Körfezi		1.68-4.46	
Edremit Körfezi	Ege Denizi	0.86-2.98	Balkis ve Balci, 2010
İzmir Körfezi, iç sular		2.9-5.7	Yucel-Gier ve diğ., 2011
İzmir Körfezi, dış sular		1.2-3.9	
Kilikya, kıyı ve açık suları	Kuzeydoğu Akdeniz	1-3	Tuğrul ve diğ., 2011
Mersin Körfezi, Kıyısal Bölge		2-4	
Mersin Limanı-Seyhan Deltası		2-4	
İskenderun Körfezi, iç sular		>2.5	
İskenderun Körfezi, orta ve dış sular		1-2	
Taşucu Körfezi		1-3	

Karadeniz'de yapılan çalışma sonuçları ile kendi bulgularımız mukayese edildiğinde mevcut tehlikeli durum net bir şekilde görülebilmektedir. Ayrıca, ötrofikasyonun Avrupa Bölgesi'nin bir çoğunu kapsayan Karadeniz ve Akdeniz için

büyük problem olduğu önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (EEA, 1999; EEA, 2000).

5.3 Sediment Analizi

Sediment diğer bir ifadeyle yüzey sedimenti sucul sistemlerdeki birikinti materyalini belirtir ve dip çamuru olarak da ifade edilebilir. Sediment, jeokimyasal etkilerle birlikte farklı nitelikteki birçok organik ve inorganik yapıli bileşikleri bünyesinde barındırıp bulunduğu su kütleinin özelliklerini yansıtmaktadır. Her türlü sucul ortama giren çeşitli kirleticilerin depolandığı bir yer olarak sedimentin kimyasal içeriğinin ve canlılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, farklı nitelikteki çalışmalar için önem taşımaktadır (Boyacıoğlu ve Parlak, 2001).

Mert Irmağı (Samsun) Karadeniz deşarjı yüzey sedimanı pH değerleri 6.80-7.65 aralığında değişmekte olup ortalama değerin 7.19 olduğu, su içeriklerinin % 44.36 ile % 72.36 arasında seyrederek ortalama değerin % 56.92 bulunduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, organik madde içeriğinin ise % 5.61 olduğu ve bu yüksek değerin sebebi olarak, evsel ve tarımsal kirlilik yükünün sediment tabakasındaki birikimi gösterilmiştir (Bakan ve Şenel, 2000). Homa ve Güllük lagünlerinde % yanabilen madde miktarının 7.33-13.46 arasında değiştiğı belirtilmiştir (Atılgan ve Egemen, 2001). Yine Ege Denizi'nin farklı lokasyonlarında farklı zamanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda yanabilen madde miktarının % 0.60-23.81 değerleri arasında değiştiğı rapor edilmiştir (Yaramaz ve diğ., 1991; Sunlu ve diğ., 1999; Atılgan ve Egemen, 2001; Başaran-Kaymakçı, 2004; Aydın ve Sunlu, 2004; Sunlu ve diğ., 2005). Çandarlı Körfezi (Ege Denizi) sedimentinde yanabilen madde (%) miktarlarının 3.53-16.14 arasında değişim gösterdiği, en düşük ve en yüksek değerin Haziran ayında farklı istasyonlarda tespit edildiğı bildirilmiştir (Taş ve diğ., 2007).

Araştırma süresince kıyı şeridi sediment pH değişimleri 5.78-8.90 arasında belirlenmiştir. Mevsimlere göre ortalama değişim 7.03-8.54 aralığındadır. En yüksek değere yaz mevsiminde 6 nolu Merkez ilçede, en düşük değere yine aynı mevsimde 3 nolu Tirebolu istasyonunda rastlanılmıştır. Numunelerin % yanabilen madde miktarı değişimi 0.059-0.539 aralığında olup, mevsimlere göre ortalama değişim 0.21-0.28 ile genel olarak homojen dağılım göstermiştir. Ayrıca örneklerin % su içeriğı 4.68-19.16 arasında seyredip, mevsimlere göre ortalama değişim 11.29-14.07 olarak kayıt edilmiştir. En yüksek değere sonbaharda 2 nolu istasyona karşılık gelen Görele

ilçesinde, en düşük değere yaz mevsiminde 3 nolu istasyona karşılık gelen Tirebolu ilçesinde rastlanılmıştır. Mevcut çalışmamız bulguları ile literatür karşılaştırılması yapıldığında örnekleme alanı yüzey sedimentinin organik madde bakımından oldukça fakir olduğu ortaya çıkartılmıştır. Özellikle yağışlı mevsimlerde kıyı şeridi boyunca akarsulardan yoğun kum, çakıl ve silt gibi katı madde taşınımından kaynaklı inorganik madde birikimi yanabilen madde miktarı değerlerinin düşük olmasının nedenleri arasında gösterilmiştir (Hakanson ve Jansson, 1983).

5.4 Ağır Metal Analizi

Karadeniz kıyılarında suda farklı formlarda bulunan ağır metal konsantrasyonlarını belirlemeye yönelik bir çok araştırma yapılmıştır (Haraldson ve Westerlund, 1988; Lewis ve Landing, 1991; Jordanova ve diğ., 1999; Zeri ve diğ., 2000; Tankere ve diğ., 2001).

Örnekleme periyodu boyunca yüzey sularında ağır metal birikimi yaz mevsiminde; Al: 1.492, Cr: 0.062, Mn: 0.626, Fe: 15.212, Co: 0.030, Ni: 7.355, Cu: 0.085, Zn: 0.658, Cd: 0.042, ve Pb: 0.055, sonbaharda; Al: 0.410, Cr: 0.060, Mn: 0.040, Fe: 15.091, Co: 0.025, Ni: 7.561, Cu: 0.072, Zn: 0.739, Cd: 0.045, ve Pb: 0.053, kış mevsiminde; Al: 0.225, Cr: 0.061, Mn: 0.26, Fe: 13.544, Co: 0.025, Ni: 8.272, Cu: 0.071, Zn: 0.723, Cd: 0.046, ve Pb: 0.057, ilkbaharda; Al: 0.213, Cr: 0.067, Mn: 0.034, Fe: 11.310, Co: 0.025, Ni: 8.458, Cu: 0.095, Zn: 0.675, Cd: 0.047, ve Pb: 0.048 ppm olarak belirlenmiştir.

Batı Karadeniz şelfinde suda çözünmüş ağır metal konsantrasyonları üst suda; Mn: 0.8-6, Fe: 5.7-16.3, Pb: 0.4-2.9, Cu: 0.4-2.2, Cd: <0.01-0.36, alt suda; Mn: 1-348, Fe: 7.3-37, Pb: 0.08-2.4, Cu: 0.2-2.7 ve Cd: <0.01-0.36 ppb arasında tespit edilmiştir (Balkıs ve Aksu, 2012). Yine aynı çalışmada, Mn değerlerinin üst su tabakası ile alt su tabakasında anormal değişimler gösterdiği gözlemlenmiştir.

Kuzey Batı Karadeniz’de yapılan bir başka çalışmada suda çözünmüş halde bulunan metal derişimleri; Mn: 1.2-1350, Fe: 0.4-181, Pb: 0.03-0.61, Cu: 2.9-28.8 ve Cd: 0.03-0.161 ppb arasında hesaplanmıştır (Tankere ve diğ., 2001).

Orta Karadeniz kıyı ve açık sularda 11 noktadan yapılan bir başka çalışmada okuma limitlerinin üzerinde değerlendirilen metallerin konsantrasyonu; Pb: 315-989, Cd: 2-68, Cu: 4-79, Zn: 2-821, Co: 31-341 ve sadece bir istasyonda belirlenen Ni: 49 ppb olarak saptanmıştır (Altas ve Büyükgüngör, 2007).

Zonguldak kıyılarında deniz suyunda ağır metal derişimleri; Cd: 0.29-1.71, Cr: 1.33-5.83, Mn: 1.12-39.34, Cu: 2.84-7.73, Ni: 2.79-8.39, Pb: 5.19-8.02 ve Zn: 11.35-54.22 ppb aralığında rapor edilmiştir (Çoban ve diğ., 2009).

Cevik ve diğ. (2008) Doğu Karadeniz kıyılarında yapmış oldukları çalışmada ağır metal konsantrasyonlarını, Çamburnu istasyonunda; Fe: 680, Cu: 19.5, Zn: 6.5, Cd: 3, Rize liman içi; Fe: 210, Cu: 7.5, Zn: 207.5, Pb: 29, Rize liman dışı; Fe: 130, Zn: 12, Çayeli; Fe: 290, Cu: 9, Zn: 6, Pb: 17.5, Hopa; Fe: 340, Cu: 20.5, Zn: 81.5 ve Pb: 39 ppb olarak belirtmiştir. Ayrıca, çalışma süresince Cr, Mn ve Ni değerleri tespit edilememiştir.

Bulgaristan kıyılarında yapılan çalışmada yüzey sularındaki metal derişimi; Cd: 0.161, Cu: 28.8, Ni: 17.5, Pb: 0.61, açık sularda ise; Cd: 2.58, Cu: 2.83 ve Ni: 10.9 nM olarak kayıt edilmiştir (Slaveykova ve diğ., 2009).

Kuzeybatı Karadeniz sularında iz elementleri belirmeye yönelik gerçekleştirilen çalışmada, Mn: 0.69-9.6, Fe: 0.79-3.03, Cd: 0.07-0.09, Cu: 1-8, Ni: 8-12, Pb: 0.1-0.2, Zn: 0.9-2 nM aralığında bulunmuştur (Tankere ve diğ., 2001).

Literatürde yapılan çalışmalar ile araştırma bulgularımız karşılaştırıldığında Mn, Co ve Zn'da istasnai durumlar hariç tüm değerler daha yüksek oranda saptanmıştır. Cu, Cd, Ni ve Zn bakımından elde ettiğimiz değerler, araştırma süresince örnek istasyonlarımızın tamamında SKKY'de yer alan deniz suyu kalite kriterlerindeki referans değerinin üzerinde belirlenmiştir. Ayrıca, 1 nolu istasyonda kış mevsiminde Cr yaz mevsiminde ise Pb referans değerinin üzerinde seyrederken, diğer tüm istasyonlarda normal sınırlar içerisinde tespit edilmiştir. Dünya ülkelerinde deniz suyu kalitesine yönelik iz elementlerin bulunması gereken değerler farklılık göstermekle birlikte, ülkemiz standartlarıyla karşılaştırıldığında oldukça büyük eksiklik göze çarpmaktadır. Giresun kıyısal alanı yüzey suyu sediment konsantrasyonları diğer ülke referans aralıklarıyla mukayese edildiğinde, Avrupa Birliği kriterlerine göre; Cu ve Zn bakımından, Rusya kriterlerine göre; Cr ve Pb 1. istasyonda sırasıyla kış ve yaz mevsimi hariç diğer tüm istasyonlarda uygun aralıkta, Cu, Cd, Fe ve Co içeriği bakımından ise yüksek düzeylerde kayıt edilmiştir. Ayrıca, Kanada kriterlerine göre tüm bulgularımızın referans aralığının üzerinde seyrettiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5: İz elementlerin deniz suyu referans değerleri

Metal	Türkiye, SKKY Genel Kriterler	Avrupa Birliği	Kanada	Rusya
Al			0.005-0.1 ¹	
Cu	0.01	0.005-0.112 ^{2,3}	0.002-0.004 ²	0.001
Cd	0.01		0.0002-0.0018 ²	0.005
Cr	0.1		0.02-0.002	0.005-0.02
Pb	0.1		0.001-0.007 ²	0.1
Fe			0.3	0.1
Se			0.001	0.0016
Co				0.01
Mn				0.01
Ni	0.1		0.025-0.15 ²	0.01
Zn	0.1	0.03-2.0 ^{2,4}	0.03	0.01
Hg	0.004		0.0001	0.00001
As	0.1		0.05	

