

57832

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ KIYISAL EKOSİSTEMİNDE FİTOPLANKTON  
DİNAMİĞİNDEKİ MEVSİMSEL DEĞİŞİMLER

Uz. Biyolog A. Muzaffer FEYZİOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"Doktor"

57832

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18.03.1996

Tezin Savunma Tarihi : 15.05.1996

**İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU**  
**DOĞU KARADENİZ ANABİLİM MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Sumru ÜNSAL

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Fazlı ARSLAN

Mart 1996

TRABZON

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anadilim Dalı Doktora Programı'nda yapılmıştır.

Doktora eğitimime başlamamda ve fitoplankton konusundaki Yüksek Lisans tezimin bir uzantısı olan çalışmalarımın bu alanda devam etmesinde, beni teşvik eden değerli hocam Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Sumru ÜNSAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışma konusunun belirlenmesinde yardımcı olan, yorumlarıyla beni yönlendiren ve rahat bir çalışma ortamının oluşmasında her zaman samimi desteğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Ertuğ DÜZGÜNEŞ'e 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 dönemlerde hayatta olan ve daha sonra aramızdan ayrılan, çalıştığı kurumun olanaklarıyla yardımlarını gördüğüm Trabzon Tarım İl Müdürlüğü, Koruma Kontrol Şube Müdürü merhum Müin ERGÜN'e Allah'tan rahmet dilerim.

Planktonik türlerin görüntülenmesi için KTÜ, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü'ndeki Elektron Mikroskobu'nda çalışma olanağı sağlayan sayın Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN'a ve elektron mikroskobundaki çalışmalarındaki yardımlarından dolayı sayın Dr. Tevfik KÜÇÜKÖMEROĞLU'na teşekkür ederim

Verilerin değerlendirilmesi esnasındaki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Kadir SEYHAN'a, tezin yazılmasındaki önerileri ve yapıcı eleştirilerinden ötürü Yrd. Doç. Dr. İbrahim OKUMUŞ'a, deniz çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz Arş. Gör. Muhammet BORAN, deniz çalışmalarındaki katkılarından dolayı Arş. Gör. Coşkun ERÜZ, Öğr. Gör. Osman DEMİREL ve Öğr. Gör. Ferit CANDEĞER'e, tezin son şeklini almasındaki katkılarından dolayı Arş. Gör. Nüket SIVRİ ve Arş. Gör. Cemal DİNÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Mart 1996

A. Muzaffer FEYZİOĞLU

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Karadeniz'in Oşinografik Özellikleri.....	2
1.3. Fitoplanktonik Organizmalar.....	4
1.3.1. Diatom (Bacillariophyceae).....	4
1.3.2. Dinoflagellatlar (Dinophyceae).....	5
1.3.3. Euglenalar (Euglenophyceae).....	6
1.3.4. Yeşil Algler (Chlorophyceae).....	7
1.3.5. Mavi-yeşil Algler (Cyanophyceae).....	7
1.3.6. Silikoflagellatlar (Crysophyceae).....	8
1.3.7. Coccolithophoritler (Primnesiophyceae).....	8
1.4. Besleyici Elementler.....	8
1.4.1. Azot (N).....	9
1.4.2. Fosfor (P).....	9
1.4.3. Silis (Si).....	9
1.4.4. Demir (Fe).....	10
1.5. Klorofil-a.....	10
1.6. Konu İle İlgili Karadeniz'de Yapılan Çalışmalar.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	12
2.1. Araştırma Planı.....	12
2.2. İstasyonların Belirlenmesi.....	12
2.3. Kimyasal Analizler İçin Su Örneklerinin Alınması.....	14
2.4. Ölçüm Yöntemleri.....	14
2.4.1. Sahada Yapılan Ölçümler.....	14
2.4.2. Laboratuvarında Yapılan Analizler.....	14
2.4.2.1. Fosfat Tayini.....	14
2.4.2.2. Nitrat Tayini.....	14
2.4.2.3. Nitrit Tayini.....	14

2.4.2.4. Demir Tayini.....	15
2.4.2.5. Silikat Tayini.....	15
2.4.2.6. Klorofil-a Tayini.....	15
2.5. Biyolojik Analizler İçin Örneklerin Alınması.....	16
2.5.1. Kalitatif Değerlendirme İçin Örneklerin Alınması.....	16
2.5.2. Kantitatif Değerlendirme İçin Örneklerin Alınması ve Hazırlanması.....	16
2.6. Biyolojik Materyalin Temizlenmesi.....	16
2.7. Türlerin Tanımlanması.....	16
2.8. Hücre Sayımları.....	17
2.8.1. Inverted Mikroskop Tekniği.....	17
2.8.2. Hemastometre.....	17
2.8.3. Standart Damla Yöntemi.....	17
2.9. Örneklerin Görüntülenmesi.....	18
2.9.1. Scanning Elektron Mikroskobu'nda (SEM) Örneklerin İncelenmesi.....	18
2.9.2. Örneklerin Işık Mikroskobu'nda İncelenmesi.....	18
2.10. Shannon-Weiner Çeşitlilik İndeksi.....	18
2.11. Verilerin Değerlendirilmesi.....	19
3. BULGULAR.....	20
3.1. Hidrografik Özellikler.....	20
3.2. Demir Dağılımı.....	25
3.3. Fosfat Dağılımı.....	28
3.4. Nitrit Dağılımı.....	31
3.5. Nitrat Dağılımı.....	35
3.6. Silikat Dağılımı.....	37
3.7. Klorofil-a Dağılımı.....	40
3.8. Fitoplankton Dağılımı.....	43
3.9. Shannon-Weiner Tür Çeşitlilik İndeksi.....	65
4. İRDELEME.....	68
5. SONUÇLAR.....	84
6. ÖNERİLER.....	86
7. KAYNAKLAR.....	88
8. EKLER.....	99
9. ÖZGEÇMİŞ.....	120

## ÖZET

Doğu Karadeniz Ekosistemi, Trabzon sahil şeridinde belirlenen 12 istasyon ve bu istasyonlara ait 3 derinlikten, Ocak 1993-Ağustos 1994 tarihleri arasında yapılan örneklemede sıcaklık, çözünmüş oksijen, tuzluluk, iletkenlik değerleri ile besleyici elementler ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{SiO}_2$ ), demir, klorofil-a ve fitoplanktonik organizmaların dağılımı kalitatif ve kantitatif yönden incelenmiştir.

Planktonik komünitede Bacillariophyceae ve Dinophyceae ye ait türlerin baskın olduğu tespit edilmiştir. Hücre sayılarının en yüksek olduğu dönemin mayıs ayına rastladığı gözlenmiştir. Bloomu gözlenen türlerin yüzeyde *Nitzschia closterium*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Rhizosolenia calcar-avis* ve *Peridinium trochoideum* iken yüzey altı sularda *Chlorella sp.* ve *Emiliana huxleyi* olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek klorofil-a değeri yüzey sularında  $3.7 \mu\text{g/l}$  ölçülmüştür. Bununla beraber klorofil-a değerleri ortalama yüzey, 10 metre ve 25 metrede sırasıyla  $0.60 \pm 0.48$ ,  $0.57 \pm 0.63$ ,  $0.20 \pm 0.094 \mu\text{g/l}$  olarak belirlenmiştir.

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{SiO}_2$ , demir değerlerinin sırasıyla  $0.001\text{-}0.007 \text{ mg/l}$ ,  $0.1\text{-}1.4 \text{ mg/l}$ ,  $0.01\text{-}0.77 \text{ mg/l}$ ,  $0.110\text{-}3.760 \text{ mg/l}$  ve  $0.001\text{-}0.070 \text{ mg/l}$  arasında değiştiği tespit edilmiştir. Klorofil-a değerlerinin 10 metre derinlikte demir değerleri ile etkileşim içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Karadeniz, Fitoplankton, Klorofil-a, Besleyici Elementler.

## SUMMARY

### SEASONAL CHANGES ON PHYTOPLANKTON DYNAMICS IN EASTERN BLACK SEA ECOSYSTEM.

Temperature, dissolved oxygen, salinity, conductivity, nutrients (  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{SiO}_2$  ), iron, chlorophyll-a and, quantitative and qualitative distribution of phytoplanktonic organisms were investigated in the Eastern Black Sea Marine Ecosystem, Trabzon, from January 1993 through to August 1994.

Species belonging to Bacillariophyceae and Dinophyceae were observed to be dominant in planktonic community. The highest number of cells were found in May. During the bloom period, *Chlorella sp.* and *Emiliana huxleyi* were observed in the sub-surface water, whilst *Nitzschia closterium*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Rhizosolenia calcar-avis* and *Peridinium trochoideum* were found in surface water.

The highest value of chlorophyll-a was measured as  $3.7 \mu\text{g/l}$ . However, mean values of chlorophyll-a were obtained as  $0.60 \pm 0.48$ ,  $0.57 \pm 0.63$ ,  $0.20 \pm 0.094 \mu\text{g/l}$  for surface, 10 m and 25 m in depth, respectively.

During the study,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{SiO}_2$  and iron values were measured between  $0.001\text{-}0.007 \text{ mg/l}$ ,  $0.1\text{-}1.4 \text{ mg/l}$ ,  $0.01\text{-}0.77 \text{ mg/l}$  and  $0.110\text{-}3.760 \text{ mg/l}$  and  $0.001\text{-}0.070 \text{ mg/l}$  respectively. It was observed that there was an interaction between iron and chlorophyll-a at the depth of 10 m .

Keywords : Black Sea, Phytoplankton, Chlorophyll-a, Nutrients.

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Çalışma alanı.....	13
Şekil 2. Deniz suyu sıcaklığının aylara göre dağılımı.....	21
Şekil 3. Çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre dağılımı.....	22
Şekil 4. Tuzluluk değerlerinin aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	23
Şekil 5. İletkenlik değerlerinin aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	25
Şekil 6. Demir konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre.....	26
Şekil 7. Demir konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı.....	28
Şekil 8. Fosfat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	29
Şekil 9. Fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı.....	29
Şekil 10. Nitrit konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	31
Şekil 11. Nitrit konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı.....	32
Şekil 12. Nitrit ve nitrat konsantrasyonlarının dağılımı.....	34
Şekil 13. Nitrat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	35
Şekil 14. Nitrat değerlerinin istasyonlara göre dağılımı.....	36
Şekil 15. Silikat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	38
Şekil 16. Silikat konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı.....	39
Şekil 17. Klorofil- a ( $\mu\text{g/l}$ ) konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	41
Şekil 18. Yüzeysel sularında hücre/l ve klorofil-a konsantrasyonlarının aylara göre dağılımı.....	42
Şekil 19. 10 metre derinlikteki sularında hücre/l ve klorofil-a konsantrasyonlarının aylara göre dağılımı.....	42
Şekil 20. Sistematik gruplara göre türlerin dağılımları.....	43
Şekil 21. Aylara göre derinliklere göre araştırma sahasında rastlanan Diatom, Dinoflagellat ve diğer gruplara ait tür sayılarının dağılımı.....	46
Şekil 22. <i>Ceratium furca</i> ' ya ait SEM görüntüsü.....	56
Şekil 23. <i>Dictioca speculum</i> ' a ait SEM görüntüsü.....	57
Şekil 24. <i>Ditylum brightwellii</i> ' ye ait SEM görüntüsü.....	58
Şekil 25. <i>Ceratium fusus</i> 'a ait SEM görüntüsü.....	60
Şekil 26. <i>Gonyaulax spinifera</i> ye ait SEM görüntüsü .....	61
Şekil 27. <i>Emiliana huxleyi</i> 'ye ait SEM görüntüsü.....	62
Şekil 28. <i>Gonyaulax polyhedra</i> 'ya ait SEM görüntüsü ve plak dizilişleri.....	62

Şekil 29. <i>Skeletonema costatum</i> 'a ait SEM görüntüsü.....	64
Şekil 30. Shannon-Weiner diversite indeks sonuçlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	65
Ek Şekil 1. Demirin aylara ve derinliklere göre dağılımı.....	99
Ek Şekil 2. Fosfatın aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	99
Ek Şekil 3. Nitratın aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	100
Ek Şekil 4. Nitritin aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	100
Ek Şekil 5. Çözünmüş oksijenin aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	100
Ek Şekil 6. Sıcaklığın aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	101
Ek Şekil 7. Silikatın aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	101
Ek Şekil 8. Hücre sayısının aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	101
Ek Şekil 9. Sıcaklığın yüzeyde dağılımı .....	102
Ek Şekil 10. Sıcaklığın 10 metre derinlikte dağılımı .....	102
Ek Şekil 11. Sıcaklığın 25 metre derinlikteki dağılımı .....	102
Ek Şekil 12. Çözünmüş oksijenin yüzeyde dağılımı .....	103
Ek Şekil 13. Çözünmüş oksijenin 10 metre derinlikte dağılımı .....	103
Ek Şekil 14. Çözünmüş oksijenin 25 metre derinlikte dağılımı .....	103
Ek Şekil 15. Tuzluluğun yüzeydeki dağılımı .....	104
Ek Şekil 16. Tuzluluğun 10 metre derinlikte dağılımı .....	104
Ek Şekil 17. Tuzluluğun 25 metre derinlikte dağılımı .....	104
Ek Şekil 18. İletkenliğin yüzeydeki dağılımı .....	105
Ek Şekil 19. İletkenliğin 10 metre derinlikte dağılımı .....	105
Ek Şekil 20. İletkenliğin 25 metre derinlikte dağılımı .....	105
Ek Şekil 21. Nitratın yüzeyde dağılımı .....	106
Ek Şekil 22. Nitratın 10 metre derinlikte dağılımı .....	106
Ek Şekil 23. Nitratın 25 metre derinlikte dağılımı .....	106
Ek Şekil 24. Nitritin yüzeyde dağılımı .....	107
Ek Şekil 25. Nitritin 10 metre derinlikte dağılımı .....	107
Ek Şekil 26. Nitritin 25 metre derinlikte dağılımı .....	107
Ek Şekil 27. Fosfatın yüzeydeki dağılımı .....	108
Ek Şekil 28. Fosfatın 10 metre derinlikte dağılımı .....	108
Ek Şekil 29. Fosfatın 25 metre derinlikte dağılımı .....	108
Ek Şekil 30. Demirin yüzeydeki dağılımı .....	109
Ek Şekil 31. Demirin 10 metre derinlikte dağılımı .....	109
Ek Şekil 32. Demirin 25 metre derinlikte dağılımı .....	109
Ek Şekil 33. Hücre sayısının yüzeydeki dağılımı .....	110
Ek Şekil 34. Hücre sayısının 10 metre derinlikte dağılımı .....	110
Ek Şekil 35. Hücre sayısının 25 metre derinlikte dağılımı .....	110



Ek Şekil 36. Nitratın yüzeydeki dağılımı.....	111
Ek Şekil 37. Nitratın 10 metre derinlikte dağılımı.....	111
Ek Şekil 38. Nitratın 25 metre derinlikte dağılımı.....	111
Ek Şekil 39. Nitritin yüzeydeki dağılımı.....	112
Ek Şekil 40. Nitritin 10 metredeki dağılımı.....	112
Ek Şekil 41. Nitritin 25 metre derinlikte dağılımı.....	112
Ek Şekil 42. Fosfatın yüzeydeki dağılımı.....	113
Ek Şekil 43. Fosfatın 10 metredeki dağılımı.....	113
Ek Şekil 44. Fosfatın 25 metredeki dağılımı.....	113
Ek Şekil 45. Demirin yüzeydeki dağılımı.....	114
Ek Şekil 46. Demirin 10 metredeki dağılımı.....	114
Ek Şekil 47. Demirin 25 metredeki dağılımı.....	114
Ek Şekil 48. <i>Chaetoceros affinis'</i> e ait ışık mikroskobu görüntüsü.....	115
Ek Şekil 49. <i>Synedra ulna'</i> ya ait ışık mikroskobu görüntüsü.....	115
Ek Şekil 50. <i>Coscinodiscus granii'</i> ye ait SEM görüntüsü.....	116
Ek Şekil 51. <i>Dinophysis caudata'</i> ya ait SEM görüntüsü.....	116
Ek Şekil 52. <i>Dinophysis fortii'</i> ye ait SEM görüntüsü.....	117
Ek Şekil 53. <i>Peridinium granii'</i> ye ait SEM görüntüsü.....	117
Ek Şekil 54. <i>Merismopedia elegans'</i> a ait ışık mikroskobu görüntüsü .....	118
Ek Şekil 55. <i>Trochodesmium sp'</i> ye ait ışık mikroskobu görüntüsü .....	118
Ek Şekil 56. <i>Ceratium tripos'</i> a ait SEM görüntüsü.....	119
Ek Şekil 57. Dinoflagellatlara ait resting sporun ışık mikroskobu görüntüsü..	119

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Çalışma istasyonlarına ait koordinatlar.....	12
Tablo 2. Çalışma sahasında ölçülen sıcaklık, oksijen tuzluluk ve iletkenlik değerlerinin aylara ait ortalama değerleri.....	20
Tablo 3. Tuzluluk değerlerinin aylara göre karşılaştırılması.....	23
Tablo 4. İletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırılması .....	24
Tablo 5. Demir konsantrasyonlarına ait ortalama ve standart sapmalarının aylara ve derinliğe bağlı dağılımı .....	26
Tablo 6. Demir konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .....	27
Tablo 7. Demir konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırılması .....	26
Tablo 8. Aylara ve derinliğe göre ortalama fosfat konsantrasyonları .....	30
Tablo 9. Fosfat konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması.....	30
Tablo 10. Fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırılması.....	31
Tablo 11. Nitrit konsantrasyonlarının aylara ve derinliğe göre dağılımı .....	32
Tablo 12. Nitrit konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .....	33
Tablo 13. Nitrit değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması .....	33
Tablo 14. Ortalama nitrat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	36
Tablo 15. Nitrat konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .....	37
Tablo 16. Ortalama silikat konsantrasyonlarının aylara ve derinliğe göre dağılımı .....	37
Tablo 17. Silikat konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .....	39
Tablo 18. Silikat konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırılması .....	39
Tablo 19. Ortalama klorofil-a konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı .....	41
Tablo 20. Ortalama hücre sayılarının aylara ve derinliğe göre dağılımı .....	44
Tablo 21. Hücre/l değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması .....	45
Tablo 22. Aylara ve derinliklere göre fitoplanktonik organizmaların dağılımı..	48

## 1.GENEL BİLGİLER

### 1.1 Giriş

Deniz ortamındaki canlıların büyük bir bölümü yaşamlarına bir plankton olarak başlar ve larva veya ergin olarak planktonik gruplar içerisinde yer alır [1].

Plankton terimi, çeşitli araştırmacılar tarafından su içerisinde askı halde bulunan, hareketsiz veya sınırlı olarak hareket eden, ancak su hareketleri ile pasif olarak yer değiştirebilen organizma toplulukları olarak tanımlanmaktadır [2]. Temel olarak planktonik organizmalar zooplankton ve fitoplankton olarak iki grup altında toplanırlar. Halozoik olarak beslenen planktonik hayvanlar *zooplankton*, klorofil içeren ve bundan dolayı fotosentez yapabilme yeteneğine sahip olan, ototrof planktonik bitkiler *fitoplankton* olarak isimlendirilirler [3]. Bunun yanında planktonik organizmalar büyüklüklerine göre pikoplankton (<2 µm), nanoplankton (2-20µm), mikropilankton (20-200 µm), mezoplankton (200-2000 µm) ve makropilankton (>2000 µm) olarak da sınıflandırılırlar [4].

Karalardaki birincil üretimi gerçekleştiren organizmalar klorofil içeren büyük bitkilerdir. Denizlerde ise sadece tallus'lu alglerin ve deniz fenerogamlarının bulunduğu littoral bölgeler kısmen karalara benzer. Açık denizlerde, pelajik su kütleğinde ise enerjiyi sağlayan, verimliliği destekleyen tek kaynak mikroskobik, askı haldeki tek hücreli veya koloni formundaki fitoplanktondur [5]. Fitoplanktonik organizmalar yeterli ışığın olduğu bütün sucul ortamlarda bulunabilirler. Geniş dağılımları, sayılarının bolluğu ve besin zincirindeki temel besin materyali olmalarından dolayı son derece önemlidirler. Ototrof olan bu organizmalar güneş enerjisini, karbondioksiti, temel besin elementlerini ve iz elementleri kullanarak kendi organik maddelerini sentezlerler. Bazı gruplar geçici olarak heterotrof olabilir. Böyle durumlarda besinlerini osmotrofi ve fagotrofi yolu ile alırlar [6]. Okyanuslarda fotosentetik gruplar tarafından gerçekleştirilen total net birincil üretimin yılda 15-18 x10<sup>9</sup> ton C olduğu tespit edilmiştir [7]. Bu üretim miktarı bölgesel olarak farklılık göstermekte olup, açık denizlerde yıllık 50 g C/m<sup>2</sup> iken, kıyusal alanlarda 100-150 g C/m<sup>2</sup> upwelling sahalarında ise 300-500 g C/m<sup>2</sup> ye kadar yükselmektedir [8].

Fitoplanktonik organizmalar, bir çok kıyusal alanda balıkların üreme sezonundan sonra yumurtadan çıkan balık larvalarının temel besinini oluştururlar. Bu

nedenle bölgeye ait plankton dinamiğinin bilinmesi, balıkçılık açısından son derece önemlidir [9]. Ayrıca çeşitli balıkçılık faaliyetlerinde de doğal plankton popülasyonlarından faydalanma yoluna gidilmektedir. Plankton popülasyonlarını arttırarak bundan yararlanan balık popülasyonlarının artırılması denemeleri yapılmaktadır. Besin elementleri bakımından zengin dip sularının yüzeye çıkartılarak lagünlerde plankton artışının gerçekleştirilmeye çalışılması buna bir örnektir [10]. Laboratuvar denemelerinde ise optimum çevre koşullarında en yüksek yoğunlukta fitoplankton üretme konusunda çalışmalar yapılarak, sonuçların akua-kültür uygulamalarında kullanımının giderek yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır [6].

Planktonik organizmaların bazı grupları üzerinde laboratuvar ve saha deneyleri yapılarak, çevresel kirleticilerin bu grup organizmalar üzerine olan etkisi araştırılmaktadır. Bu organizmaların çeşitli çevresel etkilere olan tepkileri konusunda veriler toplanmaya çalışılmaktadır [6]. Bu tip veriler çevresel izleme programlarında çeşitli indikatör türlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır [11]. Toksik türlerin takibi de fitoplanktonik organizmaların izlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Yukarıda bahsedilen önemlerinden dolayı fitoplanktonik organizmalar üzerinde yapılan araştırmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Karadeniz'in güney kısmını oluşturan Türkiye sahilleri dışında kalan bölgelerde de fitoplanktonik komünitelere ait çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Fitoplanktonun bölgesel olarak tür dinamiklerinin yanında, geçmişten bugüne kadar ekosistemde meydana gelen değişiklikler de gözlenerek, olumsuz ekolojik gelişmelere karşı çeşitli önlemlerin alınması yoluna gidilmektedir. Fakat Türkiye sahillerinde planktonik yapı ve bu yapıyı etkileyen faktörler gibi temel araştırmaların eksikliği görülmektedir.

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz bölgesinde eksikliği görülen bölgesel fitoplanktonik yapı, biyomas ve çevresel parametrelerin mevsimsel değişimleri incelenerek, çevresel parametrelerin planktonik komünite üzerine olan etkileri araştırılmış ve tür kompozisyonu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 1.2 Karadeniz'in Temel Oşinografik Özellikleri

Karadeniz 40° 55' - 46° 32' kuzey enlemleri ile 27° 27' - 41° 42' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Güneydoğuda Doğu Karadeniz dağları, kuzeydoğuda ise Kafkas dağları ile çevrilmiştir. Kırım dışında kalan kuzeybatı kıyıları oldukça alçaktır. Güneybatıda İstanbul Boğazı - Marmara Denizi - Çanakkale Boğazı yolu ile Ege Denizi ve Akdeniz'e, kuzeyde ise Kerç Boğazı yolu ile Azak Denizi'ne bağlanmıştır. Karadeniz'in en derin yeri 2212 m olup, ortalama derinliği 1300 m dir. 420000 km<sup>2</sup> yüzey alanına sahip Karadeniz'in % 30' dan fazlası 2000 m nin üzerinde bir derinliğe sahiptir. Karadeniz'in toplam hacmi 537000 km<sup>3</sup> olup, bunun % 87' sini anoksik su kütlesi oluşturmaktadır. Karadeniz'in kıyı 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 batı ve kuzeybatıda kıta sahanlığının uzantısı olan dar bir şerit mevcuttur. Ayrıca Karadeniz'in güney kıyısı boyunca Sakarya, Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirleri ağızlarında küçük ölçekli yöresel kıta sahanlıkları bulunmaktadır. Bunun dışında topografya çok keskin bir taban eğimi ile derinleşmektedir [12,13]

Karadeniz semi-arid bir 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 bir haloklinin sonucudur. Dikey karışım ve mevsimsel değişimler haloklin tabakasının üst kısmıyla sınırlanmıştır. Daha tuzlu ve oksijen bakımından fakir Akdeniz kaynaklı dip sularını, oksijence zengin daha az tuzlu yüzey sularından ayıran, bir ara tabakanın varlığı nedeniyle tabakalar arasında oldukça zayıf oranlarda dikey karışım olayları meydana gelmekte ve bu nedenle de 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 [12,14]

Karadeniz'de tatlı su girişi ile tuz oranı arasında bir denge bulunmaktadır. Karadeniz'e akar sulardan yılda 400 km<sup>3</sup> su boşalmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı Tuna ve Dinyeper nehirlerinden sağlanmaktadır. Ayrıca Kerç Boğazı yolu ile yılda 55 km<sup>3</sup> acı su Azak Denizi'nden Karadeniz'e geçmektedir. Tuzluluğu ortalama ‰ 18 olan yılda yaklaşık 340 km<sup>3</sup> su, yüzey akıntılarıyla Karadeniz'den Marmara Denizi'ne taşınmaktadır. İstanbul Boğazı'ndan gelen dip akıntıları, yılda yaklaşık olarak 180 km<sup>3</sup> 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 alanlarında görülmektedir. Karadeniz'in ortalama tuzluluğu ‰ 18.5 dir [14,15].

Karadeniz'deki tuz iyonlarının yapısı okyanuslardaki ile aynıdır. Tek önemli farklılık karbonat iyonunun Karadeniz'de bol miktarda bulunmasıdır. Karbonat iyonu özellikle dip sularında alkalinitenin 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 ile fazla miktarda karbondioksitin ortaya çıkmasıdır [16].

Karadeniz'deki esas elementlerin miktarları tuzlulukta olduğu gibi derinlere 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 şekline geçmesidir. Demir ve mangan anoksik bölgede sülfid ve karbonat formunda birikmiştir [17].

Karadeniz'e çeşitli yollarla oldukça fazla miktarda nutrient girişi olmaktadır. Üretken yüzey tabakalarında besin zincirinin ilk halkasını oluşturan ve fitoplankton popülasyonlarının çoğalmasını sağlayan besin elementleri iki temel kaynaktan sağlanır. Birincisi nehirlerle taşınan besin elementleri olup, bu yolla taşınan miktarın yıllık tüm ihtiyacın yaklaşık % 10' nu karşıladığı tahmin edilmektedir. İkincisi ise kış karışımları ile haloklin altı ve üstü sulardan fotik tabakaya besin elementlerinin taşınmasıdır [18]. Fosfat fosforu ve organik fosfor, Atlantik Okyanusu'nun aynı derinlikteki sularına kıyasla Karadeniz'de 3 kat daha yoğundur. Bu durumun ise söz konusu elementlerin Karadeniz'de daha uzun süreli kalmalarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir [19]. Büyük nehirlerden dolayı Karadeniz ekosisteminin sürekli bir değişim içerisinde olduğu görülmektedir [20]. Daha önceki çalışmalarda Karadeniz'de nitrit ve silikat düzeylerinin yüksek, nitratin düşük olduğu belirtilmesine karşın [19], yapılan son çalışmalarda nitrat konsantrasyonunun arttığı silikat ve amonyağın ise azaldığı görülmektedir [20].

### 1.3. Fitoplanktonik Organizmalar

Diatom (sınıf: Bacillariophyceae), dinoflagellatlar (sınıf: Dinophyceae), yeşil algler (sınıf: Chlorophyceae), silikoflagellatlar (sınıf: Chrysophyceae), euglenoid flagellatlar (sınıf: Euglenophyceae), coccolithophorlar (sınıf: Prymnesiophyceae) ve mavi-yeşil algler (sınıf: Cyanophyceae) denizlerdeki en önemli fitoplanktonik gruplardır. Algologlar fitoplankton gruplarının çeşitli özelliklerini göz önüne alarak sınıflandırır. Bu özellikler canlının biyokimyası, hayat evreleri ve ince hücre yapılarını içerir. Hücrelerin karakteristikleri olan hücre şekli, hücre boyutları, hücre duvarı, müsilaj tabakalar, kloroplastlar, kamçular, depo materyali (nişasta, yağ, lökosin gibi) trikosist ve hücre vakuelleri de fitoplankton tespitinde önemli bir yer tutar [3].

#### 1.3.1 Diatom (Bacillariophyceae)

Diatom denizlerdeki en önemli alg grubudur [21]. Ilıman bölgelerdeki kıyı sistemlerinde, upwelling sahalarında yüksek enlemlerde bolca bulunan diatom gruplarının en önemli özelliği silisten yapılmış dış iskeletlerinin varlığıdır [22].

Silisleşmiş çeper üzerinde tür tayininde rol oynayan ikincil yapılar, süsler mevcuttur. Früstül (=Teka) olarak isimlendirilen bu hücre duvarı bir kutunun birbiri üzerine kapanan iki kapağı veya bir petri kutusu gibidir. Büyük ve yaşlı olan üst kapak *epiteka* veya *epivalve* adını alır. Küçük olan ise *hipoteka* veya *hipovalve* adını alır. Bu iki tekanın birleştiği kısma ise *kuşak* adı verilir [3,23].

Birçok deniz diatomu hareketsizdir. 10-200 µm arasında boylara sahiptirler. Kabuk ağırlıklarından dolayı batma eğilimindedirler. Bu nedenle çeşitli adaptasyon yapıları geliştirmişlerdir [22].

Kabuğun hemen altında oldukça kalın bir protoplast tabakası mevcuttur. Protoplastta kromatoforlar yer alır. Kromatoforlar şekil ve sayıları türden türe değişir. Nükleus merkezdedir. Renk maddeleri klorofil-a, klorofil-c, β - karoten, fukoksantin, diaksantin gibi maddelerdir. Yedek besin maddeleri krizolaminarin'dir. Nişasta üretmezler. Sentez ürünleri, hücre içerisinde damlacıklar halindeki yağ granülleridir [23].

Diatom gruplarında üreme eşeyli ve eşeysiz olarak meydana gelmektedir. Eşeysiz üremede hücrenin valve yüzeyine paralel olarak bölünür. Bölünmeden sonra iki hücrenin birer taraflarında valve mevcutken diğer tarafları çıplak kalır. Meydana gelen hücrelerin çıplak tarafında mevcut valvenin içerisine gelecek şekilde bir hipokon teşekkül eder [24]. Birkaç bölünmeden sonra hücreler boyut olarak en küçük düzeye ulaşırlar. Bu noktada diatom hücre silis kabuğunu terk eder ve hücre yeni valveleri oluşturmadan önce normal hücre boyutuna kadar büyür [4]. Uygun şartlarda bir diatom hücresi günde 0.5-6 kez bölünebilir [22]. Eşeyli üremede ise mikrosporulasyon yolu ile küçük, iki kamçılı, silisleşmiş membranı olmayan mikrosporlar oluşur. Bunlar yüzerler ve zigotu oluşturmak için birleşerek normal bir hücre meydana getirirler [23]. Olumsuz şartlarda vejetatif üremenin gerçekleştirilemediği dönemlerde resting spor adı verilen yapıları oluştururlar [4].

### 1.3.2. Dinoflagellatlar (Dinophyceae)

Dinoflagellatlar diatomdan sonra denizlerde diğer önemli fitoplankton grubunu oluştururlar [3]. Boyları genellikle 5 µm ile 2000 µm arasında değişmektedir. Üzerlerinde 2 adet kanala sahip olmaları tipik özellikleridir. Zoolojik açıdan bakıldığında ise Protozoa grubunun Mastigophora sınıfına dahil edildiği görülmektedir. Dinoflagellatların bir çoğunun fotosentetik olmaları alg olarak nitelendirilmelerine neden olmaktadır [25]. Dinoflagellat üyelerinde ışığa hassa bir göz lekesinin mevcudiyeti bilinmektedir. Bu pigmentlerin akümüasyonu sonucunda oluşmuş bir yapıdır [3]. Hücrenin merkezinde çift membranla kuşatılmış büyük bir çekirdeğe sahiptirler. Sitoplazma, eukaryotik organizmaların sahip olduğu bütün organellere sahiptir [26].

Dinoflagellatlar tropikal ve subtropikal bölgelerde deniz ve acı su ortamlarında bol miktarda bulunurlar. Tipik olarak tek hücreli ve çift kamçılıdır. Bu kamçılar pozisyonlarına göre transversal ve longitudinal kamçılar olarak isimlendirilirler. Bu kamçılar hücre üzerindeki cingulum (transversal) ve sulkus (longitudinal) kanalları içerisinde yer alır [22, 23]. Planktonik olan bu gruplar kamçılara sahip olmalarına rağmen su hareketleri ile sürüklenirler [4].

Dinoflagellatlardaki en yaygın üreme şekli aseksüel (eşeysiz) üreme veya mitozdur. Fakat bütün genoslarda seksüel (eşeyli) üremeye rastlanır [26]. Bölünme süresi çok değişken olup zamanın uzunluğu veya kısalığı çevre koşullarına bağlıdır [22].

Holofitik, saprofitik, holozoik ve mikсотrofik beslenme rejimlerine sahiptirler [3]. Dinoflagellatların aynı zamanda fagotrofik ve bütün hücreleri sindirme yeteneğine de sahip oldukları rapor edilmektedir. Bir kısmı ise avlarını tutacak rizoidler oluşturur. Birkaç dinoflagellat türü denizdeki yumurtalar üzerinde predatördür. Bazıları ise metazoa ve protozoalarda parazit olarak bulunur [26].

Pigment maddesi olarak genelde klorofil-a, klorofil-c,  $\beta$ -karoten ve bu gruba ait özel bir kahverengi pigment olan peridinin bulunmaktadır. Dinoflagellatlar bloom dönemlerinde, sahip oldukları kahverengi ağırlıklı pigmentlerden dolayı deniz suyunun rengini kahverengimsi kırmızıya döndürürler ve bu olay *red-tide* olarak adlandırılır. Metabolizma sonucunda oluşan ürünler nişasta ve yağ olarak depolanmaktadır [26].

Türlerin büyük çoğunluğu toksin oluşturur. Bu toksinler balıkların, kabukluların ve diğer organizmaların ölümlerine sebep olurlar. Bu etki toksik red-tide dönemlerinde daha belirgin bir hale gelir [22].

Dinoflagellatlar, diatom grupları ile karşılaştırıldığında, diatom gruplarına ait türlerin daha hızlı bölündüğü, generasyon sürelerinin kısa olduğu görülmektedir. Bu nedenle de diatomelerin bloom başlangıçlarında daha avantajlı oldukları tespit edilmiştir. Diatomeler türbülansların azalması ve besin elementlerinin tükenmesi sonucunda derin sulara doğru çökme eğilimindedirler. Dinoflagellatlar ise hareketleri sayesinde öfotik zonda kalabilirler. Bu nedenle fitoplankton süksesyonlarının son dönemlerinde dinoflagellatların daha bol olarak bulunduğu belirlenmiştir [26].

### 1.3.3. Euglenalar (Euglenophyceae)

Tek hücreli kamçılı organizmalardır. Hem bitkisel hem de hayvansal özellik göstermeleri nedeni ile sınıflandırmaları oldukça zordur [27]. Hiç bir zaman koloni oluşturmazlar. Pigmentli türlerinde genellikle uzun bir adet, pigmentsizlerde 1-3 tane olabilen uzun kamçı bulunur. Uygun olmayan şartlarda kamçı kaybolarak hücrenin etrafı kalın bir çeperle çevrili olarak kist haline geçerler. Göz lekesi ve kontraktil vakuol mevcuttur. Hücre çeperi görevini, sitoplazmanın katılaşmış dış kısmı görür. Bu kısım



periplast adını alır. Periplast genellikle çizgili veya küçük kabarcıklıdır. Renk maddeleri klorofil-a, klorofil-b ve karotinoidlerdir. Kromatoforlar yeşil renkli, disk, çubuk, yıldız veya şerit şeklinde olabilir. Asimilasyon sonucu oluşan besin maddeleri paramilum (glikoz polimeri) ve yağlardır [28]. Üreme genellikle basit bölünme şeklinde olup, eşeysizdir. Bununla beraber birkaç genusta eşeyli üreme görülmektedir [27].

#### 1.3.4. Yeşil Algler (Chlorophyceae)

Bu grup organizmalar çok değişik morfolojiye sahiptirler. Hareketli, hareketsiz tek hücreli pikoplanktonik formlar, koloni teşkil eden formlar, çok çekirdekli dallanan veya basit yapılı, çok hücreli filamentlere sahip olan 1 metreden daha uzun talluslu algere kadar geniş bir çeşitlilik gösteren gruptur [4, 24]. Hücre zarları dayanıklı olup selülozdan yapılmışlardır. Dış yüzey pektindir ve bazı türlerde kalsiyum karbonat da bulunur. Kloroplastları bir veya birden fazladır. Yıldız, kadeh, şerit, spiral gibi çok çeşitli morfolojilere sahip olabilir. Kloroplastlarda klorofil-a, klorofil-b ihtiva ederler. Karotinoid grubu pigmentlerden  $\alpha$  ve  $\beta$  karotinoid, ksantofillerden lütein bulunur [24].

Bu sınıfın üyeleri genelde ototroftur. Heterotrof renksiz formlara da rastlanır. Asimilasyon sonucu çoğunlukla nişasta meydana gelir. Depo maddesi olarak nişastanın yanında yağlarda kullanılır [24].

Eşeysiz üreme tek hücrelilerde hücre bölünmesi ile olur. Eşeyli üreme ise bazı türlerde görülmemesine karşın izogami, anizogami ve oogami ile olur. Döllenme sonucunda meydana gelen zigot, tatlı sulara yaşayan formlarda kalın cidarlı olduğu halde denizlerde yaşayan formlarda ince zarlı olup mitoz bölünme ile çimlenme meydana gelir [24].

#### 1.3.5. Mavi-yeşil Algler (Cyanophyceae)

Mavi-yeşil algler gerçek plastidleri ve çekirdekleri olmayan prokaryotik organizmalardır [23]. Çekirdeklerinin olmaması nedeni ile bakterilere benzerler [3]. Yapı olarak tek veya koloni şeklinde bulunabilirler. En çok görülen form iplikli kolonilerdir. Kolonideki hücreler arasında bir iş bölümü yoktur. Çoğu hareketsiz organizmalardır [3]. Hücrelerde bulunan pigment maddeleri çok çeşitlidir. Klorofil-a, klorofil-b ve fikoksantin pigmentine ek olarak,  $\beta$ -karotin ve ksantofil bulunur. Hücre çeperleri selüloz ve pektindir. Asimilasyon sonucu oluşan yedek besin maddelerinin glikojen olarak depolar. Planktonik Cyanophyceae türlerinde hücrelerde gaz vakuelleri mevcuttur [23].

Mavi-yeşil alglerde eşeyli üreme görülmez. Özellikle tek hücreli formlarda ikiye bölünme sonucunda meydana gelen eşeysiz üreme görülür. Çeşitli tipte sporlarda oluşur. İplikli formların hücre aralarında dayanıklı, akinet adı verilen dayanıklı sporlara rastlanır. Havanın azotunu fikse edebilen hetesist adı verilen saydam görünüşlü

ve kalın çeperli özel hücelere sahiptirler. İpliksi formlarda heterosistin bulunuş yeri alg sistematığı açısından önemlidir.

### 1.3.6. Silikoflagellatlar (Crysoephyceae)

Tek hücreli, kamçılı organizmalardır. Kamçı paraksial bir kök ve hareketli kısımdan ibarettir. İkinci kamçı ise bazal cisimcik olarak mevcuttur. Kamçı sinus hareketleri yaparak hücreyi çeker. Hücreler çıplak veya üzerleri selüloz ve silisli bir iskelet ile kaplıdır. Bazı türlerde ise kitinden bir lorika mevcuttur. Sarı veya sarımsı kahve renktedirler. Kloroplastları üç, altı veya çok fazla sayıda olabilir. Besin depo maddeleri krisolaminarindir (sıvı  $\beta$ -1,3- glukan). Bunun yanında yağlar da mevcuttur. Beslenmeleri fototrofik, mikсотrofik ve heterotrofikdir. Yayılışları ise soğuk, nutrientce zengin sulardır. Planktonik olan türler kıyısız ve oceanik sularda bulunurken, özellikle acı su alanlarını tercih eden türler de mevcuttur [4, 29].

### 1.3.7. Coccolithophoridler (Prymnesiophyceae)

Coccolithophoridler çift kamçılı ve tek hücreli organizmalardır. Kamçılar anteriore yerleşmiş ve boyları birbirine eşittir. Hücre boyutları nadiren 30  $\mu$ m den büyüktür. Genellikle 10  $\mu$ m den küçük organizmalardır. Silindirik, küresel, spinli ve oval şekillerde olabilirler. Vejetatif üremeleri, hücrelerin ikiye bölünmesi ile olur. Genellikle parietal piranoid içeren kloroplastlara sahiptirler. Kloroplast sayısı iki adettir. Kloroplastlar klorofil-a ve klorofil-c içerirler. Depo maddeleri suda çözünebilen karbohidrat benzeri krisolaminarin ve yağlardır. Coccolithophoridlerin en belirgin özelliğı dış kısımlarının kaplayan kalsiyum karbonattan yapılmış düzenli plaklardır. Bu plaklar Coccolit adını alır. Coccolitler Coccolithophoridler üzerinde karakteristik olarak sergilenmelerinden dolayı, bu organizmaların sınıflandırılmalarında kullanılır. Bloom yaptıkları dönemlerde deniz suyu renginin değışimine neden oldukları görülmektedir. Yaşama alanları tropikal ve subtropikal açık denizlerdir. Neritik bölgelerde en bol görünen türü *Emiliania huxleyi*'dir. Coccolithophoridlerin yüksek miktarlarda kolayca gaz haline geçebilen uçucu sülfür bileşikleri de ürettiğı bilinmektedir [29].

