

57714

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TRABZON SAHİLLERİNDE ÇEŞİTLİ KİRLETİCİLERİN ZAMANSAL
VE ALANSAL DAĞILIMI

Balıkçılık Tek. Yük. Müh. Muhammet BORAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11.09.1995

Tezin Savunma Tarihi : 30.10.1995

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Prof. Dr. M. Salih ÇELİKKALE

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Muammer ERDEM

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Eylül 1995

TRABZON

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı doktora programında yapılmıştır.

"Trabzon Sahillerinde Çeşitli Kirleticilerin Zamansal ve Alansal Dağılımı" adlı bu araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi olanakları kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonunda Trabzon sahillerinde kirlilik dağılımı belirlenmiştir.

Lisansüstü çalışmalarında geçirdiğim öğrenciliğim süresince bilgi ve deneyimleriyle devamlı yön veren, yüksek lisans ve doktora danışmanlığımı yürüten, Sayın Hocam Doç.Dr. Hikmet KARAÇAM'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Deniz çalışmalarında özellikle araç temini konusunda yardımlarını gördüğüm Sayın Hocam Prof.Dr. M. Salih ÇELİKKALE'ye teşekkür ederim.

Çalışmanın başladığı dönemde hayatta olan ve daha sonra aramızdan ayrılan Trabzon Tarım İl Müdürlüğü, Koruma Kontrol Şube Müdürü Sayın Müin ERGÜN'e Allah'tan rahmet dilerim.

Ağır metal analizlerinde her türlü yardımı esirgemeyen Çay Araştırmaları Enstitüsü personeline teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Yrd.Doç.Dr. İbrahim OKUMUŞ'a, Yrd.Doç.Dr. Kadir SEYHAN'a ve deniz çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz Arş.Gör. A. Muzaffer FEYZİOĞLU'na ve yardımlarından dolayı Arş.Gör. Nüket SİVRİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Eylül 1995

Muhammet BORAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
TABLO LİSTESİ	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Karadeniz'in Oşinografik Özellikleri	2
1.3. Araştırılan Kirleticilerin Özellikleri	4
1.3.1. Deterjanlar	4
1.3.1.1. Deterjanların Deniz Ekosistemine Etkileri	5
1.3.2. Fenol	6
1.3.3. Fosfat	7
1.3.4. Bakır	8
1.3.5. Demir	8
1.3.6. Çinko	9
1.3.7. Kadmiyum	9
1.3.8. Kurşun	10
1.4. Kirleticilerin Deniz Ortamında Dağılımı	10
1.5. Karadeniz İle İlgili Yapılan Çalışmalar	11
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	13
2.1. Araştırma Planı	13
2.2. İstasyonların Belirlenmesi	13
2.3. Ölçüm Yöntemleri	14
2.3.1. Fosfat Tayini	14
2.3.2. Deterjan Tayini	14
2.3.3. Fenol Tayini	14
2.3.4. Demir Tayini	14
2.3.5. Bakır Tayini	16
2.3.6. Kurşun Tayini	16
2.3.7. Akarsularda Kirletici Taşınımının Belirlenmesi	16

2.3.8. Balık Örneklerinin Hazırlanışı ve Analizi	16
2.3.9. Verilerin Değerlendirilmesi	17
3. BULGULAR	18
3.1. Hidrografik Özellikler	18
3.2. Fosfat Dağılımı	23
3.3. Deterjan Dağılımı	26
3.4. Fenol Dağılımı	29
3.5. Demir Dağılımı	31
3.6. Bakır Dağılımı	34
3.7. Kurşun Dağılımı	37
3.8. Değirmendere'de Kirletici Yükleri	39
3.9. Karadere'de Kirletici Yükleri	40
3.10. Mezgıt Örneklerinde Metal Konsantrasyonları	40
4. İRDELEME	45
5. SONUÇLAR	60
6. ÖNERİLER	65
7. KAYNAKLAR	68
8. EKLER	77
9. ÖZGEÇMİŞ	88

ÖZET

Bu çalışmada; Trabzon sahillerinde belirlenen 12 istasyon ve bu istasyonlara ait 3 derinlikten alınan su örneklerinde sıcaklık, oksijen, tuzluluk, iletkenlik değerleri ile fosfat, anyonik deterjan, fenol, demir, bakır, kurşun ve aynı bölgeden alınan mezigit balıklarında ise, bakır, demir, kurşun, kadmiyum, çinko konsantrasyonları ölçülmüştür. Ayrıca Değirmendere ve Karadere'nin taşıdığı kirletici yükleri belirlenmiştir.

Karadeniz'de sıcaklık, oksijen, tuzluluk ve iletkenlik değerlerinin mevsimsel ve derinliğe göre değiştiği saptanmıştır.

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde deniz suyunda fosfat, anyonik deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun değerlerinin sırasıyla 0.01-0.77 mg/l, 0.001-0.153 mg/l, 0.001-0.018 mg/l, 0.001- 0.070 mg/l, 0.1-7.6 µg/l ve 1.0-8.0 µg/l arasında değiştiği tesbit edilmiştir. Deniz suyunda dağılımı incelenen bu maddelerin zamansal ve alansal dağılımlarında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ayrıca fosfat, anyonik deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşunun deniz suyundaki konsantrasyonlarında karasal girdilerin önemli rolü olduğu belirlenmiştir. Mezigit balıklarında yapılan metal analizlerinde, araştırma süresince bakır, demir, kurşun, kadmiyum, çinko değerlerinin sırasıyla 0.021-0.938 µg/l, 0.381-3.010 µg/l, 0.014-0.291 µg/l, 0.010-0.117 µg/l ve 0.326-5.756 µg/l yaş ağırlık arasında değiştiği saptanmıştır. Kurşun ve kadmiyum değerlerindeki zamansal ve alansal değişim önemli bulunmazken, bakır ve demir değerlerinin alansal değişimi, çinko değerlerinin ise zamansal ve alansal değişimi önemli bulunmuştur.

Değirmendere ve Karadere'nin önemli miktarda kirleticiyi denize taşıdığı ve özellikle Değirmendere'nin evsel atıklardan yoğun şekilde etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz, Deniz kirliliği, Kirletici dağılımı, Mezigit balığı, Ağır metaller.

SUMMARY

TEMPORAL AND SPATIAL DISTRIBUTION OF SOME POLLUTANTS ON THE COAST OF TRABZON

Temperature, dissolved oxygen, salinity, conductivity and phosphate, anionic surfactant, phenol, iron, copper and lead concentrations were determined at 12 stations and 3 depths along Trabzon coastline. In addition, concentrations of copper, iron, lead, cadmium and zinc in flesh of blue whiting captured from same area and pollution loads of Değirmendere and Karadere, which are the main freshwater inputs in the study area, were also monitored during the same period.

Temperature, dissolved oxygen, salinity and conductivity values in the area varied according to season and depth.

Phosphate, anionic surfactant, phenol, iron, copper and lead concentrations changed between 0.01-0.77 mg/l, 0.001-0.153 mg/l, 0.001-0.018 mg/l, 0.001-0.070 mg/l, 0.1-7.6 µg/l and 1.0-8.0 µg/l, respectively. Temporal and spatial distributions of these compounds showed significant variations. In addition, phosphate, anionic surfactant, phenol, iron, copper and lead originating from land resources had important effect on concentrations in seawater. Concentrations of copper, iron, lead, cadmium and zinc in blue whiting varied between 0.021-0.938 µg/l, 0.381-3.010 µg/l, 0.014-0.291 µg/l, 0.010-0.117 µg/l and 0.326-5.756 µg/l wet weight, respectively. Although, spatial and temporal variations of lead and cadmium were not significant, spatial variations of copper and iron, and both temporal and spatial differences of zinc values were significant.

It has been observed that Değirmendere and Karadere carry significant amount of pollutants into area and the load of former affected by domestic waste from settlements in the area.

Keywords: Black Sea, Marine pollution, Pollutant distribution, Blue Whiting, Heavy metals

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Çalışma alanı	15
Şekil 2. Sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi	19
Şekil 3. Oksijen değerlerinin aylara göre değişimi	19
Şekil 4. Tuzluluk değerlerinin aylara göre değişimi	20
Şekil 5. Tuzluluk değerlerinin istasyonlara göre değişimi	20
Şekil 6. İletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi	22
Şekil 7. İletkenlik değerlerinin istasyonlara göre değişimi	22
Şekil 8. Fosfatın aylara göre değişimi	24
Şekil 9. Fosfatın istasyonlara göre değişimi	25
Şekil 10. Anyonik deterjanın aylara göre değişimi	27
Şekil 11. Anyonik deterjanın istasyonlara göre değişimi	27
Şekil 12. Fenolün aylara göre değişimi	29
Şekil 13. Fenolün istasyonlara göre değişimi	31
Şekil 14. Demirin aylara göre değişimi	32
Şekil 15. Demirin istasyonlara göre değişimi	33
Şekil 16. Bakırın aylara göre değişimi	35
Şekil 17. Bakırın istasyonlara göre değişimi	35
Şekil 18. Kurşunun aylara göre değişimi	37
Şekil 19. Kurşunun istasyonlara göre değişimi	38
Ek Şekil 1. Sıcaklığın yüzeyde dağılımı	78
Ek Şekil 2. Sıcaklığın 10 m derinlikte dağılımı	78
Ek Şekil 3. Sıcaklığın 25 m derinlikte dağılımı	78
Ek Şekil 4. Oksijenin yüzeyde dağılımı	79
Ek Şekil 5. Oksijenin 10 m derinlikte dağılımı	79
Ek Şekil 6. Oksijenin 25 m derinlikte dağılımı	79
Ek Şekil 7. Tuzluluğun yüzeyde dağılımı	80
Ek Şekil 8. Tuzluluğun 10 m derinlikte dağılımı	80
Ek Şekil 9. Tuzluluğun 25 m derinlikte dağılımı	80

Ek Şekil 10. İletkenliğin yüzeyde dağılımı	81
Ek Şekil 11. İletkenliğin 10 m derinlikte dağılımı	81
Ek Şekil 12. İletkenliğin 25 m derinlikte dağılımı	81
Ek Şekil 13. Fosfatın yüzeyde dağılımı	82
Ek Şekil 14. Fosfatın 10 m derinlikte dağılımı	82
Ek Şekil 15. Fosfatın 25 m derinlikte dağılımı	82
Ek Şekil 16. Anyonik deterjanın yüzeyde dağılımı	83
Ek Şekil 17. Anyonik deterjanın 10 m derinlikte dağılımı	83
Ek Şekil 18. Anyonik deterjanın 25 m derinlikte dağılımı	83
Ek Şekil 19. Fenolün yüzeyde dağılımı	84
Ek Şekil 20. Fenolün 10 m derinlikte dağılımı	84
Ek Şekil 21. Fenolün 25 m derinlikte dağılımı	84
Ek Şekil 22. Demirin yüzeyde dağılımı	85
Ek Şekil 23. Demirin 10 m derinlikte dağılımı	85
Ek Şekil 24. Demirin 25 m derinlikte dağılımı	85
Ek Şekil 25. Bakırın yüzeyde dağılımı	86
Ek Şekil 26. Bakırın 10 m derinlikte dağılımı	86
Ek Şekil 27. Bakırın 25 m derinlikte dağılımı	86
Ek Şekil 28. Kurşunun yüzeyde dağılımı	87
Ek Şekil 29. Kurşunun 10 m derinlikte dağılımı	87
Ek Şekil 30. Kurşunun 25 m derinlikte dağılımı	87

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Deniz suyunda bazı iz elementlerin dağılımı	4
Tablo 2. Çalışma istasyonlarına ait koordinatlar	13
Tablo 3. Çalışma sahasında ölçülen sıcaklık, oksijen, tuzluluk ve iletkenlik parametrelerinin aylık ortalama değerleri	18
Tablo 4. Tuzluluk değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	21
Tablo 5. İletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	23
Tablo 6. Aylara ve derinliğe göre ortalama fosfat değerleri	24
Tablo 7. Fosfat değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	25
Tablo 8. Fosfatın istasyonlara göre karşılaştırılması	26
Tablo 9. Aylara ve derinliğe göre ortalama anyonik deterjan değerleri	26
Tablo 10. Anyonik deterjan değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	28
Tablo 11. Anyonik deterjan değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması	28
Tablo 12. Aylara ve derinliğe göre ortalama fenol değerleri	29
Tablo 13. Fenol değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	30
Tablo 14. Fenol değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması	31
Tablo 15. Aylara ve derinliğe göre ortalama demir değerleri	32
Tablo 16. Demir değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	33
Tablo 17. Demir değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması	34
Tablo 18. Aylara ve derinliğe göre ortalama bakır değerleri	34
Tablo 19. Bakır değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	36
Tablo 20. Bakır değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması	36
Tablo 21. Aylara ve derinliğe göre ortalama kurşun değerleri	37
Tablo 22. Kurşun değerlerinin aylara göre karşılaştırılması	38
Tablo 23. Kurşun değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması	39
Tablo 24. Değirmendere'de mevsimsel olarak ölçülen fosfat, deterjan, fenol, bakır ve kurşun değerleri	39
Tablo 25. Değirmendere'de yıllık kirletici yükleri	40
Tablo 26. Karadere'de mevsimsel olarak ölçülen fosfat, deterjan, fenol, bakır ve kurşun değerleri	40

Tablo 27. Karadere'de yıllık kirletici yükleri	40
Tablo 28. Mezigit balıklarında bakır konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi	41
Tablo 29. Mezigit balıklarında demir konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi	42
Tablo 30. Mezigit balıklarında kurşun konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi	42
Tablo 31. Mezigit balıklarında kadmiyum konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi	43
Tablo 32. Mezigit balıklarında çinko konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi	43
Ek Tablo 1. 1993 yılına ait meteorolojik veriler	77
Ek Tablo 2. 1994 yılına ait meteorolojik veriler	77
Ek Tablo 3. Çalışma alanına dökülen bazı akarsular ve debileri	77

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünya nüfusunun sürekli olarak artışı ve hızlı gelişen sanayileşme çevre kirlenmesini de beraberinde getirmektedir. Genellikle insanların çeşitli faaliyetleri sonucu oluşan kirleticiler, doğanın temel öğeleri olan havaya, toprağa ve suya verilmektedir. Bunun sonucu olarak insanların bu öğelerden faydalanmaları gün geçtikçe sınırlanmakta, hatta bazen imkansız hale gelmektedir. Çevre kirlenmesinden en fazla etkilenen su kaynaklarıdır. Bunun nedeni kirleticilerin sulara direkt bırakılması yanında, hava ve toprağa geçen kirleticilerin de zamanla su kaynaklarına ulaşması ve burada birikmesidir.

Yeryüzünün 361 milyon km² si denizlerle kaplıdır. Bu büyük su kütesinin kendini kolayca temizleyeceği düşünülerek, hemen bütün ülkelerde sanayi atıkları, evsel atıklar ve diğer kirletici maddeler denizlere bırakılmaktadır. Bu atıkların zamanla artması denizel ortamı olumsuz yönde etkilemekte ve bazı kirleticilerin biyolojik olarak birikmesi deniz canlılarına zarar vermektedir [1].

Ülkemizde ekonomik olarak en fazla faydalanılan Karadeniz, insanların faaliyetlerinden yoğun şekilde etkilenmektedir. Maksimum derinliği 2112 m olan Karadeniz, derinliği yalnızca 50-60 m olan İstanbul Boğazı ile diğer denizlerle bağlantı oluşturmuştur. Su kütesinin % 87'si oksijensiz olan Karadeniz'de 150-200 m derinliklerin altında anoksik bir tabaka meydana gelmiştir [2].

Karadeniz havzası ve Karadeniz'i dolaylı olarak etkileyen bölgede 160 milyon insan yaşamaktadır. Bu yoğun nüfusun tüm evsel, tarımsal ve sanayi atıkları herhangi bir işleme tabi tutulmadan direkt veya dolaylı olarak Karadeniz'e dökülmektedir [3].

Karadeniz'e yılda yaklaşık 400 km³ su boşaltan akarsular 2.22 milyon km² lik bir alanı drene etmektedirler. Dokuz ülkeye ait olan bu alanların bazı kesimlerinde yoğun endüstriyel ve tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Yılda yaklaşık 200 km³ suyu Karadeniz'e boşaltan Tuna Nehri, 60 bin ton fosfatı ve 340 bin ton inorganik azotu da beraberinde taşımaktadır. Bunun fosfatlı deterjanlardan ve tarımda yoğun olarak kullanılan gübrelerden ileri geldiği bildirilmektedir. Nutrient konsantrasyonunun aşırı şekilde artışı deniz ortamında fitoplanktonların yoğun olarak çoğalmasına yani ötrofikasyona neden olmaktadır. Deniz ekosisteminde birçok olumsuz etkiye sahip olan ötrofikasyona özellikle Kuzeybatı Karadeniz'de çok sık rastlanmaktadır [3, 4].

Ayrıca krom, bakır, civa, kurşun, çinko, kadmiyum ve petrol türevi gibi çok sayıda kirletici madde akarsulardan veya kıyıdaki endüstri kuruluşlarının atıklarıyla Karadeniz'e boşaltılmaktadır. Bunun yanında atmosfere geçen kirleticiler de dolaylı yollarla denize ulaşmaktadır [5].

Yağışlı olan bu bölgede polikültür tarım yapılmaktadır. Bu nedenle bölgede yoğun gübrelemenin yanında, tarımsal mücadele amacıyla yaygın olarak pestisidler kullanılmaktadır. Çeşitli olumsuz etkilere sahip bu ilaçlar, yağmur suları ile yıkanarak önce akarsulara ve oradanda denize ulaşmaktadır [5].

Karadeniz'de her yıl yoğunluğu artan bir deniz trafiği vardır. Buna karşın hiçbir limanda gemilerin atıklarını boşaltabileceği sistemler yoktur. Deniz trafiğinin bütün atıkları Karadeniz'e boşaltılmaktadır. Ayrıca Kuzey Karadeniz kıyılarında bulunan askeri üstlerden de denize boşaltılan atıklar bol miktarda hidrokarbon içermektedir. Bulgaristan ve Romanya'nın açık denizde petrol çıkarma faaliyetleri de Karadeniz'in kirlenmesine neden olmaktadır [6].

Karadeniz'in su, sediment ve organizma üçlüsünde kirlilik düzeylerini saptamaya yönelik çalışmalar son derece az ve yetersizdir. Özellikle ağır metaller denizel ortamda ve canlılarda birikerek insan sağlığını tehdit eder duruma gelmektedir. Karadeniz'deki kaynakların bilinçli bir şekilde kullanılabilmesi, mühendislik ve teknik hizmetlerin kapsamlı ve ekonomik bir şekilde sunulması için, deniz ekosisteminde kirlilik düzeyinin ve dağılımının izlenmesi, gerekli tedbirlerin yerinde ve zamanında alınmasını sağlayan verilerin elde edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Çamburnu - Akçaabat kıyı bölgesinde belirlenen istasyonlarda bazı kirleticilerin yatay ve düşey dağılımları izlenerek, bu yöredeki kirlilik düzeyinin saptanması amaçlanmıştır. Ayrıca sözkonusu bölgeden avlanan mezgit balıklarında ağır metallerin mevsimsel ve bölgesel dağılımı incelenmiştir.

1.2. Karadeniz'in Oşinografik Özellikleri

Karadeniz, 40° 55'- 46° 32' kuzey enlemleri ile 27° 27'- 41°42' doğu boylamları arasındadır. Güneydoğuda Doğu Karadeniz, kuzeydoğuda ise Kafkas Dağları'yla çevrilmiştir. Kırım dışında kalan kuzeybatı kıyıları oldukça alçaktır. Güneybatıda İstanbul, Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizi ve Akdeniz'e, kuzeyde ise Kerç boğazı yoluyla Azak Denizi'ne bağlanmıştır. Karadeniz'in en derin yeri 2212 m olup ortalama derinliği 1300 m dir. 420 000 km² yüzey alanına sahip Karadeniz'in % 30'dan fazlası 2000 m nin üzerinde derinliğe sahiptir. Karadeniz'in toplam hacmi 537 000 km³ olup bunun % 87'sini anoksik su kütleleri oluşturmaktadır. Karadeniz'in taban topoğrafyası kıyıya paralel, yaklaşık 20 km eninde bir kuşak boyunca, oldukça değişimler göstermektedir. Dinyeper, Dinyester ve Tuna gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü

Kuzeybatı Karadeniz bölgesinde geniş bir kıta sahanlığı vardır. Bu bölgenin dışında, kıta sahanlığı yok denecek kadar az olup, sadece batıda ve kuzeyde kuzeybatı kıta sahanlığının uzantısı olan dar bir şerit bulunmaktadır. Ayrıca, Karadeniz'in güney kıyısı boyunca Sakarya, Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirleri ağızlarında daha küçük ölçekli yöresel kıta sahanlıkları bulunmaktadır. Bunun dışında topoğrafya genellikle çok keskin bir taban eğimiyle derinleşmektedir [2, 3].

Karadeniz yazları sıcak, kışları soğuk geçen kıtasal iklim bölgesinde bulunduğundan, mevsimlere bağlı hava şartları değişikliklerinin deniz suyu üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Ancak Karadeniz'in hidrografik özellikleri mevsimlere bağlı sıcaklık değişikliklerinin 90 m derinlikten daha aşağı ulaşmasını engeller. Karadeniz'deki durgun su kütleleri, daha yoğun olan dip sularını az yoğun olan yüzey sularından ayıran sürekli haloklinden ileri gelmektedir. Dikey karışım ve mevsimsel değişimler haloklin tabakasının üst kısmıyla sınırlanmıştır. Daha tuzlu ve oksijen bakımından fakir Akdeniz kaynaklı dip sularını, oksijence zengin ve daha az tuzlu yüzey sularından ayıran, bir ara tabakanın varlığı nedeniyle, tabakalar arasında oldukça zayıf oranlarda dikey karışım olayları meydana gelmekte ve bu nedenle derin sular yeteri kadar oksijence beslenememektedir. Bunun sonucu olarak 100-150 m derinliklerdeki az miktarda oksijen ve hidrojen sülfürün beraberce bulunduğu bir geçiş tabakasının altında tümüyle oksijensiz koşullar etkin olmaktadır [2, 7].

Karadeniz'de tatlı su girdisi ile tuz oranı arasında bir denge bulunmaktadır. Karadeniz'e akarsulardan yılda 400 km³ su boşalmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı Tuna ve Dinyeper nehirlerinden sağlanmaktadır. Ayrıca Kerç Boğazı yoluyla yılda 55 km³ acısu Azak Denizi'nden Karadeniz'e geçmektedir. Tuzluluğu ortalama ‰ 18 olan yılda yaklaşık 340 km³ su, yüzey akıntılarıyla Karadeniz'den Marmara Denizi'ne taşınmaktadır. İstanbul Boğazı'ndan gelen dip akıntıları, yılda yaklaşık 180 km³ tuzlu suyun (‰ 34.3) Marmara Denizi'nden Karadeniz'e geçmesini sağlamaktadır. İstanbul Boğazı'ndan yapılan bu değişim, Karadeniz'in hidrolojik ve kimyasal rejiminde önemli etkiye sahiptir. Su kütlelerinin tuzluluğunda sıcaklığa göre çok daha az değişimler meydana gelmektedir. En önemli değişimler kıyasal kesimlerde ve Kuzeybatı Karadeniz'deki kıta sahanlığı bölgelerinde görülmektedir. Karadeniz'in ortalama tuzluluğu ‰ 22'dir [6, 7].

Karadeniz'deki tuzun iyonik yapısı okyanuslardaki ile aynıdır. Tek önemli fark karbonat iyonunun Karadeniz'de bol miktarda bulunmasıdır. Karbonat iyonu özellikle dip sularında alkalitenin okyanuslara göre daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Karadeniz'de yüzey sularında karbonat miktarının fazla oluşu, bu maddeyi ihtiva eden çok miktarda nehir suyunun Karadeniz'e girişinden kaynaklanmaktadır. Dip sularında

karbonat miktarı yüzeye göre daha fazladır. Bunun nedeni, organik maddenin anoksik ortamda parçalanması sonucu fazla miktarda karbondioksitin ortaya çıkmasıdır [8].

Karadeniz'deki esas elementlerin miktarları tuzlulukta olduğu gibi dibe doğru giderek artmaktadır. Bunun nedeni dikey tabakalaşmadır. Bu tabakalaşma, iz elementlerin dağılımını da önemli derecede etkilemektedir. Çözünmüş demir anoksik bölgede yoğun olarak bulunurken, çözünmüş bakır ve çinko aerobik bölgede yoğun durumdadır. Bunun nedeni bu iki elementin hızlı bir şekilde sülfid formuna geçmesidir. Demir ve mangan anoksik bölgede sülfid ve karbonat formunda akümüle olmuştur [9].

Karadeniz'e nehirler vasıtasıyla oldukça fazla nütrient girişi olmaktadır. Fosfat fosforu ve organik fosfor, Atlantik Okyanusu'nun aynı derinlikteki sularına kıyasla Karadeniz'de üç kat daha yoğundur. Bu durum söz konusu elementlerin Karadeniz'de daha uzun süreyle kalmasından kaynaklanmaktadır. Silis ve nitrit miktarlarının yüksek olmasına karşın nitrat düzeyi oldukça düşüktür [10].

Tablo 1. Deniz suyunda bazı iz elementlerin dağılımı $\mu\text{g/l}$ [10].

Element	Oksijenli Bölge	Oksijensiz Bölge
Kobalt	0.2-0.5	0.5-3.0
Bakır	1-7	0.3-1.8
Civa	0.3	0.3-0.8
Demir	1-10	5-45
Mangan	< 4	250-450
Molibden	3.3-3.4	1.3-1.8
Nikel	1-2	1.8-3.0

1.3. Araştırılan Kirleticilerin Özellikleri

1.3.1. Deterjanlar

Deterjanlar; genel temizlik amacıyla kullanılan yapısında temizleme işlevini gören bir yüzey aktif madde ve buna ilaveten temizleme işlemi kolaylaştıran, yardımcı kimyasal maddeler bulunduran, toz granül, sıvı ve yumuşak kıvamlı karışımlardır [11].

Deterjanlara temizleyici özellik veren yapılarındaki yüzey aktif maddelerdir. Bunlara ilave olarak birçok madde deterjanların yapısında bulunmaktadır. Deterjanların yapısında bulunan ve biyolojik bozulmaya uğramayan maddelerin oranı, onların çevre kirlenmesine olan etkilerinin bir göstergesi sayılabilir. Deterjanların beklenen görevini, çevreye ve sağlığa az zarar verecek şekilde yerine getirebilmesi için, ihtiva ettiği yüzey aktif maddenin biyolojik bozunabilirliği yüksek oranda ve hızlı, düşük sıcaklıkta temizleme veriminin yüksek, suyun sertliğine karşın duyarsız, toksik etkilerinin az olması gerekir [11].

Deterjan üretiminin ana hammadresi olan alkil benzenlerden, dodesil benzen (DDB) 1960'lı yıllara kadar bütün dünyada kullanılan tek yüzey aktif madde olmuştur. DDB'nin

biyolojik olarak güç parçalanması nedeniyle, yeni deterjan aktif maddesi arayışları başlamış ve biyolojik olarak daha kolay ve kısa sürede parçalanabilen lineer alkil benzen (LAB) geliştirilerek DDB'nin yerine kullanılmıştır. Türkiye'de üretilen deterjanların aktif maddesi, 1987 yılına kadar DDB'den oluşmaktaydı. Ancak 1987 yılından itibaren getirilen birtakım hükümlerle biyolojik parçalanma oranı yüksek olan LAB kullanılmaya başlanmıştır [12].

Deterjanların ana maddesini oluşturan yüzey aktif maddeler polar olmayan hidrofobik bir hidrokarbon zinciri ile polar hidrofolik bir kısımdan oluşur. Bu iki kısım arasındaki denge deterjan özelliği üzerinde büyük rol oynar. Deterjanlar genel olarak iyonlaşma özelliklerine göre, iyonik ve iyonik olmayan deterjanlar olmak üzere iki grup altında toplanırlar. İyonik deterjanlarda; anyonik, katyonik ve amfoterik deterjanlar olarak sınıflandırılır [13].

1.3.1.1. Deterjanların Deniz Ekosistemine Etkileri

Deterjanların deniz ortamında biyolojik parçalanması günümüze kadar pek fazla önemsenmemiştir. Bunun önemli nedenlerinden biri deniz ortamının büyük bir seyreltme gücüne sahip olduğu inancının yaygın olmasıdır. Deterjan içeren atıkların iç sulara etkileri daha fazladır. Bununla birlikte nehirler ve kirletilmiş suların boşaldığı kıyı bölgelerinde deterjan konsantrasyonunun ekosistemi olumsuz yönde etkileyecek oranda yüksek olduğu görülmüştür [14].

Deterjanların parçalanması genellikle mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Biyolojik bozunmada esas işlem oksidasyondur. Biyolojik oksidasyon sonucu bozunma ürünleri olarak farklı miktarlarda hidroksil gruplar ihtiva eden mono ve dikarboksilli asitler meydana gelir. Oksidasyonun ilerlemesiyle aromatik halka açılır. Anyonik deterjanların biyolojik parçalanmasında, parçalanabilirliği hidrofobik grubun yapısı tayin eder. Bu işlemin hidrofobik gruptaki karbon zincirinin kısalması ve dallanması ile azaldığı, karbon zincirinin uzaması ve lineerliği ile arttığı gözlenmiştir [15].

Deterjanlar sulardaki biyolojik aktiviteyi önemli derecede etkilemektedir. Genellikle deniz suyunda deterjan miktarının 0.1 mg/l'den fazla olması durumunda organizmalara toksik etki yapacağı bildirilmektedir. Deniz suyundaki deterjan miktarı lethal dozun altında bulunsa dahi, birçok türün gelişim safhalarında etkili olabilmektedir. Deterjanlar özellikle larva ve yumurtaların gelişimini önemli derecede olumsuz etkilemektedir [16].

Deterjan aktif maddeleri suyun yüzey gerilimini azaltırlar. Bock [17] çeşitli deterjan tipleriyle yaptığı çalışmalarda, yüzey geriliminin 50 dyn/cm olması durumunda deterjanların öldürücü etkiye sahip olduğunu gözlemiştir. Suyun yüzey geriliminin azalması, balıkların deri ve solungaç epitellerinde geriye dönüşü olmayan zararlara neden olmaktadır. Yüzey gerilimi ne kadar çabuk azalırsa, epitel hücrelerindeki şişme ve

tahribatlar o denli hızlı ve yoğun olur. Uzun süreli etkiden sonra solungaçlar görevini yapamaz duruma gelir ve balık ölür [18].

Deterjanların biyolojik parçalanabilme özelliği ne kadar düşükse, balıklar üzerine toksisite etkisi o denli yüksektir. Çoğunlukla birincil parçalanma işlemi deterjanlarda belirgin bir şekilde toksik özelliklerin değişimine neden olur. Biyolojik parçalanma esnasında deterjanlar genel olarak zehirleyici özelliklerini hızlı bir şekilde kaybederler. Yalnız alkilfenoletoksilatlı deterjan tipinde parçalanma esnasında oluşan ara ürünler orjinal ürüne nazaran daha toksiktir. Deterjanların biyolojik olarak hızlı parçalanması, bunların su içerisindeki konsantrasyonlarının organizmaların kronik zehirlilik sınırının altına düşmesini sağlar [17, 19].

Su canlıları için akut toksisitenin tanımlanmasında geniş ölçüde letal (LC_{50}) ve etken (EC_{50}) konsantrasyon değerleri kullanılmaktadır. Test süresi 24 saat ile 96 saat arasında değişmektedir. Deterjanların balıklar için akut toksisite değerleri geniş bir aralıkta olup 0.25 ile 150 mg/l arasında değişmektedir. Balıklar için LC_{50} değerleri deterjanların katkı maddelerine bağlı olarak 1 ile 10 mg/l arasında bulunmaktadır [20].

Deterjan aktif maddeleri öncelikle balıkların solungaçlarına nüfuz ederek, enzimatik solunum işleyişini engellerler. Bu maddelerin etkisiyle deri parazitleri ve patojen mikroorganizmaların enfeksiyonal tesirleri artmaktadır [19].

Su ortamlarında oksijen konsantrasyonunun azalması, deterjanların zehirleyici etkisini artırmaktadır. Tuzluluk artışı bazı deterjanların etkisini artırırken bazılarında herhangi bir etki yapmamaktadır [19].

1.3.2. Fenol

Fenoller aromatik halkaya doğrudan doğruya bağlı bir hidroksil (OH) grubu içeren ve AR-OH genel formülü ile gösterilebilen bileşiklerdir. Fenollerin bazıları sıvı olmasına rağmen çoğu düşük erime noktalı katı bileşiklerdir [21].

Fenol denizdeki kıyı suları dahil yüzey sularında çok sık rastlanan kontaminantlardan biridir. Bu bileşik; kömür, petrol, maden işleme endüstrisi, kimyasal madde üreten fabrikalar, ağaç işleme üniteleri, boya fabrikaları ve kentsel atıklardan çevreye bulaşmaktadır. Doğal fenol bileşikleri karasal ve sucul bitkilerde bulunmakta ve kağıt endüstrisinden çevreye geçmektedir [22].

Fenoller metabolik inhibitörler sınıfına girmektedirler. Bunların esas toksik etkisi lipidleri eritmeleri nedeniyle sinir sisteminde görülmektedir. Bunun yanında fenoller dolaşım sistemindeki eritrositlerin hemolizlenmesine neden olmaktadırlar. Fenolik bileşiklerin, protozoalar, bakteriler, algler çeşitli omurgasız ve omurgalı hayvanlar üzerine toksik etkileri araştırılmış ve test edilen organizmaya bağlı olarak fenolün akut toksisite değerinin 6.5-1840 mg/l arasında değiştiği saptanmıştır. Genellikle 96 saat süreyle

yapılan testlerde balıklar için LC_{50} seviyesi 44 ile 412 mg/l arasında bulunmaktadır. Yüksek konsantrasyonda fenole maruz kalan balıklarda hızlı yüzme ve dış faktörlere karşı hassaslaşma oluşur [22, 23].

Fenolun deniz organizmaları üzerine sublethal etkisi konusunda yapılan çalışmalar oldukça azdır. Fenol konsantrasyonunun 25 mg/l'ye ulaşması balıklarda embriyonal gelişmenin engellenmesine neden olmaktadır. 4 mg/l fenol ihtiva eden bir ortamda bulunan balıkların yüzgeç diplerinde kanamalar meydana gelmekte, fenol konsantrasyonunun 6.5 mg/l olması durumunda ise balıkların kan damarları cidarlarında ve solungaç epitellerinde bozulmalar oluşmaktadır. Fenolden etkilenmiş balıkların dokularında yapılan incelemelerde genellikle doku içersinde su ve kan toplanmasının görüldüğü belirlenmiştir [22, 24].

Fenol bileşiklerinin toksisitesi, tipine, substituentlerin sayısı ve pozisyonuna göre değişmektedir. Ayrıca çevre faktörleri fenol bileşiklerinin toksisitesini etkilemektedir. Bu faktörler fotokimyasal olaylar, mikrobiyal parçalanma, pH, su sertliği, ve sıcaklıktır. Birçok balık türünün fenole karşı hassasiyeti mevsimsel olarak değişmektedir. Açlık ve uygun subturatumların olmayışı dipte yaşayan hayvansal organizmaların fenole karşı olan hassasiyetini artırmaktadır [22].

1.3.3. Fosfat

Fosfat genellikle denizlerde çözülmüş, partikül veya adsorbe edilmiş fosfor bileşikleri halinde bulunur. Çözülmüş fosfatın % 87'si HPO_4^{2-} , % 12'si PO_4^{3-} , %1'i $H_2PO_4^-$ iyonları şeklindedir. Ayrıca PO_4^{3-} in % 99.6'sı ve HPO_4^{2-} in % 44'ü kalsiyum ve magnezyum iyonları ile birleşmiş durumdadır [25].

Anorganik nütrientlerden olan fosfat zeminde yüksek oranda emilime uğradığı için, su fazında düşük konsantrasyonda bulunmaktadır. Fosfat bileşikleri deterjan üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok değişik katkı maddesinin birlikte kullanılarak gerçekleştirilemediği bir komplike görevi tek başına yerine getirmektedir. Deterjanlara katılan fosfat bileşiği pentasodyumfosfattır ($Na_5P_3O_{10}$). Bu bileşik suyun sertliğinin giderilmesi, kirin çözülerek suda asılı halde kalmasının sağlanması ve temizlenen materyal üzerine çökmesinin engellenmesi gibi birçok işlevi yerine getirmektedir. Tekstil ürünlerinin temizlenmesinde kullanılan deterjanlara % 25 oranına kadar fosfat katılmaktadır [25, 26].

Su ortamlarında fosfatın yeterli miktarda bulunmaması canlıların büyümesini sınırlarken, yüksek olması, bitkisel biyomasın aşırı şekilde artmasına yani ötrofikasyona neden olur. Bunun sonucu olarak sularda, çözülmüş oksijen miktarı azalmakta, fotosentez nedeniyle pH'da önemli değişiklikler olmakta ve sediment su sınırında anaerobik ilişkiler meydana gelmektedir [26].

1.3.4. Bakır

Endüstriyel metaller grubunda yer alan bakır, elektrik sanayi, kimyasal katalizörlerin yapımı, boya sanayi, tarım ilaçları üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Deniz ortamında bakır ya çözünebilir inorganik formda veya inorganik partiküllere ve organik maddelere yapışık halde bulunur. Denizdeki inorganik bakır bileşiklerini genellikle $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ve CuCO_3 oluşturur. Ayrıca bakır denizdeki organik maddelerle kompleks bileşikler oluşturarak suda eriyebilir hale dönüşür. Yapılan araştırmalarda bakırın kıyı sularında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu da bakırın karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Denizlerdeki bakırın başlıca kaynakları; meteorolojik olaylar sonucunda kayaların parçalanarak nehir sularına karışması, kara atmosferinde bulunan bakırın yağmur sularıyla doğrudan yada dolaylı olarak denizlere ulaşması, deniz atmosferinde bulunan bakırın yine yağmurla deniz yüzeyinden suya geçmesi, evsel ve endüstriyel atıklar şeklinde özetlenebilir [27, 28].