1=pH'a bağlı

2=Sertliğe bağlı

3=Çözülmüş halde

4=Toplam çinko

Giresun il olarak yoğun endüstriyel atıklara maruz kalmamasına rağmen yüzey suyu ağır metal derişimi SKKY, Kanada ve Rusya kriterlerine göre oldukça yüksek düzeyde bulunmuştur. Kıyisal alanda kirlilik unsuru etkenlerin başında uygun arıtma işlemine tabi tutulmayan farklı nitelikteki antropojenik atıklar gelmekle birlikte, akarsu deşarjları da önem taşımaktadır (Balkıs ve Aksu, 2012). Giresun Merkez ilçeden yılda 0.97 km³ hacim ile beraberindeki evsel ve endüstriyel atıklarla kıyı şeridinde deşarj olan Aksu Deresi'nin, kıyisal alana yıllık metal yükünün Cr için 3.608 ton ve Cd için 8.326 ton düzeyinde tespit edilmiş olması, araştırma bulgularımızın yüksek seyretmesi ile örtüşmektedir (Altas ve Büyükgüngör, 2007; Bat ve diğ., 2009). Yine bir çok çalışmada Karadeniz'deki ana kirlilik kaynaklarının başında akarsularla taşınımın olduğu vurgulanmıştır (Balkas ve diğ., 1990; Mirinchev ve diğ., 1999; Jitar ve diğ., 2013). Ayrıca, söz konusu alandaki metal konsantrasyonun fazla olmasının diğ er bir nedeni olarak madencilik faaliyetleri de gösterilebilir. Çünkü il sınırları içerisinde 55 adet metalik maden ve 18 adet endüstriyel hammadde yatak ve zuhurun varlığı bilinmektedir. Ayrıca, her geçen gün Karadeniz'deki ağır metal konsantrasyonun artışının da etken olduğu düşünülmektedir.

Tüm metallerin istasyon ve mevsimsel değışimlerinin homojen dağılım göstermesiyle tek yönlü varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tukey Testi ile yorumlanmıştır.

Mevsimlere göre Al, Cr, Fe, Ni ve Cd değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Al içeriği bakımından; Yaz-Sonbahar, Yaz-Kış, Yaz-İlkbahar, Fe içeriği bakımından; Yaz-İlkbahar, Sonbahar-İlkbahar, Cr içeriği bakımından; Sonbahar-İlkbahar, Ni içeriği bakımından; Yaz-Kış, Yaz-İlkbahar, Sonbahar-Kış, Sonbahar-İlkbahar ve Cd içeriği bakımından; Yaz-Kış, Yaz-İlkbahar arasındaki fark önem arz etmektedir ($p<0.05$). Yapılan pek çok çalışmada sularda ağır metal düzeylerinin mevsimsel olarak farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Morley ve diğ., 1997; Jain ve Sharma, 2001).

Ayrıca, metal derişimleri arasındaki farkın istasyonlara göre önem taşımadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Yine çalışma süresince metal konsantrasyonları arasında önemli korelasyonlar saptanmıştır (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6: Farklı metaller arasındaki korelasyonlar (su)

	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Al	1									
Cr	-0.055	1								
Mn	0.220	0.590**	1							
Fe	0.197	-0.476**	0.111	1						
Co	0.042	0.593**	0.977**	0.083	1					
Ni	-0.616**	0.145	-0.327	-0.519**	-0.220	1				
Cu	0.095	0.784**	0.787**	-0.242	0.780**	-0.110	1			
Zn	-0.167	-0.710**	-0.762**	0.096	-0.736**	0.146	-0.696**	1		
Cd	-0.451**	-0.075	-0.435*	-0.037	-0.293	0.475**	-0.273	0.355*	1	
Pb	-0.050	0.460**	0.878**	0.167	0.922**	-0.151	0.713**	-0.524**	-0.136	1

** $p<0.01$

* $p<0.05$

Su numunelerinde Cr ile Mn, Co, Cu ve Pb, Mn ile Co, Cu ve Pb, Co ile Cu ve Pb, Ni ile Cd, Cu ile Pb, Zn ile Cd arasında pozitif, Al ile Ni ve Cd, Cr ile Fe, Zn ve Cd, Mn ile Zn ve Cd, Fe ile Ni, Co ile Zn, Cu ile Cn ve Cd, Zn ile Pb arasında ise negatif yönde kuvvetli ilişki ortaya çıkartılmıştır ($p<0.01$). Deniz suyu ile yapılmış bir çalışmada Cd ile Fe, Cu, Pb, Zn, Co ve Ni, Fe ile Cu, Pb, Zn, Co, Cr, Mn ve Ni, Cu ile Pb, Zn, Co, Cr ve Al, Pb ile Zn, Co, Al ve Ni, Zn ile Cr, ve Ni , Co ile Cr , Mn ve Ni, Cr ile Ni metal konsantrasyonları arasında korelasyon varlığına dikkat çekilmiştir (Türkmen ve Aras, 2011).

Su kolonundaki ağır metaller ya süspanse halde organik madde ile ilişki içindedir ya da sediment tarafından absorbe edilmiştir. Sedimentteki ağır metal birikimi, bulunduğu yerdeki ağır metal girdilerinin tarihsel bilgilerini sağlamaktadır. Çoğu ağır metalin sediment tabakasındaki birikimi etrafında bulunan su kütlesinden

daha fazladır. Çünkü metaller su kolonundan sedimentte geçiş eğilimi gösterebilirler (Balkıs ve diğ., 2007; Ergül ve diğ., 2008).

Örnekleme periyodu boyunca sedimentteki ağır metal birikimi yaz mevsiminde; Al: 0.143, Cr: 4.078, Mn: 0.010, Fe: 20.574, Co: 3.193, Ni: 8.283, Cu: 8.748, Zn: 19.858, Cd: 0.014, ve Pb: 12.002, sonbaharda; Al: 0.123, Cr: 3.885, Mn: 0.009, Fe: 21.443, Co: 2.975, Ni: 6.932, Cu: 8.298, Zn: 13.727, Cd: 0.051, ve Pb: 6.710, kış mevsiminde; Al: 0.102, Cr: 3.012, Mn: 0.013, Fe: 20.331, Co: 3.166, Ni: 6.435, Cu: 6.544, Zn: 14.302, Cd: 0.013, ve Pb: 7.031, ilkbaharda; Al: 0.094, Cr: 3.779, Mn: 0.038, Fe: 21.209, Co: 3.043, Ni: 6.418, Cu: 6.294, Zn: 20.427, Cd: 0.032 ve Pb: 8.898 ppm olarak belirlenmiştir.

Zonguldak kıyılarında sediment örneklerindeki metal derişimler; Ni: 37.03, Cu: 30.21, Zn: 84.6 ve Pb: 39.14, Cd: 0.47, Cr: 67.95 ve Mn: 274.4 ppm civarında kayıt edilmiştir (Çoban ve diğ., 2009).

Doğu ve Batı Trabzon kıyıları sedimentinde yapılan bir çalışmada ağır metal konsantrasyonları doğu kıyısında; Ni: 20.40, Cu: 57.83, Zn: 101.69 ve Pb: 28.45, batı kıyısında; Ni: 57.10, Cu: 62.33, Zn: 81.37 ve Pb: 25.66 ppm olarak rapor edilmiştir (Özşeker ve Erüz, 2011).

Karadeniz'in Türkiye kıyılarında yapılan bir başka çalışmada sediment örneklerindeki ağır metal derişimleri; Cr: 38.33-74.09, Mn: 430.3-1096.4, Fe: 4.50-4.87, Co: 16.47-20.01, Ni: 4.39-24.53, Cu: 16.08-60.03, Zn: 133-175, Cd: 0.23-1.20, Pb: 8.88-47.11 ppm aralığında belirtilmiştir (Ergül ve diğ., 2008).

Yeşilirmak'ın deşarj noktasındaki sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonları; Cr: 1276, Mn: 2915, Fe: 4.7, Co: 63.7, Ni: 128.1, Cu: 59.9, Zn: 325.3, Cd: <0.02, Pb: <0.01 ppm düzeyinde rapor edilmiştir (Balkıs ve diğ., 2007). Yine aynı çalışmada Kızılırmak'ın deşarj noktasındaki sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonları; Cr: 231.9, Mn: 989, Fe: 4.9, Co: 22.7, Ni: 104.6, Cu: 23, Zn: 91.4, Cd: <0.02, ve Pb: <0.01 ppm olarak saptanmıştır.

Doğu Karadeniz'de Perşembe (Ordu) ve Rize kıyılarının sediment örneklerinde yapılan çalışmada ağır metal konsantrasyonları sırasıyla; Cr: 38.88 ve 21.8, Mn: 870.3 ve 514.1, Fe: 5.4 ve 4.4, Co: 36.44 ve 16.8, Ni: 37.26 ve 18.50, Cu: 95.5 ve 69.9, Zn: 267.4 ve 82.9 Cd: <0.02 ve 0.93, Pb: <0.05 ve 31.1 ppm olarak belirlenmiştir (Topcuoğlu ve diğ., 2002).

Güney Karadeniz kıyılarında toplanan sediment örneklerin ağır metal düzeylerinin belirlendiği bir diğ er araştırma sonuçları ise; Cr: 13-238, Mn: 112-1109,

Fe: 0.2-5.3, Co: 0-22, Ni: 11-22, Cu: 115-119, Zn: 24-141 ve Pb: 12-69 ppm aralığındadır (Yücesoy ve Ergin, 1992).

Araştırma bölgemizdeki 3 ve 7 nolu istasyonla örtüşen bir diğer çalışmada sediment örneklerinde yüksek düzeyde Cu, Pb, Cd ve Zn varlığına dikkat çekilmiş, özellikle 3 nolu istasyona karşılık gelen Tirebolu ilçesindeki Harşit Çayı deşarjının metal yükünün artmasındaki etken olduğuna değinilmiştir (Ünsal ve diğ., 1998).

Literatür ile araştırma bulgularımız mukayese edildiğinde, Fe hariç diğer bütün ağır metallerin (Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn) mevcut değerlerimizin çok üzerinde seyrettiği, Cd ve Pb bakımından paralellik taşıdığı ve Al içeriği bakımından ise literatür karşılaştırılması yapılamadığı tespit edilmiştir. Sediment örneklerindeki ağır metal birikim oranının diğer çalışma alanlarına göre düşük düzeyde seyretmesinin nedeni, Giresun ilinde endüstriyel kökenli faaliyetlerin diğer bölge illerine göre daha az düzeyde olması gösterilebilir.

İstasyonlara göre Al, Fe, Co ve Ni değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Al içeriği bakımından; 1-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, Fe içeriği bakımından; 1-8, 2-8, 3-7, 3-8, 4-7, 4-8, 5-8, 6-8, Co içeriği bakımından; 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 3-6, 3-7, 3-8, 4-6, 4-7, 4-8, 5-7, 5-8, Ni içeriği bakımından; 1-4, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7 ve 2-8 nolu istasyonları arasındaki fark önem arz etmektedir ($p < 0.05$). Ayrıca, sediment örnekleri ağır metal konsantrasyonları arasındaki farkın mevsimsel değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır ($p > 0.05$). Sediment ağır metal konsantrasyonlarının kısa süreli olarak çok fazla değişken olmadığı, fakat uzun zaman periyotlarında önemli farklılıkların olabileceği bildirilmektedir (Maedor ve diğ., 1998; Esslemont, 2000; Rubio ve diğ., 2000; Tanner ve Leong, 2000). Yine araştırma süresince metal konsantrasyonları arasında önemli korelasyonlar saptanmıştır (Çizelge 5.7).