## 1.4. Besleyici Elementler

Fitoplanktonun gelişmesi için gerekli olan inorganik yapılarıdır. Besleyici elementleri kendi aralarında makro ve mikro besleyici elementler olarak iki grup altında toplamak mümkündür. Makro besin elementleri azot (N), fosfor (P) ve silis (Si) dir. demir (Fe) gibi metal iyonları ise mikro nutrient olarak sınıflandırılırlar ve enzimlerin bir parçasıdır [25].

#### 1.4.1. Azot (N)

Deniz suyunun içerdği besleyici elementlere dahil olan mineral azot amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3$ ) tuzları halindedir. Mineral azotun bu üç şekli de fitoplankton ve bentik algler tarafından kullanılabilir [30]. Azot canlılar için oldukça önemli bir elementtir. Önemi ise proteinlerin yapı taşı olan amino asitlerin yapılarına girmesinden kaynaklanır [25]. Yağmur suları çok az miktarda azot içerir. Buda genellikle amonyak ve atmosferde çözünen nitrik asittir. Bu nedenle azot ancak toprakta yıkandıktan sonra tatlı su ve deniz sularına karışır. Amonyak proteinlerin yıkılması sonucunda açığa çıkar ve aerobik şartlarda nitrata dönüşür. Doğada bazı mavi-yeşil algler ve bakteriler serbest azotu bağlama yeteneğindedirler [31]. Azotun önemli kaynaklarından bazıları da volkan püskürmeleri ve derin deniz sistemlerinde bozuşmalar sonucunda oluşan azotlu bileşiklerin upwelling olayı ile yüzey sularına karışmalarıdır [32].

#### 1.4.2. Fosfor (P)

Fosfor canlı organizmalar için çok önemlidir. DNA (Deoksi Ribo Nükleik asit) 'nın yapısına girdiği gibi ATP (Adenozin TriFosfat) gibi yapılarda enerji depolanmasında önemli fonksiyona sahiptir. Canlılar fosforu fosfat formunda alırlar ve kullanırlar. Sucul ortamda az bulunan bir element olmakla beraber, su bitkilerin fosforu absorbe ederek ani ihtiyaçlarında kullanmak için içlerinde biriktirdikleri de bilinmektedir [27, 31].

Denizlerde fosfor bileşik halde fosfat formundadır. Fosfat ise ortofosfat iyonları halinde bulunur. Çözünmüş fosfatın % 87'si  $\text{HPO}_4^{2-}$ , % 12'si  $\text{PO}_4^{3-}$ , % 1'i  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  iyonları şeklindedir. Ayrıca  $\text{PO}_4^{3-}$  'ın %99.6 sı ve  $\text{HPO}_4^{2-}$  'ın % 44'ü kalsiyum ve magnezyum iyonları ile birleşmiş durumdadır [33]. Su ortamında fosforun yeterli miktarda bulunmaması canlıların büyümesini sınırlarken yüksek olması bitkisel biyomasın aşırı şekilde artmasına neden olur [34].

#### 1.4.3. Silis (Si)

Silis diğer besleyici elementler gibi canlıların esas yapısına girmez fakat pek çok diatom, silisli algler ve silisli süngerler gibi deniz formunun iskeletini oluşturur. Bu element yeryüzünde bol olarak bulunmasına karşılık deniz suyundaki konsantrasyonu oldukça düşüktür [30]. Silis diatom tarafından denizlerden silikat şeklinde alınır. Kabuk oluşumunda kullanıldığı için eksikliğinde diatom için limitleyici bir element olabilir [5].

#### 1.4.4. Demir (Fe)

Demir hücre içerisinde solunum olayındaki sitokromlarda ve ferrodoksin olarak da fotosentezde önemli rol oynar [35]. Genel olarak oksit ve sülfid formunda bulunan demir doğada en çok rastlanan elementlerden biridir. Demir genellikle karasal kökenlidir. Atmosferik taşınımı son derece sınırlıdır. Karasal tozların fazla olduğu yerlerde atmosferden taşınan demir miktarları da önemli seviyelere ulaşır [36]. Kayaçlarda bulunan demir de yağmur ve nehir suları ile sürüklenerek denizlere taşınırlar [37].

Okyanuslardaki biyoaktif elementlerin en önemlilerinden biri olan demirin de biyolojik limitleyici olduğu ileri sürülmektedir. Oksik ortamlarda çözünmemiş ve termodinamik olarak stabil olan  $Fe^{+3}$  formunda baskın olarak bulunmaktadır. Çözünmüş demir genellikle  $Fe(OH)_2$  ve  $Fe(OH)_3$  şeklinde bulunur. Denizlerdeki çözünmüş ve partikül haldeki demir deniz altındaki hidrotermal girişler, fotokimyasal reaksiyonlar, yatay düşey karışımlar ve adveksiyon tarafından kontrol edilir [38].

#### 1.5.Klorofil-a

Bütün yeşil bitkiler klorofil içerir. Bitkilere yeşil rengi veren klorofildir. Bu pigment sayesinde bitkiler havadaki veya sudaki  $CO_2$ 'i asimile ederler. Kimyasal olarak klorofil hemoglobine çok benzer. Bütün yeşil bitkilerde bulunan ve en yaygın klorofil, klorofil-a'dır. Bununla beraber klorofil-b, klorofil-c gibi birkaç tür klorofil çeşidi mevcuttur. Klorofil pigmenti en güçlü ışık absorpsiyonunu kırmızı ve mavi ışık altında yapar [25, 39].

Fitoplanktonun içermiş olduğu pigmentlerden dolayı, deniz suyunda fitoplanktonun total miktarının belirlenmesi için kullanılan en önemli kimyasal yöntem klorofilin, özellikle de klorofil-a'nın belirlenmesidir. Pigment miktarı bitkisel materyalin biyoması ile ilişkilidir [40].

#### 1.6. Konu İle İlgili Karadeniz'de Yapılan Çalışmalar

Okyanus ve denizlerde fitoplankton ile ilgili çalışmalar oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Karadeniz'de de bu çalışmaların benzerlerinin yürütüldüğü görülmektedir. Çalışmalar özellikle Romanya ve Bulgaristan sahillerinde önem kazanmıştır. Eski SSCB döneminde Karadeniz kıyılarında fitoplankton ile ilgili çalışmaların yürütüldüğü bilinmekle beraber, bu araştırmalara ilişkin sonuçların elde edilmesinde sorunlar vardır.

Mihnea [41] tarafından yapılan çalışmalarda *Eutreptia lanowii* türünün nicesel ve nitesel karakterleri üzerinde durulmuş, çevresel parametrelerle bu organizma arasındaki ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Sonuç olarak su sıcaklığı ve organik materyalin kalitesinin limitleyici bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca son yıllarda Karadeniz'de meydana gelen kimyasal değişimden dolayı planktonik komünitede

meydana gelen farklılıklar üzerinde de durulmuştur. Karadeniz'deki bu değişim sırasında, 14 yıllık bir süre içerisinde *Skeletonema* ve *Cyclotella* türlerinin üreme döngüsünde meydana gelen değişimleri irdelemiştir [42].

Bologa ve ark [43], Karadeniz'in batısında, 1982 yılının ilkbaharında yaptıkları araştırmada çalışma sahasındaki pigment miktarları ve birincil üretimdeki değişimleri ortaya koymuşlardır. Romanya sahillerinin, evsel ve endüstriyel atıklarla, Tuna nehrinden oldukça fazla etkilenmesinden dolayı fitoplankton kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler üzerinde durulmuş ve yıllar itibariyle bölge florasındaki baskın türler çıkartılmıştır [44]. Bunun yanında bölgedeki ötrofik alanlarda fitoplankton tür çeşitliliğindeki değişimler irdelenmiştir [45]. Mihnea [46], 1979-1983 yılları arasında yaptığı çalışmalarda Romanya sahillerindeki ötrofikasyonu incelemiş ve bu süre içerisindeki plankton dinamiğini ortaya koymuştur. Aplanov ve ark. [47, 48] Batı Karadeniz'deki fitoplanktonun ötrofik bölgelerdeki biyomas ve hücre hacimlerindeki değişimleri üzerinde durmuştur. Zlatonava ve ark [49], Senicheva [50] yine Karadeniz'in batısında midye kültürü yapılan kıyı kesimlerinde fitoplankton dinamikleri üzerinde çalışmışlar ve özellikle bölgedeki toksik türlerin dinamiklerini incelemişlerdir. Ayrıca Bulgaristan sahillerinde de Romen sahillerinde olduğu gibi fitoplankton bloomlarını izleme programları yapılmıştır [51]. Chrysophitlerden olan *Apedinella* nın 1983-1987 tarihleri arasında gelişmesi ve bloom şartlarını etkileyen çevre şartları ayrı bir çalışma konusunu oluşturmuştur [52]. Karadeniz'de Bulgar sahillerindeki bloom oluşturan dinoflagellatların sistleri Manceva [53] tarafından çalışılmış ve türlerin dinamikleri hakkında bilgi verilmiştir. Petrova [54] ise güneş radyasyonunun fitoplankton popülasyonlarına olan etkilerini ortaya koymuştur. Yine Bulgar sahillerinde bulunan bentik diatom gruplarının fitosönolojik ve taksonomik analizleri Petrova ve ark.[55] tarafından yapılmıştır. Bodenau [56] Romanya'daki Mamaia körfezinde beklenen bloomların dışında gerçekleşen fitoplankton bloomlarını araştırmıştır.

Türkiye sahillerinde yapılan çalışmalar ise oldukça sınırlı sayılarda kalmıştır. Uysal [57, 58] İstanbul Boğazı çıkışı ve etrafındaki bölgede plankton dinamiğini irdelemiştir. Aynı araştırmacı 1989 ilkbahar, 1990 ilkbahar ve kış dönemlerinde Türkiye sahillerinde fitoplankton florasını numerik olarak incelemiştir. Karaçam ve ark. [59] Trabzon sahilinde yüzey planktonundaki türleri yoğunluklarını tespit etmişlerdir. Benli [60] ise Sinop açıklarında kullandığı sediment toplama aygıtı ile çöken plankton ve partikül maddeleri analiz etmiştir. Feyzioğlu [61] Doğu Karadeniz'de liman içleri ve liman dışlarının yüzey planktonundaki mevsimsel değişimleri gözlemiştir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Araştırma Planı

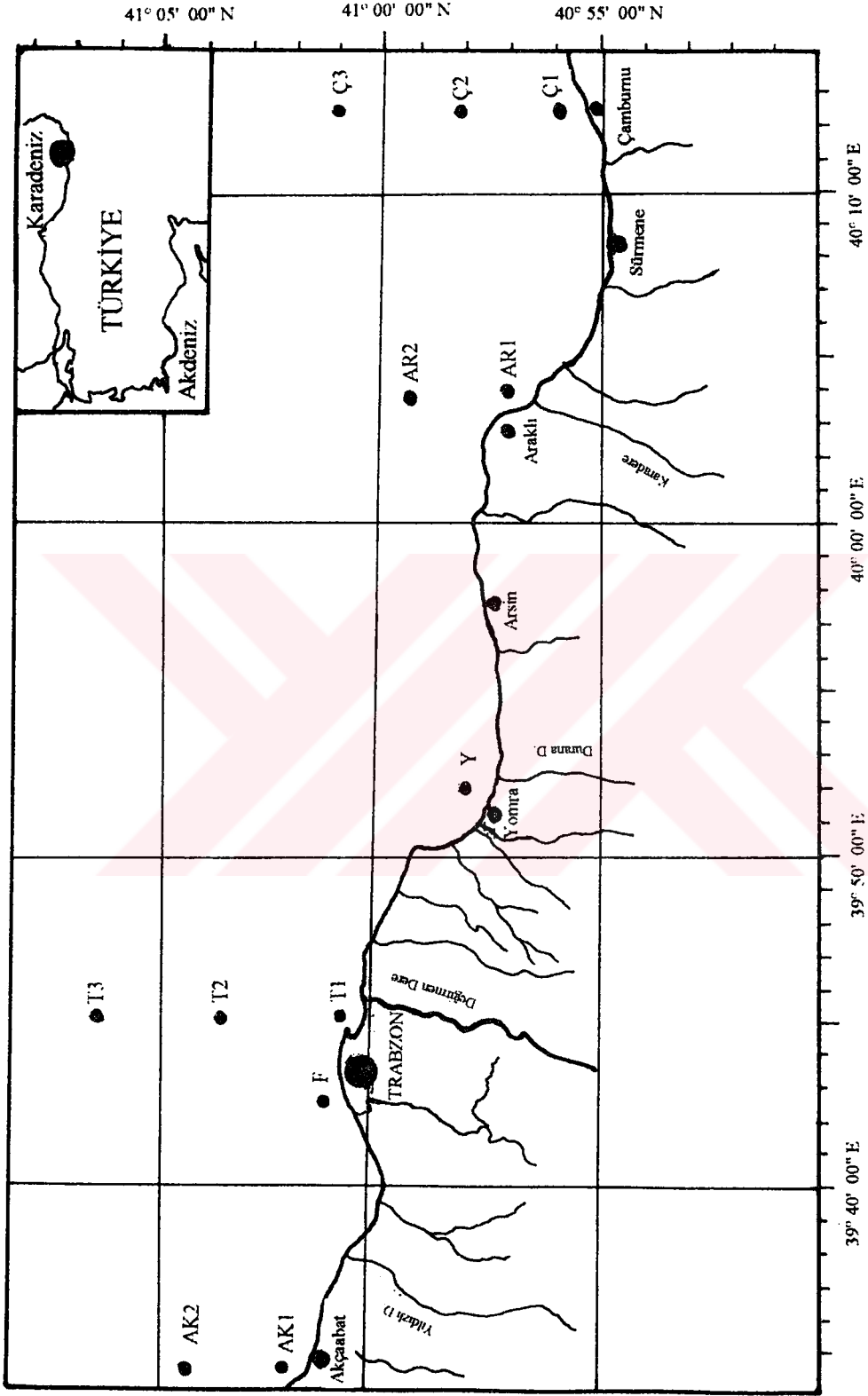
Araştırma ile ilgili parametrelerin temini için arazi çalışmaları, Ocak 1993 - Ağustos 1994 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çamburnu ile Akçaabat arasında belirlenen istasyonlardan ayda bir kez alınan su örneklerinin bir kısmı yerinde, bir kısmı ise laboratuvara getirilerek analiz edilmiştir. Deniz koşullarının uygun olmaması nedeni ile Mayıs ve Kasım 1993 tarihlerinde örnekleme yapılamamıştır.

### 2.2. İstasyonların Belirlenmesi

Çalışmada, 12 istasyon seçilmiştir (Şekil 1). İstasyon seçimlerinde kıyısız alan çalışmaları için uygulanan, Venrick [62] in tanımladığı orta ölçekli dağılım aralıkları seçilmiştir. İstasyonlar, Çamburnu (Ç), Araklı (AR), Yomra (Y), Trabzon (T), Faroz (F) ve Akçaabat (AK) bölgelerinde kıyıya paralel olarak 10 km aralıklarla seçilmiştir. Bölgelerin yanında kıyıda 1 km, 5 km, 10 km açıkta toplam 12 istasyon saptanmış ve bunlar sırası ile 1,2,3 şeklinde kodlanmıştır. Sonuç olarak araştırma sahasındaki istasyonların 6 adeti 1km, 4 adeti 5 km ve 2 adeti de 10 km de yer almıştır (Tablo 1). İstasyonlar harita üzerinde işaretlendikten sonra, arazideki pozisyon tespitleri, Macellen NAV 5000 D GPS cihazı ile yapılmıştır. Örnek alma işlemi ise yüzey (0-1 m), 10 metre ve 25 metre olmak üzere 3 farklı derinlikte gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışma istasyonlarına ait koordinatlar.

İstasyon adı	Coğrafik koordinatı
Ç1	40° 11' 57" E - 40° 00' 45" N
Ç2	40° 11' 57" E - 40° 58' 02" N
Ç3	40° 11' 57" E - 40° 00' 45" N
AR1	40° 03' 35" E - 40° 56' 08" N
AR2	40° 03' 35" E - 40° 59' 29" N
Y1	39° 52' 35" E - 40° 57' 40" N
T1	39° 45' 50" E - 41° 00' 45" N
T2	39° 45' 50" E - 41° 02' 50" N
T3	39° 45' 50" E - 41° 05' 37" N
F1	39° 42' 00" E - 41° 01' 00" N
AK1	39° 34' 00" E - 41° 02' 28" N
AK2	39° 34' 00" E - 41° 04' 42" N



Şekil 1. Çalışma alanı.

### 2.3. Kimyasal Analizler İçin Su Örneklerinin Alınması

3 farklı derinlikten su örneklerinin alınmasında, istenilen derinlikte kapatılabilen Van Dorn dizaynı, iç yüzeyi teflon kaplı 9 l'lik hacme sahip su alma kapları kullanılmıştır. Su örneklerinin alındığı gerçek derinlik (D) ise halat boyu (L) ve halatın yaptığı açı (Cos  $\theta$ ) gözönünde tutularak bulunmaya çalışılmıştır [63].

$$D = L * \text{Cos } \theta \quad (1)$$

Su örnekleri 10 litre hacme sahip plastik bidonlarla laboratuvara getirilmiş ve aynı gün analizler gerçekleştirilmiştir.

### 2.4. Ölçüm Yöntemleri

#### 2.4.1. Sahada Yapılan Ölçümler

Deniz suyunda sıcaklık ve çözülmüş oksijen değerleri YSI MODEL 51 B Oksijenmetre ile 0.1 mg/l hassasiyetle, tuzluluk ve iletkenlik değerleri ise YSI MODEL 33 S.C.T. metre ile tuzluluk ‰ 0.1, iletkenlik 0.1 mmhos hata ile örnekleme esnasında ölçülmüştür.

#### 2.4.2. Laboratuvarda Yapılan Kimyasal Analizler

##### 2.4.2.1. Fosfat Tayini

Ortofosfat, asidik ortamda amonyum molibdat ve potasyumantimontartarat ile fosfomolibdat kompleksi oluşturur. Bu kompleks askorbik asit ile indirgenerek molibdat mavisi elde edilir. Oluşan rengin yoğunluğu HACH DR/2000 MODEL spektrofotometre ile ölçülerek (mg / l) fosfat miktarları saptanmıştır [64].

##### 2.4.2.2. Nitrat Azotu Tayini

Nitratın belirlenmesinde kadmiyum indirgeme yöntemi kullanılmış ve nitrat kadmiyum ile muamele edilerek, nitrite indirgenmiştir. İndirgeme sonucu oluşan nitrit sülfanilamid ve N-(naftil)-etilendiamine ile renk reaksiyonu verir. Oluşan rengin yoğunluğu HACH DR/2000 MODEL spektrofotometre kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar mg/l olarak verilmiştir [40].

##### 2.4.2.3. Nitrit Azotu Tayini

Nitritin belirlenmesinde diazotizasyon yöntemi kullanılmıştır. Deniz suyundaki nitrit, sülfanilamid ile asidik ortamda reaksiyon vererek diazo kompleksleri oluşturur. Bu kompleks N-(naftil)-etilendiamine ile renk reaksiyonu verir. Oluşan rengin yoğunluğu, HACH DR/2000 MODEL spektrofotometre kullanılarak ölçülmüş ve nitrit azotu miktarları belirlenmiştir (mg/l) [40].



#### 2.4.2.4. Demir Tayini

Demir konsantrasyonunun belirlenmesinde ferrozin yöntemi kullanılmıştır. 25 ml 0.45µm göz açıklığına sahip CGF ile filtre edilmiş deniz suyu örneğine ferrozin çözeltisi katıldıktan sonra renk oluşumu için 5 dakika beklenmiş ve oluşan mor renkli kompleksin yoğunluğu HACH DR/2000 MODEL spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar mg/l olarak verilmiştir [64].

#### 2.4.2.5. Silikat Tayini

Deniz suyu molibdat iyonları ile silikamolibdat, fosfomolibdat, arsenomolibdat kompleksi oluşturur. Ortama metol ve oksalik asit ilavesi ile daha önce oluşturulan fosfomolibdat, arsenomolibdat kompleksleri yapıları bozulur ve aynı anda ortamda mavi renk oluşur. Oluşan rengin yoğunluğu HACH DR/2000 MODEL spektrofotometre vasıtası ile 815 nm dalga boyunda ölçülmüş ve sonuçlar mg / l olarak verilmiştir [40].

#### 2.4.2.6.Klorofil-a Tayini

0.5-2 litre deniz suyu, 0.45 µm göz açıklığına sahip membran filtrelerden süzümüştür. Filtre kağıdının üzerinde asitleşmenin engellenmesi amacı ile deniz suyuna süzülmeden önce birkaç damla MgCO<sub>3</sub> solüsyonu ilave edilmiştir. Süzme işleminden sonra filtre kağıtları katlanarak 15 ml `lik santrifüj tüplerine yerleştirilmiştir. Santrifüj tüplerine 10 ml % 90'lık aseton çözeltisinden eklenmiş ve 1 gece buzdolabında saklanarak klorofilin asetona geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra oda sıcaklığında 10 dakika santrifüj edilen örneklerin 750, 664, 647, 630 nm'deki absorban değerleri, Shimatzu 120D marka spektrofotometre'de okunmuştur. 664, 647, 630 nm'deki absorban değerleri 750 nm `deki absorban değerlerinden çıkartılarak, turbuditeden kaynaklanan hatalı okumalar engellenmeye çalışılmıştır. Pigment miktarları daha sonra aşağıdaki formül ile hesaplanarak µg / l olarak verilmiştir [40].

$$(Ca) \text{ Klorofil } a = 11.85 E_{664} - 1.54 E_{647} - 0.08 E_{630} \quad (2)$$

$$\text{Klorofil-a ( } \mu\text{g/l)} = \frac{C \times v}{V} \quad (3)$$

C= Yukarıda denklemde hesaplanarak düzeltilen değer.

V= Süzülen deniz suyunun hacmi.

v = Kullanılan aseton miktarı.

## **2.5. Biyolojik Analizler İçin Örneklerin Alımı**

### **2.5.1. Kalitatif Değerlendirme İçin Örneklerin Alımı**

Tür teşhislerinde kullanılacak olan fitoplankton örneklerinin alınmasında, 55 µ göz açıklığında Hensen tipi plankton kepçeleri kullanılarak yüzey suyunda 5 dakikalık çekimler yapılmıştır. Çekim sonrasında kepçe iyice yıkanarak plankton örnekleri plastik kavanozlara alınmıştır. Kavanozlardaki örnekler lügol solüsyonu ile fikse edilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda kavanozlar içerisinde çöktürülen örnekler 100 cc'lik plastik örnek kaplarına alınmış ve incelemeye kadar +4 °C da karanlıkta buzdolabında tutulmuştur [63].

### **2.5.2. Kantitatif Değerlendirme İçin Örneklerin Alınması ve Hazırlanması**

Fitoplanktonik organizmalara ait birim hacimdeki hücre sayılarının tespit edilmesi amacı ile Van Dorn dizaynı örneklem kabı ile 3 farklı derinlikten alınan deniz suyunun 1 litresi çalışma esnasında boraks ile tamponlanmış ve son konsantrasyonu %3.7 olacak şekilde formaldehit ile fikse edilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler 1 litre hacime sahip mezürlerde gravimetrik yöntem ile 1 haftalık sedimantasyona tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda çöken örneklerin üzerindeki su, uç kısmına 45 µ göz açıklığında plankton bezi takılmış ince hortumla dikkatli bir şekilde vakumlanmış ve örnekler ikinci kez çöktürme için 100 cc lik mezürlere alınmıştır. 1 haftalık sedimantasyondan sonra örnekler, aynı yöntem ile 10 cc lik hacimde indirgenerek başlangıç yoğunluğuna göre 100 kat daha yoğunlaştırılarak sayıma hazırlanmıştır. Konsantre edilen örnekler daha sonra +4 °C da karanlıkta buzdolabında saklanmıştır [65].

## **2.6. Biyolojik Materyalin Temizlenmesi**

Plankton kepçesi ile alınan örneklerin bir kısmı saf su ile çalkalanarak 1500 rpm de santrifüj vasıtası ile çöktürülmüştür. Örnek üzerine saf su miktarı kadar doymuş  $KMnO_4$  ilave edilerek 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra örnek üzerine aynı miktarda HCl eklenerek oluşan kahverenkli sıvı açık sarı oluncaya kadar hafif alevde kaynatılmıştır. Kaynatılan örnekler asitten kurtarıncaya kadar saf su ile yıkanmıştır [66, 67].

Işık mikroskopunda incelenecek örnekler saf su içerisinde bırakılırken Scanning Elektron Mikroskop'unda (SEM) çalışılacak örnekler % 70 alkolle iyice yıkanarak aynı derecedeki alkol içerisinde incelemeye kadar saklanmıştır [66, 67].

## **2.7. Türlerin Tanımlanması**

Türlerin tanımlanmasında plankton kepçeleri ile yapılan çekimler sonucu elde edilen örnekler kullanılmıştır. Temizlenen örnekler OLYMPUS BH 2 aydınlık alan

mikroskobu altında incelenmiştir. Tür tanımlamaları esnasında x20, x40, x100 lük objektifler kullanılmıştır.

Diatom türlerinin teşhisi için hücre şekli, hücrenin boyutları, koloni formu, kuşak ve valve görünüşleri, interkalar bantların mevcudiyeti, teka üzerindeki desenler kriter olarak kullanılmıştır. Dinoflagellat türleri için hücre şekli, boyutları, epikon ve hipokondaki plak dizilişleri, girdil (kuşak) durumu göz önünde tutulmuştur. Silikoflagellat türleri için hücre şekli, spin sayısı, hücre boyutları temel alınmıştır. Euglene türlerini teşhisi sırasında hücre boyu, kamçı sayısı, rengi, göz lekesi gözlenmiştir. Coccolithophorid ayrımı ise hücre boyutları, coccolith şekillerinin dağılımları kullanılarak yapılmıştır. [3, 26, 68 - 78].

## **2.8. Hücre Sayımları**

Organizmalara ait hücre sayılarının belirlenmesinde 1 litrelik çöktürülmüş deniz suyu kullanılmıştır. Sayımlar yapılırken hücre büyüklüğüne ve yoğunluğuna bağlı olarak 3 farklı yöntem uygulanmıştır. Sonuçlar hücre/l olarak verilmiştir.

### **2.8.1. İverted Mikroskop Tekniği**

Hücre sayıları az olan türler için çöktürme kamaraları kullanılmıştır. 10 ml hacimlere getirilen örnekler dikkatli bir şekilde çalkalanarak organizmaların homojen olarak dağılımı sağlanmıştır. Homojen hale getirilen örneklerden 1 ml ve 5 ml alınarak 1 ml ve 10 ml hacimdeki çöktürme kamaralarına konulmuştur. 5 saatlik bir çöktürme işleminden sonra organizmaya ait litredeki hücre sayıları Karl Kaps Inverted Plankton Mikroskobunda x10 ve x20 büyütmelede belirlenmiştir [79].

### **2.8.2. Hemastometre tekniği**

Özellikle *Chlorella sp* ve *Emiliania huxleyi* gibi çok küçük planktonik organizmaların sayımları ise hemastometre kullanılarak yapılmıştır [80].

### **2.8.3. Standart Damla Yöntemi**

Örnek şişesi içerisinde homojen olarak dağıtılmış fitoplankton hücreleri bir damlalık vasıtası ile alınarak 0.05 ml hacminde lam üzerine koyuldu. Lâmel ile kapatılan örnek OLYMPUS BH 2 aydınlık alan mikroskobunda x10 ve x20 büyütme altında sayılmıştır. Bulunan fitoplankton sayılar geri hesaplama yapılarak 1 litreye uyarlanmıştır [81].

## 2.9. Örneklerin Görüntülenmesi

### 2.9.1. Scanning Elektron Mikroskobu'nda (SEM) Örneklerin İncelenmesi

Daha önce hazırlanarak alkol içerisinde bırakılan örneklerden birer damla Scanning Elektron Mikroskobu (SEM) plakları üzerine damlatılmıştır. Örnekler daha sonra vakum vasıtası ile oksijenden arındırılarak argon ile doldurulmuş oda içerisinde bekletilmiştir. Argon içerisinden yüksek gerilim geçirilerek ortamda plazma oluşumu sağlanmıştır. Plazma oluşumundan sonra örnekler 30 saniye süresince altın ile kaplanmıştır. Kaplama kalınlığı (D) aşağıdaki formül ile 92 Å° olarak hesaplanmıştır.

$$D = KIVt = 0.17 * 18 * 1 * 30 = 92 \text{ Å}^\circ \quad (4)$$

K= 0.17 (altın için sabit)

I = Plazma akımı = 18mA

V= Plazma voltajı (gerilim) = 1 kV

t = Zaman(Saniye) = 30 sn

Kaplanan örnekler Jeol-6400 SEM+EDS Scanning Elektron Mikroskobu'nda 3kV luk flaman gerilimi altında incelenmiş ve sayısallaştırılan görüntülerin SEM üzerinde mevcut fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilmiştir [82].

### 2.9.2. Örneklerin Işık Mikroskobu'nda İncelenmesi

Daha önceden hazırlanarak saf su içerisinde bekletilen örnekler lam ve lamel arasına alındıktan sonra, x10 ve x20 x40 objektifler kullanılarak OLYMPUS BH 2 üzerinde mevcut PM 10 fotoğraf makinesi ile örneklerin fotoğrafları çekilmiştir.

## 2.10. Shannon-Weiner Çeşitlilik İndeks

Aylar ve istasyonlar arasındaki tür çeşitliliğinin ortaya konulması amacı ile Shannon-Weiner tarafından ilk olarak kullanılan en yaygın uygulamaya sahip aynı adlı indeks kullanılmıştır [83].

$$H = - \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (5)$$

Burada:

$n_i$  = i türünün sayısı,  $N$  = Türlerin total sayısı.

### **2.11. Verilerin Değerlendirilmesi**

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiki analizleri QPRO-5.0® ve MİNİTAB® paket programları kullanılarak varians ve regresyon analizleri yapılmıştır [84]

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen verilerin kontur grafikleri SURFER FOR WINDOWS® grafik uygulama paket programında Kringig gridleme yöntemi kullanılarak çizilmiştir.



### 3. BULGULAR

Çalışmanın başladığı Ocak 1993 döneminden itibaren son örnekleme tarihi olan Ağustos 1994'e kadar toplam 18 kez 12 istasyon ve 3 farklı derinlikten hidrografik, kimyasal ve biyolojik veriler toplanmıştır.

#### 3.1. Hidrografik Özellikler

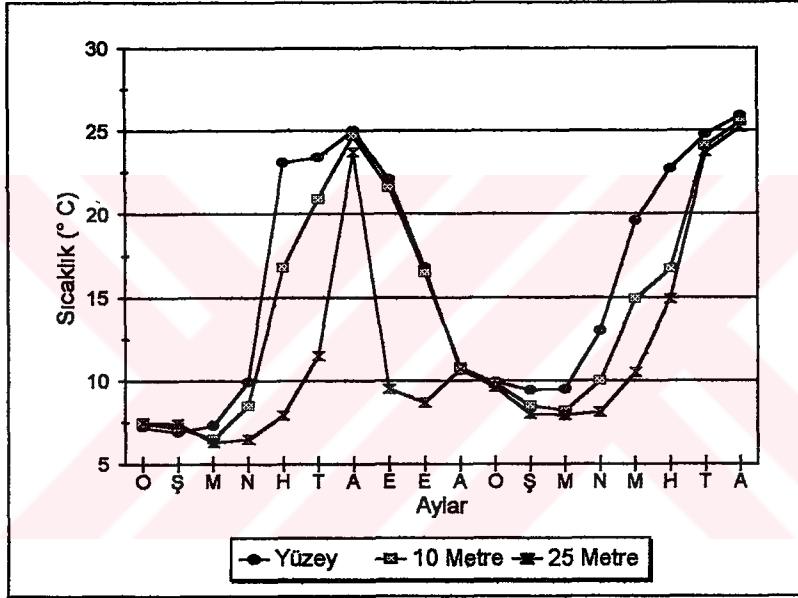
Araştırma süresince ölçülen sıcaklık, oksijen, tuzluluk ve iletkenlik değerlerinin yüzey, 10 metre ve 25 metre derinliklerdeki aylık ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma sahasında ölçülen sıcaklık, oksijen, tuzluluk ve iletkenlik değerlerinin aylara ait 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

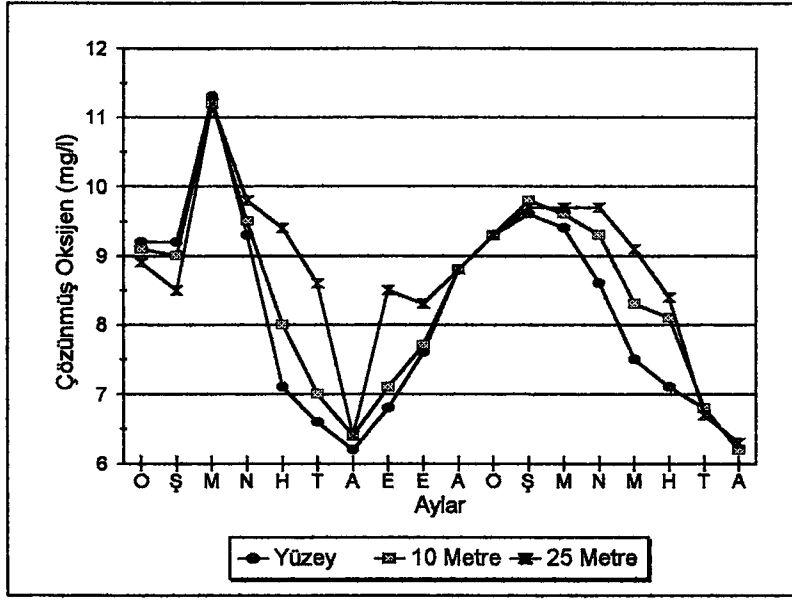
Çalışma süresince ölçülen deniz suyu sıcaklıkları incelendiğinde, en yüksek yüzey suyu sıcaklığının Ağustos 1994' de 25.9 °C, en düşük sıcaklığın ise Şubat 93 6.9 °C olduğu görülmektedir. 10 metredeki sıcaklığın dağılımına bakıldığında ise Mart 1993 tarihinde ölçülen 6.5 °C değerinin bu tabakaya ait en düşük değerken, Ağustos 1994 tarihinde yapılan ölçümlerde sıcaklığın 25.5 °C çıktığı ve bunun örnekleme dönemi boyunca rastlanan 10 metredeki en yüksek sıcaklık olduğu görülmüştür. 25 metredeki sıcaklık dağılımının Mart 1993' de okunan 6.3 °C ile, Ağustos 1994' de ölçülen 25.2 °C arasında değiştiği görülmektedir. Deniz suyu sıcaklığı bakımından

istasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanırken, aylar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.001$ ). Aynı şekilde derinlikler gözönünde tutularak yapılan değerlendirmelerde ise su sıcaklığının derinliklerdeki değişimleri arasındaki farkın da önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.001$ ). 25 metre derinlikteki deniz suyunun sıcaklık dağılımı incelendiğinde, yüzey suyunun ısınmasına paralel olarak bu derinlikte de suların kademeli olarak Ağustos ayına kadar ısındığı gözlenmektedir (Şekil 2). Bu dönemden sonra, Eylül ve Ekim 1993 tarihlerinde yapılan örneklemelerde, 25 metredeki deniz suyu sıcaklığının yüzey sularından bağımsız olarak aniden, önce ortalama 9.6 °C, daha sonrada 8.7 °C'a düştüğü görülmüştür. Aralık 1993 tarihli örneklemede 25 metredeki sıcaklığın tekrar yüzey sularının sıcaklığından etkilenerek homojen bir karışım oluşturduğu görülmüştür.



Şekil 2. Deniz suyu sıcaklığının aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Çözünmüş oksijen miktarlarına bakıldığında genel bir eğilim olarak kış aylarında yüksek, yaz aylarında ise düşük olduğu görülmektedir. Ölçülen en yüksek çözünmüş oksijen değerinin Mart 1993 tarihinde yüzey sularında 11.3 mg/l olduğu görülmüştür. Buna karşılık en düşük ortalama çözünmüş oksijen değerinin Ağustos 1994 tarihinde 6.2 mg/l olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.). Genel olarak aynı örnekleme periyodu içerisinde çözünmüş oksijen değerleri karşılaştırıldığında, istasyonlar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür. Derinlik parametresi göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmalarda, çözünmüş oksijen değerlerinin derinliğe bağlı dağılımlarının istatistiksel açıdan önemli olduğu hesaplanmıştır ( $p<0.001$ ). Aylar arasındaki dağılımın da derinlikle olduğu gibi önemli farklılıklar yarattığı belirlenmiştir ( $p<0.001$ ).

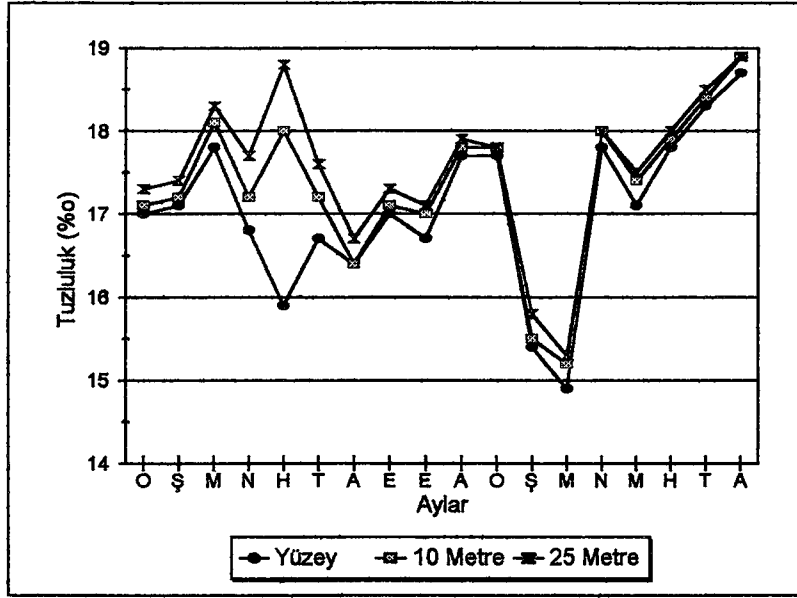


Şekil 3. Çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Sıcaklık artışına paralel olarak deniz suyunun oksijen bağlama kapasitesi azalmaktadır [30]. Bu çalışmada da, çözünmüş oksijen ile sıcaklık arasında negatif bir ilişkinin varlığı saptanmıştır ( $r = -0.91$ ). Kış aylarında yüzey ile 25 metre derinlikler arasında homojen bir oksijen yapılıması görülmesine karşın, ilkbahar aylarında belirgin bir oksijen tabakalaşması vardır. Yaz aylarında tekrar homojen bir dağılım oluşmaktadır. Eylül 1993' te ise 25 metredeki çözünmüş oksijen miktarı bir artış göstermekte ve bu derinlikte belirgin bir tabakalaşmaya neden olmaktadır. Kış aylarında yüzey ve 25 metre derinlikteki sular arasında homojen bir dağılım gözlenmiştir.

Tuzluluk değerlerindeki değişime bakıldığında, Haziran 1993 hariç, yüzey suyuna ait tuzluluğun, 10 metre ve 25 metredeki suyun tuzluluğu ile benzer dağılım gösterdiği görülmektedir (Şekil 4). Örnekleme süresince elde edilen değerlerden yüzey sularının ortalama tuzluluğu ‰ 17.04, 10 metrede ‰ 17.34, 25 metrede ise ‰ 17.55 olarak bulunmuştur. En yüksek tuzluluk değeri Ağustos 1994' de yüzeyde ‰ 18.7, 10 ve 25 metre derinlikte ‰ 18.9 olarak ölçülmüştür. En düşük değerler ise Mart 1994'de yüzey sularında ‰ 14.9 , 10 metrede ‰ 15.2 ve 25 metrede ‰ 15.3 olarak belirlenmiştir. Örnekleme süresince istasyonlar göz önünde tutulduğunda, en düşük ortalama tuzluluğun AR.1 istasyonunda olduğu görülmektedir.





Şekil 4. Tuzluluk değerlerinin aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Tablo 3. Tuzluluk değerlerinin aylara göre karşılaştırılması.

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	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-

(önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) ( $p < 0.05$ )

Tuzluluğun aylara ve derinliğe bağlı olarak değişimlerine bakıldığında, bu değişimlerin istatistiki açıdan önemli oldukları görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Buna karşılık aynı örnekleme dönemi içerisindeki istasyonlar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir. Aylar arasındaki tuzluluk değişimlerinin önemlilik dereceleri Tablo 2'de verilmiştir. Derinliğe bağlı olarak yapılan karşılaştırmalarda ise yüzey suları ile 10

metre, yüzey ile 25 metre, 10 metre ile 25 metre arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli oldukları saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Deniz suyunun elektriksel iletkenliği iyonize olmuş, çözünmüş tuzlar sonucunda oluşur [25]. Bu nedenle de aylara göre iletkenliğin dağılımının tuzluluk dağılımına yakın bir dağılım gösterdiği görülmüştür (Şekil 5). Tuzlulukla aralarında  $r = 0.66$  düzeyinde bir ilişkinin varlığı hesaplanmıştır. Aynı örnekleme dönemi içinde istasyonlar arasında önemli bir farklılığa rastlanmamıştır. Fakat, aylar ve derinlikler arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.001$ ). Tablo 4' de iletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırması yapılarak  $p < 0.05$  düzeyine göre önemlilik dereceleri verilmiştir. Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda yüzey ile 10 metre, yüzey ile 25 metre arasındaki farkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Buna karşılık 10 metre ile 25 metre derinliklerdeki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır.

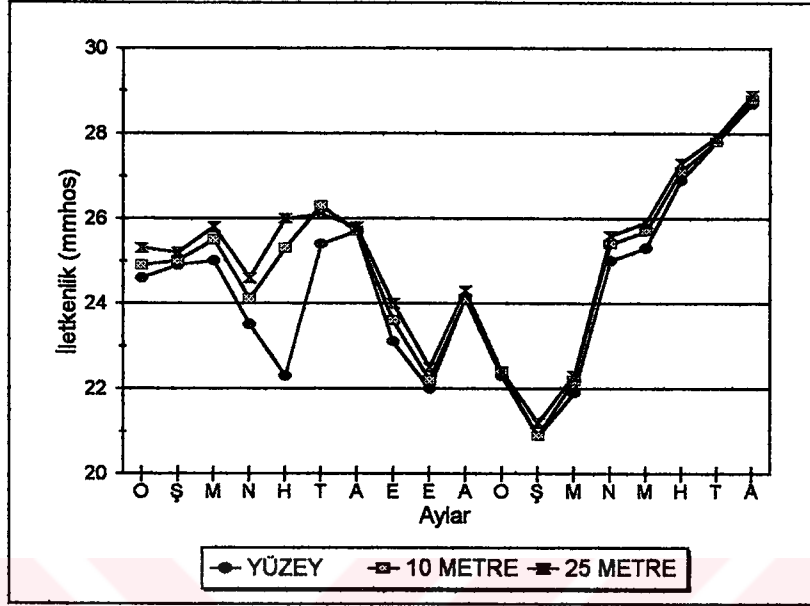
Tablo 4. İletkenlik değerlerinin aylara göre karşılaştırılması .