Bakır yüksek yapılı organizmaların metabolizmaları için gerekli olan elementlerden biridir. Bu canlıların kan plazmasında bakır önemli bir role sahiptir. Öte yandan algler, mantarlar, bakteriler ve bazı virüsler düşük bakır konsantrasyonlarında ölmektedir [29].

Bakır, deniz canlılarına zehirleyici etki etmektedir. Özellikle larvalar, bakıra karşı oldukça duyarlıdır. Ayrıca bakırın canlıların vücudunda biriktiği, alglerde büyüme ve fotosentezi olumsuz yönde etkilediği vurgulanmaktadır. Bakır balıklarda solungaçların şişmesine ve patlamasına neden olmaktadır [30].

Bakırın su ürünlerine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, 0.18-3.2 mg/l bakır ihtiva eden deniz suyunda iki hafta süreyle bırakılan dil balıklarının karaciğer, böbrek ve solungaçlarında dejenerasyonun olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada bakır konsantrasyonunun yüksek olmasının dejenerasyonu artırdığı saptanmıştır [31].

1.3.5. Demir

Genel olarak oksit ve sülfid formunda bulunan demir doğada en çok rastlanan elementlerden biridir. Ayrıca bütün canlı organizmalarda bulunan demir hemoglobinin bir bileşeni olarak önemli fizyolojik role sahiptir. Demirin sulara bulaşması hem doğal yollarla, hem de evsel ve endüstriyel atıkların su ortamlarına bırakılması sonucu olmaktadır. Kayaçalarda bulunan demir bileşikleri yağmur ve nehir sularıyla sürüklenerek denizlere taşınırlar [32].

Okyanuslardaki biyoaktif elementlerin en önemlilerinden biri olan demirin biyolojik limitleyici olduğu ileri sürülmektedir. Oksik ortamlarda demir çözünmemiş ve termodinamik stabil olan Fe^{3+} formunda baskın olarak mevcuttur. Çözünmüş demir genellikle $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ve $\text{Fe}(\text{OH})_3$ şeklinde bulunur. Denizlerdeki çözünmüş ve partikül halindeki demir, deniz altındaki hidrotermal girişler, fotokimyasal reaksiyonlar,

fitoplanktonların demiri kullanması, yatay, düşey karışımlar ve adveksiyon tarafından kontrol edilir [33].

Demirin toksisite sınırı ağır metallere oranla oldukça yüksektir. Demir balıklarda solungaçları etkileyerek bunların görevini yapamaz duruma gelmesine neden olmaktadır [34].

Su ortamında demir miktarının yüksek olmasının, sucul organizmaların enfeksiyonel hastalıklara karşı hassaslaşmasına neden olduğu bildirilmektedir [35].

1.3.6. Çinko

Çinko nisbeten aktif bir element olduğu için doğada hiçbir zaman serbest halde bulunmaz. En fazla rastlanan bileşikleri çinkoblendi (ZnS) ve çinkospat ($ZnCO_3$) dir. İnsan vücudunda iz halinde bulunan ve yaşam için gerekli elementlerden biridir [34].

Çinko, endüstride demir lehvaların kaplanmasında, tekstil sanayinde, boya, kauçuk, deodorant, dezenfektan ve tutkal imalatında, oto akümülatörlerinde elektrot olarak kullanılmaktadır [35].

Çinko tuzlarının çoğu suda çözüldüğünden endüstriyel ve evsel atıklardan gelen sularda çinko çözülmüş halde bulunur. Bunun yanısıra çözünmeyen çinko tuzları çökerek doğal sulara ve oradanda denizlere taşınmaktadır. Ayrıca hava koşullarının etkisiyle önemli miktarda çinkonun kayalardan çözünerek akarsulara ve oradanda denizlere geçtiği bildirilmektedir. Fosil yakıtlarının yakılması sonucu çinkonun atmosfere ve oradanda denizlere ulaştığı belirlenmiştir [34, 36].

Çinkonun balıklarda kan hücrelerini tahrip ettiği ve gonadsal gelişmeyi yavaşlattığı belirtilmektedir [37].

Çinkonun su ortamında etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada, 0.8 mg/l çinko ihtiva eden sularda 100 gün süreyle yaşayan alabalıkların solungaç etaminlerinde bir incelmenin olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada çinkonun büyümeyi yavaşlattığı ve yumurtlamayı geciktirdiği saptanmıştır [38]. Diğer bir çalışmada ise 1.368 $\mu g/l$ çinko içeren su ortamında kaynak alabalığı embriyo ve larvalarının gelişmesinin önemli düzeyde azaldığı tesbit edilmiştir. 2.0 mg/l çinko ihtiva eden su ortamında tutulan kaynak alabalıklarının 96 saat sonunda % 50'sinin öldüğü belirlenmiştir [39].

1.3.7. Kadmiyum

Kadmiyum doğada çinko ile birlikte bulunur. Ayrıca diğer mineral filizleri de değişen miktarlarda kadmiyum içerirler. Kadmiyumun endüstride kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Çelik üretimi esnasında cehverlerin temizliği ve saflaştırılması için uygulanan işlemlerde, seramik, mürekkep ve boyalar için pigment yapımı elektrik bataryası imalatı gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Endüstriden gelen atıklar sonucu

önemli miktardaki kadmiyum atmosfere geçmektedir. Daha sonra atmosferdeki kadmiyum oksitlenerek kadmiyumoksit haline dönüşür, buradan serpinti halinde tekrar yeryüzüne döner ve sonuçta denizlere ulaşır. Ayrıca endüstriden akarsulara bulaşan kadmiyum buradan denizlere ulaşmaktadır [40].

Kadmiyum balıklarda solungaç, karaciğer ve diğer organların fonksiyonunu bozmakta ve enzim sistemini etkilemektedir. Kadmiyumla bulaşmış deniz ürünlerini yiyen insanlarda bulantı ve kusma görülmüştür [30].

Kadmiyum ile ilgili yapılan bir çalışmada, 80 mg/l kadmiyum içeren su ortamında *Lepomis macrahirus* balıklarında 48 saat sonunda % 50 oranında ölüm olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada 60 gün süreyle aynı su ortamında tutulan balık larvalarında yaşama oranının azaldığı ve gelişmenin yavaşladığı saptanmıştır [41].

1.3.8. Kurşun

Yerkabuğunun doğal bir bileşeni olan kurşun mineral olarak sülfid, oksit ve karbonat halinde bulunmaktadır. Kurşunun doğada yüksek oranda bulunuşu ve uzun yıllardan beri endüstriyel alanda kullanılması, çevreye yayılmasına yol açmıştır. Kurşun ve bileşiklerinin daha çok boya sanayinden ve atmosferden çeşitli yollarla denizlere ulaştığı bildirilmiştir [27].

Kurşunun zehirliliğini etkileyen faktörlerin başında organik maddelerin ve diğer elementlerin varlığı, suyun pH sı ve sertliği gelmektedir. Deniz canlılarının kurşunu biriktirebilme özelliği bu elementin zehirliliğinde önemli rol oynar. Düşük kurşun konsantrasyonlarında ölüm olmamakla birlikte başka etkiler gözlenmektedir. Kurşunun deniz canlıları üzerine birçok olumsuz etkisi vardır. Deniz suyunda 500 µg/l kurşun bulunması durumunda alğlerin büyümesinin engellendiği, 4 µg/l olması durumunda ise istridyelerin yavrularında gelişmenin yavaşladığı gözlenmiştir. Kurşun balıklarda merkezi sinir sistemini etkiler. Solungaçlarda aşınmaya ve iç organlarda fonksiyon bozukluklarına neden olur [30, 42].

1.4. Kirleticilerin Deniz Ortamında Dağılımı

Kıyı sularında kirliliğin riskini belirlemek için kirleticici konsantrasyonunun zamansal ve alansal değişimi bilinmesi gerekmektedir. Genel olarak kirleticici konsantrasyonunun alansal değişimi üç boyutludur. Fakat pratik uygulamalarda genellikle kirleticici kaynağından uzak olan bölgelerde kirleticicilerin iki boyutlu alansal dağılımını bilmek yeterlidir. Bu durumda kirleticiciler genellikle ince bir tabaka halinde yüzey suyuna yakın şekilde dağılırlar. Deniz ortamındaki kirleticicilerin bazıları kalıcı, bazıları ise zamanla başka maddelere dönüşerek bir döngü içerisinde hareket ederler. Deniz ortamında

kirleticilerin dağılımı; moleküler difüzyon, türbülanslı difüzyon, türbülanslı yayılım, kıyı sirkülasyonu, dalga ve akıntılarla gerçekleşmektedir [43].

1.5. Karadeniz İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye'nin kuzey kıyısı boyunca uzanan ve canlı kaynak potansiyeli bakımından büyük önemi olan Karadeniz'de geçmişte yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Bugüne kadar Karadeniz konusunda sahip olduğumuz bilgiler diğer kıyıdaş ülkelere göre oldukça azdır.

Son yıllarda Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı çerçevesinde Karadeniz'in oşinografik özelliklerini belirlemek amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır. 1986-1990 dönemini kapsayan bu çalışmalarda; Güney Karadeniz'de kıvrımlar yaparak ilerleyen ve sürekliliğini koruyan karmaşık akıntı sistemlerinin bulunduğu tesbit edilmiştir. Karmaşık yapıdaki bu akıntıların kıta sahanlığı bölgesinin üst tabaka sularında ve sediman su ara kesitinde yoğunlaşan askıdaki katı maddelerin açık sulara doğru taşınmasına neden olduğu belirtilmektedir. Kuzeybatı Karadeniz kıyılarına ulaşan kirleticiler önce güney akıntıları ile güneybatı sahillerine ve doğu yönündeki yüzey akıntıları ile Orta Karadeniz kıyılarına ulaşmaktadır. Yine Orta Karadeniz açıklarında yabancı gemiler tarafından denize boşaltılan tehlikeli katı ve sıvı atıkların mevcut akıntılarla Doğu Karadeniz kıyılarına ulaştığı belirlenmiştir [44-48].

Karadeniz'de mangan, demir, bakır ve çinko dağılımlarının oksijenli yüzey suları ile sülfür içeren derin sular arasında kalan bölgedeki redoks koşullarından belirgin bir şekilde etkilendiği saptanmıştır. Derin sularda bakır ve çinkonun çökme sonucu tükendiği belirlenmiştir. Ayrıca derin sulardaki mangan ve demir konsantrasyonlarının ise yüzey sularındakine göre daha yüksek olduğu görülmüştür [44].

Haraldsson ve Westerlund [49] yaptıkları çalışmalarda Karadeniz'in dip sularında iz element konsantrasyonlarını; Cd 6 pM, Co 0.2 nM, Cu 2 nM, Fe 10 nM, Mn 4 µM, Ni 9 nM, Pb 20 pM, Zn 0.7 nM olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar yüzey sularında yaptıkları ölçümlerde Cd 78 pM, Cu 6.7 nM, Ni 9.4 nM, Pb 52 pM olarak saptamışlardır.

Karadeniz'de hidrokimyasal değişikliklerle ilgili yapılan çalışmalarda, son 20 yıl içerisinde deniz ekosisteminde tehlikeli boyutlarda değişikliklerin olduğu ileri sürülmektedir. Araştırmacılar özellikle nehirler vasıtasıyla kirleticilerin taşınımı sonucu Karadeniz'in kuzeybatı kıyılarında ötrofikasyonun meydana geldiğini belirtmektedirler. Oksik tabakada 1960 yılında 2-4 µM olan nitrat konsantrasyonu 1991 yılında 7-9 µM'e yükselmiştir [50].

Diğer bir çalışmada, son 20 yıl içerisinde Karadeniz'de nitrat miktarının 2-3 kat arttığı belirlenmiş olup, bunun deniz ekosistemine antropojenik kökenli maddelerin girişinin artmasından ileri geldiği vurgulanmaktadır [51].

Karadeniz'in kuzeybatı kesiminde yapılan çalışmalarda yüzey aktif madde miktarının 100 µg/l'nin üzerinde olduğu, bunun Tuna Nehri'nin boşaldığı bölgede 1200 µg/l'ye kadar yükseldiği saptanmıştır. Aynı çalışmalarda kloroorganik pestisid miktarı 5 ng/l, civa yüzeyde 10 µg/l, derinde 1 µg/l olarak belirlenmiştir [52, 53].

Başka bir çalışmada Karadeniz'de açık sularda 0-1.30 µg/l poliaromatik, 0-10 ng/l kloroorganik pestisid, 50-1200 µg/l anyonik deterjan tesbit edilmiştir. Ayrıca kuzey batı sahillerinin açık denize nazaran çok daha kirli ve birçok kirletici konsantrasyonunun müsaade edilen sınırın üzerinde olduğu belirtilmiştir [54].

Ünsal ve ark. [55] yaptıkları çalışmalarda Orta ve Doğu Karadeniz'de ekonomik önemi olan deniz organizmalarında bazı ağır metallerin konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Örneklem süresince hamside ölçülen en yüksek civa, bakır ve kurşun değerleri sırasıyla 0.09, 1.00, 1.00 µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Mezgit balıklarında bu değerler 0.19, 4.00, 2.68 µg/g yaş ağırlık olarak saptanırken, midyede 0.21, 18.00, 3.82 µg/g yaş ağırlık olarak ölçülmüştür.

Doğu Karadeniz'de avlanan balıklarda, Batı Karadeniz ve Marmara'dan avlananlara göre daha fazla As ve Pb olduğu belirlenmiştir. Marmara'da avlanan orkinosta civa konsantrasyonunun 1.05-3.05 µg/g kuru ağırlık, Karadeniz'de avlanan yunusta ise 37.0 µg/g kuru ağırlık olduğu tesbit edilmiştir. Aynı araştırmacılar Karadeniz'deki yeşil alglerde Al, Cr, Fe, sarı alglerde As ve Sr, kırmızı alglerde ise Cd, Co, Cu, Hg, Mn, Pb, Se ve Zn konsantrasyonunun yüksek olduğunu saptamışlardır [56].

Trabzon limanı çevresinden avlanan mezgit balıklarında bakır, mangan ve çinko konsantrasyonlarının sırasıyla 0.084-0.625 µg/g, 0.143-0.994 µg/g, 1.007-7.152 µg/g yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir [57].

Diğer bir çalışmada Trabzon limanından alınan midye örneklerinde bakır, kurşun ve çinko miktarlarının ortalama değerleri sırasıyla 2.129 µg/g, 0.628 µg/g, 16.778 µg/g yaş ağırlık olarak bulunurken, Yomra Petrol Ofisi sahillerinden toplanan örneklerde bu değerler 1.890 µg/g, 0.483 µg/g ve 18.326 µg/g yaş ağırlık olarak tesbit edilmiştir. Yine aynı çalışmada Çamburnu sahillerinden toplanan midyelerde ortalama bakır, kurşun ve çinko değerleri sırasıyla 8.936 µg/g, 0.628 µg/g ve 10.899 µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir [58].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Planı

Ocak 1993 - Ağustos 1994 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada Çamburnu-Akçaabat arasında belirlenen istasyonlardan ayda bir alınan su örnekleri ve kaynak istasyonları civarında mevsimsel olarak avlanan mezgit balığı örnekleri laboratuvara getirilerek analiz edildi. Deniz koşullarının uygun olmaması nedeniyle Mayıs ve Kasım 1993 aylarında örnekleme yapılamadı. Ayrıca Değirmendere ve Karadere'nin denize boşaldığı noktalardan alınan su örneklerinde çeşitli parametrelerin tayini yapıldı.

2.2. İstasyonların Belirlenmesi

Çalışmada Şekil 1'de gösterilen 12 istasyon seçilmiş olup, istasyonların yeri Margalef [59]'e göre belirlenmiştir. İstasyon seçimlerinde kullanılan kısaltmaların önüne 1, 2, 3 getirilerek sırasıyla yüzey, 10 m ve 25 m derinlikler ifade edilmiştir. Ayrıca istasyonlara ait koordinatlar Tablo 2'de verilmiştir. Araştırmacı kıyısız bölgelerde örneklemenin 1-5 km arasında yapılmasını önermektedir. Buna göre araştırma sahasında kıyıdan itibaren 1 km açıkta 6 adet kaynak istasyonu, 5 km açıkta 4 adet kıyı istasyonu ve 10 km açıkta 2 adet referans istasyon seçildi. İstasyonlar harita üzerinde belirlendikten sonra pozisyon tesbiti Macellan NAV 5000 D GPS cihazı ile yapıldı. Su örnekleri yüzeyden, 10 m ve 25 m derinliklerden Nansen Şişesi ile alındı. Balık örnekleri ise yalnız kaynak istasyonlarına yakın bölgelerden muhtelif av araçları kullanılarak sağlandı [60, 61].

Tablo 2. Çalışma istasyonlarına ait koordinatlar.

İstasyon adı	Koordinatı
Ç.1	40° 11' 57'' E - 41° 00' 45'' N
Ç.2	40° 11' 57'' E - 40° 58' 02'' N
Ç.3	40° 11' 57'' E - 41° 00' 58'' N
AR.1	40° 03' 24'' E - 40° 56' 58'' N
AR.2	40° 03' 24'' E - 40° 59' 12'' N
Y.1	39° 51' 35'' E - 40° 57' 58'' N
T.1	39° 43' 42'' E - 41° 00' 45'' N
T.2	39° 43' 42'' E - 41° 03' 24'' N
T.3	39° 43' 42'' E - 41° 06' 09'' N
F.1	39° 42' 15'' E - 41° 01' 06'' N
AK1	39° 34' 12'' E - 41° 01' 57'' N
AK.2	39° 34' 12'' E - 41° 04' 00'' N

2.3. Ölçüm Yöntemleri

Deniz suyunda sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri YSI B 51 model Oksijenmetre, tuzluluk ve iletkenlik değerleri ise YSI 33 model S.C.T. metre ile örnekleme esnasında ölçüldü. Laboratuvara getirilen su örnekleri zaman geçirilmeden analize alındı. Balık örnekleri ise analize kadar dondurularak muhafaza edildi [62].

2.3.1. Fosfat Tayini

Ortofosfat asidik ortamda amonyum molibdat ve potasyumantimontartarat ile fosformolibdat kompleksini oluşturur. Bu kompleks aksorbik asit ile indirgenerek molibden mavisi elde edildi. Oluşan rengin intensitesi 890 nm dalga boyunda HACH DR/2000 marka spektrofotometre ile ölçülerek direkt olarak fosfat konsantrasyonu okundu [62].

2.3.2. Deterjan Tayini

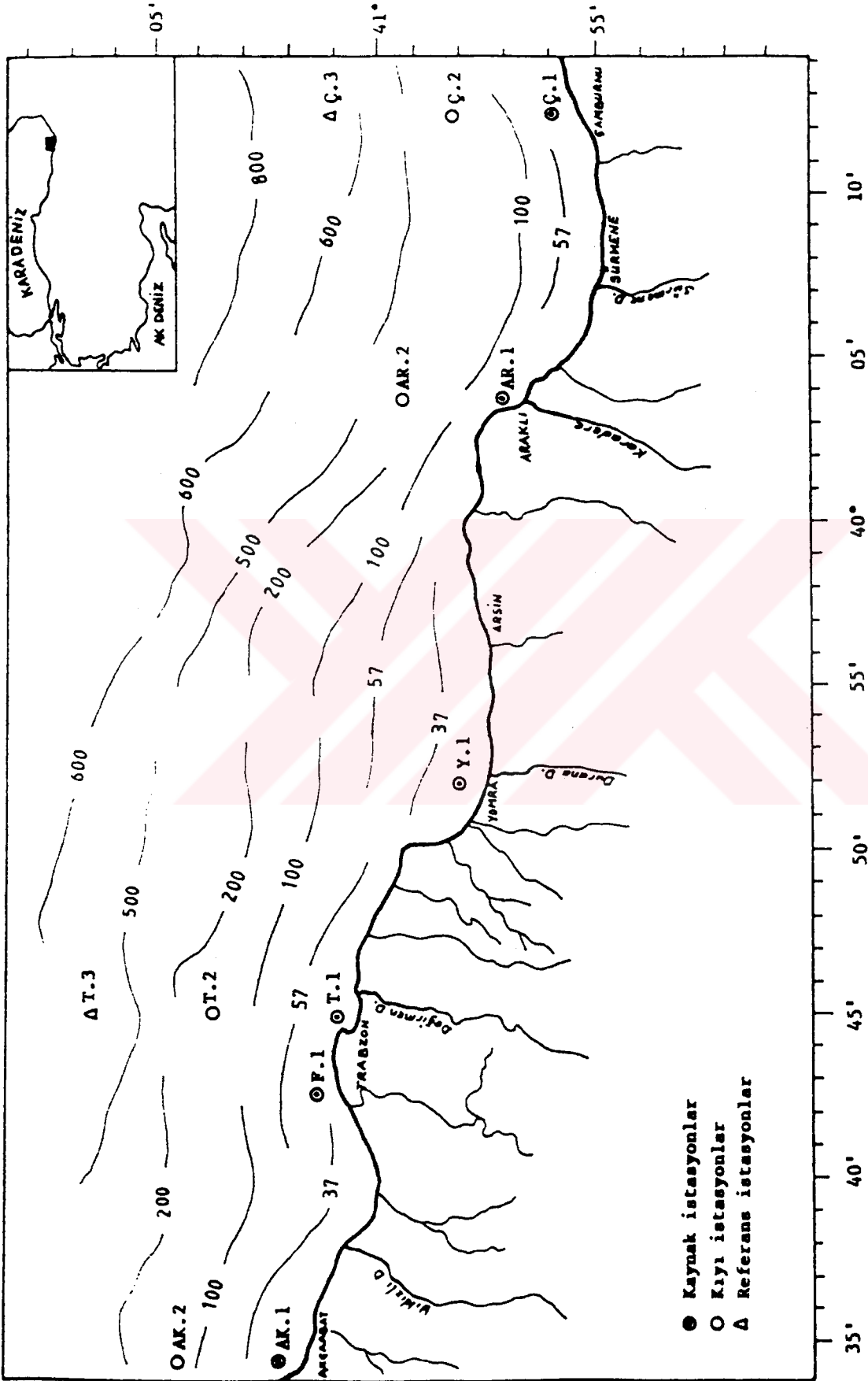
Anyonik yüzey aktif maddeler kristal viyole metodu ile belirlendi. 300 ml su örneği alınarak ayırma hunisine konuldu. Örnek üzerine 10 ml tampon çözelti ve deterjan kompleksleştiricisi ilave edildi. 30 ml benzen ilave edilen örnek 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda alt faz atılarak, geriye kalan benzen fazı küvet içersine alındı ve anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonu 605 nm dalga boyunda HACH DR/2000 model spektrofotometre ile ölçüldü. Kör olarak saf benzen kullanıldı [62].

2.3.3. Fenol Tayini

Fenol tayininde 4- aminoantipyrin metodu kullanıldı. Destilasyon yapıldıktan sonra 500 ml örnek alınarak pH fosfat tampon çözeltisiyle 7.9'a ayarlandı. Örnekler ayırma hunisine transfer edildikten sonra üzerine 3 ml aminoantipyrin ve 3 ml potasyumferrosiyandır çözeltileri ilave edildi. 15 dakika bekledikten sonra kloroform ile ekstraksiyon yapıldı. Daha sonra 460 nm dalga boyunda SHMADZU UV 120-02 model spektrofotometre ile absorbans değeri okunarak fenol konsantrasyonu belirlendi. Kör 500 ml saf su alınarak hazırlandı [62].

2.3.4. Demir Tayini

Demir konsantrasyonunun belirlenmesinde ferrozin metodu kullanıldı. 25 ml filtre edilmiş su örneğine ferrozin çözeltisi katıldıktan sonra renk oluşumu için 5 dakika bekletildi. Daha sonra demir konsantrasyonu 562 nm dalga boyunda HACH DR/2000 model spektrofotometre ile ölçüldü. Filtre edilmiş su örneğinden 25 ml alınarak kör olarak kullanıldı [62].



Şekil 1. Çalışma alanı.

2.3.5. Bakır Tayini

Su örnekleri 0.45 µm'lik membran filtreden geçirildikten sonra bakır prophyrin metodu ile spektrofotometrik olarak belirlendi. 25 ml örnek alınarak üzerine Prophyrin I ve ve Prophyrin II ilave edildi. Örnek renk oluşumu için 3 dakika beklendikten sonra bakır konsantrasyonu 425 nm dalga boyunda HACH DR/2000 model spektrofotometre ile direkt olarak okundu. Aynı şekilde hazırlanan köre başlangıçta bakır maskeleyici ilave edildi [62].

2.3.6. Kurşun Tayini

Kurşun konsantrasyonu dithizon metoduyla belirlendi. Ayırma hunisine konulan su örneği üzerine 50 ml amoyumsitratsiyonid indirgeme çözeltisi ilave edildi. Daha sonra 10 ml dithizon çözeltisi ilave edilen örnekler kloroform ile ekstrakte edildi. Absorbans değeri 510 nm dalga boyunda SHMADZU UV 120-02 model spektrofotometre ile okunarak kurşun konsantrasyonu belirlendi [62].

2.3.7. Akarsularda Kirletici Taşınımının Belirlenmesi

Akarsularda mevsimsel olarak ölçülen kirletici konsantrasyonlarının ortalaması belirlendi. Belirlenen bu miktarlar ile akarsuyun ortalama debisinden, akarsudan denize giren kirletici miktarı hesaplandı (25).

2.3.8. Balık Örneklerinin Hazırlanışı ve Analizi

Örnekleme ve eritme işlemleri Bernhard [63] tarafından belirtilen yöntemlere göre yapıldı. Buna göre değişik istasyonlardan alınan mezgit balıklarının total boyları ve toplam ağırlıkları ölçülerek plastik torbalara konuldu ve analize kadar derin dondurucuda saklandı. Daha sonra derin dondurucudan çıkarılan balıklar bir süre çözünmeye bırakıldı. Balıklardan alınan 0.5-1.0 g üzerine 4 ml nitrik asit ilave edilerek 130°C'de 9 saat süreyle ısıtıldı. Parçalanmış örnekler balon jodelere alınarak iki kez destile edilmiş su ile 25 ml'ye tamamlandı. Daha sonra 324.8 nm de bakır, 372 nm de demir, 228.8 nm de kadmiyum, 213.9 nm de çinko, 217 nm de kurşun için absorbans değerleri GBC 902 model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okundu [62].

Örneklerin absorbans değerlerinden Cu, Pb, Fe, Cd, Zn, konsantrasyonları aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Metal Konstr. (ppm)} = \frac{\text{Toplam Örnek Hacmi (ml)}}{\text{Eğim (tg}\alpha\text{)}} \times \frac{\text{Absorbans}}{\text{Örnek Ağırlığı}} \quad (1)$$

3.9. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiki analizleri QPRO ve MİNİTAB paket programları kullanılarak yapılmıştır [64].



3. BULGULAR

3.1. Hidrografik Özellikler

Araştırma süresince ölçülen sıcaklık, oksijen, tuzluluk ve iletkenlik parametrelerinin, yüzey, 10 ve 25 m derindeki aylık ortalama değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

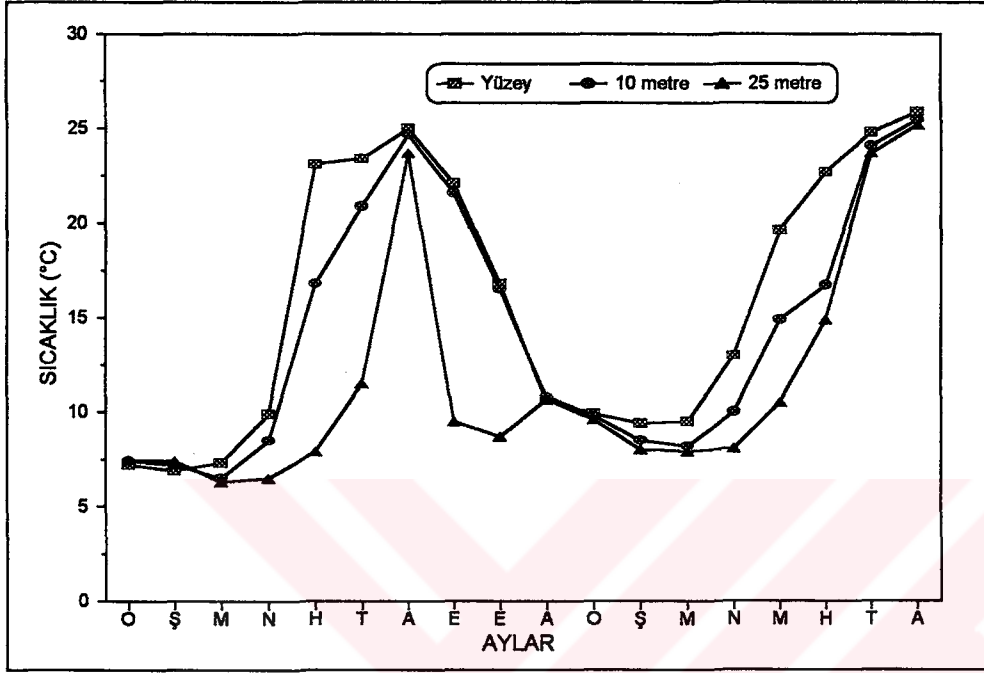
Tablo 3. Çalışma sahasında ölçülen sıcaklık, oksijen, tuzluluk ve iletkenlik parametrelerinin aylık ortalama değerleri.

Aylar	Sıcaklık (°C)			Oksijen (mg/l)			Tuzluluk (‰)			İletkenlik (mmhos/cm)		
	Yüzey	10 m	25 m	Yüzey	10 m	25 m	0 m	10 m	25 m	Yüzey	10 m	25 m
Ocak 93	7.2	7.4	7.5	9.2	9.1	8.9	17.0	17.2	17.3	24.6	24.9	25.3
Şubat 93	6.9	7.2	7.4	9.2	9.0	8.5	17.1	17.2	17.4	24.9	25.0	25.2
Mart 93	7.3	6.5	6.3	11.3	11.2	11.2	17.8	18.1	18.3	25.0	25.5	25.8
Nisan 93	9.9	8.5	6.5	9.3	9.5	9.8	16.8	17.2	17.7	23.5	24.1	24.6
Haziran 93	23.1	16.8	7.9	7.1	8.0	9.4	15.9	18.0	18.8	22.3	25.3	26.0
Temmuz 93	23.4	20.9	11.5	6.6	7.0	8.6	16.7	17.2	17.6	25.4	26.3	26.1
Ağustos 93	25.0	24.7	23.7	6.2	6.4	6.4	16.4	16.4	16.7	25.7	25.7	25.8
Eylül 93	22.1	21.6	9.5	6.8	7.1	8.5	17.0	17.1	17.3	23.1	23.6	24.0
Ekim 93	16.8	16.5	8.7	7.6	7.7	8.3	16.7	17.0	17.1	22.0	22.2	22.5
Aralık 93	10.6	10.8	10.7	8.8	8.8	8.8	17.7	17.8	17.9	24.1	24.1	24.3
Ocak 94	9.9	9.8	9.6	9.3	9.3	9.3	17.7	17.8	17.8	22.3	22.4	22.4
Şubat 94	9.4	8.5	8.0	9.6	9.8	9.7	15.4	15.5	15.8	20.9	20.9	21.2
Mart 94	9.5	8.2	7.9	9.4	9.6	9.7	14.9	15.2	15.3	21.9	22.2	22.3
Nisan 94	13.0	10.0	8.1	8.6	9.3	9.7	17.8	18.0	18.0	25.0	25.4	25.6
Mayıs 94	19.6	14.9	10.5	7.5	8.3	9.1	17.1	17.4	17.5	25.3	25.7	25.9
Haziran 94	22.7	16.7	14.9	7.1	8.1	8.4	17.8	17.9	18.0	26.9	27.1	27.3
Temmuz 94	24.8	24.1	23.7	6.8	6.8	6.7	18.3	18.4	18.5	27.8	27.8	27.9
Ağustos 94	25.9	25.5	25.2	6.2	6.2	6.3	18.7	18.9	18.9	28.7	28.8	28.9

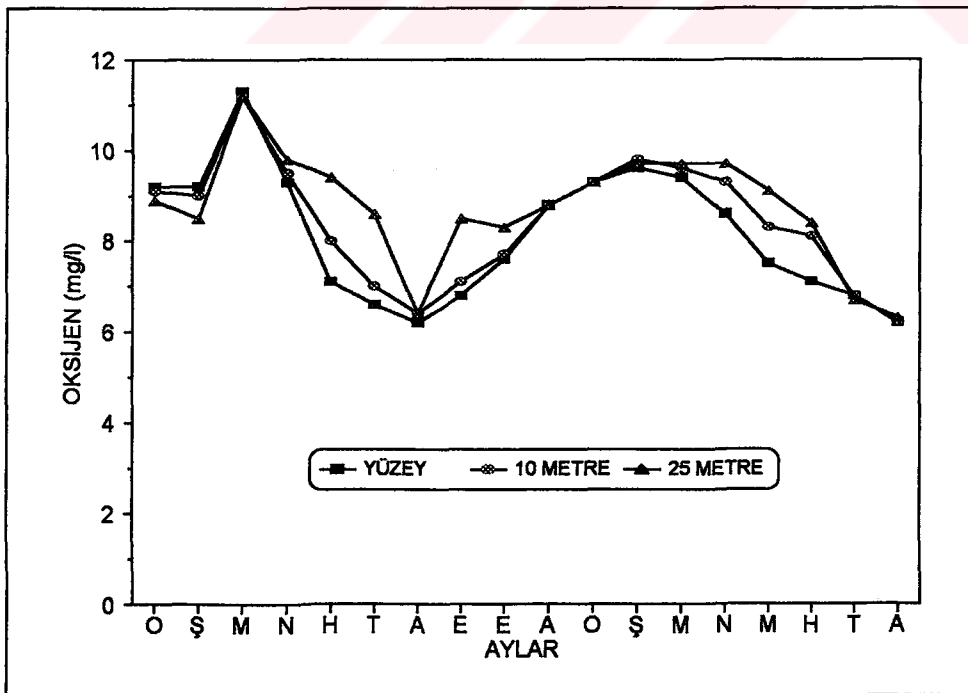
Çalışma süresince en yüksek yüzey suyu sıcaklığı Ağustos 94'de 25.9°C, en düşük ise Şubat 93'de 6.9°C olarak ölçülmüştür. 10 ve 25 m derinliklerde en yüksek sıcaklık Ağustos 94'de en düşük ise Mart 93'de belirlenmiştir (Şekil 2). Sıcaklıkta aylık olarak değişimler önemli farklılıklar gösterirken ($p < 0.001$), istasyonlar arası farklar önemsiz bulunmuştur. Ayrıca çalışma süresince elde edilen tüm değerler genel olarak dikkate alındığında sıcaklığın derinliğe bağlı olarak değişiminin önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.001$).

Çözünmüş oksijen değerleri genel olarak karşılaştırıldığında istasyonlar arasında önemli bir fark görülmezken, aylar itibarıyla değişimin oldukça önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.001$). En yüksek çözünmüş oksijen değerleri Mart 93' de yüzeyde

11.3, 10 ve 25 m de 11.2 mg/l olarak saptanırken, en düşük değerler Ağustos 94'de yüzeyde ve 10 m de 6.2, 25 m de 6.3 mg/l olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Derinliğe bağlı olarak oksijen değerlerinde görülen değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.001$).

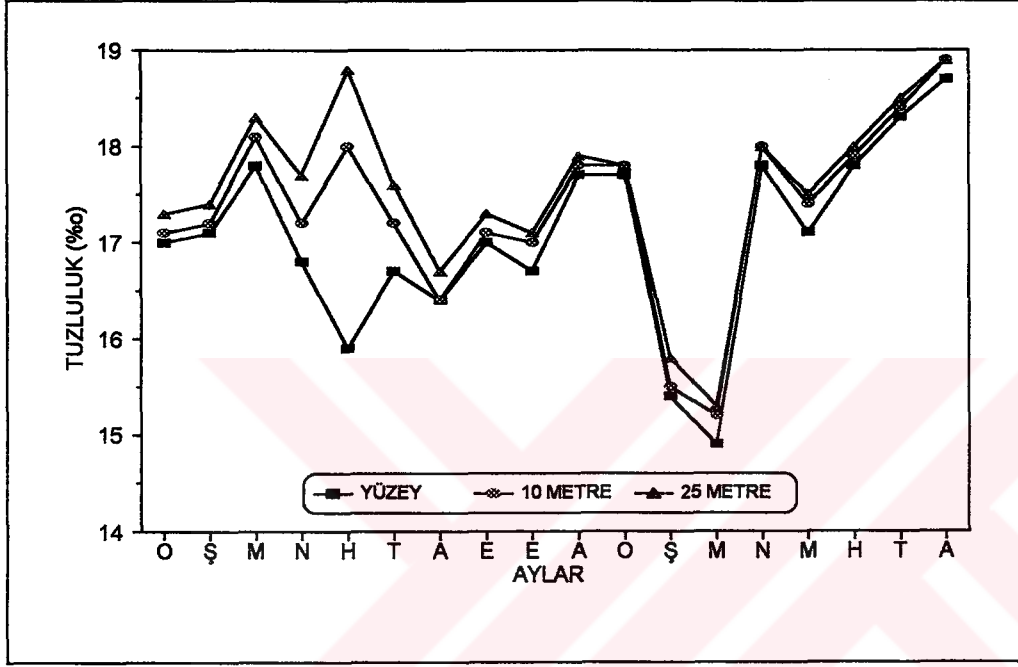


Şekil 2. Sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi.