Sediment örneklerinde Al ile Co ve Zn, Mn ile Zn ve Cd, Co ile Ni, Zn ile Pb ve Ni ile Cu arasında pozitif, Cr ile Fe ve Fe ile Co arasında ise negatif yönde kuvvetli ilişki ortaya çıkartılmıştır ($p < 0.01$). Yüzey sedimentiyle ilgili yapılmış çalışmalarda metaller arasında önemli korelasyon varlığına dikkat çekilmiştir. Cd ile Pb, Zn ve Cu, Zn ile Cu, Fe, Ni, Cr, ve Al, Cu ile Fe, Ni, Cr ve Al, Fe ile Cd metal derişimler arasında pozitif, Cd ile Ni ve Ni ile Cd arasında ise negatif yönde ilişkinin olduğu rapor edilmiştir (Alomary ve Belhadj, 2007; Uluturhan, 2010).

Çizelge 5.7: Farklı metaller arasındaki korelasyonlar (sediment)

	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Al	1									
Cr	0.187	1								
Mn	0.194	-0.108	1							
Fe	-0.219	-0.467**	-0.092	1						
Co	0.423*	0.306	-0.009	-0.623**	1					
Ni	0.125	-0.261	-0.053	0.159	0.403*	1				
Cu	0.293	0.063	-0.029	0.268	0.081	0.426*	1			
Zn	0.371*	0.202	0.444*	-0.314	0.055	-0.134	-0.009	1		
Cd	-0.044	-0.151	0.407*	-0.120	0.142	0.062	-0.015	0.141	1	
Pb	0.299	0.127	-0.054	-0.234	0.059	0.003	-0.047	0.712**	-0.040	1

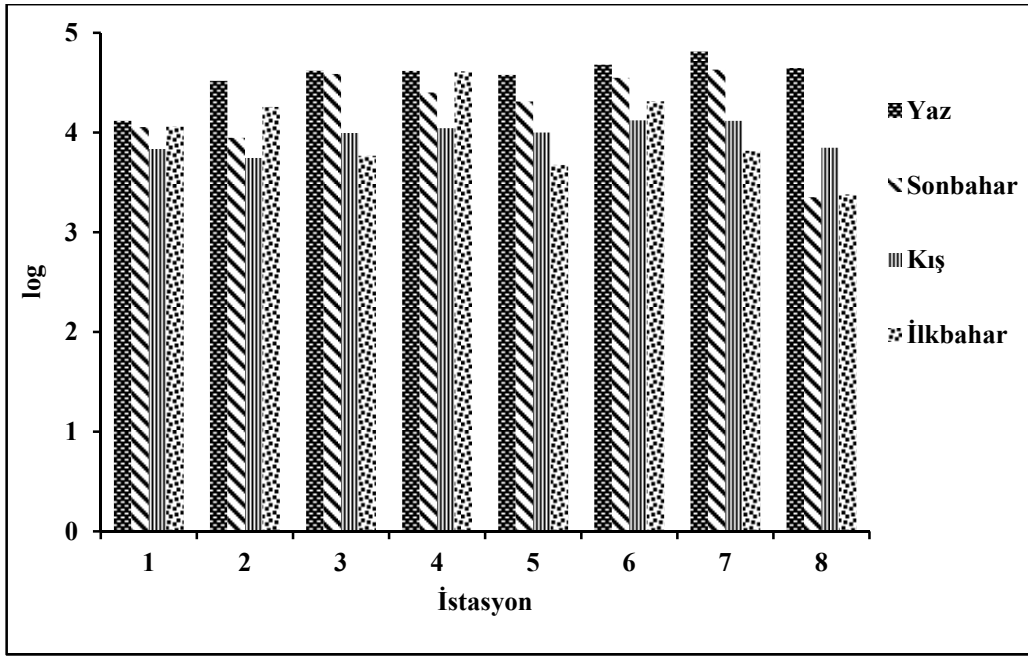
**p< 0.01

*p< 0.05

5.5 Bakteriyolojik Analiz

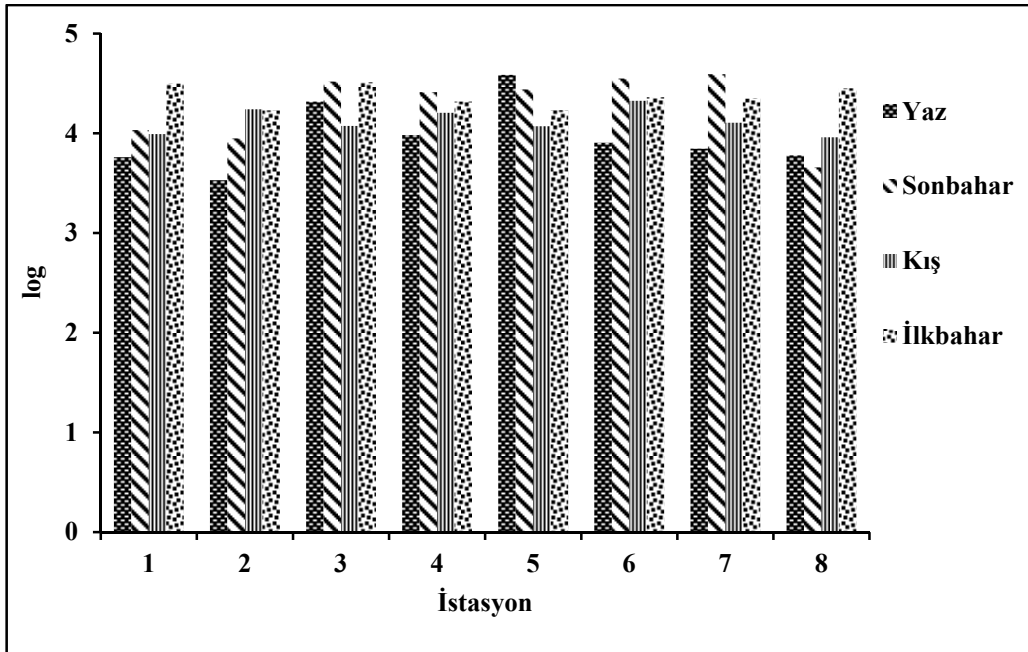
Total koliform ve fekal koliform bakteri sayısı su kalitesinde yaygınca mikrobiyolojik indikatör olarak kullanılmaktadır. Fekal kirlilik indikatörü olan mikroorganizmalar sadece atık sularla değil aynı zamanda akarsular ve seller ile de deniz suyunda kontaminasyona neden olabilir. Su kaynakları kirlilik düzeylerinin belirlenmesinde izlenen programlarda total koliform, fekal koliform ve fekal streptokok öncelikli aranan parametrelerdir. Uzun yıllardır fekal koliform bakteri varlığı, fekal kökenli kirliliğin göstergesi olarak kullanılmasına rağmen, son araştırmalarda en iyi indikatörün *E. coli* olduğu önerilmektedir (Edberg ve diğ., 2000; Fewtrell ve Bartram, 2001; Lebaron ve diğ., 2005; Turkdogan-Aydinol ve diğ., 2012).

Mevcut kıyı şeridinin sahip olduğu bakteriyel floradaki toplam bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla 37 ve 22 °C'deki bakteri sayısı belirlenmiş ve mevsimlere göre değişim Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'deki gibidir.



Şekil 5.1: 37 °C bakteri sayısı (log).

Nil deltası drenajında yapılan bir çalışmada, 22 °C'deki bakteri sayısının kış mevsiminde diğer mevsimlere oranla daha fazla olduğu, 37 °C'deki sayının ise ilkbaharda yüksek düzeyde seyrettiği rapor edilmiştir. Ayrıca, araştırma süresince floradaki toplam bakteri sayısının 22 ve 37 °C'de sırasıyla 1.30×10^2 - 4×10^5 ile 0.32×10^2 - 3.91×10^5 kob/100 mL arasında değiştiği belirtilmiştir (Othman ve diğ., 2012).



Şekil 5.2: 22 °C bakteri sayısı (log).

Yüzey suyu örneklerimizin bakteriyolojik parametre analizleri Çizelge 5.8'deki gibidir. Total koliform bakteri sayısı bakımından 4, 5 ve 8 nolu istasyonlarda yıl boyunca referans değeri altında sonuçlar elde edilmiştir. Referans aralık 1 nolu istasyonda Kasım, Mayıs, 2 ve 3 nolu istasyonlarda ise sırasıyla Kasım ve Haziran aylarında aşılmıştır. Toplam koliform bakımından en kirli istasyonlar 6 ve 7 nolu örnekleme noktalarına karşılık gelen Merkez ve Bulancak ilçeleridir. Özellikle 7 nolu istasyonda her mevsimi temsil eden aylarda referans değerlerin aşıldığı belirlenmiştir. 6 nolu istasyonda ise, ilkbahar mevsimini temsil eden ayların tamamı ile Aralık ayında referans değeri aşıldığı belirlenmiştir.

Vücut sıcaklıkları çevre sıcaklığına bağlı olarak değişmeyen (homoiotherm) hayvanların bağırsak içeriklerinin bulaştığı kanalizasyon atıklarının indikatörü olarak bilinen fekal koliform bakteri sayısı örnekleme sahamızın tamamında farklı aylarda referans değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Yağışlı mevsimlerde fekal koliform sayısının referans aralığının üzerinde seyretmesi, akarsular tarafından alana fekal kökenli kontaminantların deşarj edildiği düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Fekal kontaminasyonun son yıllarda en önemli indikatörü olan *E. coli*, çalışma süresince bütün istasyonlar saptanmıştır. Merkez ilçeye karşılık gelen 6 nolu istasyonla birlikte 7 ve 8 nolu örnekleme noktalarında da oldukça yüksek oranda *E. coli* varlığı dikkat çekmektedir.

Fekal streptokok bakımında 1 nolu istasyonda örnekleme zamanı boyunca referans değeri aşılmamıştır. Yine, 6 ve 7 nolu istasyonlar en fazla referans değeri aşıldığı örnekleme noktası olarak belirlenmiştir. Söz konusu istasyonlara karşılık gelen Merkez ve Bulancak ilçesi nüfus yoğunluğu ve kentleşmenin en yoğun olduğu kesimler olup, kıyısal alana kanalizasyon deşarjları yıl boyunca diğer ilçelere oranla daha fazladır. Bakteriyolojik açıdan parametrelerin yüksek düzeyde seyretmesi, kıyısal alanın evsel özellikle kanalizasyon atıklarına yoğun şekilde maruz kaldığını doğrulamaktadır. Özellikle yaz mevsimlerinde yoğun plaj faaliyetlerinin gerçekleştiği kıyı şeridi boyunca, mevcut kirlilik yükü büyük tehlike oluşturmaktadır.

Mumbai (Hindistan) batı kıyılarında bakteriyel yoğunluğun 10^3 - 10^4 kob/100 mL, fekal koliformun ise 10^4 - 10^5 kob/100 mL arasında değişiklik gösterdiği ve yüksek düzeyde bakteriyel kirlenmenin olduğu rapor edilmiştir. Kıyısal alan boyunca atık suların, arıtma işlemine tabi tutulmadan doğrudan denize deşarj edilmesinin bunda en büyük etken olarak görüldüğü belirtilmiştir (Dhage ve diğ., 2006).

Varna Körfezi'nde (Karadeniz) yapılan çalışmada, total koliform, fekal koliform ve fekal streptokok bakteri sayılarının genellikle standart limit aralığında olduğu, rekreasyonel faaliyetlerin fazla olduğu bazı plajlarda ise aşıldığı sonucu kayıt edilmiştir (Simeonova ve diğ., 2010).

