

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EGE DENİZİ PİKO, NANO VE
MİKROPLANKTON KOMÜNİTELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Tuba KISACIK

**Şubat, 2018
İZMİR**

**EGE DENİZİ PİKO, NANO VE
MİKROPLANKTON KOMÜNİTELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Canlı Deniz Kaynakları Programı

Tuba KISACIK

Şubat, 2018

İZMİR

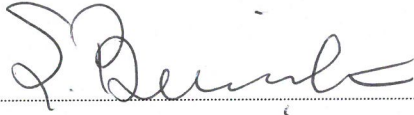
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

TUBA KISACIK, tarafından PROF.DR. NİHAYET BİZSEL yönetiminde hazırlanan “EGE DENİZİ PİKO, NANO VE MİKROPLANKTON KOMÜNİTELERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.



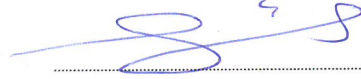
Prof. Dr. Nihayet BİZSEL

Yönetici



Prof. Dr. Şükrü Turan BEŞİKTEPE

Tez İzleme Komitesi Üyesi



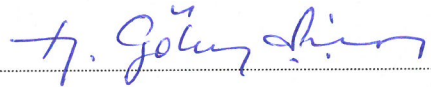
Prof. Dr. Gülnur METİN

Tez İzleme Komitesi Üyesi



Prof. Dr. Yeida AYHAN TURAN

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Gökmen ŞERHAN AYDIN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda uzun yıllar boyunca desteğini esirgemeyen, yönlendirmeleriyle yoluma ışık tutan danışmanım Prof. Dr. Nihayet Bizsel'e teşekkürü bir borç bilirim. Tez izleme komitesinde görev alan ve çalışma süresince fikir ve katkıları için Prof. Dr. Şükrü Turan Beşiktepe ve Doç. Dr. Gülnur Metin'e teşekkür ederim. Pikoplankton analizi sırasında değerli zamanını ayırdığı için ve harika misafirperverliği için Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Ülgen Aytan'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Sözkonusu çalışma TÜBİTAK 110Y193 nolu "Ege Denizi Ekosisteminin Biyoçeşitlilik Özellikleri: Plankton, Bentos, Bakteri" adlı proje ile 2012.KB.FEN.119 nolu "Ege Denizi Nanoplankton ve Dinoflagellat Komünitesinin Belirlenmesi" adlı Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) tarafından desteklenmiştir. Çalışma süresi boyunca elektron mikroskop analizlerinde yardımcı olan İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi çalışanlarına, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'nde organik karbon analizlerini gerçekleştiren Prof. Dr. Nuray Balkıs ve Yrd. Doç. Dr. Ahsen Yüksek'e, projedeki burslu doktora öğrencileri Janset Kayaalp, İlknur Tunçer ve tüm proje ekibine, örnekleme sırasındaki yardımları için R/V K. Piri Reis personeline ve emeği geçen tüm Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü çalışanlarına ayrı ayrı teşekkür ederim.

Son olarak, yaşamım boyunca attığım her adımda arkamda dimdik durduğunu bildiğim, sevgi ve desteklerini her zaman hissettiğim canım anneciğim, babacığım ve tüm aileme en derin şükranlarımı sunarım. Tez yazım aşamasında sevgi ve desteğini esirgemeyen, beni sürekli çalışmaya teşvik eden sevgili eşim, hayat arkadaşım Öğr. Gör. Dr. Doğan Kısacık'a teşekkürü bir borç bilirim. Bu tezi yazarken motivasyon kaynağım olan oğlum Umut'a teşekkür ederim.

Tuba KISACIK

EGE DENİZİ PİKO, NANO VE MİKROPLANKTON KOMÜNİTELERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZ

Ege Denizi birincil üretim ve besin tuzu konsantrasyonu bakımından dünyadaki en fakir (=oligotrofik) alanlardan biridir. Diğer oligotrofik ve subtropik okyanus bölgelerinde olduğu gibi burada da düşük biyomas değerleri genellikle Nanoplankton, *Synechococcus*, Proklorofitler ve küçük flagellalıları gibi canlıların daha baskın olmasıyla ilişkilidir. Öte yandan mikropilankton türlerinin de Ege Denizi'nde birey sayısı düşük olmasına rağmen çeşitliliği fazladır. Bu çalışmanın amacı bahar dönemi Ege Denizi açık sularındaki fitoplankton boy gruplarının komünite yapısını tespit etmek, fitoplanktonun fiziko-kimyasal değişkenler ile olan ilişkisini belirlemek ve fitoplankton boy gruplarına ait hücresel organik karbon değerlerini (biyomas) tespit ederek partikül organik karbondaki fitoplankton oranını değerlendirmektir. Söz konusu amaç doğrultusunda Ege Denizi'nde belirlenen 10 istasyondan Mart 2012'de su örnekleme yapılmıştır. Çalışmada toplam 220 taksa tespit edilmiştir ve bunların 160'ı tür seviyesinde tanımlanmıştır. Toplam mikropilankton bolluğu 31.148 ve 2.887.824 hücre/l, nanoplankton bolluğu 4.639 ve 1.081.020 hücre/l ve pikoplankton bolluğu 2.57×10^7 ve 8.81×10^7 hücre/l arasında değişmiştir. Ayrıca taramalı elektron mikroskopunda tanımlanan *Bacillariophyceae* ve *Prymnesiophyceae* gruplarına ait 4 tür Ege Denizi'nde ilk defa kaydedilmiştir. Yukarıda belirtilen tüm değişkenler bakımından çalışma alanında kuzey-güney yönlü farklılıklar gözlenmiştir. Fitoplankton bolluk ve biyoması ve tüm değişkenler kuzeyde daha yüksek değerlerde bulunurken, bu değerlerin güneyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki bulgular fitoplanktonun fiziko-kimyasal değişkenlerdeki küçük farklılıklarda bile büyük alansal değişimler gösterdiğini ortaya koymuştur. Temel bileşenler analizi sonuçlarına göre öfotik zonda ilk beş istasyonun yaklaşık 50 m derinliğe kadar olan kısmı diğer istasyonlardan net bir şekilde ayrılmıştır. SIMPER analizi ile kuzeyde diatom güneyde ise dinoflagellatların fitoplankton komünitesini yönlendiren sınıflar olduğu belirlenmiştir. Mekansal otokorelasyon analizi sonucunda fitoplankton boy grupları

ve fizikokimyasal değişkenler bakımından istasyonların kuzeyde yüksek mekânsal otokorelasyon gösterdiği ve anlamlı kümelenmeler oluşturduğu tespit edilmiştir. Güneyde ise istasyonlar arasında mekânsal otokorelasyon olmasına rağmen anlamlı kümelenmeler gözlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Fitoplankton, nanoplankton, *Synechococcus*, mekânsal otokorelasyon, oligotrofi, Ege Denizi