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	*	*	*	*	*	*	*	*									
Aralık93	*	*	*	-	-	*	*	-	*								
Ocak 94	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*							
Şubat 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Mart 94	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	-	*					
Nisan 94	-	-	-	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*				
Mayıs 94	*	-	-	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	-			
Haziran 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Temmuz 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ağustos 94	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(önemli olanlar \*, önemli olmayanlar - ile gösterilmiştir ) ( $p < 0.05$ )

Araştırma süresince elde edilen değerlere bakıldığında, iletkenliğin yüzey sularında daha yüksek, derinlere inildikçe azaldığı görülmektedir. Yüzey sularında ortalama 24.41 mmhos/cm olarak ölçülen iletkenlik, 10 metrede 24.83 mmhos/cm, 25 metrede ise 25.06 mmhos/cm dir. En yüksek ortalama iletkenlik değerleri Ağustos 1994'de yüzey sularında 28.7 mmhos/cm, 10 metrede 28.8 mmhos/cm, 25 metrede ise 28.9 mmhos/cm olarak ölçülmüştür. En düşük iletkenlik değerleri ise Şubat 1994'de

yüzey ve 10 metrede 20.9 mmhos/cm , 25 metrede ise 21.2 mmhos/cm olarak tespit edilmiştir. Saha ölçümleri sırasında ise en düşük iletkenlik değeri Ç1 istasyonunda 19.0 mmhos/cm olarak ölçülmüştür.



Şekil 5. İletkenlik değerlerinin aylara ve derinliklere göre dağılımı.

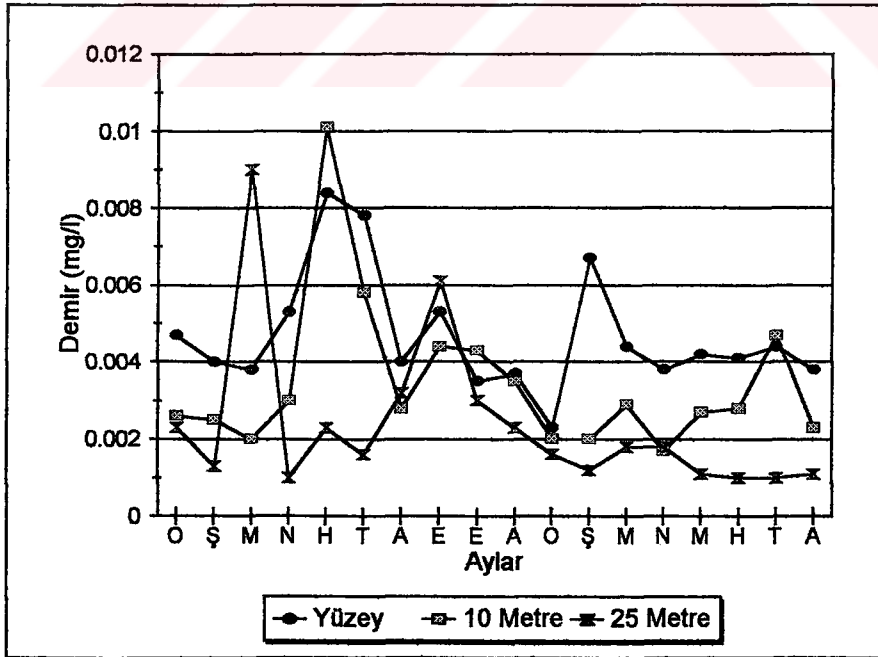
### 3.2. Demir Dağılımı

Demir konsantrasyonlarına ait değerlerin derinliğe bağlı dağılımı incelendiğinde, genel olarak ölçülen miktarların yüzeyden 25 metreye doğru inildikçe azaldığı görülmektedir. Yüzey sularında  $0.0046 \pm 0.0037$  mg/l olan demir, 10 metrede  $0.0034 \pm 0.0035$  mg/l' ye, 25 metrede ise  $0.0024 \pm 0.0018$  mg/l' ye düşmektedir. Ekim 1993 tarihli örneklemede T2, T3 ve AR2 istasyonlarının yüzey sularındaki değerlerin, ölçüm limitlerinin altında olması nedeni ile tespit edilememiştir ( $< 0.001$  mg/l). Ölçülen en yüksek değer ise 0.044 mg/l olarak A11 istasyonuna aittir. İstasyonların ortalama değerleri dikkate alındığında en yüksek değer T1 istasyonunda 0.0064 mg/l, en düşük ortalama demir değerinin ise 0.0017 mg/l olarak Ç3 istasyonunda olduğu görülmüştür. 1993 yılına ait değerler, 1994 yılına ait değerler ile karşılaştırıldığında 1993 yılında alınan örneklerin daha yüksek demir içerdiği görülmektedir. Buna karşılık aynı örnekleme dönemi içerisinde istasyonlar arasındaki varyasyon yine, 1993 yılında daha belirgindir (Tablo 5). İstatistiksel olarak ise istasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Aylar arasındaki farklılıkların ise yine önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Bu farklılık, özellikle haziran ve şubat aylarında demir değerlerinin çok yüksek, Aralık 1993 örneklerinde ise çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzey - 10 metre, yüzey - 25 metre ve 10 metre - 25 metre arasında ise istatistiki açıdan oldukça önemli farkların mevcut olduğu tespit edilmiştir.

( $p < 0.001$ ). Aylar ve istasyonlar arasındaki farklılığın derecesi Tablo 6 ve 7' de verilmiştir.

Tablo 5. Demir konsantrasyonlarına ait ortalama ve standart sapmalarının aylara ve derinliğe bağlı dağılımı ( mg/l  $\pm$  SD )

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.0047 $\pm$ 0.0041	0.0026 $\pm$ 0.0026	0.0023 $\pm$ 0.0021
Şubat 93	0.0040 $\pm$ 0.0032	0.0025 $\pm$ 0.0026	0.0013 $\pm$ 0.0009
Mart 93	0.0038 $\pm$ 0.0025	0.0020 $\pm$ 0.0012	0.0009 $\pm$ 0.0008
Nisan 93	0.0053 $\pm$ 0.0048	0.0030 $\pm$ 0.0021	0.0010 $\pm$ 0.0007
Haziran 93	0.0084 $\pm$ 0.0042	0.0101 $\pm$ 0.0242	0.0023 $\pm$ 0.00021
Temmuz 93	0.0078 $\pm$ 0.0061	0.0058 $\pm$ 0.0040	0.0016 $\pm$ 0.0019
Ağustos 93	0.0040 $\pm$ 0.0030	0.0028 $\pm$ 0.0021	0.0032 $\pm$ 0.0027
Eylül 93	0.0053 $\pm$ 0.0033	0.0044 $\pm$ 0.0028	0.0061 $\pm$ 0.0066
Ekim 93	0.0035 $\pm$ 0.0051	0.0043 $\pm$ 0.0026	0.0030 $\pm$ 0.0039
Aralık 93	0.0037 $\pm$ 0.0028	0.0035 $\pm$ 0.0021	0.0023 $\pm$ 0.0020
Ocak 94	0.0023 $\pm$ 0.0012	0.0020 $\pm$ 0.0016	0.0016 $\pm$ 0.0014
Şubat 94	0.0067 $\pm$ 0.0015	0.0021 $\pm$ 0.0012	0.0012 $\pm$ 0.0006
Mart 94	0.0044 $\pm$ 0.0028	0.0029 $\pm$ 0.0021	0.0018 $\pm$ 0.00020
Nisan 94	0.0038 $\pm$ 0.0018	0.0017 $\pm$ 0.0009	0.0018 $\pm$ 0.0017
Mayıs 94	0.0042 $\pm$ 0.0029	0.0027 $\pm$ 0.0020	0.0011 $\pm$ 0.0008
Haziran 94	0.0041 $\pm$ 0.0021	0.0028 $\pm$ 0.0019	0.0010 $\pm$ 0.0008
Temmuz 94	0.0044 $\pm$ 0.0029	0.0047 $\pm$ 0.0056	0.0010 $\pm$ 0.0009
Ağustos 94	0.0038 $\pm$ 0.0026	0.0023 $\pm$ 0.0018	0.0011 $\pm$ 0.0010



Şekil 6. Demir konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre değişimi.

Tablo 6. Demir konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .

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	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

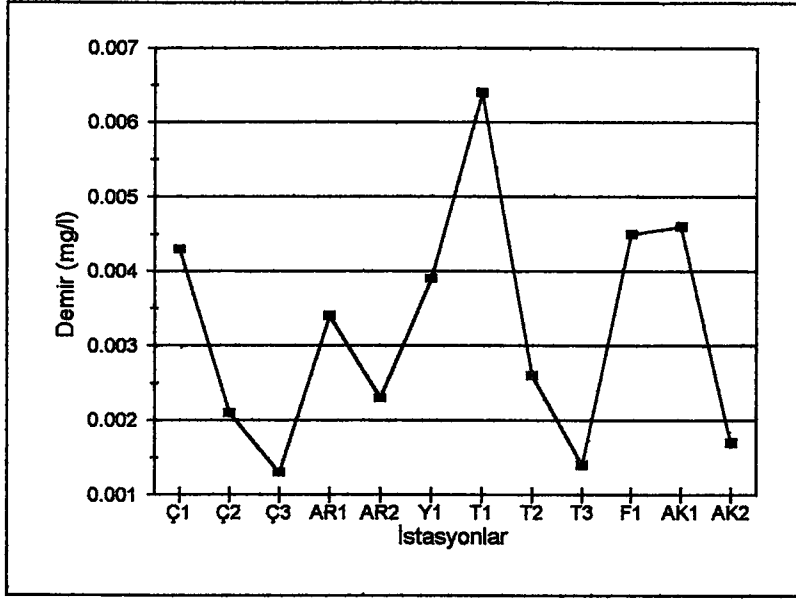
(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) ( $p < 0.05$ )

Tablo 7. Demir konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırılması .

İstasyonlar	Ç1	Ç2	Ç3	AR1	AR2	Y1	T1	T2	T3	F1	AK1
Ç2	-										
Ç3	*	-									
AR1	-	-	*								
AR2	-	-	-	-							
Y1	-	-	-	-	-						
T1	-	*	*	-	*	-					
T2	-	-	-	-	-	-	*				
T3	*	-	-	*	-	-	*	-			
F1	-	-	*	-	-	-	-	-	*		
AK1	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	
AK2	-	-	-	*	-	-	-	-	-	*	*

(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) ( $p < 0.05$ )

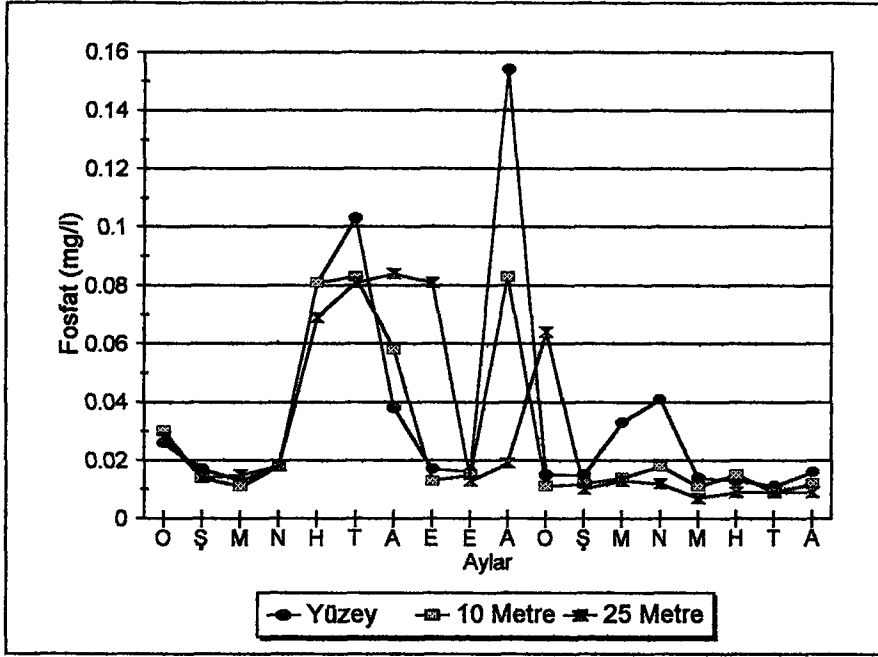
Örnekleme periyodu süresince elde edilen verilerin ortalamaları dikkate alındığında istasyonlardaki demir değerlerinin kıyıda doğru gidildikçe azaldığı görülmektedir. İstasyonlara göre ortalama demir değerlerindeki değişimler Şekil 7 de sunulmuştur. Örnekleme dönemi boyunca okunan değerlerin derinliklere göre % dağılımları Ek Şekil 45, 46, 47 de verilmiştir.



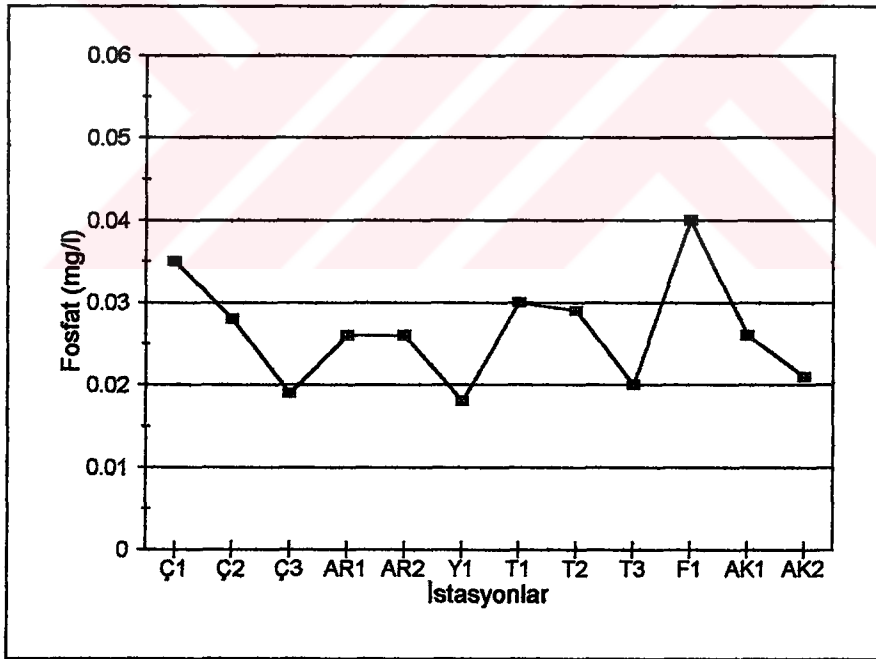
Şekil 7. Demir konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı

### 3.3. Fosfat Dağılımı

Fosfatın mevsimsel dağılımı incelendiğinde 2 belirgin pik yaptığı görülmektedir. Bu piklerden ilkinin Temmuz 1993'de (0.089 mg/l), ikinci büyük pikin ise Aralık 1993 tarihinde yüzey (0.154 mg/l) ve 10 metre derinliklerde (0.083 mg/l) aynı anda meydana geldiği görülmektedir (Şekil 8). En düşük fosfat değeri ise 25 metre derinlikte ortalama 0.007mg/ l olarak belirlenmiştir. Ortalama fosfat değerleri yüzeyde 0.035 mg/l, 10 metrede 0.028 mg/l ve 25 metrede ise 0.031 mg/l olarak bulunmuştur. Aylara ait ortalama değerler ve standart sapmaları Tablo 8' de verilmiştir. Fosfat değerlerinin kıyından açığa gidildikçe azaldığı görülmüştür. Kıyından 1 km açıktaki istasyonlarda 0.029 mg/l olarak belirlenen ortalama fosfat değerleri 5 km açıktaki istasyonlarda 0.024 mg/l' ye, 10 km açıktaki istasyonlarda ise 0.020 mg/l' ye düşmüştür. İstasyonlara ait ortalama değerler Şekil 9' da sunulmuştur. Arazi çalışmaları sırasında ise, bazı istasyonlardaki fosfat konsantrasyonları, kullanılan yöntemin ölçüm sınırları altına düştüğü için belirlenememiştir. Buna karşılık en yüksek fosfat değeri ise T21 istasyonunda 0.180 mg/l olarak ölçülmüştür. İstasyonlara bağlı olarak ortalama değerlere bakıldığında, en yüksek fosfat değerine sahip istasyonun F1 istasyonu olduğu görülmektedir. Bu noktada istasyona ait fosfat değerinin 0.040 mg/l olduğu hesaplanmıştır. En düşük değere ise T1 olarak kodlanan istasyonun sahip olduğu belirlenmiştir (0.019 mg/l). İstasyonlarda tespit edilen değerlerin derinliklere göre % frekans dağılımları Ek Şekil 42, 43, 44 de sunulmuştur.



Şekil 8. Fosfat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.



Şekil 9. Fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı.

Fosfat miktarlarının aylara ve istasyonlara göre bir değişim gösterdiği ve bu değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Çalışma süresince derinliğe bağlı değişimlerin ise önemli olmadığı görülmüştür. Örnekleme periyodu süresince elde edilen tüm fosfat verileri aylara ve istasyonlara göre ayrı ayrı karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 9 ve Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 8. Aylara ve derinliğe göre ortalama fosfat konsantrasyonları (mg/l  $\pm$  SD)

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

Tablo 9. Fosfat konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .

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	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) (p &lt; 0.05)



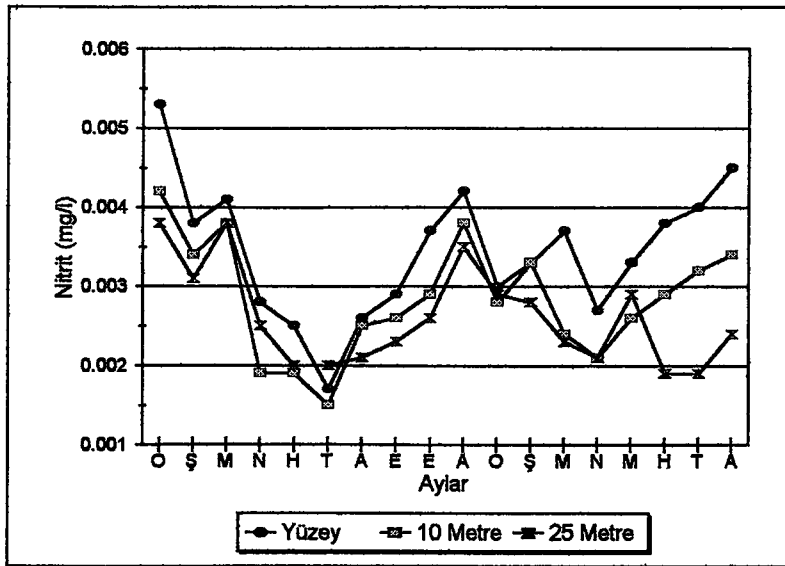
Tablo 10. Fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırılması.

İstasyonlar	Ç1	Ç2	Ç3	AR1	AR2	Y1	T1	T2	T3	F1	AK1
Ç2	-										
Ç3	-	-									
AR1	-	-	*								
AR2	-	-	-	-							
Y1	-	-	-	-	-						
T1	-	-	-	*	-	-					
T2	-	*	*	-	-	*	-				
T3	-	-	*	-	-	-	-	-			
F1	-	*	*	-	-	*	-	-	*		
AK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-

(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) ( $p < 0.05$ )

### 3.4. Nitrit Dağılımı

Örnekleme dönemi süresince nitrit değerlerinin yüzey sularında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 10). Derinlik arttıkça kademeli olarak nitrit değerlerinin de azaldığı görülmektedir. Yüzey sularına ait ortalama değer 0.0034 mg/l olarak bulunurken, 10 metrede bu değer 0.0028 mg/l' ye, 25 metrede ise 0.0026 mg/l' ye düştüğü saptanmıştır. Nitritin aylar arasındaki değişimine bakıldığında, Ocak 1993 tarihinde yüzey sularında en yüksek değere ulaştığı görülmektedir (Şekil 10). Bu dönemde nitrit miktarı 0.0053 mg/l olarak tespit edilmiştir. En düşük değere sahip dönemin ise Temmuz 1993 olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde 10 metre derinlikteki istasyonlarda ortalama nitrit konsantrasyonunun 0.0015 mg/l' ye kadar düştüğü ve aynı anda yüzey sularındaki miktarın ise 0.0017 mg/l olduğu tespit edilmiştir (Tablo 11).

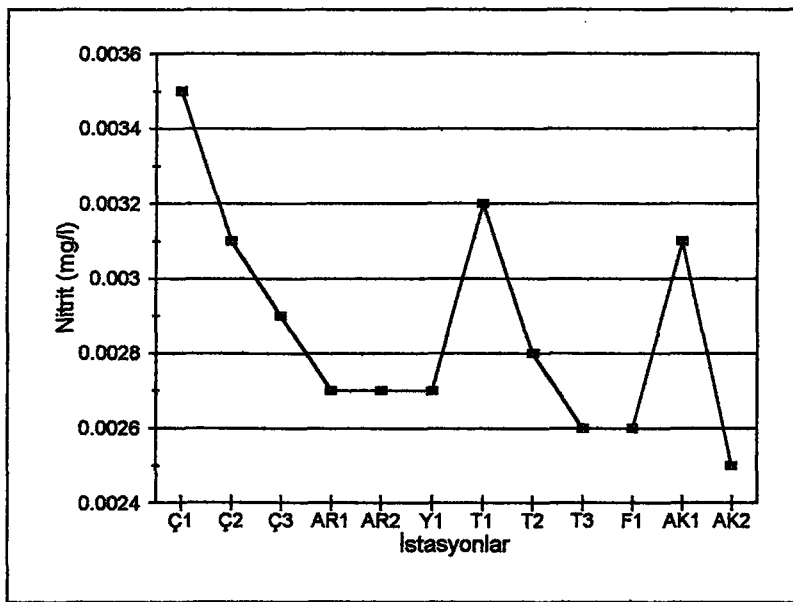


Şekil 10. Nitrit konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Örnekleme periyodu süresince yapılan ölçümlerde elde edilen en yüksek nitrit konsantrasyonu Ocak 1993 tarihinde Ç21 istasyonunda 0.0070 mg/l olarak tespit edilirken, bu değer Şubat 1994 tarihinde AR12 istasyonunda 0.0090 mg/l kadar çıktığı gözlenmiştir. İstasyonlara ait ortalama nitrit düzeyleri incelendiğinde en yüksek değerlerin kıyı istasyonlarında olduğu gözlenmiştir. Ç1 istasyonunda ortalama nitrit değeri 0.0035 mg/l iken, T1 istasyonunda 0.0032 mg/l ve AK1 istasyonunda ise 0.0031 mg/l olarak belirlenmiştir. İstasyonlara ait ortalama nitrit değerlerinin dağılımı Şekil 11 de sunulmuştur.

Tablo 11 . Nitrit konsantrasyonlarının aylara ve derinliğe göre dağılımı ( mg/l± SD)

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.0053±0.0008	0.0042±0.0011	0.0038±0.0008
Şubat 93	0.0038±0.0004	0.0034±0.0013	0.0031±0.0010
Mart 93	0.0041±0.0008	0.0038±0.0006	0.0038±0.0011
Nisan 93	0.0028±0.0009	0.0019±0.0009	0.0025±0.0010
Haziran 93	0.0025±0.0008	0.0019±0.0005	0.0020±0.0006
Temmuz 93	0.0017±0.0007	0.0015±0.0005	0.0020±0.0007
Ağustos 93	0.0026±0.0008	0.0025±0.0013	0.0021±0.0008
Eylül 93	0.0029±0.0008	0.0026±0.0009	0.0023±0.0007
Ekim 93	0.0037±0.0006	0.0029±0.0009	0.0026±0.0006
Aralık 93	0.0047±0.0006	0.0038±0.0012	0.0035±0.0006
Ocak 94	0.0030±0.0010	0.0028±0.0004	0.0029±0.0005
Şubat 94	0.0033±0.0007	0.0033±0.0018	0.0028±0.0004
Mart 94	0.0037±0.0009	0.0024±0.0005	0.0023±0.0005
Nisan 94	0.0027±0.0009	0.0021±0.0008	0.0021±0.0006
Mayıs 94	0.0033±0.0006	0.0026±0.0009	0.0029±0.0010
Haziran 94	0.0038±0.0007	0.0029±0.0005	0.0019±0.0009
Temmuz 94	0.0040±0.0008	0.0032±0.0012	0.0019±0.0010
Ağustos 94	0.0045±0.0006	0.0034±0.0010	0.0024±0.0008



Şekil 11. Nitrit konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı.

Aylar ve istasyonlar arasında yapılan istatistiki karşılaştırmaların sonuçları Tablo 12 ve 13'de sunulmuştur. Bu karşılaştırmaların sonuçlarına göre aylar ve istasyonlar arasındaki farkların istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir ( $p < 0.001$ ). Derinliğe göre yapılan karşılaştırmalarda yüzey, 10 metre ve 25 metre derinlikleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

Tablo 12. Nitrit konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .

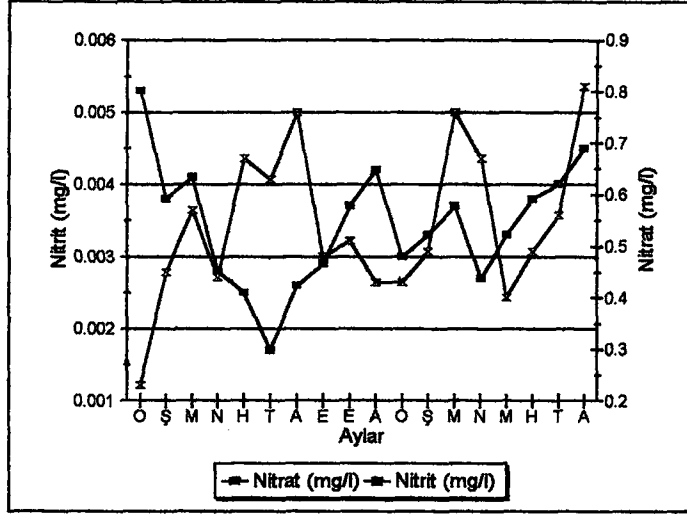
Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Şubat 93	*																
Mart 93	-	-															
Nisan 93	*	*															
Haziran 93	*	*	*	-													
Temmuz 93	*	*	*	-	-												
Ağustos 93	*	*	*	-	-	-											
Eylül 93	*	*	*	-	-	*	-										
Ekim 93	*	-	*	-	*	*	-	-									
Aralık 93	*	-	-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

(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) ( $p < 0.001$ )

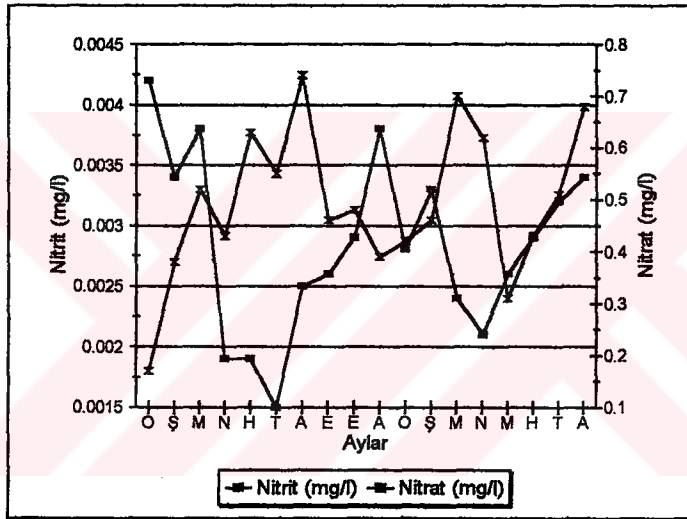
Tablo 13. Nitrit değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması .

İstasyonlar	Ç1	Ç2	Ç3	AR1	AR2	Y1	T1	T2	T3	F1	AK1	AK2
Ç2	-											
Ç3	*	-										
AR1	-	-	-									
AR2	*	-	-	*								
Y1	*	-	-	-	*							
T1	-	-	-	-	-	-						
T2	*	-	-	-	-	-	-					
T3	*	-	-	-	*	-	*	-				
F1	*	-	-	-	-	-	-	-	-			
AK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
AK2	*	*	-	*	*	-	*	-	-	-	-	*

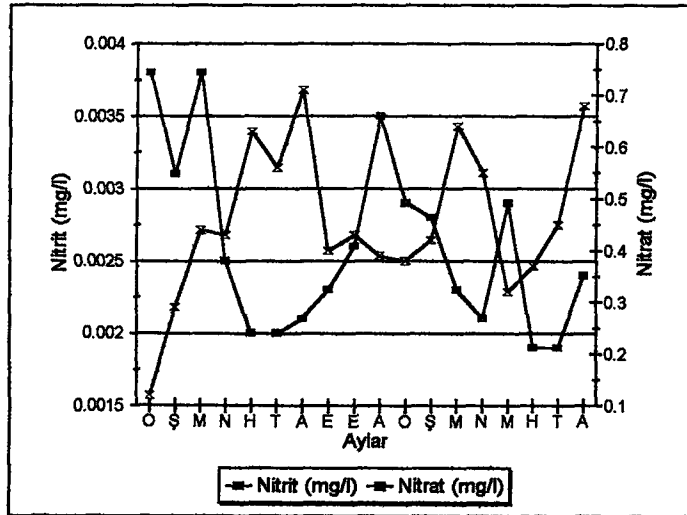
(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir) ( $p < 0.05$ )



A



B

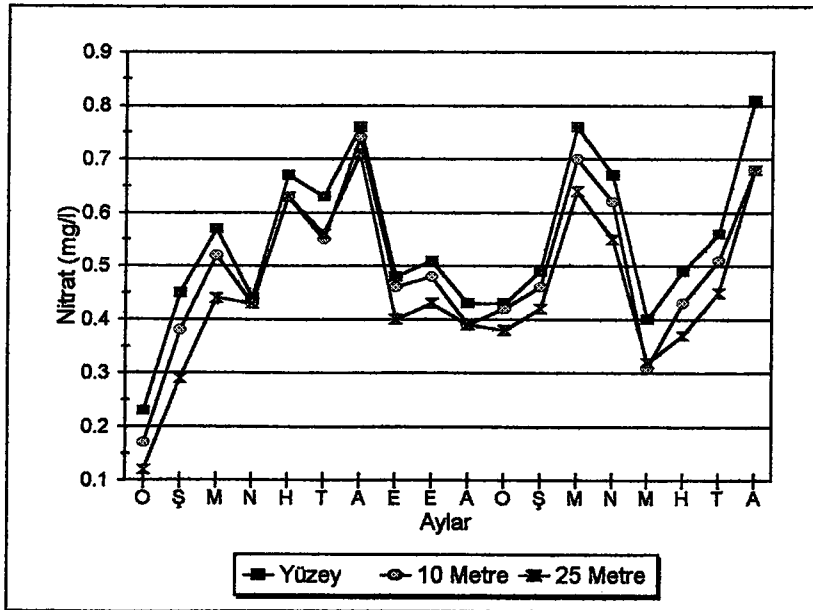


C

Şekil 12. Nitrit ve nitrat konsantrasyonlarının dağılımı (A:yüzey, B:10 metre, C:25 metre)

### 3.5. Nitrat Dağılımı

Mevsimsel dağılımına bakıldığında nitrat değerlerinin, genel olarak kış aylarında düşük olduğu, ilkbaharda yükselmeye başladığı, yaz aylarında en yüksek değerlere ulaştığı ve sonbahar aylarında ise konsantrasyonun tekrar düştüğü görülmektedir. Ayrıca nisan ve mayıs aylarında da kısmi bir düşüş söz konusudur (Şekil 13). Yüzeysel sularındaki nitrat miktarı 0.54 mg/l olarak saptanırken, 10 metredeki konsantrasyon 0.49 mg/l, 25 metrede ise 0.45 mg/l olarak belirlenmiştir. Bu değerlere bakıldığında ortalama nitrat miktarlarının yüzeysel 25 metreye doğru bir azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Deniz yüzeyinde nitrat konsantrasyonunun en yüksek olduğu örnekleme dönemi Ağustos 1994' dür. Bu dönemde ortalama nitrat miktarı 0.81 mg/l bulunmuştur. 10 metredeki en yüksek değer Ağustos 1993' te, 25 metrede ise yine Ağustos 1993' te tespit edilmiştir. Aylara ait en düşük ortalama konsantrasyonlara ise 3 derinlikte de Ocak 1993' te rastlanmıştır. Bu örnekleme dönemi için belirlenen değerler yüzeysel, 10 metre, 25 metre için sırasıyla 0.23 mg/l, 0.17 mg/l ve 0.12 mg/l olarak bulunmuştur (Tablo 14). Arazi çalışmalarında ölçülen en yüksek nitrat değeri yüzeysel suları için Ağustos 1993 tarihinde 1.1 mg/l olarak T 31 istasyonundadır. Aynı dönemde 10 metre derinlikteki en yüksek değer ise AK 12 istasyonunda 1.4 mg/l olarak tespit edilmiştir. İstasyonlarda ölçülen değerlerin % frekans dağılımları Ek Şekil 39, 40, 41 de verilmiştir. İstasyonlara bakıldığında, örnekleme dönemi boyunca en yüksek ortalama nitrat miktarlarının Y1 istasyonunda 0.48 mg/l, AK2 istasyonunda 0.48 mg/l, F1 istasyonunda 0.47 mg/l Ç1 istasyonunda ise 0.42 mg/l olduğu görülmektedir (Şekil 14).

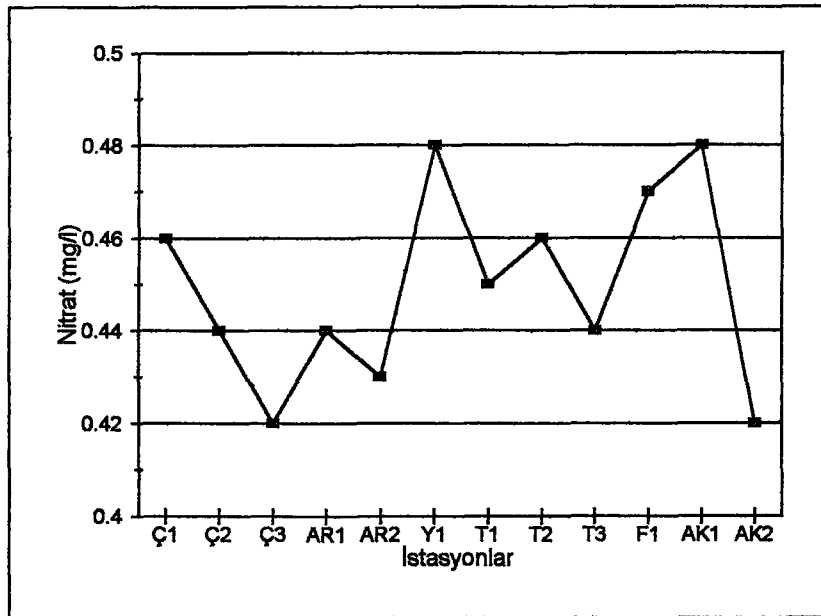


Şekil 13. Nitrat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Tablo 14. Ortalama nitrat konsantrasyonlarının aylara ve derinlikere göre dağılımı ( mg/l  $\pm$  SD)

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	0.23 $\pm$ 0.06	0.17 $\pm$ 0.07	0.12 $\pm$ 0.06
Şubat 93	0.45 $\pm$ 0.10	0.38 $\pm$ 0.08	0.29 $\pm$ 0.09
Mart 93	0.57 $\pm$ 0.10	0.52 $\pm$ 0.08	0.44 $\pm$ 0.06
Nisan 93	0.44 $\pm$ 0.06	0.43 $\pm$ 0.06	0.43 $\pm$ 0.10
Haziran 93	0.67 $\pm$ 0.08	0.63 $\pm$ 0.07	0.63 $\pm$ 0.14
Temmuz 93	0.63 $\pm$ 0.09	0.55 $\pm$ 0.06	0.56 $\pm$ 0.11
Ağustos 93	0.76 $\pm$ 0.18	0.74 $\pm$ 0.25	0.71 $\pm$ 0.14
Eylül 93	0.48 $\pm$ 0.04	0.46 $\pm$ 0.08	0.40 $\pm$ 0.09
Ekim 93	0.51 $\pm$ 0.06	0.48 $\pm$ 0.07	0.43 $\pm$ 0.06
Aralık 93	0.43 $\pm$ 0.11	0.39 $\pm$ 0.11	0.39 $\pm$ 0.10
Ocak 94	0.43 $\pm$ 0.06	0.42 $\pm$ 0.06	0.38 $\pm$ 0.06
Şubat 94	0.49 $\pm$ 0.05	0.46 $\pm$ 0.05	0.42 $\pm$ 0.04
Mart 94	0.76 $\pm$ 0.06	0.70 $\pm$ 0.09	0.64 $\pm$ 0.10
Nisan 94	0.67 $\pm$ 0.08	0.62 $\pm$ 0.12	0.55 $\pm$ 0.10
Mayıs 94	0.40 $\pm$ 0.06	0.31 $\pm$ 0.08	0.32 $\pm$ 0.07
Haziran 94	0.49 $\pm$ 0.09	0.43 $\pm$ 0.08	0.37 $\pm$ 0.09
Temmuz 94	0.56 $\pm$ 0.14	0.51 $\pm$ 0.18	0.45 $\pm$ 0.18
Ağustos 94	0.81 $\pm$ 0.10	0.68 $\pm$ 0.09	0.68 $\pm$ 0.11

İstasyonlar, aylar ve derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda istasyonlar arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Yüzey - 10 metre, yüzey - 25 metre ve 10 metre - 25 metre derinlikler arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0.001$ ). Mevsimsel farklılıkların da istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Aylar arasındaki farklılıklar  $p < 0.05$  seviyesine göre Tablo 15' de sunulmuştur. Nitrit ve nitrat değerleri arasında ters bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Bu iki parametre arasındaki aynı döneme ait konsantrasyon değişimi Şekil 12 verilmiştir.



Şekil 14. Nitrat değerlerinin istasyonlara göre dağılımı.

Tablo 15. Nitrat konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .

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	*	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*

(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile verilmiştir ) (p < 0.05)

### 3.6. Silikat Dağılımı

Deniz suyundaki silikat konsantrasyonlarına ait analizler 1993 yılının Aralık ayına kadar gerçekleştirilememiştir. Veriler Aralık 1993 tarihinden itibaren sadece 9 aylık süreyi kapsamaktadır. Bu süre içerisinde elde edilen değerler ve standart sapmaları Tablo 16'da verilmiştir.

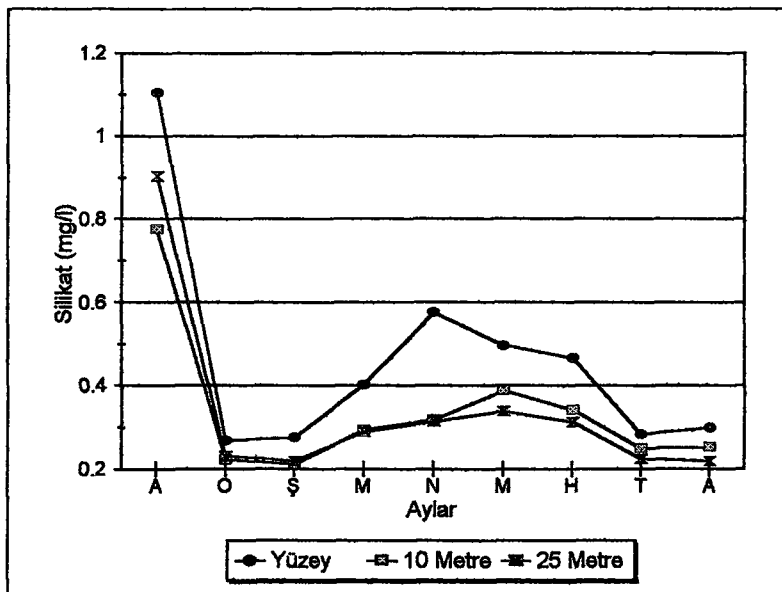
Tablo 16. Ortalama silikat konsantrasyonlarının aylara ve derinliğe göre dağılımı (mg/l ± SD)

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Aralık 93	1.104 ± 0.541	0.776 ± 0.423	0.904 ± 0.585
Ocak 94	0.267 ± 0.118	0.222 ± 0.038	0.230 ± 0.049
Şubat 94	0.275 ± 0.102	0.210 ± 0.070	0.219 ± 0.058
Mart 94	0.402 ± 0.297	0.293 ± 0.154	0.289 ± 0.122
Nisan 94	0.575 ± 0.238	0.319 ± 0.050	0.314 ± 0.176
Mayıs 94	0.496 ± 0.350	0.388 ± 0.258	0.338 ± 0.257
Haziran 94	0.466 ± 0.225	0.314 ± 0.169	0.313 ± 0.199
Temmuz 94	0.283 ± 0.060	0.249 ± 0.058	0.224 ± 0.042
Ağustos 94	0.298 ± 0.064	0.252 ± 0.050	0.218 ± 0.040

Silikatın aylar arasındaki dağılımında dikkati çeken nokta, Aralık 1993 tarihinde yüksek olan silikat miktarının, Ocak 1994 tarihinde aniden azalmasıdır. Silikat miktarlarının ilkbahar ve yaz başında arttığı, yaz mevsiminde ise tekrar düştüğü

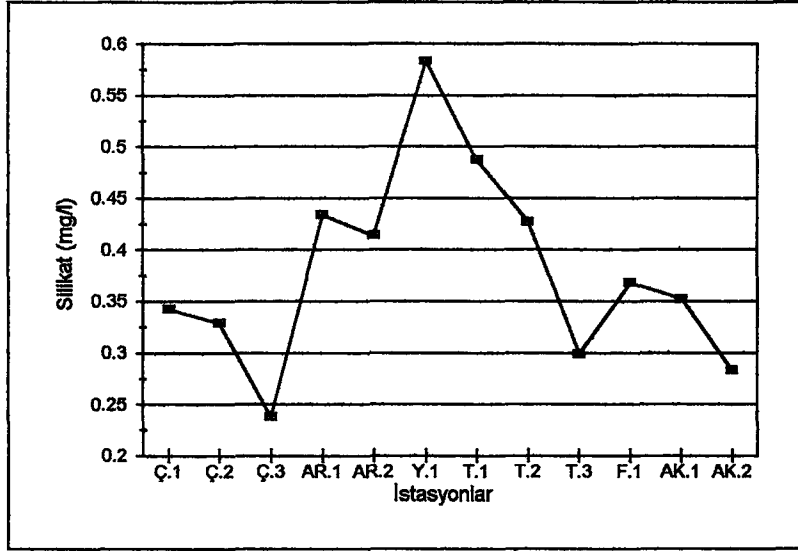
gözlenmiştir (Şekil 15). Yüzeydeki ortalama silikat konsantrasyonu 0.463 mg/l iken, bu değer 10 metrede 0.338 mg/l, 25 metrede ise 0.339 mg/l olarak bulunmuştur. En yüksek silikat değerleri Aralık 1993' te Y11 istasyonunda yüzey suyunda 2.030 mg/l ile, Y12 10 metrede 1.668 mg/l ve Y13 25 metrede ise 3.760 mg/l olarak ölçülmüştür. Tespit edilen en düşük değerler ise yine Aralık 1993 içerisinde Ç31, Ç32 ve Ç33 istasyonlarında rastlanmıştır. Bu istasyonlarda ölçülen değerler sırası ile 0.110 mg/l, 0.130 mg/l, 0.114 mg/l olarak tespit edilmiştir. Aynı ay içerisinde iki uç değere rastlanmasının Aralık 1993 tarihine ait standart sapma değerlerini oldukça fazla etkilediği Tablo 16' da görülmektedir. İstasyonlara ait ortalama değerlerden kıyıya yakın istasyonlardaki silikat miktarlarının yüksek olduğu gözlenmiştir. En yüksek ortalama konsantrasyona sahip istasyonların 0.583 mg/l ile Y1, 0.487 mg/l T1 ve 0.434 mg/l ile AR1 olduğu belirlenmiştir. İstasyonlara göre ortalama değerler Şekil 16' da sunulmuştur.