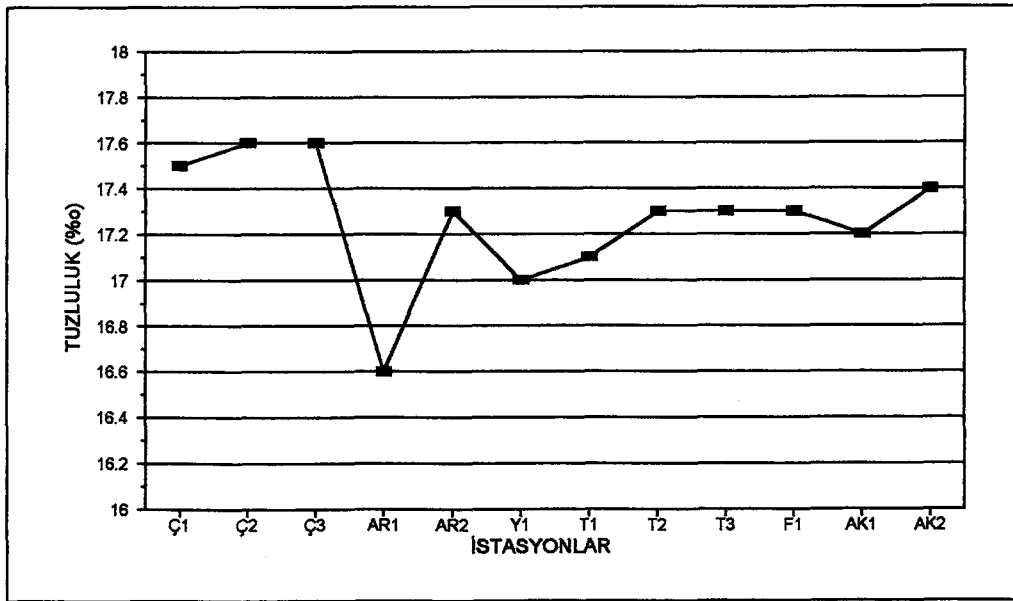


Şekil 3. Oksijen değerlerinin aylara göre değişimi.

Fiziksel parametrelerden olan tuzluluğun aylara ve derinliğe bağlı olarak değiştiği ve bunun önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). En yüksek tuzluluk değerleri Ağustos 94'de yüzeyde ‰ 18.7, 10 ve 25 m derinliklerde ‰ 18.9 olarak belirlenirken, en düşük değerler Mart 94'de yüzeyde ‰ 14.9, 10 m de ‰ 15.2 ve 25 m de ‰ 15.3 olarak tesbit edilmiştir (Şekil 4). İstasyonlara göre en düşük tuzluluk değeri AR.1'de ölçülmüştür (Şekil 5).



Şekil 4. Tuzluluk değerlerinin aylara göre değişimi.



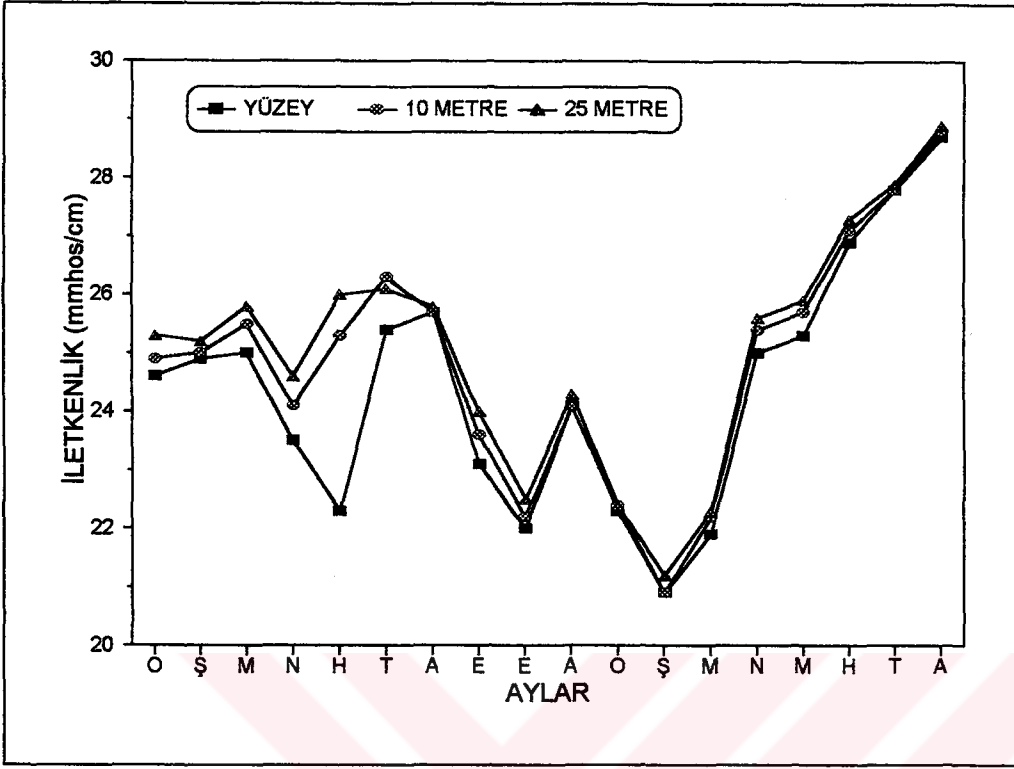
Şekil 5. Tuzluluk değerlerinin istasyonlara göre değişimi.

İstasyonlar arası tuzluluk değerlerinde görülen farklılığın önemli olmadığı bulunmuştur. Tuzluluk değerlerinde görülen değişikliklerin hangi aylar arasında önemli olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 4). Derinliğe bağlı olarak tuzluluk değerlerindeki değişimin yüzey ile 10, yüzey ile 25 ve 10 ile 25 m ler arasında önemli olduğu saptanmıştır.

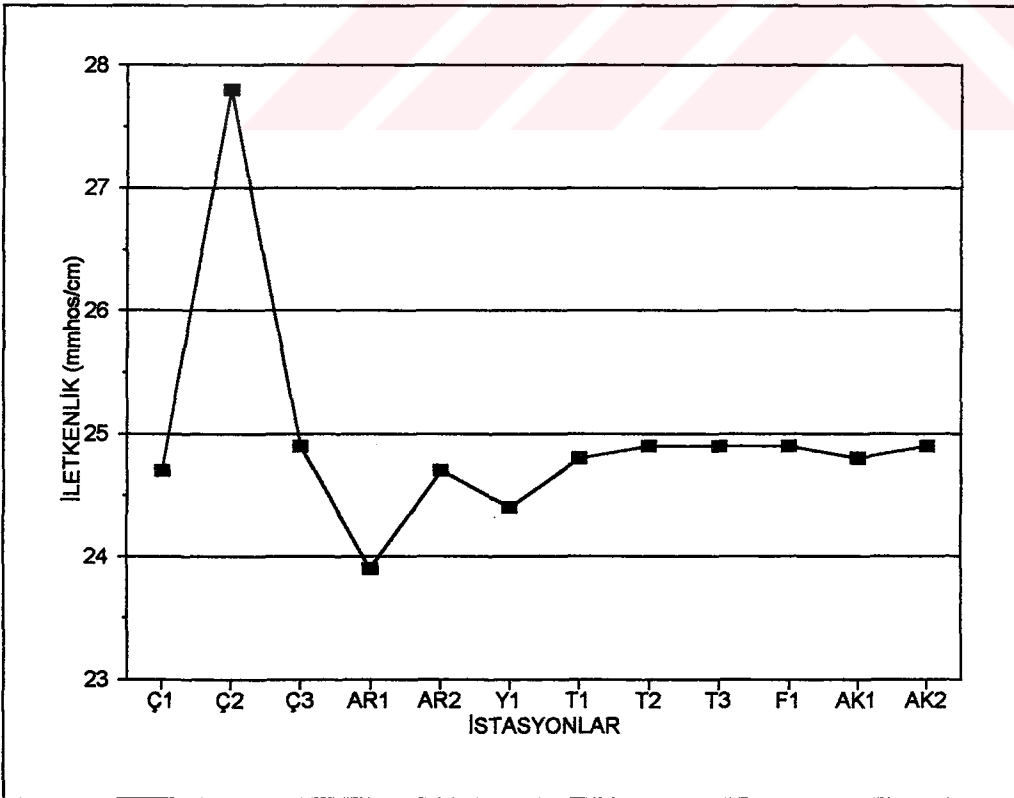
Tablo 4. Tuzluluk değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemsiz olanlar - ile verilmiştir, $p<0.05$).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	*	*															
Nisan 93	-	-	*														
Haziran 93	-	-	*	-													
Temmuz 93	-	-	*	-	-												
Ağustos 93	*	*	*	*	*	*											
Eylül 93	-	-	*	-	-	-	*										
Ekim 93	-	-	*	-	*	-	-	-									
Aralık 93	*	*	-	*	-	*	*	*	*								
Ocak 94	*	*	-	*	-	*	*	*	*	-							
Şubat 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Mart 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-					
Nisan 94	*	*	-	*	-	*	*	*	*	-	*	-	*				
Mayıs 94	-	-	*	-	-	-	*	-	-	-	-	*	*	*			
Haziran 94	*	*	-	*	-	*	*	*	*	-	-	*	*	-	*		
Temmuz 94	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	-	*	*	-	*	*	
Ağustos 94	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde iletkenliğin genel olarak aylara ve derinliğe göre değiştiği ve bu değişimlerin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). İletkenlik değerlerinde istasyonlar arası görülen farklılığın ise önemli olmadığı tesbit edilmiştir (Şekil 7). En yüksek iletkenlik değerleri Ağustos 94'de yüzeyde 28.7, 10 m de 28.8 ve 25 m de 28.9 mmhos/cm olarak belirlenmiştir. En düşük değerler ise Şubat 94'de yüzeyde, 10 m de 20.9 ve 25 m de ise 21.2 mmhos/cm olarak ölçülmüştür (Şekil 6). Ölçüm yapılan derinlikler karşılaştırıldıklarında yüzey ile 10, yüzey ile 25 m derinlikler arasındaki iletkenlik değerleri farkının önemli olduğu, 10 ile 25 m ler arasındaki farkın ise önemli olmadığı belirlenmiştir. İletkenlik değerlerinde aylar itibarıyla görülen değişikliklerin hangi aylar arasında önemli olduğu karşılaştırma yapılarak saptanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir.



Şekil 6. İletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.



Şekil 7. İletkenlik değerlerinin istasyonlara göre değişimi.

Tablo 5. İletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	*	*	*														
Haziran 93	-	-	*	-													
Temmuz 93	*	*	-	*	*												
Ağustos 93	*	*	-	*	*	-											
Eylül 93	*	*	*	-	*	*	*										
Ekim 93	*	*	*	*	*	*	*	*									
Aralık 93	*	*	*	-	-	*	*	-	*								
Ocak 94	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*							
Şubat 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Mart 94	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	-	*					
Nisan 94	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*				
Mayıs 94	*	-	-	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	-			
Haziran 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Temmuz 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ağustos 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

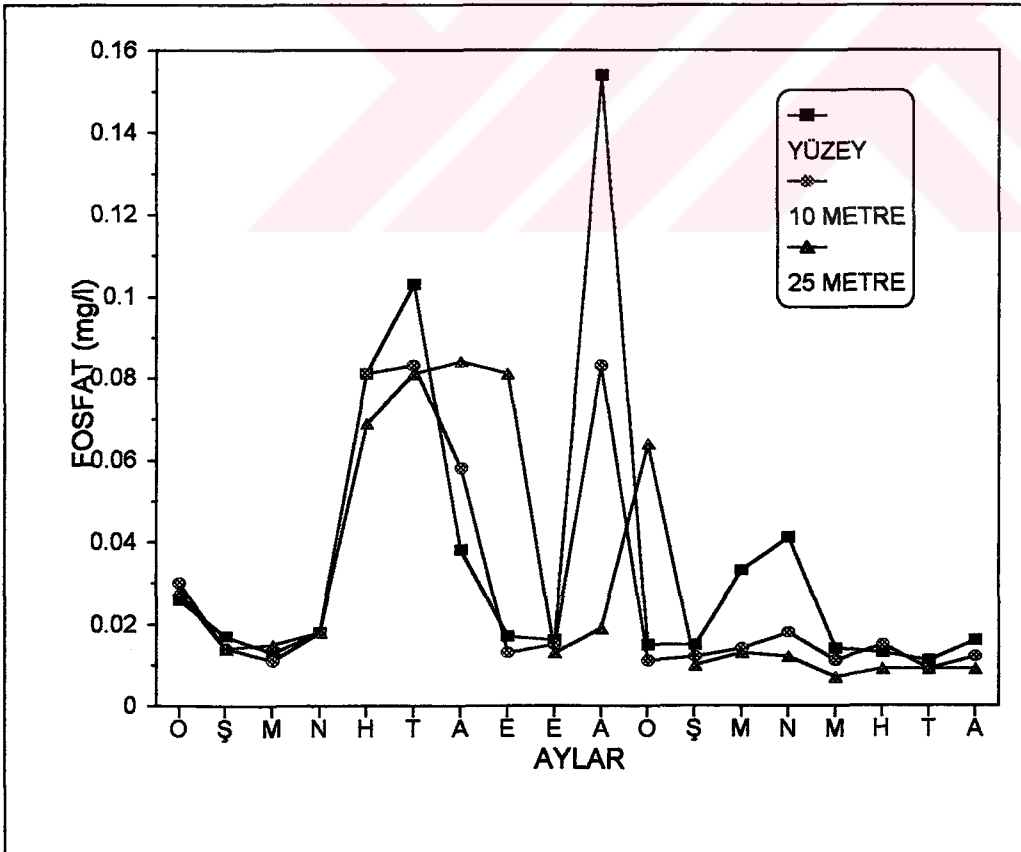
3.2. Fosfat Dağılımı

Araştırmada fosfat fosforu olarak ölçülen değerler Tablo 6, Şekil 8 ve 9'da verilmiştir. Aylara göre ortalamalar göz önüne alındığında en yüksek fosfat değeri Aralık 93'de yüzeyde 0.154 mg/l olarak belirlenmiştir. En düşük fosfat değeri ise Mayıs 94'de 25 m de 0.007 mg/l olarak saptanmıştır. Araştırma süresince yapılan ölçümlerde bazı istasyonlardaki fosfat konsantrasyonu <0.001 mg/l olarak belirlenirken en yüksek fosfat değerinin T.2.1 istasyonunda 0.180 mg/l olduğu tesbit edilmiştir. İstasyonlara göre ortalamalar alındığında en yüksek fosfat değeri F.1 istasyonunda 0.040 mg/l en düşük ise T.3 istasyonunda 0.019 mg/l olarak saptanmıştır. Kıyıda 1 km açıkta bulunan kaynak istasyonlarda ortalama fosfat değeri 0.029 mg/l, 5 km açıkta bulunan kıyı istasyonlarda 0.024 mg/l ve ve 10 km açıkta bulunan referans istasyonlarda ise 0.020 mg/l olarak belirlenmiştir.

Fosfat miktarlarının aylara ve istasyonlara göre değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu tesbit edilmiştir ($p<0.001$). Derinliğe bağlı olarak fosfat miktarlarında görülen değişikliğin ise önemli olmadığı belirlenmiştir. Çalışma yapılan tüm aylar ve istasyonlar birbirleriyle karşılaştırılarak, hangi aylar ve istasyonlar arasında farkın önemli olduğu saptanmış, elde edilen sonuçlar Tablo 7 ve 8'de verilmiştir.

Tablo 6. Aylara ve derinliğe göre ortalama fosfat değerleri (mg/l).

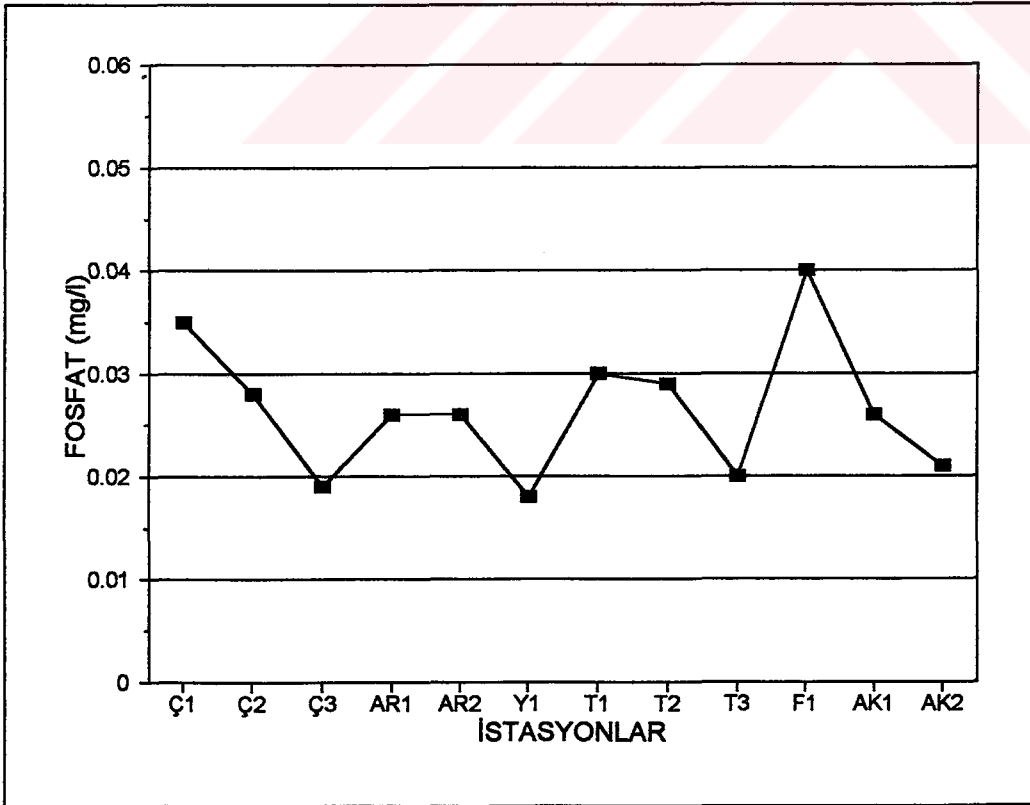
AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.026±0.009	0.030±0.007	0.028±0.011
Şubat 93	0.017±0.006	0.014±0.008	0.014±0.008
Mart 93	0.013±0.007	0.011±0.006	0.015±0.017
Nisan 93	0.018±0.007	0.018±0.014	0.018±0.011
Haziran 93	0.081±0.037	0.081±0.027	0.069±0.024
Temmuz 93	0.103±0.048	0.083±0.033	0.081±0.038
Ağustos 93	0.038±0.050	0.058±0.079	0.084±0.119
Eylül 93	0.017±0.006	0.013±0.004	0.081±0.004
Ekim 93	0.016±0.006	0.015±0.006	0.013±0.025
Aralık 93	0.154±0.272	0.083±0.187	0.019±0.150
Ocak 94	0.015±0.006	0.011±0.003	0.064±0.001
Şubat 94	0.015±0.009	0.012±0.004	0.010±0.006
Mart 94	0.033±0.051	0.014±0.005	0.013±0.006
Nisan 94	0.041±0.049	0.018±0.009	0.012±0.004
Mayıs 94	0.014±0.006	0.011±0.005	0.007±0.005
Haziran 94	0.013±0.006	0.015±0.005	0.009±0.005
Temmuz 94	0.011±0.008	0.009±0.006	0.009±0.005
Ağustos 94	0.010±0.006	0.012±0.006	0.009±0.005



Şekil 8. Fosfatın aylara göre değişimi.

Tablo 7. Fosfat değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	-	-	-														
Haziran 93	*	*	*	*													
Temmuz 93	*	*	*	*	*												
Ağustos 93	*	*	*	*	*	*											
Eylül 93	-	-	-	-	*	*	*										
Ekim 93	-	-	-	-	*	*	*	-									
Aralık 93	-	-	-	-	*	*	*	-	-								
Ocak 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-							
Şubat 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-						
Mart 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-					
Nisan 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-				
Mayıs 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-		
Temmuz 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ağustos 94	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 9. Fosfatın istasyonlara göre değişimi.

Tablo 8. Fosfatın istasyonlara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

İstasyonlar	Ç.1	Ç.2	Ç.3	AR.1	AR.2	Y.1	T.1	T.2	T.3	F.1	AK.1
Ç.2	-										
Ç.3	-	-									
AR.1	-	-	*								
AR.2	-	-	-	-							
Y.1	-	-	-	-	-						
T.1	-	-	-	*	-	-					
T.2	-	*	*	-	-	*	-				
T.3	-	-	*	-	-	-	-	-			
F.1	-	*	*	-	-	*	-	-	*		
AK.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AK.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-

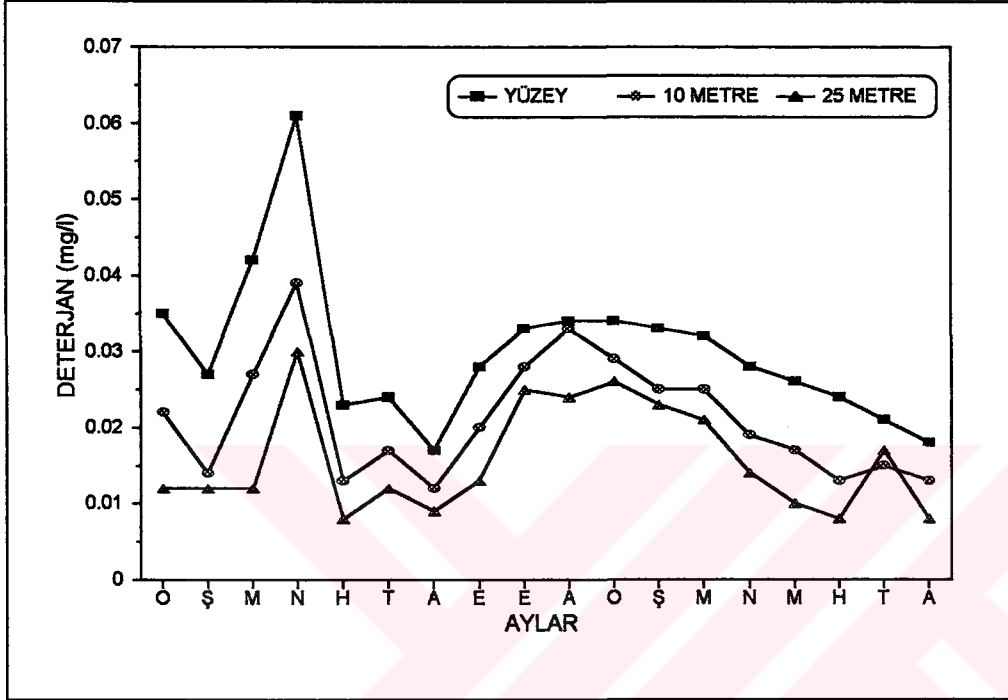
3.3. Anyonik Deterjan Dağılımı

Aylara ve derinliklere göre belirlenen anyonik yüzey aktif madde değerleri Tablo 9, Şekil 10'da, istasyonlara göre değişimi ise Şekil 11'de verilmiştir. En yüksek ortalama anyonik deterjan değeri Nisan 93'de yüzeyde 0.061 mg/l olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise Ağustos 94'de 25 m de 0.008 mg/l olarak ölçülmüştür. Araştırma süresi boyunca yapılan tüm ölçümler dikkate alındığında en yüksek anyonik deterjan değeri F.1.1 istasyonunda 0.154 mg/l, en düşük değerler ise referans istasyonlarda 0.001 mg/l olarak belirlenmiştir.

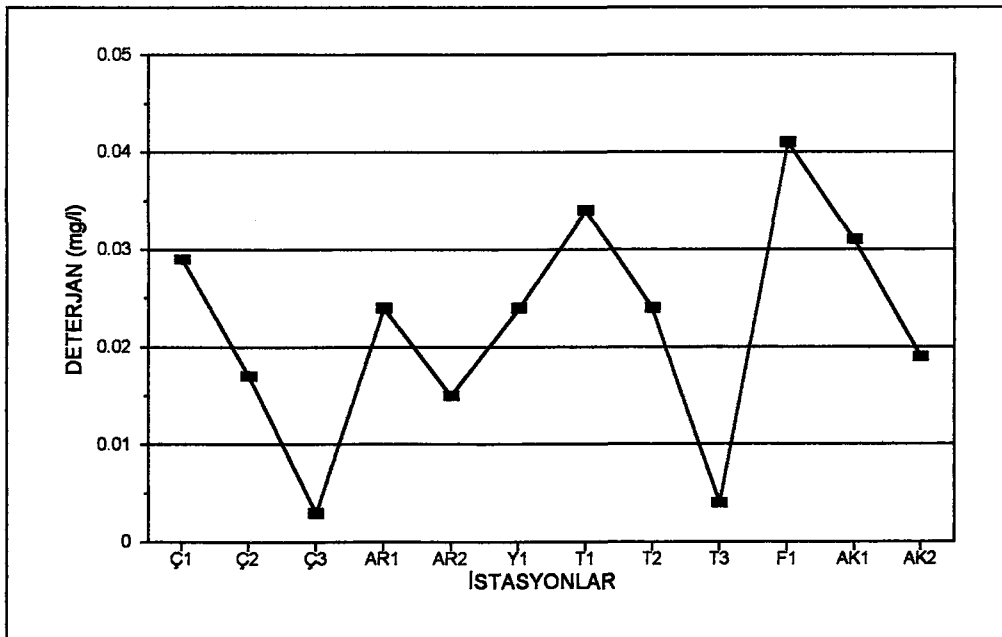
Tablo 9. Aylara ve derinliğe göre ortalama anyonik deterjan değerleri (mg/l).

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.035±0.026	0.022±0.017	0.012±0.016
Şubat 93	0.027±0.026	0.014±0.017	0.012±0.016
Mart 93	0.042±0.026	0.027±0.017	0.012±0.016
Nisan 93	0.061±0.024	0.039±0.016	0.030±0.017
Haziran 93	0.023±0.015	0.013±0.012	0.008±0.012
Temmuz 93	0.024±0.016	0.017±0.012	0.012±0.012
Ağustos 93	0.017±0.016	0.012±0.013	0.009±0.013
Eylül 93	0.028±0.016	0.020±0.013	0.013±0.013
Ekim 93	0.033±0.016	0.028±0.013	0.025±0.013
Aralık 93	0.034±0.016	0.033±0.013	0.024±0.013
Ocak 94	0.034±0.016	0.029±0.012	0.026±0.013
Şubat 94	0.033±0.016	0.025±0.011	0.023±0.013
Mart 94	0.032±0.016	0.025±0.011	0.021±0.013
Nisan 94	0.028±0.014	0.019±0.009	0.014±0.012
Mayıs 94	0.026±0.013	0.017±0.008	0.010±0.013
Haziran 94	0.024±0.012	0.013±0.007	0.008±0.014
Temmuz 94	0.021±0.011	0.015±0.008	0.017±0.017
Ağustos 94	0.018±0.009	0.013±0.006	0.008±0.004

İstasyonlara göre ortalamalar alındığında en yüksek deterjan değeri F.1 istasyonunda 0.041 mg/l ve en düşük değer ise Ç.3 istasyonunda 0.003 mg/l olarak saptanmıştır. Kaynak istasyonlarda ortalama anyonik deterjan miktarı 0.031 mg/l, kıyı istasyonlarda 0.019 mg/l ve referans istasyonlarda ise 0.003 mg/l olarak tesbit edilmiştir.



Şekil 10. Anyonik deterjanın aylara göre değişimi.



Şekil 11. Anyonik deterjanın istasyonlara göre değişimi.

Deterjan miktarlarının aylara, istasyonlara ve derinliğe bağlı olarak değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Derinlikler arası yapılan karşılaştırmalarda yüzey-10, yüzey-25 m ve 10 ile 25 m derinlikler arasındaki farkların önemli olduğu gözlenmiştir. Ayrıca ölçüm yapılan aylar ve istasyonlar karşılaştırılarak hangi aylar ve istasyonlar arasında değişimin önemli olduğu belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 10 ve 11'de verilmiştir.

Tablo 10. Anyonik deterjan değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	*	*	*														
Haziran 93	-	-	-	*													
Temmuz 93	-	-	-	*	-												
Ağustos 93	-	-	-	*	-	-											
Eylül 93	-	-	-	*	-	-	-										
Ekim 93	-	-	-	-	*	-	*	-									
Aralık 93	-	-	-	-	*	-	*	-	-								
Ocak 94	-	-	-	-	*	-	*	-	-	-							
Şubat 94	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-						
Mart 94	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-					
Nisan 94	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mayıs 94	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran 94	-	-	-	*	-	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-		
Temmuz 94	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ağustos 94	-	-	-	*	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-

Tablo 11. Anyonik deterjan değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

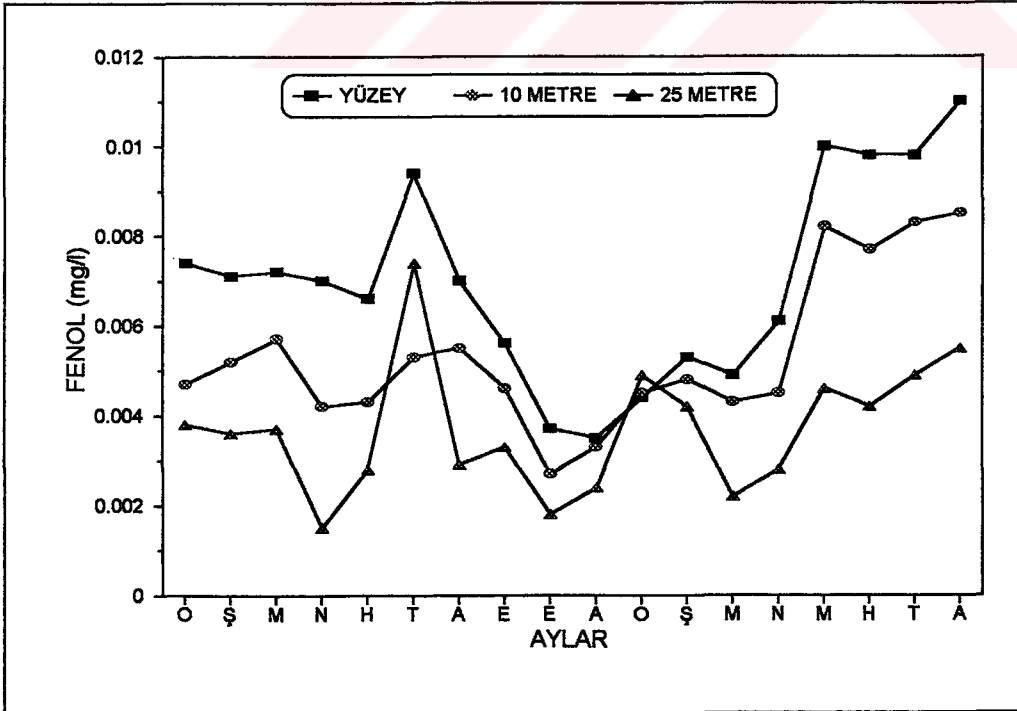
İstasyonlar	Ç.1	Ç.2	Ç.3	AR1	AR.2	Y.1	T.1	T.2	T.3	F.1	AK.1
Ç.2	*										
Ç.3	*	*									
AR.1	-	-	*								
AR.2	*	-	*	*							
Y.1	-	-	*	-	-						
T.1	-	*	*	-	*	-					
T.2	-	-	*	-	-	-	-				
T.3	*	*	-	*	*	*	*	*			
F.1	-	*	*	*	*	*	-	*	*		
AK.1	-	*	*	-	*	-	-	-	*	-	
AK.2	-	-	*	-	-	-	*	-	*	*	*

3.4. Fenol Dağılımı

Aylara ve derinliklere göre belirlenen fenol değerleri Tablo 12, Şekil 12'de ve istasyonlara göre belirlenen ortalama değerler ise Şekil 13'de verilmiştir.

Tablo 12. Aylara ve derinliğe göre ortalama fenol değerleri (mg/l).

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.0074±0.0043	0.0047±0.0034	0.0034±0.0027
Şubat 93	0.0071±0.0043	0.0052±0.0034	0.0036±0.0027
Mart 93	0.0072±0.0043	0.0057±0.0034	0.0037±0.0027
Nisan 93	0.0070±0.0043	0.0042±0.0034	0.0015±0.0027
Haziran 93	0.0066±0.0043	0.0043±0.0034	0.0028±0.0027
Temmuz 93	0.0094±0.0044	0.0053±0.0035	0.0047±0.0028
Ağustos 93	0.0070±0.0043	0.0055±0.0036	0.0029±0.0028
Eylül 93	0.0056±0.0044	0.0046±0.0036	0.0033±0.0028
Ekim 93	0.0037±0.0044	0.0027±0.0036	0.0018±0.0029
Aralık 93	0.0035±0.0045	0.0033±0.0036	0.0024±0.0028
Ocak 94	0.0044±0.004	0.0045±0.0035	0.0049±0.0029
Şubat 94	0.0053±0.0044	0.0048±0.0036	0.0042±0.0028
Mart 94	0.0049±0.0043	0.0043±0.0036	0.0022±0.0020
Nisan 94	0.0061±0.0043	0.0045±0.0036	0.0028±0.0028
Mayıs 94	0.0100±0.0043	0.0082±0.0034	0.0046±0.0028
Haziran 94	0.0098±0.0045	0.0077±0.0036	0.0042±0.0029
Temmuz 94	0.0098±0.0041	0.0083±0.0039	0.0049±0.0029
Ağustos 94	0.0110±0.0043	0.0085±0.0038	0.0055±0.0029



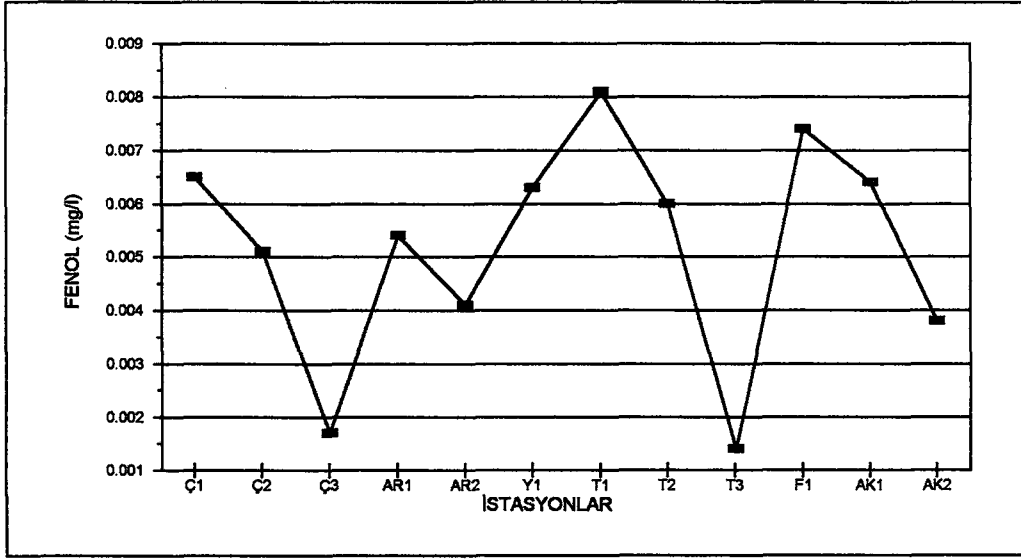
Şekil 12. Fenolün aylara göre değişimi.

Aylara göre ortalama değerler gözönüne alındığında, en yüksek fenol değerinin Ağustos 94'de yüzeyde 0.0110 mg/l olduğu görölmektedir. En düşük değer ise Nisan 93'de 25 m de 0.0015 mg/l olarak belirlenmiştir. Araştırma süresince en yüksek fenol değeri Y.1.1 istasyonunda 0.0180 mg/l olarak belirlenirken bazı istasyonlardaki fenol değerlerinin ölçüm hassasiyetinin altında olduğu (<0.001 mg/l) gözlenmiştir. İstasyonlar ortalaması dikkate alındığında en yüksek fenol değeri T.1 istasyonunda 0.0081 mg/l ve en düşük değer ise T.3 istasyonunda 0.0014 mg/l olarak belirlenmiştir. Kıyıda 1 km açıktaki bulunan kaynak istasyonlarda ortalama fenol değerinin 0.0071 mg/l, 5 km açıktaki bulunan kıyı istasyonlarda 0.0048 mg/l ve 10 km açıktaki bulunan referans istasyonlarda ise 0.0016 mg/l olduğu saptanmıştır.

Fenol miktarının aylara, istasyonlara ve derinliklere göre değiştii ve bu değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Ayrıca derinlikler kendi aralarında karşılaştırıldıklarında yüzey ile 10, yüzey ile 25 m ve 10 ile 25 m derinlikler arasındaki fenol değerlerinin değişiminin önemli olduğu saptanmıştır. Aylara ve istasyonlara göre değişimler karşılaştırılarak, hangi aylar ve istasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 13 ve 14'de verilmiştir.

Tablo 13. Fenol değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	-	-	-														
Haziran 93	-	-	-	-													
Temmuz 93	-	-	-	-	-												
Ağustos 93	-	-	-	-	-	-											
Eylül 93	-	-	-	-	-	-	-										
Ekim 93	*	-	*	-	-	*	-	-									
Aralık 93	-	-	-	-	-	*	-	-	-								
Ocak 94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Şubat 94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Mart 94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Nisan 94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mayıs 94	-	-	-	*	*	-	-	*	*	*	*	-	*	*			
Haziran 94	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-	-	*	-	-		
Temmuz 94	-	-	-	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	*	-	-	
Ağustos 94	-	-	-	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-



Şekil 13 Fenolün istasyonlara göre değişimi.

Tablo 14. Fenol değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p < 0.05$).