DETERMINATION OF THE COMMUNITIES OF PICO, NANO AND MICROPLANKTON IN THE AEGEAN SEA

ABSTRACT

Aegean Sea, in terms of its primary production and nutrients, is one of the most oligotrophic sea in the world. Like in most oligotrophic and subtropical oceanographic regions, low biomass values in the Aegean Sea are generally associated with the dominance of Nanoplankton, *Synechococcus*, prochlorophytes and tiny flagellates. On the other hand, the diversity of microplanktonic species is very high in the Aegean Sea, although their importance in terms of abundance is rather low. The aim of this study is to determine the spring community structure of phytoplankton size classes (pico-, nano-, microplankton) and their relationship with physico-chemical variables, and to evaluate phytoplankton (pico-, nano-, microplankton) organic carbon biomass with particulate organic carbon in the open waters of the Aegean Sea. A total of 220 phytoplankton taxa, 160 of them identified as the species level, were observed during the cruise at 10 stations in March 2012. Total microplankton abundance ranged between 31.148 and 2.887.824 cells/l; nanoplankton abundance ranged between 4.639 and 1.081.020 cells/l and picoplankton abundance ranged between 2.57×10^7 and 8.81×10^7 cells/l in the whole sampling area. Four species belong to *Bacillariophyceae* and *Prymnesiophyceae*, identified with scanning electron microscope, have found for the first time in the Aegean Sea. All parameters measured have been varied from the North to the South of the Aegean Sea. Their values have been varied from North to South in terms of phytoplankton abundance, biomass and other physicochemical parameters. The findings of this study have shown that phytoplankton showed large spatial changes even small differences in physico-chemical variables. In the euphotic zone about the first 50 m depth of the first five stations were clearly separated from the other stations according to the results of principal component analysis (PCA). SIMPER analysis revealed that diatoms and dinoflagellates direct the phytoplankton community in the north and south, respectively. According to the results of spatial autocorrelation analysis, stations had high spatial autocorrelation in the North

Aegean and they showed significant clusters in terms of phytoplankton size classes and physicochemical variables. In the South Aegean, although there was a positive spatial autocorrelation between stations, no significant clusters have been observed.

Keywords: Phytoplankton, nanoplankton, *Synechococcus*, spatial autocorrelation, oligotrophy, Aegean Sea



İÇİNDEKİLER

Sayfa

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xvi

BÖLÜM BİR-GİRİŞ..... 1

1.1 Genel Bilgiler	1
1.2 Mikrobiyal Döngü	2
1.2.1 Mikrobiyal Döngüyü Kontrol Eden Faktörler.....	3
1.2.1.1 “Bottom up” Kontrol	4
1.2.1.2 “Top down” Kontrol.....	5
1.3 Fitoplankton Tür Çeşitliliği ve Ege Denizi’ndeki durumu.....	5
1.4 Fitoplankton Hücre Boyutları, Biyohacim ve Biyomas	12
1.5 Denizlerde Organik Madde	13
1.6 Çalışma Alanının Fiziksel Oşinografik Özellikleri	14
1.7 Önceki Çalışmalar	17
1.7.1 Türkiye Denizleri ve Akdeniz’de Yapılmış Fitoplankton Çalışmaları .	17
1.7.2 Ege Denizi’nde Yapılmış Fitoplankton Çalışmaları	22
1.8 Çalışmanın Amacı	27

BÖLÜM İKİ-MATERYAL VE METOT 28

2.1 Araştırma Alanının Genel Özellikleri	28
--	----

2.2	Örnekleme ve Ölçümler	29
2.2.1	Örnekleme İstasyonları	29
2.2.2	Fiziksel Ölçümler	30
2.2.3	Kimyasal Ölçümler	30
2.2.3.1	Toplam Askıda Katı Madde (AKM)	30
2.2.3.2	Besin Tuzu ve Organik Karbon	31
2.2.4	Biyolojik Ölçümler	32
2.2.4.1	Klorofil-a Analizi	32
2.2.4.2	Fitoplankton Analizi	32
2.2.4.3	Synechococcus spp. ve Heterotrofik Bakteri	34
2.2.4.4	Fitoplankton hücrel organik karbon içeriği	35
2.3	İstatistiksel Analizler	36
2.3.1	Tür listesi ve frekans katsayıları	36
2.3.2	Shannon-Wiener (H') Tür Çeşitliliği ve Pielou Düzenlilik (J) İndeksleri	36
2.3.3	Korelasyon Analizi	37
2.3.4	Temel Bileşenler Analizi (PCA)	37
2.3.5	Birleştirici Hiyerarşik Kümelendirme Analizi (Cluster)	38
2.3.6	Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizi (MDS)	38
2.3.7	Örnek Grupları Arasındaki Farklılıklar (ANOSIM)	38
2.3.8	Komüniteyi Yönlendiren Türlerin Belirlenmesi (SIMPER, BVSTEP)	39
2.3.9	Mekansal Otokorelasyon	40
BÖLÜM ÜÇ-BULGULAR		42
3.1	Fiziko-kimyasal Değişkenler	42
3.1.1	Sıcaklık, Tuzluluk ve pH	42

3.1.2 Işık ve Secchi Disc	48
3.1.3 Çözünmüş Oksijen (ÇO)	49
3.1.4 Besin Tuzları	49
3.1.4.1 Kuzey Ege'deki İstasyonlarda Besin Tuzu Konsantrasyonları	50
3.1.4.2 Orta Ege'deki İstasyonlarda Besin Tuzu Konsantrasyonları	51
3.1.4.3 Güney Ege'deki İstasyonlarda Besin Tuzu Konsantrasyonları	52
3.1.5 Organik Madde	53
3.1.5.1 Toplam Organik Karbon (TOC) ve Çözünmüş Organik Karbon (DOC)	53
3.1.5.2 Partikül Organik Karbon (POC) ve Partikül Organik Azot (PON) ...	55
3.1.6 Askıda Katı Madde (AKM)	57
3.1.7 Klorofil-a	57
3.2 Fitoplankton	59
3.2.1 Mikroplankton	64
3.2.1.1 Diatom	67
3.2.1.2 Dinoflagellat	70
3.2.1.3 Diğer Gruplar	74
3.2.2 Nanoplankton	75
3.2.2.1 Nanoflagellatlar	79
3.2.3 Pikoplankton	79
3.2.3.1 Synechococcus spp.	80
3.2.3.2 Heterotrofik Bakteri	81
3.2.4 Ciliata	82
3.3 Hücresel Organik Karbon	83
3.4 İstatistiksel Bulgular	87