Aylar arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda, farklılığın önemli olduğu tesbit edilmiştir ( $p < 0.001$ ). Derinliklere göre dağılımda ise 10 ile 25 metre arasındaki farkın önemsiz olmasına karşılık, yüzey sularının diğer 2 derinlikten istatistik olarak bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). İstasyonlar arasındaki karşılaştırmalar sonucunda ise sadece Y1 istasyonunun diğer istasyonlardan farklı olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). İstasyonlar ve aylar arasındaki istatistiksel karşılaştırmaların sonuçları Tablo 17 ve Tablo 18' de sunulmuştur.



Şekil 15. Silikat konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı





Şekil 16. Silikat konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımı

Tablo 17. Silikat konsantrasyonlarının aylara göre karşılaştırılması .

Aylar	A	O	Ş	M	N	M	H	T
Ocak 94	*							
Şubat 94	*	-						
Mart 94	*	-	-					
Nisan 94	*	*	*	-				
Mayıs 94	*	*	*	-	-			
Haziran 94	*	-	-	-	-	-		
Temmuz 94	*	-	-	-	*	*	-	
Ağustos 94	*	-	-	-	*	*	-	-

(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir ) ( $p < 0.05$ )

Tablo 18. Silikat konsantrasyonlarının istasyonlara göre karşılaştırılması .

İstasyonlar	Ç1	Ç2	Ç3	AR1	AR2	Y1	T1	T2	T3	F1	AK1
Ç2	-										
Ç3	-	-									
AR1	-	-	-								
AR2	-	-	-	-							
Y1	*	*	*	-	-						
T1	-	-	*	-	-	-					
T2	-	-	-	-	-	-	-				
T3	-	-	-	-	-	*	-	-			
F1	-	-	-	-	-	*	-	-	-		
AK1	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	
AK2	-	-		-	-	*	-	-	-	-	-

(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile verilmiştir,) ( $p < 0.05$ )

### 3.7. Klorofil-a Dağılımı

Klorofil bütün fitoplanktonik organizmalarda mevcut en yaygın pigmenttir. Klorofil miktarlarındaki değişimler yardımı ile biyomas tahmini konusunda bir yaklaşımda bulunulabilir. Bu çalışmadan elde edilen klorofil dağılımlarına bakıldığında istasyonlar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir. Buna karşılık, aylar arasındaki değişimin önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ). Bu farklılığın, ilkbahar ve sonbahar aylarındaki klorofil miktarlarına ait değerlerden kaynaklandığı görülmektedir. Derinlikler arasındaki farklılıkların ise önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Yüzey ve 10 metre derinliklerdeki klorofil-a dağılımı arasında her iki düzeyde de farklılık bulunmazken, 25 metrenin diğer derinliklere oranla farklılık yarattığı saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Klorofil-a pigmentinin mevsimlere göre dağılımına bakıldığında, ilkbahar aylarında yüzey ve 10 metre derinliklerinde bir yükselme olduğu görülmektedir. Sonbaharda gözlenen ve ikinci pik olarak tanımlanan artışın ise 10 metre derinlikte daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 17). Yüzey sularında ölçülen ortalama klorofil-a değeri  $0.60 \mu\text{g/l}$  iken, 10 metrede bu değer  $0.57 \mu\text{g/l}$  ye, 25 metrede ise  $0.20 \mu\text{g/l}$  ye kadar düşmüştür. Örnekleme dönemi boyunca yüzey sularında belirlenen en yüksek ortalama klorofil-a değerinin Mayıs 1994 tarihinde  $2.26 \mu\text{g/l}$  olduğu görülmektedir. Buna karşılık en düşük klorofil-a değeri Nisan 1994'te yine yüzey sularında  $0.15 \mu\text{g/l}$  olarak bulunmuştur. 10 metre derinlik için ise en düşük klorofil-a değeri Ocak 1993 tarihinde  $0.13 \mu\text{g/l}$  iken, en yüksek klorofil-a miktarı Haziran 1993'te  $2.8 \mu\text{g/l}$  olarak tespit edilmiştir. 25 metrede ise bu değer Ocak 1993 için  $0.08 \mu\text{g/l}$  ye kadar düşerken, Şubat 1994 de  $0.39 \mu\text{g/l}$  gibi maksimum değere ulaşmıştır. Klorofil-a değerlerinin aylara ve derinliklere göre dağılımı Tablo 19'da sunulmuştur.

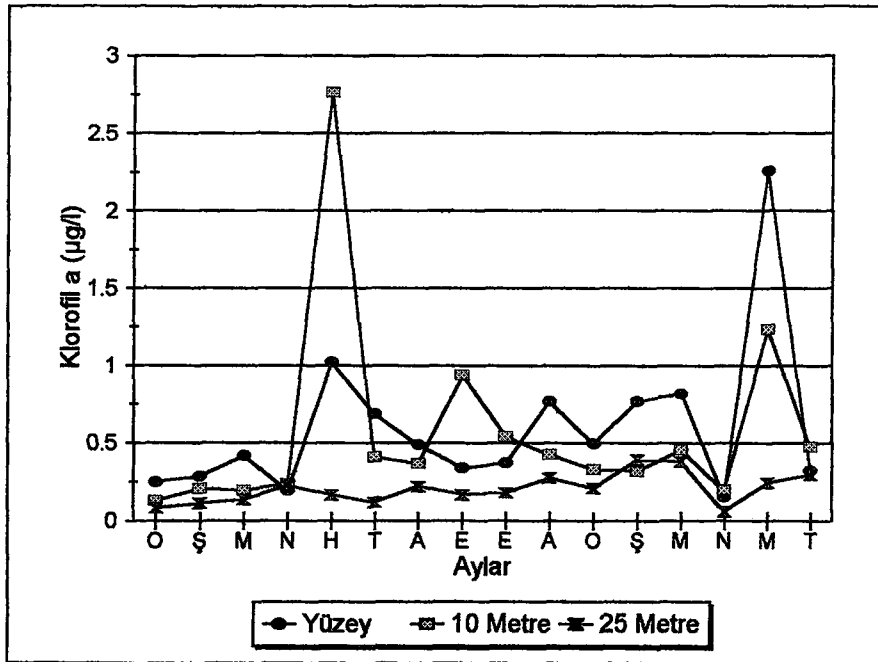
Yüzey sularında en yüksek klorofil-a değeri Mayıs 1994 tarihinde Ç11 istasyonunda  $3.14 \mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür. Örnekleme süresince 10 metre derinlikteki sularında ölçülen en yüksek klorofil-a değeri ise Ç12 istasyonunda Haziran 1993'te  $3.75 \mu\text{g/l}$  olarak tespit edilmiştir. Bu değer ise derinlik örneklemeleri esnasında ölçülen en yüksek değer olarak saptanmıştır. 10 metre derinlikte klorofil-a'nın en yoğun olduğu dönemde aynı istasyonun yüzey sularındaki (Ç11) klorofil-a değeri ise  $1.11 \mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür. 25 metrede belirlenen en yüksek değer ise Ç23 istasyonunda Şubat 1994 tarihli örneklemede  $0.69 \mu\text{g/l}$  dir.

Klorofil-a ile çalışılan diğer parametreler arasındaki ilişkinin derinliğe bağlı olarak farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Demir ile klorofil-a arasında lineer bir ilişki vardır. İlişkinin derecesi 25 metrede  $r = 0.35$  iken, 10 metre derinlikte iki parametre arasındaki ilişkinin daha yüksek düzeyde olduğu hesaplanmıştır ( $r = 0.83$ ). Klorofil -a ile fosfat miktarları arasındaki ilişkinin derecesi 10 metrede  $r = 0.37$ , 25 metrede ise  $r = 0.34$  olarak tespit edilmiştir. Yüzey sularında ise bu ilişkinin daha düşük

olduğu görülmektedir. Klorofil-a konsantrasyonu nitrite bağlı olarak değerlendirildiğinde, aralarındaki ilişkiye ait korelasyon katsayısı  $r = 0.37$  düzeyinde hesaplanırken, yüzey ve 25 metre derinliklerde ilişkinin derecesi çok daha düşük bulunmuştur ( $r = 0.12$ ). Buna karşılık klorofil-a değerlerinin diğer derinliklerin aksine 25 metredeki tuzluluk değerlerine bağlı olarak değişimlerinin diğer parametrelere oranla daha anlamlı sonuç verdiği gözlenmiştir. Yüzey sularındaki çözülmüş oksijen miktarlarındaki değişimin ise klorofil-a' dan bağımsız olduğu görülmektedir.

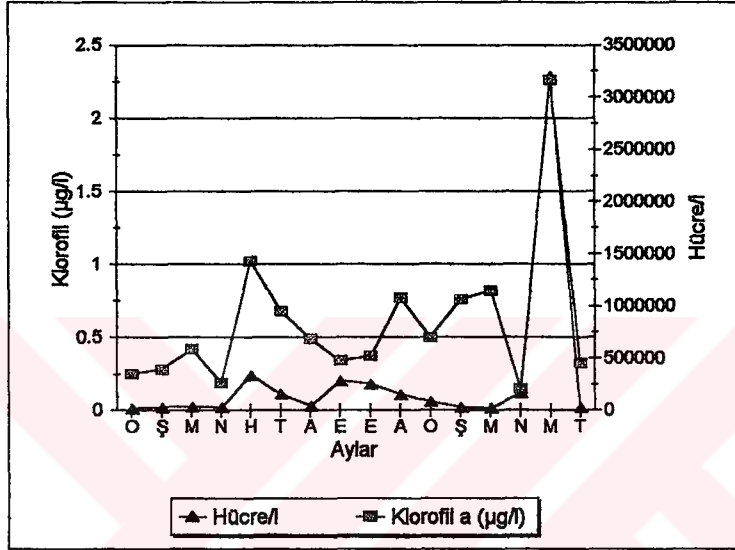
Tablo 19. Ortalama klorofil-a konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı ( $\mu\text{g/l} \pm \text{SD}$ )

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	$0.25 \pm 0.13$	$0.13 \pm 0.03$	$0.08 \pm 0.06$
Şubat 93	$0.28 \pm 0.13$	$0.21 \pm 0.08$	$0.11 \pm 0.04$
Mart 93	$0.42 \pm 0.33$	$0.19 \pm 0.14$	$0.14 \pm 0.09$
Nisan 93	$0.19 \pm 0.12$	$0.23 \pm 0.22$	$0.23 \pm 0.07$
Haziran 93	$1.02 \pm 0.60$	$2.80 \pm 0.82$	$0.17 \pm 0.09$
Temmuz 93	$0.68 \pm 0.37$	$0.41 \pm 0.14$	$0.12 \pm 0.08$
Ağustos 93	$0.49 \pm 0.16$	$0.37 \pm 0.20$	$0.22 \pm 0.07$
Eylül 93	$0.34 \pm 0.34$	$0.94 \pm 0.16$	$0.17 \pm 0.12$
Ekim 93	$0.37 \pm 0.18$	$0.54 \pm 0.28$	$0.18 \pm 0.15$
Aralık 93	$0.77 \pm 0.47$	$0.42 \pm 0.38$	$0.28 \pm 0.23$
Ocak 94	$0.50 \pm 0.04$	$0.33 \pm 0.25$	$0.21 \pm 0.14$
Şubat 94	$0.76 \pm 0.11$	$0.32 \pm 0.14$	$0.39 \pm 0.27$
Mart 94	$0.82 \pm 0.15$	$0.46 \pm 0.15$	$0.38 \pm 0.28$
Nisan 94	$0.15 \pm 0.11$	$0.20 \pm 0.10$	$0.06 \pm 0.08$
Mayıs 94	$2.26 \pm 1.17$	$1.23 \pm 0.48$	$0.25 \pm 0.27$
Temmuz 94	$0.32 \pm 0.21$	$0.47 \pm 0.43$	$0.30 \pm 0.22$

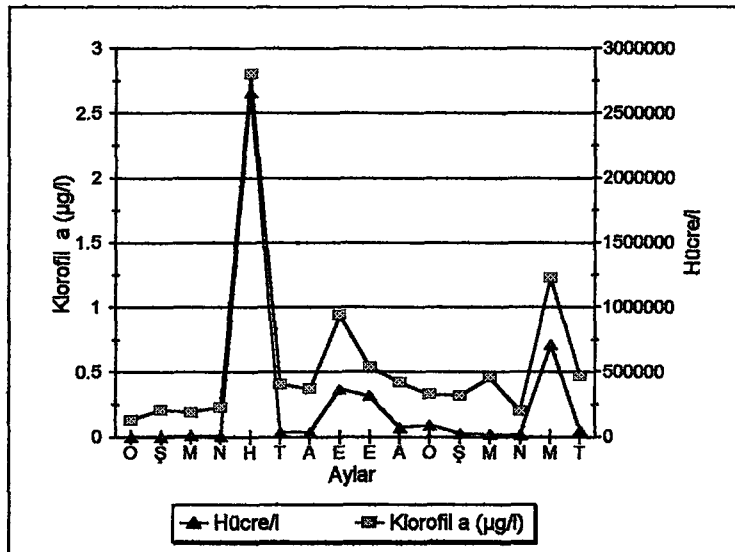


Şekil 17. Klorofil - a ( $\mu\text{g/l}$ ) konsantrasyonlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Klorofil-a değerleri ile yzey sularındaki hcre sayısı arasında lineer bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Bu ilişkinin derecesi  $r = 0.87$  dir. 10 metrede, llen klorofil-a değerleri ile sayılan litredeki hcre sayıları arasında yzey sularına oranla daha iyi bir ilişki derecesinden bahsedilebilir. 10 metre derinlikte yapılan regresyon uygulamaları sonucunda korelasyon derecesi  $r = 0.97$  olarak hesaplanmıştır. 25 metrede ise hcre sayısı ile klorofil-a değerleri arasındaki ilişki çok zayıf bulunmuştur ( $r = 0.24$ ). Yzey ve 10 metre derinliklerdeki klorofil-a ve litredeki hcre sayıları Şekil 18 ve Şekil 19' de sunulmuştur.



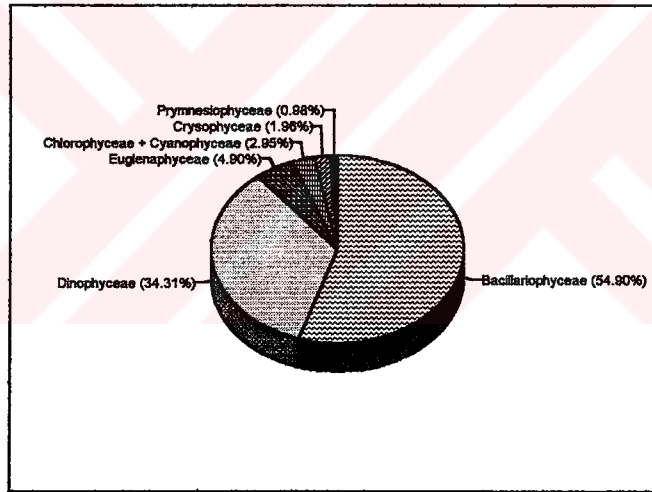
Şekil 18. Yzey sularında hcre/l ve klorofil-a konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g/l}$ ) aylara göre dağılımı



Şekil 19. 10 metre derinlikteki sulara hcre/l ve klorofil-a konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g/l}$ ) aylara göre dağılımı

### 3.8. Fitoplankton Dağılımı

Örnekleme dönemi süresince çalışmanın ana konusunu oluşturan fitoplanktonik organizmalardan 102 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin sistematik dağılımına bakıldığında, Bacillariophyceae sınıfına ait 56, Dinophyceae sınıfına ait 35, Euglenaphyceae' ye ait 5, Chrysophyceae sınıfına ait 2, Cyanophyceae sınıfına ait 2, Prymnesiophyceae (Coccolithophorid) sınıfına ait 1 ve Chlorophyceae sınıfına ait 1 tür olduğu görülmektedir. Türlerin sistematik gruplara göre % dağılımları Şekil 20'de sunulmuştur. Buna göre nano ve mikrop planktonik florada tespit edilen türlerin % 89.2'sini Diatom ve Dinoflagellatlar oluştururken, diğer gruplar floranın % 10.8'lik bölümünü oluşturmaktadırlar. İstasyonlardan alınan örnekler içinde yukarıda sayılan sistematik grupların dışında mikrozooplanktonik gruplardan olan Tintinit'lere, Sarcodin'lere, farklı dönemlerde meroplanktonik gruplardan çeşitli Gastropod, Bivalve larvalarına, Urochordat'lardan *Oikopleura* türlerine, Chaetognat'lardan *Sagitta* türlerine de rastlanmıştır. Fakat bu organizmaların zooplanktonik gruplara dahil olmaları nedeni ile değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 20. Sistematik guruplara göre türlerin % dağılımları

Planktonik flora içerisinde sayılan hücrelerin aylara göre dağılımı Tablo 20'de sunulmuştur. Organizmalara ait litredeki hücre sayılarının dağılımları mevsimsel olarak bir dalgalanma göstermektedir. Arazi çalışmalarının başladığı Ocak 1993 tarihinde yüzey sularındaki ortalama hücre sayısı  $1.74 \times 10^4$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. Bu sayı göreceli olarak Mart 1993 tarihine kadar  $36.2 \times 10^4$  hücre/l' ye yükselirken, Nisan 1993 tarihinde  $2.86 \times 10^4$  hücre/l' ye düşmüştür. Mayıs 1993 tarihinde örnek alınamadığı için hücre sayısındaki artışlar belirlenememiştir. Haziran 1993 tarihli örneklemeelerde ise yüzey sularında hücre sayısı  $3.42 \times 10^5$  hücre/l' ye çıkmıştır. Bu artış takip eden 2 ay boyunca ortalama organizma sayısının göreceli olarak  $4.45 \times 10^4$

hücre/ l düştüğü görülmüştür. Eylül 1993 tarihli örneklemede ise ılıman bölgelerde gözlenen ve sonbahar piki olarak adlandırılan ikinci bloom varlığına rastlanmıştır. Bu dönemde örnekleme alanındaki hücre sayısı yaklaşık  $2.83 \times 10^5$  hücre/l ulaşmış ve Ekim 1993 tarihinde  $2.25 \times 10^5$  hücre/l' ye düşmüştür. Kış aylarında yoğunluk  $1 \times 10^5$  hücre/l' nin altında kalırken Nisan 1994 tarihinde tekrar 165700 hücre/l' ye yükselmiştir. Mayıs 1994' de ise bu sayı  $3.2 \times 10^6$  hücre/l ortalama değere ulaşmış ve beklenen ilkbahar pikini oluşturmuştur.

Tablo 20. Ortalama hücre sayılarının aylara ve derinliğe göre dağılımı

AYLAR	YÜZEY	10 METRE	25 METRE
Ocak 93	$1.7 \times 10^4$	$1.2 \times 10^3$	$8.6 \times 10^2$
Şubat 93	$3.1 \times 10^4$	$2.9 \times 10^3$	$3.7 \times 10^3$
Mart 93	$3.6 \times 10^4$	$1.1 \times 10^4$	$8.2 \times 10^3$
Nisan 93	$2.9 \times 10^4$	$7.6 \times 10^3$	$5.3 \times 10^3$
Haziran 93	$3.5 \times 10^5$	$2.7 \times 10^6$	$5.8 \times 10^3$
Temmuz 93	$1.6 \times 10^5$	$3.7 \times 10^4$	$2.9 \times 10^3$
Ağustos 93	$4.5 \times 10^4$	$3.6 \times 10^4$	$3.4 \times 10^4$
Eylül 93	$2.8 \times 10^5$	$3.7 \times 10^5$	$1.2 \times 10^4$
Ekim 93	$2.3 \times 10^4$	$3.2 \times 10^5$	$6.2 \times 10^4$
Aralık 93	$1.2 \times 10^5$	$7.3 \times 10^4$	$3.5 \times 10^4$
Ocak 94	$8.5 \times 10^4$	$9.2 \times 10^4$	$5.5 \times 10^4$
Şubat 94	$3.1 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4$	$1.5 \times 10^4$
Mart 94	$2.3 \times 10^4$	$1.9 \times 10^4$	$2.1 \times 10^4$
Nisan 94	$1.7 \times 10^5$	$1.7 \times 10^4$	$7.6 \times 10^3$
Mayıs 94	$3.2 \times 10^6$	$7.1 \times 10^5$	$3.1 \times 10^4$
Temmuz 94	$3.3 \times 10^4$	$5.2 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$

10 metre derinlikten alınan deniz suyu örneklerine bakıldığında, Ocak ve Şubat 1993 tarihlerinde hücre sayıları  $5 \times 10^3$  hücre/l' den az iken, Nisan 1993 tarihinde  $1 \times 10^4$  hücre/l seviyesine ulaşmıştır. Haziran 1993 tarihli örneklemede ise 10 metredeki hücre sayısı  $2.5 \times 10^6$  hücre/l' yi aşmıştır. Bu dönemde hem klorofil hem de hücre sayısının yüzey sularındaki değerler üzerinde olduğu görülmektedir. Bu bloomu takip eden aylardan Temmuz ve Ağustos 1993 tarihlerinde hücre sayıları  $3 - 3.5 \times 10^4$  hücre/l arasında sabit kalırken, sonbahar döneminde yılın ikinci pikine rastlanmıştır. Eylül 1993 ile Ekim 1993 tarihlerindeki bu ikinci pik sırasında da hücre sayılarının, yaklaşık  $3.7 \times 10^5$  ve  $3.17 \times 10^5$  hücre/l oldukları tespit edilmiştir. 1994 yılının kış aylarında  $1 \times 10^4$  hücre/l nin altında belirlenen hücre sayılarının Aralık 1993'de yaklaşık  $7.3 \times 10^4$  hücre/l, Ocak 1993'de ise yaklaşık olarak  $9.2 \times 10^4$  hücre/l civarında olduğu görülmektedir. Buna karşılık Şubat ve Mart 1994 tarihlerinde azalmaya başlayan organizma sayısı Nisan 1993'de yılın en düşük değeri olan  $1.87 \times 10^4$  hücre/l olarak belirlenmiştir. Mayıs 1994 tarihinde ise yüzey sularındaki organizma artışına paralel olarak organizma sayısının, 10 metre derinlikteki sulara yaklaşık  $7.14 \times 10^5$  hücre/l' ye yükseldiği belirlenmiştir. Bu artışın sonrasında beklenen yaz minimumu tespit edilmiştir.

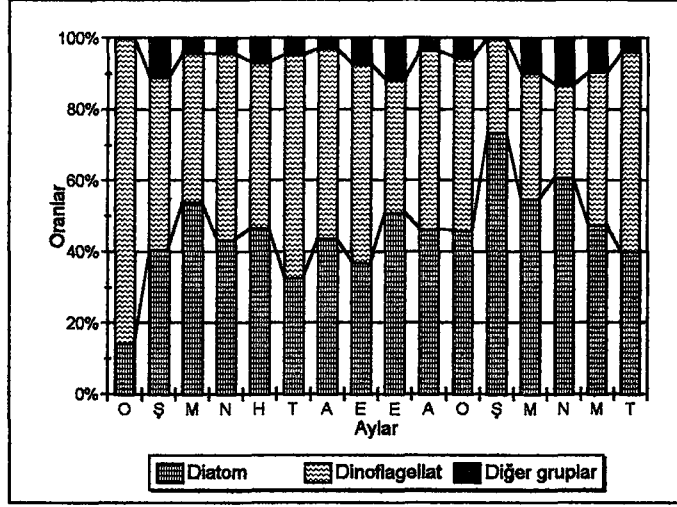
25 metre derinlikten alınan su örneklerine bakıldığında, bu derinlikteki hücre sayısının çalışma dönemi süresince  $7 \times 10^4$  hücre/l'yi aşmadığı görülmüştür. Örneklemelerin başladığı Ocak 1993' ten Ağustos 1993'e kadar  $1 \times 10^4$  hücre/l'nin altında seyreden organizma sayıları, Ağustos 1993 tarihinde  $3.4 \times 10^4$  hücre/l' ye yükselmiştir. Ekim 1993' te ise  $6.17 \times 10^4$  hücre/l' ye ulaşmıştır. Bu değer 25 metrede belirlenen en yüksek ortalama organizma değeri olarak kayıt edilmiştir. Aralık 1993'te  $3.4 \times 10^4$  hücre/l olan organizma sayısı Ocak 1994' te tekrar artmış ve  $5.5 \times 10^4$  hücre/l' ye yükselmiştir. Şubat 1994' te hücre sayıları  $1.4 \times 10^4$  hücre/l, Mart 1994'te  $2.1 \times 10^4$  hücre/l' ye ulaşmış ve Nisan 1994 tarihinde  $7.5 \times 10^3$  hücre/l' ye düştüğü gözlenmiştir. Bu tarihten sonra artış gösteren organizma sayısı Mayıs 1994 tarihinde  $3.9 \times 10^4$  hücre/l' ye, Temmuz 1994 tarihinde ise ortalama olarak  $4.22 \times 10^4$  hücre/l' ye ulaşmışlardır.

İstasyonlar arasında litredeki hücre sayısı bakımından istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir. Fakat aynı istasyonların farklı derinlikleri göz önünde tutularak uygulanan varyans analizleri sonucunda derinlikler arasındaki farkın önemli olduğu ( $p < 0.001$ ) ve Tukey testi sonucunda bu farklılığın 25 metre derinlikteki hücre konsantrasyonlarından kaynaklandığı görülmüştür ( $p < 0.001$ ). Aylar arasındaki farklılık ise önemlidir ( $p < 0.05$ ). Aylar arasındaki en önemli farklılık, Haziran 1993 ve Mayıs 1994 tarihli örneklemelerde belirlenmiştir. Aylar arasındaki hücre yoğunluklarının karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlar Tablo 21'de sunulmuştur.

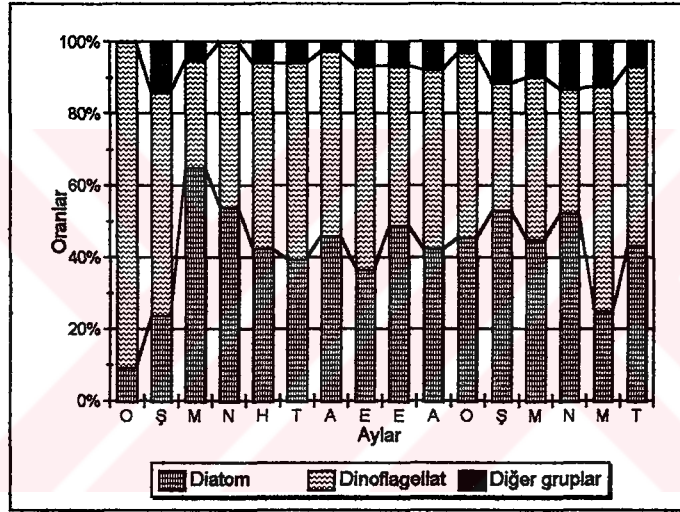
Tablo 21. Hücre/l değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması .

Aylar	O	Ş	M	N	H	T	A	E	E	A	O	Ş	M	N	M
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	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Temmuz 94	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*

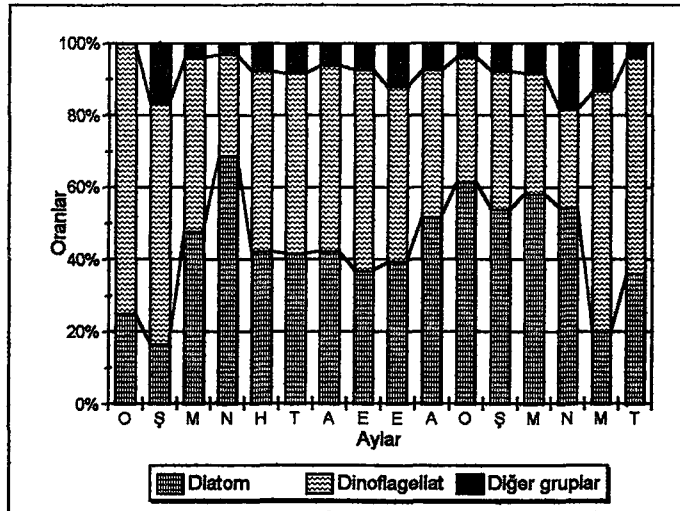
(Önemli olanlar \*, önemsiz olanlar - ile gösterilmiştir ) ( $p < 0.05$ )



A



B



C

Şekil 21. Aylara ve derinliklere göre araştırma sahasında rastlanan Diatom, Dinoflagellat ve diğer gruplara ait tür sayılarının % dağılımı (A: yüzey, B: 10 metre, C: 25 metre).



Tespit edilen türlerin dağılımları irdelenirken 3 grup altında toplanmıştır. Bu ayırım yapılırken diatom ve dinoflagellatlar ayrı olarak değerlendirilmiştir. Diatom ve dinoflagellatların dışında, diğer gruplar olarak isimlendirilen kısım, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae ve Primnesiophyceae (Coccholothophorit)lerden oluşturulmuştur. Bu 3 gruba ait tür sayılarının oransal dağılımları da Şekil 21' de verilmiştir.

Ocak 1993 tarihindeki tür dağılımına bakıldığında, yüzey sularında diatom türlerinin floradaki bütün türlerin % 14.3' ü, 25 metrede ise % 25' şini oluşturduğu tespit edilmiştir. Dinoflagellatlar ise 10 metre derinlikteki sularda örnekleme dönemi boyunca gözlenen en yüksek oran olan % 90.9' a ulaşmışlardır. Bu dönemde diğer gruplardan organizmalara rastlanmamıştır. Şubat 1993 örnekleme döneminde ise yüzey sularında diatom türlerine ait sayıda bir artış gözlenmiş ve yüzey sularındaki tür oranı % 40.7 gibi bir değere ulaşmıştır. 25 metrede ise diğer 2 gruba oranla diatom türlerinde bir azalma olduğu saptanmıştır. Dinoflagellatların ise 25 metrede tür sayısı bakımından zengin olduğu gözlenmiştir. Şubat 1993' te 25 metrede rastlanan türlerin % 66.7' lik bölümünü dinoflagellatların oluşturduğu tespit edilmiştir. Aynı dönemde diğer gruplara ait türlerin ise 25 metrede floranın % 16.7' sini oluşturduğu görülmüştür. Diatom türlerindeki artış Mart döneminde de devam etmiş ve 10 metreden alınan örneklerde tespit edilen türlerin % 65' ini diatom türlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Yüzey sularında ise bu oran % 54' e çıkmıştır. Dinoflagellatlar ise 10 metrede % 30 luk bir orana düşmüştür. Nisan 1993'de dinoflagellat türleri yüzey sularında tespit edilen türlerin % 52.2' sini oluştururken, diatom türleri 25 metre derinlikte % 68.8 lik bir oranla örnekleme döneminde 2. en yüksek orana ulaşmıştır. Diatom türlerinin, tür sayısı açısından en baskın olduğu dönemin Şubat 1994 tarihinde, yüzey sularında olduğu görülmüştür. Bu dönemde dinoflagellat türleri % 26.1 gibi bir oranda kalmıştır. Dinoflagellatlara ait en düşük değer ise Nisan 1994' te, yüzey sularında belirlenmiştir. Diatom türleri ise aynı dönem içerisinde % 60.9' luk orana çıkarken diğer türlerde yüzey sularına ait floranın % 13' lük bölümünü oluşturduğu gözlenmiştir. Örnekleme dönemi süresince diğer gruplar olarak isimlendirilen Euglenophyceae, Chrysophyceae Chlorophyceae ve Primnesiophyceae (Coccholotophorit) ye ait türlerin en baskın Nisan 1994' te olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde 25 metreden alınan sulardaki türlerin % 18.2 lik bölümünü bu gruba dahil fitoplanktonik organizmaların oluşturduğu tespit edilmiştir.

Fitoplanktonik organizmalara ait tür dağılımına bakıldığında türlerin oldukça değişken bir yapı gösterdiği görülmektedir. Örnekleme periyodu süresince tespit edilen türlerin en yüksek görüldükleri litredeki hücre yoğunlukları Tablo 22' de sunulmuştur.

Tablo 22. Aylara ve derinliklere göre fitoplanktonik organizmaların dağılımı (hücre/l)

	OCAK 93		ŞUBAT 93		MART 93		NİSAN 93	
	Yüzey	25 metre	Yüzey	10 metre	Yüzey	10 metre	Yüzey	10 metre
<i>Bacillaria paxillosa</i>								
<i>Achnanthes longipes</i> Ag								
<i>Amphora arenicola</i> Grun								
<i>Amphora ovalis</i> Klitz							15	
<i>Amphora</i> sp.								
<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Klz			51	26				
<i>Ceratullina bergonii</i> Parsq								
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder			156		1410	3228	106	398
<i>Chaetoceros brevis</i> (Shuff)						252		60
<i>Chaetoceros compressus</i> Land								600
<i>Chaetoceros crinitus</i> Schiff								72
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve					477	300	420	1140
<i>Chaetoceros denicus</i> Cleve						380		60
<i>Chaetoceros desipiens</i> Cleve								
<i>Chaetoceros laudert</i> Cleve								
<i>Chaetoceros viviparilis</i> Schill								
<i>Chaetoceros wighamii</i> Bright								
<i>Coscinodiscus granii</i> Gouss			300	198	83	220	20	30
<i>Coscinodiscus rotulifera</i> A. Sotm		8	30		303	218	50	
<i>Coscinodiscus rotulatus</i> Ehr								
<i>Coscinodiscus</i> sp.			10					
<i>Cyclotella caespia</i> Grun			150	94	480	452	30	270
<i>Cymatopleura</i> sp.							15	23
<i>Cymbella</i> sp.								
<i>Diatoma hiemale</i> Heibe								
<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grun					16800	13150	1580	2551
<i>Epilimia</i> sp.								15
<i>Gomphonema gemmatum</i> (Lyngb.) Klz								
<i>Gracilophora marina</i> (Lyngb) Klz								
<i>Leptocylindrus denicus</i> Cleve								
<i>Lignophora ehrenbergii</i> (Kütz) Grun								
<i>Lignophora</i> sp.							111	
<i>Melosira nummuloides</i> (O. Mull) Ag								35
<i>Melosira</i> sp.								34
<i>Melosira varians</i> Ag								
<i>Navicula lyra</i> Ehr								
<i>Navicula</i> sp.								
<i>Nitzschia angustata</i> Grun								
<i>Nitzschia closterium</i> (Ehr) Wm. Smith	225	1200	76	390	1920	800	58	26
<i>Nitzschia delicatissima</i> Cleve		645			22200	600	3870	6150
<i>Nitzschia longissima</i> (Breb.) Ralf			28					
<i>Nitzschia purpurea</i> Grun			28				80	270
<i>Nitzschia seriata</i> Cleve								
<i>Pleurosigma nordmannii</i> Ralfs								
<i>Pleurosigma</i> sp.								
<i>Rhizosolenia alata</i> Ralfs					138			
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i> Schultze			65		10	13		30
<i>Rhizosolenia fragilis</i> Berg					25			
<i>Skeltonema costatum</i> Grun			15		180		6	15
<i>Striatella delicatula</i> (Kütz) Grun						11	624	90
<i>Surirella</i> sp.								
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr								84
<i>Thalassionema nitzschoides</i> Grun		18						28
<i>Thalassiosira desipiens</i> (Grun) Jürg					51	10		185
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cl					174	15		27
<i>Thalassiosira polycorda</i> Grun								34
<i>Thalassiosira</i> sp.				112				









Tablo 22' in devamı...

	Yüzey	EKİM 93 10 metre	25 metre	Yüzey	ARALIK 93 10 metre	25 metre	Yüzey	OCAK 94 10 metre	25 metre	Yüzey	SUBAT 94 10 metre	25 metre
<b>Dinophyceae</b>												
<i>Ceratium furca</i> (Ehr) Clap & Lachm	193	576	93	330	97	252	449	410	215			
<i>Ceratium fusus</i> (Ehr) Dujesdin	88	134	51	110	200	200	140	239	160		60	13
<i>Ceratium tripos</i> (O.F. Müller) Nitzsch	63	72	26				27	87			140	
<i>Dinophysis caudata</i> Kent	264	180				62	40	40				
<i>Dinophysis fortii</i> Pavillard	60	30	26	410	150	86	81	90	13			
<i>Dinophysis rotundata</i> Clap & Lachm	60	58	14		94		28	27	53			
<i>Glendium lenticula</i> (Berg) Schiller				19								
<i>Gonyaulax africana</i> Schiller												
<i>Gonyaulax digitata</i> (Fochet) Kotaid												
<i>Gonyaulax polyhedra</i> Stein	180		60									17
<i>Gymnodium</i> sp.	120	25										
<i>Gymnodium splendens</i> Lebour	61	80		90								
<i>Heterosassa triquetra</i> (Ehr) Stein		90	24	2400	480	250	970	380	87	680	2100	340
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney)			24	480	85		100	16			20	
<i>Oxithidium</i> sp.		10	23									
<i>Pardinium brevipes</i> Paul												
<i>Pardinium claudicans</i> Paul		18		22			62	117				
<i>Pardinium conicum</i> Gran		11										
<i>Pardinium crassipes</i> Kof							12	19				21
<i>Pardinium curripes</i> Jørgensen												
<i>Pardinium depressum</i> Bell	61	30	25		85		60					
<i>Pardinium divergens</i> Eitr												
<i>Pardinium eximium</i> Paulsen												
<i>Pardinium granii</i> Osterr	54	24	24									
<i>Pardinium leonis</i> Pau												
<i>Pardinium pallidum</i> Ostf		23		80	84	12	297	258	73			
<i>Pardinium paulseni</i> Pau			30									
<i>Pardinium psocidium</i> (Berg) Schut	194	156	120	24	80		29	16				
<i>Pardinium stenii</i> Jørg								78				
<i>Pardinium</i> sp.												
<i>Pardinium trochoideum</i> (Stein) Lemm	380	1350	303	128000	3840	2278	17500	3400	1700	630	430	70
<i>Prorocentrum micans</i> Ehr	5100	100	660	80	324	180	210	180	53	70		
<i>Prorocentrum aparum</i> (Schiller) Dodge	104000	10188	780	130	378	258	928	1370	47			
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Dodge	3000	526	120	516	282	182	870	915	53	150		
<b>Euglenophyceae</b>												
<i>Euglena exilisformis</i> Schiller			35									
<i>Euglena viridis</i> Perry		1650	51									
<i>Euglena</i> sp. 1	420											
<i>Euglena</i> sp. 2												
<i>Eutreptia lanowii</i> Steur												
<b>Chlorophyceae</b>												
<i>Chlorocis</i> sp.												
<b>Cyanophyceae</b>												
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun	120											
<i>Trochodermium</i> sp.	420											
<b>Chrysoophyceae</b>												
<i>Dictyococcum</i> Ehr			89		200	200	41	89	67	40	40	
<i>Dictyococcus speculum</i> Ehr	16	38	270	210	200	200	120	89	67	620	620	53
<b>Prasinophyceae</b>												
<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohman) Hay & Mohler	518000	514000	134400		5760							





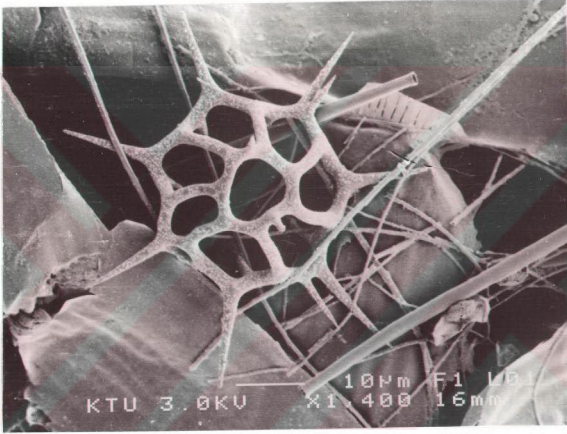
Ocak 1993 tarihinde yapılan örneklemelelerde, istasyonlardaki baskın diatom türü *Nitzschia closterium* olarak belirlenmiştir. Bu tür Ç2 istasyonunun yüzey sularında en yüksek konsantrasyon olan  $2.3 \times 10^2$  hücre/l ye ulaşmıştır. 10 metre derinlikteki sularda ise Ç1 istasyonunda  $1.2 \times 10^3$  hücre/l ye kadar çıkmıştır. Aynı dönem içerisinde dinoflagellat türlerinden *Peridinium trochoideum*, *Heterocapsa triquetra*, *Ceratium furca*'nın florada baskın olduğu gözlenmiştir. *Peridinium trochoideum* Ç1 istasyonunda  $2.73 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. 10 metre'deki sularda ise *Peridinium trochoideum*  $6 \times 10^2$  hücre/l ye düşmüştür. *Heterocapsa triquetra* ise yine Ç1 istasyonunun yüzey sularında  $8.5 \times 10^3$  hücre/l ye kadar ulaşırken T2 istasyonunda 10 metre derinlikte  $2.7 \times 10^3$  hücre/l olarak saptanmıştır. Bu değer Ocak 1993 için 10 metredeki en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. *Heterocapsa triquetra* 'nın ortamda mevcudiyetinin kış-ilkbahar süresince devam ettiği görülmüştür. *Ceratium furca* (Şekil 22) türü ise yüzey sularında  $3.3 \times 10^3$  hücre/l düzeyine kadar yükselmiştir.