Prens Adaları (Marmara Denizi), yüzme plajlarında, yapılan bir çalışmada total koliform bakteri sayısı ortalama 5-26/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı ise 4-24/100 mL olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, en düşük ve en yüksek ortalama her iki parametre için aynı istasyonlarda saptanmıştır. Araştırmacılar sonuçların düşük düzeyde çıkmasının nedeni olarak derin deniz deşarjı, akıntılar ve yerleşim noktalarının kıyıları ile olan uzaklığını ileri sürmüşlerdir (Turkdogan-Aydinol ve diğ., 2012).

Akarsuların denizlere deşarj oldukları alanda bakteriyel kontaminasyonun saptandığı diğer bir çalışmada, yoğun evsel ve endüstriyel atıklara maruz kalan örnekleme noktasında yıllık ortalama total koliform değeri 63×10^6 kob/100 mL, fekal streptokok değeri 24×10^5 kob/100 mL, total mezofilik aerobik heterotrofik bakteri 45×10^5 kob/100 mL ve *Salmonella spp.* 17×10^5 kob/100 mL olarak belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, bakteriyel kontaminasyonun akıntılar ile diğer örnekleme noktalarına da yayıldığını belirlemişlerdir. Yine aynı bölgede, önceki yıllarda yapılan bir çalışmada indikatör bakterilerin en yoğun olduğu dönemin yaz dönemi olduğu tespit edilmiş fakat mevcut durumda kirliliğin arttığına ve en yüksek kirlilik oranının ilkbahar mevsiminde rastlanıldığına dikkat çekmişlerdir (Gurun ve Kımıran-Erdem, 2013). Kendi bulgularımız ile değerlendirildiğinde total koliform ve fekal koliform bakımından en kirli mevsimlerin ilkbahar olması, sonuçlarımızla paralellik taşıdığını göstermektedir.

Yağmur sularının kıyısal alanda mikrobiyolojik su kalite parameterelerine etkilerinin belirlendiği diğer bir çalışmada, kirlilik indikatörü olan *E. coli* ve fekal koliform bakteri sayılarının kıyı sularında açık sulara oranla daha fazla oranda bulunduğu, özellikle yağışlı mevsimlerde sayılarının diğer mevsimlere oranla anormal düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir (Zhang ve diğ., 2013). Literatür ile mevcut çalışmamız karşılaştırıldığında, araştırma sonuçlarımızın diğer çalışmalar ile paralellik taşıdığı görülmektedir. Ayrıca, mevcut çalışmamız sonucunda, indikatör bakterilerin referans değer aralığını aştığı aylar Çizelge 5.8'deki gibidir.

Kıyı yüzey sularında yapılan çalışmalarda, derin deşarj ile atık su arıtma noktaları civarında koliform bakteri konsantrasyonunun önemli derecede düştüğü

belirtilmiştir (Yüksel ve diğ., 2004; Okus ve diğ., 2008). Ayrıca Antarktika’da deniz kirliliğinin uygun arıtma işletmeleri kurulmasından sonra kontrolü için yapılan bir başka çalışmada (Hughes, 2004), fekal koliform sayısının Avrupa Birliği standartlarının altında belirlenmesi arıtma tesislerinin ülkemiz kıyusal alanları için ne derecede önem arz ettiğini ortaya çıkartmaktadır.

Çizelge 5.8: Aylara göre bakteriyolojik analiz sonuçları

[illegible]

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Kıyusal ekosistemler canlılığın devamı için son derece önemli yaşam alanlarıdır. Özellikle giderek artan nüfus oranı ve beraberinde getirdiği kontrolsüz kentleşme ile sanayileşme ve bilinçsiz yaşam faaliyetleri (tarım, hayvancılık vb.) bu alanları tehdit eden en önemli sorunların başında gelmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin en büyük zenginlikleri arasında bulunan su kaynaklarının kontrolü yeterli oranda sağlanamadığı zaman hem ülke ekonomisi için hem de insana varıncaya kadar ekosistemdeki tüm canlılara ve bulunduğu ortama vereceği zararın boyutu çok daha büyük olacaktır. Özellikle ülkemiz denizleri gibi birden fazla gelişmekte olan ülke kıyılarının bulunduğu ve farklı nitelikteki kirleticilere maruz kalan denizlerin mevcut kalite parametreleri izleme programları ile devamlı olarak izlenerek kontrol altında tutulmalıdır. Aksi halde, bölgesel olarak başlayan kirlenmenin giderek artış gösterip, tüm sucul kütleyi ve barındırdığı ekosistemi etkilemesi kaçınılmaz olup insanlık için önemli bir tehdit unsurudur. Bu nedenle mevcut çalışmamızda, ülkemizin ekonomik olarak en yüksek kotalı balıkçılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği Karadeniz'in doğu bölgesinin önemli geçit noktasında lokalize olan ve en büyük 2. yüzey suyu hacmine sahip Giresun ili deniz suyu ve sedimenti kalitesi; fizikokimyasal ve mikrobiyolojik yöntemler ile bir yıllık periyod süresince incelenerek mevsimsel değişimi üzerinde durulmuştur. Çalışma süresince elde edilen sonuçlar ve kıyusal alan ile ilgili diğer gözlemler de dikkate alınarak bazı öneriler sunulmuştur.

1. Küresel iklim değişiminin kıyusal alan boyunca olumsuz etkilerinin oldukça yüksek düzeyde yaşandığı gözlemlenmiştir. Giresun'un 2012 yılında göstermiş olduğu iklimsel gelişmeler irdelendiğinde; 2012 yılı boyunca ilin sıcaklık ve yağış ortalamasının normalin üzerinde bulunduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca, yaz mevsiminde normalin oldukça üzerinde sıcaklığın ve yağışların gerçekleşmesi de yine küresel ısınmanın önemli sonuçlarından biri olarak gösterilebilir. Sonbahar mevsiminde genel olarak normalin üzerinde yağış görülmüşken, Eylül ve Ekim ayında yağışlarda büyük oranda azalma, Kasım ayında ise yağışlarla birlikte sıcaklıkta da artış yaşanmıştır. Çalışmamız süresince elde ettiğimiz bulgular dikkatle

incelendiğinde deniz suyu ortalama sıcaklığındaki artışın doğrudan veya dolaylı yollar ile bazı fizikokimyasal ve bakteriyolojik parametrelerde değişikliklere yol açtığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, ekolojik faktörlerdeki değişimin doğrudan kıyısal alanı etkilediği gözlemlenmiştir.

2. İl boyunca büyük hacimli deşarjlara sahip akarsuların, tamamıyla kıyısal alana hükmettiği sonucuna varılmıştır. Özellikle yağışlı mevsimlerde deniz ortamına yoğun tatlı su girdisiyle beraber alüvyonların da taşındığı, yüksek vadilerden tarımsal gübre ve ilaç kalıntıları, yerel balık yetiştiriciliği işletmelerinin atıkları, maden faaliyetleri sonucu oluşan atıklar ile farklı nitelikteki kirleticilerin denizel ortama deşarjı gözlemlenmiştir. Yoğun yağışlı dönemlerde bulanıklığın oldukça yüksek düzeylerde seyrettiği ve kıyısal alan kalite parametrelerinin homojen olmayan dağılımında en büyük etkenlerden biri olarak akarsular gösterilebilmektedir.

3. Akarsu deltalarının sonbahar ve yaz mevsiminde ötrofik özellik taşıdığı, yine aynı dönemlerde dâhil olmak üzere yıl boyunca kıyısal alanın da aynı özellikleri gösterdiğinin belirlenmesi, akarsular dışında antropojenik etkilerle kıyı şeridindeki nütrient ve organik madde yükünü arttırdığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

4. Kıyısal alan boyunca düzensiz kentleşme ve alt yapı eksikliğinden dolayı kıyı şeridinin farklı nitelikteki atıklara maruz kaldığı ve yerel yönetimlerin gerekli tedbirlerin alınmasında yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir.

5. Yine, kıyısal alan boyunca çöp depolama sahalarının gelişi güzel olarak deniz veya akarsu kenarlarına konumlandırılarak, doğrudan veya dolaylı yollar ile denizlerin kirlenmesinde en büyük etkenlerin başında geldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, araştırma süresince kıyısal alanda farklı noktalarda plastik madde atıklarının yoğunluğu dikkat çekmiştir.

6. Nüfus yoğunluğunun diğer ilçelere oranla daha yüksek olduğu Bulancak ilçesinin, TÇMM, BOİ, sülfat, nitrat, TAN, amonyak, klorofil a gibi birçok parametrede en yüksek değerlere sahip olduğu, ilçe kıyı şeridi boyunca farklı noktalardan evsel ve sanayi atıkların doğrudan veya dolaylı yollardan akarsular aracılığıyla deniz ortamını kirlettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, ilçede sanayi bölgesi atıklarının uygun arıtma prosesine maruz kalmadan deniz ortamına deşarj oluşu farklı örnekleme zamanlarında gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, 7 nolu örnekleme istasyonundaki kalite parametrelerinin normalin üzerinde seyretmesinin nedenlerini; düzensiz yerleşim, alt yapı eksikliği ve atık su arıtma sistemlerinin yetersiz oluşu şeklinde sıralayabilmekteyiz.

7. 6 nolu istasyona karşılık gelen Merkez ilçede derin deşarjın kıyısız kirlenmede diğır ilçelere göre avantajlı durumda olmasına olanak sağlamakla birlikte, upwelling olayları ve Karadeniz'deki akıntı sistemleri dikkate alındığında derin deşarjların sucul kütlenin ekosistemini ileri vadede daha çok zarar vereceğı ön görölmektedir. Çünkü derin deşarjlar ile derin sulardaki organik madde yükü arttırılıp dolaylı olarak Karadeniz'in anoksik zonu olan hidrojen sülfür tabakasının yükseleceğı ve canlı yaşam alanının azalacağı göz ardı edilmemelidir. Aksi halde, kontrolsüz derin deşarjların geri dönüşü olmayan ekosistem hasarlarına neden olabileceğı kaçınılmaz olmakla birlikte, il genelinde başlayan derin deşarj projelerinin tekrar gözden geçirilmesi gerektiğı düşünölmektedir.

8. 2 ve 4 nolu istasyonların ifade ettiğı Görele ve Espiye ilçelerinin, yağışlı mevsimlerde yoğun miktarda akarsu girdilerine maruz kaldığı özellikle Espiye ilçesinde akarsu yataklarındaki değışim ve yeterli kontrolün sağlanmadığı HES faaliyetlerinin ekolojik dengeye zarar verdiği gözlemlenmiştir. Yine aynı ekolojik tahribatın Merkez ilçe Aksu Deresi'ni kapsayan vadide de gerçekleştirildiğı gözlemlenmiştir.

9. Akarsu hattı boyunca il genelinde yoğun çakıl, kum işletmelerinin varlığı ve faaliyet alanlarından kontrolsüz şekilde tatlı su ortamlarına girdilerin geçiş sağladığı, artan yağışlar aracılığıyla bu girdilerin denizel ortama yoğun deşarjları gözlemlenmiştir.

10. Kıyısız alan boyunca deterjan kirliliğinin yüksek oranda mevcudiyeti ortaya çıkartılmış ve bunun alt yapı eksikliğinden kaynaklandığı fikri ileri sürölmüştür.

11. Organik madde bakımından oldukça fakir yüzey sedimentine sahip olan kıyı şeridinin mevcut durumundaki en önemli etkenin akarsu deşarjları olduğı sonucuna varılmıştır.