3.4.1 Fiziko-kimyasal Değişkenler ile Fitoplankton Grupları Arasında Yapılan Korelasyon Analizi	87
3.4.2 Temel Bileşenler Analizi (PCA)	89
3.4.2.1 Öfotik Zonda (0-100 m) Fitoplankton Verileri ve Fiziko-kimyasal Değişkenler	90
3.4.2.2 Afotik Zonda (100 m altı) Fitoplankton Verileri ve Fiziko-kimyasal Değişkenler	92
3.4.3 Fitoplanktonun Shannon-Wiener Tür Çeşitliliği (H') ve Pielou Düzenlilik (J') indeksleri	93
3.4.3.1 Kuzey Bölgesi İstasyonlarında Tür Çeşitliliği (H') ve Düzenlilik (J') İndeksleri	94
3.4.3.2 Güney Bölgesi İstasyonlarında Tür Çeşitliliği (H') ve Düzenlilik (J') İndeksleri	96
3.4.4 Fitoplankton Türleri Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelene ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizleri	98
3.4.4.1 Kuzey Bölgesi İstasyonlarında Türler Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelene ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizleri	98
3.4.4.2 Güney Bölgesi İstasyonlarında Türler Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelene ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizleri	100
3.4.5 Örnek Grupları Arasındaki Farklılıklar (ANOSIM)	102
3.4.5.1 Kuzey Bölgesindeki Örnek Grupları Arasında Belirlenen Farklılıklar	102
3.4.5.2 Güney Bölgesindeki Örnek Grupları Arasında Belirlenen Farklılıklar	104
3.4.6 Komüniteyi Yönlendiren Türlerin Belirlenmesi (SIMPER ve BVSTEP)	105
3.4.6.1 Kuzey Bölgesi İstasyonları	105
3.4.6.2 Güney Bölgesi İstasyonları	108

3.4.7 Mekansal Otokorelasyon.....	109
3.4.7.1 Toplam Mikroplankton Bolluğu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi	110
3.4.7.2 Nanoplankton Bolluğu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi	111
3.4.7.3 POC Konsantrasyonu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi	112
3.4.7.4 Fosfat Konsantrasyonu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi.....	113
3.4.7.5 Sıcaklık İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi.....	115
3.4.7.6 Mekansal Korelogram Grafikleri	116
BÖLÜM DÖRT-TARTIŞMA VE SONUÇ.....	120
4.1 Tartışma.....	120
4.2 Sonuç ve Öneriler	144
KAYNAKLAR	146
EKLER.....	186

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Ege Denizi ve diğer Akdeniz havzaları	1
Şekil 1.2 Denizlerdeki mikrobiyal döngü ve klasik plankton besin zinciri ile olan ilişkisi	3
Şekil 1.3 Ege Denizi havzaları	15
Şekil 2.1 Ege Denizi yüzey tabakası genel akıntı sistemi.....	28
Şekil 2.2 Örnekleme istasyonları	29
Şekil 3.1 Sıcaklık, tuzluluk ve pH değerlerinin istasyonlara göre dağılımı.....	45
Şekil 3.2 Sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk verileriyle oluşturulan T-S diagramı.....	47
Şekil 3.3 İstasyon 2 ve 4 de ışık ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) şiddetinin dağılımı	48
Şekil 3.4 İstasyon 2 ve 4 de ışığın ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) derinlik boyunca yüzde dağılımı	48
Şekil 3.5 Çözünmüş oksijen miktarının istasyonlara göre yatay kesit görüntüsü.....	49
Şekil 3.6 Besin tuzu konsantrasyonunun kuzeydeki istasyonlarda dikey dağılımı ...	50
Şekil 3.7 Orta Ege'deki istasyonlarda besin tuzu konsantrasyonlarının dikey dağılımı	51
Şekil 3.8 Güney Ege'deki istasyonlarda besin tuzu konsantrasyonlarının dikey dağılımı.....	52
Şekil 3.9 TOC ve DOC'nin istasyonlara göre dikey dağılımı	54
Şekil 3.10 Kuzey Ege'de POC ve PON konsantrasyonlarının dikey dağılımı	55
Şekil 3.11 Orta Ege'de POC ve PON konsantrasyonlarının istasyonlara göre dikey dağılımı.....	56
Şekil 3.12 Güney Ege'de POC ve PON konsantrasyonlarının istasyonlara göre dikey dağılımı.....	56
Şekil 3.13 AKM'nin istasyonlara göre dağılımının yatay kesiti.....	57
Şekil 3.14 Klorofil-a değerlerinin bölgesel dikey dağılımı.....	58
Şekil 3.15 Fitoplankton gruplarının istasyonlara göre dağılımı.....	62
Şekil 3.16 Toplam mikroplanktonun bolluk bakımından istasyonlara göre dikey dağılımı.....	64
Şekil 3.17 Toplam mikroplankton bolluğunun yüzey ve dip dağılımı	66
Şekil 3.18 Toplam mikroplanktonun sıcaklık ve tuzluluğa bağlı değişimi.....	67
Şekil 3.19 Diatom bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılımı.....	68

Şekil 3.20 Diatom bolluğunun yüzey ve dip değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	69
Şekil 3.21 Diatom bolluğunun sıcaklık ve silikat konsantrasyonuna bağlı değişimi.	70
Şekil 3.22 Dinoflagellat bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılımı.....	71
Şekil 3.23 Dinoflagellat bolluğunun yüzey ve dip değerlerinin istasyonlara göre dağılımı.....	72
Şekil 3.24 Dinoflagellat bolluğunun sıcaklık, nitrat ve fosfat konsantrasyonuna bağlı değişimi	73
Şekil 3.25 Diğer fitoplankton sınıflarının bolluk değerlerinin dağılımı	75
Şekil 3.26 Nanoplankton bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılımı	77
Şekil 3.27 Tanımlanan nanoplankton taksonlarının dağılımı	77
Şekil 3.28 Tanımlanamayan nanoplankton bolluğunun yüzey ve dipteki dağılımı ...	78
Şekil 3.29. a) <i>Minidiscus comicus</i> b) <i>Minidiscus trioculatus</i>	78
Şekil 3.30 Nanoflagellat türlerinin bolluk değerlerinin dağılımı.....	79
Şekil 3.31 <i>Synechococcus</i> sp. bolluk değerlerinin 5 ve 50 metre derinliklerde istasyonlara göre dağılımı.....	81
Şekil 3.32 Heterotrofik bakteri bolluk değerlerinin 5 ve 50 metre derinliklerde istasyonlara göre dağılımı.....	82
Şekil 3.33 Ciliata bireylerinin istasyonlara göre dağılımı.....	83
Şekil 3.34 Toplam mikrop plankton biyomasının istasyonlara göre dağılımı	84
Şekil 3.35 Hücresel organik karbonun fitoplankton gruplarına göre dağılımı.....	85
Şekil 3.36 Hücresel organik karbonun bölgelere göre dağılımı.....	86
Şekil 3.37 Çalışma döneminde öfotik zonda çevresel parametreler ve fitoplankton verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre istasyon ve derinliklerin dağılımı.....	91
Şekil 3.38 Çalışma döneminde afotik zonda çevresel parametreler ve fitoplankton verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre istasyon ve derinliklerin dağılımı.....	93
Şekil 3.39 Kuzey bölgesi istasyonlarında tür çeşitliliği ve düzenlilik indekslerinin dağılımı.....	94
Şekil 3.40 Kuzey bölgesi istasyonlarında tür sayısı (S), birey sayısı (N), tür çeşitliliği (H') ve düzenlilik (J') indeksleri	94