Şekil 22. *Ceratium furca* 'ya ait SEM görüntüsü

Şubat 1993 döneminde diatom türleri yüzey sularında 12 tür ile temsil edilirken *Chaetoceros brevis*, *Chaetoceros wighami*, *Cyclotella caspia*, *Coscinodiscus granii* baskın türler olarak tespit edilmiştir. Fakat bunların hiçbirisi  $5 \times 10^2$  hücre/l' yi geçememişlerdir. Buna karşılık yüzey sularında oldukça az yoğunlukta olan *Nitzschia closterium*, AR1 istasyonunda 25 metre derinlikte  $2.22 \times 10^4$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. Dinoflagellatlara ait türler Şubat 1993 tarihinde de önemli grubu oluşturmuşlardır. Özellikle *Heterocapsa triquetra* AR1 istasyonunun yüzey sularında

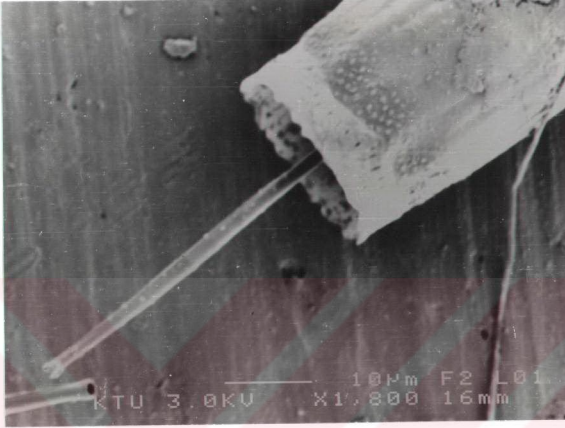
en fazla  $9.7 \times 10^4$  hücre/l olarak saptanmıştır. *Peridinium trochoideum* ise Ç1 istasyonunun yüzey sularında  $9.4 \times 10^3$  hücre/l ye kadar ulaşmıştır. 10 metre derinlikte bu sayı  $6.54 \times 10^3$  hücre/l değerini alırken, 25 metre derinlikte  $2.7 \times 10^2$  hücre/l ye kadar azaldığı görülmüştür. *Euglena sp.1* Y1 istasyonunun yüzey sularında 15720 hücre/l düzeyinde gözlenmiştir. 10 metre derinlikte en yüksek hücre sayısı T3 istasyonunda  $2.34 \times 10^3$  hücre/l olarak sayılmıştır. *Dictioca speculum* (Şekil 23) ve *Dictioca octonaria* bütün istasyonlarda  $1.5-2 \times 10^2$  hücre/l arasında değişirken, *Dictioca speculum*, Şubat 1993 örnekleme döneminde 10 metre derinlikte AR istasyonunda  $3.3 \times 10^2$  hücre/l olarak tespit edilmiştir.



Şekil 23. *Dictioca speculum*' a ait SEM görüntüsü

*Ditylum brightwellii* (Şekil 24) Mart 1993 tarihli örneklemelelerde diatom türleri arasında bütün istasyonlarda bulunmasına karşın en yüksek sayıya T2 istasyonunun yüzey sularında ulaşmıştır. Bu istasyonda *Ditylum brightwellii*  $1.68 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. 10 metre derinlikteki en yüksek birey sayısı olan  $1.32 \times 10^4$  hücre/l ye T2 istasyonunda belirlenirken, 25 metrede  $8.7 \times 10^3$  hücre/l olarak T1 istasyonunda tespit edilmiştir. Diatom türlerinden *Chaetoceros brevis* türü T1 istasyonunda 10 metre derinlikte  $3.2 \times 10^3$  hücre/l gibi bir değerle istasyonlardaki en yüksek birey sayısına ulaşmıştır. Bu aya ait örneklemelelerdeki üçüncü sıradaki diatom türünün *Nitzschia closterium* olduğu görülmüştür. Dinoflagellatlara bakıldığında Mart 1993 tarihine ait diversiteyi etkileyen türlerin en önemlisinin *Peridinium trochoideum* olduğu tespit edilmiştir. T2 istasyonunun yüzey sularında bu türün  $2.9 \times 10^4$  hücre/l ye kadar ulaştığı

belirlenmiştir. *Heterocapsa triquetra* ise bu dönemde de varlığını sürdürmüş ve türe ait hücre sayısı bakımından ikinci sırayı almıştır. Hücre sayısı  $8.2 \times 10^3$  hücre/l ye kadar ulaşmıştır.



Şekil 24. *Ditylum brightwellii*' ye ait SEM görüntüsü

Nisan 1993 tarihli örneklemelerde *Ditylum brightwellii* Y1 istasyonunda, yüzey sularında  $7.1 \times 10^4$  hücre/l' ye kadar ulaşmıştır. Diğer istasyonlarda da aynı şekilde diğer türlere oranla oldukça yüksek hücre sayıları tespit edilmiştir. *Nitzschia closterium* ise bütün istasyonlarda ortalama  $2.8 \times 10^3$  hücre/l olarak hesaplanırken, T1 istasyonunda 10 metre derinlikteki sularda  $1.1 \times 10^4$  hücre/l'ye kadar yükselmiştir. Dinoflagellatlardan *Peridinium trochoideum* Nisan 1993 örneklemelerinde de Peridinales ordosunun temsilcisi olarak belirlenmiştir. Fakat Mart 1993' teki örneklerle oranla oldukça azaldığı gözlenmiştir. Mart 1993 tarihinde en yüksek  $2.9 \times 10^4$  hücre/l olan sayı, bu dönemde T2 yüzey sularında  $9.3 \times 10^3$  hücre/l' ye düşmüştür. *Heterocapsa triquetra* türü ise AK2 istasyonunun yüzey sularında  $3.4 \times 10^3$  hücre/l' ye kadar ulaşırken, 10 metre derinlikte  $8 \times 10^2$  hücre/l, 25 metre derinlikte T2 istasyonunda ise  $1.4 \times 10^3$  hücre/l olarak en yüksek miktarlarda gözlenmiştir.

Haziran 1993 ayına ait örneklemelerde Centrales ordosuna ait diatom türlerinden *Rhizosolenia fragilisima*, bütün istasyonlarda baskın tür olmuştur. Bu tür en yüksek sayı olan  $3.13 \times 10^5$  hücre/l' ye AR2 istasyonunun yüzey sularında ulaşmıştır. 10 metre derinlikte ortalama  $2.7 \times 10^2$  hücre/l olarak sayılırken, hiçbir istasyonunu 25 metrede derinliğinde rastlanmamıştır. *Nitzschia closterium* ise ikinci baskın tür olarak

belirlenirken *Rhizosolenia fragilisima*'nın aksine bütün derinliklerde gözlenmiştir. *Nitzschia closterium* yüzey sularında  $1.62 \times 10^5$  hücre/l ye ulaşırken, Ç1 istasyonunda 10 metre derinlikteki sulara  $8.3 \times 10^4$  hücre/l, 25 metrede ise en yüksek  $3.84 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. *Chaetoceros desipiens* Ç3 istasyonunda yüzey sularında en yüksek sayıya ulaşmıştır. Dinoflagellatlardan *Peridinium trochoideum* haziran ayında da varlığını devam ettirirken, Ç1 istasyonunun yüzey sularında  $4.9 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. Bu türün hemen ardından *Gonyaulax africana*, *Gonyaulax digitale* ve *Ceratium furca* türlerinin geldiği görülmektedir. Haziran 1993 örnekleme döneminin en önemli türünün *Chlorella sp.* olduğu gözlenmiştir. Yüzey sularında  $1.72 \times 10^5$  hücre/l olarak belirlenen tür, 10 metre derinlikten alınan sulara  $10^6$  hücre/l seviyelerine çıkarken AR2 istasyonunda  $3.9 \times 10^6$  hücre/l olduğu tespit edilmiştir.

Temmuz 1993 örneklemede en önemli diatom türünün *Nitzschia closterium* olduğu görülmektedir. Bu tür F istasyonu yüzey sularında  $6.81 \times 10^4$  hücre/l, AK1 istasyonunun 10 metre derinliğinde ise  $3.6 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. Temmuz 1993 tarihine kadar  $1 \times 10^2$  hücre/l nin altında gözlenen *Thalassionema nitzschioides* bu dönemde yüzey sularında ortalama  $6.9 \times 10^4$  hücre/l olarak belirlenirken, AK1 istasyonunun yüzey sularında  $1.2 \times 10^4$  hücre/l seviyesine ulaşmıştır. Haziran 1993 tarihli örneklemede *Skeletonema costatum*'a en fazla  $6.9 \times 10^3$  hücre/l olarak Ç1 istasyonu yüzey sularında rastlanırken, Temmuz 1993 tarihinde artış gözlenmiş ve F istasyonunda  $8.4 \times 10^3$  hücre/l ye kadar ulaştığı gözlenmiştir. Ayrıca *Rhizosolenia calcar-avis* türünün de ortalama  $2.5 \times 10^3$  hücre/l olduğu belirlenmiştir. *Chlorella sp.* Haziran 1993' de bir önceki örnekleme dönemine oranla azalmış olmasına rağmen yine de diğer türlere oranla yüzey sularında daha yüksek hücre sayılarında belirlenmiştir. *Peridinium trochoideum*, *Prorocentrum aporum* bütün istasyonlarda ve bütün derinliklerde bulunurken, her iki organizmanın profiline bakıldığında derinliğe paralel olarak hücre sayısının azaldığı gözlenmiştir. Buna karşılık *Glenidium lenticula* sadece AK1 istasyonu yüzey sularında  $1.74 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit edilmiştir.

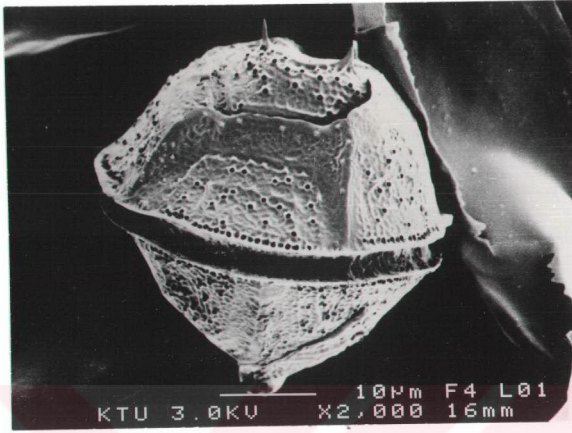
*Nitzschia closterium* Ağustos 1993 tarihinde yüzey sularında az yoğunlukta olmasına karşın, 10 ve 25 metrelerde daha yüksek hücre sayılarına ulaşmıştır. *Nitzschia closterium* AR1 istasyonunda 10 metrede  $3.3 \times 10^4$  hücre/l, AR2 istasyonunda 25 metrede  $2.1 \times 10^4$  hücre/l seviyesinde tespit edilmiştir. *Rhizosolenia calcar-avis*, *Nitzschia seriata*'nın Ağustos 1993 dönemine ait en önemli diatom türleri olduğu saptanmıştır. Her iki tür de bütün derinliklerde ve istasyonlarda gözlenmiştir. T1 istasyonunda yüzey sularında  $5.5 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılan *Nitzschia seriata*'nın koloni yapılarının diğer dönemlere oranla daha dayanıklı olduğu ve koloniyi oluşturan hücre sayılarının ortalama 9-10 bireyden olduğu gözlenmiştir. Dinoflagellatlar arasında en önemli türün *Prorocentrum aporum* olduğu tespit edilmiştir. Bu türün hücre sayısına ait derinlik profiline bakıldığında, bütün istasyonlarda yüzey sularından

derinlere gidildikçe birey sayısının azaldığı gözlenmiştir. Bu tür, istasyonlar arasında en yüksek sayıda  $1.8 \times 10^4$  hücre/l olarak Ç2 istasyonunun 25 metre derinlikteki sularında sayılmıştır. *Prorocentrum micans* türüde yüzey sularında  $5.5 \times 10^4$  hücre/l' ye kadar ulaşmıştır. *Ceratium fusus* (Şekil 25) ise 25 metrede yüzey sularına oranla daha yüksek sayılara ulaşmıştır. *Merimopedia elegans*' a bu dönemde sadece T2 istasyonunun 25 metre derinliğinde rastlanmıştır.



Şekil 25 *Ceratium fusus*'a ait SEM görüntüsü.

Eylül 1993 döneminde de bir önceki dönemde olduğu gibi *Nitzschia closterium* ve *Nitzschia seriata* türlerinin baskınlığı gözlenmiştir. Fakat yüzey sularında bütün istasyonlarda *Nitzschia closterium*  $10^5$  hücre/l seviyelerinde sayılmış, Ç1 istasyonunda  $2.25 \times 10^5$  hücre/l' ye kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Bu sayı 10 metre derinlikte aynı istasyonda  $3.1 \times 10^5$  hücre/l olarak belirlenmiştir. *Thalassionema nitzschioides* ise bu ay içerisindeki önemli türler arasında yer almaktadır. *Prorocentrum aporum* mevcudiyetini sürdürürken, *Chlorella sp.* 10 metre derinlikteki sularda  $1.53 \times 10^5$  hücre/l' ye kadar ulaşmıştır. *Gonyaulax spinifera* (Şekil 26) türü bireylerinin F ve AK1 istasyonlarında yüzey ve 10 metre derinliklerde en yüksek tür sayısına sahip oldukları görülmektedir. Mikrozooplanktonik gruplardan *Tintinopsis cylindrica* ve *Tintinopsis campanula* türlerine ise yüzey sularında bol miktarda rastlanmıştır.

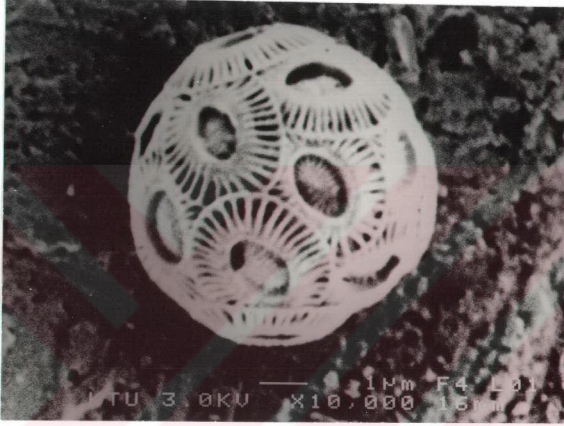


Şekil 26. *Gonyaulax spinifera*'ya ait SEM görüntüsü (Dorsal görünüş).

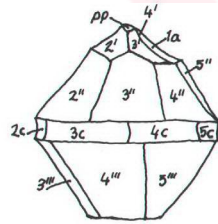
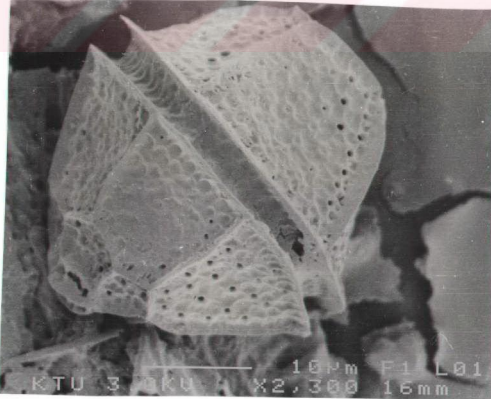
Ekim 1993 tarihinde alınan örneklerde *Amphora arenicola* sadece T3 istasyonunda 10 metrede  $3.6 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. Buna karşılık *Navicula lyra* yalnız T1 istasyonunda bulunmuştur ve  $1.02 \times 10^5$  hücre/l olarak sayılmıştır. *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *Nitzschia closterium*, *Nitzschia seriata* türlerine bütün istasyonlarda rastlanmasına karşın birey, sayıları hiç bir istasyonda  $1 \times 10^4$  hücre/l yi aşmamıştır. *Gonyaulax polyhedra* (Şekil 28) örnekleme dönemi boyunca en fazla Ekim 1993 tarihinde belirlenmiştir. Bu dönemde de en fazla  $1.8 \times 10^2$  hücre/l ye ulaşabilmiştir. *Prorocentrum aporum* AK2 istasyonunda yüzey sularında  $1.1 \times 10^5$  hücre/l olarak tespit edilirken, bu dönemin en önemli türünün *Emiliania huxleyi* (Şekil 27) olduğu belirlenmiştir. Bütün derinliklerde ve bütün istasyonlarda rastlanan bu türün yüzey ve 10 metre derinlikteki ortalama birey sayısı  $5 \times 10^5$  hücre/l olarak belirlenmiştir. 25 metre derinlikte ise en fazla  $1.35 \times 10^5$  hücre/l ye kadar T2 istasyonunda sayılmıştır. F ve AK istasyonlarındaki yüzey sularında ise bol miktarda resting spora ve bir Urocordat olan *Oikopleura sp* türüne rastlanmıştır.

*Leptocylindrus danicus* bütün istasyonlarda gözlenirken, Aralık 1993 tarihli örnekleme döneminin en önemli diatom türü olduğu görülmüştür. Bu tür, Ç2 istasyonunun yüzey ve 10 metre derinliklerinden alınan su örneklerinde sırası ile  $1.5 \times 10^5$  hücre/l ve  $7 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. Y istasyonunda 25 metre derinlikte ise  $6.9 \times 10^4$  hücre/l ye kadar yükseldiği gözlenmiştir. Bunun yanında *Nitzschia longissima* 10 metre derinlikte Ç1 istasyonunda  $6 \times 10^4$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. Yüzey

sularındaki yoğunluğu ise ortalama olarak  $2.1 \times 10^3$  hücre/l dir. Dinoflagellat türleri, *Heterocapsa triquetra* ve *Peridinium trochoideum* hariç, hiç biri  $1 \times 10^3$  hücre/l' yi geçemezken, *Heterocapsa triquetra* Y istasyonunun yüzey sularında  $2.4 \times 10^3$  hücre/l' ye kadar artış göstermiştir. *Peridinium trochoideum* ise bütün istasyonların yüzey sularında ortalama  $9 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit edilirken, Ç1 istasyonu yüzey sularında  $1.3 \times 10^5$  hücre/l olarak sayılmış ve istasyona ait diversitesinin düşmesine sebep olmuştur. Ayrıca T2 istasyonunda *Gonyaulax polyhedra* ya ait resting spora rastlanmıştır.



Şekil 27. *Emiliana huxleyi*'ye ait SEM görüntüsü.



Şekil 28. *Gonyaulax polyhedra*'ya ait SEM görüntüsü (Dorsal görüntüş) ve plak dizilişleri (Dorsal) [26].

Ocak 1994'de yapılan örneklemelelerde *Nitzschia longissima* 10 ve 25 metre derinliklerde  $1.85 \times 10^5$  hücre/l ve  $1.2 \times 10^5$  hücre/l' ye varan sayılarla floraya tamamen hakimken, *Leptocylindrus danicus*'un bu ay için yüzey sularındaki en önemli tür olduğu görülmüştür. *Chaetoceros danicus* ise Y istasyonunda 25 metrede  $4 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. 1993 yılında yapılan örneklemelelerde, kış sonu ve ilkbaharda bolca gözlenen *Ditylum brightwelli* ve *Cyclotella caspia* türlerinin, yaz ve sonbahar dönemlerinden sonra tekrar floradaki yerlerini aldıkları gözlenmiştir. *Ditylum brightwelli*  $4-4.5 \times 10^3$  hücre/l civarlarında gözlenirken, *Cyclotella caspia*  $2 \times 10^3$  hücre/l olarak bütün istasyon ve derinliklerde görülmüştür. *Peridinium trochoideum* ve *Prorocentrum aporum* türlerinin Ocak 1994 örneklemelelerindeki en önemli dinoflagellat türleri olduğu gözlenmiştir.

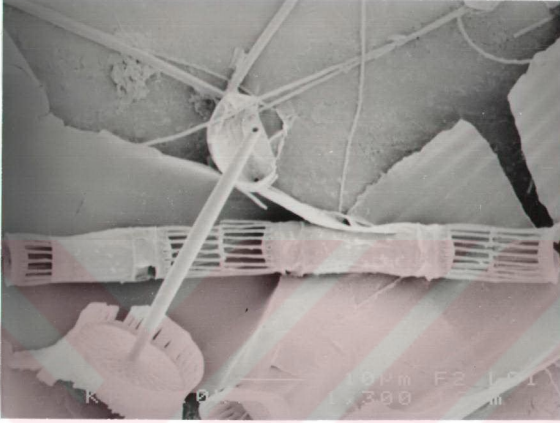
*Nitzschia longissima* Şubat 1994 tarihli örneklemede istasyonlardaki en baskın tür, *Nitzschia pungens* ise ikinci önemli diatom türü olarak belirlenmiştir. *Dictyocra speculum* bütün örnekleme süresi içerisinde rastlanmış ve en yüksek birey sayısına bu dönemde ulaşmıştır. AR 2 istasyonunda 10 metre derinlikte  $6.2 \times 10^2$  hücre/l' ye kadar yükselmiştir. Ayrıca *Emiliania huxleyi*'in bu ay içerisinde birbirine tutunmuş kümeler oluşturdukları görülmüştür. Fakat kümelerin içerisindeki hücreler sayılamamıştır. *Heterocapsa triquetra* ise Şubat 1994 tarihinde dinoflagellatların en önemli temsilcisidir. Bütün derinliklerde tespit edilmekle birlikte, 10 metre derinlikte hücre sayılarının daha yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir.

Mart 1994 örneklemelelerinde *Nitzschia pungens* yüzey sularında baskın tür iken, *Nitzschia longissima*'ya 25 metre derinlikteki sularda bol miktarda rastlanmıştır. *Nitzschia longissima* bütün istasyonlarda  $8 \times 10^3 - 1.7 \times 10^4$  hücre/l tespit edilirken, T2 istasyonunda  $5.82 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. *Skeletonema costatum* ise bütün derinliklerde  $2 \times 10^3$  hücre/l' nin üzerinde yoğunluğa sahiptir. Bu örnekleme döneminde de, kış sezonunda baskın bir tür olan *Heterocapsa triquetra*'nın istasyonlardaki önemli dinoflagellat olduğu tespit edilmiştir. Kıyıya yakın istasyonlarda ise *Euglena sp.1* türüne rastlanırken, bu tür Y istasyonunun yüzey sularında  $1.3 \times 10^3$  hücre/l olarak sayılmıştır. Ayrıca bütün istasyonlarda bol miktarda resting sporlar gözlenmiştir. Y istasyonunun bulunduğu Yomra bölgesindeki limanda suyun renginde görülen kırmızılık nedeniyle alınan su örneğinde ise *Euglena acustiformis* ve *Eutroptia lanowii* türlerinin, birlikte  $8.7 \times 10^7$  hücre/l düzeyinde olduğu saptanmıştır.

*Skeletonema costatum* (Şekil 29) Nisan 1994 tarihli örneklemede floradaki en yüksek birey sayısına ulaşan tür olarak gözlenmiştir. Bu tür T1 istasyonunda yüzey sularında  $1.7 \times 10^5$  hücre/l, F istasyonunda  $1.62 \times 10^5$  hücre/l olarak tespit edilirken en fazla birey sayısına  $2.1 \times 10^5$  hücre/l olarak Y istasyonunda rastlanmıştır. *Heterocapsa triquetra*'nın Mart 1994 tarihinde bütün derinliklerde gözlenmesine karşılık, 10



metredeki sularda litredeki birey sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. *Eutroptia lanowi* ise F istasyonunda yüzeyde  $7.1 \times 10^3$  hücre/l olarak belirlenmiştir. Bütün istasyonların yüzey ve 10 metrelerinde *Noctulica scintillans* türüne rastlanmıştır. *Euglena acustiformis* ise Y istasyonunda  $1.8 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit edilmiştir.



Şekil 29 *Skeletonema costatum*'a ait SEM görüntüsü.

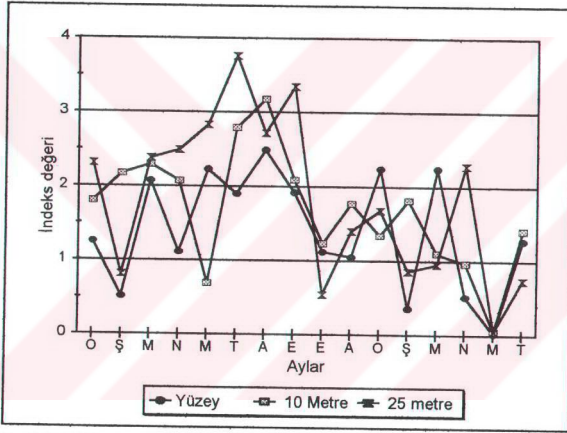
Mayıs 1994 tarihinde örnekleme alanında yüzey sularında diatom tarafından oluşturulan ilkbahar pikinin mevcudiyetine rastlanmıştır. *Nitzschia closterium* 'un Mayıs döneminde bu patlamanın sorumlusu olduğu tespit edilmiştir. *Nitzschia closterium* bütün istasyonların yüzey sularında ortalama  $3.47 \times 10^6$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. En yüksek yoğunluğun AR2 istasyonunda  $4.4 \times 10^6$  hücre/l olduğu görülmüştür. 10 metre derinlikte  $1.65 \times 10^6$  hücre/l, 25 metrede ise  $1.2 \times 10^6$  hücre/l olduğu tespit edilmiştir. *Nitzschia closterium* türünün yanında diğer diatom ve dinoflagellat türlerine ait hücre sayılarının oldukça düşük seviyelerde kaldıkları belirlenmiştir. *Euglena sp.* 1 yüzey sularında  $1.8 \times 10^3$  hücre/l, 10 metrede ise  $4.8 \times 10^3$  hücre/l' ye kadar ulaşmıştır.

Temmuz 1994 dönemine ait örneklemeelerde *Chaetoceros wighami* 'nin 10 metre derinliklerde önemli olduğu ve F istasyonunda 10 metrede  $3.62 \times 10^5$  hücre/l olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte istasyonların dışında, Akçaabat limanı içi ve çevresinden alınan örneklerde *Chaetoceros wighami* türünün  $2 \times 10^7$  hücre/l olduğu tespit edilmiştir. Akçaabat limanından alınan su örneklerinde yapılan klorofil analizlerinde klorofil-a miktarının  $19.2 \mu\text{g/l}$  ' ye kadar çıktığı gözlenmiştir.

*Leptocylindrus danicus* 10 metre derinlikteki sulara  $7 \times 10^4$  hücre/l, *Skeletonema costatum* ise  $3.8 \times 10^4$  hücre/l'ye kadar ulaşmıştır. *Nitzschia closterium* Ç1 istasyonunda 25 metrede  $1.9 \times 10^4$  hücre/l olarak sayılmıştır. Dinoflagellat türlerinde *Peridinium trochoideum*'un Temmuz 1994 tarihinde, Ç1 istasyonunda yüzey sularında organizma sayısının  $2.5 \times 10^5$  hücre/l'ye kadar ulaştığı belirlenmiştir.

### 3.9. Shannon-Weiner Tür Çeşitlilik İndeksi

Tür kompozisyonun ve türlere ait hücre sayılarındaki aylar arasındaki değişimleri rakamsal olarak ifade edilmesi amacıyla Shannon-Weiner diversite (Çeşitlilik) indeksi modeli uygulanmış ve sonuçların aylara ve derinliklere göre dağılımları Şekil 30' da sunulmuştur.



Şekil 30. Shannon-Weiner diversite indeks sonuçlarının aylara ve derinliklere göre dağılımı.

Yüzeyden alınan su örneklerinden elde edilen sonuçlardan Ağustos 1993 içerisinde türlere ait tür çeşitliliğinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Aynı duruma Ocak 1994 ve Mart 1994 tarihlerinde de rastlanırken, *Nitzschia closterium* türünün Mayıs 1994 döneminde istasyonlarda hakim olması yüzey sularında tür çeşitliliği 0.02 düzeyine kadar düşmesine sebep olmuştur. 10 metredeki duruma bakıldığında ise Haziran 1993 tarihinde *Chlorella sp.*'nin mevcudiyeti nedeni ile 0.69'a kadar düşmesine neden olmuştur. Ekim 1994 örneklerinde ise *Emiliania huxleyi* türünün 10 metre derinlikteki bloomu diversite indeksi sonuçlarına yansımıştır. Mayıs 1994 tür çeşitliliğinin en düşük olduğu dönem olarak tespit edilmiştir. Ağustos 1993 tarihinde ise tür çeşitliliğinin 10 metrede en yüksek olduğu görülmektedir. 25 metre derinlikteki tür çeşitliliği yüzey ve 10 metre derinlikteki sulara oranla farklılık

göstermektedir. Mart 1993 ve Temmuz 1993 tarihinde, 25 metreden alınan su örneklerinde tür çeşitliliğinin en yüksek düzeye ulaştığı gözlenmiştir. Şubat 1993, Ekim 1993 ve Mayıs 1994 tarihlerinde 25 metredeki tür çeşitliliğinin en düşük olduğu dönemler olarak belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında, ılıman bölgelerde gözlenen ilkbahar ve sonbahar piklerinin gözleendiği dönemlerde tür çeşitliliğinin düşük olduğu görülmektedir. İstasyonlara ait tür çeşitliliğinin kıyasal istasyonlarda daha düşük olduğu gözlenmiştir. Tür çeşitliliğinin en düşük rastlandığı istasyonların T1, Ç1 ve F olduğu tespit edilmiştir. 5 ve 10 km açıkta yer alan istasyonların kıyı istasyonlarına oranla daha yüksek diversiteye sahip olduğu gözlenmiştir. Fakat aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

#### 4. İRDELEME

Araştırmanın yürütüldüğü 55 km' lik kıyı hattında, 18 ay süresince, 12 istasyonda yapılan çalışmalardan elde edilen parametrelere ait ölçümler tablo ve grafiklerle sunulmuştur. Ortama ait parametreler irdelenirken, zamansal ve alansal olmak üzere 2 farklı değişken üzerinde durulmuştur. İstasyonlardan toplanan verilere bakıldığında, parametrelerin aylar arasındaki dağılımının, yani zamansal değişimin diğer boyutlara oranla daha önemli olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, çalışma süresince zamansal dağılımın, alansal dağılıma oranla daha anlamlı bir şekilde değiştiği gözlenmiştir. Alansal değişimlerde ise derinlik parametresinin, aynı düzlemde yer alan istasyonlara oranla aynı zaman periyodunda daha değişken olduğu görülmektedir.

Araştırma süresince yapılan sıcaklık ölçümlerinin aylara ve derinliğe göre değiştiği ve bu değişimin de önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0.001$ ). Fakat istasyonlara bakıldığında, değişimin önemli olmadığı görülmektedir. Deniz yüzey suyu sıcaklığındaki değişimleri etkileyen en önemli parametrenin genel meteorolojik elemanlar olduğu bilinmektedir [85]. Çalışma istasyonlarının coğrafik bir farklılık ortaya koyamayacak kadar birbirlerine yakın, aynı iklim elemanları ve etmenleri etkisinde olmaları, istasyonlar arası farklılığın olmamasına neden olmaktadır. Deniz suyuna gelen güneş radyasyonu değişime uğrar ve bunun sonucunda ısıya dönüştür [86]. Radyasyonun ise büyük bir kısmı ilk 1 metre içerisinde absorbe edilir ve ısıya dönüştürülür [87]. Deniz yüzeyine gelen güneş radyasyonundaki değişim ise, deniz suyunun ısınmasına veya atmosfere doğru ısı vererek soğumasına neden olur. Bu da mevsimsel farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Karadeniz'e gelen güneş radyasyonu kış aylarında en düşük olarak ortalama 84 Kcal/cm<sup>2</sup>, yazın ise 170 Kcal/cm<sup>2</sup> olarak rapor edilmektedir [88]. Bu iki değer arasındaki değişim mevsimsel olarak su sıcaklığındaki farklılıklara sebep olmuştur. Kış aylarından sonra güneşlenme süresindeki uzama ilk 10 metrede sıcaklığın ani olarak artmasına sebep olurken, 25 metrede su sıcaklığı ancak ağustos ayında yüzey sularının sıcaklığına ulaşabilmiştir. Fakat Eylül dönemindeki örneklemelerde yüzey sularının soğumadan 25 metredeki suların soğuduğu ve ortalama 9.5 ° C' ye düştüğü gözlenmiştir. Karadeniz'de Eylül döneminde 25 metre ve altında CIL (Cold Intermediate Layer) adı verilen bir soğuk su akıntısının varlığından bahsedilmektedir [89]. Örneklemeler esnasında soğuk su tabakasına rastlanması, bu tabakanın kıyı bölgelerinde de mevcut olduğunu

göstermektedir. İlbahar aylarında deniz suyu sıcaklığında meydana gelen artışın fitoplankton biyomasını etkilediği görülmektedir. Özellikle 10 metredeki bloomların sıcaklıkla yakın bir ilişki içerisinde olduğu tesbit edilmiştir ( $r = 0.7$ ).

Denizdeki çözünmüş gazlar, sıcaklık ve tuzluluğun bir fonksiyonudur. Bununla beraber biyolojik aktiviteler de çözünmüş oksijenin sucul ortamda mevcudiyetini etkilemektedir [22]. Fakat denizlerde yüzey suyunda ilk 25-30 metrelik kısımda çözünmüş oksijenin varlığı, daha çok atmosferden difüzyonla oksijen kazancı ve sıcaklıkla suyun oksijen tutma kapasitesinin etkisi altındadır [89-90]. Beklendiği gibi çalışma süresince oksijen değerlerinin sıcaklıkla ters orantılı olarak değiştiği gözlenmiştir. Yüzey suları ve 10 metre derinlikteki bu ilişkinin derecesinin  $r = -0.93$ , 25 metrede ise bu ilişkinin  $r = -0.85$  düzeyinde olduğu görülmüştür. Buna karşılık oksijen oluşumunu destekleyen, fotosentez oluşumuna sebep olan fitoplankton ve bu organizmaların sahip olduğu klorofil-a miktarları ile çözünmüş oksijen miktarları arasında anlamlı bir ilişkinin varlığına rastlanamamıştır. Romanya ve Bulgaristan sahillerinde yapılan çalışmalarda klorofil-a ile oksijen değerleri arasında yapılan regresyon uygulamalarında korelasyon sabiti  $r = 0.78$  olarak bulunmuştur. Fakat bu bölgelerde klorofil-a değerleri 5 -34  $\mu\text{g/l}$  olarak belirlenmiştir [43].

Bu araştırma süresi içerisinde ölçülen klorofil-a değerleri 3.5  $\mu\text{g/l}$  yi geçmemiştir. Klorofil-a miktarı ile 25 metredeki oksijen miktarları arasında belirgin bir ilişkinin varlığı gözlenmiştir ( $r=0.50$ ). Bu atmosferdeki oksijenin kısmi basıncından kaynaklanan difüzyonun etkisinin azalması, buna bağlı olarak da fotosentezden kaynaklanan oksijenin miktarının biraz daha ön plana çıkması şeklinde yorumlanabilir. Karadeniz'de 20-50 metrelerdeki çözünmüş oksijen miktarındaki artışın fitoplanktonik organizmalardan kaynaklandığı diğer araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır [91]. Oksijenin derinliğe göre dağılımında Haziran 1993 den itibaren bir tabakalaşma olduğu, bunun Temmuz 1993'te de devam ettiği ancak, Ağustos 1993'te homojen bir dağılımın meydana geldiği görülmektedir. Eylül 1993'de yeniden bir tabakalaşma başlamakta ve Aralık 1993 tarihinde sona ermektedir. Dağılımda meydana gelen homojenlik Ağustos 1994' e kadar devam etmiştir. Eylül 1993 tarihinde 25 metrede rastlanan soğuk su akıntısı, bu derinliğin oksijen bakımından zenginleşmesini sağlamıştır. Oksijen değerlerinin dağılımı ile ilgili yapılan istatistiki değerlendirmelerde istasyonlar arasındaki farkın önemsiz olduğu gözlenmiştir. Aylara göre dağılım arasındaki farklılığın ise önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0.001$ ).

Deniz suyunun ortalama tuzluluğu % 35 dir. Lokal olarak nehir girişleriyle deniz dibinden gelen hidrotermal akıntılar, yağışlar ve buharlaşma yüzey sularındaki saliniteye farklılaşmalara neden olur [22]. Karadeniz'deki tuzluluk değerlerinin ise ortalama %17.5 - 18.3 arası değiştiği ve bunun da okyanusların tuzluluğunun yarısı civarında olduğu görülmektedir. Denizlerde mevsimsel farklılıklardan kaynaklanan

tuzluluk değişimi ilk 150 metrede gözlenir [12]. Ağustos 1988' de yapılan çalışmalarda tuzluluğun 18 metre derinliğe kadar sabit olduğu, değişimlerin 50 metreye kadar yavaş, 50 ile 170 metreler arasında ise hızlı bir şekilde arttığı rapor edilmiştir [92]. Ayrıca yapılan çalışmalarda derinlere gidildikçe tuzluluğun da arttığı, 150-200 metreden sonra tuzluluğun sabit kaldığı rapor edilmiştir [93]. Ocak 1993 ile Ağustos 1994 tarihleri arasında yapılan ölçümlerde yüzey suları ile 25 metredeki sulara ait salinite değerlerinin fazla değişmediği gözlenmiştir. Yüzey suları ile 10 ve 25 metredeki suların tuzluluğunun en fazla farka sahip olduğu dönemin Haziran 1993 tarihi olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde yüzey suları ile derindeki sular arasındaki farkın % 2.9 olduğu tespit edilmiştir. Buna, bu dönemde yağan yağmurların neden olduğu söylenebilir [94]. Yağışlardan dolayı yüzey sularının tuzluluğu düşerken, derindeki sular sabit kalmıştır. Bunun yanı sıra 1993 yılı tuzluluk değerlerinin, 1994 değerlerine göre daha yüksek olmasının, 1994 yılının 1993'e göre daha kurak geçmesinden kaynakladığı söylenebilir [94]. Aynı bölgede T istasyonu yakınında yapılan bir çalışmada, Mayıs ayında Değirmen Dere'den gelen tatlı suyun etkisiyle kıyıya yakın bölgelerde tuzluluğun % 12.3 'e kadar düştüğü tespit edilmiştir [95]. Bu çalışmada ise kıyıya en yakın istasyonların 1 km olması nedeni ile dere etkisi fazla hissedilmemiştir. Hatta derenin etki alanını kısmen gösteren deniz yüzeyindeki bulanık alan içerisine hiç girilmemiştir.

Deniz suyunun tuzluluğu, içerisinde çözünmüş mineral tuzlar tarafından belirlenmektedir [22]. Deniz suyunun iletkenliği ise iyonize olmuş çözünmüş tuzlar tarafından belirlenir [25]. Bu nedenle, tuzluluk ile iletkenlik arasında iyi bir ilişki söz konusu olup en yüksek iletkenlik değeri, tuzluluğun ve sıcaklığın en yüksek olduğu Ağustos 1994 tarihinde ölçülmüştür. 1987 yılında Doğu Karadeniz'de yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu değerlerin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Bununla beraber Ege Denizi' nde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında bölgemizde elde edilen değerlerin düşük olduğu görölmektedir. Bu çalışmadaki istasyonlarda saptanan elektriksel iletkenlik en yüksek 28.7 mmhos/cm iken, Ege Denizi'nde bu değerlerin 51.68 mmhos/cm ye kadar yükseldiği görölmektedir [96]. Tek başına bu parametrenin klorofil-a değerleri üzerindeki etkisine rastlanmazken, diğer parametrelerle uygulanan multiregresyon modellerinde korelasyon katsayısının yükselmesine neden olduğu görölmüştür. Buda iletkenliğin diğer parametrelerle birlikte klorofil-a miktarı üzerinde dolaylı bir etkiye sahip olabileceği izlenimini vermektedir.

Fosfatın okyanuslardaki dağılımına bakıldığında ortalama değerin 0.030 mg/l olduğu bununla beraber 0-0.090 mg/l arasında değişim gösterdiği görölmektedir [22]. Zaitsev [97] yaptığı çalışmada, Karadeniz'e akarsular vasıtasıyla yılda 55000 ton mineral fosforun ve 30000 ton organik fosforun taşındığını bildirmiştir. Karadeniz'in geneli düşünöldüğünde yüzey sularındaki ortalama fosfat değerinin 0.013 mg/l olduğu

bildirilmektedir [12]. Bununla beraber, 1976-1980 yıllarında Kuzey Batı Karadeniz'de fosfatın artış göstererek ortalama 0.198 mg/l 'ye yükseldiği rapor edilmiştir [98]. Ayrıca Romanya'nın Köstence kıyılarında yapılan çalışmalarda 1980-1986 yıllarındaki ortalama fosfat değerinin 0.262 mg/l 'ye ulaştığı bildirilmiştir [99]. Fosfat değerlerinin Karadeniz'de yaz aylarında 0.016 mg/l' nin altında olduğu bildirilmektedir [100]. Çalışmamız süresince yapılan ölçümlerin genellikle bu değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Karadeniz'deki fosfatın profiline bakıldığında ise, oksik-anoksik geçiş sınırında en yüksek değerlere ulaştığı, daha sonra H<sub>2</sub>S tabakasına kadar azaldığı gösterilmiştir [91]. Deniz suyundaki fosfatın karasal kökenli girdilere ve fitoplanktonik aktivitelere göre değiştiği bilinmektedir [98,101]. Bu çalışmada, Aralık döneminde fosfat miktarının fazla olmasının, aynı dönemde yağışların fazla olmasından dolayı, akarsuların bol miktarda fosfatı denize taşımamasından ve fitoplankton aktivitesinin minimuma yakın olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Temmuz 1993 dönemindeki yüksek fosfatın sebebi ise, bu dönemde ki yağışlar ve Haziran 1993 döneminde meydana gelen plankton patlamalarından kısa bir süre sonra örneklemelerin yapılması ve buna bağlı olarak, suda henüz planktonun parçalanma ürünlerinden kaynaklanan fosfatın bulunması olabilir.

Fosfatın istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde, kıyıda açığa doğru gidildikçe fosfat miktarlarının azaldığı göze çarpmaktadır. Bu da fosfatın kıyılardan kaynaklandığını göstermektedir. En yüksek ortalama fosfat değerine F1 istasyonunda rastlanmıştır. Bunun nedeni, şehir kanalizasyon suyunun bu bölgeye boşaltılması olabilir. Derinlere doğru inildikçe ölçülen fosfat değerlerinde bir farklılık göze çarpmamaktadır. Fonselius [100] yaptığı çalışmada deniz yüzey suyundaki fosfat değerlerinin 25 metreye kadar değişmediğini belirtmiştir . Baştürk ve ark. [102] ise Karadeniz'de su sütunundaki fosfat konsantrasyonlarının 50 m derinliğe kadar değişmediğini ve bu derinlikten itibaren farklı değerler almaya başladığını göstermişlerdir.