12. Ağır metal kirliliğı bakımından su ve sediment örneklerinden bazılarının referans değıerlerin üzerinde seyretmesi endüstriyel gelişimin diğır bölge illerine göre daha az olduğı fakat madencilik faaliyetleri gibi akarsu deşarjlarıyla kıyısız alanın kirlletildiğı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

13. Kanalizasyon atıklarının indikatörü olarak da bilinen *E. coli* varlığının yılın tüm aylarında farklı örnekleme noktalarında mevcudiyeti kıyısız alanın yoğun şekilde evsel ve kanalizasyon atıklarına maruz kaldığı sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Özellikle yaz aylarında plaj faaliyetlerin il kıyı şeridi boyunca aktif

olması, insan sağlığını tehdit eden unsur olarak gör÷lmektedir. Yoğun tatlı su girdisi, zengin n÷trient oranı ve sıcaklığın yükselmesi göz önüne alındığında kıyısıal alan boyunca su kaynaklarında yaşanabilecek salgınların artacağı ve gerekli önlemlerin alınmadığı taktirde kaçınılmaz olacağı öngör÷lmektedir.

14. İl genelinde faaliyet gösteren balıkçı barınaklarında ve Giresun Limanı'ndaki alt yapı eksikliği göze çarpmıştır. Yine liman sahalarında sintine, balast ve kanalizasyon atıklarının deşarj edilebileceği depoların bulunmayışı zorunlu olarak bu tür atıkların deniz ortamına verilmesine ve kirlilik unsuru etken sayılmalarına neden olduğu gözlemlenmiştir.

Küreselleşmenin bir sonucu olarak ÷lkelerdeki ham madde arayışı ve endüstriyel gelişimin en büyük kurbanı olan su kaynaklarının kontrolü ve devamlılığının sağlanması ÷lkelerin en büyük zenginlikleridir. Tatlı ve tuzlu su kaynakları bakımından zengin olarak gör÷len ÷lkemiz aslında kullanılabilir su kaynakları bakımından yanlış politikalar sayesinde fakir konumdadır. Su kaynaklarının mevcut durumunun belirlenmesi, devamlı programlar ile izlenmesi, kirlilik unsuru etkenlerin belirlenerek gerekli yasal yaptırımların ivedi şekilde gerçekleştirilmesi kaçınılmaz bir durum olarak gör÷lmektedir. Dünya genelinde içme suyu eldesinde deniz sularına yönelimin dikkate alınması, ÷lkemiz denizlerinin özellikle Karadeniz'in önemini ortaya çıkartmaktadır. Uluslararası yapılan çalışmalarda farklı ÷lkelerdeki kalite parametreleri ile ÷lkemiz kalite parametreleri mukayese edildiğinde gözle görülür bir eksiklik ortaya çıkartılmakla birlikte yasal yaptırımdaki bürokratik boşluklar da dikkat çekmiştir. ÷lkemiz genelinde su ve su ürünleri kaynaklarının sürdürülebilir olması için gerekli olan yasal yaptırımların yeniden revize edilmesi gerekmektedir. Yine ÷lke genelinde eğitim programları oluşturularak okul çağından itibaren her yaşı aralığında halkımıza su kaynaklarımızın önemi ve korunmasının gerekliliği uygun eğitim programlarıyla kavratılmalıdır. Aksi halde yasal düzenlemelerin tek başına yetersiz kalacağı ve giderek artan kirlilik düzeyinin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebileceği öngör÷lmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbal F., Bahadır T., Şentürk İ., Gürel L., Bakan G., Büyükgüngör H., 2011. Samsun Kıyı Şeridinde Deniz Suyu Kalitesi, *Samsun Sempozyumu*, Samsun 13-16 Ekim, 1-6.
- Aksu M., 2009. İzmir Körfezi'ndeki Bazı Balık Çiftliklerinin Sucul Çevreye Etkilerinin Araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 26 (4), 271-279.
- Akyurt İ., Ayık Ö., 1995. *Su Kirliliği ve Kontrolü*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No 143, Erzurum.
- Alam M. G. M., Tanaka A., Stagnitti F., Allinson G., Maekawa T., 2001. Observations on the Effects of Caged Carp Culture on Water and Sediment Metal Concentrations in Lake Kasumigaura, Japan, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48, 107-115.
- Alkan A., Zengin B., Serdar S., Oğuz T., 2013. Long-Term Temperature, Salinity and Chlorophyll-a Variations at a Southeastern Coastal Site of the Black Sea, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 57-68.
- Alkan N., Aktas M., Gedik K., 2012. Comparison of Metal Accumulation in Fish Species from the Southeastern Black Sea, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 88, 807-812.
- Alomary A. A., Belhadj S., 2007. Determination of Heavy Metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) by ICP-OES and Their Speciation in Algerian Mediterranean Sea Sediments After a Five-Stage Sequential Extraction Procedure, *Environ. Monit. Assess.*, 135, 265-280.
- Alpaslan M., Tekinay A. A., Sağlam M., 2003. Çanakkale Boğazı'na Ait Bazı Meteorolojik Parametreler ve Bunların Yöre Balıkçılığı Üzerine Etkileri, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20 (1-2), 185-192.
- Altas L., Büyükgüngör H., 2007. Heavy Metal Pollution in the Black Sea Shore and Offshore of Turkey, *Environ. Geol.*, 52, 469-476.
- Anderson D. M., Burkholder J. M., Cochlan W. P., Glibert P. M., Gobler C. J., Heil C. A., Kudela R. M., Parsons M. L., Rensel J. E. J., Townsend D. W., Trainer V. L., Vargo G. A., 2008. Harmful Algal Blooms and Eutrophication: Examining linkages from Selected Coastal Regions of the United States, *Harmful Algae*, 8, 39-53.
- Anonim, 1984. Determination of Total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected Marine Organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry United Nations Environment Programme. Reference Methods for Marine Pollution Studies No 11, Revision 1, Geneva.

- Anonim, 1995a. WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe, Sixth Report 1990-1992. Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, FAO/WHO Collaborating Center for Research and Training in Food Hygiene and Zoonoses, Berlin, Germany.
- Anonim, 1995b. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19 th Ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- APHA, 1992. *Microbial Examination in Standards Methods for The Examination of Water and Wastewater*, 18th Ed. Greenberg Ae, Clesceri Ls, Eaton Ad, Editors. PP 9.1-9.147, American Public Health Association Washington DC.
- Arslan A., Dinçoğlu A., Güven A., 1995. Su Ürünleri ile İnsanlara Geçen Hastalıklar, *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 1 (1-2), 103-107.
- Ataç Ü., Aktaş M., Yıldırım C., Alemdağ N., 1997. Karadeniz Bölgesinde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi ve Su Ürünlerine Etkilerinin Araştırılması, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 206, Trabzon.
- Atılğan İ., Egemen Ö., 2001. Güllük ve Homa Lagünü Sedimentlerinde Karbon, Yanabilen Madde ve Bazı Ağır Metal (Cu, Zn) Düzeylerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 225-232.
- Aydın A., Sunlu U., 2004. The Investigation of Carbon and Burnable Substances Levels which are Found in the Southern Aegean Sea Sediments, *E. U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21 (3-4), 229-234.
- Aydın-Onen S., Kocak F., Kucuksezgin F., 2012. Evaluation of Spatial and Temporal Variations of Inorganic Nutrient Species in the Eastern Aegean Sea Waters, *Marine Pollution Bulletin*, 64, 2849-2856.
- Bagarinao T., Vetter R. D., 1989. Sulfide Tolerance and Detoxification in Shallow-Water Marine Fishes, *Marine Biology*, 103, 291-302.
- Bakan G., Büyükgüngör H., 2000. The Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 41, 24-43.
- Bakan G., Şenel B., 2000. Samsun Mert Irmağı-Karadeniz Deşarjında Yüzey Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesi Araştırması, *Turk. J. Engin. Environ. Sci.*, 24, 135-141.
- Balcı R. S., 2007. Seyhan Baraj Gölünün Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve *Enterobacteriaceae* Üyelerinde Antibiyotik Dirençliliği, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 212599.
- Balkas T., Dechev G., Mihnea R., Serbanescu O., Unluata U., 1990. State of the Marine Environment in the Black Sea Region, Prepared in Co-operation with FAO, IOC, UNEP Regional Seas Reports and Studies, 44, No 124.
- Balkıs N., Aksu A., 2012. Batı Karadeniz Şelfi'nde Suda, Midyede ve Yüzey Sedimentlerinde Metal Kirliliği, *Ekoloji*, 21 (82), 56-64.
- Balkıs N., Balcı M., 2010. Seasonal Variations of Nutrients and Chlorophyll-a in the Coastal Waters of the Edremit Bay and the Trophic index (TRIX) Values of the Environment, *Fresenius Environmental Bulletin*, 19 (7), 1328-1336.

- Balkis N., Toklu-Aliçli B., Balci M., 2012. Evaluation of Ecological Quality Status with the Trophic Index (TRIX) Values in the Coastal Waters of the Gulfs of Erdek and Bandırma in the Marmara Sea, *Ecological Water Quality-Water Treatment and Reuse*, Dr. Voudouris (Ed.), 1-22.
- Balkis N., Topcuoğlu S., Güven K. C., Öztürk B., Topaloğlu B., Kırbaşoğlu Ç., Aksu A., 2007. Heavy Metals in Shallow Sediments from the Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea Regions of Turkey, *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 147-153.
- Balasubramanian S., Pugalenti V., 2000. A Comparative Study of the Determination of Sulphide in Tannery Wastewater by Ion Selective Electrode (ISE) and Iodimetry, *Water Res*, 34, 4201-4206.
- Barua D., 1992. History of Cholera, Plenum Publishing, New York, 1-35.
- Başaran-Kaymakçı A., 2004. Bakırçay Deltası Kirlilik Parametreleri ve Çandarlı Körfezi ile Olan Etkileşimi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 149592.
- Başaran-Kaymakçı A., Aksu M., Egemen Ö., 2006. Ildır Koyu'nda (İzmir-Ege Denizi) Açık Deniz Ağ Kafeslerde Yapılan Balık Yetiştiriciliğinin Su Kalitesi Üzerine Etkilerinin İzlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (1), 22-28.
- Başer S. K., 2006. Sazlıdere'nin Azot ve Fosfor Kirliliğinin İzlenmesi ve Etkisinin İrdelenmesi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 185193.
- Basti A. A., Misaghi A., Salehi T. Z., Kamkar A., 2006. Bacterial Pathogen in Fresh, Smoked and Salted Iranian Fish, *Food Control*, 17, 183-188.
- Bat L., Gökkurt O., Sezgin M., Üstün F., Şahin F., 2009. Evaluation of the Black Sea Land Based Sources of Pollution the Coastal Region of Turkey, *The Open Marine Biology Journal*, 3, 112-124.
- Bat L., Gündoğdu A., Öztekin Y., Zoral T., Çulha S., 2006. Sinop İli İç Liman Bölgesindeki Zooplankton ve Bazı Ekonomik Balıklarda Ağır Metal Düzeyleri, *Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi*, 25 (26), 22-27.
- Bat L., Şahin F., Satılmış H. H., Üstün F., Özdemir Z. B., Kıdeys A. E., Shulman G. E., 2007. Karadeniz'in Değişen Ekosistemi ve Hamsi Balıkçılığına Etkisi, *Journal of FisheriesSciences.com*, 1 (4), 191-227.
- Baytut O., Gonulol A., Koray T., 2010. Temporal Variations of Phytoplankton in Relation to Eutrophication in Samsun Bay, Southern Black Sea, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 363-372.
- Bennekou V. A. J., Gieskes W. W. C., Tijssen S. B., 1975. *Eutrophication of Dutch Coastal Waters*, Proc. R. Soc. Lond. B., 189, 359-374.
- Biddinger G. R., Gloss S. G., 1984. The Importance of Trophic Transfer in the Bioaccumulation of Chemical Contaminants in Aquatic Ecosystems, *Residue Reviews*, 9, 104-145.
- Bizsel N., Uslu O., 2000. Phosphate, Nitrogen and Iron Enrichment in the Polluted Izmir Bay, Aegean Sea, *Marine Environmental Research*, 49, 101-122.
- Boran M., Altınok I., 2010. A Review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organisms in the Black Sea, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 565-572.