Şekil 3.41 Güney bölgesi istasyonlarında tür çeşitliliği ve düzenlilik indekslerinin dağılımı.....	96
Şekil 3.42 Güney bölgesi istasyonlarında tür sayısı (S), birey sayısı (N), tür çeşitliliği (H') ve düzenlilik (J') indeksleri	96
Şekil 3.43 Kuzeydeki istasyonlarda türler üzerine gerçekleştirilen hiyerarşik kümelenme analizi.....	99
Şekil 3.44 Kuzeydeki istasyonlarda türler üzerine gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme analizi.....	100
Şekil 3.45 Güney bölgesi istasyonlarında türler üzerine gerçekleştirilen hiyerarşik kümelenme analizi.....	101
Şekil 3.46 Güney bölgesi istasyonlarında türler üzerine gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme analizi.....	102
Şekil 3.47 Toplam mikrop plankton bolluğu için Moran dağılım grafiği.....	110
Şekil 3.48 Yüzey toplam mikrop plankton bolluk değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları.....	110
Şekil 3.49 Nanoplankton bolluğu için Moran dağılım grafiği.....	111
Şekil 3.50 Yüzey nanoplankton bolluk değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları	112
Şekil 3.51 POC konsantrasyonu için Moran dağılım grafiği.....	113
Şekil 3.52 Yüzey POC konsantrasyon değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları	113
Şekil 3.53 Fosfat konsantrasyonu için Moran dağılım grafiği.....	114
Şekil 3.54 Yüzey fosfat konsantrasyon değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları	115
Şekil 3.55 Sıcaklık için Moran dağılım grafiği.....	115
Şekil 3.56 Yüzey sıcaklık değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları	116
Şekil 3.57 Fitoplankton boy grupları ve bazı fizikokimyasal değişkenler için yapılan korelogram grafikleri.....	117
Şekil 3.58 Kimyasal değişkenler ve fitoplankton için yapılan korelogram grafikleri	118
Şekil 4.1 TOC, DOC ve POC değerlerinin Ege Denizi'ndeki dağılımı.....	124
Şekil 4.2 Ege Denizi'nde farklı boy gruplarının klorofil-a'ya ortalama katkısı	134

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 Boyutlarına göre fitoplanktonun sınıflandırılması.....	7
Tablo 2.1 Örnekleme istasyonlarının lokasyonları, maksimum derinlikleri ve Karadeniz suyunun izlendiği derinlik değerleri.....	30
Tablo 2.2 Fitoplankton hücresel organik karbon dönüşüm faktörleri.....	35
Tablo 3.1 Fiziko-kimyasal değişkenlere ait minimum, maksimum ve ortalama değerler	43
Tablo 3.2 Fitoplankton gruplarına ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri (hücre/L).....	60
Tablo 3.3 İstasyonlardan alınan su örneklerinde tanımlanan bazı fitoplankton taksonlarının frekans değerleri	62
Tablo 3.4 Kuzey, Orta ve Güney Ege'de <i>Synechococcus</i> ve heterotrofik bakterilere ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	80
Tablo 3.5 Piko, nano ve mikrop plankton hücresel organik karbon biyomasının POC konsantrasyonuna yüzde (%) katkısı	87
Tablo 3.6 Fiziko-kimyasal değişkenler ile fitoplankton arasında yapılan korelasyon analizi	88
Tablo 3.7 Öfotik ve afotik zonda fiziko-kimyasal değişkenler ile fitoplankton arasında yapılan korelasyon analizi.....	89
Tablo 3.8 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri.....	90
Tablo 3.9 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri.....	92
Tablo 3.10 Kuzey bölgesi istasyonlarında belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM sonuçları.....	103
Tablo 3.11 Kuzey bölgesi istasyonlarındaki örnek grupları	103
Tablo 3.12 Güney bölgesi istasyonlarında belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM sonuçları.....	104
Tablo 3.13 Güney bölgesi istasyonlarındaki örnek grupları	104

Tablo 3.14 Kuzeydeki istasyonlarda fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 39 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki en bol türlerin ortalama bolluk, ortalama benzerlik, benzerlik/standart hata ve toplam bolluğa katkıları .	106
Tablo 3.15 Kuzey istasyonlarındaki fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 39 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki benzersizliği oluşturan türlerin ortalama bolluk, ortalama benzersizlik, benzersizlik/standart hata ve benzersizliğe katkı değerleri	107
Tablo 3.16 Güneydeki istasyonlarda fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 54 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki en bol türlerin ortalama bolluk, ortalama benzerlik, benzerlik/stardart hata ve toplam bolluğa katkıları .	108
Tablo 3.17 Güney istasyonlarındaki fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 54 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki benzersizliği oluşturan türlerin ortalama bolluk, ortalama benzersizlik, benzersizlik/standart hata ve benzersizliğe katkı değerleri	109
Tablo 4.1 Önceki çalışmalarla sözkonusu çalışmanın fiziksel ve kimyasal değişkenler açısından karşılaştırılması	121
Tablo 4.2 İstasyonlara göre inorganik besin tuzlarının oranı.....	126
Tablo 4.3. Tespit edilen dinoflagellat türlerinin trofik durumlarına göre yüzde (%) değerleri	130
Tablo 4.4 Akdeniz ve Ege Denizi'nde <i>Synechococcus</i> ve heterotrofik bakteri ile ilgili yapılmış çalışmalar	136
Tablo 4.5 Hüresel organik karbon biyomas değerlerinin önceki çalışmalarla kıyaslanması	139

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

Dünyanın en büyük yarı-kapalı denizi olan Akdeniz; büyüklüğü, konumu ve morfolojisi ile birlikte çok karmaşık fiziksel dinamiklere sahiptir. Benzersiz termohalin özellikleri, çok tabakalı su sirkülasyonu, döngüleri ve farklı özellikteki havzaları ile (Şekil 1.1) özgün bir yapısı olan Akdeniz (Meybeck ve ark., 2007), biyolojik üretim bakımından da yeryüzündeki sayılı oligotrofik alanlardan biridir. Söz konusu oligotrofinin nedeni çok düşük inorganik fosfor konsantrasyonunun birincil üretimi sınırlamasıdır (Thingstad ve ark., 2005). Bununla birlikte, Akdeniz’de klorofil-a konsantrasyonu batıdan doğuya doğru azalmakta (Barale ve ark., 2008) ve plankton toplulukları da farklı bölgelerde farklı yapısal özellikler göstermektedir (D’Ortenzio ve Ribera d’Alcala, 2009).

Doğu Akdeniz’de bir havza olan ve Karadeniz, İyon ve Levant denizleri arasında bulunan Ege Denizi de karmaşık bir hidrografik ve ekolojik yapıya sahiptir. Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizi’ne ulaşan düşük tuzluluk ve sıcaklığa sahip Karadeniz suları yüzeyden Levant Denizi’ne; yüksek tuzluluk ve sıcaklığa sahip Levant suları ise dipten Karadeniz’e geçmektedir. Bu nedenle, Ege Denizi’nde tuzluluk güneyden kuzeye doğru göreceli azalmaktadır (Siokou-Frangou ve ark., 2002).