İstasyonlar	Ç.1	Ç.2	Ç.3	AR1	AR.2	Y.1	T.1	T.2	T.3	F.1	AK.1
Ç.2	-										
Ç.3	*	*									
AR.1	-	*	*								
AR.2	*	-	*	*							
Y.1	-	-	*	-	*						
T.1	-	*	*	-	*	-					
T.2	-	-	*	*	-	-	*				
T.3	*	*	-	*	*	*	*	*			
F.1	-	*	*	-	*	-	-	-	*		
AK.1	-	-	*	-	*	-	-	-	*	-	
AK.2	*	-	*	*	-	*	*	*	*	*	*

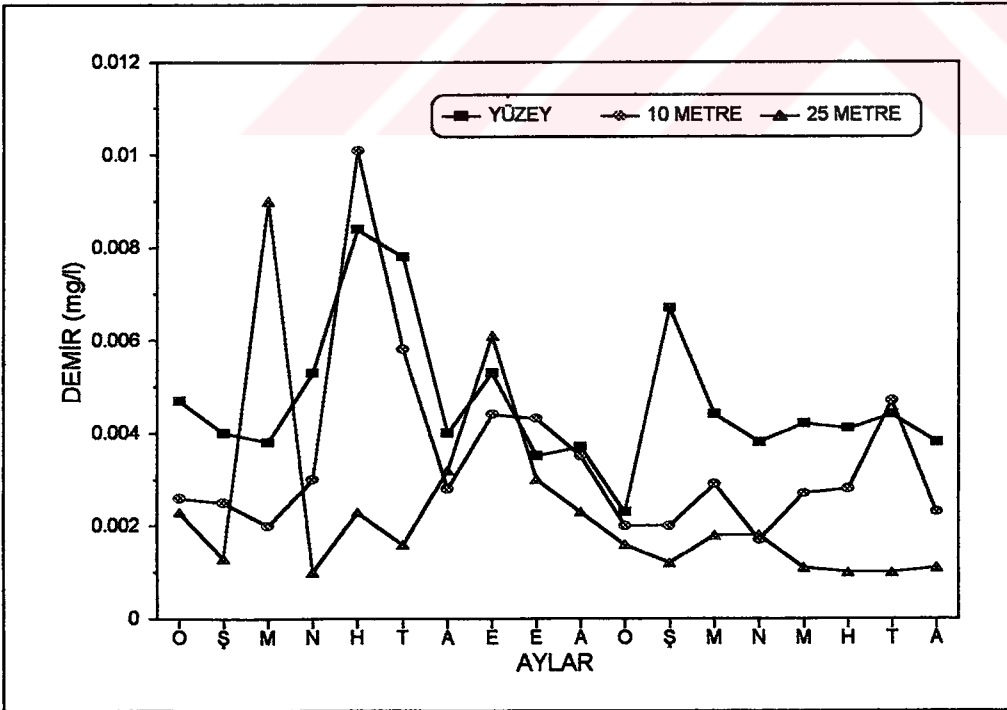
3.5. Demir Dağılımı

Aylara ve istasyonlara göre ortalama demir değerleri Tablo 15, Şekil 14 ve istasyonlara göre saptanan değerler ise Şekil 15'de verilmiştir. Aylara göre ortalamalar alındığında en yüksek demir değeri Haziran 93'de 10 m de 0.0101 mg/l, en düşük değer ise, Mart 93'de 25 m de 0.0009 mg/l olarak ölçülmüştür. Araştırma süresince en yüksek demir değeri AR.1.1 istasyonunda 0.044 mg/l olarak belirlenirken, bazı istasyonlardaki demir değerlerinin ölçüm hassasiyetinin altında olduğu (< 0.001 mg/l) tesbit edilmiştir. İstasyonlara göre belirlenen ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek değer T.1 istasyonunda 0.0064 mg/l ve en düşük değer ise Ç.3 istasyonunda 0.0017 mg/l olarak

belirlenmiştir. Kaynak istasyonlarda ortalama demir değerinin 0.0047 mg/l, kıyı istasyonlarda 0.0022 mg/l ve referans istasyonlarda 0.0015 mg/l olduğu saptanmıştır.

Tablo 15. Aylara ve derinliğe göre ortalama demir değerleri (mg/l).

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.0047±0.0045	0.0026±0.0065	0.0023±0.0021
Şubat 93	0.0040±0.0045	0.0025±0.0067	0.0013±0.0012
Mart 93	0.0038±0.0046	0.0020±0.0068	0.0090±0.0027
Nisan 93	0.0053±0.0047	0.0030±0.0070	0.0010±0.0028
Haziran 93	0.0084±0.0047	0.0101±0.0073	0.0023±0.0029
Temmuz 93	0.0078±0.0046	0.0058±0.0029	0.0016±0.0029
Ağustos 93	0.0040±0.0043	0.0028±0.0027	0.0032±0.0030
Eylül 93	0.0053±0.0044	0.0044±0.0027	0.0061±0.0030
Ekim 93	0.0035±0.0045	0.0043±0.0027	0.0030±0.0019
Aralık 93	0.0037±0.0046	0.0035±0.0026	0.0023±0.0014
Ocak 94	0.0023±0.0048	0.0020±0.0027	0.0016±0.0013
Şubat 94	0.0067±0.0050	0.0021±0.0028	0.0012±0.0013
Mart 94	0.0044±0.0026	0.0029±0.0030	0.0018±0.0013
Nisan 94	0.0038±0.0025	0.0017±0.0031	0.0018±0.0011
Mayıs 94	0.0042±0.0027	0.0027±0.0034	0.0011±0.0009
Haziran 94	0.0041±0.0026	0.0028±0.0037	0.0010±0.0009
Temmuz 94	0.0044±0.0028	0.0047±0.0043	0.0010±0.0009
Ağustos 94	0.0038±0.0026	0.0023±0.0018	0.0011±0.0010

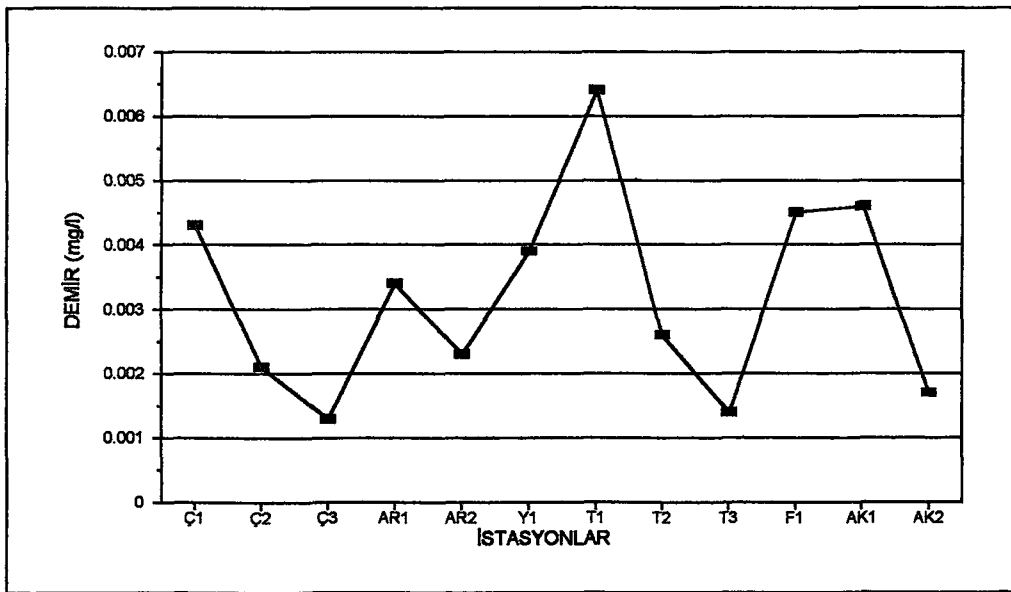


Şekil 14. Demirin aylara göre değişimi.

Demir değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliğe göre değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Ayrıca yüzey-10, yüzey-25 m ve 10-25 m derinlikler arasındaki demir değerlerindeki değişimin önemli olduğu saptanmıştır. Demir değerlerinde aylara ve istasyonlara göre değişimlerde hangileri arasındaki farkın önemli olduğu belirlenerek Tablo 16 ve 17'de verilmiştir.

Tablo 16. Demir değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemliler *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	-	-	-														
Haziran 93	*	*	*	*													
Temmuz 93	-	-	-	-	-												
Ağustos 93	-	-	-	-	-	-											
Eylül 93	-	-	-	-	-	-	-										
Ekim 93	-	-	-	-	-	-	-	-									
Aralık 93	-	-	-	-	*	-	-	-	-								
Ocak 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-							
Şubat 94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Mart 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-					
Nisan 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mayıs 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Haziran 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Temmuz 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ağustos 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 15. Demirin istasyonlara göre değişimi.

Tablo 17. Demir değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması (önemliler *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p<0.05$).

İstasyonlar	Ç.1	Ç.2	Ç.3	AR1	AR.2	Y.1	T.1	T.2	T.3	F.1	AK.1
Ç.2	-										
Ç.3	*	-									
AR.1	-	-	*								
AR.2	-	-	-	-							
Y.1	-	-	-	-	-						
T.1	-	*	*	-	*	-					
T.2	-	-	-	-	-	-	*				
T.3	*	-	-	*	-	-	*	-			
F.1	-	-	*	-	-	-	-	-	*		
AK.1	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	
AK 2	-	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*

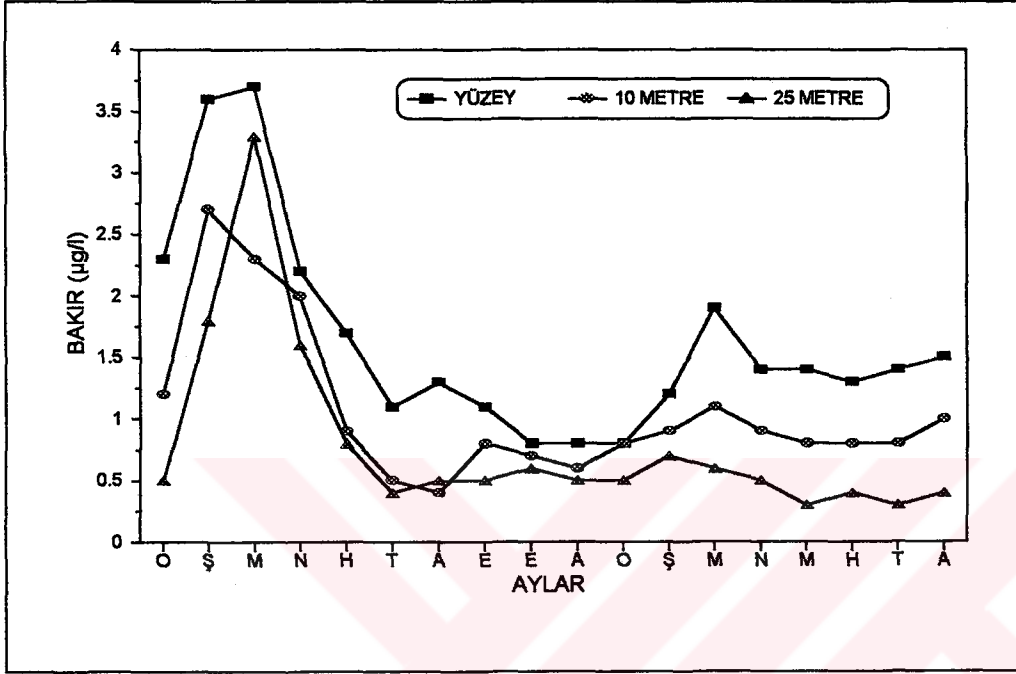
3.6. Bakır Dağılımı

Aylara ve derinliklere göre belirlenen bakır değerleri Tablo 18, Şekil 16, ve istasyonlara göre belirlenen değerler Şekil 17'de verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere en yüksek ortalama bakır değeri Mart 93'de yüzeyde $3.7 \mu\text{g/l}$, en düşük değer ise Mayıs ve Temmuz 94'de 25 m de $0.3 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir. Araştırma süresince yapılan bütün ölçümler dikkate alındığında en yüksek bakır değeri AR.2.1 istasyonunda $7.6 \mu\text{g/l}$ olarak ölçülürken bazı istasyonlarda yapılan ölçümler sonucu bakır değerlerinin $<0.1 \mu\text{g/l}$ olduğu saptanmıştır.

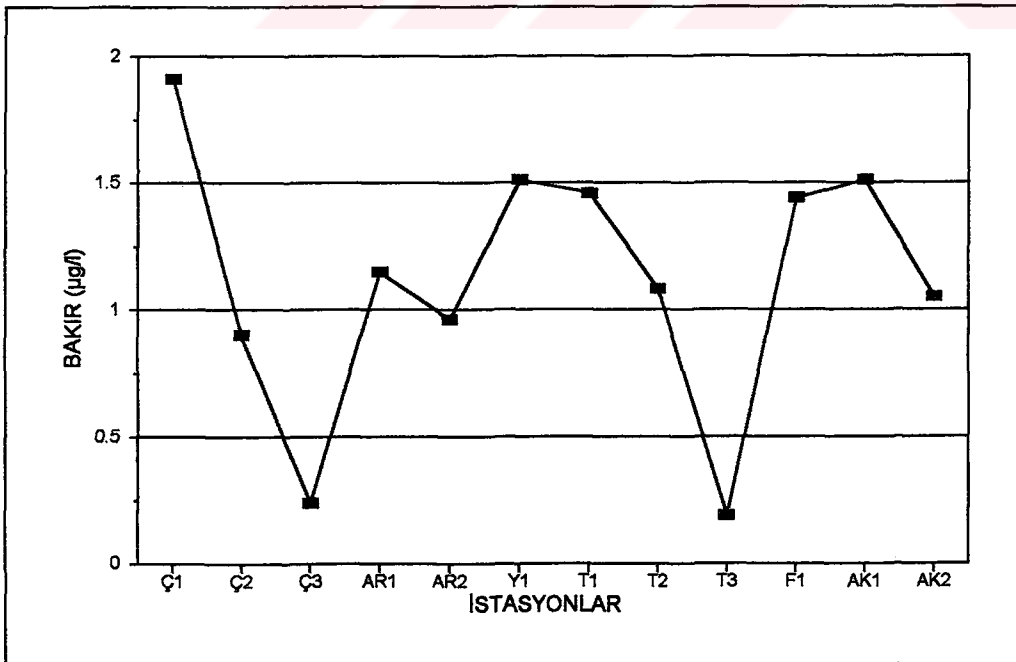
Tablo 18. Aylara ve derinliğe göre ortalama bakır değerleri ($\mu\text{g/l}$).

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	2.3±1.9	1.2±1.6	0.5±1.3
Şubat 93	2.4±1.9	1.2±1.6	1.8±1.4
Mart 93	3.7±1.5	2.3±1.0	3.3±1.2
Nisan 93	2.2±1.2	2.0±0.8	1.6±0.8
Haziran 93	1.7±1.1	0.9±0.7	0.8±0.6
Temmuz 93	1.1±1.1	0.5±0.7	0.4±0.5
Ağustos 93	1.3±1.1	0.4±0.8	0.5±0.5
Eylül 93	1.1±1.0	0.8±0.8	0.5±0.5
Ekim 93	0.8±1.1	0.7±0.8	0.6±0.5
Aralık 93	0.8±1.1	0.6±0.8	0.5±0.5
Ocak 94	0.8±1.1	0.8±0.9	0.5±0.5
Şubat 94	1.2±1.2	0.9±0.9	0.7±0.5
Mart 94	1.9±1.3	1.1±0.9	0.6±0.4
Nisan 94	1.4±1.2	0.9±1.0	0.5±0.4
Mayıs 94	1.4±1.3	0.8±1.0	0.3±0.4
Haziran 94	1.3±1.3	0.8±1.0	0.4±0.5
Temmuz 94	1.4±1.3	0.8±1.0	0.3±0.4
Ağustos 94	1.5±1.4	1.0±1.1	0.4±0.4

İstasyonlara göre ortalama değerler alındığında en yüksek bakır değerinin Ç.1 istasyonunda 1.9 $\mu\text{g/l}$, en düşük değerin ise T.3 istasyonunda 0.2 $\mu\text{g/l}$ olduğu görülmüştür. Kaynak, kıyı ve referans istasyonlarda ortalama bakır konsantrasyonları sırasıyla 1.6, 1.0 ve 0.2 $\mu\text{g/l}$ olarak tesbit edilmiştir.



Şekil 16. Bakırın aylara göre değişimi.



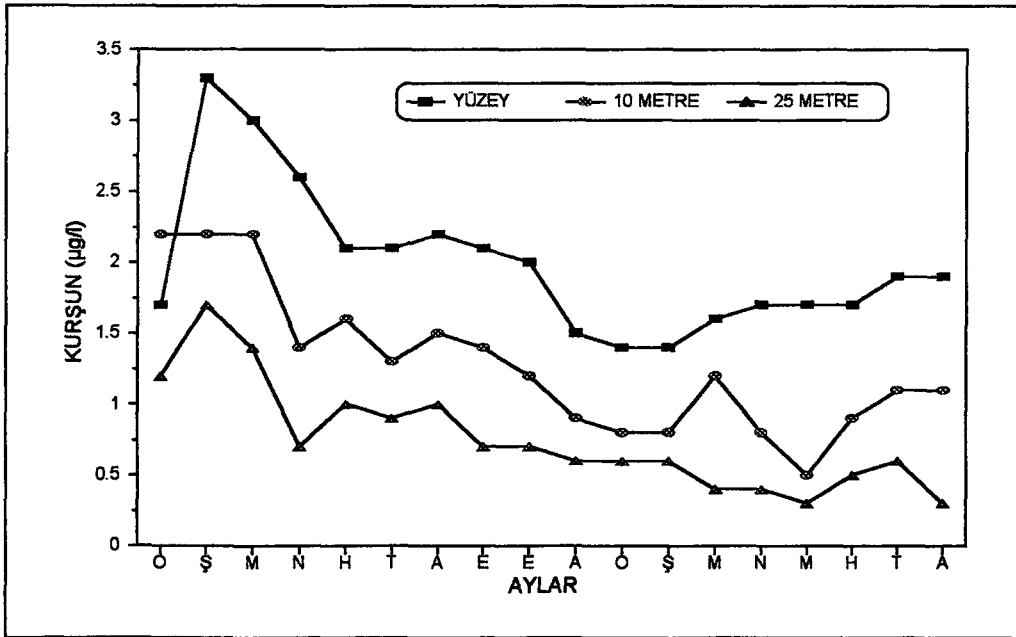
Şekil 17. Bakırın istasyonlara göre değişimi.

3.7. Kurşun Dağılımı

Kurşun konsantrasyonunun aylara ve derinliklere göre belirlenen ortalama değerleri Tablo 21, Şekil 18 ve istasyonlara göre belirlenen değerler ise Şekil 19'da verilmiştir. Aylara göre ortalama değerler göz önüne alındığında en yüksek ortalama kurşun değerinin Şubat 93'de yüzeyde $3.3 \mu\text{g/l}$, en düşük değerlerin ise Mayıs ve Ağustos 94'de 10 m ve 25 m de $0.3 \mu\text{g/l}$ olduğu tesbit edilmiştir.

Tablo 21. Aylara ve derinliğe göre ortalama kurşun değerleri ($\mu\text{g/l}$).

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	1.7±1.3	2.2±1.0	1.2±1.0
Şubat 93	3.3±1.2	2.1±1.0	1.7±1.0
Mart 93	3.0±1.2	2.2±0.9	1.4±0.8
Nisan 93	2.6±1.0	1.4±0.8	0.7±0.8
Haziran 93	2.1±1.0	1.6±0.5	1.0±0.8
Temmuz 93	2.1±1.0	1.3±0.7	0.9±0.7
Ağustos 93	2.2±1.0	1.5±0.7	1.0±0.7
Eylül 93	2.1±0.9	1.4±0.6	0.7±0.6
Ekim 93	2.0±0.9	1.2±0.6	0.7±0.6
Aralık 93	1.5±0.9	0.9±0.6	0.6±0.6
Ocak 94	1.4±1.0	0.8±0.6	0.6±0.6
Şubat 94	1.4±1.0	0.8±0.6	0.6±0.6
Mart 94	1.6±1.0	1.2±0.6	0.4±0.3
Nisan 94	1.7±0.9	0.8±0.6	0.4±0.4
Mayıs 94	1.7±0.9	0.5±0.2	0.3±0.2
Haziran 94	1.7±0.9	0.9±0.5	0.5±0.5
Temmuz 94	1.9±0.9	1.1±0.4	0.6±0.5
Ağustos 94	1.9±0.7	1.1±0.3	0.3±0.5

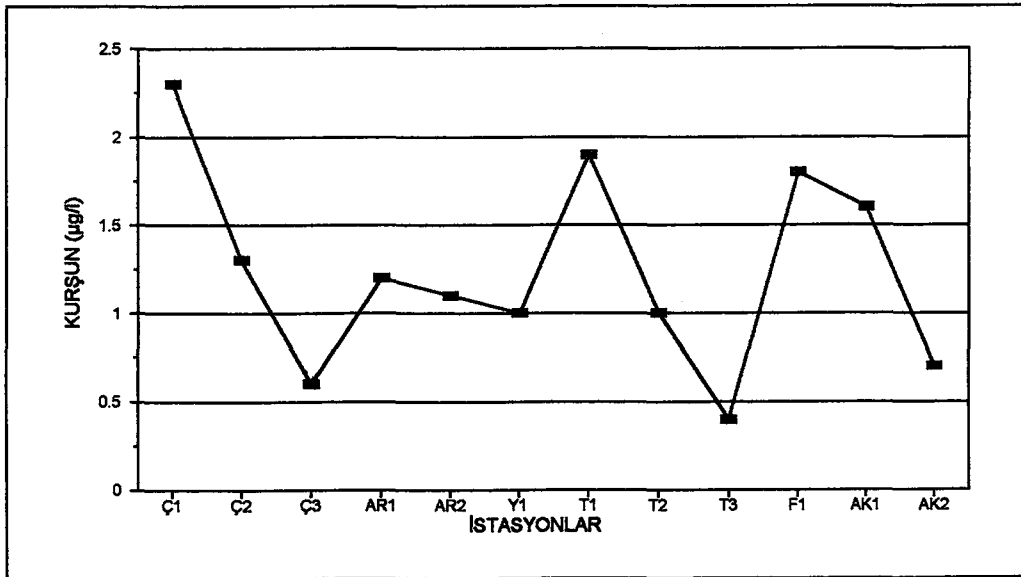


Şekil 18. Kurşunun aylara göre değişimi.

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde en yüksek kurşun değeri Ç.1.1 istasyonunda 8.0 µg/l olarak ölçülürken bazı istasyonlarda yapılan ölçümlerde kurşun değerlerinin <0.1 µg/l olduğu saptanmıştır. İstasyonlara göre ortalamalar alındığında en yüksek kurşun değerinin Ç.1 istasyonunda 2.3 µg/l, en düşük değerin ise T.3 istasyonunda 0.4 µg/l olduğu görülmüştür. Kaynak, kıyı ve referans istasyonlarında ortalama kurşun değerleri sırasıyla 1.8, 1.0 ve 0.5 µg/l olarak tesbit edilmiştir.

Tablo 22. Kurşun değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, p<0.05).

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	-																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	-	-	-														
Haziran 93	-	-	-	-													
Temmuz 93	-	-	-	-	-												
Ağustos 93	-	-	-	-	-	-											
Eylül 93	-	-	-	-	-	-	-										
Ekim 93	*	*	*	-	-	-	-	-									
Aralık 93	*	*	*	-	-	-	-	-									
Ocak 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-								
Şubat 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-							
Mart 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-						
Nisan 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Mayıs 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Haziran 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Temmuz 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ağustos 94	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 19. Kurşunun istasyonlara göre değişimi.

Kurşun değerlerinde aylara, istasyonlara ve derinliklere göre değişimlerin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). Ölçüm yapılan derinliklerden yüzey ile 10, yüzey ile 25 m ve 10 ile 25 m arasında görülen farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır. Aylara ve istasyonlara göre değişimlerde, hangileri arasındaki farkın önemli olduğu Tablo 22 ve 23'de gösterilmiştir.

Tablo 23. Kurşunun istasyonlara göre karşılaştırılması (önemli olanlar *, önemli olmayanlar - işareti ile verilmiştir, $p < 0.05$).

İstasyonlar	Ç.1	Ç.2	Ç.3	AR1	AR.2	Y.1	T.1	T.2	T.3	F.1	AK.2
Ç.2	*										
Ç.3	*	*									
AR.1	-	*	*								
AR.2	*	-	-	*							
Y.1	*	-	-	*	-						
T.1	-	-	*	-	*	*					
T.2	*	-	-	*	-	-	*				
T.3	*	*	-	*	*	-	*	-			
F.1	-	-	*	-	*	*	-	*	*		
AK.1	*	-	*	-	-	-	-	-	*	-	
AK 2	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*

3.8. Değirmendere'de Kirletici Yükleri

Değirmendere'de mevsimsel olarak ölçülen fosfat, anyonik deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun değerleri Tablo 24'de verilmiştir. Ölçüm süresince Değirmendere'de fosfatın 0.06 ile 0.18 mg/l, anyonik deterjanın 0.301 ile 0.448 mg/l, fenolün 0.006 ile 0.011 mg/l, demirin 0.035 ile 0.058 mg/l, bakırın 4.1 ile 6.8 μ g/l ve kurşun miktarının 4.6 ile 6.8 μ g/l arasında değiştiği tesbit edilmiştir. Mevsimsel olarak yapılan ölçümlerden ortalama değerler alınarak hesaplanan kirletici yükleri Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 24. Değirmendere'de mevsimsel olarak ölçülen fosfat, deterjan, fenol, demir (mg/l), bakır ve kurşun (μ g/l) değerleri.

Örnekleme Mevsimi	Parametreler					
	Fosfat	Deterjan	Fenol	Demir	Bakır	Kurşun
Kış 93	0.06	0.448	0.011	0.058	6.8	6.8
İlkbahar 93	0.10	0.342	0.010	0.049	6.3	6.2
Yaz 93	0.12	0.301	0.006	0.035	4.6	5.6
Sonbahar 93	0.16	0.322	0.007	0.056	5.2	6.1
Kış 94	0.12	0.381	0.006	0.049	4.9	5.9
İlkbahar 94	0.10	0.441	0.006	0.041	4.6	5.3
Yaz 94	0.18	0.324	0.007	0.043	4.1	4.6

Tablo 25. Değirmendere'de belirlenen yıllık kirletici yükleri.

Parametreler	Ortalama Değer	Denize Taşınan Miktar (ton/yıl)
Fosfat (mg/l)	0.12±0.04	38.73
Deterjan (mg/l)	0.365±0.059	128.51
Fenol (mg/l)	0.008±0.002	2.82
Demir (mg/l)	0.049±0.011	17.21
Bakır (µg/l)	5.2±1.3	1.83
Kurşun (µg/l)	5.7±0.7	2.00

3.9. Karadere'de Kirletici Yükleri

Karadere'de mevsimsel olarak ölçülen fosfat, anyonik deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun değerleri Tablo 26'da verilmiştir. Ölçüm süresince Karadere'de fosfat miktarı 0.05 ile 0.15 mg/l, anyonik deterjan miktarı 0.121 ile 0.224 mg/l, fenol miktarı 0.006 ile 0.008 mg/l, demir miktarı 0.036 ile 0.065 mg/l, bakır miktarı 4.0 ile 5.8 µg/l ve kurşun miktarı 4.4 ile 6.1 µg/l arasında değişmiştir. Mevsimsel olarak yapılan ölçümlerden ortalama değerler alınarak hesaplanan kirletici yükleri Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 26. Karadere'de mevsimsel olarak ölçülen fosfat, deterjan, fenol, demir (mg/l), bakır ve kurşun (µg/l) değerleri.

Örnekleme Mevsimi	Parametreler					
	Fosfat	Deterjan	Fenol	Demir	Bakır	Kurşun
Kış 93	0.05	0.210	0.007	0.065	5.8	6.1
İlkbahar 93	0.14	0.201	0.006	0.045	5.4	5.6
Yaz 93	0.11	0.121	0.006	0.057	4.3	4.4
Sonbahar 93	0.08	0.181	0.006	0.041	4.8	4.8
Kış 94	0.06	0.224	0.007	0.038	4.7	4.8
İlkbahar 94	0.15	0.191	0.008	0.043	4.3	4.7
Yaz 94	0.13	0.158	0.008	0.036	4.0	4.5

Tablo 27. Karadere'de belirlenen yıllık kirletici yükleri.

Parametreler	Ortalama Değer	Denize Taşınan Miktar (ton/yıl)
Fosfat (mg/l)	0.10±0.04	33.90
Deterjan (mg/l)	0.184±0.035	62.39
Fenol (mg/l)	0.007±0.001	2.37
Demir (mg/l)	0.046±0.513	15.60
Bakır (µg/l)	4.7±0.7	1.59
Kurşun (µg/l)	5.0±0.7	1.71

3.10. Mezgıt Balığı Örneklerinde Metal Birikimleri

Mezgıt örnekleri analiz edilerek elde edilen metal konsantrasyonlarının ortalama değerleri alınmış ve bu değerlerin örnekleme zamanına ve yerine göre değişimleri Tablo 28, 29, 30, 31 ve 32'de verilmiştir.

Araştırma süresince incelenen mezgıt balığı örneklerinde bakır konsantrasyonunun 0.021-0.938 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir. Ölçüm yapılan balık örneklerinde bakırın zamansal ve alansal dağılımı incelendiğinde en yüksek değer 0.428 $\mu\text{g/g}$ ile Yaz 1994'de Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde, en düşük değer ise 0.081 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak İlkbahar 1994'de Y.1 istasyonundan alınan örneklerde olduğu saptanmıştır. Zamansal dağılıma göre sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde bakır konsantrasyonları sırasıyla 0.262, 0.307, 0.185 ve 0.263 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak tesbit edilmiştir. İstasyonlara göre dağılımda ise Ç.1, AR.1, Y.1, T.1, F.1, AK.1 istasyonlarından alınan örneklerde ortalama bakır değerleri sırasıyla 0.368, 0.262, 0.148, 0.199, 0.332, 0.216 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Bakır değerlerinin mevsimlere göre değişiminin önemli olmadığı fakat istasyonlara göre değişimin ise önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

Tablo 28. Mezgıt balıklarında bakır konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).

MEVSİMLER	İSTASYONLAR					
	Ç.1	AR.1	Y.1	T.1	F.1	AK.1
Sonbahar 93	0.385±0.057 n=7	0.287±0.055 n=3	0.157±0.094 n=3	0.231±0.044 n=3	0.301±0.102 n=3	0.213±0.125 n=4
Kış 94	0.410±0.024 n=4	0.310±0.046 n=3	0.208±0.138 n=3	0.287±0.067 n=3	0.357±0.012 n=5	0.270±0.142 n=4
İlkbahar 94	0.250±0.009 n=3	0.218±0.077 n=8	0.081±0.028 n=3	0.139±0.020 n=3	0.252±0.058 n=5	0.167±0.129 n=3
Yaz 94	0.428±0.089 n=8	0.234±0.045 n=3	0.146±0.046 n=3	0.138±0.025 n=3	0.416±0.165 n=3	0.217±0.084 n=5

Mezgıt balıklarında mevsimsel olarak ölçülen demir miktarının 0.381- 3.010 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği saptanmıştır. Zamansal ve alansal dağılıma göre en yüksek demir konsantrasyonu Sonbahar 1993'de 2.326 $\mu\text{g/g}$, T.1 istasyonundan alınan örneklerde, en düşük değer ise İlkbahar 1994'de 0.763 $\mu\text{g/g}$ olarak AR.1 istasyonundan alınan örneklerde belirlenmiştir. Zamansal dağılıma göre sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde demir miktarının değişimi sırasıyla 1.249, 1.039, 1.316 ve 0.946 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak tesbit edilmiştir. Alansal dağılıma göre ise Ç.1, AR.1, Y.1, T.1, F.1, AK.1 istasyonlarından alınan örneklerde ortalama demir değerleri sırasıyla 1.289, 0.931, 2.002, 0.733, 1.022 ve 0.847 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Demir değerlerinin mevsimsel olarak değişimi önemli bulunmazken, istasyonlara göre değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$).

Tablo 29. Mezgit balıklarında demir konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).

MEVSİMLER	İSTASYONLAR					
	Ç.1	AR.1	Y.1	T.1	F.1	AK.1
Sonbahar 93	1.317 \pm 0.443 n=7	1.147 \pm 0.159 n=3	0.858 \pm 0.430 n=3	2.326 \pm 0.474 n=3	0.863 \pm 0.180 n=3	0.984 \pm 0.366 n=4
Kış 94	0.938 \pm 0.228 n=4	0.897 \pm 0.227 n=3	0.478 \pm 0.261 n=3	2.218 \pm 0.692 n=3	0.813 \pm 0.067 n=5	0.890 \pm 0.112 n=4
İlkbahar 94	1.729 \pm 0.569 n=3	0.863 \pm 0.286 n=8	1.034 \pm 0.187 n=3	2.227 \pm 0.138 n=3	1.439 \pm 0.489 n=5	0.701 \pm 0.326 n=3
Yaz 94	1.171 \pm 0.492 n=8	0.917 \pm 0.203 n=3	0.562 \pm 0.445 n=3	1.237 \pm 0.525 n=3	0.974 \pm 0.346 n=3	0.813 \pm 0.266 n=5

Çalışma süresince ölçüm yapılan mezgit örneklerinde kurşun konsantrasyonunun 0.014 ile 0.291 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği tesbit edilmiştir. Zamansal ve alansal dağılıma göre en yüksek ve en düşük kurşun değerleri Yaz 1994'de 0.198 $\mu\text{g/g}$, Sonbahar 1993'de 0.046 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde belirlenmiştir. Mevsimsel dağılıma göre sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde kurşun konsantrasyonunun değişimi sırasıyla 0.071, 0.079, 0.108, 0.117 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Alansal dağılıma göre ise Ç.1, AR.1, Y.1, T.1, F.1, AK.1 istasyonlarından alınan örneklerde ortalama kurşun değerleri sırasıyla 0.105, 0.070, 0.098, 0.109, 0.094 ve 0.087 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak saptanmıştır. Kurşun değerlerinde istasyonlara ve mevsimlere göre oluşan farklılığın önemli olmadığı tesbit edilmiştir.

Tablo 30. Mezgit balıklarında kurşun konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).

MEVSİMLER	İSTASYONLAR					
	Ç.1	AR.1	Y.1	T.1	F.1	AK.1
Sonbahar 93	0.046 \pm 0.038 n=7	0.062 \pm 0.016 n=3	0.074 \pm 0.037 n=3	0.080 \pm 0.051 n=3	0.103 \pm 0.013 n=3	0.061 \pm 0.034 n=4
Kış 94	0.056 \pm 0.017 n=4	0.075 \pm 0.042 n=3	0.084 \pm 0.015 n=3	0.080 \pm 0.050 n=3	0.048 \pm 0.047 n=5	0.099 \pm 0.013 n=4
İlkbahar 94	0.121 \pm 0.043 n=3	0.068 \pm 0.027 n=8	0.109 \pm 0.032 n=3	0.106 \pm 0.031 n=3	0.129 \pm 0.026 n=5	0.107 \pm 0.040 n=3
Yaz 94	0.198 \pm 0.035 n=8	0.072 \pm 0.009 n=3	0.129 \pm 0.063 n=3	0.125 \pm 0.070 n=3	0.096 \pm 0.048 n=3	0.079 \pm 0.034 n=5

Araştırma süresince incelenen balık örneklerinde kadmiyum konsantrasyonunun 0.010 ile 0.117 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir. Ölçüm yapılan örneklerde kadmiyumun zamansal ve alansal dağılımı incelendiğinde en yüksek değere Kış 94'de Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde, en düşük değere ise İlkbahar 1994'de T.1 istasyonundan alınan örneklerde rastlanmıştır. Zamansal dağılıma göre sonbahar, kış,

İlkbahar ve yaz mevsimlerinde kadmiyum konsantrasyonunun değişimi sırasıyla 0.023, 0.026, 0.042 ve 0.042 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak saptanmıştır. Alansal dağılıma göre ise Ç.1, AR.1, Y.1, T.1, F.1, AK.1 istasyonlarından alınan örneklerde ortalama kadmiyum değerleri sırasıyla 0.065, 0.030, 0.026, 0.012, 0.041 ve 0.052 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Mezgıt balıklarındaki kadmiyum miktarlarının mevsimlere ve istasyonlara göre değişiminin önemli olmadığı saptanmıştır.

Tablo 31. Mezgıt balıklarında kadmiyum konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).

MEVSİMLER	İSTASYONLAR					
	Ç.1	AR.1	Y.1	T.1	F.1	AK.1
Sonbahar 93	0.037±0.024 n=7	0.023±0.010 n=3	<0.003	0.026±0.006 n=3	0.038±0.022 n=3	0.113±0.045 n=4
Kış 94	0.092±0.037 n=4	<0.003	0.026±0.010 n=3	0.023±0.010 n=3	<0.003	0.016±0.007 n=4
İlkbahar 94	0.086±0.026 n=3	0.044±0.020 n=8	<0.003	0.010±0.009 n=3	0.075±0.031 n=5	0.039±0.012 n=3
Yaz 94	0.046±0.028 n=8	0.051±0.020 n=3	0.023±0.017 n=3	0.046±0.017 n=3	0.050±0.020 n=3	0.038±0.019 n=5

Çalışmada mezgıt örneklerinde mevsimsel olarak ölçülen çinko konsantrasyonunun 0.326 ile 5.756 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir. Çinkonun zamansal ve alansal dağılımına göre en yüksek değere Yaz 1994' de Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde 2.923 $\mu\text{g/g}$, en düşük değere ise AK.1 istasyonundan alınan örneklerde 0.696 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak rastlanmıştır. Zamansal dağılıma göre sonbahar, kış, ilkbahar, yaz mevsimlerinde çinko konsantrasyonunun değişimi sırasıyla 1.323, 1.111, 1.387, 1.677 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Alansal dağılıma göre ise Ç.1, AR.1, Y.1, T.1, F.1, AK.1 istasyonlarından alınan örneklerde ortalama çinko değerleri sırasıyla 2.032, 1.039, 0.923, 1.943, 1.314, 0.998 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak saptanmıştır.

Tablo 32. Mezgıt balıklarında çinko konsantrasyonunun mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).

MEVSİMLER	İSTASYONLAR					
	Ç.1	AR.1	Y.1	T.1	F.1	AK.1
Sonbahar 93	1.577±0.334 n=7	1.062±0.132 n=3	2.415±0.471 n=3	1.043±0.115 n=3	1.146±0.417 n=3	0.696±0.234 n=4
Kış 94	1.493±0.358 n=4	0.866±0.280 n=3	1.398±0.263 n=3	0.771±0.406 n=3	1.089±0.459 n=5	1.048±0.157 n=4
İlkbahar 94	2.135±0.170 n=3	0.791±0.305 n=8	1.951±0.268 n=3	0.898±0.208 n=3	1.328±0.672 n=5	1.216±0.360 n=3
Yaz 94	2.932±0.588 n=8	1.435±0.383 n=3	1.995±0.875 n=3	0.978±0.352 n=3	1.691±0.417 n=3	1.031±0.339 n=5

Çinko değerlerinde mevsimlere ve istasyonlara göre değişimin önemli olduğu tesbit edilmiştir ($p < 0.01$, $p < 0.001$).