- Boran M., Karaçam H., Sayın A., 2004. Değirmendere Havzasında (Trabzon, Türkiye) Bulunan Bazı İşletmelere Ait Atık Suların Özelliklerinin İncelenmesi ve Dere Suyundaki Kirleticilerin Düzey ve Dağılımlarının Belirlenmesi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2), 17-21.
- Bower E. C., Bidwell P. J., 1978. Ionisation of Ammonia in Seawater: Effects of Tempature, pH, Salinity, *J. Fish. Res. Board. Can.*, 35, 1012-1016.
- Boyacıoğlu M., Parlak H., 2001. İzmir Körfezine Akan Dere Sedimentlerinin Mutajenitesi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18 (3-4), 325-331.
- Boyd C. E., Tucker C. S., 1992. *Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture*, Alabama Agricultural Experiment Station, Alabama University, 183, Alabama.
- Canpolat Ö., 2001. Hazar Gölü'nde Yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da Bazı Ağır Metal Miktarlarının Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 114369.
- Carpene E., George S. G., 1981. Absorption of Cadmium by Gills of *Mytilus edulis*, *Mol. Physiol.*, 1, 23-34.
- Cevik U., Damla N., Kobya A. I., Bulut V. N., Duran C., Dalgıç G., Bozacı R., 2008. Assessment of Metal Element Concentrations in Mussel (*M. galloprovincialis*) in Eastern Black Sea, *Turkey Journal of Hazardous Materials*, 160, 396-401.
- Cicek N. L., Ertan O. O., 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji*, 21 (84), 54-65.
- Cirik Ş., Cirik S., 1999. *Su Bitkileri*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No 58, Bornova, İzmir.
- Cirik S., Gökpınar Ş., 1993. *Plankton Bilgisi ve Kültürü*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No 47, Bornova, İzmir.
- Coffin D. E., Chitta B., Malone R. F., 1992. Biofiltration for Recirculating Finfish Culture Systems, *Lousiana Aquaculture Conference and Trade Show*, Baton Rouge, Louisiana, USA, 30-31.
- Contreras-Espinosa F., Warner B. G., 2004. Ecosystem Characteristics and Management Considerations for Coastal Wetlands in Mexico, *Hydrobiologia*, 511, 233-245.
- Çaklı Ş., Kışla D., 2003. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri, *E. U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20 (1-2), 239-245.
- Çetinbaş A., 2003. İzmit Körfezi'nde Avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) Balıklarının Dokularında Cu ve Zn Birikiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 134059.
- Çoban B., Balkıs N., Aksu A., 2009. Heavy Metal Levels in Sea Water and Sediments of Zonguldak, Turkey, *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 15, 23-32.
- Çubukçu A., Tüysüz N., 2005. KBİ İzabe, Tügsaş ve Organize Sanayi Bölge Tesislerinin (Samsun, Tekkeköy) Çevresel Etkileri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 29 (1), 44-72.

- Dallinger R., Rainbow P., 1993. *Ecotoxicology of Metals in Invertebrates*, Setac Special Publications, Lewis, Chelsea, 125.
- Damme S. V., Struyf E., Maris T., Ysebaert T., Dehairs F., Tackx M., Heip C., Meire P., 2005. Spatial and Temporal Patterns of Water Quality Along The Estuarine Salinity Gradient of the Scheldt Estuary (Belgium and The Netherlands): Results of an Integrated Monitoring Approach, *Hydrobiologia*, 540, 2-45.
- Dhage S. S., Chandorkar A. A., Kumar R., Srivastava A., Gupta I., 2006. Marine Water Quality Assessment at Mumbai West Coast, *Environment International*, 32, 149-158.
- Diñer S., Matyar F., Sönmez N., 2001. Seyhan Nehrinin Fekal Kirlilik Düzeyi ve Fekal Koliformların Antibiyotik Hassasiyetleri, 12. *Biyoteknoloji Kongresi*, Ayvalık, Balıkesir, 17-21 Eylül.
- Dreizin Y., 2006. Ashkelon Seawater Desalination Project off Taker's Self Costs, Supplied Water Costs, Total Costs and Benefits, *Desalination*, 190, 104-116.
- Dreizin Y., Tenne A., Hoffman D., 2008. Integrating Large Scale Seawater Desalination Plants within Israel's Water Supply System, *Desalination*, 220, 132-149.
- Drennan D. G., Malone R. F., 1992. Design of Recirculating Systems for Intensive Tilapia Culture, *Louisiana Aquaculture Conference and Trade Show*, Baton Rouge, Louisiana January, 30-31.
- Dural M., Göksu M. Z. L., 2006. Çamlık Lagünü (Karataş, Adana), Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1), 65-69.
- Durallı E., Egemen Ö., 2009. Urla Limanı ve Civarında Bazı Fiziko-Kimyasal ve Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 26 (1), 81-85.
- Durborow R. M., Crosby D., Brunson M. W., 1992a. *Ammonia in Fish Ponds*, SRAC Publication, USA, No 463.
- Durborow R. M., Crosby D., Brunson M. W., 1992b. *Nitrite in Fish Ponds*, SRAC Publication, USA, No 462.
- Edberg S. C., Rice E. W., Karlin R. J., Allen M. J., 2000. *Escherichia coli*: the Best Biological Drinking Water Indicator for Public Health Protection, *J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl.*, 88, 106-116.
- Edokpayi C. A., Saliu J. K., Eruteya O. J., 2010. Assessment of Temporal Fluctuations Water Quality of the Coastal Waters of Training Mole, Tarkwa Bay, Nigeria, *J. Am. Sci.*, 6 (10), 1179-1185.
- EEA, 1999. State and Pressures of the Marine and Coastal Mediterranean, Environment, European Environment Agency, Environmental Assessment Report No 5.
- EEA, 2000. Environmental Signals 2000, European Environment Agency, Environmental Assessment Report No 6.
- Egemen Ö., 2000. *Çevre ve Su Kirliliği*, E. Ü. Su Ürünleri Fak., Yayın No 42, 116, Bornova, İzmir.

- Egemen Ö., 2006. *Su Kalitesi* (Ders Kitabı), Genişletilmiş VI. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No 14, 150.
- Egemen Ö., Başaran-Kaymakçı A., 2002. Doğu Karadeniz’de (Samsun, Türkiye) Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 177-182.
- Ekici H., Yarsan E., 2009. Akuakültür Canlılarında Zehirli Etki Oluşturabilecek Maddeler, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 26 (3), 229-233.
- Elmanama A. A., Afifi S., Bahr S., 2006. Seasonal and Spatial Variation in the Monitoring Parameters of Gaza Beach During 2002-2003, *Environmental Research*, 101, 25-33.
- Embarek K. B., 1994. Presence, Detection and Growth of *Listeria monocytogenes* in Seafood: A Review, *International Journal of Food Microbiology*, 23 (1), 17-34.
- EPA, 1993. Methods for the Chemical Analysis of Water and Wastes (MCAWW), EPA/600/4-79/020, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Cincinnati OH.
- Ergül H. A., Topcuoğlu S., Ölmez E., Kırbaçoğlu Ç., 2008. Heavy Metals in Sinking Particles and Bottom Sediments from the Eastern Turkish Coast of the Black Sea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, 396-402.
- Erüz C., Sivri N., Boran M., Kurtuluş İ. Z., 1998. Trabzon Kıyılarında Su Kirliliğinin Balıkçılık Faaliyetleri Üzerine Etkileri, *Doğu Anadolu Bölgesi 3. Su Ürünleri Sempozyumu*, Erzurum, 10-12 Haziran.
- Esslemont G., 2000. Heavy Metals in Seawater, Marine Sediments and Corals from the Townsville Section, Great Barrier Reef Marine Park, Queensland, *Marine Chemistry*, 71, 215-231.
- Fewtrell L., Bartram J., 2001. *Water Quality: Guidelines Standards and Health. Risk Assessment and Management for Water Related Infectious Diseases*, IWA Publishing, London.
- Fisher T. R., Harding L. W., Stanley D. W., Ward L. G., 1988. Phytoplankton, Nutrients, and Turbidity in the Chesapeake, Delaware, and Hudson Estuaries, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 27, 61-93.
- Förstner U., Ahlf W., Calmano W., 1993. Sediment Quality Objectives and Criteria Development in Germany, *Water Science Technology*, 28, 307-316.
- Frazier W. C., Westhoff D. C., 1988. *Food Microbiology*, 4 th edition, McGraw-Hill Book Company Inc, Singapore.
- Gabryelak T., Filipiak A., Brichon G., 2000. Effects of Zinc on Lipids of Erythrocytes from Carp (*Cyprinus carpio* L.) Acclimated to Different Temperatures, *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 127, 335-343.
- Garber A., 1987. Interactions Between Phosphate, Nitrate and Organic Substrate in Biological Nutrient Removal Processes, *Water Sci. Tech.*, 19, 183-194.
- Gedik K., Vercep B., Terzi E., Fevzioğlu S., 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji*, 19 (76), 25-35.

- Gil I. A., Louis V. R., Rivera I. N. G., Lipp E., Huq A., Lanata C. F., Taylor D. N., Cohen E. R. C., Choopun N., Sack R. B., Colwell R. R., 2004. Occurrence and Distribution of *Vibrio cholerae* in the Coastal Environment of Peru, *Environmental Microbiology*, 6, 699-706.
- Gurun S., Kımıran-Erdem A., 2013. Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne Deşarj Alanındaki Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin İncelenmesi, *Ekoloji*, 22 (86), 48-57.
- Gündoğdu V., Kocataş A., 2006. Gediz Nehir Havzası Yönetim Planı Oluşturulmasına Yönelik Bir Yaklaşım, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (3-4), 371-278.
- Güneş ř., 2001. Karadeniz'de Çevresel İç Birliği, 1992 Bükreş Sözleşmesi, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 28 (3-4), 311-337.
- Gürel L., Bahadır T., Güler İ., Akbal F., Büyükgüngör H., 2007. Orta Karadeniz Bölgesi Nehirlerinde Organik ve İnorganik Kirliliğin İncelenmesi, 7. *Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 24-27 Ekim.
- Güven K. C., Nesimigil F., Cumalı S., Yalçın A., Gazioğlu C., Çoban B., 2010. Anionic detergent LAS Pollution and Discharged Amount from Turkish Coasts to the Black Sea During 2004-2007, *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 16 (1), 5-24.
- Hakanson L., Jansson M., 1983. *Principles of Lake Sedimentology*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
- Halkman K. A., 2005. *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları* (Editör, Halkman), Merck, 261-281.
- Haraldson C., Westerlund S., 1988. Trace Elements in the Water Columns of the Black Sea and from Varen Fjord, *Mar. Chm.*, 23, 417-424.
- Hassan A. M., Al-Sofi M. A. K., Al-Amoudi A. S., Jamaluddin A. T. M., Farooque A. M., Rowaili A., Dalvi A. G. I., Kither N. M., Mustafa G. M., Al-Tisan I. A. R., 1998. A New Approach to Membrane and Thermal Seawater Desalination Processes Using Nanofiltration Membranes (Part 1), *Desalination*, 118, 35-51.
- Hilmy A. M., El-Domiaty N. A., Daabees A. Y., Abdel-Latife H. A., 1987. Toxicity in *Tilapia zilli* and *Clarias lazera* (Pisces) Induced by Zinc Seasonaly, *Comp. Biochem. Physiol.*, 86C, 263-265.
- Holmstrom K., Groslund S., Whalstrom A., Pounghompoo S., Bengtsson B. E., Kautsky N., 2003. Antibiotic use in Shrimp Farming and Implications for Environmental Impacts and Human Health, *Int. J. of Food Sci. and Techn.*, 38, 255-266.
- Houlihan D., Boujard T., Jobling M., 2001. *Food Intake in Fish*, Blackwell Science Ltd., London, England, 131-145.
- Hughes K. A., 2004. Reducing Sewage Pollution in the Antarctic Marine Environment Using a Sewage Treatment Plant, *Marine Pollution Bulletin*, 49, 850-853.
- Huss H. H., Jorgensen L. V., Vogel B. F., 2000. Control Options for *Listeria monocytogenes* in Seafood, *International Journal of Food Microbiology*, 62, 267-274.