Şekil 1.1 Ege Denizi ve diğer Akdeniz havzaları

Ege Denizi suları, komşuları olan Levant ve İyon denizlerinden oldukça farklıdır. Ege Denizi genelde oligotrofi sınırları içerisinde kalmakla birlikte, Güney Ege Denizi besin tuzu, birincil üretim, fitoplankton ve balık yoğunluğu bakımından fakirdir. Klorofil-a konsantrasyonu ilkbahar başlangıcında birkaç alanda görülen alg patlamaları hariç 0,2 µg/l'nin altında ölçülmektedir. Kuzey Ege Denizi ise güney ile karşılaştırıldığında nispeten daha üretkendir.

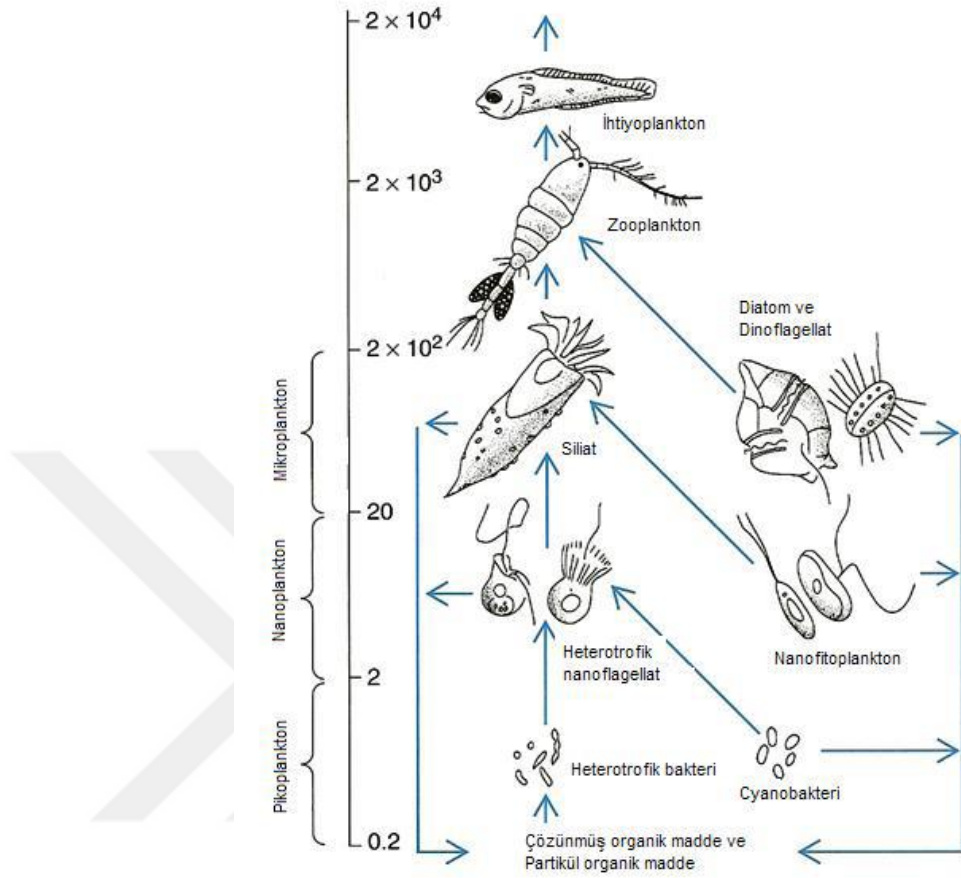
Hücre boyutu, besin tuzunun sınırlayıcı olduğu ortamda önemli bir faktördür. Küçük boyutlu fitoplankton türleri düşük besin tuzu konsantrasyonunun olduğu ortamda daha baskındır. Çünkü yüksek yüzey/hacim oranları küçük türlere besin tuzu alımında hacim başına daha fazla yüzey alanı sağlamaktadır. Bundan dolayı ortama daha iyi adapte olur ve daha fazla üreme şansı kazanırlar. (Siokou-Frangou ve ark., 2002). Ek olarak, küçük boyutları sayesinde su kolonunda daha uzun süre geçirecek ışığı hasat etme üstünlüğü kazanırlar (Finkel ve ark., 2010).

Rodos siklonik döngüsü ve Ege Denizi'nin kuzey bölgeleri hariç, sınırlı nutrient konsantrasyonu nedeniyle özellikle Ege Denizi yüzey sularında besin zincirinin ilk basamağı pikoplanktona kadar uzanmaktadır (Yılmaz, 2002). Fitoplankton içerisindeki pikoplankton (0.2-2 µm) boy grubuna ait türler klorofil-a ve birincil üretimde ağırlıklı bir rol oynar. Pikoplanktonun baskın olduğu sularda, mikrobiyal besin ağının etkin bir rol oynadığı bilinmektedir (Li ve ark., 1983).

1.2 Mikrobiyal Döngü

Denizel ekosistemlerde fotosentez yoluyla fikse edilen karbon, üst besin seviyelerine iki yoldan aktarılır. Birincisi mikroplanktonun (20-200 µm) mesozooplankton tarafından tüketildiği, **klasik besin zinciri** (Riley, 1975), ikincisi ise heterotrofik bakteri, cyanobakteri (*Synechococcus* ve *Prochlorococcus*), pikoökaryotlar ve ciliata grubunu içeren **mikrobiyal besin zinciridir** (Azam ve ark., 1983; Sherr ve Sherr, 1986). Mikrobiyal besin zincirinin temelini 0,2-2 µm boy aralığında yer alan pikoplanktonik organizmalar oluşturur (Sieburth, 1984) ve bunlar

denizlerde pelajik bölgede yaşayan canlı topluluğunun yüzde olarak büyük bir kısmını oluştururlar (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Denizlerdeki mikrobiyal döngü ve klasik plankton besin zinciri ile olan ilişkisi (Kopuz, 2012)

Son yıllarda mikrobiyal döngü, virüsler de dâhil olmak üzere, heterotrofik bakteriler, piko ve nano siyanobakteri, anoksik, aerobik-anaerobik fototrofik bakteri, heterotrofik flagellatlar, diatom ve mikrozooplanktonları içeren bir grup olarak tanımlanmıştır. (Van den Hoek ve ark., 1995; Sieburth, 1984; Erarslanoğlu, 2016).

1.2.1 Mikrobiyal Döngüyü Kontrol Eden Faktörler

Pelajik besin ağında kontrol mekanizmalarının önemi hala tartışmalı bir konu olmasına rağmen, kontrol mekanizmalarının rolü su kolonunun trofik durumuyla belirlenir. Besin ağındaki tüm organizmaların bolluk ve biyokütlesi besin tuzlarının artışıyla artar ancak her organizma bu duruma farklı yanıt verebilir (Christoffersen ve

ark., 1993; Jansson ve ark., 1996). Besin tuzu artışı komünite bileşenleri arasındaki etkileşimi değiştirerek pelajik topluluğun yapısını etkileyebilir. Hem deniz hem de tatlısu ortamlarındaki besin ağlarında ekosistem üretkenliği protistaların otlaması ile bakterilerin yukarıdan aşağı doğru (“top down” kontrol) ve organik karbon ve besin tuzlarının varlığına bağlı olarak bakterilerin aşağıdan yukarı doğru kontrol edilmesi esasına (“bottom up” kontrol) dayanır (Pace ve ark., 1990, Gasol, 1994).