4. İRDELEME

Bu araştırmada, Çamburnu - Akçaabat arasında belirlenen 12 istasyondan ve Değir-mendere ile Karadere'den alınan su örneklerinde çeşitli analizler yapılmış ve elde edilen bulgular tablo ve şekillerde verilmiştir. Ayrıca kıyıda 1 km açıkta bulunan kaynak istasyonlardan avlanan mezgit balıklarında ağır metal düzeyleri tesbit edilmiştir.

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde sıcaklığın aylara ve derinliğe göre değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). Fakat istasyonlara göre sıcaklık değerlerinin karşılaştırılmasında önemli bir farkın olmadığı grlmştir. Bunun istasyonların birbirine yakın olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Yıllar itibariyle bir karşılaştırma yapıldığında 1994 yılında deniz suyu sıcaklığının 1993 yılına göre daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. lm yapılan her iki yılın şubat aylarında deniz suyu sıcaklığının en düşük, ağustos aylarında ise en yüksek değeri aldığı belirlenmiştir. Ayrıca 1993 yılının kiş aylarında su sıcaklığında derinliğe bağlı bir artış gözlenirken, aynı durum 1994 yılında görülmemiştir. Sıcaklığın derinliğe bağlı değişiminde dikkate değer bir olay ise; Eylül 1993 tarihinde yüzey suyu sıcaklığı ortalaması 22.1°C iken, bu ayda 25 m derinlikteki su sıcaklığının 9.5°C'ye kadar düşmesidir. Bunun nedeni alt tabakalardaki soğuk su akıntılarının varlığı olabilir. Bazı araştırmacılar Karadeniz'de mevcut bu tip akıntılar olduğunu ve bunun 25 m derinlik civarlarında suların ani soğumasına sebebiyet verdiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar Karadeniz'de sıcaklık değişimlerinin en fazla atmosfer ile direkt etkileşim halindeki, mevsimsel termoklin tabakası üzerinde kalan su kütlelerinde meydana geldiğini belirlemişlerdir. Ortalama olarak 100 m nin altındaki sularda sıcaklığın hemen hemen sabit kaldığı, yüzeyde yaklaşık 50-60 m kalınlığındaki su kütlelerinde ise mevsimlere bağlı olarak önemli değişimlerin olduğu saptanmıştır [65].

Oksijen değerleri sıcaklıkla ters orantılı olacak şekilde değişmektedir. Bunun nedeni, sıcaklığın artışına paralel olarak deniz suyunun oksijen bağlama kapasitesinde meydana gelen düşmedir [65]. En yüksek çözünmüş oksijen değeri sıcaklığın en düşük olduğu Mart 1993'de 11.3 mg/l olarak llmştir. Daha sonra deniz suyu sıcaklığının artışına paralel olarak Ağustos 1993'e kadar oksijen miktarında düşüş olmuştur. Aynı durum 1994 yılında ölçüm yapılan aylarda da grlmştir. Oksijenin derinliğe göre dağılımlında Haziran 1993'den itibaren bir tabakalaşmanın olduğu, bunun Temmuz 1993'de devam ettiği ancak

Ağustos 1993'de homojen bir dağılımın meydana geldiği görülmektedir. Eylül 1993'de yeniden başlayan tabakalaşmanın Aralık 1993'de son bulduğu ve bundan sonra araştırmanın sonu olan Ağustos 1994'e kadar genelde homojen bir dağılımın olduğu tesbit edilmiştir. Karadeniz'de çözülmüş oksijen dağılımı ile ilgili yapılan bir çalışmada, çözülmüş oksijenin yüzeyden derine inildikçe artış gösterdiği ve 20-50 m ler arasında en yüksek değere ulaştığı bildirilmektedir. Söz konusu çalışmada bunun, fotosentez reaksiyonları sonucu açığa çıkan oksijenin suda çözünmesinden ileri geldiği vurgulanmaktadır [45]. Eylül 1993 tarihinde 25 m civarındaki soğuk su akıntısı buradaki suların oksijen bakımından zenginleşmesini sağlamıştır. Oksijen değerlerinin dağılımı ile ilgili yapılan istatistiksel değerlendirmede, istasyonlara göre değişimin önemli olmadığı, aylara ve derinliğe bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin ise önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

Fiziksel parametrelerden tuzluluğun aylar itibariyle ve derinliğe bağlı olarak değişiminin önemli olduğu belirlenirken ($p<0.001$), istasyonlara göre farkın önemli olmadığı saptanmıştır. Tuzluluğun aylar itibariyle değişiminde tam anlamıyla bir periyodizm görülmemekle beraber özellikle sıcaklığın yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos 1994'de tuzluluk değerlerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca ölçüm yapılan tüm aylarda tuzluluğun derine inildikçe arttığı gözlenmiştir. Murray [66] yaptığı çalışmada yüzeyde % 18 olan tuzluluğun derine inildikçe arttığını, 150-200 metre derinlikten sonra artışın sifira yaklaştığını belirlemiştir. Yağışların bol olduğu Şubat ve Mart 1994'de deniz suyunun tuzluluk değerlerinde önemli düşüşler olmuştur. Karadeniz'de yapılan bir çalışmada tuzluluğun yüzeydeki 50 m lik tabakada % 18 ile % 18.5 arasında değiştiği ve 20 m ye kadar olan su tabakasında mevsimsel olarak % 1 düzeyinde farklılığın olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada Kuzey Karadeniz'de yağışlar nedeniyle tatlı su girdisinin arttığı dönemlerde tuzluluk değerlerinde düşüşlerin olduğu saptanmıştır [44].

Deniz suyunun tuzluluğuna ve diğer fiziksel parametrelere bağlı olarak değişen iletkenlik değerlerinin aylara ve derinliğe göre dağılımının önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Fakat istasyonlar arası farkın önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek iletkenlik değerleri tuzluluk ve sıcaklığın yüksek olduğu Ağustos 1994'de ölçülmüştür.

Örnekleme dönemini içeren 18 aylık süre içerisinde fosfat dağılımı incelendiğinde aylar ve istasyonlar itibariyle fosfat miktarında görülen değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Fosfat değerlerinde kıyıda açığa gidildikçe bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durum deniz suyundaki fosfatın büyük oranda karasal kökenli olduğunu göstermektedir. Yapılan bir çalışmada Karadeniz'e akarsularla birlikte 55.000 ton mineral fosforun ve 30.000 ton organik fosforun taşındığı belirlenmiştir [67].

Aylara göre yapılan değerlendirmede, en yüksek fosfat miktarının Aralık 93'de 0.154 mg/l olduğu görülmektedir. Deniz suyundaki fosfat konsantrasyonunun karasal kökenli

girdilere ve fitoplanktonik canlıların aktivitelerine göre değiştiği ve özellikle plankton patlamasının deniz suyundaki fosfatın azalmasına neden olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir [68, 69]. Bu araştırmada Aralık 1993'de fosfat miktarının yüksek oluşu sözkonusu dönemde yağışların fazla olması nedeniyle karadan denize giren fosfat miktarının artışından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca 1994 Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında fosfat miktarında görülen önemli derecedeki azalmanın, yağışların az olması ve plankton üretimindeki artıştan kaynaklandığı söylenebilir. 1993 Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında fosfat miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Bunun, sözkonusu aylarda yağışların fazla olmasından ileri gelebileceği söylenebilir.

Fosfatın istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde en yüksek ortalama değer in Faroz yöresindeki F.1 istasyonunda belirlendiği görülmektedir. Bunun şehir kanalizasyon suyunun bu yöreye boşaltılmasından ileri geldiği söylenebilir. Derinliğe göre dağılımda genelde bir düzenlilik olmasına rağmen, fosfat konsantrasyonunda derinliğe göre oluşan farkların önemli olmadığı görülmektedir. Fonselius [70] yaptığı çalışmada fosfat miktarının 25 m derinliğe kadar değişmediğini belirlemiştir. Baştürk ve ark. [51] Karadeniz'de su sütununda fosfat konsantrasyonunun 50 m derinliklere kadar değişmediğini ve bu derinlikten sonra artmaya başladığını saptamışlardır. Bu çalışmada elde edilen değerler Fonselius [70], Baştürk ve ark. [51]'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Romanya'nın Köstence kıyılarında yapılan çalışmalarda PO_4-P miktarının 1960-1970 yılları arasında ortalama $10.5 \mu g/l$ olduğu ve 1986-1988 yılları arasında bu değer in $262.0 \mu g/l$ 'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir [71]. Bu çalışmada elde edilen bulgular Köstence kıyılarında belirlenen değerlerden daha düşüktür.

Türkiye'de üretilen deterjanlarda katkı maddesi olarak polifosfatlar kullanılmaktadır [72]. Buna göre deterjanlı suların denizlere boşaltılması kıyılarda fosfat miktarının artışına sebep olabilir. Fakat bu çalışmada deterjan ve fosfat miktarları arasında herhangi bir ilişkinin varlığı belirlenememiştir. Bunun, deniz suyundaki fosfat konsantrasyonu üzerine birçok faktörün etkisi olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Spektrofotometrik yöntemle ölçülen anyonik deterjan miktarının zamansal dağılımı incelendiğinde aylara göre değişimin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.001$). Özellikle kış aylarında anyonik deterjan miktarının yüksek, yaz aylarında ise düşük olduğu saptanmıştır. Bunun, yaz aylarında görülen sıcaklık artışının yüzey aktif maddenin parçalanma sürecini hızlandırmasından ileri geldiği söylenebilir. Nitekim anyonik deterjan ile sıcaklık arasında ters bir ilişkinin varlığı tesbit edilmiş olup, bunun önemli olduğu saptanmıştır ($r = 0.61$, $p < 0.05$). Deterjanların parçalanması ile ilgili yapılan bir çalışmada sıcaklığın parçalanmayı etkin bir şekilde hızlandırdığı belirlenmiştir. Bunun sıcaklığın

yükselmesi ile birlikte bakteri faaliyetlerinde belirgin bir artışın olmasından ileri geldiği belirtilmektedir [73].

Anyonik deterjan miktarında istasyonlar arası farklılıkların önemli olduğu tesbit edilmiştir ($p < 0.001$). Yapılan ölçümler sonucu en yüksek anyonik deterjan miktarı F.1 istasyonunda 0.041 mg/l olarak belirlenmiştir. Bunun, şehir kanalizasyon sularının bu bölgeye boşaltılmasından ileri geldiği söylenebilir. Kaynak istasyonlarda en düşük anyonik deterjan değeri Y.1 istasyonunda 0.024 mg/l olarak ölçülmüştür. Deterjan değerlerinin alansal dağılımı incelendiğinde, yoğun yerleşim bölgelerine yakın olan istasyonlarda anyonik deterjan değerlerinin diğer bölgelere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Kıyıda açığa doğru dağılıma bakıldığında, kaynak istasyonlarda belirlenen ortalama anyonik deterjan miktarı 0.031 mg/l, kıyı istasyonlarda 0.019 mg/l ve referans istasyonlarda 0.003 mg/l'dir. Karadeniz'in kuzey kıyılarında yapılan bir çalışmada anyonik deterjan miktarının ortalama 0.1 mg/l olduğu ve Tuna Nehri ağzında bu değer 1.2 mg/l'ye ulaştığı bildirilmektedir [74]. İzmir körfezinde yapılan başka bir çalışmada anyonik deterjan miktarının 0.68 ile 1.98 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir [13]. Her iki çalışmada da elde edilen deterjan miktarlarının bu çalışmada elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Deterjanların sulardaki biyolojik aktiviteyi önemli derecede etkilediği ve deniz suyunda deterjan miktarının 0.1 mg/l'den fazla olması durumunda organizmalara toksik etki yapacağı bildirilmektedir. Ayrıca deniz suyundaki deterjan miktarının letal dozun altında olsa dahi, larva ve yumurtaların gelişimini olumsuz yönde etkilediği ifade edilmektedir [16, 75]. Bu çalışmanın yapıldığı bölgede özellikle şehir kanalizasyon sularının boşaldığı F.1 istasyonunda anyonik deterjan miktarının bu değere yakın ve bazen üzerinde olduğu ve bunun, ortamda yaşayan canlıları olumsuz yönde etkileyeceği söylenebilir.

Anyonik deterjanın derinliğe göre dağılımında genelde düzenli bir azalma görülmüş ve bunun önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). Bu azalmanın çeşitli yollarla deniz ortamına giren anyonik deterjanların dibe doğru çökmesi esnasında parçalanma sürecinin devam etmesinden kaynaklandığı söylenebilir. İzmir Körfezi'nde yapılan bir çalışmada anyonik deterjanın derinliğe göre dağılımında düzensiz bir değişimin olduğu gözlenmiştir. Araştırmada bunun, anyonik deterjan absorblayan canlıların zamanla ölerek dibe doğru çökmesi sonucu, bu maddelerin deniz tabanına taşınmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir [13]. Çalışmada anyonik deterjanın derinliğe göre dağılımı ile ilgili elde edilen verilerin, İzmir Körfezi'nde elde edilen bulgularla benzerlik göstermediği görülmektedir. Bu iki çalışmada derinliğe göre dağılımın farklı olmasının nedeni deterjan üretiminde kullanılan yüzey aktif maddelerin parçalanma özelliğinden ileri gelebilir. Çünkü Türkiye'de üretilen deterjanların tamamına yakın bir kısmının aktif

maddesini 1987 yılına kadar Dodesil Benzen (DDB) oluşturmaktaydı. Ancak 1987 yılından itibaren deterjan üretiminde hızlı ve yüksek oranda parçalanabilen Lineer Alkil Benzen (LAB) kullanılmaya başlanmıştır [12]. Deterjanların parçalanması ile ilgili yapılan bir araştırmada yüzey aktif maddelerin su ortamlarında parçalanmasının bu ortamlarda bulunan diğer kirletici maddelerin konsantrasyonuna bağlı olduğu ve kirlenmiş sularda parçalanmanın yavaşladığı belirtilmektedir [76]. Yoğun şekilde sanayi ve evsel atıkların boşaltıldığı İzmir körfezinde kirletici konsantrasyonlarının yüksek olduğu bildirilmektedir [13]. Buna göre çalışma alanındaki kirletici düzeylerinin İzmir Körfezi'ne göre düşük olmasının, deterjan aktif maddelerinin daha kısa sürede parçalanmasına ve derinliğe göre dağılımda düzenli bir değişimin görülmesine neden olabileceği söylenebilir.

Kıyı sularında kontaminant olarak bulunan fenolün aylara, istasyonlara ve derinliğe göre değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). En düşük ortalama fenol değeri Aralık 93 ve en yüksek değer ise Ağustos 94'de saptanmıştır. Aylara göre fenol değerlerinde uniform bir dağılım görülmemekle birlikte, özellikle Ekim 93'den itibaren çalışma sonuna kadar sürekli bir artışın olduğu gözlenmiştir. Kıyı sularındaki fenol bileşiklerinin doğal olarak bazı deniz organizmaları tarafından üretildiği gibi çoğu antropojenik kökenli olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir [77]. Buna göre çalışmada antropojenik kökenli fenol girdisinin zamanla değişiminin aylara göre dağılımda bir düzensizliğe neden olabileceği söylenebilir.

İstasyonlara göre fenol dağılımı incelendiğinde, en yüksek fenol değerinin T.1 istasyonundan alınan örneklerde 0.0081 mg/l olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Faroz bölgesindeki F.1 istasyonunda da fenol miktarının yüksek 0.0074 mg/l olduğu görülmektedir. Bu durumun T.1 istasyonunun Değirmendere, Sanayi Sitesi, Trabzon Limanı'ndan gelen atıklardan ve F.1 istasyonunun ise şehir kanalizasyonundan etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Kıydan açığa doğru gidildiğinde ortalama fenol değerinin, kaynak istasyonlarda 0.0071 mg/l, kıyı istasyonlarda 0.0048 mg/l ve referans istasyonlarda 0.0016 mg/l olduğu belirlenmiştir. Buna göre kıyı sularındaki fenol bileşiklerinin önemli bir kısmının karasal kökenli olduğu anlaşılmaktadır.

Genelde yüzeyden derine inildikçe fenol konsantrasyonunda bir azalmanın olduğu görülmektedir. Bu azalmanın, fenolün bakteriler tarafından parçalanması ve bazı organizmalar tarafından absorbe edilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Sevastopol sahillerinde yapılan çalışmalarda deniz suyunda ortalama fenol miktarı 0.0030 mg/l olarak belirlenirken, Yalta sahillerinde bu değer 0.0065 mg/l'e kadar yükseldiği tesbit edilmiştir [75]. 19919 sayılı Su Kirliliği Yönetmeliği'nde verilen deniz suyu kalite kriterlerinde fenol miktarının 0.001 mg/l'yi aşmaması gerektiği bildirilmektedir [78]. Buna göre çalışma sahasında ölçülen fenol değerlerinin özellikle kaynak ve kıyı istasyonlarda yüksek olduğu görülmektedir.

Yapılan araştırmalar 1 ppm düzeyindeki fenol miktarının sucul ortamlarda yaşayan organizmalara toksik etki yapacağını göstermiştir. Ayrıca fenol bileşiklerinin suyun, organizmaların tadını ve kokusunu değiştirdiği bildirilmektedir [79, 80]. Kefal balıklarıyla ilgili yapılan bir çalışmada, 0.5 mg/l fenol ihtiva eden sularda tutulan balıkların 8 gün süreyle hiç etkilenmediği, konsantrasyonun artışına paralel olarak balıklarda bazı arazların görülmeye başladığı ve 25 mg/l'lik konsantrasyonda ise 1 saat içerisinde balıkların öldüğü gözlenmiştir. Aynı araştırmada bazı bakterilerin fenol parçalayarak deniz ortamında birikimini önlemeleri nedeniyle orta düzeyde fenol konsantrasyonunun önemli problemlere sebebiyet vermeyeceği belirtilmektedir [23].

Buna göre çalışma alanında belirlenen fenol değerlerinin deniz ortamındaki organizmalara olumsuz etki yapmayacağı, ancak Su Kirliliği Yönetmeliği'nde verilen üst limiti aştığı görülmektedir.

Denizlerde önemli biyoaktif elementlerden olan demirin aylara, istasyonlara ve derinliğe göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tesbit edilmiştir ($p < 0.001$). Demir konsantrasyonunun zamansal dağılımı incelendiğinde, aylara göre düzenli bir değişimin olmadığı ve özellikle 1993 Yaz mevsiminde konsantrasyonun diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Atlantik Okyanusu'nun kuzeyinde yapılan bir çalışmada temmuz ayında ölçülen çözünmüş demir miktarının ekim ayındaki değerden daha yüksek olduğu belirtilmiştir [32]. Bu araştırmada elde edilen bulgular Atlantik Okyanusu'nda elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir. Kuzey Pasifik'te yapılan başka bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aynı araştırmada demir miktarının zamansal değişimine, atmosferden girdinin, hidrografik ve biyolojik işlemler ile fotoredksiyonun artmasının neden olduğu belirtilmektedir. Deniz suyundaki çözünmüş demir miktarının yaz aylarında su sıcaklığının yükselmesiyle bu olaylarda görülen çoğalmadan dolayı arttığı vurgulanmaktadır [33]. Diğer bir araştırmada, rüzgar ile taşınımın deniz suyundaki demir konsantrasyonunun artmasına, demirin plankton tarafından tüketilmesi ve demir ihtiva eden partiküllerin çökmesinin ise yüzeyde demir miktarının azalmasına sebep olduğu belirtilmiştir [81].

Alansal dağılımda en yüksek ortalama demir konsantrasyonu T.1 istasyonunda 0.0064 mg/l olarak saptanmıştır. T.1 istasyonunda demir konsantrasyonunun daha yüksek olması bu istasyonun Değerindere ve Sanayi Sitesi'nden etkilenen bir bölgede bulunmasından kaynaklanmış olabilir. Kıyıdan açığa gidildikçe deniz suyundaki demir miktarında önemli bir azalmanın olduğu görülmektedir. Kaynak istasyonlarda ortalama demir değerleri 0.0047 mg/l iken, kıyı istasyonlarda bu değer 0.0022 mg/l, referans istasyonlarda ise 0.0018 mg/l'dir. Kaynak istasyonlarda demir konsantrasyonunun kıyı ve referans istasyonlara nazaran yüksek olması, bu alanlardaki demirin önemli bir kısmının karasal kökenli olduğunu göstermektedir. Kuzey Denizi'nde yapılan bir çalışmada dört

farklı bölgeden alınan örneklerde partikül halindeki demir miktarının 0.054-0.499 mg/l, çözülmüş demir miktarının ise 0.001 ile 0.006 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmacılar partikül halindeki demir miktarının çözülmüş demir miktarından çok, askı yük miktarına bağlı olduğunu bildirmişlerdir [82]. Kuzey Denizi'nde elde edilen bulguların bu araştırmada elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Baltık Denizi'nde yapılan başka bir çalışmada demir konsantrasyonunun 0.0007 ile 0.0010 mg/l arasında değiştiği tesbit edilmiştir [81]. Baltık Denizi'ndeki araştırmada düşük değerlerin elde edilmesinin nedeni çalışmanın açık sulara yapılmasından kaynaklanmaktadır. Demirin alansal dağılımı, rüzgar ile taşınım, denizaltı hidrotermal girişler, fotokimyasal reaksiyonlar, fitoplankton tarafından kullanım, demir içeren partiküllerin çökmesi, yatay, düşey karışımlar ve adveksiyonun etkisi altındadır [83, 84]. Bu nedenle deniz suyun-daki demirin alansal dağılımındaki farklılıkları açıklamak oldukça güçtür.

Bu araştırmada, demir konsantrasyonunun çoğunlukla yüzey suyunda yüksek olduğu ve derine inildikçe uniform bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Atlantik Denizi'nin kuzeyinde yapılan çalışmada demir konsantrasyonunun yüzeyden 50 m derinliğe kadar azaldığı ve bu derinlikten itibaren tekrar arttığı saptanmıştır [32]. Bu çalışmada demirin düşey dağılımı ile ilgili elde edilen bulguların Atlantik Denizi'nde elde edilen verilerle benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Bakır konsantrasyonunun aylara, istasyonlara ve derinliğe göre değiştiği ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). Bakır değerlerinin zamansal değişimi incelendiğinde dağılımın uniform olmadığı görülmektedir. Araştırma süresince ölçülen en yüksek bakır değeri 7.3 $\mu\text{g/l}$ 'dir. Ocak, Şubat ve Mart 1993 aylarında belirlenen bakır değerleri sırasıyla 2.3, 2.4, 3.7 $\mu\text{g/l}$ olup, bu değerlerin diğer aylara göre oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Bakır konsantrasyonunun yüksek olmasının nedeni, bu dönemde yağışların diğer aylara göre daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir.

Alansal dağılıma göre en yüksek ortalama bakır değeri Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde 1.91 $\mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir. Bunun yörede bulunan Kutlular Bakır İşletmesi'nin atıklarının Sargora Deresi vasıtasıyla denize boşaltılmasından ileri geldiği söylenebilir. Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan araştırmada, aynı bölgede sahil çizgisinin 100 m açığından alınan örneklerde bakır miktarının 3460 $\mu\text{g/l}$ olduğu bildirilmiştir [85]. Bakırın kıydan açığa dağılımı incelendiğinde, kaynak istasyonlarında ortalama bakır değerinin 1.6 $\mu\text{g/l}$, kıyı istasyonlarda 1.0 $\mu\text{g/l}$ ve referans istasyonlarda 0.2 $\mu\text{g/l}$ olduğu görülmektedir. Buna göre deniz suyunda çözülmüş halde bulunan bakırın önemli bir kısmının karasal kökenli olduğu söylenebilir. Haraldsson ve Westerlund [49] yaptıkları çalışmada Karadeniz'de iz metal konsantrasyonlarının alansal olarak değiştiğini bunun akarsular ile taşınım ve deniz suyunun sirkülasyonundan ileri geldiğini ifade etmektedirler. Aynı araştırmacılar Karadeniz'in yüzey suyunda ortalama bakır

miktarının 0.41 µg/l olduğunu belirtmektedirler. Antartik Denizi'nde yapılan çalışmada, deniz suyunda ortalama bakır konsantrasyonu 0.52 µg/l olarak bulunmuştur. Çalışmada bakırın alansal dağılımındaki değişimin önemli olmadığı ve bunun bölgenin antropojenik atıklardan çok az etkilenmesinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir [86]. İsrail'in Akdeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada, bakır miktarının ortalama olarak 2.0 µg/l olduğu tesbit edilmiştir. Araştırmada yerleşim bölgeleri, endüstri ve akarsulardan etkilenen kıyı bölgelerinde bakır miktarının diğer bölgelere nazaran daha yüksek olduğu belirtilmektedir [87]. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Haraldsson ve Westerlund [49]'un Karadeniz'de yaptığı çalışma ile Antartik Denizi ve Akdeniz'de yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Deniz suyunun genel kalite kriterlerine göre bakır miktarının 0.01 mg/l'yi aşmaması gerekmektedir [78]. Buna göre çalışma alanında yapılan ölçümlerden elde edilen değerlerin bu değerden düşük oluşu, bakır kirlenmesinin henüz önemli düzeyde olmadığını göstermektedir. Ancak Çamburnu yöresindeki kıyı bölgesinde Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü tarafından ölçülen bakır değerinin çok yüksek olduğu [85] ve buradaki bakırın deniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir.

Bakır konsantrasyonunun derinliğe göre uniform bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Yüzeiden derine doğru inildikçe bakır miktarında bir azalmanın olduğu görülmektedir. Karadeniz'de yapılan bir çalışmada, bakır miktarının yüzeyde 0.16 µg/l, 15 m de 0.13 µg/l olduğu ve derine inildikçe azalmanın devam ettiği bildirilmiştir. Aynı araştırmada Karadeniz'de oksik sularda bakır konsantrasyonunun yüksek olduğu, anoksik sularda ise düşük olduğu belirtilmektedir [88]. Bu araştırmada elde edilen bulgular sözkonusu çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Ağır metallerden kurşunun aylara, istasyonlara ve derinliğe göre değişiminin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). Araştırma süresince ölçülen en yüksek kurşun değeri 8.0 µg/l'dir. Aylara göre dağılım incelendiğinde, 1993 Şubat, Mart ve Nisan aylarında belirlenen kurşun değerleri sırasıyla 3.3, 3.0, 2.6 µg/l olup, bu değerlerin diğer aylara göre yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun aynı dönemde bölgeye düşen yağış miktarının fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Denizdeki kurşun kaynaklarının önemlilerinden birinin atmosfer olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir [89, 90]. Yapılan bir çalışmada Karadeniz üzerindeki atmosferde kurşun konsantrasyonunun 23 ile 82 ng/m³ arasında değiştiği ve aylara göre dağılımda bir düzensizlik olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada atmosferdeki kurşunun büyük bir miktarının antropojenik kökenli olduğu bildirilmiştir. Karadeniz'in doğu ve batısında atmosferden geçen kurşun miktarı sırasıyla 1500 ve 2400 ton/ yıl olarak hesaplanmıştır [91].

Kurşunun alansal dağılımı incelendiğinde en yüksek kurşun konsantrasyonu Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde 2.3 µg/l olarak belirlenmiştir. Bu bölgede kurşun

miktarının yüksek olması yörede bulunan bakır fabrikasının kurşun içeren atıklarının denize boşaltılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Kıydan açığa doğru gidildikçe ortalama kurşun miktarının kaynak, kıyı ve referans istasyonlarda sırasıyla 1.8, 1.0, 0.5 $\mu\text{g/l}$ olduğu saptanmıştır. Buna göre deniz suyunda bulunan kurşunun büyük bir kısmının karasal kökenli olduğu söylenebilir. Haraldsson ve Westerlund [49] yaptıkları çalışmada Karadeniz'de yüzey suyunda ortalama kurşun konsantrasyonunun 0.56 $\mu\text{g/l}$ olduğunu ve kurşunun alansal dağılımında farklılıkların görüldüğünü belirlemişlerdir. Romanya kıyılarında yapılan çalışmalarda 1984'de ortalama kurşun konsantrasyonu 0.83 $\mu\text{g/l}$, 1985'de ise 3.0 $\mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir. 1985 yılında ölçülen en yüksek kurşun konsantrasyonu ise 12.70 $\mu\text{g/l}$ dir [92]. Baltık Denizi'nin güneyinde kurşun konsantrasyonunun 0.27-1.09 $\mu\text{g/l}$, Gdansk Körfezi'nde ise kurşun miktarının 0.40-0.95 $\mu\text{g/l}$ arasında değiştiği belirlenmiştir [93]. Bu çalışmada elde edilen bulguların Karadeniz, Baltık Denizi ve Gdansk Körfezi'nde yapılan çalışmalarda elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği fakat Romanya sahillerinde belirlenen kurşun miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Romanya sahillerinde kurşun miktarının yüksek olmasının nedeninin bu bölgenin çok miktarda kirletici taşıyan Tuna Nehri'nin etkisinde kalmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Deniz suyu genel kalite kriterlerine göre kurşun miktarının 0.01 mg/l'yi aşmaması gerekmektedir [78]. Buna göre çalışma alanında yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerin bu değerden düşük oluşu kurşun kirlenmesinin henüz önemli düzeyde olmadığını, ancak ölçülen maksimum değer üst limite yaklaştığını göstermektedir.

Yapılan çalışmada kurşun konsantrasyonunun yüzeyden 25 m derinliğe kadar düzenli olarak azaldığı ortaya çıkmıştır. Karadeniz'de yapılan bir çalışmada kurşunun derinliğe göre dağılımında bir düzensizliğin olduğu ancak bunun 20-25 m derinliklerden sonra başladığı ve 50-70 m lerde kurşun miktarında belirgin bir azalmanın görüldüğü belirtilmiştir [88]. Bu çalışmada elde edilen bulgular sözkonusu çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın yapıldığı Çamburnu - Akçaabat arasında çok sayıda akarsu bulunmaktadır (Ek Tablo 3). Araştırmacılar denizlerdeki kirleticilerin büyük oranda akarsular tarafından taşındığını belirtmektedirler [94, 95]. Bu nedenle yörede bulunan akarsulardan Değirmendere ve Karadere'de bazı kirleticiler mevsimsel olarak ölçülerek bu akarsuların kirletici yükleri belirlenmiştir. Debilerinin yörede bulunan diğer akarsulardan yüksek olması, geniş bir havzaya sahip olmaları ve daha çok antropojenik kirlenmeye maruz kalmaları nedeniyle bu iki akarsu çalışma kapsamına alınmıştır.

Değirmendere ve Karadere'de ölçülen fosfat, deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel olarak değiştiği tesbit edilmiştir. Özellikle demir, bakır ve kurşun miktarının yağışların yüksek olduğu 1993 Kış ve İlkbahar mevsimlerinde her iki

akarsuda, fenolün ise Değirmendere'de yine aynı dönemde yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca yağış miktarının düşük olduğu 1994 İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde demir, bakır ve kurşun konsantrasyonu düşük bulunurken, fenolün Karadere'de bu dönemde yüksek olduğu saptanmıştır. Deterjan miktarının ise yaz dönemlerinde düşük, kış dönemlerinde ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Fosfatın Değirmendere'deki dağılımı bir düzensizlik gösterirken, Karadere'de özellikle ilkbahar dönemlerinde fosfat miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Fosfat miktarının dağılımına bakıldığında, Değirmendere'nin daha çok evsel atıklardan, Karadere'nin ise ilkbahar döneminde yapılan gübrelemeden etkilendiği söylenebilir.

Mevsimsel olarak ölçülen değerlerden alınan ortalamalar ile hesaplanan fosfat, deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun yükleri, Değirmendere'de sırasıyla; 38.73, 128.51, 2.82, 16.55, 1.83, 2.10 ton/yıl, Karadere'de ise 33.90, 62.39, 2.37, 15.60, 1.59, 1.70 ton/yıl olarak belirlenmiştir. Değirmendere'deki deterjan yükü Karadere'ye nazaran oldukça yüksektir. Bu durum da Değirmendere'nin evsel atıklardan yoğun şekilde etkilendiğini göstermektedir. Deterjan ile fosfat miktarı arasındaki ilişki incelendiğinde fosfatın kaynağının deterjanlar olmadığı görülmüştür. İzmir yöresindeki Melez Çayı'nda yapılan bir araştırmada 199.63 ton/yıl deterjanın ve 122.17 ton/yıl fosfatın bu akarsu vasıtasıyla İzmir Körfezi'ne taşındığı belirlenmiştir. Araştırmada fosfat ile anyonik deterjan miktarı arasında bir ilişki bulunamamıştır [96].

Değirmendere'nin taşıdığı fenol, demir, bakır ve kurşun miktarının Karadere'ye nazaran daha yüksek olmasının, bu derenin daha geniş bir alanı drene etmesi ve daha fazla antropojenik kirlenmeye maruz kalmasından ileri geldiği söylenebilir. Fakat bu maddelerin her iki akarsudaki miktarlarının anyonik deterjan miktarında olduğu gibi fazla farklı olmaması, bunların büyük bir kısmının doğal kökenli olduğunu göstermektedir. Kuzey Karadeniz'de yapılan çalışmalarda yalnız Odessa bölgesinden yılda 70 ton anyonik deterjan, 5800 ton demir ve 430 ton fosforun akarsular vasıtasıyla Karadeniz'e boşaldığı belirlenmiştir [97]. Diğer bir araştırmada Karadeniz'in kuzeyindeki akarsulardan Karadeniz'e yılda 90 000 ton demir, 48 000 ton deterjan, 4500 ton kurşun ve 2800 ton bakırın girdiği saptanmıştır [67].

Bir yıl süreyle mevsimsel olarak avlanan mezgit balıklarında örnekleme zamanına ve bölgelerine göre ağır metal değişimleri incelenmiştir.

İstasyonlara göre ortalama alınarak belirlenen bakır değerlerindeki mevsimsel değişimlerin önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek bakır değeri 1994 Kış mevsiminde avlanan örneklerde 0.307 µg/g, en düşük değer ise 1994 İlkbahar mevsiminde avlananlarda 0.185 µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Ancak istasyonlardaki mevsimsel dağılım ayrı ayrı incelendiğinde Ç.1 ve F.1 istasyonlarından avlanan örneklerde yaz döneminde, AR.1, Y.1, T.1 ve AK.1 istasyonlarından avlananlarda ise kış döneminde

bakır konsantrasyonunun yüksek olduğu görülmektedir. Metallerin balıklardaki birikimi üzerine birçok faktörün etkisi vardır. Bunlar; ortamdaki metal konsantrasyonu ve metalin bulunuş şekli, çevresel parametrelere bağlı olarak balıklardaki metabolik faaliyetlerin artışı, balığın ağırlığı ve yaşı gibi faktörlerdir [98]. Bakırın mevsimsel dağılımında görülen düzensizliğin, bu faktörlerin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Ünsal ve ark. [55] Doğu Karadeniz'de muhtelif bölgelerden avladıkları mezigit balıklarında bakırın aralık ve ağustos aylarında yüksek, haziran ve ekim aylarında düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bu araştırmada elde edilen bulguların Ünsal ve ark. [55]'nin bulgularıyla benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Örnekleme bölgesine bağlı olarak bakır konsantrasyonunda görülen değişimlerin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). En yüksek bakır değeri Ç.1 istasyonundan avlanan örneklerde $0.368 \mu\text{g/g}$, en düşük değer ise Y.1 istasyonundan avlananlarda $0.148 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. İstasyonlara göre bakır konsantrasyonunda görülen bu değişimin örnekleme bölgelerindeki bakır miktarının farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ancak mezigit balıkları pelajik olmamakla beraber zaman zaman yer değiştirmeleri nedeniyle örneklenen balıkların avlandığı bölgeyi yeterince temsil ettiği söylenemez. Ünsal ve ark. [55] Doğu Karadeniz'de değişik bölgelerden avlanan mezigit balıklarında bakır konsantrasyonunun örnekleme bölgelerine göre değiştiğini belirlemişlerdir. İzmir Körfezi'nde yapılan bir çalışmada farklı balık türlerindeki bakır konsantrasyonunun $0.014-2.798 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği tesbit edilmiştir [99]. Aynı körfezde hamsi ve istavrit örnekleriyle yapılan diğer bir çalışmada, bakır konsantrasyonunun hamside $0.441- 9.697 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık, istavritte ise 0.001 ile $9.258 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmada bu değerlerin yüksek olduğu ve bunun yörenin yoğun şekilde endüstriyel kirlenmenin etkisinde olmasından ileri geldiği vurgulanmaktadır [100]. Avustralya kıyılarından avlanan muhtelif balıklarda bakır konsantrasyonunun $0.47-2.41 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir. Aynı araştırmada kara etli balıklarda beyaz etli balıklara nazaran bakır miktarının daha yüksek olduğu belirtilmektedir [101].

Bazı ülkelerde taze olarak tüketilecek balıklarda bakırın kabuledilebilir üst limiti $10 \mu\text{g/g}$ olarak verilirken, Türkiye ve diğer bazı ülkelerde bu değer $20 \mu\text{g/g}$ olarak alınmıştır [102, 103]. Buna göre bakır konsantrasyonu dikkate alındığında çalışma bölgesinde avlanan mezigit balıklarında bakır konsantrasyonunun verilen limitlerin altında olduğu görülmektedir.

Mezigit balıklarında ölçülen demir değerlerinin mevsimsel değişimlerinin önemli olmadığı belirlenmiştir. En yüksek demir değeri 1994 İlkbahar mevsiminde avlanan örneklerde $1.316 \mu\text{g/g}$, en düşük değer ise 1994 Yaz mevsiminde avlananlarda $0.946 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak saptanmıştır. Ancak istasyonlardaki mevsimsel dağılım ayrı olarak

incelendiğinde Ç.1, Y.1, F.1 istasyonlarından avlanan örneklerde ilkbahar döneminde, AR.1, T.1 ve AK.1 istasyonlarından avlananlarda ise sonbahar döneminde demir miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Demirin mevsimsel dağılımında görülen bu düzensizliğin çeşitli faktörlerin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Macaristan'da Balaton Gölü'nden alınan krustase ve planktonda demir miktarının haziran ve temmuz aylarında yüksek olduğu saptanmıştır [104].