Fosfat miktarı ile hücre sayısı ve klorofil-a konsantrasyonu arasında  $r = 0.4$  ve  $r = 0.37$  seviyesinde bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Bunun yanında Yunanistan'da Pagassitikos Körfezi'nde yapılan bir çalışmada fosfat değerlerinin tür çeşitliliği indeksi değerlerini etkilediği bildirilmiştir [103]. Çalışma süresince diversite indeksi uygulamalarından elde edilen sonuçlar ile fosfat değerlerinin yüzey sularında önemli bir ilişkisine rastlanmazken, 25 metrede fosfat değerlerinin artışına karşılık diversitenin de arttığı gözlenmiştir ( $r = 0.75$ ). Bu da 25 metre derinlikte fosfatın mevcut türler tarafından eşit şekilde kullanıldığını göstermektedir.

Biyolojik açıdan azot temel elementlerden birisidir. Azot gaz şeklinde çok az miktarda kullanılır. Çünkü çok az miktarda azot bakteriler tarafından fikse edilir. Denizlere fikse edilmiş azot nehirler vasıtası ile taşınır [90]. Okyanuslardaki azot

miktarı 0-0.56 mg/l arasında değişmektedir.[22]. Nitrat formundaki azot ise okyanuslarda 0.5 mg/l civarlarındadır [90]. Karadeniz'de, batı bölgelerinde kıyıya yakın alanlarda yapılan çalışmalarda 1960-1970 yılları arasında nitrat miktarları 0.025 mg/l iken, 1976-1980 yılları arasında 0.2 mg/l' ye ulaştığı görülmektedir [98]. Odesa Körfezi'nde ise nitrat değerlerinin 0.95 mg/l' ye ulaştığı rapor edilmektedir [104]. Romen kıyılarında ise nitrat azotu miktarlarının 0.94 mg/l (63 µg-at/l) düzeylerine çıktığı gözlenmiştir [46]. Karadeniz' in açık sularında, H<sub>2</sub>S tabakasının üzerinde kalan oksik zonda 1960 sonlarında 0.056 mg/l olan nitrat azotu, 1991 tarihinde 0.13 mg/l' ye ulaşmıştır [105]. Nitratın vertikal profiline bakıldığında ise nitrat konsantrasyonunun yüzeyde az (0-40m) olduğu görülmüştür. 40 metreden sonra hızla artmaya başlayan nitratın oksik-anoksik geçiş sınırında azaldığı rapor edilmektedir [91]. Çalışmalar sırasında öfotik zonun üst kısımlarında bahsedilen profile rastlanmamıştır. Sadece derinlere inildikçe nitrat değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Literatür verilerine göre Karadeniz'in kuzeybatısında nitrat değerlerinin yıllara bağlı olarak yükseldiği görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı bölgeye ait daha önceki dönemlere ait verilerin olmaması nedeniyle nitrat değerlerinin yıllara göre dağılımları karşılaştırılamamıştır. Çalışma süresince elde edilen ölçüm sonuçlarında ortalama nitrat değerinin yüzey sularında 0.54 mg/l, 10 metrede 0.49 mg/l ve 25 metrede 0.45 mg/l olduğu bulunmuştur. Bu değerler Kuzey Karadeniz'deki Odesa Körfezi ve kuzeybatıdaki Romen sahilleriyle karşılaştırıldığında, ortalama nitrat konsantrasyonlarının nispeten düşük olduğu gözlenmiştir [48, 104]. Fakat çalışma esnasında literatürdeki değerleri geçen ölçümler de yapılmıştır. Kıyı bölgesinde tespit edilen değerlerin ise Karadeniz'in açıklarında kıyı etkisinden uzak bölgedeki değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Y istasyonunun sahil şeridinde aynı dönemlerde yapılan bir çalışmada ise kıyıda alınan örneklerde nitrat miktarının 2.3 mg/l, 100 metre açıktaki 2 mg/l olduğu rapor edilmiştir [106]. Çalışmanın sürdüğü periyot içerisinde kıyıda 1 km açıktaki Y1 istasyonunda 0.90 mg/l den daha yüksek değere rastlanmazken istasyon için ortalama nitrat değeri 0.56 mg/l olarak tespit edilmiştir. Buradan da karalardan kaynaklanan etkinin 1' km açıktaki daha az hissedildiği görülmektedir. Nitrat değerlerinin en yüksek olduğu dönemlerin Ağustos 1993 ve Ağustos 1994 olduğu görülmektedir. Bu aylar fitoplankton hücre sayılarının en düşük olduğu dönemdir. Nitratın fitoplanktonik organizmalar tarafından kullanılması azalmıştır. Bu da nitrat değerlerinin yükselmesine neden olmuş olabilir. Buna karşılık Mayıs 1994 döneminde yüzey sularında rastlanan planktonik hücre patlaması da bu dönemde nitratın düşmesine neden olmuştur. Öfotik zonda nitratın fitoplanktonik organizmalar tarafından kullanıldığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [107].

Nitrit denizlerde bir ara form olarak bulunmaktadır. Amonyakın nitrifikasyon veya nitratın denitrifikasyonu vasıtası ile oluşur [12]. Okyanuslardaki nitrit miktarları



0.14  $\mu\text{g/l}$  (0.01  $\mu\text{g-at /l}$ ) ile 70  $\mu\text{g/l}$  (5.0  $\mu\text{g-at /l}$ ) arasında değişmektedir [35]. Akdeniz'de İspanya'nın Balearic Adası'nda turbidite probleminin olduğu belirlenen körfezde yapılan bir çalışmada nitrit değerlerinin en yüksek 1.29  $\mu\text{g/l}$  olduğu belirtilmiştir [108]. 1988-1989 yıllarında yaz aylarında Adriyatik Denizi'nde yapılan başka bir çalışmada ise, yüzey sularındaki nitrit miktarlarının algal bloom sonrasında 0.0017  $\text{mg/l}$  ile 0.0011  $\text{mg/l}$ ' ye kadar düştüğü rapor edilmektedir [109]. Ege Denizi nitrit miktarları için örnek olarak Yunanistan'ın Euboikas Körfezi'nde yürütülen bir çalışma gösterilebilir. Bu çalışmada yüzey sularındaki (0-50 metre) nitrit miktarlarının 0.0012  $\text{mg/l}$  olduğu rapor edilmektedir [110]. Koray [111], İzmir Körfezi'nde 1978-1990 yılları arasında gerçekleştirdikleri çalışmalarda ortalama en düşük değerin mart ayında 0.012  $\text{mg/l}$ , en yüksek değerin ise aralık ayında 0.038  $\text{mg/l}$  olduğunu belirtmiştir. Karadeniz'de ise, Romanya sahillerinde 1979-1985 tarihlerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, Kuzeybatı Karadeniz'deki nitrit değerlerinin 0.14  $\mu\text{g/l}$  ile 0.076  $\text{mg/l}$  arasında değiştiği bildirilmiştir [46]. Kuzey Karadeniz'de, Odesa'da yapılan çalışmanın raporlarında ise nitrit değerinin 0.196  $\text{mg/l}$ ' ye kadar ulaştığı ifade edilmektedir [104]. Karadeniz'in güney sahillerinde, Samsun bölgesinde yapılan çalışmalarda, tarımsal faaliyetlerden birinci derecede etkilenen kıyı bölgelerinde nitrit değerlerinin 0.2  $\text{mg/l}$  düzeyinde olduğu belirtilmiştir [112]. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün 1987 yılında gerçekleştirdiği Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz alt izleme programı dahilinde, Trabzon yöresinden de örnekler alınmıştır. Bu örnekler kaynak, kıyı ötesi ve referans olmak üzere 3 farklı özellik taşımaktadır. Trabzon bölgesindeki kaynak istasyonunda nitrit konsantrasyonlarının 0.081  $\text{mg/l}$ , kıyı ötesinde 0.0047  $\text{mg/l}$ , referans istasyonunda ise 0.0056  $\text{mg/l}$  olduğu rapor edilmektedir [96].

Bu çalışma süresince elde edilen verilere bakıldığında, ortalamaların referanslarda belirtilen normal sınırların içerisinde kaldığı görülmektedir. Fakat Akdeniz ve Ege Denizi'nde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, kıyı ve körfezlerdeki değerlerin Karadeniz'de elde edilen değerlere oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Koray [111], tarafından İzmir Körfezi'nde elde edilen sonuçların ise çok yüksek olduğu görülmektedir. Buna neden olarak İzmir Körfezi'nin kapalı bir sistem olması, sığ bölgelerin kanalizasyon ve nehirlerin etkisinde olması gösterilmektedir. Kuzeybatı Karadeniz ve Kuzey Karadeniz'de yapılan çalışmaların sonuçları da nitrit düzeyinin son yıllarda yükselmeye başladığını göstermektedir [46,104]. Bu çalışmadaki sonuçların, Kuzey Batı Karadeniz ve Kuzey Karadeniz'deki sonuçlardan oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Karadeniz'in Türkiye sahillerindeki çalışmalara bakıldığında, kıyıya yakın kaynak istasyonlarında nitrit değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Dokuz Eylül Üniversitesi'nin 1987 yılının Mayıs ayında yapmış olduğu çalışmanın sonuçları ile bu çalışmadaki Mayıs 1994 sonuçları karşılaştırıldığında nitrit

değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. 1987 yılında 0.0047 mg/l olarak bulunan nitrit miktarı, 1994 yılının aynı döneminde 0.0040 mg/l olarak ölçülmüştür. Buda aradan geçen yedi yıl süresince nitrit değerlerinin bölgemizde fazla değişmediğini göstermektedir.

Bölgedeki nitrit miktarlarındaki değişime bakıldığında, nitrat değerleri ile ters bir ilişki içinde olduğu görülmektedir. Nitrit değerlerinde azalma olduğu dönemlerde nitratın attığı görülmektedir. Bu ilişkinin 25 metrede daha belirgin olduğu bulunmuştur ( $r = -0.63$ ). Deniz suyundaki nitrit miktarlarının değişimini etkileyen faktörler arasında fitoplanktonca bir azot kaynağı olarak kullanımının yanı sıra, yüzey sularında yüksek verimlilik nedeniyle serbest radikallere dönüşümü, nitrik oksit, nitrat ve nitrit halindeki kayıpların olduğu bilinmektedir [113]. Bununla birlikte aynı bölgede yapılan bir çalışmada, nitrat miktarlarındaki artışın görüldüğü dönemlerde nitrifikasyondan sorumlu olan bakterilerin sayılarında da bir artışın olduğu tespit edilmiştir [114]. Nitrit miktarlarının düşük olduğu dönemlerde nitrat miktarlarının yüksek olması, nitrit tüketiminin fitoplanktonun yanında nitrifikasyon olayından da etkilendiğini göstermektedir.

Denizlerde önemli biyoaktif elementlerden olan demirin aylara, istasyonlara ve derinliğe göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.001$ ). Demir konsantrasyonunun zamansal dağılımı incelendiğinde, aylara göre düzenli bir değişimin olmadığı, özellikle 1993 yaz mevsiminde konsantrasyonun diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Wu ve Luther III [115], Atlantik Okyanusu'nun kuzeyinde yaptıkları çalışmada temmuz ayında ölçtükleri çözünmüş demir miktarının ekim ayındaki değerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen bulgular Wu ve Luther III [115]'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Kuzey Pasifik'te yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aynı çalışmada demir miktarının zamansal değişimine, atmosferden girdinin, hidrografik ve biyolojik işlemler ile fotoredüksiyonun artmasının neden olduğu belirtilmektedir. Deniz suyundaki çözünmüş demir miktarının yaz aylarında su sıcaklığının yükselmesiyle bu olaylarda görülen artıştan dolayı yükseldiği vurgulanmaktadır [116]. Diğer bir çalışmada, 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 [117].

Deniz suyundaki demir değerleri ortalama 0.002 mg/l olarak belirtilmekte [90], bu değerlerin 0.001 mg/l ile 0.060 mg/l arasında değiştiği görülmektedir [35]. Bu çalışmada ise alansal dağılımda en yüksek ortalama demir konsantrasyonu T1 istasyonunda 0.0064 mg/l olarak saptanmıştır. T1 istasyonunda demir konsantrasyonunun daha yüksek olması, bu istasyonun Değirmen Dere ve sanayi

sitesinden etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Kıyıdan açığa doğru gidildikçe deniz suyundaki demir miktarında önemli bir azalmanın olduğu görülmektedir. Kıyıdan 1 km açıktaki yer alan istasyonlarda demir değeri ortalama 0.0047 mg/l iken, 5 km açıktaki istasyonlarda bu değer 0.0022 mg/l, 10 km açıktaki ise 0.0018 mg/l'ye düşmektedir. 1 km açıktaki istasyonlarda demir konsantrasyonunun 5 ve 10 km açık istasyonlara göre 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 [118]. Kuzey Denizi'nde elde edilen bulguların bu çalışmada elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Baltık Denizi'nde yapılan başka bir çalışmada demir konsantrasyonunun 0.0007 mg/l ile 0.0010 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir [119]. Baltık Denizi'ndeki çalışmada düşük değerlerin elde edilmesinin nedeni çalışmanın açık sularda yapılmasından kaynaklanmaktadır. Demirin alansal dağılımı, rüzgar ile taşınım, denizaltı hidrotermal girişler, fotokimyasal reaksiyonlar, fitoplankton tarafından kullanım, demir içeren partiküllerin çökmesi, yatay, düşey karışımları ve adveksiyonun etkisi altındadır [120]. Bu nedenle deniz suyundaki demirin alansal dağılımındaki farklılıkları açıklamak oldukça güçtür. Araştırmamızda fitoplankton patlamaları dönemlerinde demir miktarlarının en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Demirin özellikle fotosentezde aktif pigmentlerden klorofil oluşumunda önemli etkiye sahip olduğu bilinmektedir [35]. Fitoplankton patlamaları esnasında demirin bu organizmalarca tüketilmesinden dolayı Haziran 1993 dönemindeki yüzey ve 10 metrede gözlenen patlamanın ardından demir değerlerinin hızlı bir şekilde düştüğü gözlenmiştir. Özellikle bloomun daha yoğun olduğu 10 metrede bu düşüş net bir şekilde izlenmiştir.

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 [115]. Bu çalışmada demirin düşey dağılımı ile elde edilen bulguların, Atlantik Denizi'nde elde edilen verilerle benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Diatom ve muhtemelen de Chrysophyceae türlerinin hücre duvarları veya iskeletleri silis içermektedir [5]. Bu nedenle silikata ihtiyaçları vardır. Fakat diğer sistematik gruplar silikat içermezler [35]. Adriyatik Denizi'nde 1988-1989 tarihlerinde yaz aylarında yapılan çalışmada, ağır diatom bloomları döneminde silikat kullanımından dolayı bloom sonrasında silikat değerlerinin 0.0047 mg/l'ye kadar düştüğü görülmektedir [109]. Bununla beraber, Mayıs ve Aralık 1988 tarihinde benzer

noktalarda yapılan diğ er bir ç aılışmada Adriyatik Denizi aıklarina silikat değerleri 0.149 mg/l olarak ölçülürken, Po Nehri'nin etkisinde kalan bölgelerde bu değerin 1.260 mg/l civarlarında olduğu saptanmıştır [121]. Ege Denizi'nde İzmir Körfezi'nde yapılan ç aılışmalarda ise kiş aylarında silikat değerleri ortalamasının 0.293 mg/l kadar düştüğü, yaz aylarında ortalamasının 0.465 mg/l olduğu bildirilmiştir [111]. Karadeniz'in Romanya sahillerinde 1960-1970 yılları arasında ortalama 1.029 mg/l olan silikat miktarlarının 1971-1975 yılları arasında 1.714 mg/l' ye yükseldiği, 1976 -1980 yıllarında ise 0.857 mg/l' ye düştüğü görülmektedir [98]. Yine Romen sahillerinde 1983-1987 tarihleri arasında yapılan bir başka ç aılışmada, 1987 yılında okunan değerlerin 6.125 mg/l' ye kadar yükseldiği belirtilirken, aynı yıl içerisinde okunan en düşük değerin 0.053 mg/l' den daha aşağıya düşmediği rapor edilmiştir [122]. Karadeniz'de kuzey batıda yoğun diatom bloomları sonrasında silikat değerlerinin analitik olarak ç ok düşük değerlere indiği, fakat ç ok kısa srelerde bu açığın yağış ve nehir boşalımları vasıtası ile kapatıldığı görülmektedir [98].

Bu ç aılışma sırasında elde edilen değerlere bakıldığında kıyıdan açığa gidildikçe değerlerde bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değerler Ocak 1994 tarihli örneklemelerde tespit edilmiştir. Elde edilen silikat değerleri Batı ve Kuzeybatı Karadeniz'de elde edilen en yüksek değerlerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu görülmektedir. Doğu Karadeniz bölgesindeki değerlerin ise Adriyatik Denizi ve İzmir Körfezi'ndeki değerlerle bir benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmede istasyonlar, derinlikler ve aylar arasında dağılımlın önemli olduğu gözlenmiştir. İstasyonlar arasındaki farklılığın Y1 istasyonundan kaynaklandığı tespitmiştir. Bu istasyonda silikat değerlerinin diğ er istasyonlara oranla daha yüksek olduğu saptanmış, ancak istasyonda silikat değerlerinin artışına neden olan faktör belirlenememiştir. Silikat miktarlarının en değişken olduğu tabakanın yüzey suları olduğu ve ilkbahar aylarında en yüksek düzeylere ulaştığı bilinmektedir [30]. Bununla beraber, silikat artışının yılın belirli dönemlerinde önemli olduğu ve ilkbahar döneminde gözlenen diatom bloomlarının sona ermesinden sorumlu olduğu belirtilmektedir [4]. Silikat değerlerindeki artışın Mart 1994' te başladığı, Nisan 1994 ve Mayıs 1994'te artmaya devam ettiği gözlenmiştir. Silikat miktarlarının en st düzeye ulaştığı Mayıs rneklemelerinde *Nitzschia closterium* bloomu yer almıştır. Temmuz 1994 tarihinde ise silikat miktarları önemli bir düşüş göstermiştir. Bunun nedeni, mayıs ayında yüzey sularında başlayan ve muhtemelen Haziran 1994' te de devam eden *Nitzschia closterium* türünün bloomunun sonrasında silikatın tktmesi olabilir.

Bütün yeşil bitkiler klorofil içerirler. Bu nedenle fitoplankton biyomasının belirlenmesinde direkt veya indirekt olarak en ç ok kullanılan yöntemlerden birisi deniz suyundaki klorofil-a konsantrasyonunun belirlenmesidir [4]. Ayrıca klorofil miktarlarının belirlenmesi, tatlı sularda ve denizlerde birincil üretim in lcs olarak da

önem taşımaktadır [123]. Klorofil-a miktarları bütün su ortamlarında zamansal ve alansal olarak değişim gösterirler. Bununla beraber deniz yüzeyine yakın bölgelerde, öfotik zonda en yüksek değerlere ulaşırlar [22,35]. Oligotrofik verimsiz bölgelerle, ötrofik ve fitoplankton bakımından zengin bölgelerde, bloom dönemleri ile bloom sonrası dönemler arasında büyük farklar mevcuttur.

Çalışma süresince elde edilen klorofil-a değerlerinin dağılımı yüzey sularında rastlanan en yüksek klorofil-a değerinin Mayıs 1994'te 3.14  $\mu\text{g/l}$  iken, Haziran 1993 tarihinde 10 metrede 3.75  $\mu\text{g/l}$  ye çıktığını göstermektedir. Örneklemesinde elde edilen bütün değerlere bakıldığında yüzey sularında klorofil değeri 0.60  $\mu\text{g/l}$ , 10 metrede 0.58  $\mu\text{g/l}$ , 25 metrede ise 0.20  $\mu\text{g/l}$  olarak bulunmuştur. Karadeniz'in kuzey batısında yapılan çalışmaların ele alındığı bir raporda, 1963 yılında Kuzey Batı Karadeniz'de öfotik bölgede klorofil-a değerlerinin 0.80  $\mu\text{g/l}$  iken bu değerlerin 1976 yılında ortalama 1.2  $\mu\text{g/l}$  ye ulaştığı bildirilmektedir [98]. Aynı bölgede yapılan bir başka çalışmada ise 1982 yılında ölçülen değerlerin 0.025-54  $\mu\text{g/l}$  arasında olduğu, 1985 de ise bu değerlerin 0.009-62.50  $\mu\text{g/l}$  olarak değişim gösterdiği rapor edilmektedir. Buna neden olarak ise Kuzey Batı Karadeniz' de mevcut ötrofikasyon problemi gösterilmektedir [46]. Elde edilen klorofil-a ya ait değerler Karadeniz'in kuzeybatısında yapılan çalışmalarla karşılaştırılınca, değerlerin 1963 yılına ait değerlere yakın olduğu görülmektedir. ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün 1988 ve 1990 yıllarında Ağustos döneminde yaptıkları çalışmalarda, Trabzon bölgesindeki istasyondan alınan örneklerde, klorofil-a değerinin sırasıyla 0.68  $\mu\text{g/l}$  ve 0.54  $\mu\text{g/l}$  olduğu belirtilmiştir [91, 124]. Çalışmamızda ise bu değerlerin Ağustos 1993 de, ODTÜ'nün Trabzon istasyonunu da kapsayan bölgelerde ortalama  $0.5 \pm 0.16$   $\mu\text{g/l}$  olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Temmuz 1994 tarihinde, kıyıya 1 km uzaklıktaki AK1 istasyonunun yüzey sularından elde edilen klorofil-a değerlerinin, kıyıya 100 metre uzaklıktaki değerlerle karşılaştırılması yapılmıştır. Analiz sonucunda kıyıya 100 metre uzaklıkta yüzey suyundaki klorofil-a değerinin 20.80  $\mu\text{g/l}$  olduğu görülmüştür. Aynı dönemde AK1 istasyonunda yüzeyde ise bu değerlerin 0.51  $\mu\text{g/l}$  olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise kıyı bölgesinin şehir atıklarından fazla etkilenmesi, daha sığ ve suların daha durgun olması olabilir. Kıyıdan 1 km uzaklıkta ise kıyı etkisinin daha az olduğu görülmektedir.

Denizden alınan örneklerdeki klorofil-a miktarları ile litredeki hücre sayıları arasında lineer bir ilişkinin varlığı gözlenmiştir. Bu ilişkilerin derecesi yüzey sularında  $r = 0.87$ , 10 metre derinlikte  $r = 0.97$  ve 25 metrede ise  $r = 0.24$  olarak hesaplanmıştır. 10 metre derinlikteki sularda mikroplanktonik hücrelerin içerdiği klorofil-a miktarlarının dağılımı hücre sayılarının artışına paralel olarak artış göstermektedir. 25 metre derinlikte ise özellikle mikroplanktonik grupların içerdiği klorofil-a, litredeki hücre sayılarından bağımsız olarak bir değişim gösterdiği görülmektedir. Mısır'ın

İskenderiye Limanında hücre sayısı ile klorofil-a değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan bir araştırmada klorofil-a değerlerinin bir yıl içerisinde 0.2 µg/l ile 11.0 µg/l arasında değiştiği rapor edilmiştir. Klorofil-a miktarlarının aylık değişimi ile hücre sayıları arasında değişken bir ilişkinin varlığından söz ederken, benzer hücre sayılarındaki plankton biyomasının farklı klorofil-a değerlerine sahip oldukları bildirilmektedir. Bunun nedeni olarak, her dönemde farklı türlerin ekosisteme hakim olması gösterilmiştir [125]. Bu çalışma sırasında da litrede benzer hücre sayısına sahip olan değişik dönemlerdeki klorofil-a miktarlarındaki farklılık, ekosisteme farklı türlerin hakim olması ile açıklanabilir. Ayrıca 25 metrede klorofil-a miktarlarının mikro- ve nanoplanktonik organizmalara ait hücre sayıları ile zayıf bir ilişki içinde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise ortamda bulunan ve çalışılan mikroskobun çözme gücünün sınırlarında yer alması ve çalışma kapsamına alınmayan piko- ve bakterioplanktonik organizmaların varlığından kaynaklanmış olabilir. Oligotrofik, tropikal ve subtropikal denizlerde yapılan çalışmalarda, pikoplanktonik organizmalarda mevcut klorofil-a miktarlarının, açık denizlerdeki klorofil-a miktarının >%50 kısmını oluşturabileceği belirtilmektedir [126,127]. Bununla beraber bu gruplar ötrofik sularda daha az önemlidirler [128, 129]. Southampton 'da yapılan bir çalışmada klorofil-a değeri 0.5-1 µg/l arasında ise pikoplanktonik organizmaların klorofil-a'ya katkılarının %20-50, klorofil-a miktarı 1-5 µg/l arasında ise pikoplanktonik organizmaların katkısının %5-20 arasında olduğu gösterilmiştir [130]. Bu katkılar göz önünde tutulduğunda, klorofil-a değerinin mikro ve nanoplanktonik organizmalara ait hücre sayıları ile arasında çok yüksek ilişkilerin çıkmaması normal görünmektedir. 10 metre derinlikte bu ilişkinin oldukça yüksek düzeye çıkması, bu derinlikte piko- ve bakterioplanktonik organizmaların total biyomasa oransal katkılarının düşük olmasından kaynaklanabilir.

Türlere ait diversitenin belirlenmesi için uygulanan Shannon-Wiener indeksi sonuçlarına göre indeks değerlerinin, klorofil-a miktarı ile ters bir ilişki içerisinde olduğu görülmüştür. Mikroplanktona ait diversitenin düşük olduğu dönemler, genellikle tek bir türe ait planktonik bloomların olduğu bahar dönemlerine rastlamaktadır. Bu dönemlerde klorofil-a değerleri en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Benzer sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından da işaret edilmiş ve diversitenin tür sayısından daha çok, dominant olan türün birey sayısı ile ters bir ilişki içerisinde olduğu rapor edilmiştir [125]. Buradan da bir genelleme olarak, düşük diversite değerlerinin yüksek klorofil miktarlarına sebep olabileceği sonucu çıkarılabilir.

Fitoplankton tarafından kullanılan nutrientler (özellikle azot) alınabilecek limitlerin üzerinde ise, nutrientlerin sınırlayıcı özelliğinden söz edilemeyeceği bilinmektedir [130]. N:P oranları da sınırlayıcılığın belirlenmesinde kullanılabilir. Redfield oranı olarak bilinen bu oran 16: 1 dir [35]. Araştırmamız sırasında bu oran

Ocak 1993, Haziran 1993, Temmuz 1993, Aralık 1993 tarihlerinde 10:1 in altında iken, diğer bütün dönemlerde 16:1 oranının üzerinde gözlenmiştir. Hatta bu oran Mart 1993 tarihinde 43:1'e kadar yükselmiştir. Literatür bilgileri, bu oranın <16:1 olması durumunda azot ve fosfatın alınabilecek limitlerin altına düştüğünü gösterirken, bu oranın denizlerde 10:1 ile 30:1 arasında değişebileceği daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur [131]. Çalışma alanında belirlenen nitrat değerlerinin alınabilecek limitlerin üzerinde olması ve buna bağlı olarak da N:P oranının artması azotun sınırlayıcılık özelliğinin ortadan kalktığı izlenimini vermektedir. Buna karşılık, klorofil-a değişkeninin belirlenmesi için uygulanan multiregresyon modelinden nitratın  $p < 0.05$  olasılıkla önemli olduğu görülmektedir. Modeldeki korelasyon sabiti ise  $p < 0.001$  olasılıkla  $r = 0.73$  olarak bulunmuştur. Regresyon modeli ise aşağıdaki şekilde değişkenlerin fonksiyonu olarak bulunmuştur.

$$\log(\text{Klo-a}+1) = -1.24 + 0.11 \log(\text{HS}+1) - 0.37 \log(\text{S}+1) + 0.5 \log(\text{Con}+1) - 5.6 \log(\text{Nt}+1) - 0.26 \log(\text{Ntr}+1) \quad (5)$$

Klo-a	= Klorofil-a
HS	= Hücre sayısı
S	= Salinite
Con	= İletkenlik
Nt	= Nitrit
Ntr	= Nitrat

Uysal [58] Karadeniz'de yaptığı çalışmada fosfat değerleri ile klorofil-a değerleri arasında, yüzey suları için korelasyon sabitinin Nisan 1989'da  $r = 0.11$ , Şubat 1990'da ise  $r = 0.44$  olarak hesaplamıştır. Bu çalışma süresince toplanan verilerden, yüzey sularında fosfat ile klorofil-a'nın arasındaki ilişkinin derecesi  $r = 0.13$  iken, 10 metrede  $r = 0.37$  ve 25 metrede  $r = 0.34$  olarak bulunmuştur. Bunun ötesinde 10 metre derinlikte demir değerlerindeki artışa paralel olarak klorofil-a değerlerinin arttığı gözlenmiştir ( $r = 0.83$ ). Atlantik Okyanusu'nda 20 metre derinlikte yapılan bir denemede, artırılan demir miktarlarına karşılık klorofil-a miktarının da arttığı gözlenmiştir [36]. Karadeniz'de de 10 metrede benzer bir duruma rastlanması, klorofil oluşumunda önemli bir yere sahip olan demirin klorofil miktarı üzerinde bu derinlikte daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. 25 metre derinlikte ise demir ile klorofil-a arasındaki ilişkinin  $r = 0.34$  olduğu görülmüştür.

Fitoplanktonik organizmaların mevsimsel iki pik oluşturmaları ılıman bölgelerde görülen tipik bir özelliktir [83]. Sorokin [12] Karadeniz ile ilgili yaptığı derlemesinde, Karadeniz'in ılıman bölgelere ait bir yapı izlediğinden söz etmektedir.

Karadeniz'de görülen plankton bloomlarının iki adet pik yaptığı ve bu piklerden büyük olanın şubat ve nisan arasında, ikinci ve küçük olan pikin ise ağustos ve eylül aylarında rastlandığı bildirilmektedir. Araştırmadaki türlere ait birey sayılarının litredeki dağılımları değerlendirildiğinde, ilkbahar sonu ve sonbaharda mikro- ve nanoplanktonik organizmaların 2 bloom oluşturdukları görülmektedir. 1993 yılında ilkbahar sonu piki 10 metre derinlikte bütün istasyonlarda Chlorophyceae grubuna ait bir organizma olan *Chlorella sp.* tarafından oluşturulurken, sonbahar bloomu Primesiophyceae ye ait *Emiliania huxleyi* türü 10 metrede yine bütün istasyonlarda baskın tür olarak görülmüştür. 1994 yılına ait ilkbahar bloomu ise bir diatom olan *Nitzschia closterium* tarafından şekillendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yıl içindeki piklerin ilkbahar sonu ve yaz başına (mayıs ve haziran) rastladığı tespit edilmiştir. Sonbahar pikinin ise eylül ve ekim aylarına rastladığı görülmektedir. Fakat suların aniden ısındığı liman içlerinde ilkbaharın ilk dönemlerinde, mart aylarında lokal olan bloomlara rastlanmıştır. Bu bloomların ise *Eutroptia lanowi* ve *Euglena acustiformis* tarafından gerçekleştirildiği gözlenmiştir.

Çalışma süresince elde edilen fitoplanktonik organizmaların litredeki miktarları, Akdeniz'in oligotrofik sular olarak nitelendirilen kesiminde yapılan ve mevsimsel değişimleri içeren benzer çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır. Akdeniz'de organizmalara ait litredeki birey sayılarının çok daha düşük olduğu görülmektedir [132]. Buna karşılık Kuzeybatı Karadeniz'de Romanya sahillerinde yapılan çalışmalarda litredeki hücre sayılarının  $10^6$  -  $10^8$  hücre/l düzeylerine ulaştığı tespit edilmiştir [133]. Bulgaristan sahillerinde ise 1983-1990 tarihleri arasında alınan örneklerde litredeki ortalama hücre sayılarının bütün mevsimlerde  $10^6$  hücre/l düzeyinde olduğu rapor edilmiştir [134]. Bu çalışma süresince elde edilen değerler ise hücre sayılarının sadece ilkbahar sonu bloomlar esnasında  $10^6$  hücre/l düzeylerine ulaştığı görülmektedir. Diğer dönemlerde ise hücre sayılarının  $10^4$  -  $10^5$  hücre/l olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın devam ettiği süre içerisinde tespit edilen türlerden *Leptocylindrus danicus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Ditylum brightwelli* araştırmacılar tarafından neritik türler olarak sınıflandırılırken, *Rhizosolenia calcar-avis* türü açık deniz türü olarak bildirilmiştir [135]. Karadeniz'de sentrik formulu bir diatom genusu olan *Rhizosolenia*'ya ait 3 farklı türün varlığı rapor edilmiştir [136]. Bu çalışmada da 3 türün mevcudiyetine rastlanırken, Uysal [58] Karadeniz'de bu genusun 5 türünün bulunduğunu rapor etmiştir. Karadeniz'de mevcut 5 türe karşılık İzmir Körfezi'ne yapılan çalışmalarda Gökpınar ve Koray [137] *Rhizosolenia* genusuna ait 11 türün mevcudiyetini göstermişlerdir. Akdeniz'de ise bu genusu ait tür sayısının 15 olduğu görülmektedir [132]. Bu farklılığın *Rhizosolenia* genusuna ait türlerin, genellikle tuzluluğu yüksek suları tercih etmelerinden ve bunun sonucu olarak tuzlu sularda daha fazla türle temsil edilmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca Karadeniz' de



bulunan 5 türün oldukça kozmopolit olduğu ve bütün denizlerde buldukları bilinmektedir. Karadeniz'de çalışmalarını sürdüren araştırmacılar tarafından da *Rhizosolenia* genusuna ait türlerin diğer türler gibi çok yüksek hücre sayılarına sahip bloomlarına rastlanmamıştır. Doğu Karadeniz bölgesinde ise bu genus üyelerinin  $3.2 \times 10^5$  hücre/l yi geçtikleri gözlenmemiştir.

Kozmopolit bir tür olan *Nitzschia closterium*'un Karadeniz' de mevcudiyeti birçok araştırmacı tarafından rapor edilmektedir [58, 61, 136]. Fakat bloom şartları ile ilgili bir bilgiye rastlanmamıştır. Ege Denizi'nin ötrofik bölgelerinde ise baskın durumda olduğu görülmektedir [103]. İzmir Körfezi'nde ise türün, su kalitesini etkilediği ve  $10^5$  hücre/l'ye kadar ulaştığı bildirilmektedir [138]. Çalışma sırasında ise *Nitzschia closterium* türünün 1994 dönemindeki en baskın tür olduğu gözlenmiştir. Bununla beraber tespit edilen en yüksek birey sayısının da yine bu türe ait olduğu görülmektedir.

Karadeniz' in çeşitli bölgelerinden rapor edilen önemli sentrik diatom türleri *Skeletonema costatum* ve *Cyclotella caspia*'dır. *Skeletonema costatum* kozmopolit bir tür olup çeşitli lagünlerde yayılım göstermekte olduğu belirtilmiştir [139]. Bu iki türün özellikle littoral bölgelerde çok önemli oldukları bilinmektedir. Karadeniz' in kuzeybatı bölgelerinde *Skeletonema costatum*'un 1962-1965 yıllarında özellikle Aralık ve Haziran tarihlerinde  $4 \times 10^6$  hücre/l kadar ulaştığı görülmektedir [42]. Yine Karadeniz'in kuzeybatı bölgesinde, 1984 yılında *Skeletonema costatum*  $8.26 \times 10^7$  hücre/l olarak belirlenmiştir. Romen sahillerinde bu türün 1985 yılı mayıs başlarında floranın % 97.48 lik bölümünü oluşturduğu gözlenmiştir [46]. Sinop sahillerinde, Benli [60] tarafından yapılan çalışmada ise türün bütün yıl mevcudiyetinden bahsetmektedir. Uysal [58]'da *Skeletonema costatum*'ya ait benzer özelliklerinden bahsetmektedir. Feyzioğlu [61] 1989-1990 yıllarında yaptığı çalışmada, Mayıs dönemindeki en önemli türün *Skeletonema costatum* olduğunu rapor ederken, bölgedeki mikrop planktonik gruplara ait tür çeşitliliğinin en düşük olduğu döneminde aynı dönem olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da *Skeletonema costatum* yine Nisan 1994 tarihli örneklemenin en önemli türü olarak görülmüştür. Bu tür örnekleme istasyonlarında en fazla  $2.1 \times 10^5$  hücre/l seviyesinde belirlenmiştir. *Skeletonema costatum*'un Kuzeybatı Karadeniz'den rapor edilen sayılara ulaşmadığı görülmektedir. Karadeniz'in güney ve güneybatısında *Skeletonema costatum* ile benzer bir yapı gösteren *Cyclotella caspia*'nın  $10^6$  hücre/l seviyelerindeki bloomları rapor edilirken, bloom dönemlerinin mayıs ve temmuz ayları arası olduğu belirtilmektedir [42, 44]. Doğu Karadeniz'de ise bu türün, çalışmamız süresince  $2.06 \times 10^3$  hücre/l seviyelerine kadar ulaştığı gözlenmiştir. Bununla beraber, Karadeniz'in diğer bölgelerindeki *Cyclotella caspia* bloom raporlarının aksine, bölgemizde türün en bol olarak bulunduğu dönemlerin sonbahar sonu ile ilkbahar başı arasında olduğu gözlenmiştir. Bu yıllar arasındaki çeşitli faktörler nedeniyle ortaya çıkan bir varyasyon sonucu olabilir.

Örnekleme dönemi süresince tespit edilen türler arasında özellikle sonbahar döneminde bloom oluşturan en önemli türün *Emiliania huxleyi* olduğu görülmektedir. Bu tür 10 metre ve üzerindeki derinliklerde rastlanırken en yüksek sayıya 10 metre derinlikteki sulara ulaşmıştır. Bu tür diğer araştırmacılar tarafından da yüzey sularına oranla derin sulardaki klorofil için anahtar tür olarak nitelendirilmektedir [134]. Benli [60] tarafından 1983 ve 1984 yıllarında, Türkiye'nin batı sahillerinde yapılan bir çalışmada da *Emiliania huxleyi*'n yaz aylarında görülmesine karşılık en yüksek hücre/l sayısına sonbahar döneminde, özellikle kasım ayında ulaştığı belirtilmektedir. Uysal [58] ise Nisan 1989, Şubat 1990 ve Nisan 1990 tarihlerinde Güney Karadeniz sahillerinin tamamı boyunca yaptığı çalışmada *Emiliania huxleyi*'n varlığından söz etmemektedir. Bu nedenle de tür bölgemiz için bir sonbahar türü olarak nitelendirilebilir.

Chlorophyta ve Euglena türleri Karadeniz'in batı bölgelerinde yıl boyunca görülürken, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde en yüksek düzeylere ulaştığı gözlenmiştir [46]. Çalışma esnasında ise Chlorophyta üyelerinden *Chlorella sp.* türüne ait bloom dönemine ilkbaharda rastlanırken, sonbaharda yüzey sularında ilkbahardaki litredeki birey sayılarının çok altında birey sayıları ile temsil edilmişlerdir. *Chlorella sp.* ait bloom dönemlerinde demir ve nitrat değerlerinin yıllık ortalamasının çok üstünde olduğu görülmektedir. Ayrıca *Merismopedia* türlerinin akarsu ağzlarında görüldüğü belirtilirken [46], benzer bir duruma da T2 istasyonunda rastlanmıştır. Değirmen Dere'nin yakınındaki bu istasyonda *Merismopedia elegans* ve *Trochodesmium sp.* türlerinin varlığı tespit edilmiştir. Karadeniz'de 13 adet Euglena türünün var olduğu bildirilmektedir [12]. Çalışma süresince Euglena türlerinden 5 tanesi tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden *Euglena acustiformis* ve *Eutroptia lanowi* yıl boyunca değişik hücre konsantrasyonlarında mevcut oldukları gözlenirken, istasyonların dışında kıyıya 100 -150 metre uzaklıkta ve liman içlerinde çok yüksek sayılara ulaştığı gözlenmiştir. Mart 1994 döneminde çalışma istasyonları dışında, kıyıya yakın bölgelerden alınan (Yomra limanı ve civarında) örneklerde bu iki türe ait birey sayısının  $8 \times 10^7$  hücre/l ye ulaştığı gözlenmiştir. Bununla beraber Euglenaphyceae'ye ait türlerin birey sayıları hiçbir istasyon ve derinlikte  $1.5 \times 10^4$  hücre/l'yi geçmemiştir.

Çalışma sahasında Ceratium türleri, her mevsimde mevcut olan türler olarak görülmektedir. Koray [140], İzmir Körfezi'nde Ceratium genusuna ait 28 türün var olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Ceratium genusuna ait türler, red tide' a sebep olan organizmalar arasında gösterilmektedir [141]. Bu genusa ait tür sayısının ise Akdeniz'de 35 türe çıktığı görülmektedir [132]. Batı Karadeniz'de sekiz Ceratium türünün mevcut olduğu görülmektedir [60]. Doğu Karadeniz'de ise çalışmanın yürütüldüğü dönem süresince üç türe rastlanmıştır. Bu türlere ait birey sayıları ise

yüksek  $3.3 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit edilmişlerdir. Karadeniz'e ait bloomların raporlarına da rastlanmamıştır.