Fenchel, (2008), pelajik mikrobiyal ekosistemlerde organizmalar arasında kompleks bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Besin maddeleri ve ışık için rekabet, ototrof ve heterotrof bakteriler arasındaki komensalizm, organik-inorganik maddelerin geri dönüşümü, hücre lizisi ve predasyon, virüsler, bakteriler, mikro algler ve onların predatörleri (Flagellat, siliyat ve mikrozooplankton) arasındaki ekolojik etkileşimlerde rol oynayan tipik süreçlerdir. “Top-down” (otlatma) ve “bottom-up” (besin tuzu varlığı, av miktarı) kontrol esas olarak mikrobiyal popülasyon yapısı ve çeşitliliğinden sorumludur ve deniz ekosistemlerinde ayrı ayrı değil aynı anda birlikte çalışırlar. Heterotrofik bakteriler sucul ekosistemlerde organik maddenin başlıca ayrıştırıcısıdır (Wetzel, 1982) ve trofik besin ağındaki mikroorganizmaların ana besin kaynağıdır. (Jurgens ve ark., 1999; Simek ve ark., 2001).

Besin tuzları ve otlatma ile bakteriyel biyokütle, üretkenlik ve komünite yapısının düzenlenmesi sucul mikrobiyal ekolojide temel bir konudur (Simek ve ark., 2001; Muylaert ve ark., 2002). Pelajik besin ağındaki yapısal değişiklikler heterotrofik flagellatlar gibi bazı grupların “bottom up” kontrolden “top down” kontrole dönmesine neden olmuştur. Düşük trofik seviyeler çoğunlukla “bottom up” kontrolden etkilenir. “Top down” kontroldeki değişikliklerin etkisi düşük trofik seviyelerde çok azdır (Sanders ve ark., 1994).

1.2.1.1 “Bottom up” Kontrol

Cho ve Azam (1990), fitoplankton ve bakteriyoplanktonun pelajik ekosistemlerde ototrofi ve heterotrofi ile yeni partikül madde üretebilen önemli organizmalar

olduğunu bildirmiştir. Pelajik sistemlerde toplam planktonik biyokütlenin önemli bir kısmı, bakteriyel biyokütledir ve bazen de bakterilerin katkısı, oligotrofik koşullardaki fitoplankton katkısından daha büyüktür (Cho ve Azam 1990; Simon ve ark., 1992). Göl ve deniz ekosistemlerinde heterotrofik ve ototrofik biyokütle oranı; besin tuzu ve fitoplankton biyokütlesinin artışı ile azalmaktadır (Gasol ve ark., 1997). Baines ve Pace (1991), birçok sucul ekosistemde fitoplankton tarafından üretilen atıkların, bakterilerin üremesi ve gelişmesi için önemli bir organik madde kaynağı olduğunu bildirmiştir. Bakteriler ve daha üst trofik seviyedeki organizmalar tarafından üretilen amonyum, fitoplanktonun büyümesi için kullanılmaktadır. Mikrobiyal düzeyde besin ağı etkileşimleri, pelajik bölgedeki karbon üretimini ve besin maddelerinin yenilenmesini ciddi bir şekilde etkiler (Sherr ve Sherr 1987). Oligotrofik koşullarda bakteriyel biyokütlenin toplam plankton biyokütlesine katkısı çok fazladır (Cho ve Azam 1990; Simon ve ark., 1992).

1.2.1.2 “Top down” Kontrol

Bakteriyoplankton, heterotrofik ve miksotrofik flagellatlar, siliyatlar, rotiferler ve kladoserler gibi çeşitli organizmalar tarafından otlanır (Sanders ve ark., 1989). Heterotrofik nanoflagellatlar bakteriyel biyomasın kontrolünden sorumlu temel gruptur (Callieri ve ark., 2002; Adamczewski ve ark., 2010). Flagellatlar bakteri popülasyonlarını tüketirken, siliyatlar da flagellatları tüketir. Siliyatlar, küçük heterotrofik flagellatların ve piko- ve nanofitoplanktonların tüketicileri olarak önemli bir rol oynamaktadır ve bu nedenle yüksek trofik seviyelere bir köprü görevi üstlenmektedir (Sanders ve ark., 1989, Zingel ve ark., 2007).

1.3 Fitoplankton Tür Çeşitliliği ve Ege Denizi’ndeki Durumu

Fitoplanktonik organizmalar okyanuslarda olağanüstü bir çeşitlilik gösteren canlı grubudur (Blankenship 2002). 1980’lerin sonuna doğru tüm dünya okyanuslarındaki fitoplanktonun yaklaşık 474-504 cins ve 3444–4375 türe sahip olduğu bildirilmiştir (Sournia ve ark., 1991). Denizel fitoplanktonun tür çeşitliliği çalışmaları uzun bir geçmişe sahiptir ve yüzyıllar boyunca araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir.

Modern moleküler teknikler fitoplankton çeşitliliğini yüksek hassasiyet ve verim ile tanımlama ve sayma yeteneğini geliştirmiştir. Ancak okyanuslardaki toplam tür sayısı, bunların evrimsel ilişkileri, bir arada nasıl yaşadıkları, hangi çevresel ve biyolojik değişkenlerin bu canlıların biyocoğrafyalarını etkilediği gibi birçok sorunun cevabı hala tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Fitoplankton biyoçeşitliliği genomik, filogenetik ve fizyolojik çeşitlilik olmak üzere üç farklı fakat aynı zamanda birbiriyle ilişkili bileşene ayrılabilir. Genomik çeşitlilik bir türün genomları arasında ortaya çıkan çeşitliliğidir. Türün kendi içinde olabileceği gibi türler arasında da ortaya çıkabilmektedir. Filogenetik (veya taksonomik) çeşitlilik genomik çeşitlilikten kaynaklanmaktadır, fakat daha çok farklı fitoplankton türleri arasındaki evrimsel ilişkilere odaklanmaktadır. Fizyolojik çeşitlilik ise sıcaklık ve ışıktan biyokimyasal bileşime hatta viral duyarlılığa kadar herhangi bir çevresel değişkene karşı fizyolojik, biyokimyasal ve davranışsal tepkileri ortaya koymaktadır (Johnson et al 2015). Kirlilik, aşırı avlanma, deniz ulaşımı ve diğer antropojenik etkiler nedeniyle Ege Denizi'nde biyolojik çeşitlilik ve toplam biyokütle azalmaktadır. Öte yandan, küresel iklim değişikliği, lesepsiyen türlerin sayısını arttırmakta ve bu durum yerli türler üzerinde baskı yaratmaktadır (Turan, 2015). Ege Denizi'nin fitoplankton tür çeşitliliği bakımından kuzeyi ile güneyi arasında belirgin farklar bulunduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ignatiades ve ark., 2002; Lykousis ve ark., 2002).