Demir değerlerindeki istasyonlara göre farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). En yüksek demir değeri T.1 istasyonundan avlanan örneklerde $2.002 \mu\text{g/g}$, en düşük değer ise Y.1 istasyonundan avlanan mezzit örneklerinde $0.733 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak saptanmıştır. Bunun, mezzitlerin avlandıkları bölgelerdeki demir konsantrasyonunun farklı olmasından ve diğer bazı faktörlerin etkisinden ileri gelebileceği söylenebilir. Polanya'da Gdansk Körfezi'nden avlanan midyelerin kurutulmuş dokularında demir miktarının 1.3 ile 7.2 ppm düzeyinde olduğu, Puck Körfezi'nde avlanan balıklarda ise bu değerlerin 0.60 ile 0.90 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir [105].

Altı değişik istasyondan alınan mezzit balıklarındaki kurşun konsantrasyonunun mevsimsel değişiminin önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek kurşun değeri 1994 Yaz mevsiminde avlanan mezzitlerde $0.177 \mu\text{g/g}$, en düşük değer ise 1993 Sonbahar mevsiminde avlananlarda $0.071 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Fakat istasyonlardaki mevsimsel dağılım ayrı olarak incelendiğinde Ç.1, Y.1 ve T.1 istasyonlarından avlanan örneklerde yaz döneminde, F.1 ve AK.1 istasyonlarından avlananlarda ilkbaharda ve AR.1 istasyonundan avlanan örneklerde ise kış mevsiminde kurşun miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Kurşunun dağılımında görülen bu düzensizliğin çevresel faktörlerin ve mezzitlerin biyolojik özelliklerinden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Ünsal ve ark. [55] Doğu Karadeniz'de çeşitli istasyonlardan avladıkları mezzit balıklarında kurşunun ağustos ayında yüksek, ekim ve aralık aylarında düşük olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar yaz döneminde mezzit balıklarında kurşun miktarının yüksek olmasının, haziran ayına kadar akarsular, yağmur yoluyla gelen ve parçacıklara tutunarak dibe ulaşan kurşunun demersal bir tür olan mezzit tarafından alınarak vücutta birikmiş olmasından kaynaklanabileceğini vurgulamaktadırlar. Bu çalışmada elde edilen bulgular Ünsal ve ark. [55]'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

İstasyonlara bağlı olarak kurşun konsantrasyonunda görülen değişikliklerin önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek kurşun değeri Ç.1 istasyonundan avlanan örneklerde $0.105 \mu\text{g/g}$, en düşük ise AR.1 istasyonundan avlananlarda $0.070 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Ç.1 istasyonundan avlanan örneklerde kurşun konsantrasyonunun yüksek olması bu bölgenin yörede bulunan bakır fabrikasının atıklarından etkilenmesinden ileri gelmiş olabilir. Ünsal ve ark. [55] Trabzon açıklarında avlanan mezzit örneklerinde en

yüksek Pb değerinin 2.68 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmada hamsi ve istavritte ölçülen en yüksek kurşun değerlerinin sırasıyla 1.00 ve 2.38 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar deniz suyundaki kurşunun büyük bir kısmının partikül halindeki maddelerle birleşerek hızlı bir şekilde deniz dibindeki sedimanlara taşındığını belirtmektedirler. Sedimanların akıntı, rüzgar ve dalga hareketleriyle karışımı sonucu, kurşun sediman üzerindeki deniz suyuna geçmektedir. Demersal bir tür olan, sedimanlara yakın ortamlarda yaşayan ve sedimandaki organizmalarla beslenen mezgitte kurşun konsantrasyonunun yüksek olmasının bu şekilde açıklanabileceğini ifade etmektedirler [55, 106]. Polonya'nın Gdansk Körfezi'nde avlanan midyelerde kurşun değerinin 4.0 ile 17.0 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık, Puck Körfezi'nde avlanan *Cardium glaucum* türlerinde ise bu değer 7.9 ile 14.3 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir. Aynı araştırmada kurşun konsantrasyonunun değişik bölgelerden avlanan örneklerde farklı olduğu saptanmıştır [105]. Kuzey Denizi'nde yapılan bir çalışmada yılan balıklarında kurşun miktarının 0.017-0.037 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık, dil balıklarında ise 0.017-0.033 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir [107].

Türkiye'de taze balıklarda kurşunun kabuledilebilir üst limiti 1.0 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir [103]. Buna göre kurşun konsantrasyonu dikkate alındığında, çalışma bölgesinde avlanan mezgit balıklarında kurşun konsantrasyonunun verilen limitleri aşmadığı anlaşılmıştır.

İstasyonlara göre ortalamalar alınarak belirlenen kadmiyum değerlerindeki mevsimsel değişimlerin önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek kadmiyum değeri 1994 Yaz mevsiminde avlanan mezgitlerde 0.041 $\mu\text{g/g}$, en düşük değer ise 1994 Kış mevsiminde avlananlarda 0.021 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Fakat herbir istasyona ait mevsimsel dağılım incelendiğinde, AR.1, T.1 istasyonlarından avlanan örneklerde yaz mevsiminde, F.1 istasyonundan avlananlarda ilkbahar döneminde, Ç.1, Y.1 istasyonlarından avlananlarda kış döneminde ve AK.1 istasyonundan avlananlarda ise sonbahar mevsiminde kadmiyum konsantrasyonunun yüksek olduğu görülmektedir. Bunun mevsimsel olarak sıcaklık, tuzluluk ve oksijen gibi çevre koşullarının farklılaşmasıyla, balıkların fizyolojilerinde meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığı söylenebilir. Ancak bir yıllık çalışma periyodu içerisinde mezgit balıklarındaki kadmiyum konsantrasyonunun artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Kuzey Denizi'nde farklı istasyonlarda yapılan bir çalışmada istasyonların bir tanesi hariç, diğerlerinden alınan dil balıklarında kadmiyum konsantrasyonunun 5 yıllık periyot içerisinde artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Ancak mevsimsel değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı tesbit edilmiştir [107].

Kadmiyum konsantrasyonunda örnekleme bölgesine bağlı olarak görülen değişikliklerin önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek kadmiyum konsantrasyonu Ç.1

istasyonundan avlanan örneklerde 0.065 µg/g, en düşük değer ise Y.1 istasyonundan avlanan örneklerde 0.012 µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde kadmiyum miktarının fazla olması bu bölgenin yörede bulunan bakır fabrikasının atıklarından etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Kuzey Denizi'nde yapılan bir çalışmada farklı istasyonlardan alınan dil balığı örneklerinde kadmiyum değerlerinin değiştiği, fakat bu değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirtilmiştir [107]. Bu çalışmada, elde edilen bulgular Kuzey Denizi'nde elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Kuzey Denizi'nde yapılan başka bir çalışmada yılan balıklarında kadmiyum miktarının 0.5 ile 4.6 ng/g yaş ağırlık, dil balıklarında ise 2.0 ile 4.8 ng/g yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir [108]. Akdeniz'de avlanan barbun, tekir ve istavrit balıklarında kadmiyum konsantrasyonunun sırasıyla 0.9-14.7, 0.1-2.75 ve 0.30-5.57 µg/g kuru ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir [109].

Türkiye'de taze balıklarda kadmiyumun kabuledilebilir üst limiti 0.1 µg/g olarak belirlenmiştir [103]. Buna göre kadmiyum konsantrasyonu dikkate alındığında çalışma bölgesinde avlanan mezigit balıklarında kadmiyum konsantrasyonunun önerilen limitlerin altında olduğu görülmektedir. Ancak 1993 Sonbahar mevsiminde AK.1 istasyonundan avlanan mezigitlerde kadmiyum konsantrasyonunun kabuledilebilir üst limiti aştığı belirlenmiştir.

İstasyonlara göre ortalama alınarak belirlenen çinko değerlerindeki mevsimsel değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$). En yüksek çinko değeri 1994 Yaz mevsiminde avlanan örneklerde 1.677 µg/g, en düşük değer ise 1994 Kış mevsiminde avlananlarda 1.111 µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Ancak istasyonlardaki mevsimsel dağılım ayrı olarak incelendiğinde belirli bir düzensizliğin olduğu görülmektedir. Y.1, T.1 istasyonlarından avlanan örneklerde sonbahar döneminde, AK.1 istasyonundan avlananlarda ilkbahar döneminde, Ç.1, AR.1 ve F.1 istasyonlarından avlanan örneklerde ise yaz döneminde çinko konsantrasyonunun yüksek olduğu görülmektedir. Bunun birçok değişik faktörden ileri geldiği söylenebilir. Kuzey Denizi'nde yapılan bir çalışmada çinko konsantrasyonunun mevsimsel olarak değiştiği ve bu değişimin önemli olduğu bulunmuştur [108]. Bu çalışmada elde edilen bulgular Kuzey Denizi'nde yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Sicilya Adası'nın Augusta Körfezi'nde yapılan bir çalışmada midyede çinko miktarının mevsimsel olarak değiştiği ve değişimin düzensizlik gösterdiği belirlenmiştir [110].

Örnekleme bölgesine bağlı olarak çinko konsantrasyonunda görülen değişimlerin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). En yüksek çinko değeri Ç.1 istasyonundan avlanan örneklerde 2.032 µg/g, en düşük değer ise T.1 istasyonundan avlananlarda 0.923 µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. İstasyonlara göre çinko konsantrasyonunda görülen bu değişimin örnekleme bölgelerindeki çinko miktarının farklı olmasından ve

diğer faktörlerin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Haraldson ve Westerlund [49] yaptıkları çalışmada Karadeniz'de su sütununda çinkonun dağılımında farklılıkların olduğunu belirlemişlerdir. Baltık Denizi'nde avlanan morina balıklarında çinko konsantrasyonunun ortalama 3.5 µg/g yaş ağırlık olduğu saptanmıştır [111]. Akdeniz'de yapılan bir çalışmada barbun, tekir ve istavrit balıklarında çinko konsantrasyonunun sırasıyla 6.7-58.8 µg/g, 1.2-15.0 µg/g ve 22.6-26.8 µg/g kuru ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir [109].

Türkiye'de taze balıklarda çinkonun kabuledilebilir üst limiti 50 µg/g olarak belirlenmiştir [103]. Buna göre çinko konsantrasyonu dikkate alındığında, çalışma bölgesinde avlanan mezgit balıklarında çinko konsantrasyonunun kabuledilebilir limitlerin altında olduğu görülmektedir.



5. SONUÇLAR

Türkiye balıkçılığında önemli bir yere sahip olan Karadeniz'de yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir. Karadeniz'in kirliliği konusunda yapılan çalışmaların çoğu bir bütünlük arzmemektedir. Oysa dünya geneline bakıldığında denizlerdeki kirleticilerin zamansal ve alansal dağılımı izleme çalışmalarlarıyla incelenmekte ve buna göre gerekli önlemlerin alındığı görülmektedir. Bu araştırmada Trabzon sahillerinde çeşitli kirleticilerin mevsimsel ve bölgesel dağılımı incelenmiştir.

Araştırmada deniz suyu sıcaklığının mevsimsel olarak ve derinliğe göre değiştiği belirlenmiştir. Ancak çalışma yapılan istasyonların aynı iklim koşullarından etkilenmesi nedeniyle deniz suyu sıcaklığında istasyonlar arası bir farkın olmadığı görülmüştür. Haziran, Temmuz ve Eylül 1993'de termoklin tabakasının 10 ile 25 m derinlikler arasında olduğu, Ağustos 1993'de ise 25 m nin altına indiği tesbit edilmiştir. Fakat Haziran ve Temmuz 1994'de aynı durum gözlenmemiştir. Eylül 1993'de 25 m derinlikte sıcaklığın 9.5°C'ye kadar düşmesi alt tabakalarda bir soğuk su akıntısının olduğunu göstermektedir. Ortalama olarak deniz suyu sıcaklığının 1994'de 1993'e nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Oksijen değerlerinin sıcaklıkla ters orantılı olduğu saptanmıştır. Su sıcaklığının düşük olduğu dönemlerde oksijen değerlerinin 11.3 mg/l'ye kadar çıktığı, yüksek olduğu dönemlerde ise 6.2 mg/l'ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Eylül 1993 tarihindeki soğuk su akıntısı buradaki suların oksijence zenginleşmesini sağlamıştır.

Tuzluluğun mevsimsel olarak ve derinliğe göre değiştiği belirlenmiştir. Tuzluluğun özellikle yüzeyde, yağmurun bol olduğu dönemlerde düşük , sıcaklığın arttığı ve yağışların daha az olduğu dönemlerde ise yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca akarsuların etkisi altında bulunan bölgelerde de tuzluluğun düşük olduğu belirlenmiştir.

Birçok fiziksel parametreye bağlı olan iletkenliğin zamansal ve derinliğe göre değiştiği saptanmıştır. Tuzlulukta olduğu gibi yağmurlu dönemlerde düşük olan iletkenliğin sıcaklığın ve tuzluluğun artış gösterdiği dönemlerde yüksek olduğu görülmektedir.

Örnekleme bölgesinde deniz suyundaki fosfat miktarının zamansal ve alansal olarak değişiklik gösterdiği, zamansal değişimlerin yağış miktarı, plankton üretimi ve gübrelemeden, alansal değişimlerin ise antropojenik atıklardan ileri geldiği saptanmıştır. Fosfatın

istasyonlara göre dağılımında en yüksek fosfat değerinin F.1 istasyonunda olduğu görülmektedir. Bunun şehir kanalizasyon sularının yöreye boşaltılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca akarsuların etki alanındaki istasyonlardan alınan örneklerde de fosfat miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Fosfatın derinliğe göre düzenli bir değişim gösterdiği ancak bunun önemli olmadığı saptanmıştır. Ayrıca fosfat konsantrasyonunun kıyıda açığa doğru azaldığı görülmekte ve bunun deniz suyunda bulunan fosfatın bir kısmının karasal kökenli olmasından ileri geldiği anlaşılmaktadır. Elde edilen bulguların ışığında çalışma alanında ötrofikasyon olayının gerçekleşme olasılığının çok düşük olduğu söylenebilir. Ülkemizde üretilen deterjanlarda katkı maddesi olarak polifosfatlar kullanılmasına rağmen, deterjan ile fosfat miktarı arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı ortaya çıkmıştır.

Anyonik deterjanın deniz suyunda zamansal dağılımında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Özellikle mevsimsel dağılımda deniz suyu sıcaklığının etken olduğu ve sıcaklık ile anyonik deterjan miktarı arasında ters bir ilişkinin bulunduğu saptanmıştır. Anyonik deterjanın alansal dağılımında istasyonların yerleşim bölgelerinden etkilenmelerinin önemli yeri olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek deterjan miktarı F.1 istasyonunda belirlenirken, bunu T.1 ve AK.1 istasyonları takip etmektedir. Çalışma alanında elde edilen bulgulara göre deniz suyundaki deterjan miktarının henüz ortamdaki canlıları olumsuz şekilde etkileyecek düzeye ulaşmadığı, ancak F.1 istasyonu bölgesinde deterjan miktarının bazen ortamda yaşayan canlıları olumsuz yönde etkileyecek düzeye ulaştığı anlaşılmaktadır. Ayrıca deniz suyundaki deterjan miktarında kıyıda açığa gidildikçe bir azalmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kıyıya en yakın olan kaynak istasyonları 1 km açıktadır. Buna göre kıyıya daha yakın olan alanlarda anyonik deterjan miktarının daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir. Anyonik deterjan miktarının yüzeyden derine inildikçe azaldığı saptanmıştır. Bunun yüzey aktif maddelerinin dağılımı esnasında parçalanma sürecinin devam etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Yüzey sularında kontaminant olarak bulunan fenolün zamansal dağılımında bir düzensizlik görülürken, bu maddenin deniz suyundaki konsantrasyonunun çalışmanın başlama periyodundan itibaren giderek artış gösterdiği belirlenmiştir. Fenolün zamansal ve alansal değişiminde antropojenik kökenli girdilerin önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır. En yüksek fenol değeri T.1 istasyonundan alınan örneklerde saptanmıştır. Bunun bu bölgenin Değirmendere, Sanayi Sitesi ve Trabzon Limanı'ndan gelen atıklardan etkilenmesinden ileri geldiği anlaşılmaktadır. Ayrıca şehir atıklarından yoğun şekilde etkilenen F.1 istasyonunun bulunduğu bölgede de fenol miktarının yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Kıyıda açığa gidildikçe fenol konsantrasyonunda bir azalmanın olduğu görülmektedir. Böylece deniz suyunda bulunan fenolün önemli oranda insan aktiviteleri sonucu denize bırakılan kirleticilerden ileri geldiği söylenebilir. Fenol miktarında

yüzeiden derine doğru inildikçe bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Bunun fenolün derinlere doğru taşınırken bakteriler tarafından parçalanmasından ileri geldiği anlaşılmaktadır. Deniz suyu kalite kriterlerinde fenol miktarının 0.001 mg/l'yi aşmaması gerektiği bildirilmiştir [78]. Ancak fenol miktarının 1 ppm düzeyinde olması durumunda deniz ortamında yaşayan organizmalara olumsuz etki yapacağı vurgulanmaktadır [79]. Buna göre çalışma sahasında belirlenen fenol değerlerinin deniz ortamındaki canlıları olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı, ancak deniz suyu kalite kriterlerinde verilen değerin üzerinde olduğu anlaşılmaktadır.

Biyoaktif iz elementlerden olan demirin zamansal dağılımının uniform olmadığı belirlenmiştir. Özellikle 1993 Yaz döneminde demir miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Bunun, aynı dönemde deniz ortamındaki biyokimyasal reaksiyonların hızlanması ve atmosferik girdideki artıştan kaynaklandığı söylenebilir. 1994 Yaz döneminde demir miktarında 1993'e nazaran düşük oluşu, bu dönemde yağmur miktarının çok az olmasından dolayı karasal taşınımın ve atmosferik girdinin azalmasından kaynaklanmış olabilir. Alansal dağılıma göre en yüksek demir miktarının T.1'den alınan örneklerde olduğu görülmektedir. Bu durumun sözkonusu istasyonun Değirmendere ve Sanayi Sitesi'nden etkilenmesinden meydana geldiği anlaşılmaktadır. Demir konsantrasyonunun kıyıda açığa gidildikçe belli bir azalma gösterdiği ve buna göre deniz suyundaki demirin önemli miktarının karasal kökenli olduğu ortaya çıkmaktadır. Demir değerlerinde yüzeiden derine inildikçe bir azalmanın olduğu tesbit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre araştırma bölgesinde belirlenen demir miktarlarının deniz ortamında yaşayan deniz canlılarına olumsuz etki yapacak düzeyde olmadığı anlaşılmaktadır.

Bakırın deniz suyundaki zamansal değişiminin düzenli olmadığı görülmektedir. 1993 Ocak, Şubat ve Mart aylarında bakır konsantrasyonunun diğer aylardan daha yüksek olmasının nedeni, bu dönemde yöreye düşen yağmur miktarının fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Bakır miktarının alansal dağılımında bölgesel kirlenmelerin önemli etkisi olduğu görülmektedir. En yüksek bakır konsantrasyonunun tesbit edildiği Ç.1 istasyonu yörede bulunan bakır fabrikasının atıklarından etkilenmektedir. Kıyıda açığa doğru deniz suyundaki bakır miktarında bir azalmanın olduğu tesbit edilmiştir. Buna göre denizel ortamda bulunan bakırın büyük bir kısmının karasal kökenli olduğu anlaşılmaktadır. Deniz suyundaki bakır miktarının yüzeiden derine inildikçe azaldığı görülmektedir. Bu durum bakırın deniz suyunda asılı halde bulunan parçacıklar tarafından tutulmasından kaynaklanmış olabilir. Çalışma alanında ölçülen bakır konsantrasyonu deniz suyu kalite kriterlerinde verilen değerden düşük olduğu ve buna göre bakır kirlenmesinin henüz önemli düzeyde olmadığı, ancak Çamburnu yöresindeki kıyı bölgesinde bakır miktarının deniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyeceği anlaşılmaktadır.

Kurşunun mevsimsel dağılımında düzensizlik görülürken özellikle yağışların bol olduğu dönemlerde kurşun konsantrasyonunun yüksek olduğu saptanmıştır. Yağmurlu dönemlerde kurşun konsantrasyonundaki artışta atmosferde bulunan kurşunun önemli rolü olabileceği görülmektedir. Kurşunun alansal dağılımı incelendiğinde, en yüksek kurşun miktarının Ç.1 istasyonundan alınan örneklerde olduğu ve bunun bölgenin, yörede bulunan bakır fabrikası atıklarından etkilenmesinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Ayrıca kentsel atıkların etkisi altında bulunan T.1 ve F.1 istasyonlarından alınan örneklerde de kurşun miktarının yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Kurşun miktarında kıyıda açığa doğru bir azalmanın olduğu görülmektedir. Buna göre kurşunun önemli bir kısmının karasal kökenli olduğu söylenebilir. Karalardan kurşun taşınımı yanında kara atmosferinde bulunan kurşununda yağmur sularıyla birlikte kıyılara taşındığı anlaşılmaktadır. Çalışma bölgesinde elde edilen bulgulara göre kurşun konsantrasyonunun deniz suyu kalite kriterlerinde verilen üst limiti aşmadığı görülmektedir.

Çalışma alanında bulunan akarsulardan Değirmendere ve Karadere'den önemli miktarda kirleticinin denize taşındığı tesbit edilmiştir. Özellikle her iki akarsunun taşıdığı metal miktarlarında yağmurlu dönemlerde artışın olduğu saptanmıştır. Değirmendere'nin evsel atıklardan yoğun şekilde etkilendiği ve 128.51 ton/yıl anyonik deterjanı denize taşıdığı belirlenmiştir. Değirmendere'deki fosfatın daha çok evsel atıklardan, Karadere'de ise evsel atıkların yanısıra tarımsal gübrelemeden de kaynaklandığı görülmektedir. Genel değerlendirme yapıldığında Değirmendere Karadere'ye nazaran daha çok kirletici taşımaktadır. Bunun Değirmendere'nin daha çok antropojenik kirlenmeye maruz kalmasından ileri geldiği anlaşılmaktadır.

Kaynak istasyonlarından avlanan mezigit balıklarında bakır miktarının yaz döneminde en yüksek değeri aldığı görülmektedir. Bunun, aynı dönemde su ortamında bakır miktarının diğer dönemlere göre yüksek olmasından ve balıktaki metabolik faaliyetlerin artmasından ileri geldiği anlaşılmaktadır. Altı istasyondan avlanan mezigit balıklarında bakır düzeyleri Ç.1 > F.1 > AR.1 > AK.1 > T.1 > Y.1 sırasını takip etmektedir. Bu sıralamada sudaki bakır konsantrasyonu ile diğer birçok faktörün etkisi olduğu ortaya çıkmaktadır. Araştırma süresince incelenen tüm örneklerde bakır miktarının 0.021-0.938 µg/g yaş ağırlık arasında değiştiği ve bu değerlerin Türkiye'de tüketilecek balıklar için verilen kabuledilebilir üst limitin altında olduğu görülmektedir.

Mezigit balıklarında belirlenen demir değerlerinin yaz döneminde düşük, ilkbahar döneminde ise yüksek olduğu bulunmuştur. Fakat aynı dönemlerde deniz suyundaki demir miktarlarının birbirine çok yakın olması bu farklılığın başka faktörlerin etkisinden kaynaklandığını göstermektedir. Mezigit balıklarındaki demir düzeylerinin istasyonlara göre dağılımları T.1 > Ç.1 > F.1 > AR.1 > AK.1 > Y.1 sırasını takip etmektedir. Deniz suyundaki çözünmüş demirin dağılımının da yaklaşık bu sırayı izlediği görülmektedir.

Araştırma süresince incelen tüm mezgıt örneklerinde demir miktarının 0.381-3.010 µg/g yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüketilebilecek balıklarda demir miktarının kabuledilebilir üst limiti konusunda herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

Yaz mevsiminde mezgıt balıklarındaki kurşun konsantrasyonunun diğer dönemlere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun, aynı dönemde deniz suyundaki çözülmüş kurşun miktarının fazla olmasından ve denizdeki parçacıklar üzerine tutunan kurşunun dibe taşınmasıyla demersal bir balık olan mezgıt balığı tarafından alınarak biriktirilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Kurşun düzeylerinin istasyonlara göre dağılımları Ç.1 > Y.1 > T.1 > F.1 > AK.1 > AR.1 sırasını takip etmektedir. Bu sıralamada sudaki kurşun konsantrasyonu ile diğer birçok faktörün etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma süresince mezgıt balıklarında ölçülen kurşun değerlerinin 0.014-0.291 µg/g yaş ağırlık arasında değiştiği tesbit edilmiştir. Mezgıt balıklarında elde edilen bulguların tüketilebilir balıklar için verilen kabuledilebilir üst limitin altında olduğu görülmektedir.

Mezgıt örneklerinde kadmiyum miktarının istasyonlara göre mevsimsel dağılımının düzenli olmadığı görülmektedir. İstasyonlara göre ortalamalar alınarak elde edilen mevsimsel bulgulara göre, en yüksek kadmiyum değeri yaz döneminde belirlenmiştir. Ayrıca mezgıt balıklarındaki kadmiyum konsantrasyonunda sürekli bir artışın olduğu görülmektedir. Mezgıt balıklarında istasyonlara göre kadmiyum düzeyleri Ç.1 > AK.1 > F.1 > AR.1 > T.1 > Y.1 sırasını takip etmektedir. Araştırma süresince mezgıt balıklarında ölçülen kadmiyum değerlerinin 0.010-0.117 µg/g yaş ağırlık arasında değiştiği saptanmıştır. Buna göre bazı örneklerdeki kadmiyum konsantrasyonunun kabuledilebilir üst limiti aştığı görülmektedir.

Çinko konsantrasyonunun mevsimsel olarak değişiminin önemli olduğu saptanmıştır (p<0.01). En yüksek çinko değeri yaz döneminde belirlenmiştir. Bunun, deniz suyundaki çinko konsantrasyonunun dağılımı, balıkların metabolik faaliyetleri gibi birçok faktörün etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Çinkonun istasyonlara göre dağılım düzeyleri Ç.1 > Y.1 > F.1 > AR.1 > T.1 > AK.1 > T.1 sırasını takip etmektedir. Araştırma süresince çinko konsantrasyonunun 0.326-5.756 µg/g yaş ağırlık arasında değiştiği ve bu değerlerin çinko için belirlenen kabuledilebilir üst limitin altında olduğu görülmektedir.

Analiz edilen mezgıt balıklarındaki metallerin dağılım düzeyleri; Zn > Fe > Cu > Pb > Cd sırasını takip etmektedir.

6. ÖNERİLER

Bilindiği gibi, Karadeniz Türkiye'nin kuzey kıyısı boyunca uzanan oldukça üretken ve canlı kaynak potansiyeli bakımından büyük önemi olan bir denizdir. Bu potansiyelden sürekli olarak yararlanabilmek için deniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyen kirlilik, aşırı avcılık gibi önemli etkenlerin durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu da ancak araştırmalarla mümkün olabilir. Bugüne kadar konuyla ilgili yapılan çalışmalar yeterli düzeyde görülmemektedir. Karadeniz'le ilgili uzun ve kısa süreli planlamaların yapılabilmesi için birçok çalışmanın yanında kirlilik taşınımı ve dağılımının belirlenmesi gerekmektedir. Sınırlı bir bölgede yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında aşağıdaki hususlar önerilebilir.

Araştırmada bazı bölgeler dışında kirletici miktarlarının henüz deniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı, ancak sınır değerlerine yaklaştığı belirlenmiştir. Özellikle deterjan, fenol, organik madde ve ağır metallerin deniz ortamındaki düzey ve dağılımlarının izleme programları çerçevesinde sürekli olarak araştırılması ve buna göre gerekli tedbirlerin alınması sözkonusudur.

Şehir atıksularının yoğun şekilde etkilediği Faroz sahilinde, anyonik deterjan miktarının deniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca Değirmendere'nin etkisi altında bulunan kıyı bölgesi ile Akçaabat sahillerinde anyonik deterjan miktarlarının yüksek olduğu ve bunun yakın gelecekte sözkonusu bölgelerde deniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyecek düzeye ulaşacağı anlaşılmaktadır. Önlem olarak söz konusu bölgeye boşaltılan kanalizasyonların, kontrol altına alınması gerekmektedir.

Çalışma alanında ölçülen fenol miktarlarının deniz suyu kalite kriterlerinde verilen değerden yüksek oluşu ve kirletici konsantrasyonunda giderek bir artışın ortaya çıkması, deniz ekosistemi açısından potansiyel bir tehlike olarak görülmektedir. Bu nedenle yöredeki petrol istasyonları, yıkama yağlama tesisleri atıksularının, gemilerdeki sintine sularının ve kentsel atıkların doğrudan denize verilmemesinin yolları aranmalıdır.

Genellikle karasal kökenli olan demirin deniz suyundaki kabuledilebilir üst limiti konusunda bir bilgiye rastlanmamıştır. Ancak tatlı sularda demir değerinin 1 mg/l'yi geçmemesinin gerektiği bildirilmektedir. Buna göre demirin yakın gelecekte yapılan

izleme programlarında araştırılması gerekmemele birlikte, özellikle deniz ortamındaki etkilerinin incelenmesi ve buna göre bir sınır değerinin oluşturulması gerekir.

Bakır miktarının alansal dağılımında bölgesel kirlenmelerin önemli etkisi olduğu, özellikle Çamburnu yöresinde bulunan Kutlular Bakır İşletmesi'nin atıklarını denize boşaltmasının bu bölgedeki deniz ekosistemini olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Kıyı bölgesindeki bu olumsuzluğun giderilmesi için fabrika atıksularının arıtılması gerekmektedir.

Ölçülen kurşun miktarının kimi istasyonlarda önerilen limitlere yaklaştığı belirlenmiştir. Bu nedenle deniz ortamındaki kurşun kaynağını oluşturan, kurşunlu benzin kullanımı, endüstriyel ve evsel atıklar kontrol altına alınarak, kurşunun deniz ortamında izleme programı çerçevesinde takip edilmesi gerekmektedir. Kentsel atıklardan etkilenen bölgelerde de kurşun miktarının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Günümüzde olmasa dahi gelecekte bu atıklar denize verilmeden metal giderilmesinin yapılması gerekmektedir.

Çoğunlukla karasal kaynaklı olan ve akarsular yoluyla denize ulaşan kirleticilerin akarsularda da analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Yoğun şekilde evsel atıklardan etkilenen Değirmendere'nin kirletici yükünün azaltılması için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Tarımsal gübreleme bilinçli bir şekilde yapılarak, akarsulara ve denizlere giren nütrient miktarının azaltılması sağlanmalıdır.

Karadeniz diğer denizlerden farklı özellikler göstermektedir. Bu özellikler dikkate alınarak Karadeniz'de yapılacak çalışmalar sonucu elde edilecek bulguların biyolojik çevreye etkisini belirlemek amacıyla "Kapalı Sistem Modelleri" çalışılmalıdır.

Araştırmada kaynak istasyonlara yakın bölgelerden sağlanan mezzit balıklarında ağır metal değerlerinin kabuledilebilir üst limitlerin altında olduğu görülmektedir. Ancak Akçaabat yöresinde avlanan bazı mezzit balıklarında kadmiyum değerinin kabuledilebilir üst limitin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Denizlerdeki kirleticilerin konsantrasyonlarını azaltmadıkça bu ortamda yaşayan canlılarda özellikle ağır metal biyoakümüülasyonunu önlemek mümkün görülmemektedir. Bu nedenle kirletici kaynakların kontrol altına alınmasının yanısıra, kirli olduğu belirlenen sahil kesimlerinde özellikle demersal canlıların avlanması ve bu canlılar üzerinde sık sık kontroller yapılarak, insan sağlığını etkileyecek düzeyde kirli olanların pazarlanması önlenmelidir.

Deniz ortamında kirlilik düzeyini belirlemek amacıyla sessil organizmaların kullanılması uygun olacaktır. Balıklar sürekli yer değiştirdiğinden bir bölgeden örneklenen balıkların bölgeyi temsil ettiği düşüncesi her zaman doğru olmayabilir.

Karadeniz'de kirlilik düzeyinin belirlenmesinin lokal bölgelerde sürdürülmesinin yanında, Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin birlikte yapacakları izleme ve kontrol

programları en kısa zamanda hayata geçirilmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Böylece Karadeniz ekosistemini kirleticilerin olumsuz etkisinden kurtarmak mümkün olabilir.



7. KAYNAKLAR

1. Kocataş, A., Oceanoloji, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1986.
2. Sorokin, Y.U., The Black Sea. In: Ecosystems of the World 26. Estuaries and Enclosed Seas, Edited by, B.H. Ketchum, Elsevier Scientific Publishing Company, Newyork, 1986, 253-292.
3. Balkaş, T., State of Marine Environment in the Black Sea Region, Regional Seas Reports and Studies, No 124, UNEP, 1990.
4. Fineneko, Z.Z., Eutrophication in the Black Sea Waters. The Black Sea Symposium, 16-18 September 1991, İstanbul, Proceedings of the Ecological Problems and Economical Prospects of the Black Sea, 123-124.
5. Kiknadze, A.G., Kosyan, R.D. ve Yesin, N.V., Problems of The Black Sea Coast Protection, The Black Sea Symposium, 16-18 September 1991, İstanbul, Proceedings of the Ecological Problems and Economical Prospects of the Black Sea, 85-89.
6. Mee, L.D., The Black Sea in Crisis: A Need for Concerted International Action, Ambio, 21, 4 (1990) 278-286.
7. Baykut, F., Aydın, A. ve Artüz, İ.M., Bilimsel Açıdan Karadeniz, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1982.
8. Deuser, W.G., Organic Carbon Balance of the Black Sea. Deep Sea Res., 18 (1971) 995-1004.
9. Brewer, P. ve Gand Spencer, D.W., Distribution of Some Trace Elements in the Black Sea and Their Flux Between Dissolved and Particulate Phases. The Black Sea Geology, Chemistry and Biology, Edited by, E.T. Degens ve D.A. Ross. 10 (1990) 137-143.
10. Skopintzev, B.A., On the Distribution of Hydrogen Sulphide in the Black Sea, Meteorol. Giderol., 7 (1953) 37-42.
11. Keskinler, B., Türkiye'de Kullanılmakta Olan Deterjanların Biyolojik Ayrışmaya Karşı Dirençleri, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Müh. Fak., Erzurum, 1985.
12. Curi, K., Çevre Şartlarına Bağlı olarak T₉₀ Değerinin Değişimi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1979.

13. Yaramaz, Ö., İzmir Körfezinde Evsel ve Endüstri Atıklarının Neden Olduğu Deterjan ve Bor Kirliliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü., İzmir, 1984.
14. Hidu, H., Effects of Synthetic Surfactans on the Larvae of Clams (*M. mercanaria*) and Oyster (*C. virginica*), Journal of the Water Pollution Control, 37 (1965) 262-270.
15. Sales, D., Quiroga J.M. ve Gómez-Paria, A., Primary Biodegradation Kinetics of Anionic Surfactants in Marine Environment, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 39 (1987) 385-392.
16. Berth, P., Gerike, P., Gode, P. ve Steber, J., Zur Ökologischen Bewertung Technisch Wichtige Tenside, Tenside Surfactants Detergens, 25 (1988) 108-115.
17. Bock, K.J., Über die Wirkung von Waschrohstoffen auf Fische, Arch. Fischereiwiss. 17 (1966) 68-77.
18. Gilbert, P.A. ve Kleiser, H.H., Beurteilung der Umwelttraeglichkeit von LAS, Tenside Surfactans Detergens, 25 (1988) 128-133.
19. Wachs, B., Zur Aquatischen Toxizitaet von Inhaltstoffen der Wasch-und Reinigungsmittel, R. Oldenburg Verlag, München, 1990.
20. Maki, A.W. ve Bishop, W.E., Acute Toxicity Studies of Surfactans to *Daphnia magna* and *Daphnia pulex*, Arch. Environm. Contam. Toxicol., 8 (1979) 599-612.
21. İkizler, A., Organik Kimyaya Giriş, 2. Baskı, KTÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Trabzon, 1988.
22. Buikema Al, Jr., Mc Giniss, M.J. ve Cairns, J., Phenolic in Aquatic Ecosystems: A Selected Review of Recent Literature, Marine Environ. Res., 2 (1988) 23-29.
23. Ozertic, K.M. ve Ozertic, B., Toxic Effects of Phenol on Grey Mullet (*Mugil auratus*, Risso), Bull. Environ. Contam. Toxicol., 40 (1988) 23-29.
24. Holmberg, B., Jensen, S., Larsson, A., Lewander, K. ve Olsson, M., Metabolic Effect of Technical Pentachlorphenol on the Eel (*Anguilla anguilla*, L.), Comp. Biochem. Physiol., 43 (1972) 71-83.
25. Stewart, J., Oceanography Chemical Processes, The Open University, Manchester, 1984.
26. Leymann, G., Die Ersatzstoffproblematik am Beispiel Phosphatfreier Waschmittel, Wasser Abwasser, 7 (1991) 361-367.
27. Artüz, İ., Deniz Kirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Deniz Bil. ve Gemi İnş. Fak., İstanbul, 1992.