Dinoflagellatlardan en fazla tür ile temsil edilen grup Peridinales ordosundan, *Peridinium* genusuna ait türler olarak gözlenmiştir. *Peridinium trochoideum* çalışma süresince, yıl içerisindeki dinamiğinin istikrarından dolayı Peridinales ordosunun en önemli türü olduğu görülmektedir. Arazi çalışmaları süresince her mevsim gözlenen bu türün İzmir Körfezi'nde red tide' a sebep olan organizmalar arasında yer aldığı ve litredeki miktarlarının  $10^6$  hücre/l'ye kadar çıktığı gözlenmiştir [138, 141]. Bu türün toksin oluşturmadığı bilinmektedir [138]. Karadeniz'de ise *Peridinium trochoideum*'ün kuzeybatıda dominant türler arasında mevcut olduğu, vejetatif ve resting sporlarının pelajik su kütlesinde devamlı yer aldığı gözlenmiştir [134]. Örneklem süresince *Peridinium trochoideum* türünün  $2.5 \times 10^5$  hücre/l' ye sadece bir kere ulaştığı görülmüştür. Bu istasyondaki diğer parametrelere bakıldığında, nitrat ve nitritin örneklem döneminin en yüksek değerlerine ulaştığı ve fosfat değerlerinin ise en düşük değerde olduğu görülmektedir. Ayrıca *Peridinium trochoideum*'ün Ç1 istasyonundaki bu artışı temmuz döneminde bu istasyondaki diversitenin düşmesine neden olmuştur. Dinoflagellatların diğer üyelerinden, özellikle toksik olan *Gonyaulax spinifera*, *Gonyaulax polyhedra*, *Prorocentrum micans* gibi türlere de rastlanmıştır. Bu türlerin hiçbirisi çalışılan istasyonlarda  $10^4$  hücre/l yi geçmemiştir. Peridinales ordosuna ait türlerden olan *Heterocapsa triquetra* ise  $10^5$  hücre/l' ye kadar ulaşmıştır. Özellikle sonbahar sonu, kış ve ilkbahar başlarında florada hakim durumda görülmektedir. *Heterocapsa triquetra* türünün ortamdaki yok olmasının deniz suyu sıcaklığına bağlı olduğu gözlenmiştir. Bu türün Karadeniz dışında, Atlantik'deki bazı körfezlerde kış ve ilkbahardaki en önemli bloom formu olduğu rapor edilmektedir [142]. Bu türün özellikle bloom dönemlerinde Kuzeybatı Karadeniz'de midye yataklarına zarar verdiği görülmüştür [49]. Toksik etkisinin olmadığı bilinmektedir [73]. Akdeniz ve Adriyatik Denizi'nden rapor edilmekte olan *Noctulica scintillans* ve *Dictyococcus speculum* türlerinin Karadeniz'de de mevcudiyeti bilinmektedir. Özellikle *Dictyococcus speculum* (Syn : *Distephanus speculum*) Adriyatik Denizi'nde aşırı artışının bloom sonrasında zemin sularında anoksikliğe yol açtığı görülmüştür [143]. Benzer olgu *Noctulica scintillans* türünde de görülmektedir. Bu türün toksik olmadığı ve düşük konsantrasyonlarda hiçbir etkisi gözlenmediği halde yüksek konsantrasyonlarda bloom sonlarında anoksik şartların oluşmasına neden olmaktadır [144]. Karadeniz' de *Noctulica scintillans*'ın Tuna Nehri'nin ağız kısmındaki bloomlarına literatürde rastlanmaktadır [145]. Tuncer ve Feyzioğlu [146], Doğu Karadeniz'de, Trabzon sahillerinde yaptıkları çalışmalarda, 1987 yılında *Noctulica scintillans*'ı en yüksek 2120 hücre/l seviyesinde belirlemişlerdir. Feyzioğlu ve Tuncer [61], 1988 ve 1989 tarihleri arasında yaptıkları çalışmalarda ise *Noctulica scintillans* türünün 50 hücre/l yi

geçmediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise en yüksek hücre sayısı  $4 \times 10^3$  hücre/l olarak belirlenmiştir. *Dictioca speculum* türünün en yüksek hücre sayısını  $5.5 \times 10^3$  hücre/l olarak tespit etmişlerdir. Bu türün bölgemizde tespit edilecek hücre sayılarının, organizmaların ölümlerinden sonra anoksik şartların oluşmasına neden olmayacak kadar düşük olduğu gözlenmektedir.

Feyzioğlu [95] aynı bölgede, bu çalışmadaki istasyon hatları üzerinde kıyıda 200 metre uzaklıktaki ve liman içlerindeki istasyonlarında 1988 ve 1989 yıllarında yüzey sularında yaptığı çalışmada, kıyı istasyonlarında tatlı su türlerine bol miktarda rastlanmıştır. Ayrıca yine aynı çalışmada lokal bloom oluşturan *Hemialus hauckii* türünden söz edilmektedir. Bu çalışmada ise önceki çalışmada sözü edilen ve daha çok penat formdaki diatom gruplarının oluşturduğu tatlı su formlarına çok az rastlanmıştır. Bunun sebebi ise çalışmamızdaki istasyonların kıyıda uzaklığının en az 1 km olması ve kıyasal etkinin 1 km' ye fazla ulaşamadığı gösterilebilir. Ayrıca *Hemialus hauckii* türünün varlığı da örnekleme dönemi boyunca hiç gözlenmemiştir.

Çalışma süresince aşırı artışları gözlenen ve diversite değerlerinin düşmesine neden olan türlerin kozmopolit türlerden oluştuğu, endemik türlerin bloom şartlarını göstermediği gözlenmiştir.

## 5. SONUÇLAR

Bu araştırma, Doğu Karadeniz bölgesinde Trabzon sahil şeridi Akçaabat - Çamburnu bölgesinde gerçekleştirilmiştir. 55 km'lik bir sahil şeridinde, 18 ay süresince, 12 istasyondan üç farklı derinlikte yürütülen bu çalışmalar esnasında fitoplanktonik organizmaların ve bölgede hakim kimyasal ve fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel ve alansal değişimleri incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda :

Karadeniz'deki sıcaklığın yıl içerisindeki değişimi, subtropikal bölgelerdeki tipik mevsimsel dağılımı göstermektedir. Bununla beraber 25 metre ve altında, sonbaharda yüzey suları soğumadan ortaya çıkan ve mevsimsel termoklinden farklı bir soğuk su tabakasının varlığı tesbit edilmiştir.

Deniz suyundaki çözünmüş oksijen değerleri yüzey sularında sıcaklığa bağlı olarak suyun oksijen bağlama kapasitesi ile ilişkili bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Oksijen miktarı ile yüzey ve 10 metrede fitoplankton biyomasi aralarında bir ilişki belirlenemezken, 25 metrede fitoplanktonik organizmaların oksijene olan katkıları gözlenmiştir.

Genel olarak nitrit, nitrat, fosfat, demir ve silikat miktarlarının kıyıda açığa doğru azaldığı tespit edilmiştir. Bölgemizdeki nitrat değerleri Kuzeybatı Karadeniz'in ötrofik sularındaki değerlere yaklaşırken fosfat, nitrit ve silikatın normal sınırlar içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Bu nedenle de N:P oranı birçok dönemde yüksek bulunmuştur. Nitrat miktarlarının canlılar tarafından alınabilecek seviyelerin üzerinde olması nedeni ile bölgede N 'un sınırlayıcılığından daha çok P 'in sınırlayıcı özelliğinden söz edilebilirken, uygulanan multi regresyon modelinde klorofil-a miktarının belirlenmesi için nitratın mutlak gerekliliği belirlenmiştir. Özellikle 10 metre derinlikte fosfat ile fitoplankton biyomasi arasında zayıf olmakla beraber daha iyi bir pozitif lineer ilişkinin varlığı da bulunmuştur. Demir miktarı ile 10 metredeki klorofil-a değerlerinin çok iyi bir ilişki içerisinde oldukları gözlenmiştir. Bu ilişki yüzey suları ve 25 metre derinlik de tesbit edilememiştir. 10 metre derinlikte demir artışına paralel olarak klorofil-a değerlerinin arttığı görülmektedir.

Dikey profile bakıldığında, çalışma kapsamında tutulan yüzey, 10 metre ve 25 metre derinliklerden özellikle 10 metreden elde edilen örneklerin çevresel parametrelere daha net cevaplar verdiği gözlenmiştir. Bununla beraber fitoplanktonik

bloomların yüzey ve 10 metre derinlikte daha belirgin olduğu görülmektedir. Hücre sayısına bağlı olarak klorofil-a miktarlarındaki değişim yüzey ve 10 metrelerde çok belirgin ve hücre sayısındaki değişimi çok iyi yansıtırken, 25 metre derinlikte hücre başına düşen klorofil-a miktarının değişken bir yapı gösterdiği görülmektedir.

Örnekleme periyodu süresince diatom türlerinin daha fazla tür ve türlere ait bireyce temsil edildiği görülmüştür. Dinoflagellatlara ait türleri ortamda daha uzun süreli kalırken, türlere ait birey sayıları daha sınırlı kalmıştır. Diatom gruplarına ait türlerin daha kısa süreli ve daha yüksek sayılara ulaştıkları belirlenmiştir.

Fitoplanktonik organizmaların litredeki hücre sayılarına bakıldığında, Karadeniz'in ötrofik sahaları olarak nitelendirilen Kuzey Batı bölgelerine oranla oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışılan istasyonların hiç birinde ötrofikasyonla ilgili bir belirtinin varlığına rastlanmamıştır.

Toksik olarak nitelendirilen çeşitli dinoflagellat türlerinin varlığına rastlanmasına karşılık, çok lokal olarak bloom yaptıkları gözlenmiştir. Fakat bu türlerinde şimdilik toksik bloomlar yaratacak seviyelere çıkmadığı görülmektedir. Ayrıca özellikle kış sonu ve ilkbahar başlarında pelajik su kütlesinde dinoflagellat türlerine ait bol miktarda resting sporların varlığına rastlanmıştır.

Çalışılan alanlar tür çeşitliliği açısından değerlendirildiğinde, çeşitliliğin sadece ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde azaldığı görülmektedir. Tür çeşitliliği indeksindeki bu düşmeler, çevresel parametrelerin bir tür tarafından en iyi şekilde değerlendirildiği ve rekabetin bir tür tarafından kazanıldığını göstermektedir. Çalışma esnasında görülen bloom dönemlerine ait diversite değerlerindeki düşmeler tipik subtropikal bölge özelliği göstermektedir. Bloomları tespit edilen türlerin ise kozmopolit türler olduğu gözlenmiştir.

## 6. ÖNERİLER

Dünyanın birçok bölgesinde okyanuslar ve denizlerde planktonik biyomastaki değişimler sürekli olarak takip edilmektedir. Bu bloomların ve planktonik kominitelerin yapısı anlaşılmaya çalışılmaktadır. Çalışmaların sağlıklı ve yorumlanabilir olmaları süreklilik arz etmelerine bağlıdır. Besin piramidinin temelini oluşturan fitoplanktonik organizmaların ekonomik öneme sahip olan balıkçılığa kadar uzanan bir zincirin ilk halkası olduğu daima hatırlanmalıdır. Bu zincirin ilk halkasında meydana gelecek olan aksaklıklar en üst seviyeye kadar yani insana kadar uzanan etkilerinin hissedileceği muhakkaktır. Bu nedenle bu tip çalışmaların belirli dönemler sonucunda kesilmemesi ve devamlılığının sağlanması veya izleme programı haline getirilmesi gerekmektedir.

Fitoplanktonik organizmaların küçük ve generasyon zamanlarının kısa olması, ortam şartlarında meydana gelecek olan ani değişimlere çok çabuk tepki göstermelerine neden olmaktadır. Bu tepkilerin bazı organizma gruplarının komüniteden uzaklaşması veya bir başka fırsatçı türün komüniteye hakim olması şeklinde olduğu bilinmektedir. Bu tip yapı değişikliklerinin incelenmesi komünitede meydana gelen değişikliklerin anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Kısaca bölgedeki planktonik yapı içerisindeki indikatör türlerin tespit edilmesi, bölgeye ait olan ekosistemde meydana gelen değişikliklerin kısa dönemdeki durumun anlaşılmasında önemli olacaktır.

Karasal kökenli olan etkilerin fitoplankton florası üzerine olan etkileri incelenecekse, seçilecek istasyonların sahilten uzaklıklarının 1' km nin altında olmasının faydalı olacağı söylenebilir

Halk sağlığı açısından bakıldığında, özellikle bölgedeki toksik etkiye sahip türlerin bloomları oldukça önem kazanmaktadır. Çalışmamız esnasında toksin oluşturan türlerle ilgili bir tehlikeye rastlanmamasına karşılık, bölgede mevcut olan türler ve resting sporların mevcudiyeti bölgedeki potansiyeli göstermektedir. Bu tip sporlarında göz önünde tutularak takip edilmesi bloomların izlenmesinde önemli bir yer tutacaktır.

Özellikle klorofil miktarları üzerinden biyomas tespiti yapılırken fitoplanktonik organizmanın hücre büyüklüğü göz önünde tutulmalıdır. Planktonik grupların total klorofile katkılarının bilinmesi önemlidir. Bu nedenle organizmaların boy gruplarına ait fraksiyonlara ayrılması, her boy grubundaki biyomasın ve total klorofile katkılarının

belirlenmesin bir üst kademedeki çalışmaların daha iyi ve kolay şekilde yorumlanmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen araştırma ile bölgenin fitoplanktonik yapısı detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları yukarıda sözü edilen ileride yapılacak çalışmalar için bir temel teşkil edecektir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda ise 25 metrenin altındaki derinlikler izlenmeli, daha açıkta seçilen istasyonlar referans olarak seçilmelidir. Özellikle bloom dönemlerinin daha sık aralıklar ile çalışılarak kısa süreli, anlık bloomların yapısı ortaya konulmalıdır. Ayrıca fitoplankton bloomlarının dinamiğinin daha ortaya konulabilmesi amacıyla grazing olayının baskısı da çalışmalar içerisine alınması organizmalara ait verilerin yorumlanmasında kolaylık sağlayacaktır.





## 6. ÖNERİLER

Dünyanın birçok bölgesinde okyanuslar ve denizlerde planktonik biyomasdaki değişimler sürekli olarak takip edilmektedir. Bu bloomların ve planktonik kominiterin yapısı anlaşılmaya çalışılmaktadır. Çalışmaların sağlıklı ve yorumlanabilir olmaları süreklilik arz etmelerine bağlıdır. Besin piramidinin temelini oluşturan fitoplanktonik organizmaların ekonomik öneme sahip olan balıkçılığa kadar uzanan bir zincirin ilk halkası olduğu daima hatırlanmalıdır. Bu zincirin ilk halkasında meydana gelecek olan aksaklıklar en üst seviyeye kadar yani insana kadar uzanan etkilerinin hissedileceği muhakkaktır. Bu nedenle bu tip çalışmaların belirli dönemler sonucunda kesilmemesi ve devamlılığının sağlanması veya izleme programı haline getirilmesi gerekmektedir.

Fitoplanktonik organizmaların küçük ve generasyon zamanlarının kısa olması, ortam şartlarında meydana gelecek olan ani değişimlere çok çabuk tepki göstermelerine neden olmaktadır. Bu tepkilerin bazı organizma gruplarının komüniteden uzaklaşması veya bir başka fırsatçı türün komüniteye hakim olması şeklinde olduğu bilinmektedir. Bu tip yapı değişikliklerinin incelenmesi komünitede meydana gelen değişikliklerin anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Kısaca bölgedeki planktonik yapı içerisindeki indikatör türlerin tespit edilmesi, bölgeye ait olan ekosistemde meydana gelen değişikliklerin kısa dönemdeki durumun anlaşılmasında önemli olacaktır.

Karasal kökenli olan etkilerin fitoplankton florası üzerine olan etkileri incelenecekse, seçilecek istasyonların sahilden uzaklıklarının 1' km nin altında olmasının faydalı olacağı söylenebilir

Halk sağlığı açısından bakıldığında, özellikle bölgedeki toksik etkiye sahip türlerin bloomları oldukça önem kazanmaktadır. Çalışmamız esnasında toksin oluşturan türlerle ilgili bir tehlikeye rastlanmamasına karşılık, bölgede mevcut olan türler ve resting sporların mevcudiyeti bölgedeki potansiyeli göstermektedir. Bu tip sporlarında göz önünde tutularak takip edilmesi bloomların izlenmesinde önemli bir yer tutacaktır.

Özellikle klorofil miktarları üzerinden biyomas tespiti yapılırken fitoplanktonik organizmanın hücre büyüklüğü göz önünde tutulmalıdır. Planktonik grupların total klorofile katkılarının bilinmesi önemlidir. Bu nedenle organizmaların boy gruplarına ait fraksiyonlara ayrılması, her boy grubundaki biyomasın ve total klorofile katkılarının

belirlenmesin bir üst kademedeki çalışmaların daha iyi ve kolay şekilde yorumlanmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen araştırma ile bölgenin fitoplanktonik yapısı detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları yukarıda sözü edilen ileride yapılacak çalışmalar için bir temel teşkil edecektir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda ise 25 metrenin altındaki derinlikler izlenmeli, daha açıkta seçilen istasyonlar referans olarak seçilmelidir. Özellikle bloom dönemlerinin daha sık aralıklar ile çalışılarak kısa süreli, anlık bloomların yapısı ortaya konulmalıdır. Ayrıca fitoplankton bloomlarının dinamiğinin daha ortaya konulabilmesi amacıyla grazing olayının baskısı da çalışmalar içerisine alınması organizmalara ait verilerin yorumlanmasında kolaylık sağlayacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Newell, G.E. ve Newell, R.C., Marine Plankton, Hutchinson Educational Ltd., London 1963.
2. Strickland, J. D. H., Measuring The Production of Marine Phytoplankton, Minster of Fisheries, Bulletin No: 122 Ottawa, 1960.
3. Davis, C. C., The Marine and Fresh-Water Plankton, Michigan University Press, 1955.
4. Valiela, I., Marine Ecological Processes, Springer, Second Edition, 1995.
5. Werbert, H.H. ve Thurman, V.V., Marine Biology, Harper Collins, Second Edition, New York, 1991.
6. Zeitzschel, B., Why Study Phytoplankton, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sourmia, (1978)1-5.
7. Komblentz-Mishke, O.J., Volkovinsky, V.V. ve Kabanova, J.G., Plankton Primary Production of the World Ocean: Scientific Exploration of the South Pacific Edited by W.S.Wooster (1970) 183-193.
8. Ryther, J.H., Photosynthesis and Fish Production in the Sea, Science, 166, 3901, (1969) 72-72.
9. Pithcher, G.C., Mesoscale Heterogeneities of the Phytoplankton Distribution in St Helena Bay, South Africa, Following an Upwelling Event, South African Journal of Marine Science, 7 (1988) 9-23.
10. Özel, İ., Planktonoloji, Cilt I, Ege Üniversitesi Yayınları, No: 145, İzmir, 1992.
11. Dixit, S.S. ve Smol, J.P., Diatoms as Indicators in the Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters (EMAP-SW), Environmental Monitoring and Assessment, 31(1994) 275-306.
12. Sorokin, Y.U., The Black Sea In: Ecosystem of the World 26. Estuaries and Enclosed Seas, Edited by, B.H. Ketchum, Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1986, 253- 292.

13. Balkaş, T., State of Marine Environment in the Black Sea Region, Regional Seas Report and Studies, No: 124, UNEP, 1990.
14. Baykut, F., Aydın, A. ve Artüz, İ.M., Bilimsel Açıdan Karadeniz, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1982.
15. Mee, L.D., The Black Sea in Crisis: A Need for Concerted International Action, Ambio, 21,4 (1990) 278-276.
16. Deuser, W.G., Organic Carbon Balance of the Black Sea, Deep Sea Res, 18 (1971) 995-1004.
17. 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. Deges ve D.A. Ross. 10 (1990) 137-143.
18. Skopintzev, B.A., On the Distribution of Hydrogen Sulphide in the Black Sea, Meteorol. Giderol., 7 (1953) 37-42.
19. TÜBİTAK Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, Karadeniz Alt Projesi, Karadeniz Araştırmalarının Son Beş Yıllık Değerlendirme Raporu, ODTÜ, Deniz Bilimleri Enstitüsü, 1990.
20. Turgut, S., Baştürk, B., Sayam, C. ve Yılmaz, A., Changes in the Hydrochemistry of the Black Sea Inferred from Water Density Profiles, Nature, 359 (1992) 137-139.
21. Hasle, G.R., Diatoms, Phytoplankton Manual, Edited by A. Sournia, (1978) 136-142.
22. Kennish M.J., Practical Hand Book of Marine Science, Second Edition, CRC Press 1994.
23. Cirik, S. ve Gökpinar Ş., Plankton Bilgisi ve Kültürü, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1993.
24. Baydar, S., Tohumuz Bitkilerin Sistematiği, Cilt I, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum, 1979.
25. Baretta-Bekker, J.G., Duursma, E.K. ve Kuipers, B.R., Encyclopedia of Marine Sciences, Springer-Verlag, Germany, 1992.
26. Spector, D.L., Dinoflagellates, Academic Press, Florida, 1984.
27. Şişli, N.M., Bozcuk, A.N., Bozcuk, S. ve Boşgelmez, A., Genel Biyoloji, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1972.
28. Aykulu, G., Tohumuz Bitkiler Sistematiği-I, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Notları, 1984.

29. Tomas, C.R., Marine Phytoplankton, A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophorids, Academic Press, 1993.
30. Kocataş, A., Oseanoloji, Ege Üniversitesi Kitaplar Serisi No:114, Bornova, İzmir, 1986.
31. Maitland, P.S., Biology of Fresh Water, Blakei & Son, London, 1978.
32. Şen, B., Plankton ve Kültürü, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu, Yayın No:2, Elazığ, 1987.
33. Stewart, J., Oceanography, Chemical Processes, Open University, Manchester, 1984.
34. Leymann, G., Die Ersatzstoffproblematik am Beispiel Posphatfreier Waschmittel, Wasser Abwasser, 17(1991) 361-367.
35. Parson, R.T., Takahashi, M., ve Barry H., Biological Oceanic Processes, Perganon Press, Great Britain, 1984.
36. Martin, J.H. ve Fitzwater, S.E., Iron Deficiency Limits Phytoplankton Growth in the North-East Pacific Sub Arctic, Nature, 331(1988) 341-343.
37. Wu, J. ve Luter III G.W., Size-Fractioned Iron Concentrations in the Water Column of the Western North Atlantic Ocean, Limnol. Oceanography, 39, 5 (1994) 1119-1129.
38. 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.
39. Glorial Electronic Publishing, Inc., The 1995 Grolier Multimedia Encyclopedia™, For MPC IBM® PC's & Compatibles, Danbury, 1995.
40. Parson, R.T., Maita, Y., ve Lalli, C.M., Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis, Pergamon Press, Great Britain, 1984.
41. Mihnea, P.E., Qualitative and Quantitative Characteristics of the Alga *Eutreptia lanowii* (Steuer) in Relation to the Coastal Pollution Phenomenon, Cercetari Marine, I.R.C.M, 11 (1978) 225-233.
42. Mihnea, P.E., Reproductive cycle of *Skeletonema* and *Cyclotella* Modified by Chemical Changes in the Black Sea, V<sup>es</sup> Journées Étud. Pollution, C.I.E.S.M. (1980) 863-868.
43. Bologa, A.S., Burlakova, Z.P., Tchmyr, V.D. ve Kholodov, V.I., Distribution of Chlorophyll-a, Phaeophytin-a and Primary Production in the Western Black Sea (May, 1982), Cercetari Marine, I.R.C.M, 18(1985) 97-115.

44. Mihnea, P.E., Effect of Pollution on Phytoplankton Species, Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 29, 9 (1985) 85-88.
45. Mihnea, P.E. Phytoplankton Diversity and Evenness Indices in an Eutrophicated Sea Area, Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 30, 2 (1986) 186-187.
46. Mihnea, P.E., The Eutrophication Process in the Inshore Romanian Black Sea, Revue Roumaine de Biologie, 32, 2 (1987) 149-155.
47. НЕСТЕРОВА, Д.А., ВАСИЛЕНКО, Л. С., РАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАССОВЫХ ВИДОВ ФИТОПЛАНКТОНА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ. ПИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. Abstract in English 22, 3 (1986) 15-21.
48. Nesterova, D.A., The Size Structure of the Phytoplankton in the Western Part of the Black Sea in Summer, Океаноакта, 3 (1986) 474-479.
49. Zlatanova, S., ve Petrova-Karadjova, V.J., Monitoring on Phytoplankton in Mussel Culture the Bulgarian Black Sea Coast, Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 31, 2 (1988) 223.
50. Senicheva, M.I., Dynamics of Phytoplankton Community in the Region with Mussels *Mytilus galloprovincialis* Lam in the Region of the Marine Farm of the Lapi Bay, Ecologia Morya, 36 (1990) 7-16.
51. Petrova-Karadjova, V.J., Monitoring of the Blooms Along the Bulgarian Sea Coast. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 32 (1990) 209.
52. Mihnea, P.E., Environmental Conditions which Determine Chrysophyte, *Apedinella* Development and Bloom, Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 33 (1992) 260.
53. Moncheva, S., Cysts of Blooming Dinoflagellates from Black Sea, Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 33 (1992) 261.
54. Petrova-Karadjova, V.J., Solar Control Upon The Phytoplankton in the Black Sea, Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 33 (1992) 265.
55. Petrova, V.J., Temniskova, D., Valeva, M. ve Passy, S., Taxonomic Analysis and Phytoecoenologic Characteristics of Benthic Diatom Flora From The Bulgarian Black Sea Shelf, The Black Sea Symposium, İstanbul 1991, (1994) 267-270.
56. Bodenaus, N., Algal Bloom in Mamaia Bay (Romanian Black Sea Coast), Harmful Marina Algal Blooms, Proceedings of the Sixth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, October 1993, Nantes, France, Technique & Documentation Lavoisier, (1995) 127-137.
57. Uysal, Z., Fate and Distribution of Plankton Around the Bosphorus, M.E.T.U. Ins. of Marine Sci., Master Thesis, 1987.

58. Uysal, Z., A Preliminary Study on Some Plankters Along the Turkish Black Sea Coast, M.E.T.U. Ins. of Marine Sci., Ph.D. Thesis, 1993.
59. Karaçam, H. ve Düzgüneş E., Trabzon Sahil Şeridi Fitoplanktonu Üzerine Bir Araştırma, Istanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 4, 1 (1990) 95-102.
60. Benli, H.A., Investigation of Plankton Distribution in the Southern Black Sea and its Effects on Particle Flux, Mitt. Geol.-Paläont. Inst. University of Hamburg, 62 (1987) 77-87.
61. Feyzioğlu, A.M. ve Tuncer, S., Doğu Karadeniz Bölgesi Trabzon Sahil Şeridi Net Fitoplanktonundaki Mevsimsel Değişimler, Tr. j. of Biology, 18 (1994) 161-171.
62. Venrick, E.L., Sampling Design, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 7-32.
63. Venrick, E.L., Sampling Techniques, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 33-69
64. APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, Edited by M.Ann ve H.Franson, 18th. Edition, APHA Washington DC, 1992.
65. Donson, A.N. ve Thomas W.H., Reverse Filtration, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 104-107.
66. Hasle, G.R., Some Specific Preparations, Diatoms, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 136-142.
67. Taylor, F.J.R., Some Specific Preparations, Dinoflagellates, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978).
68. Ramphi, L. ve Bernhard, M., Key for the Determination of Mediterranean Pelagic Diatoms, Roma, Comit. Naz. Energia Nucleare, 1978
69. Tregouboff, G. ve Rose, M. Manuel de Planktonologie Méditerranéenne, Tome I, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1957.
70. Tregouboff, G. ve Rose, M. Manuel de Planktonologie Méditerranéenne, Tome II, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, , 1957.
71. Heurck, H.V., A Treatise on the Diatomaceae, Wheldon & Wesley LTD. London, 1962.
72. Newell G.E. ve Newell, R.C., Marine Plankton, Hutchinson Edicational LTD. Great Britain, 1973.
73. Estep, K.W. ve Rey, F., Lineus Protist™ and the Lineus Toolkit™, Interactive Taxonomy (Lineus CD ROM for Macintosh), Marinf, UNESCO, Paris, 1991.

74. Ramphi, L. ve Bernhard, M., Chiave Per la Determinazione Della Peridinee Pelagiche Mediterranee, CNEN, Roma, 1977.
75. Tomas, C.R., Marine Phytoplankton, A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophorids, Academic Press, 1993.
76. Rabernhorst, L., Kryptogammen-Flora von Deurchland, Osterreich und der Schweiz Teil 1, Otto Koeltz Science Publishers, West Germany, 1977.
77. Rabernhorst, L., Kryptogammen-Flora von Deurchland, Osterreich und der Schweiz Teil 2, Otto Koeltz Science Publishers, West Germany, 1977.
78. Drebes, G., Marines Phytoplankton. Eine Auswahl der Hegolaender Planktonagen (Diatomeen, Peridineen), Stuttgart, Georg Thieme, 1974.
79. Hasle, G.R., The Inverted Microscope Method, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 88-96.
80. Guilard R.R.L., Counting Slides, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 182-189.
81. Semina, H.J., The Size of the Cell, Phytoplankton Manual, Edited by A.Sournia, (1978) 233-237.
82. Fisons Instrument, VG Microtech SC 520 Instruction Manual, 1989.
83. Barnes, R.K., ve Mann, K.H., Fundamentals of Aquatic Ecosystems, Blackwell Scientific Publications, Great Britain, 1980.
84. Sokal, R.R. ve Rolf, F.J., Introduction to Biostatistic, Edited by W.H. Freeman, Second Edition, New York, 1974.
85. Delcroix, T., Seasonal and Interannual Variability of Sea Surface Temperatures in the Tropical Pacific, 1969-1991, Deep-Sea Research, 40, 11-12 (1993) 2217-2228.
86. Gunter, D., General Oceanography, John Wiley & Sons Ing., New York, 1957.
87. Kraus, E.B. ve Businger A.J., Atmosphere-Ocean Interaction, Oxford University Press, 1957.
88. Budyko, M.I., Climate and Life, Academic Press, 1974.
89. 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.
90. Stewart, J. ve Sharp D., Oceanography. Chemical Processes, The Open University Press, Great Britain, 1984.



91. TÜBİTAK Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz Alt Projesi, 1988 Dönemi Yıllık Raporu, İçel, 1991.
92. Oğuz, T., Latif, M.A., Sur, H.İ. ve Ünlüata, Ü., Batı ve Orta Karadeniz'in Oşinografisi, Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, İçel, 1989.
93. Murray, J.W., Hydrographic Variability in Black Sea, Black Sea Oceanography, Edited by E. İzdar ve J.W. Murray, Kluwer Academic Publisher, London, 351 (1991) 1-16.
94. DMİ, TC Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Rasatları, Ankara 1995.
95. Feyzioğlu, A.M., Doğu Karadeniz Fitoplankton Türlerinin Kalitatif ve Kantitatif Yönden Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1990.
96. Konuk, Y.T. ve Duman, M., Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Ölçme ve İzleme Alt Projesi 1987 Dönemi Kesin Raporu, Tübitak Araştırma Projesi, Debaç 26-G, 1988.
97. Zaitsev, Y.P., Land-Based Sources of Current Antropogenic Change in the Black Sea Ecosystem//ACOPS. Assessment of Land-Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS., Book of Abstract, Sevastopol 6-10 April, 1 (1991) 38-41.
98. Bologa, A.S., Planktonik Primary Productivity of the Black Sea : A Review, Thalassia Jugoslavica, 21/22 (1/2), (1985/1986) 1-22.
99. Bodeanu, N., Algal Blooms and Development the Marine Phytoplankton Species at the Romanian Black Sea Littoral Under Eutrophication Conditions, Cercetari Mar. 22 (1989)107-125.
100. Foncelius, S.H., Phosphorus in the Black Sea, The Black Sea Geology, Chemistry and Biology, Edited by E.T.Degens ve D.A.Ross, Amer. Assoc. 6 (1974)112-121.
101. Brewer, P.G. ve Murray, J.W., Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the Black Sea, Deep-Sea Res., 20 (1973) 803-818.
102. Baştürk, Ö., Saydam, C., Salihoğlu, İ., Eremeva, L.V., Konovalov, S.K., Stoyanov, A., Dimitrov, A., Cociasu, A., Dorogan, L. ve Altabet, M., Vertical Variation in the Principle Chemical Properties of Black Sea in the Autumn of 1991, Marine Chemistry, 45 (1994)149-165.
103. Friligos, N. ve Gotsis-Skretas, Eutrophication and Red Tide in Aegean Coasts Waters, Toxicological and Environmental Chemistry, 24 (1989) 171-180.

104. Alexandrov, B.G., Biotic Balance of the Ecosystem of Coastal Zone of the Black Sea in Conditions of Intensive Antropogenic Influence, Proceedings of the Black Sea Symposium, Ecological Problems and Economical Prospects, 16-18 sep. Istanbul, (1991) 77-83.
105. Tuğrul, S., Baştürk, Ö., Saydam, C. ve Yılmaz, A., Changes in the Hydrochemistry of the Black Sea Inferred from Water Density Profiles, Nature, 359 (1992) 137-139.
106. Bekiroğlu, Y., Karadeniz' de Kirliliğin Boyutları, Karadeniz'in Kirlenmesi ve Korunması Kongresi Bildirileri, Trabzon, (1995) 7-11.
107. Yoshida, Y., Studies on the Marine Nitrifying Bacteria: With Special Reference to Characteristics and Nitrite Formation of Marine Nitrite Formers, Bulletin of Misaki Marine Biological Institute, 11 (1967) 1-58.
108. Cabrer, B., Ferrà, J.L., Forteza, V., Moya, G., Picernell, M.R., Ramis, M.M. ve Ramon, G., Study of the Water Turbidity in the Port of Polenca (Balearic Island), Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 32, 1 (1990) 209.
109. Vukadin, I. ve Stojanovski, L., Distribution of Nutrients in the Eastern Adriatic Coastal Sea - Post Algal Bloom, Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 33 (1992) 86.
110. Friligos, N., Nutrient Conditions in the Euboikos Gulf (West Aegean), Marine Pollution Bulletin, 16, 11 (1985) 435-439.
111. Koray, T., Phytoplankton Species Succession, Diversity and Nutrients in Neritic Waters of the Aegean Sea (Bay of İzmir), Tr. J. Botany, 19 (1995) 531-544.
112. Pınarlı, V., Onan, A.N., Özkoç, H.B. ve Büyükgüngör, H., Pollution in Samsun Coast of Black Sea, Proceedings of the Black Sea Symposium, Ecological Problems and Economical Prospects, 16-18 Sept. İstanbul, (1991) 127-136.
113. Büyükkışık, B. ve Erbil, Ö., İzmir İç Körfezi'nde Nutrient Dinamikleri Üzerine Bir Araştırma, Doğa TU. Müh. ve Çev. D. 11, 3 (1987) 379-395.
114. Sivri, N., Deniz Suyu Kalitesinin Belirlenmesinde Nitrifikasyon Bakterilerinin Önemi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.
115. Wu, J. ve Luther III, G.W., Size-Fraction Iron Concentrations in the Water Column of the West North Adriatic Ocean, Limnol. Oceanography, 39, 5 (1994) 1119-1129.
116. Sherrill, 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.
117. Kremling, K. ve Petersen, H., Synoptic Survey on Dissolved Trace Metal Levels in Baltic Surface Waters, Marine Pollution Bulletin, 15, 9 (1984) 329-334.

118. 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.
119. Deuser, W.G., Organic Carbon Balance of The Black Sea, Deep-Sea Res., 18 (1971) 995-1004.
120. Bruland, K.W., Donat, J.R. ve Hutchins, D.A., Interaktive Influences of Bioaktive Trace Metals on Biological Production in Oceanic Waters, Limno. Oceanography, 36 (1991) 1555-1577.
121. Degobiss, D., Increased Eutrophication of the Northern Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 20, 9 (1989) 452-457.
122. Mihnea, P.E. Environmental Conditions which Determine Chrysophyta Apedinella Development and Bloom, Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 33 (1992) 260.
123. Habip, O.A., Ioriya, T. ve Aruga, V., The Distribution of Chlorophyll-a as Index of Primary Productivity of Phytoplankton in Khor el Ramla of the High Dam Lake, Egypt, Journal of the Tokyo University of Fisheries, 74, 2 (1978) 145-157.
124. TÜBİTAK Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı, Doğu Karadeniz Alt Projesi, 1990 Dönemi Yıllık Raporu, İçel, 1991.
125. Zaghoul, F.A., Phytoplankton Biomass and Diversity Index Harbour of Alexandria, Egypt, Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 33 (1992) 268.
126. Platt, T., Subba Rao, D.V. ve Irvin, B., Photosynthesis of Picoplankton in the Oligotrophic Ocean, Nature, 301 (1983) 702-704.
127. Odate, T. ve Maita, Y., Regional Variation in Size Composition of Phytoplankton Communities in the Western North Pacific Ocean Spring 1985, Biol. Oceanogr., 6 (1988) 65-77.
128. Joint, I.R., Owens, N.J.P. ve Pomroy, A.J., Seasonal Production of Photosynthetic Picoplankton and Nanoplankton in the Celtic Sea, Mar. Ecol. Prog. Ser. 28 (1986) 251-258.
129. Søndergaard, M., Jensen, L.M. ve Ærtebjerg, G., Picoalga in Danish Coastal Waters During the Summer Stratification, Mar. Ecol. Prog. Ser. 79 (1991)139-149.
130. Iriarte, A. ve Purdie, D.A., Size Distribution of Chlorophyll-a Biomass and Primary Production in a Temperate Estuary (Southampton Water): The Contribution of Photosynthetic Picoplankton, Mar. Ecol. Prog. Ser. 115 (1994) 283-297.

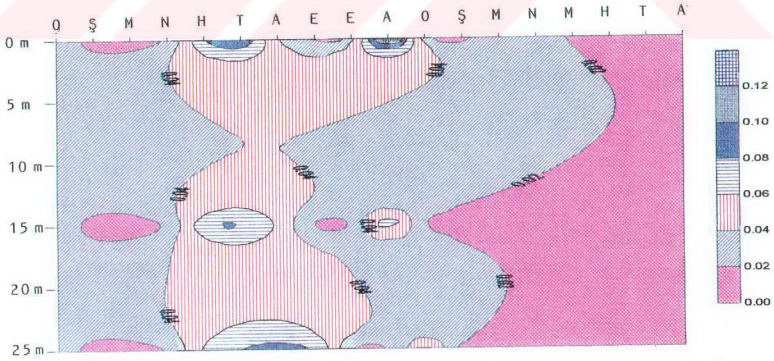
131. Fong, P., Zedler, J.B. ve Donohoe, R.M., Nitrogen vs Phosphorus Limitation of Algal Biomass in Shallow Coastal Lagoons, Limno. Oceanogr., 38, 5 (1993) 906-923.
132. Kideyş, A.E., Ünsal, M. ve Bingel, F., Seasonal Changes in Net Phytoplankton off Erdemli, Northeastern Mediterranean, Doğa. TU. J. Botany, 13, 1 (1989) 45-54.
133. Balkaş, T., Decev, G., Mihnea, P.E., Serbanescu, O. ve Ünlüata, Ü., State of the Marine Environment in the Black Sea Region, UNEP, Regional Seas Reports and Studies, No: 124, 1990.
134. Moncheva, S., Phytoplankton Under the Influence of Eutrophication- Peculiarities and Ecological Significance, Proceedings of the Black Sea Symposium, Ecological Problems and Economical Prospects, 16-18 sept. İstanbul, (1991) 271-279.
135. Isouchi, T., Distribution of Surface Plankton Communities in Tateyama Bay in June, 1980, Journal of the Tokyo University of Fisheries, 67, 2 (1981) 103-120.
136. Srolka, H., The Most Frequent Species Found in to the Black Sea Water, Ecol. Mar., 3 (1969) 149-226.
137. Gökpinar, Ş. ve Koray, T., İzmir Körfezi Planktonunda Rastlanan Rhizosolenia (Ehrenberg) Brightwell Genusu Üzerine Gözlemler, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, I. Ulusal Deniz ve Tatlısu Araştırmaları Kongresi Tebliğleri, B (1983) 201-219.
138. Koray, T. Büyüksık, B., Parlak, H. ve Gökpinar, Ş., İzmir Körfezinde Deniz Suyu Kalitesini Etkileyen Tek Hücreli Organizmalar: Red Tide ve Diğer Aşırı Üreme Olayları, Doğa. TR. J. Biology, 16 (1992) 135-157.
139. Marshal, H.G., Distribution and Concentration Patterns of Ubiquitous Diatoms for the North-Eastern Continental Shelf of United States, 9th Diatom-Symposium, 1986, 75-85.
140. Koray, T. ve Gökpinar, Ş., Ceratium Schrank Genusu Türlerinin İzmir Körfezi'ndeki Kalitatif ve Kantitatif Özellikleri, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, I. Ulusal Deniz ve Tatlısu Araştırmaları Kongresi Tebliğleri, B (1983) 78-99.
141. Koray, T., Occurens of Red Tide and Causative Organisms in İzmir Bay, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, B, VII (1984) 75-83.
142. Pierce, R.W. ve Turner, J.T., Plankton Studies in Buzzards Bay, Massachusetts, USA. III. Dinoflagellats, 1987 to 1988, Mar. Ecol. Prog. Ser., 112 (1994) 225-234.
143. Fannuko, N., Possible Relatin Between a Bloom of Distephanus speculum (Silicoflagellata) and Anoxia in Bottom Waters in the Northern Adriatic, 1983, Journal of Plankton Research, 11, 1 (1989) 75-84.

144. Wyatt, T. ve Pazos, V., Harmful Algal Bloom, Harmful Algae News, IMS Newsletter, 62 (1992) 1-5.
145. Kideyş, A.E., Recent Dramatic Changes in the Black Sea Ecosystem: Reason for the Sharp Decline in Turkish Anchovy Fisheries, Journal of Marine System, 5 (1994) 171-181.
146. Tuncer, S ve Feyzioğlu, A.M., Distribution of Phytoplankton Population of the Eastern Black Sea, Sec. Int. Colloquy of Med. Coast. and Env. Protection, (1989) 73-74.

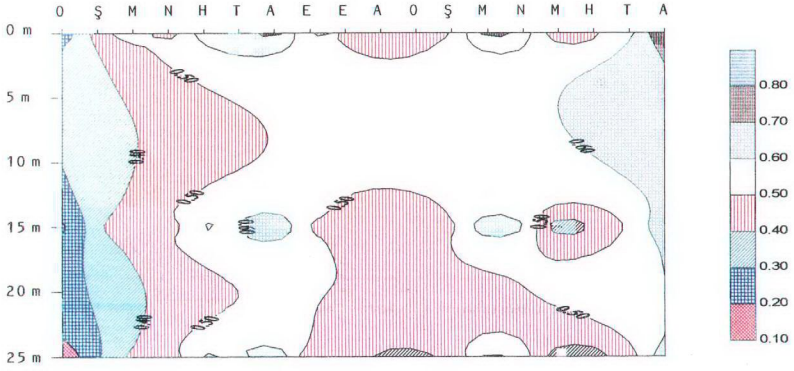
## 8. Ekler



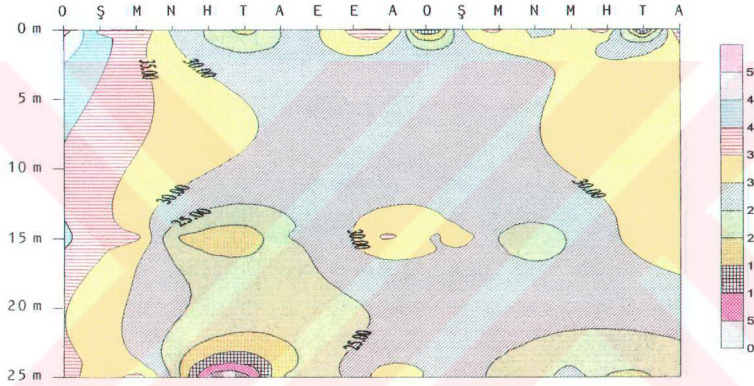
Ek Şekil 1. Demirin aylara ve derinliklere göre dağılımı (mg/l).