Fitoplankton temelde büyüklüğüne göre mikroplankton, nanoplankton ve pikoplankton olarak sınıflandırılır (Tablo 1.1- Sieburth ve ark., 1978). Bunlardan pikoplankton, *Synechococcus*, *Prochlorococcus* ve pikoökaryotlar olmak üzere 3 organizma grubu tarafından temsil edilir. Pikoplanktona dahil olan organizmalar denizlerde ve tatlı su göllerinde yaygın olarak bulunurlar. Çoğu oligotrofik ve mezotrofik alanlarda birincil üretimin büyük bir kısmı pikoplankton tarafından sağlanmaktadır (Li ve ark., 1983). Oligotrofik alanlarda bu oran % 90'a kadar ulaşırken ötrofik kıyısal alanlarda %30'un altındadır (Modigh ve ark., 1996). *Synechococcus*; oligotrofik ve mezotrofik sularda 10^8 hücre/l'ye kadar uzanan bir bolluğa sahiptir (Jacquet ve ark., 1998). Ege Denizi'nde pikoplankton türleri ortalama toplam klorofil-a'nın % 59'unu, toplam birincil üretimin ise % 65'ini

oluşturmaktadır (Magazzu ve Decembrini, 1995). Ancak bu değerler bölge, derinlik, mevsim ve kullanılan metoda göre büyük değişkenlikler göstermektedir. Genel olarak yüzey sularında Cyanobakteriler 10^7 h/l, heterotrofik bakteriler 10^9 h/l ve pikoökaryotlar 10^6 h/l seviyesindedirler (Campbell ve Vault, 1993). Küçük boyutları nedeniyle pikosiyanobakteriler yüksek bir av baskısına maruz kalmaktadır. Özellikle nanoplanktonik Protozoa ve daha büyük zooplankton türleri için temel besin kaynağıdır (Jyothibabu ve ark., 2013; Sliwinska-Wilczewska ve ark., 2018). Ayrıca pikosiyanobakteriler birincil üretimin büyük bir kısmını sağlamasının yanı sıra zararlı aşırı üremelere neden olmaları ve toksin üretmeleri nedeniyle deniz ve göl ekosistemlerinde halk sağlığını tehdit edebilmektedir (Sliwinska-Wilczewska ve ark., 2018).

Tablo 1.1 Boyutlarına göre fitoplanktonun sınıflandırılması (Sieburth ve ark., 1978)

Boyut	Sınıflandırma
20-200 μm	Mikroplankton
2-20 μm	Nanoplankton
0,2-2 μm	Pikoplankton

Synechococcus ilk kez 1979'da tanımlanmıştır (Johnson ve Sieburth, 1979). Tek hücreli, fotosentetik cyanobakteri *Synechococcus*, içerdiği fikoeritrin nedeniyle epifloresan mikroskobu aracılığıyla diğer plankton gruplarından kolayca ayırt edilebilmektedir. Bu türün hücre büyüklüğü 1 μm 'den daha küçük değerler ile 2-3 μm gibi daha büyük değerler arasında değişebilir ve su derinliğinin artması ile hücre büyüklüğü de artar (Köksalan, 2000). *Synechococcus* Akdenizin temel pikoplankton grubudur (Li ve ark., 1994; Uysal 2006; Uysal ve Köksalan 2006). Bununla birlikte *Synechococcus* tropik sulardan, kutup bölgelerine kadar çok geniş bir dağılıma sahiptir. Besince fakir ve zengin karışım sularının her ikisinde de genellikle baskındır (Vincent, 2000; Zubkov ve ark., 2000b). *Synechococcus* okyanuslarda birincil üretimin yaklaşık % 80'inden sorumludur ve fikse edilen karbonun % 10-60'ı tekrar heterotrofik bakteriler tarafından bakteriyel biyomasa çevrilip, üst basamaklara aktarılmaktadır (Ducklow ve ark., 1986). *Synechococcus*, atmosferdeki azotu fikse etme özelliği ile deniz ekosisteminde önemli bir yere sahiptir. Pikoplanktonik organizmalar ayrıca azot fiksasyonu, nitrifikasyon, denitrifikasyon, ve

remineralizasyon gibi ekolojik süreçlerde de önemli rol oynamaktadır (Valiela, 1995). Cyanobakteri ve proklorofitlerin baskın katılımcısı olduğu fotosentetik pikoplankton, okyanus ve göllerde karbon döngüsünde önemli rol oynamaktadır (Johnson ve Sieburth, 1979; Olson ve ark., 1990). Genellikle *Synechococcus* ve heterotrofik bakterilerin bolluk ve biyokütle değerleri en yüksek sayıya yaz ve sonbahar aylarında ulaşır (Li, 1998). *Prochlorococcus* genusunu tanımlamak için flow sitometrinin yanında epifloresan mikroskop, elektron mikroskop ve pigment analizi yapılabilir. Ancak epifloresan mikroskopta özellikle yüzey sularında düşük floresansdan dolayı hücre sayısının olduğundan daha az tahmin edilmesi ihtimaline karşı yüksek çözünürlüğe sahip uygun görüntü sistemleri kullanılmalıdır (Sieracki ve ark., 1995). Epifloresan mikroskopta yapılan *Prochlorococcus* tahmini flow sitometri ile yapılan tahminden yaklaşık 2 kat daha düşük olmaktadır (Ishizaka ve ark., 1994).

Okyanus ve denizlerde virüslerden sonra en bol bulunan organizma grubu heterotrofik bakterilerdir ve çözünmüş organik maddenin asimilasyonunda baskındırlar. Heterotrofik bakterilerin çoğu pelajik ekosistemde partikül organik madde üretiminin büyük bir kısmından sorumludur ve pikoplankton içerisinde hem biyomas hem de karbon akışı bakımından baskındırlar (Fuhrman ve ark., 1989; Malone ve Ducklow, 1990). Heterotrofik bakteriler organik madde miktarına bağlı olarak genellikle ötrofik lagünlerde 10^{10} hücre/l, kıyusal alanlarda 10^9 hücre/l ve açık denizde 10^8 hücre/l seviyesinde bulunmuştur (Ducklow ve Carlson, 1992). Okyanus ve denizlerde heterotrofik bakteriler tarafından gerçekleştirilen ikincil üretim birincil üretime büyük katkı sağlamaktadır (Sherr ve ark., 1997). Heterotrofik bakteriler su kolonunun üst kısmında birincil üretimin yaklaşık % 40'lık kısmını kullanırlar ve ~%50 verimlilikle üst besinsel seviyelere aktarımını sağlarlar (Fenchel, 1982).