28. Emre, Y., Gemlik Körfezinde Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) Bazı Ağır Metallerin Düzey ve Dağılımlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 1987.
29. Eichhorn, K. ve Grunau, E.B., Die Biologische Bedeutung des Kupfers, Metall, 22 (1968) 1143-1147.
30. Klinke, H.R., Krankheiten und Schaedigungen der Fische, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1966.
31. Baker, J.T.P., Histological and Elektron-Microscopical Observations on Copper Poissoning in the Winter Flounder, J. Fish. Res. Bd. Can., 26, 11 (1969) 2785-2793.
32. Wu, J. ve Luther III G.W., Size-Fractioned Iron Concentrations in the Water Column of the Western North Atlantic Ocean, Limnol. Oceanography, 39, 5 (1994) 1119-1129.
33. Sherrell, R.M. ve Boyle, E.A., The Trace Metal Composition of Suspended Particles in the Oceanic Water Column Near Bermuda, Earth Planet Sci. Lett., 111 (1992) 155-174.
34. Cengiz, M., Su Kirliliği ve Kontrolü, Birinci Baskı, Akdeniz Üniversitesi Matbaası, Egridir, 1990.
35. Weinberg, E.D., Iron and Susceptibility to Infectious Disease, Science, 184 (1974) 952-956.
36. Gülay, M. ve Vural, N., Toksikoloji, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fak. Yay. No: 48, Ankara, 1978.
37. Brungs, W.A., Chronic Toxicity of Zinc to the Fathead Minnow (*Pimephales promelas*), Trans. Am. Fish. Soc., 98, 2 (1969) 272-279.
38. Brown, V.M., Mitrovic, V.V. ve Stark, G.T.C., Effect of Chronic Exposure to Zinc on Toxicity of a Mixture of Detergent of Zinc, Wat. Wks., 2 (1968) 225-263.
39. Holcombe, G.W., Benoit, D.A. ve Leonard, E.N., Long-Term Effects of Zinc Exposures on Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Trans. Am. Fish. Soc., 108 (1979) 76-87.
40. Denton, G.R.W. ve Jones B.C., Trace Metals in Fish from the Great Barrier Reef, Marine Pollution Bulletin, 17, 5 (1986) 201-209.
41. Eaton, J.G., Chronic Cadmium Toxicity to the Blue Gill (*Lepomis macrochirus*), Trans. Am. Fish. Soc., 103 (1974) 729-736.

42. Gey, H. ve Mordoğan, H., İzmir K6rfezindeki Bazı Deniz Organizmalarında ve İ K6rfezin Sahil Kenarı Sedimentlerinde eşitli Ağır Metal Derişimleri, Doğa Zooloji Dergisi, 12, 3 (1988) 216-224.
43. Ganoulis, J.G., Engineering Risk Analysis of Water Pollution, VCH Verlagsgesellschaft mbh, Weinheim, 1994.
44. Oğuz, T., Latif, M.A., Sur, H.İ. ve nlüata, ., Batı ve Orta Karadeniz'in Oşinografisi, Ulusal Deniz 6lme ve İzleme Programı, İçel, 1989.
45. Tübitak Deniz Bilimleri ve evre Araştırmaları Grubu, Ulusal Deniz 6lme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz Alt Projesi, 1988 D6nemi Yıllık Raporu, İçel, 1989.
46. Tübitak Deniz Bilimleri ve evre Araştırmaları Grubu, Ulusal Deniz 6lme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz Alt Projesi, 1989 D6nemi Yıllık Raporu, İçel, 1991.
47. Tübitak Deniz Bilimleri ve evre Araştırmaları Grubu, Ulusal Deniz 6lme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz Alt Projesi, 1990 D6nemi Yıllık Raporu, İçel, 1991.
48. Tübitak Deniz Bilimleri ve evre Araştırmaları Grubu, Ulusal Deniz 6lme ve İzleme Programı, Karadeniz Araştırmalarının (1986-1990) Son Beş Yıllık Değerlendirme Raporu, İçel, 1991.
49. Haraldsson, C. ve Westerlund, S., Total and Suspended Cadmium, Cobalt, Copper, Iron, Lead, Manganese, Nickel and Zinc in the Water Column of the Black Sea, Black Sea Oceanography, Edited by E. İzdar ve J.W. Murray, Kluwer Academic Publishers, London, 351 (1991) 161-173 .
50. Tuğrul, S., Baştırk, 6., Saydam, C. ve Yılmaz, A., Changes in the Hydrochemistry of the Black Sea Inferred from Water Density Profiles, Nature, 359 (1992) 137-139.
51. Baştırk, 6., Saydam, C., Salihoğlu, İ., Eremeva, L.V., Konovalov, S.K., Stoyanov, A., Dimitrov, A., Cociasu, A., Dorogan, L. ve Altabet, M., Vertical Variations in the Principle Chemical Properties of the Black Sea in the Autumn of 1991, Marine Chemistry, 45 (1994) 149-165.
52. Bronfman, A.M., Ryasintseva, N.I. ve Efimov, I.I., Optimization of Sewage Discharges Taking into Account the Small-Scale Dynamic of Waters in the Coastal Zone of the Black Sea, ACOPS. Assesment of Land-Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS. Book of Abstracts, Sevastopol 6-10 April 1992, Sevastopol, 1 (1992) 84-85.
53. Pavluchenko, S.V., Control for Prevention of the Black Sea Land-Based Pollution, ACOPS. Assesment of Land-Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS. Book of Abstracts, Sevastopol 6-10 April 1992, Sevastopol, 2 (1992) 58-59.

54. Michailov, V., The Present State of the Black Sea Pollution, The Black Sea Symposium, 16-18 September 1991, İstanbul, Proceedings of the Ecological Problems and Economical Prospects of the Black Sea, 15-42.
55. Ünsal, M., Doğan, M., Ataç, Ü. ve Yemencioğlu, S., Orta ve Doğu Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Deniz Organizmalarında Ağır Metallerin Belirlenmesi, Proje No: DEBAG-18/G, Erdemli, 1992.
56. Güven, K.C. ve Topçuoğlu, S., Pollution Monitoring of the Black Sea by Marine Organism, The Black Sea Symposium, 16-18 September 1991, İstanbul, Proceedings of the Ecological Problems and Economical Prospects of the Black Sea, 109-120.
57. Göksu, H., Trabzon Limanı ve Çevresinde Avlanan Mezgıt (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordman, 1840)'te Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bil. Enst., Trabzon, 1993.
58. Öztürk, İ., Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819) Bakteriyal Kontaminasyon ve Bazı Ağır Metal Biyoakümülyasyonu, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bil. Enst., Trabzon, 1994.
59. Margalef, R., Some Examples in Plankton Manual, UNESCO, Monographs on Oceanic Methodolgy, 1987.
60. TÜBİTAK, Denizlerde Ölçüm ve İzleme Standart Yöntemler El Kitabı, Kalibrasyon I, Ankara, 1989.
61. UNEP, Guidlines for Monitoring Chemical Contaminants in the Sea Using Marine Organism, Reference Methods for Marine Pollution Studies, No: 6, 1993.
62. APHA, AWWA, WEF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edited by, M. Ann ve H. Franson, 18 th. Edition, APHA Washington DC, 1992.
63. Bernhard, B., Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Part 3, Sampling and Analysis of Biological Materials for the FAO (GFCM, UNEP), Coint Coordinated Project on Pollution in Mediterranean, 1976.
64. Sokal, R.R. ve Rolf F.J., Introduction to Biostatistics, Edited by, W.H. Freeman. Second Edition, Newyork, 1974.
65. Oğuz, T., Violte, P.E. ve Ünlüata, Ü., The Upper Layer Circulation of the Black Sea: Its Variability as Inferred from Hydrographic and Satellite Observations, Journal of Geophysical Research, 97, 8 (1992) 12584-12596.
66. Murray, J.W., Hydrographic Variability in the Black Sea, Black Sea Oceanography, Edited by, E. İzdar ve J.W. Murray, Kluver Academic Publishers, London, 351 (1991) 1-16.

67. Zaitsev, Yu.P., Land-Based Sources of Current Antropogenic Change in the Black Sea Ecosystem, ACOPS. Assesment of Land-Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS. Book of Abstracts, Sevastopol 6-10 April, 1 (1991) 38-41.
68. Brewer, P.G. ve Murray, J.W., Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the Black Sea, Deep Sea Res., 20 (1973) 803-818.
69. Bologa, A.S., Planktonic Primary Productivity of the Black Sea. A Review. Thalssia Jugosl., 21/22, 1/2 (1985) 1-22.
70. Fonselius, S.H., Phosphorus in Black Sea, The Black Sea-Geology, Chemistry and Biology, Edited by H. Degens ve V. Ross, 6 (1974) 112-121.
71. Bodeanu, N., Algal Blooms and Development of the Main Phytoplankton Species at the Romanian Black Sea Littoral under Eutrophication Conditions, Cercetari Mar. 22 (1989) 107-125.
72. Işıl, M.T., Deterjan ve STPP'in Oluşturduğu Çevre Sorunları ve Önlemleri, Uluslararası Çevre 87 Sempozyumu, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, İstanbul, 1982.
73. Pehlivan, D. ve Özçelik S., Deterjan Aktif Maddesinin Göl Sularında Biyolojik Parçalanması. Doğa Türk J. of Engineering and Env. Sciences, 17 (1993) 249-254.
74. Tumantseva, N.I., Red Tide in the Black Sea , Oceanology, 25, 1 (1985) 99-101.
75. Lewis, A., The Effects of Mixtures and Other Environmental Modifying Factors on the Toxicities of Surfactans to Freshwater and Marine Life, Water Resarch, 26, 8 (1992) 1013-1023.
76. Sales, D., Qurigo, J.M. ve Gomez-Parra, A., Primary Biodegradation Kinetics of Anionic Surfactans in Marine Environment, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 39 (1987) 385-392.
77. Boyd, T.J. ve Carlucci, A.F., Degradation Rates of Subtituted Phenols by Natural Populations of Marine Bacteria, Aquat. Toxicol., 25, 1-2 (1993) 71-82.
78. TC Resmi Gazete, Sayı: 19919 (1988) 15-21.
79. Mc Connell, W.J. ve Longo, A., Litter Phenolics of Possible Importance in Southeastern Arizona, J. Ariz. Acad. Sci., 6 (1971) 235-237.
80. Meynell, P.J., A Hydrobiological Survey of a Small Spanish River Grossly Polluted by Oil Refinery and Petrochemical Wastes, Freshwater Biol., 3 (1973) 503-520.
81. Kremling, K. ve Petersen, H., Synoptic Survey on Dissolved Trace Metal Levels in Baltic Surface Waters, Marine Pollution Bulletin., 15, 9 (1984) 329-334.

82. Nolting, R.F., Copper, Zinc, Cadmium, Nickel, Iron, Manganese in the Southern Bight of the North Sea., Marine Pollution Bulletin, 17, 3 (1986) 113-117.
83. Bruland, K.W., Donat, J.R. ve Hutchins, D.A., Interactive Influences of Bioactive Trace Metals on Biological Production in Oceanic Waters, Limnol. Oceanography, 36 (1991) 1555-1577.
84. Landing, W.M. ve Bruland, K.W., The Contrasting Biogeochemistry of Iron and Manganese in the Pacific Ocean, Acta, 51 (1987) 29-43.
85. Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Karadeniz Bölgesinde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi ve Su Ürünlerine Etkilerinin Araştırılması, Trabzon, 1992.
86. Honda, K., Yamamoto, Y. ve Tatsukawa, R., Distribution of Heavy Metals in Antarctic Marine Ecosystem, Polar Biol., 1 (1987) 184-197.
87. Roth, I. ve Hornung, H., Heavy Metal Concentrations in Water Sediments and Fish from Mediterranean Coast Area İsrail, Environmental Sciences and Technology, 11 (1977) 265-269.
88. Landing, W.M. ve Lewis, B.L., Thermodynamic Modelling of Trace Metals Speciation, Black Sea Oceanography, Edited by, E. İzdar ve J.W. Murray, London, Kluwer Academic Publishers, 351 (1991) 125-160.
89. Zoller, W.H., Gladney, E.S. ve Duce, R.A., Atmospheric Concentration and Sources of Trace Metals at the South Pole, Science, 183 (1974) 138-143.
90. Weisel, C.P. ve Heaton, R.W., Estimates of the Transport of Trace Metals from the Ocean to the Atmosphere, J. Geophys. Res., 89 (1984) 11607-11618.
91. Anwari, N.A., Tuncel, G. ve Ataman O.Y., Lead and Nickel Levels in Black Sea Aerosols by ETA-AAS Intern., J. Environ Anal. Chem., 47 (1991) 227-237.
92. Pecheanu, I. ve Mihnea, R., Trace Metals in the Coastal Marine Waters from the Southern Part of the Romanian Black Sea Coast, CIESM, 30, 2 (1986) 129-134.
93. Korzeniewski, K. ve Neugebauer, E., Heavy Metals Contamination in the Polish Zone of Southern Baltic, Marine Pollution Bulletin, 23 (1991) 687-689.
94. Fox, L.E., Lipschultz, F., Kerkhof, L. ve Wofsy, S.C., A Chemical Survey of the Mississippi Estuary, Estuaries, 10, 1 (1987) 1-12.
95. Shibu, M.P., Balchand, A.N. ve Nambison, P.N.K., Trace Metal Speciation in a Tropical Estuary-Significance of Environmental Factors, The Science of the Total Environment, 97 (1990) 267-287.

96. İzgören, F.S., Büyüksık, B. ve Parlak, H., The Anionic Surfactant and Nutrient Loads in Melez River, I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-7 Ekim 1993, İzmir, Bildiri Özetleri, 22-23.
97. Shuysky, Yu D. ve Akel, A., Pollution of Coastal Waters and its Impact on the Environment of the Black Sea Cost, ACOPS. Assesment of Land-Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS. Book of Abstracts, Sevastopol 6-10 April, 1 (1992) 82-89.
98. Viarengo, A., Biochemical Effects of Trace Metals, Marine Pollution Bulletin, 16, 4 (1985) 153-158.
99. Uysal, H. ve Tuncer, S., A Comperative Study on the Heavy Metal Concentrations in Some Fish Species and in the Sediments from İzmir Bay, VII th. Workshop on Marine Pollution of the Mediterranean, October 11-13, 1984, Lucerne, I.C.S.E.M./I.O.C./P.N.U.E., 275-284.
100. Uysal, H. ve Tuncer, S., Accumulation of Some Heavy Metals (Cu, Mn, Zn, Fe, Cd, Hg) in Certain Organs and Tissues of Scad and Anchovy in the Bay of İzmir, Mabahiss/John Murray International Symposium on Marine Sciences of the North-West Indian Ocean and Adjacent Waters, 3-7 September, 1983, Egypt, 85-93.
101. Denton, G.R.W. ve Burdon-Jones, C., Trace Metals in Fish From the Great Barrier Reef, Marine Pollution Bulletin, 17, 5 (1986) 201-209.
102. Nauen, C.E., Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fisheries, FAO, Fish Circ., 1983.
103. TC Resmi Gazete, Sayı 22223, (1995) 36-45
104. Balogh, K.V., Comparison of Mussels and Crustacean Plankton to Monitor Heavy Metal Pollution, Water Air and Soil Pollution, 37 (1988) 281-292.
105. Szefer, K.ve Szefer, P., Occurence of Ten Metals in *Mytilus edilus* L. and *Cardium glaucum* L. from Gdansk Bay, Marine Pollution Bulletin, 16, 11 (1985) 446-450.
106. Roth, I. ve Hornung, H., Heavy Metal Concentrations in Water, Sediment and Fish from Mediterranean Coastal Area, Israel Environ. Sci. Technol. 11, 3 (1977) 99-107.
107. Oehlenschlaeger, J., Gehalte an Toxischen Schwermetallen in Fischen und Krebstieren aus der Nordsea, Sonderdruck aus: FİMA- Schriftenreihe, Band 16, Vortrag Gehalten auf der 32. Jahrestagung der Ernaehrungswissenschaftlichen Beirats der Deutschen Fishwirtschaft am 5 und 6 Nowember, 1988, Bamberg, 8-21.
108. Jorgensen, L.A. ve Pedersen, B., Trace Metals in Fish Used for Time Trend Analysis and as Environmental Indicators, Marine Pollution Bulletin, 28, 1 (1994) 24-32.

109. Hornung, H. ve Ramelow, G.J., Distribution of Cd, Cr, Cu, and Zn in Eastern Mediterranean Fishes, Marine Pollution Bulletin, 18, 1 (1987) 45-49.
110. Castagna, A., Sinatra, F., Castagna, G. ve Zafarna, S., Trace Metal Evaluations in Marine Organisms, Marine Pollution Bulletin, 16, 10 (1985), 416-419.
111. Szefer, P., Szefer, K. ve Skwarzec, B., Distribution of Trace Metals in Some Representative Fauna of the Southern Baltic, Marine Pollution Bulletin, 21, 2 (1990) 106-113.
112. DMI, TC Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Rasatları, Ankara, 1995.



8. EKLER

Ek Tablo 1. 1993 yılına ait meteorolojik veriler [112].

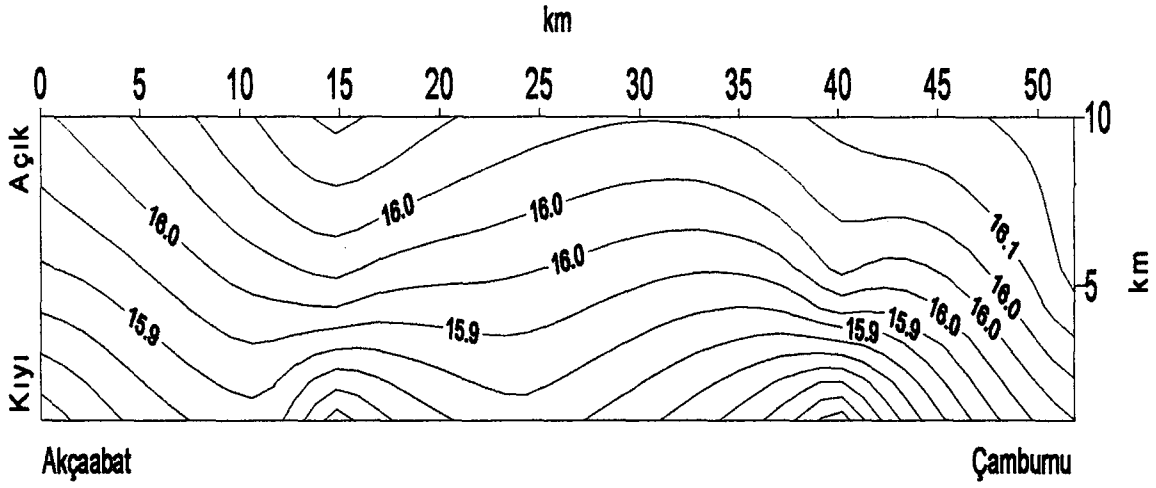
Aylar	Sıcaklık (°C)	Basınç (mb)	Nem (%)	Yağış (mm/m ²)	Rüzgar (m/s)
Ocak	5.3	1019.7	70.7	107.7	2.9
Şubat	4.6	1018.3	70.4	80.1	2.4
Mart	8.8	1014.8	66.9	21.4	2.6
Nisan	11.1	1011.3	73.8	89.3	2.2
Mayıs	15.6	1008.8	82.0	40.5	1.8
Haziran	19.7	1009.2	75.4	62.4	2.4
Temmuz	21.5	1010.4	77.9	36.2	2.4
Ağustos	23.6	1010.2	77.0	11.4	2.5
Eylül	19.6	1011.1	71.8	29.1	2.7
Ekim	15.5	1017.8	73.9	71.9	2.0
Kasım	8.5	1018.4	74.1	114.9	2.9
Aralık	9.9	1016.2	70.9	93.8	2.0

Ek Tablo 2. 1994 yılına ait meteorolojik veriler [112].

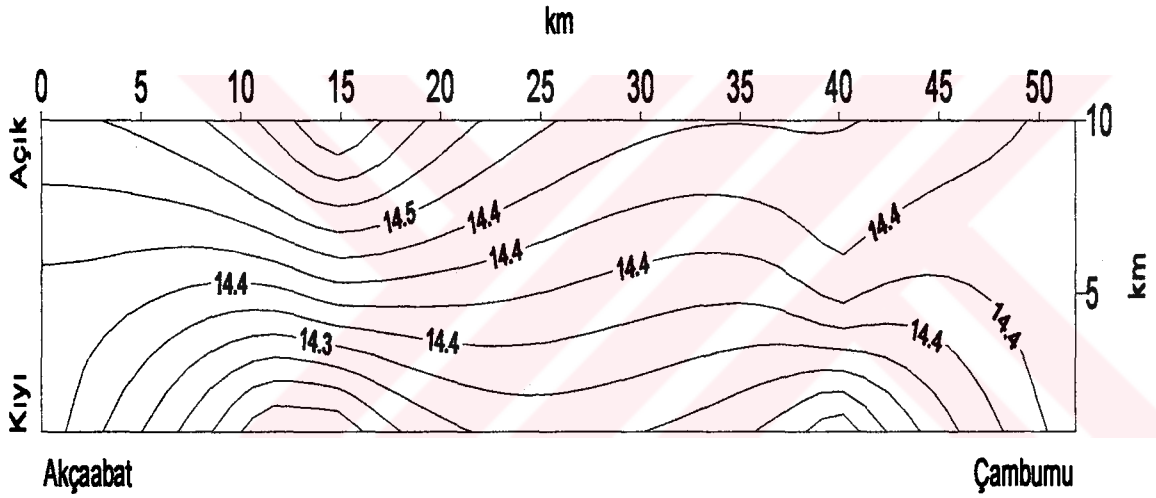
Aylar	Sıcaklık (°C)	Basınç (mb)	Nem (%)	Yağış (mm/m ²)	Rüzgar (m/s)
Ocak	9.1	1013.4	68.5	26.7	1.8
Şubat	6.1	1016.1	69.9	78.9	2.8
Mart	8.5	1015.3	73.2	35.1	2.5
Nisan	14.4	1010.8	74.5	26.0	1.7
Mayıs	16.6	1010.6	75.8	248.0	2.0
Haziran	20.0	1009.7	72.7	35.9	2.8
Temmuz	23.4	1006.8	72.8	20.3	2.3
Ağustos	23.2	1008.6	73.5	28.7	2.6
Eylül	23.0	1011.4	76.2	8.2	2.4
Ekim	18.5	1014.0	77.7	176.2	2.4
Kasım	11.0	1014.2	73.7	128.9	2.7
Aralık	6.6	1017.7	70.2	226.1	2.6

Ek Tablo 3. Çalışma alanına dökülen bazı akarsular ve debileri.

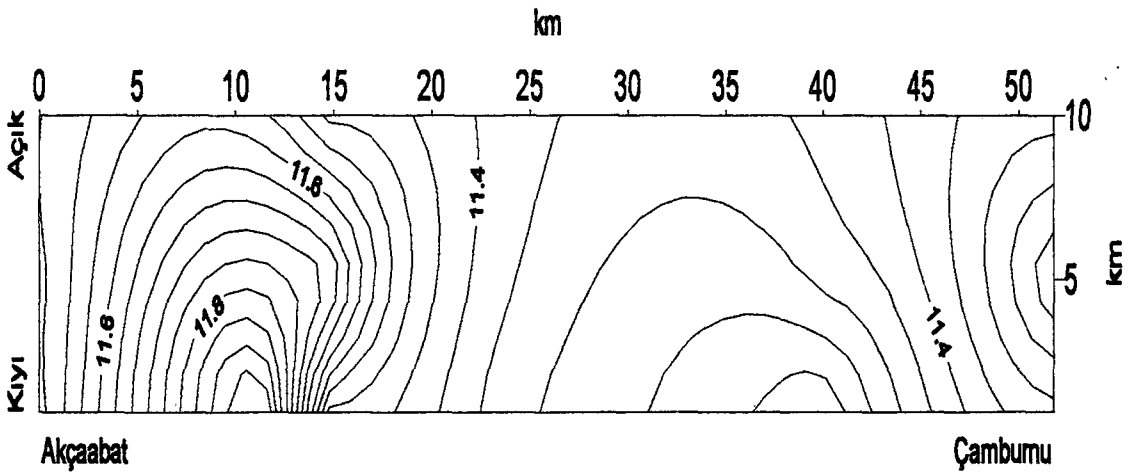
Akarsu adı	Ortalama debi (m ³ /s)
Kalenima Deresi	3.484
Değirmendere	11.165
Şana Deresi	-
Yanbolu Deresi	4.646
Karadere	10.752
Manahos Deresi	4.799



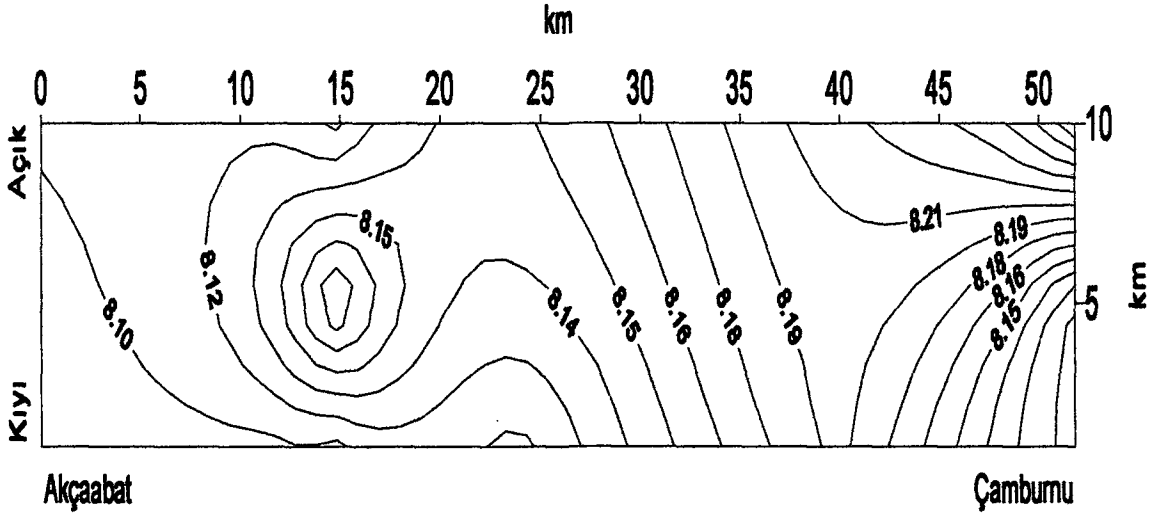
Ek Şekil 1. Sıcaklığın yüzeyde dağılımı.



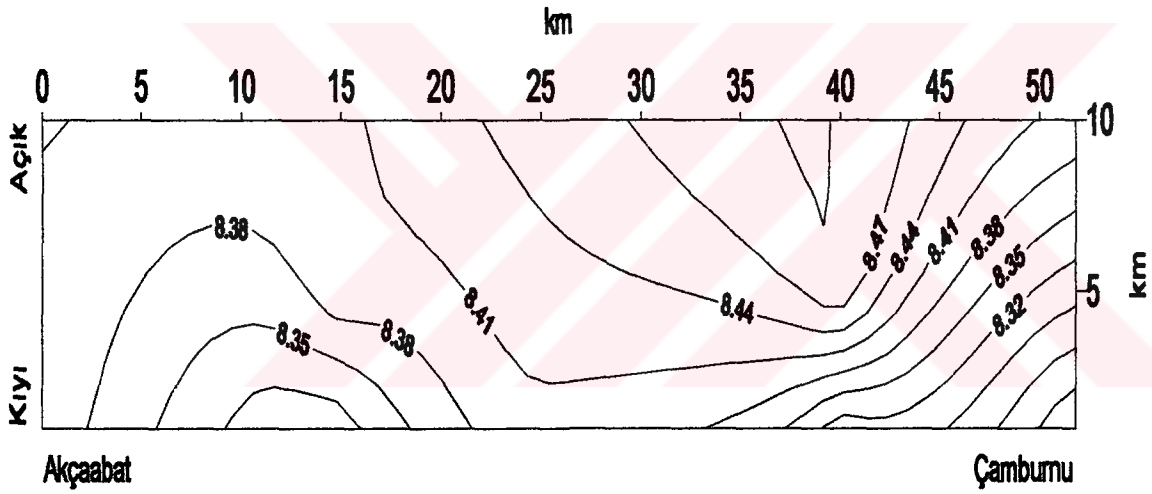
Ek Şekil 2. Sıcaklığın 10 m derinlikte dağılımı.



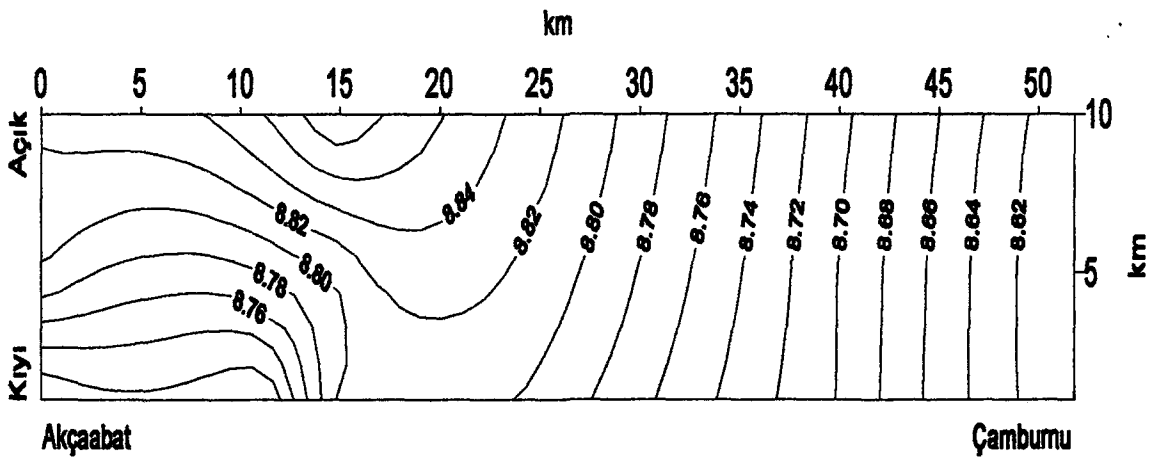
Ek Şekil 3. Sıcaklığın 25 m derinlikte dağılımı.



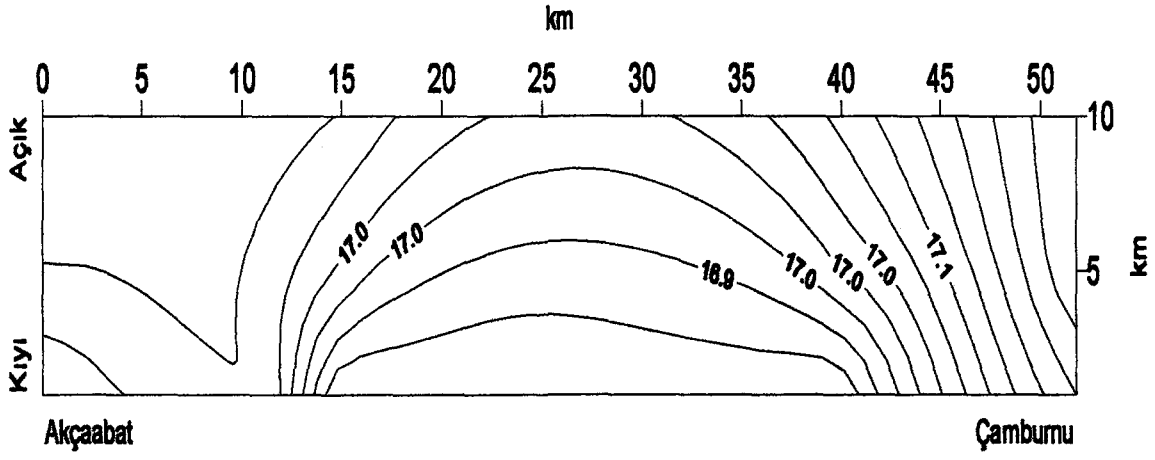
Ek Şekil 4. Oksijenin yüzeyde dağılımı.



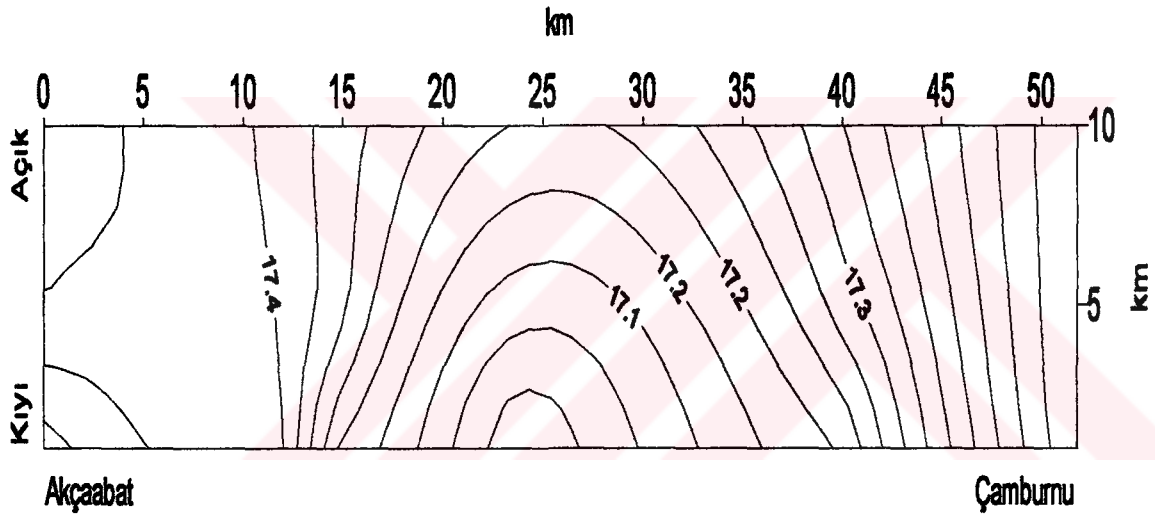
Ek Şekil 5. Oksijenin 10 m derinlikte dağılımı.



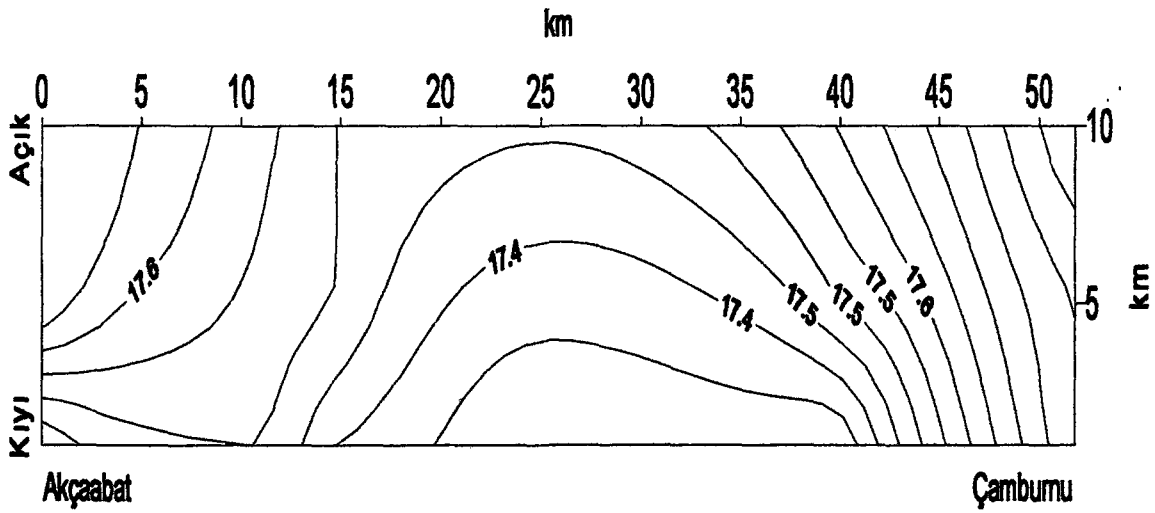
Ek Şekil 6. Oksijenin 25 m derinlikte dağılımı.



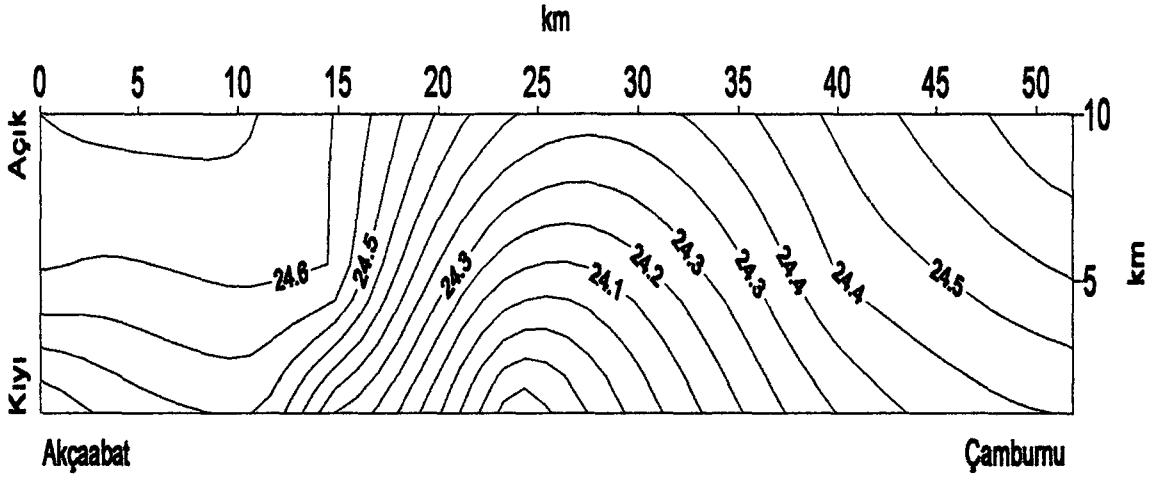
Ek Şekil 7. Tuzluluğun yüzeyde dağılımı.