- Jain C. K., Sharma M. K., 2001. Distribution of Trace Metals in the Hindon River System, India, *Journal of Hydrology*, 253, 81-90.
- Janelidze N., Jaiani E., Lashkhi N., Tskhvediani A., Kokashvili T., Gvarishvili T., Jgenti D., Mikashavidze E., Diasamidze R., Narodny S., Obiso R., Whitehouse C. A., Huq A., Tediashvili M., 2011. Microbial Water Quality of the Georgian Coastal Zone of the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 62, 573-580.
- Jay J. M., 1992. *Modern Food Microbiology*, 4th edition, Chapman and Hall, NewYork.
- Jitar O., Teodosiu C., Nicoara M., Plavan G., 2013. Study of Heavy Metal Pollution and Bioaccumulation in the Black Sea Living Environment, *Environmental Engineering and Management Journal*, 12 (2), 271-276.
- Jordanova A., Strezov A., Ayrarov M., Petkov N., Stoilova T., 1999. Heavy Metal Assessment in Algae, Sediments and Water from the Bulgarian Black Sea Coast, *Water Sci. Tech.*, 39, 207-212.
- Karaaslan S. I., Tuğrul A. B., 2003. Nötron Aktivasyon Analiziyle Deniz Suyunda Tuzluluk Tayini, *VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi*, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 15-17 Ekim.
- Kocataş A., 2002. *Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş*, IV. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Kitaplar Serisi, No 60, Bornova, İzmir.
- Kocataş A., 2012. *Genel Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş*, 10. Baskı, Dora Yayıncılık, 357, Osmangazi, Bursa.
- Koçman A., 2002. Ege Bölgesi Kıyı Alanlarının Kaderi ve Geleceği, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı*, Türkiye Kıyıları 02, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 5-8 Kasım.
- Koçum E., 2005. Çanakkale Boğazında Klorofil a ve Çözülmüş Mineral Besin Elementi Miktarlarının Analizi, *Ekoloji*, 14 (57), 1-6.
- Kovalova N., Medinets V., 2012. Comprehensive Assessment of Long-Term Changes of the Black Sea Surface Waters Quality in the Zmiinyi Island Area, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 485-491.
- Krom M. D., Kress N., Brenner S., Gordon L. I., 1991. Phosphorus Limitation of Primary Productivity in the Eastern Mediterranean Sea, *Limnol. Oceanogr.*, 36, 424-432.
- Kucuksezgin F., Pazı I., 2003. Vertical Structure of the Chemical Properties of Western Black Sea, *Indian Journal of Marine Sciences*, 32 (4), 314-322.
- Kuşatan Z., Cicik B., 2004. *Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)'da Kadmiyumun Solungaç, Karaciğer, Böbrek, Dalak ve Kas Dokularındaki Birikimi, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2 (12), 59-66.
- Kuvaldina N., Lips I., Lips U., Liblik T., 2010. The Influence of a Coastal Upwelling Event on Chlorophyll a and Nutrient Dynamics in the Surface Layer of the Gulf of Finland, Baltic Sea, *Hydrobiologia*, 639, 221-230.
- Küçük S., 2007. Investigation of Water Quality Parameters of the Büyük Menderes River for Fisheries, *Journal of the Faculty of Agriculture*, 4 (1-2), 7-13.
- Landau M., 1992. *Introduction to Aquaculture*, John Wiley, New York, 47-111.

- Lawson E. O., 2011. Physico-chemical Parameters and Heavy Metal Contents of water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria, *Adv. Biol. Res.*, 5 (1), 8-21.
- Lebaron P., Henry A., Lepeuple A. S., Pena G., Servais P., 2005. An Operational Method for the Real-time Monitoring of *E. coli* Numbers in Bathing Waters, *Marine Pollution Bulletin*, 50, 652-659.
- Lewis B. L., Landing W. M., 1991. The Biogeochemistry of Manganese and Iron in the Black Sea, *Deep Sea Research*, 38 (2), 773-803.
- Losordo T. M., Masser M. P., Rakocy J., 1992. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: An Overview of Critical Conservations*, Southern Regional Aquaculture Center, Publication No 451, Stoneville, MS, 6.
- Madden R. H., Gilmour A. A., 1995. Impedance as an Alternative to MPN Enumeration of Coliforms in Pasteurized Milks, *Lett. Appl. Microbio.*, 21, 387-388.
- Maedor J. P., Robisch P. A., Clark R. C., Ernest D. W., 1998. Elements in Fish and Sediment from the Pacific Coast of the, United States: Results from the National Benthic Surveillance Project, *Marine Pollution Bulletin*, 37, 56-66.
- Malone R. F., Drennan D. G., 1993. *Bead Filters, Appeared in Alternative Aquaculture*, NewYork, Vol II, No 3, 23.
- Marchetti R., 1984. *Quadro Analitico Complessivo del Risultati delle Indagini Condotte Negli anni 1977-1980*, II Problema Dell'eutrofizzazione Nelle Acque Costiere Dell'Emilia- Romagna Situazione Ipotesi di Intervento, Bologna, Regione Emilia Romagna, 308.
- Martinez M. L., Intralawan A., Vazquez G., Perez-Maqueo O., Sutton P., Landgrave R., 2007. The Coasts of our World: Ecological, Economic and Social Importance, *Ecological Economics*, 63, 254-272.
- Masser M. P., Rakocy J., Losordo T. M., 1992. *Recirculating Aquaculture Tank Production System, Management of Recirculating Systems*, Southern Regional Aquaculture Center, Publication, No 452, Stoneville, MS, 12.
- Mirinchev G. A., Tzankov T. V., Kostova I. S., Mirincheva M. G., 1999. Impact of Bulgarian Rivers on Heavy Metal Pollution of the Black Sea, *Water Science and Technology*, 39 (8), 9-12.
- Moncheva S., Dontcheva V., Shtereva G., Kamburska L., Malej A., Gorinstein S., 2002. Application of Eutrophication Indices for Assessment of the Bulgarian Black Sea Coastal Ecosystem Ecological Quality, *Water Science and Technology*, 46 (8), 19-28.
- Morley N. H., Burton J. D., Tankere S. P. C., Martin J. M., 1997. Distribution and Behavior of Some Dissolved Trace Metals in the Western Mediterranean Sea, *Deep-Sea Research*, 2 (44), 675-691.
- Mutlu E., Yanik T., Demir T., 2013. Karagöl (Hafik-Sivas)'ün Su Kalitesinin İncelenmesi, *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, 24 (B), 35-45.
- Nisbet M., Verneaux J., 1970. Composantes Chimiques Des Eaux Courantes Discussion ET Proposition de Classes en Tant Que Bases D'interprétation Des Analyses Chimiques, *Annales De Limnologie*, 6 (2), 161-190.

- Okus E., Ozturk I., Sur H. I., Yuksek A., Tas S., Aslan-Yilmaz A., 2008. Critical Evaluation of Wastewater Treatment and Disposal Strategies for Istanbul with Regards to Water Quality Monitoring Study Results, *Desalination*, 226, 231-248.
- Orçun E., Sunlu U., 2007. Sığacık (Seferihisar-İzmir) Bölgesi Ağ Kafeslerde Yapılan Balık Yetiştiriciliğinin Sucul Ortama Olan Etkilerinin Araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2), 01-09.
- Ostroumov S. A., 2003. Studying Effects of Some Surfactants and Detergents on Filter-Feeding Bivalves, Russia, Kluwer Academic Publishers, *Hydrobiologia*, 500, 341-344.
- Othman A. A., Rabeh S. A., Fayez M., Monib M., Hegazi N. A., 2012. El-Salam Canal is a Potential Project Reusing the Nile Delta Drainage Water for Sinai Desert Agriculture: Microbial and Chemical Water Quality, *Journal of Advanced Research*, 3, 99-108.
- Özdilek H. G., 2002. Distribution and Transport of Copper and Lead in the Blackstone River, Massachusetts, Worcester Polytechnic Institute, PhD Thesis, 242, USA.
- Özkan E. Y., Büyükkışık H. B., 2012. Recent Changes in the Physicochemical Parameters of the Black Sea, *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, 36, 153-160.
- Özşeker K., Erüz Ç., 2011. Heavy Metal (Ni, Cu, Pb, Zn) Distribution in Sediments from Coast of Trabzon in the Black Sea, *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 40 (1), 48-54.
- Parsons T. R., Matia Y., Lalli C. M., 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*, Pergamon Press, New York.
- Patin S. A., 1985. *Ecologo-Toxicological Aspects of Pollution of Marine Environment*, Leningrad Gidrometeoizdat.
- Patrick F. M., Loutit M., 1976. Passage of Metals in Euent, Through Bacteria to Higher Organisms, *Water Research*, 10, 333-335.
- Perschbacher P. W., Wurts W. A., 1999. Effects of Calcium and Magnesium Hardness on Acute Copper Toxicity to Juvenile Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*, *Aquaculture*, 172, 275-280.
- Polat S., Olgunoğlu M. P., Aka (Akiz) A., Koray T., 2006. Kuzeydoğu Akdeniz Kıyısall Sularında (İskenderun Körfezi) Dağılım Gösteren Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türleri, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 169-172.
- Rainbow P. S., 1995. Biomonitoring of Heavy Metal Availability in the Marine Environment, *Marine Pollution Bulletin*, 31, 183-192.
- Rainbow P. S., Phillips D. J. H., 1993. Cosmopolitan Biomonitoring of Trace Metals, *Marine Pollution Bulletin*, 26 (11), 593-601.
- Riley J. P., Chester R., 1971. *Introduction to Marine Chemistry*, Academic Press, London.
- Robertson D. M., Schladow S. G., Holdren G. C., 2008. Long-Term Changes in the Phosphorus Loading to and Trophic State of the Salton Sea, California, *Hydrobiologia*, 604, 21-36.