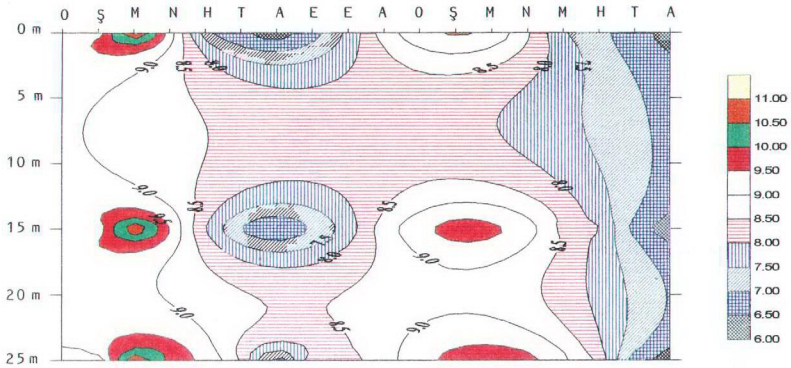
Ek Şekil 2. Fosfatın aylara ve derinliklere göre dağılımı (mg/l).



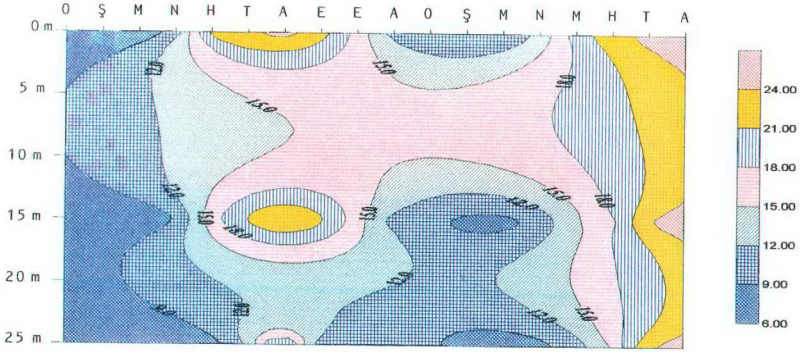
Ek Şekil 3. Nitratın aylara ve derinliklere göre dağılımı (mg/l).



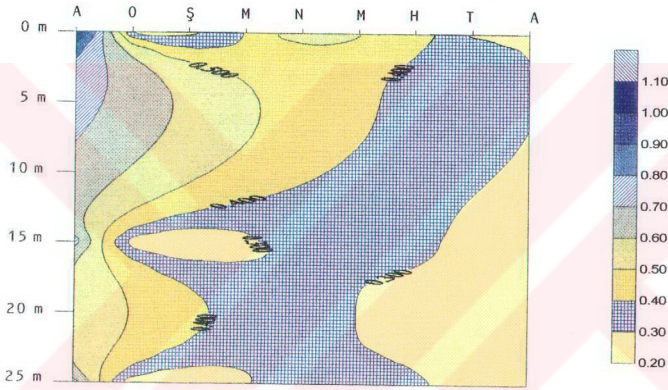
Ek Şekil 4. Nitritin aylara ve derinliklere göre dağılımı (mg/l).



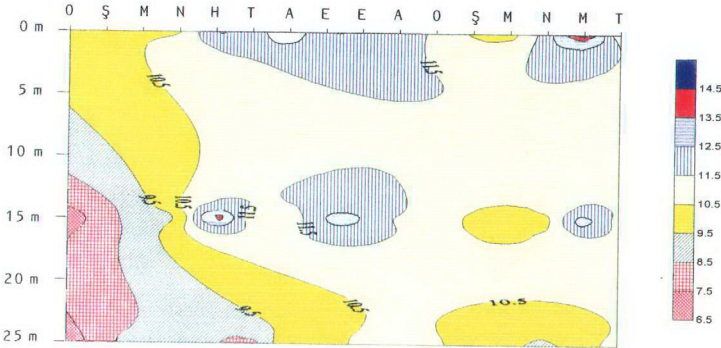
Ek Şekil 5. Çözünmüş oksijenin aylara ve derinliklere göre dağılımı (mg/l).



Ek Şekil 6. Sıcaklığın aylara ve derinliklere göre dağılımı ( $^{\circ}$ C).

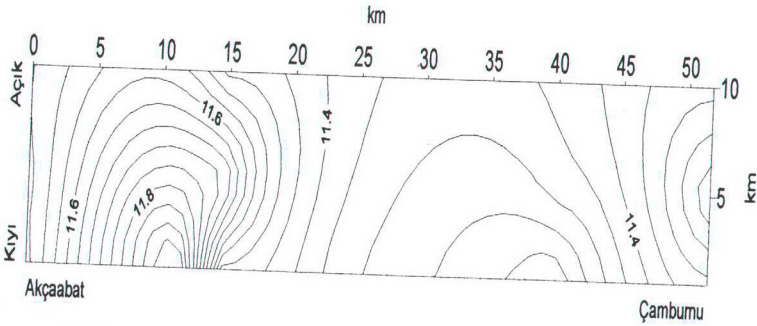
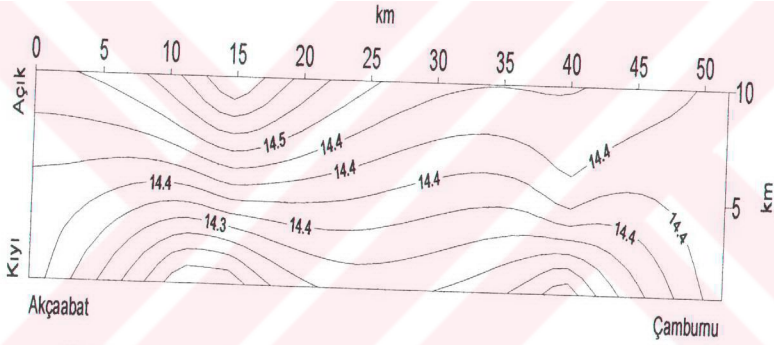
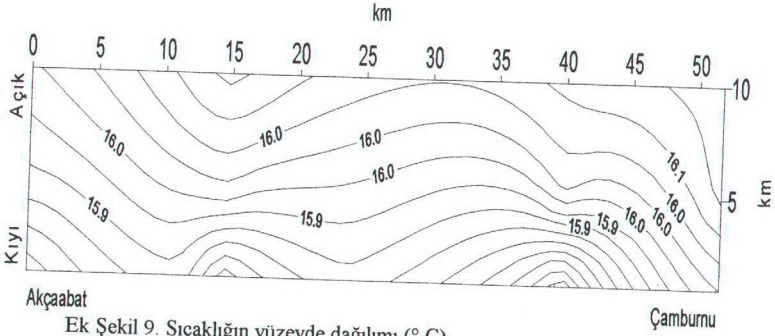


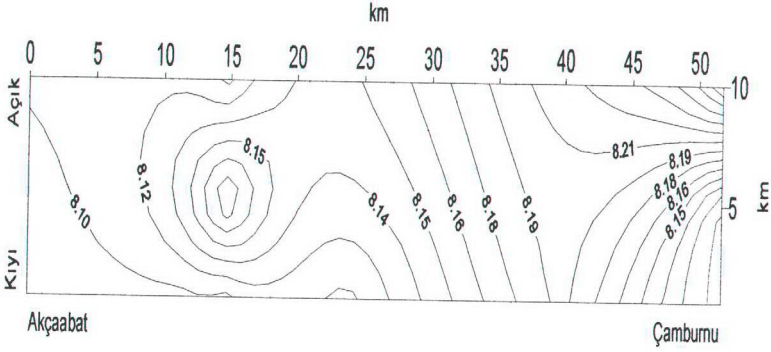
Ek Şekil 7. Silikatın aylara ve derinliklere göre dağılımı (mg/l).



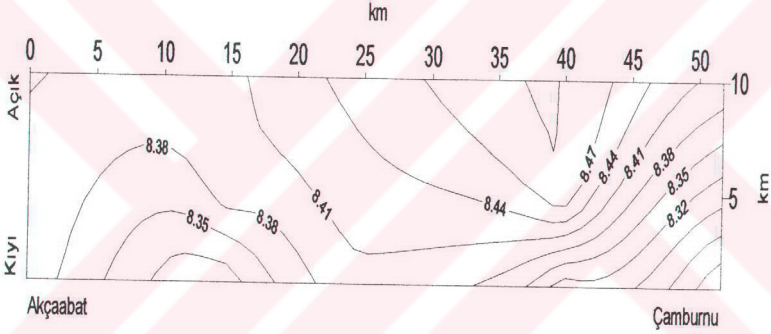
Ek Şekil 8. Hücre sayısının aylara ve derinliklere göre dağılımı (log hücre/l).



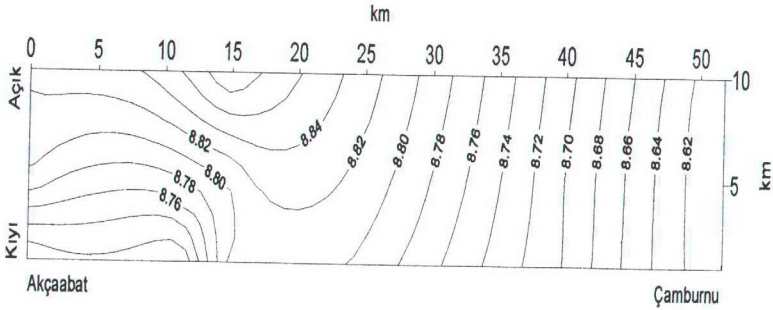




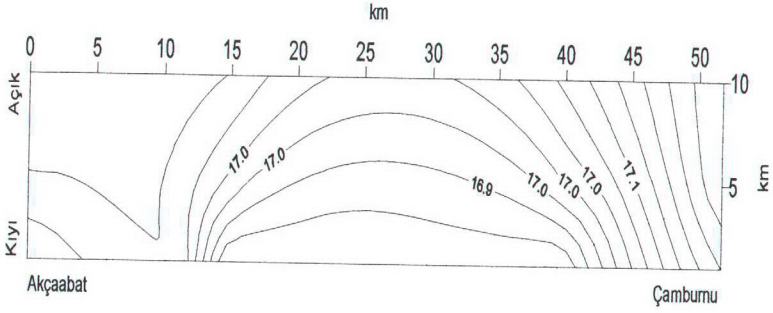
Ek Şekil 12. Çözünmüş oksijenin yüzeyde dağılımı (mg/l)



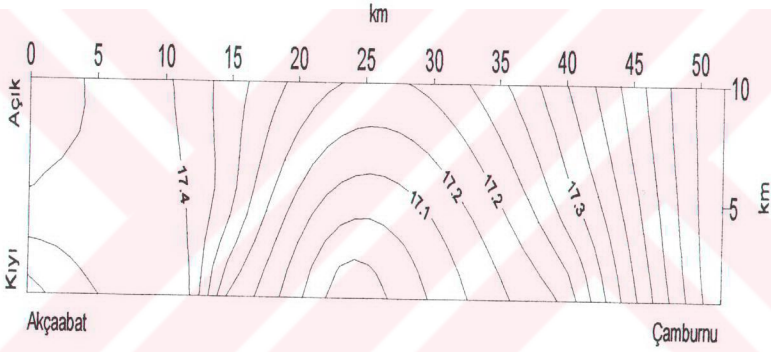
Ek Şekil 13. Çözünmüş oksijenin 10 metre derinlikte dağılımı (mg/l)



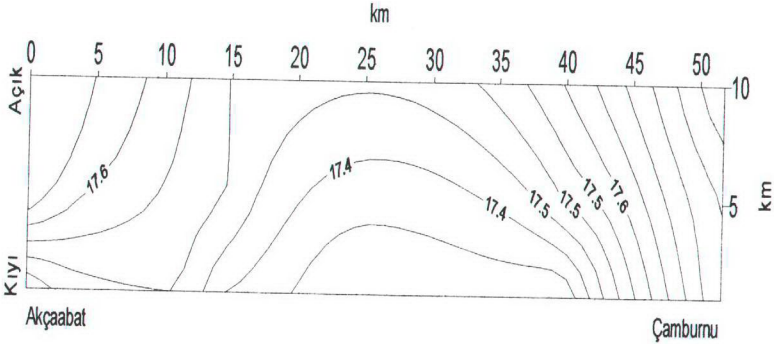
Ek Şekil 14. Çözünmüş oksijenin 25 metre derinlikte dağılımı (mg/l)



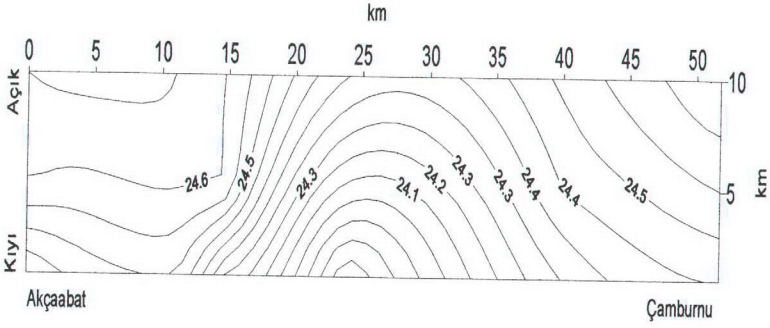
Ek Şekil 15. Tuzluluğun yüzeydeki dağılımı (%)



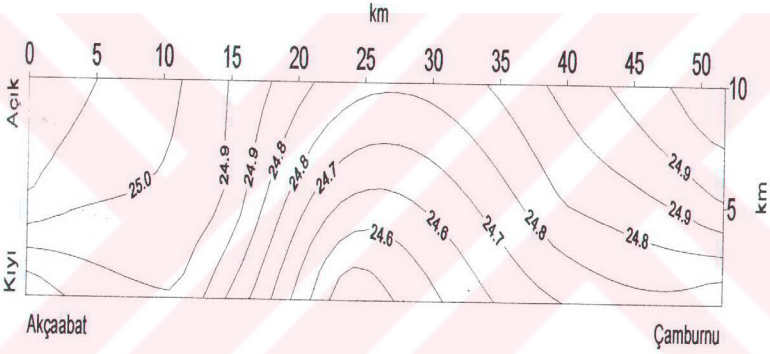
Ek Şekil 16. Tuzluluğun 10 metre derinlikte dağılımı (%)



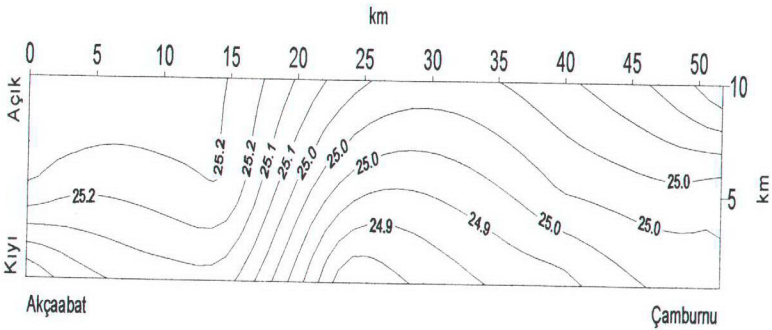
Ek Şekil 17. Tuzluluğun 25 metre derinlikte dağılımı (%)



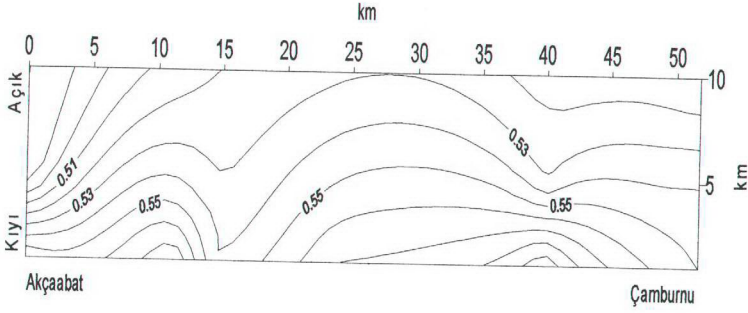
Ek Şekil 18. İletkenliğin yüzeydeki dağılımı (mmhos)



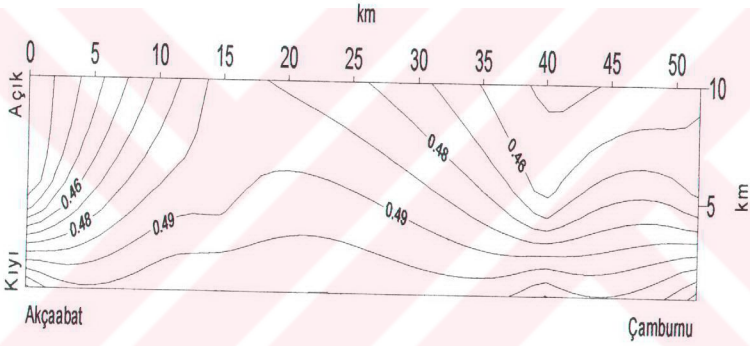
Ek Şekil 19. İletkenliğin 10 metre derinlikte dağılımı (mmhos)



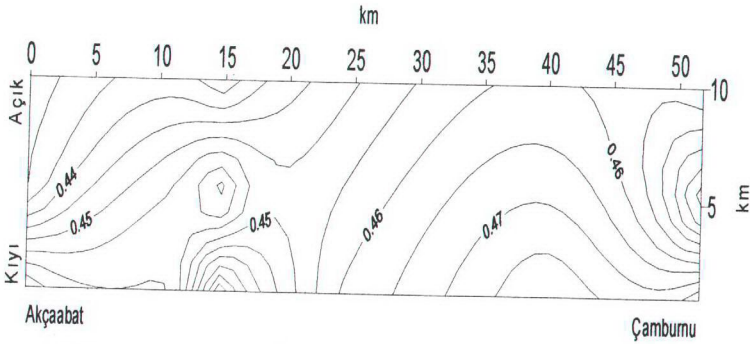
Ek Şekil 20. İletkenliğin 25 metre derinlikte dağılımı (mmhos)



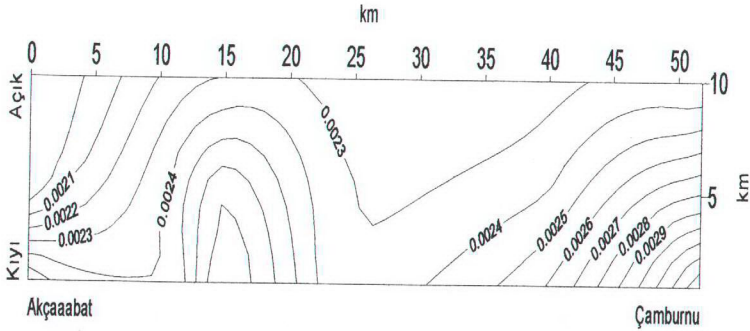
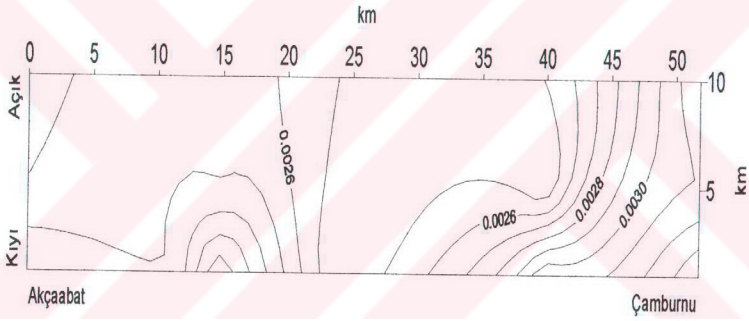
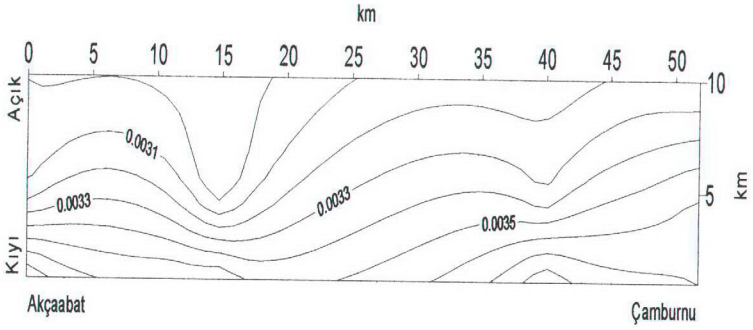
Ek Şekil 21. Nitratın yüzeyde dağılımı (mg/l)

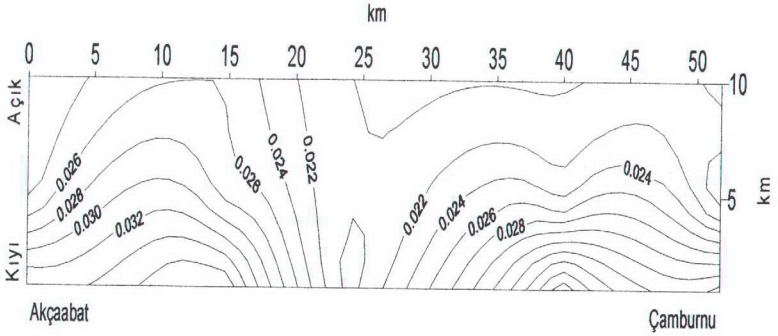


Ek Şekil 22. Nitratın 10 metre derinlikte dağılımı (mg/l)

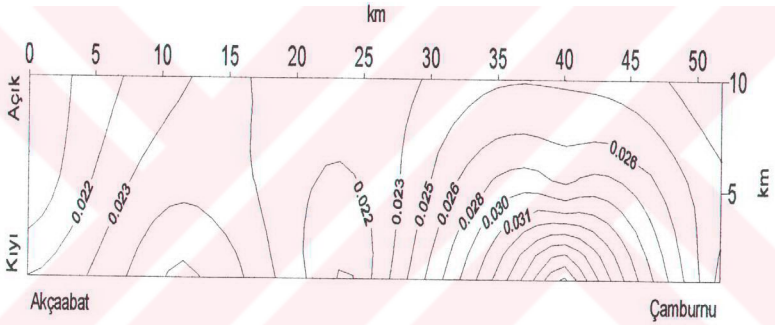


Ek Şekil 23. Nitratın 25 metre derinlikte dağılımı (mg/l)

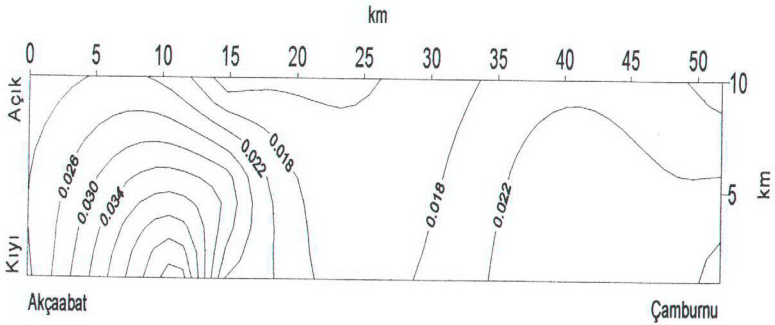




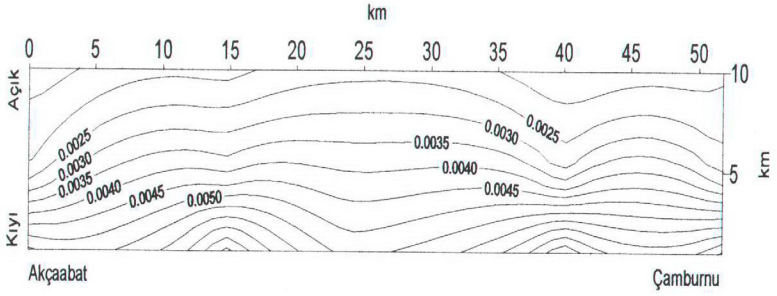
Ek Şekil 27. Fosfatın yüzeydeki dağılımı (mg/l)



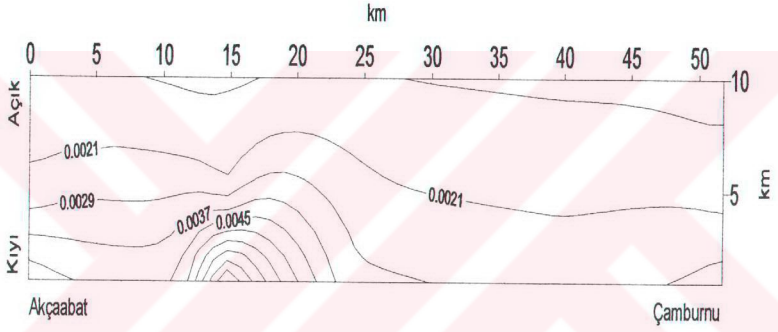
Ek Şekil 28. Fosfatın 10 metre derinlikte dağılımı (mg/l)



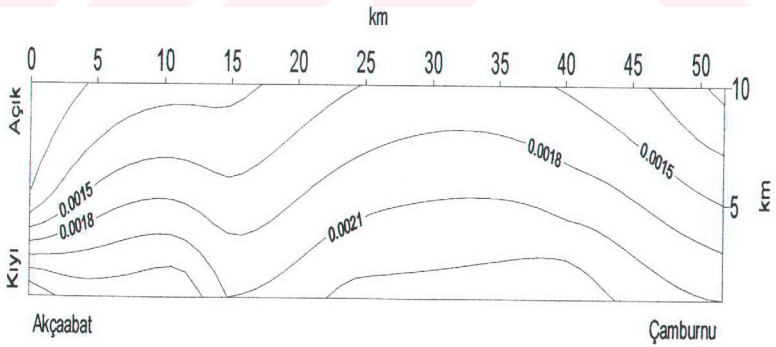
Ek Şekil 29. Fosfatın 25 metre derinlikte dağılımı (mg/l)



Ek Şekil 30. Demirin yüzeydeki dağılımı (mg/l)

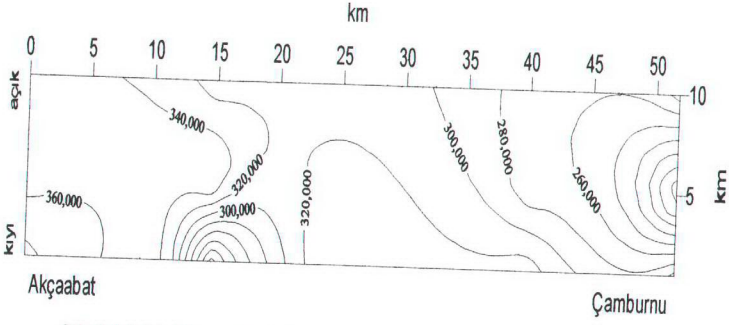


Ek Şekil 31. Demirin 10 metre derinlikte dağılımı (mg/l)

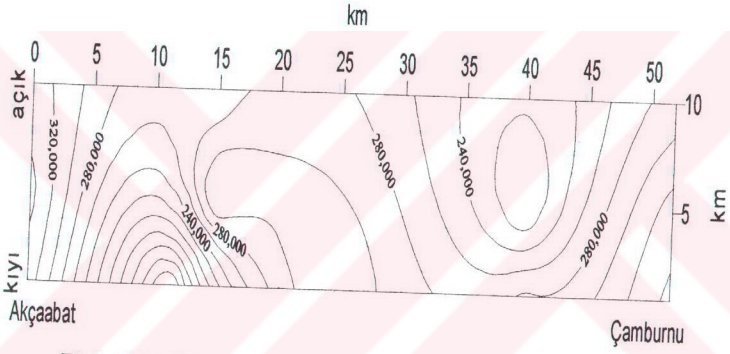


Ek Şekil 32. Demirin 25 metre derinlikte dağılımı (mg/l)

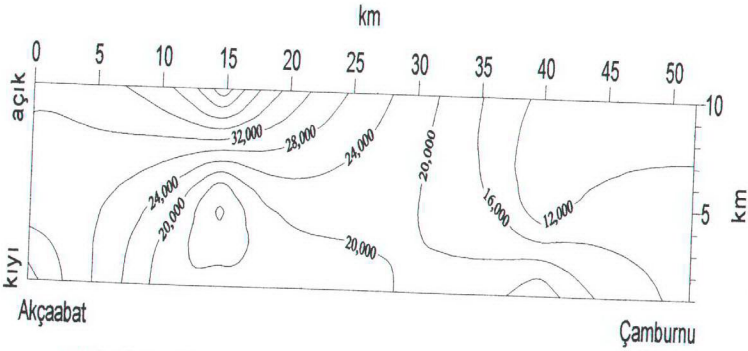




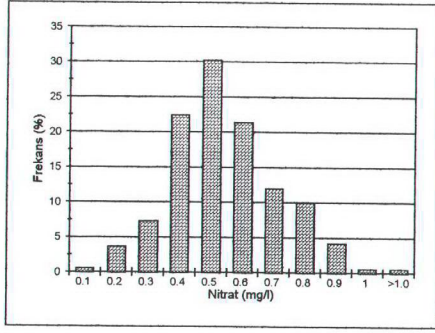
Ek Şekil 33. Hücre sayısının yüzeydeki dağılımı (Hücre/l)



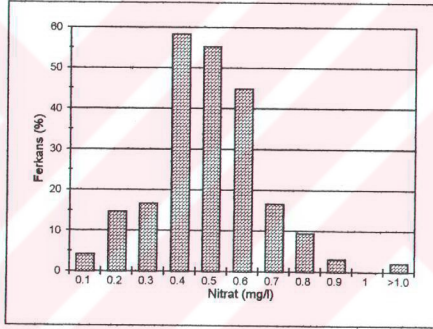
Ek Şekil 34. Hücre sayısının 10 metre derinlikte dağılımı (Hücre/l)



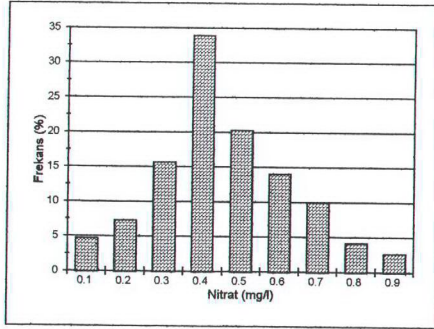
Ek Şekil 35. Hücre sayısının 25 metre derinlikte dağılımı (Hücre/l)



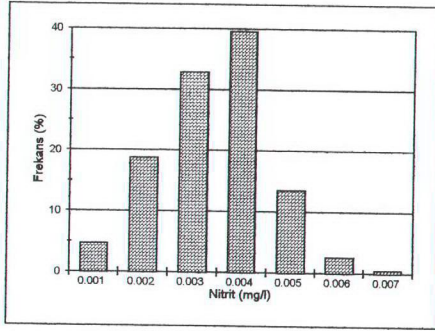
Ek Şekil 36. Nitratın yüzeydeki dağılımı



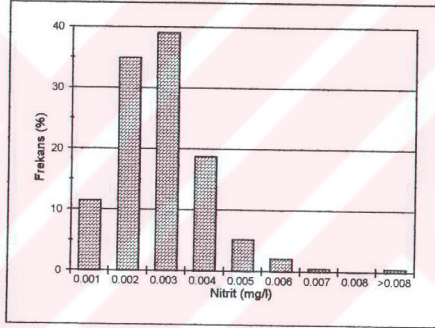
Ek Şekil 37. Nitratın 10 metredeki dağılımı



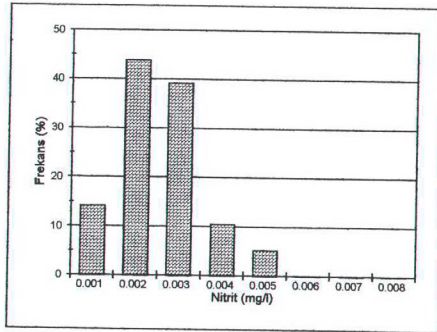
Ek Şekil 38. Nitratın 25 metredeki dağılımı



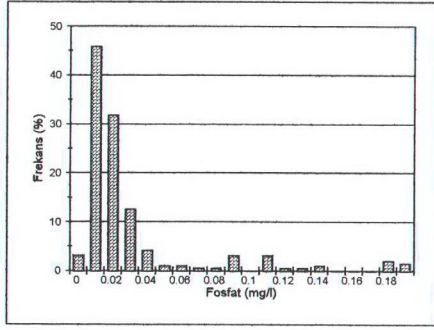
Ek Şekil 39. Nitritin yüzeydeki dağılımı



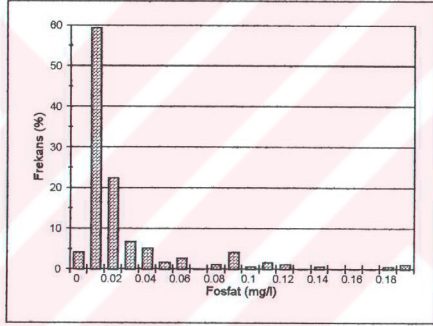
Ek Şekil 40. Nitritin 10 metredeki dağılımı



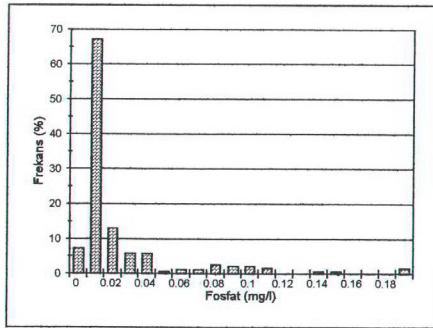
Ek Şekil 41. Nitritin 25 metredeki dağılımı



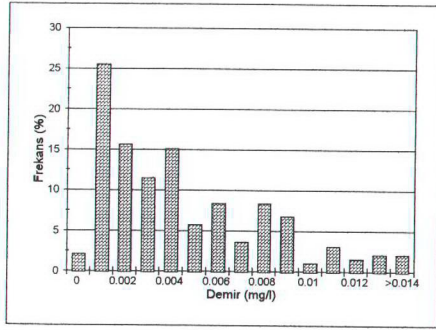
Ek Şekil 42. Fosfatın yüzeydeki dağılımı



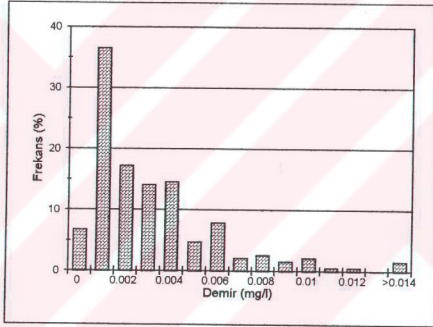
Ek Şekil 43. Fosfatın 10 metredeki dağılımı



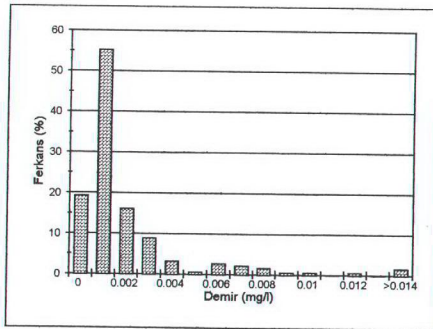
Ek Şekil 44. Fosfatın 25 metredeki dağılımı



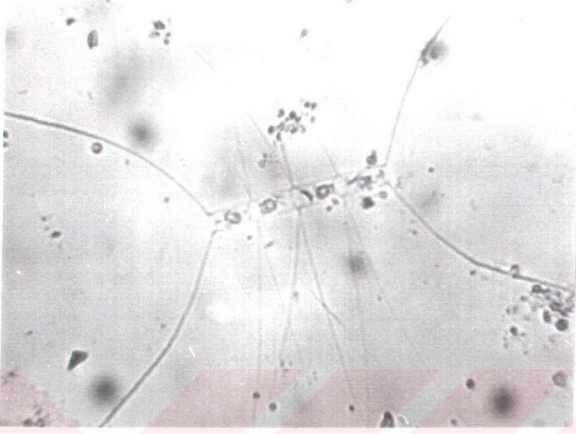
Ek Şekil 45. Demirin yüzeydeki dağılımı



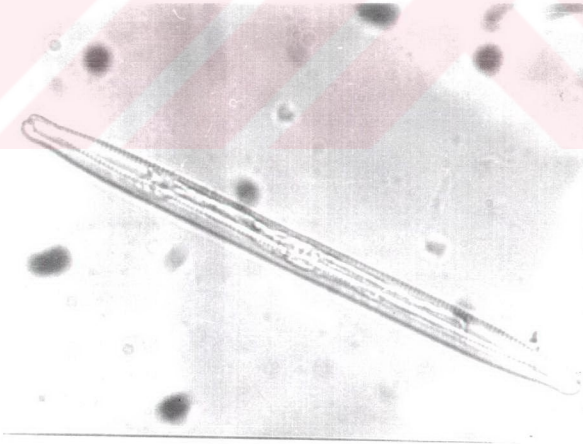
Ek Şekil 46. Demirin 10 metredeki dağılımı



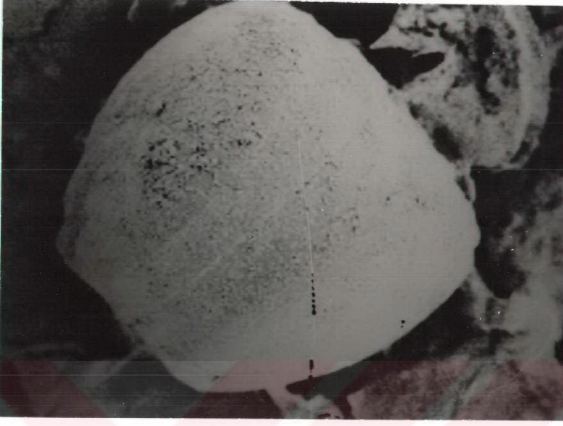
Ek Şekil 47. Demirin 25 metredeki dağılımı



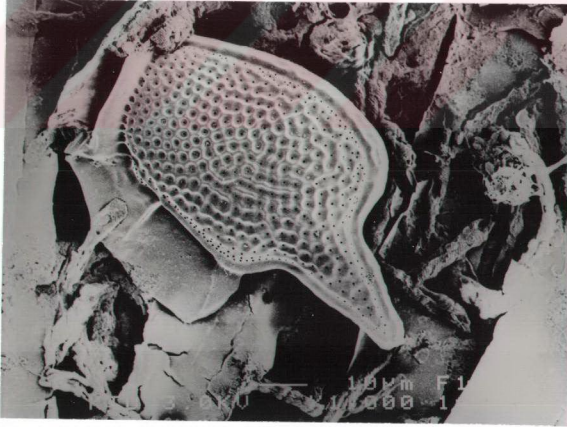
Ek Şekil 48. *Chaetoceros affinis*' e ait ışık mikroskobun görüntüsü (10 x 40).



Ek Şekil 49. *Synedra ulna*' ya ait ışık mikroskobu görüntüsü (10 x 40).



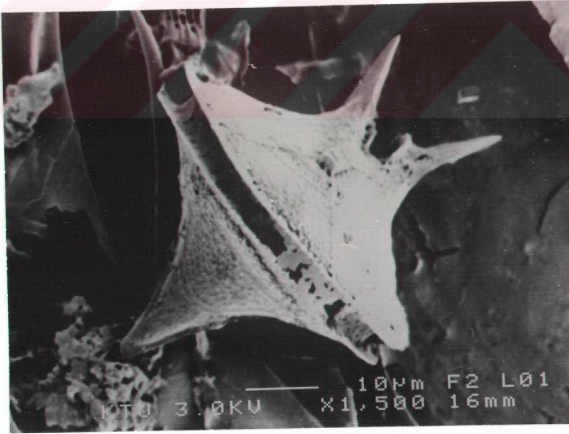
Ek Şekil 50. *Coscinodiscus granii*' ye ait SEM görüntüsü.



Ek Şekil 51. *Dinophysis caudata*' ya ait SEM görüntüsü.

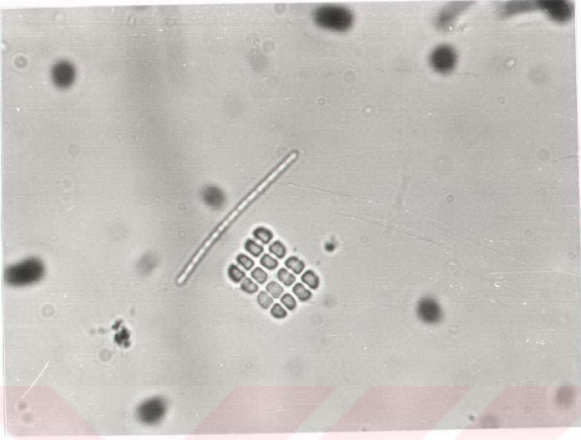


Ek Şekil 52. *Dinophysis fortii*' ye ait SEM görüntüsü.

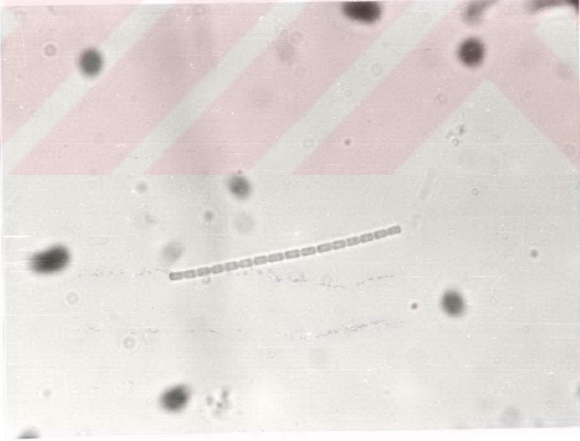


Ek Şekil 53. *Peridinium granii*' ye ait SEM görüntüsü.





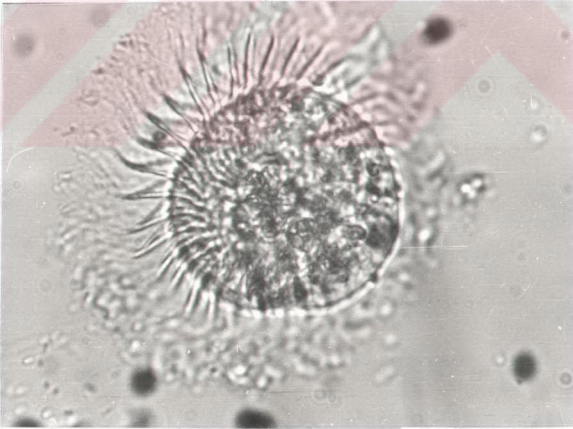
Ek Şekil 54. *Merismopedia elegans*' a ait ışık mikroskobu görüntüsü (10 x 40)



Ek Şekil 55. *Trochodesmium sp*' ye ait ışık mikroskobu görüntüsü (10 x 40).



Ek Şekil 56. *Ceratium tripos*' a ait SEM görüntüsü



Ek Şekil 57. Dinoflagellatlara ait resting sporun ışık mikroskobu görüntüsü  
(10 x 100).

## 9. ÖZGEÇMİŞ

1965 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk ve ortaokulu Trabzon'da, liseyi 1982 yılında Zonguldak'ta tamamladı. Aynı yıl Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü'ne girdi ve 1986 yılında mezun oldu. 1990 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 1990 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora programına başladı. 1992 yılında Portekiz'de NATO tarafından düzenlenen "Biofilm: Sciences and Technology" adlı yaz okuluna katıldı. Halen Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

Y. C. YÜKSEKOĞLU M. KURBAN  
BİRÜMANTASYON MURKEM