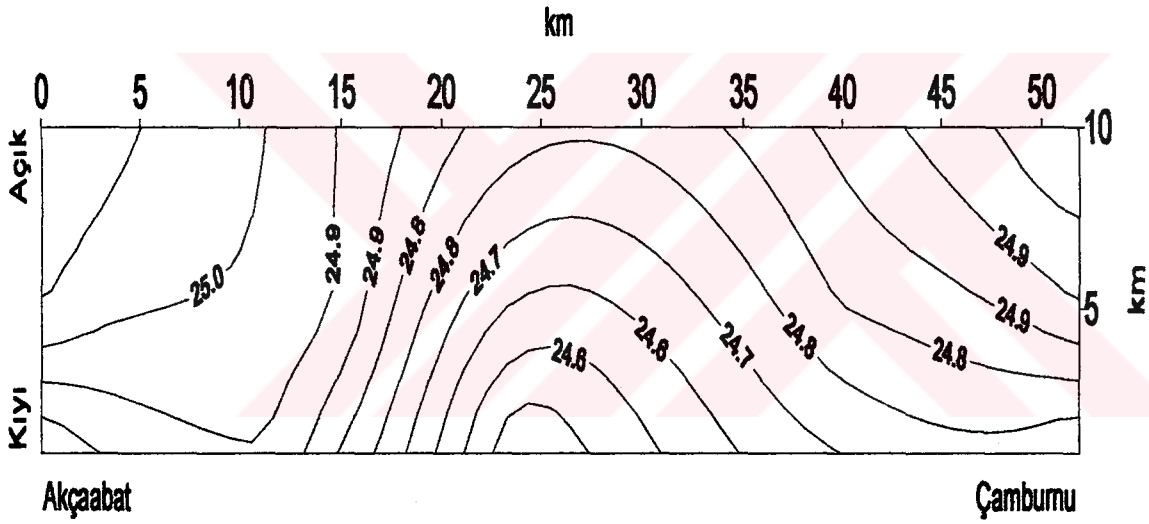
Ek Şekil 8. Tuzluluğun 10 m derinlikte dağılımı.



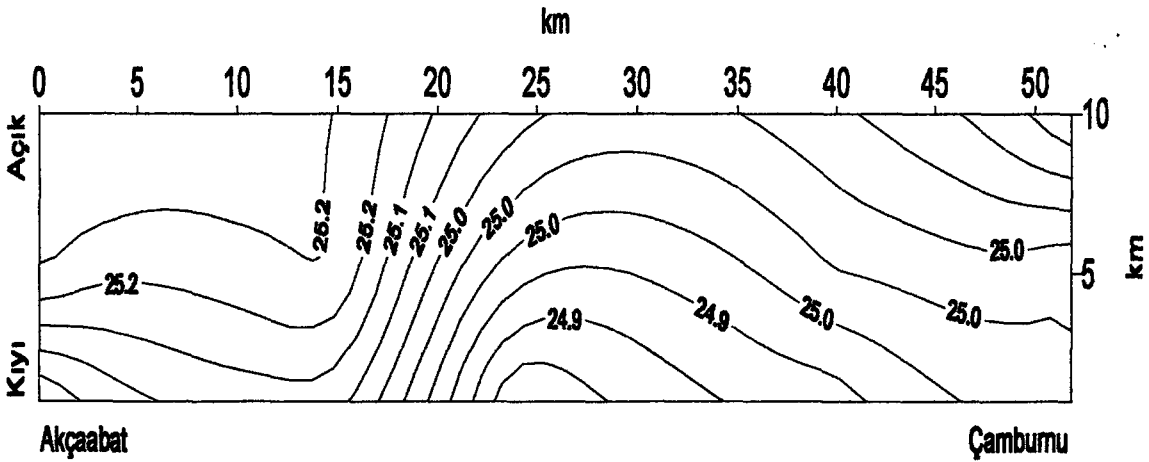
Ek Şekil 9. Tuzluluğun 25 m derinlikte dağılımı.



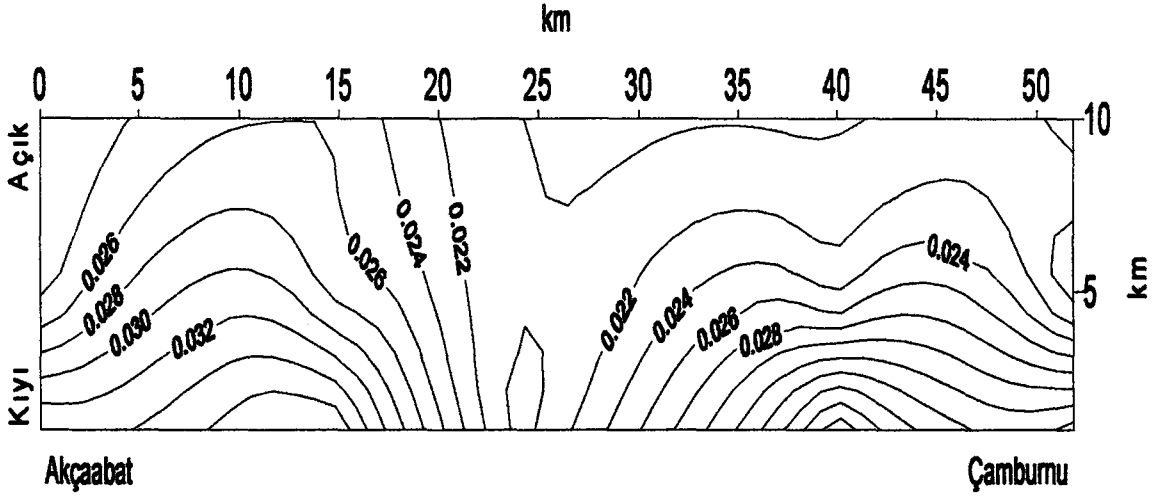
Ek Şekil 10. İletkenliğin yüzeyde dağılımı.



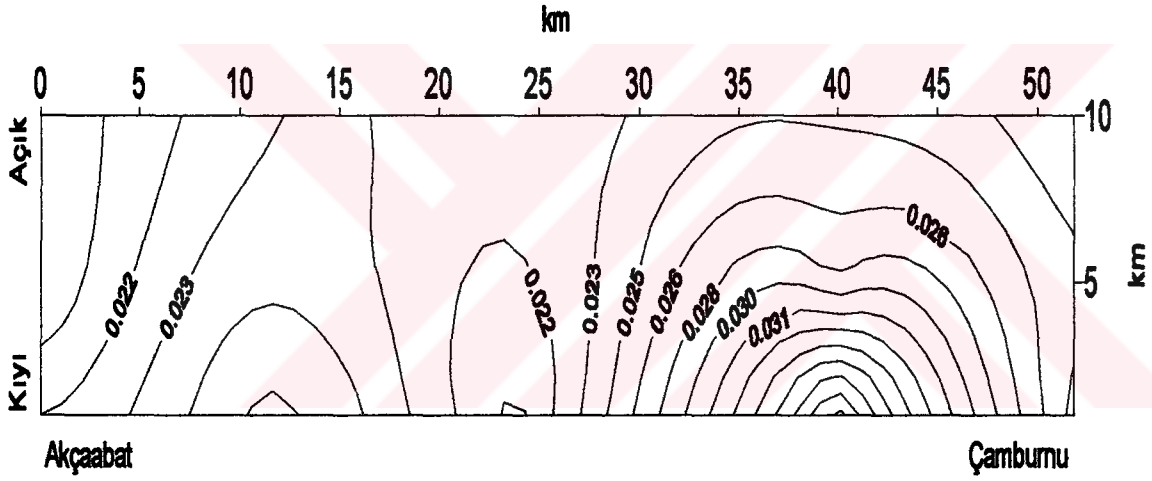
Ek Şekil 11. İletkenliğin 10 m derinlikte dağılımı.



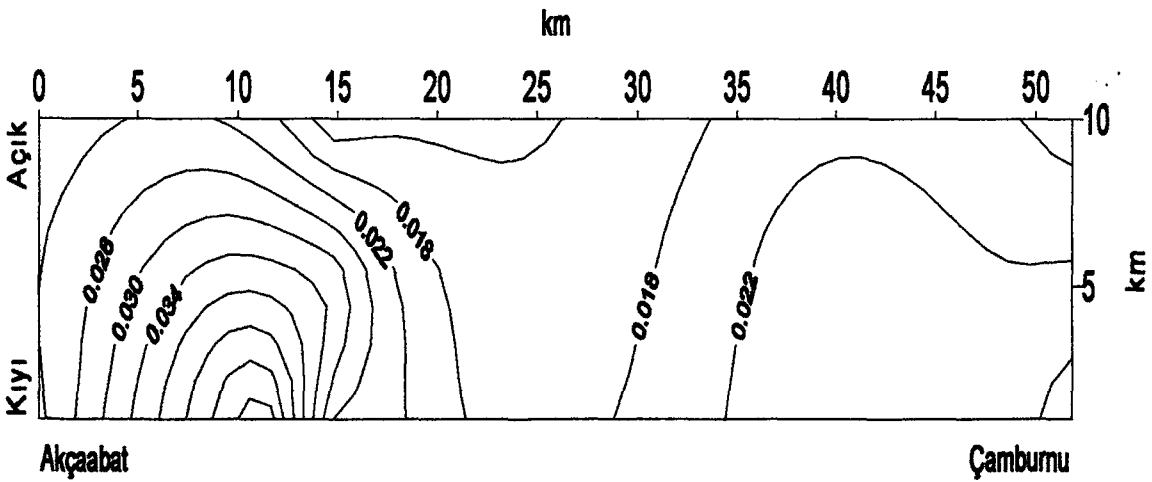
Ek Şekil 12. İletkenliğin 25 m derinlikte dağılımı.



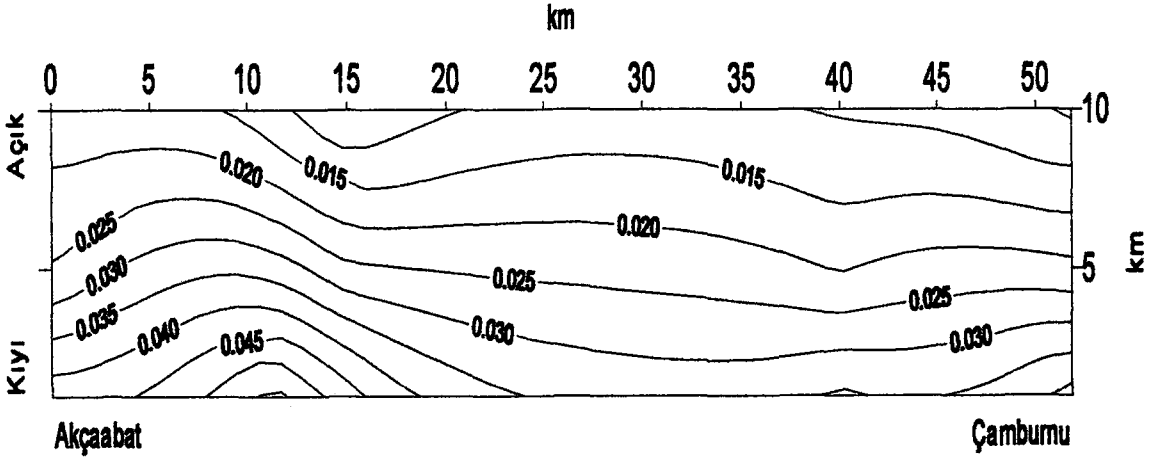
Ek Şekil 13. Fosfatın yüzeyde dağılımı.



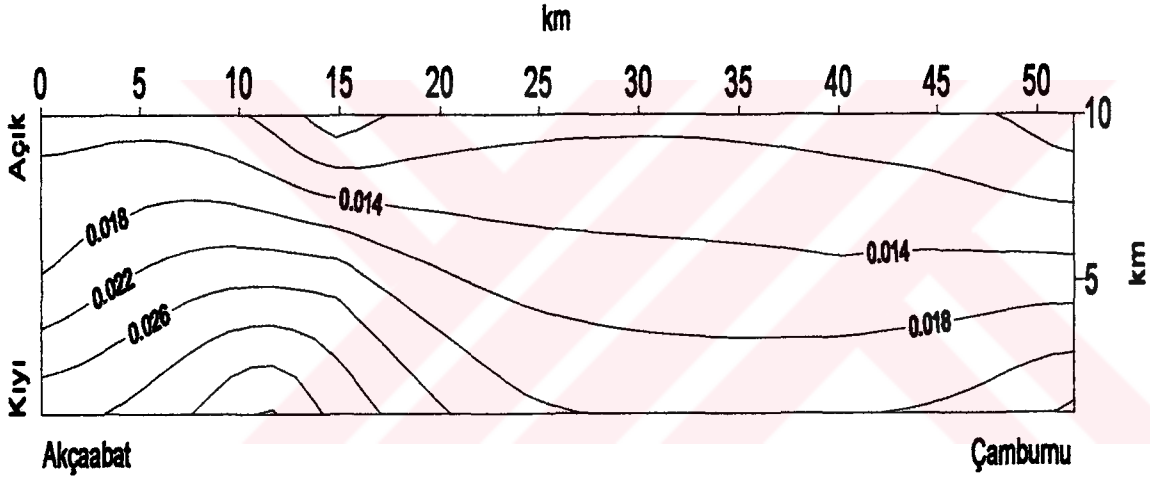
Ek Şekil 14. Fosfatın 10 m derinlikte dağılımı.



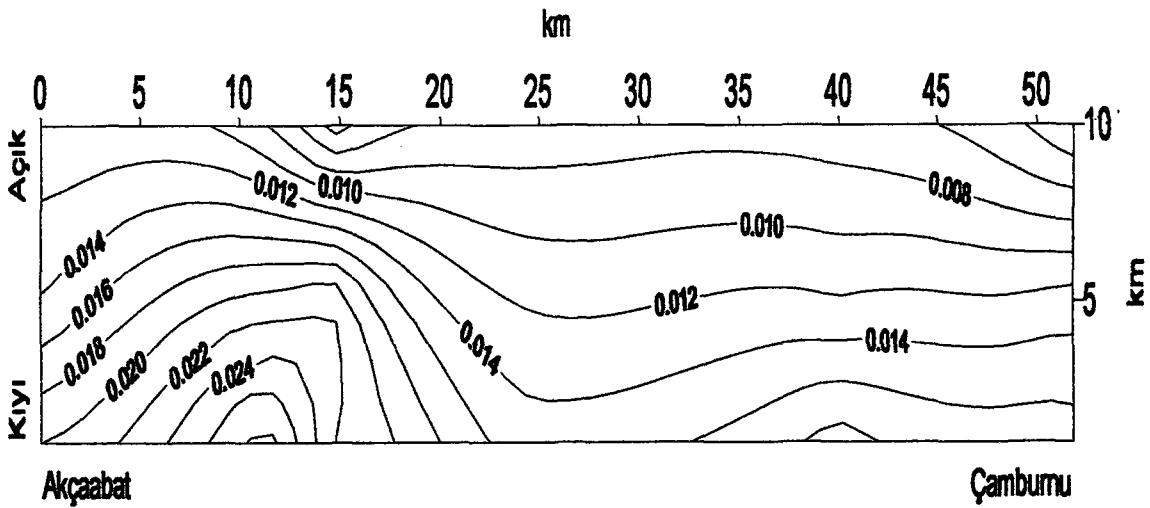
Ek Şekil 15. Fosfatın 25 m derinlikte dağılımı.



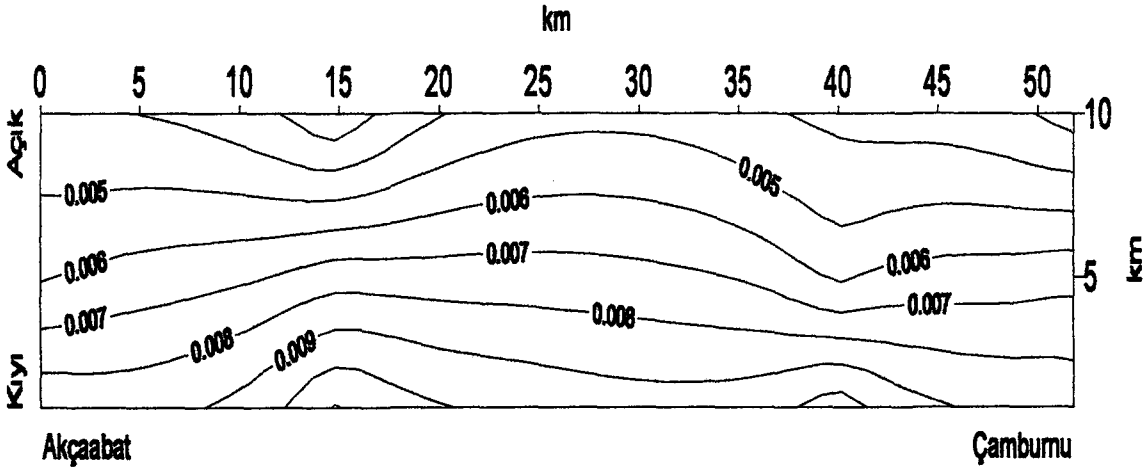
Ek Şekil 16. Deterjanın yüzeyde dağılımı.



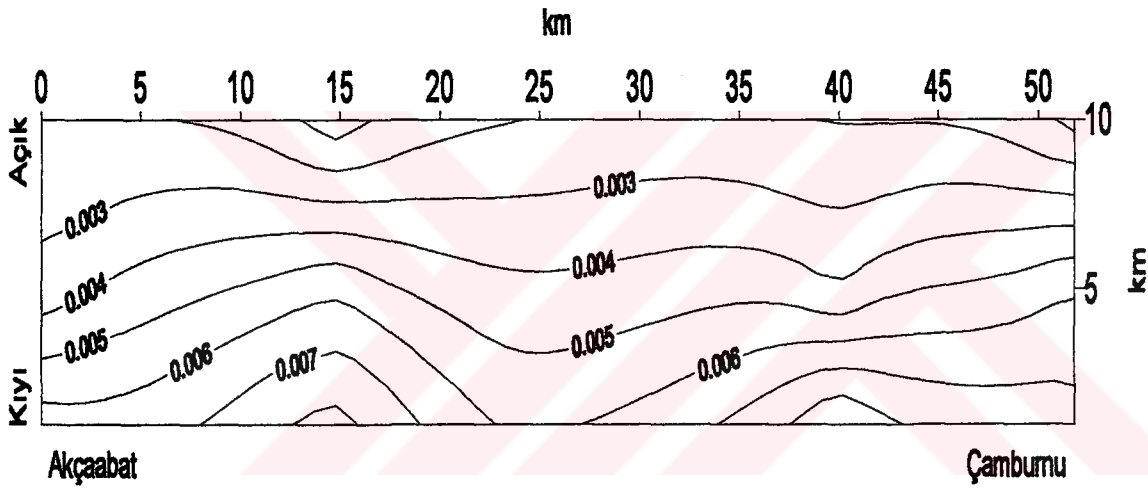
Ek Şekil 17. Deterjanın 10 m derinlikte dağılımı.



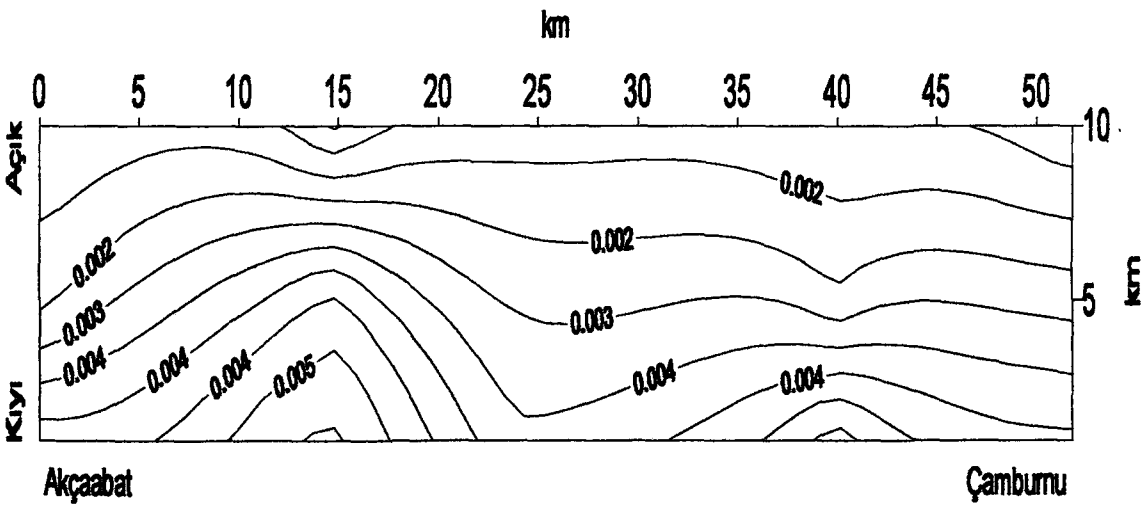
Ek Şekil 18. Deterjanın 25 m derinlikte dağılımı.



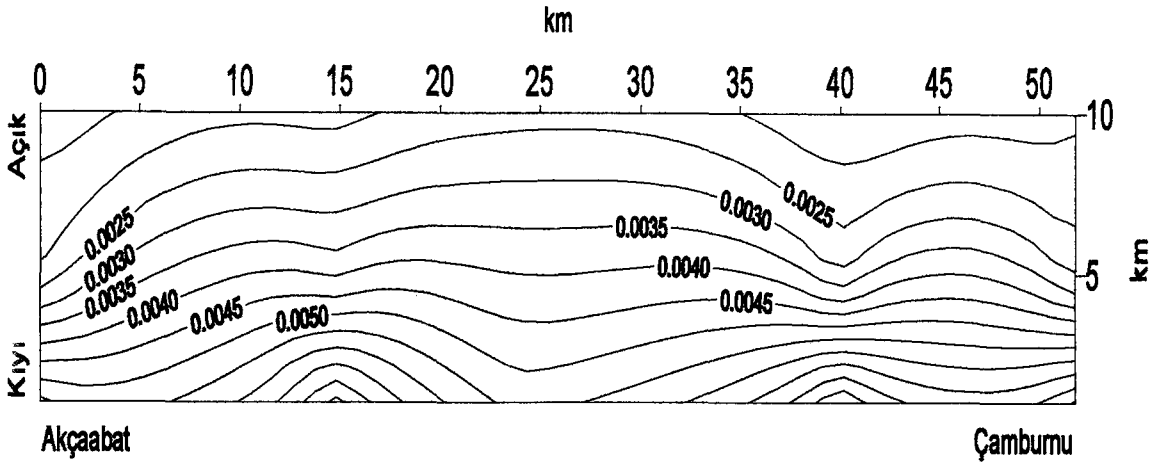
Ek Şekil 19. Fenolün yüzeyde dağılımı.



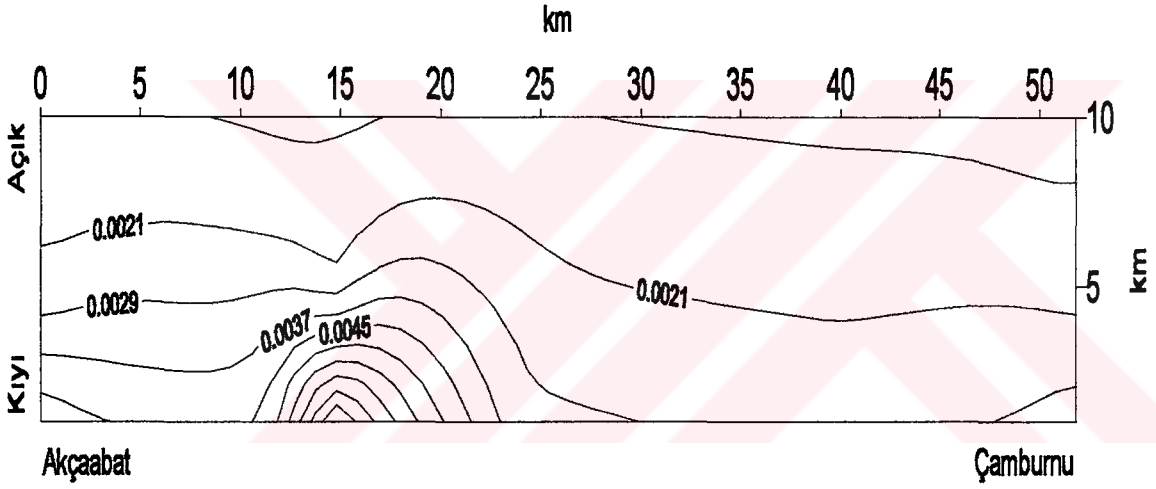
Ek Şekil 20. Fenolün 10 m derinlikte dağılımı.



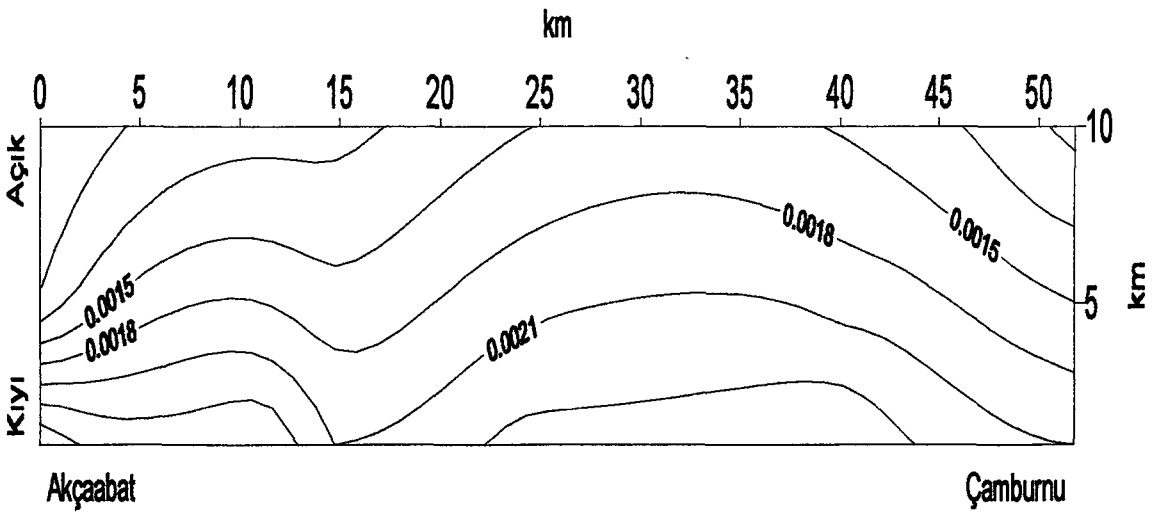
Ek Şekil 21. Fenolün 25 m derinlikte dağılımı.



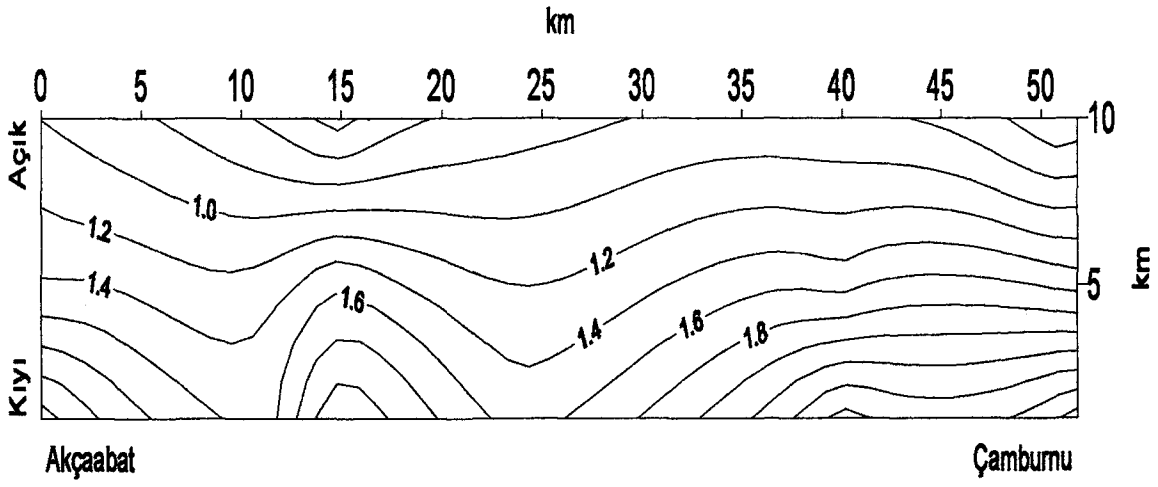
Ek Şekil 22. Demirin yüzeyde dağılımı.



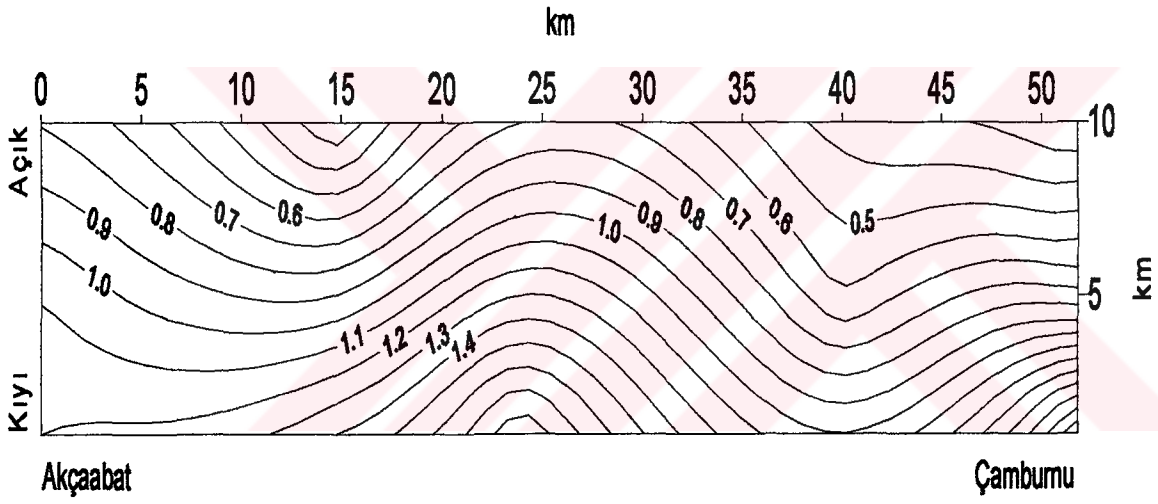
Ek Şekil 23. Demirin 10 m derinlikte dağılımı.



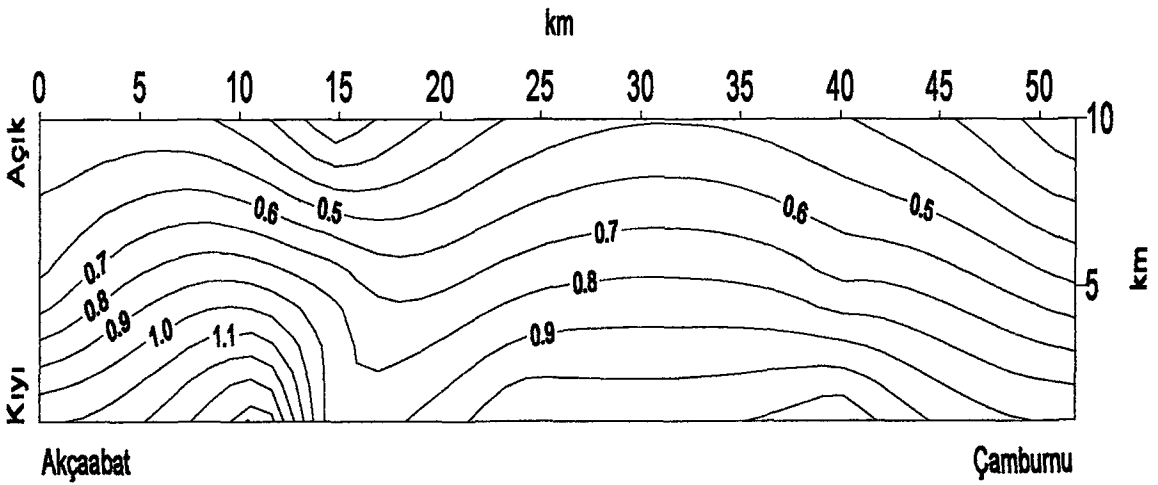
Ek Şekil 24. Demirin 25 m derinlikte dağılımı.



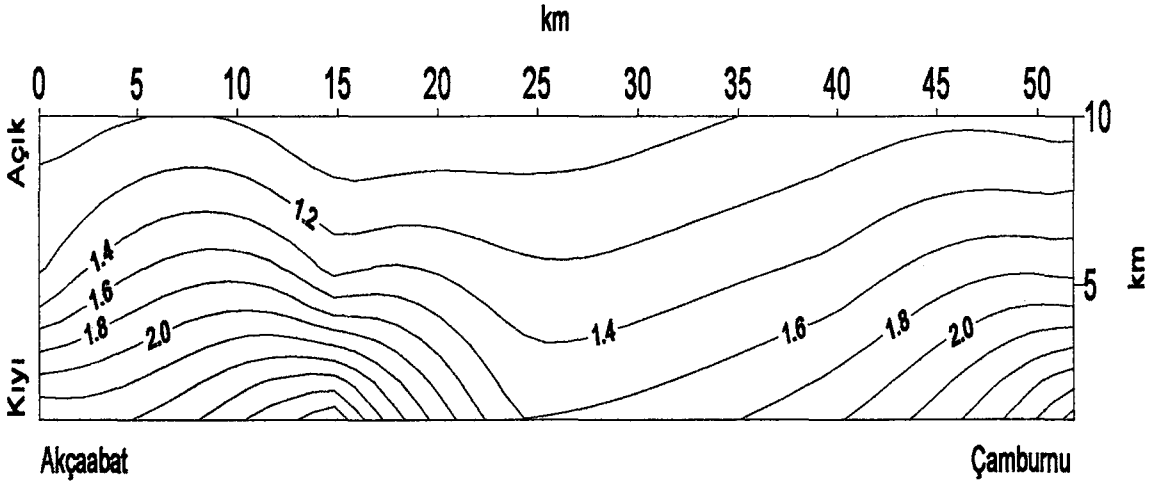
Ek Şekil 25. Bakırın yüzeyde dağılımı.



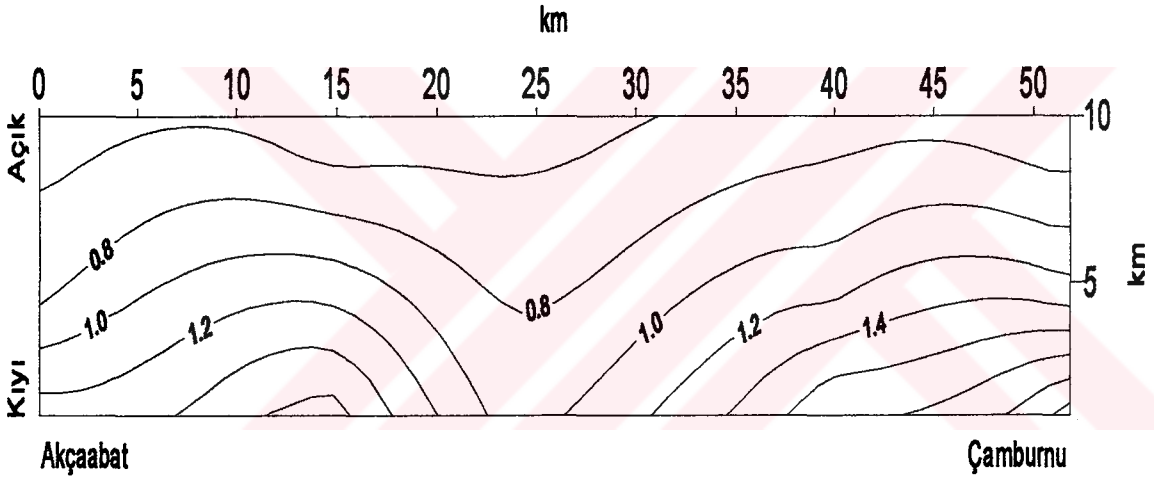
Ek Şekil 26. Bakırın 10 m derinlikte dağılımı.



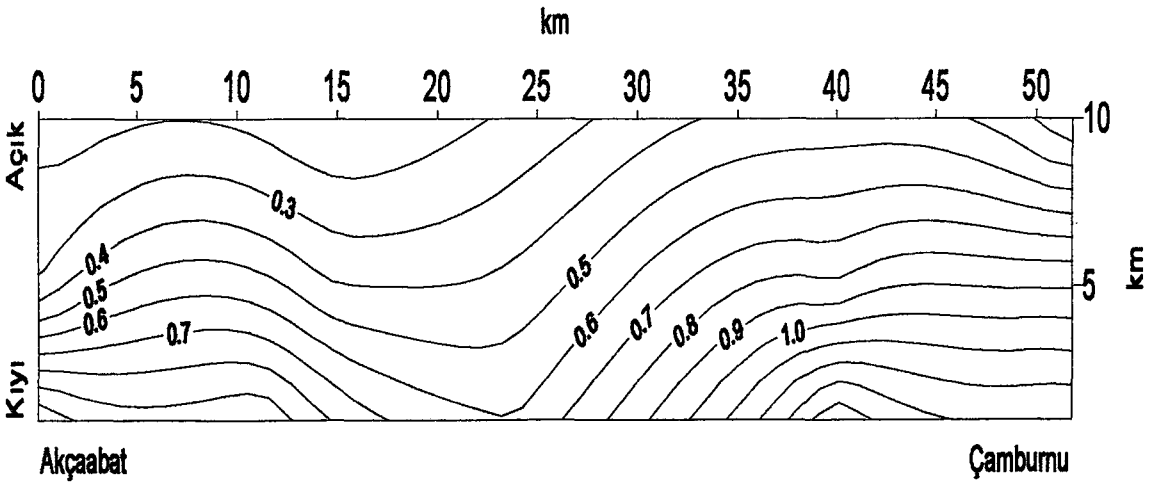
Ek Şekil 27. Bakırın 25 m derinlikte dağılımı.



Ek Şekil 28. Kurşunun yüzeyde dağılımı.



Ek Şekil 29. Kurşunun 10 m derinlikte dağılımı.



Ek Şekil 30. Kurşunun 25 m derinlikte dağılımı.

9. ÖZGEÇMİŞ

1962 yılında Yomra'da doğdu. İlk öğrenimini Yomra'da, orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1980 yılında Almanya'da 6 ay süreyle lisan kursuna devam etti ve 1983 yılında "Chemische Institut Dr. Flad" Meslek Yüksek Okulu'ndan Kimya Teknik Asistanı olarak mezun oldu. 1984 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu'nda öğrenime başladı ve 1988'de lisans öğrenimini tamamlayarak Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi ünvanını aldı. 1988 yılında aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü'nde başladığı Yüksek Lisans öğrenimini 1991'de tamamladı. 1990 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Washington Üniversitesi tarafından düzenlenen Deniz Atmosfer Etkileşimleri konulu yaz okuluna ve 1991 yılında Almanya'da Goethe Enstitüsü'nde Almanca kursuna katıldı. 1991 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Programına başladı. 1989 yılında KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.