- Rocourt J., Jacquet C., Reilly A., 2000. Epidemiology of Human Listeriosis and Seafoods, *International Journal of Food Microbiology*, 62, 197-209.
- Rubio B., Nombela M. A., Vilas F., 2000. Geochemistry of Major and Trace Elements in Sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): An Assessment of Metal Pollution, *Marine Pollution Bulletin*, 40 (11), 968-980.
- Sabina Z., Irina E., 2009. Quality Parameters of Black Sea Water in Constanta City, 2009 Year, *Constanta Maritime University Annals*, 10 (12), 261-264.
- Santschi P. H., Nixon S., Pilson M., Hunt M., 1984. Accumulation of Sediments, Trace Metals (Pb, Cu) and Total Hydrocarbons in Narragansett Bay, Rhode Island., *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 19, 427-449.
- Sehgal R., Saxena A. B., 1986. Toxicity of Zinc to a Viviparous Fish *Lebistes reticulatus* (Peters), *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 36, 888-894.
- Shehata S. A., Lasheen M. R., Gamila H. A., Kobbia I. A., 1999. Toxic Effect of Certain Metals Mixture on Some Physicological and Morphological Characteristics of Freshwater Algae, *Water, Air and Soil Pollution*, 110, 119-135.
- Simeonova A. K., Chuturkova R. Z., Bojilova V. B., 2010. Bathing Water Quality Monitoring of Varna Black Sea Coastal Zone, Bulgaria, *Water Resources*, 37 (4), 520-527.
- Sivri N., Karaçam H., Feyzioglu M., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Sürmene Koyu) Nitrifikasyon Bakterilerinin Aktivitesi, *Tr. J. of Biology.*, 22, 299-306.
- SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayı 25687.
- SKKY, 2009. Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, Resmi Gazete Sayı 27372.
- Slaveykova V. I., Karadjova I. B., Karadjov M., Tsalev D. L., 2009. Trace Metal Speciation and Bioavailability in Surface Waters of the Black Sea Coastal Area Evaluated by HF-PLM and DGT, *Environ. Sci. Technol.*, 43, 1798-1803.
- Solic M., Krstulovic N., Kuspilic G., Gladan Z. N., Bojanic N., Sestanovic S., Santic D., Ordulj M., 2010. Changes in Microbial Food Web Structure in Response to Changed Environmental Trophic Status: A case study of the Vranjic Basin (Adriatic Sea), *Marine Environmental Research*, 70, 239-249.
- Sönmez A. Y., Hisar O., Karataş M., Arslan G., Aras M. S., 2008. *Sular Bilgisi*, Nobel Yayınları, No 1258.
- Stickney R. R., 1991. *Culture of Salmonid Fishes*, Crc Press, Inc., Florida, 50-51.
- Straus D. L., Hossain M. M., Clark T. G., 2009. Copper Sulfate Toxicity to Two Isolates of *Ichthyophthirius multifiliis* Relative to Alkalinity, *Dis. Aquat. Org.*, 83, 31-36.
- Strickland J. D. H., Parsons T. R., 1972. *A Practical Handbook of Sea Water Analysis*, Fisheries Research Board of Canada, Bull., 167, Ottawa, 310.
- Sunlu U., Aydın A., Egrihancı-Özçetin N. E., 2005. The Investigation of Carbon and Burnable Substances Levels which are Found in the Northern Aegean Sea Sediments, *E. U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 263-268.
- Sunlu U., Egemen Ö., Kaymakçı A., Tüzen A., 1999. Study on the Impact of Aquaculture by Net Cages on Sediment of Urla Port (in Turkish), *X. National Fisheries Symposium*, Adana, 22-24 Eylül.

- Suratman S., Jickells T., Weston K., Fernand L., 2008. Seasonal Variability of Inorganic and Organic Nitrogen in the North Sea, *Hydrobiologia*, 610, 83-98.
- Suratman S., Weston K., Jickells T., Fernand L., 2009. Spatial and Seasonal Changes of Dissolved and Particulate organic C in the North Sea, *Hydrobiologia*, 628, 13-25.
- Süren E., 2004. Çanakkale Boğazında Toksik Etki Gösteren Bazı Ağır Metallerin ICP-AES ve Elektroanalitik Yöntemlerle Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 150723.
- Şeker E., Özmen H., Aksoy S., 1998. Elazığ Hazar Gölü'nden Yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (2), 13-20.
- Tan L., He M., Men B., Lin C., 2009. Distribution and Sources of Organochlorine Pesticides in Water and Sediments from Daliao River Estuary of Liaodong Bay, Bohai Sea (China), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84, 119-127.
- Tankere S. P. C., Muller F. L. L., Burton J. D., Statham P. J., Guieu C., Martin J. M., 2001. Trace Metal Distributions in Shelf Waters of the Northwestern Black Sea, *Continental Shelf Research*, 21, 1501-1532.
- Tanner P. A., Leong L. S., 2000. Metals in a Marine Sediment Core from Near Ma Wan, Hong Kong, *Water, Air and Soil Pollution*, 121, 309-325.
- Tanyolaç J., 1993. *Limnoloji ve Araştırmalar*, 3. Baskı, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayını, İstanbul, 43.
- Taş B., Candan A. Y., Can Ö., Topkara S., 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri, *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4 (3), 254-263.
- Taş E. Ç., Sunlu U., Özaydın O., 2007. Çandarlı Körfezi (Ege Denizi) Sedimentinde Karbon, Yanabilen Madde Miktarı ve Bazı Ağır Metal (Cu, Pb, Zn, Fe) Düzeylerinin Araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24 (3-4), 273-277.
- Tekinay A. A., Güroy D., 2007. İklim Değişikliği Türkiye Balık Üretimini Nasıl Etkileyecek?, *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, TIKDEK, İTÜ, İstanbul, 11-13 Nisan.
- Timur M., 2006. *Balık Fizyolojisi*, Nobel Yayınları, No 957, Ankara.
- Topcuoğlu S., Kırbaçoğlu Ç., Güngör N., 2002. Heavy Metals in Organisms and Sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998, *Environment International*, 27, 521-526.
- Tosyalı C., 2005. *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) Midyesinde Pişirmenin Çeşitli Ağır Metal Düzeylerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 197464.
- Tuğrul S., Doğan-Sağlamtimur N., Ediger D., Yılmaz D., 2005. Levantien Baseni (Doğu Akdeniz) Kıta Sahanlığı Sularında Biyokimyasal Parametrelerin (Besin Elementi, Partikül Madde, ve Chl-a) Değişimi, *Ulusal Su Günleri*, Trabzon, 28-30 Eylül.
- Tuğrul S., Uysal Z., Erdoğan E., Yücel N., 2011. Kilikya Baseni (Kuzeydoğu Akdeniz) Sularında Ötrotfikasyon İndikatörü Parametrelerin (TP, DIN, Chl-a ve TRIX) Değişimi, *Ekoloji*, 20 (80), 33-41.

- Tuncer G., Karakas T., Balkas T. I., Gökçay C. F., Aygün S., Yurteri C., Tuncel G., 1998. Land-Based Sources of Pollution along the Black Sea Coast of Turkey: Concentrations and Annual Loads to the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 36 (6), 409-423.
- Turkdogan-Aydinol F. I., Kanat G., Bayhan H., 2012. Sea Water Quality Assessment of Prince Islands Beaches in Istanbul, *Environ. Monit. Assess.*, 184, 149-160.
- TÜİK, 2012. Türkiye İstatistiği Yıllığı, Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın No 3933, Ankara.
- Türk Çevre Mevzuatı, 1999. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Cilt 2, Yayın No 134.
- Türkmen A., 2003. İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Taş İstiridyesinde (*Spondylus spinosus* (Schreibers, 1793)) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 131558.
- Türkmen A., Aras S., 2011. İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu ve Sedimentte Oluşan Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 1-23.
- Uluturhan E., 2010. Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments from Two Regions (Saros and Gökova Gulfs) of the Eastern Aegean Sea, *Environ. Monit. Assess.*, 165, 675-684.
- URL-1: www.tudav.org, (İklim Değişikliği ve Denizler Raporu, Ziyaret tarihi: 10 Mayıs 2013).
- Ünal S., Mançuhan E., Sayar A. A., 2001. *Çevre Bilgisi ve Eğitimi*, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Ünlü A., Çoban F., Tunç M. S., 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 23 (1), 119-127.
- Ünlü B., 2006. İskenderun Körfezi (Kuzeydoğu Akdeniz) Fitoplankton Biyoması ile Deniz Suyuna ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimlerinin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 183743.
- Ünsal M., Çağatay N., Bekiroğlu Y., Kıratlı N., Alemdağ N., Aktaş M., Sarı E., 1998. Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği, YDEBÇAG-456/G-457/G nolu proje raporu, 41.
- Vollenweider R. A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A., 1998. Characterization of the Trophic Conditions of Marine Coastal Waters, with Special Reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a Trophic Scale, Turbidity and Generalized Water Quality Index, *Environmetrics*, 9, 329-357.
- Vural N., Kumbur H., 1982. Detergents and Fraction of Detergents in Ankara Stream and Quantitative Analysis of Metals (in Turkish), *Doğa Bilim Dergisi*, 6, 61-67.
- Wang W. X., Fisher N. S., Luoma S. N., 1995. Assimilation of Trace Elements Ingested by the Mussel *Mytilus edulis* Effects of Algal Food Abundance, *Marine Ecology Progress Series*, 129 (1-3), 165-176.

- Webber M., Edwards-Myers E., Campbell C., Webber D., 2009. Phytoplankton and Zooplankton as Indicators of Water Quality in Discovery Bay, Jamaica, *Hydrobiologia*, 545, 177-193.
- Wedepohl K. H., 1991. *The Composition of the Upper Earth's Crust and the Natural Cycles of Selected Metals: Metals in Natural Raw Materials; Natural Resources*, In: E. Merian (Ed.), *Metals and Their Compounds in the Environment*, Weinheim (Vch-Verlagsges), 3-18.
- WHO (World Health Organization), 1996. *Guidelines for Drinking-Water Quality*, 2nd Ed., Health criteria and other supporting information, Geneva.
- Wu M. L., Wang Y. S., Sun C. C., Wang H., Dong J. D., Han S. H., 2009. Identification of Anthropogenic Effects and Seasonality on Water Quality in Daya Bay, South China Sea, *Journal of Environmental Management*, 90, 3082-3090.
- Yang J. E., Kim J. J., Skogley E. O., Schaff B. E., 1998. A Simple Spectrophotometric Determination of Nitrate in Water, Resin, and Soil Extracts, *Soil Science Society of American Journal*, 62 (4), 1108-1115.
- Yanık T., Atamanalp A., 2001. *Balık Yetiştiriciliğinde Su Kirliliğine Giriş*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No 226, Erzurum.
- Yaramaz O., Mordoğan H., Önen M., Sunlu U., Alpbaz A., 1991. A Research of Some Heavy Metal (Fe, Mn, Ni) Concentrations and % C in Sediments from İzmir Bay, *National Fisheries Symposium*, İzmir, 12-14 Kasım.
- Yılmaz A., Tuğrul S., Polat Ç., Ediger D., Çoban Y., Morkoç E., 1998. On the Production, Elemental Composition (C, N, P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea, *Hydrobiologia*, 363, 141-156.
- Yılmaz Ö., Sunlu U., Sunlu F. S., 2006. İzmir Körfezi'nde Anyonik Deterjan Düzeylerinin Araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 107-111.
- Yozukmaz A., Sunlu F. S., Sunlu U., Ozsuer M., 2011. The Determination of Organotin Compounds Levels in Sediment Samples from Turkish Aegean Sea Coast, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 649-660.
- YSKYY, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayı 28483.
- Yucel-Gier G., Pazi I., Kucuksezgin F., Kocak F., 2011. The Composite Trophic Status Index (TRIX) as a Potential Tool for the Regulation of Turkish Marine Aquaculture as Applied to the Eastern Aegean Coast (İzmir Bay), *J. Appl. Ichthyol.*, 27, 39-45.
- Yücesoy M., Ergin M., 1992. Heavy Metal Geochemistry of Surface Sediments from the Southern Black Sea Shelf and Upper Slope, *Chem. Geol.*, 99, 265-287.
- Yüksel E., Eroglu V., Sarıkaya H. Z., Koyuncu I., 2004. Current and Future Strategies for Water and Wastewater Management of Istanbul City, *Environmental Management*, 33 (2), 186-195.
- Zeri C., Voutsinou-Taliadouri F., Romanov A. S., Ovsjany E. I., Moriki A., 2000. A Comparative Approach of Dissolved Trace Element Exchange in Two Interconnected Basins: Black Sea and Aegean Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 40 (8), 666-673.

Zhang W., Wang J., Fan J., Gao D., Ju H., 2013. Effects of Rainfall on Microbial Water Quality on Qingdao No 1 Bathing Beach, China, *Marine Pollution Bulletin*, 66, 185-190.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Tamer AKKAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Trabzon, 15.11.1986
E-Posta : biyoloji@yahoo.com
Lisans : Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü (2007)
Yüksek Lisans : Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı (2009)