Heterotrofik nanoflagellatlar 2-20 μm boya sahiptirler ve mikrobiyal besin ağında önemli rol oynarlar. Deniz ve tatlı su ortamında özellikle 5 μm 'den küçük olan heterotrofik nanoflagellatların, heterotrofik bakterilerin baskın otlayıcısı olduğu konusunda ortak görüş mevcuttur (Wikner ve Hagström, 1988; Sherr ve Sherr, 2002). Dinoflagellatlar ve siliyatlar da aktif bakterivorlardır, ayrıca nanoplanktonun etkili otlayıcılarıdır (Gasol ve ark., 1995; Weisse, 2002). Bu organizmalar flagellaları

ve silleri aracılığıyla su sirkülasyonunu sağlayarak, saatte kendi hacimlerinin 100 ila 1000 misli suyu işlemde geçirerek beslenirler (Munn, 2004). Aynı zamanda rotifer, kopepod ve kladoser gibi mesozooplanktona dahil organizmalar da nanoplankton avcıları olarak tanımlanırlar (Gasparini ve Castel, 1997; Merrell ve Stoecker, 1998). Heterotrofik nanoflagellatlar denizel ortamda 10^6 h/l seviyesinde bulunur (Sherr ve Sherr, 1984) ve genellikle sistemin besinsel durumuna bağlı olarak artış gösterir ve bakteri bolluğuna oranla ortalama 1000 kat daha az bulunurlar (Sanders ve ark., 1992).

Oligotrofik sularda mikrobiyal besin zincirinin ve karbon döngüsünün bir diğer temel bileşeni nanoplanktondur (Worden ve ark., 2004; Uysal 2006). Nanoplankton 2-20 μm boyutları arasındaki fitoflagellat, bazı çıplak türler, coccolithophoridler ve bazı diatomları içine alan gruptur. Bazı küçük tekali dinoflagellat türleri de (*Prorocentrum minimum* ve *P. balticum*, *Heterocapsa triquetra* ve *Scrippsiella trochoidea*) nanoplanktona dahildir. Bu türler Ege Denizi'nde yıl boyunca açık sulardan ziyade kıyusal sularda yoğunlaşmıştır. Öte yandan *Dictyocha fibula* var. *messanensis*, *D. polyactis*, *D. speculum* gibi nanoplanktonik silikoflagellatlar (Dictyochophyceae) Kuzey Ege Denizi'nde neredeyse tüm yıl boyunca gözlenmektedir (Türkoğlu ve ark., 2004a; Türkoğlu, 2007).

Birçok oligotrofik alanda olduğu gibi Ege Denizi'nde de cyanobacteria, nanoflagellat, coccolithophorid ve fitoflagellatlar gibi küçük boyutlu canlılar yoğundur (Yacobi ve ark., 1995; Ignatiades ve ark., 2002; Brunet ve ark., 2007). Küçük nanoflagellatlar Ege Denizi'nde hemen hemen tüm yıl boyunca hücre yoğunluğu bakımından baskındır. *Prymnesiophyceae* yılın birçok döneminde nanoflagellatların büyük bir kısmını temsil eder (Marty ve ark., 2002). Bunların içinde Coccolithophoridler Ege Denizi'nde yüksek tür çeşitliliği göstermektedir (Cros ve Fortuno, 2002). *Emiliania huxleyi* genellikle bu gruptaki en sık görülen türdür. Coccolithophoridler hem sonbahar hem de kış mevsiminde Ege Denizi, Rodos döngüsü (Gotsis-Skretas ve ark., 1999; Malinverno ve ark., 2003) ve Kuzey Ege Denizi'nde (Ignatiades ve ark., 1995) önemli popülasyonlar oluşturmaktadır. Ayrıca bahar ayında da Ege Denizi'nde önemli bir Coccolithophorid popülasyonu

rapor edilmiştir (Ignatiades ve ark., 2002; Türkoğlu ve ark., 2004a; Türkoğlu, 2007). Coccolithophoridler çok iyi fosilleşirler ve deniz tabanında birikirler. Bazı bölgelerde fazla miktarlarda üreyerek beyaz su olayına neden olurlar. Coccolithophoridlerin küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda önemli rolleri olduğu bilinmektedir. Bu canlıların dış kabukları CaCO₃'tan oluşmaktadır ve kabuklarını oluştururken denizlerdeki çözülmüş halde bulunan karbon kaynaklarını (HCO₃⁻ ve CO₂) kullanırlar. Böylece hem fotosentez sırasında hem de dış kabuklarını oluştururken dolaylı yoldan atmosferdeki ısınmaya yol açan fazla miktardaki karbonun emilimi sağlanmaktadır. (Reynolds, 2006).

Cryptophyceae türleri çoğunlukla alloksantin pigmentinin varlığıyla tespit edilir ve genellikle diatomların da bol olduğu kış ve bahar döneminde Girit Denizi'nde bollukları fazladır (Gotsis-Skretas ve ark., 1999). *Plagioselmis prolunga*, bu grupta en sık karşılaşılan türlerden biridir (Cerino ve Zingone, 2007).

Mikroplankton, 20-200 µm boyutları arasındaki Bacillariophyceae (Diatom), Dinophyceae (Dinoflagellat) gibi sınıfları içeren gruptur (Sieburth ve ark., 1978). Diatomlar tek hücreli ve filamentli yapılarıyla kendine özgü özellikler göstermektedir. Klorofil-a, c1 ve c2 ile fukoksantin pigmentlerini içerir ve silisyumdan oluşan kabuk veya dış iskelete sahiptir. Centrales ve Pennales olmak üzere iki temel ordoya ayrılır. Centrales ordosunda valvler genellikle silindirik ve hap kutusuna benzeyen bir dış kabuk yapısı vardır. Pennales ordosuna ait türlerde ise valvler uzundur. (Reynolds, 2006).

Asterionellopsis, *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia*, *Thalassionema*, *Thalassiosira* gibi 20 µm 'den büyük koloniyal ve mikroplanktonik diatom türleri Ege Denizi'nde baskındır. Şubat-Mart aylarında Ege Denizi'nde diatom artışı belirgindir (Duarte ve ark., 1999; Wassmann ve ark., 2000; Gacic ve ark., 2002). Ancak kıyısal sularda aşırı üreme görülürken açık denizde bu aşırı üremelere rastlanmamaktadır Girit Denizi'nde Ocak-Mart ayları arasında bazı diatom aşırı üremeleri gözlenmiştir ve bu üremeler toplam fitoplankton biyomasının %40-60'ına ulaşmıştır (Gotsis-Skretas ve ark., 1999). *Pseudo-nitzschia*, *Leptocylindrus* spp. *Pseudosolenia calcar-avis*,

Rhizosolenia spp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Chaetoceros* gibi koloni oluşturan türler bahar aylarında Ege Denizi'nde baskındır. Bu türler genellikle kıyılarda ve döngülerde yüksek klorofil-a üretimine neden olurlar (Fiala ve ark., 1994; Arin ve ark., 2002; Ignatiades ve ark., 2002; Zervoudaki ve ark., 2006, 2007).

Dinoflagellatlar tek hücreli, nadiren koloni oluşturan, boyları 200-300 µm'yi bulabilen karmaşık bir morfolojiye sahip türleri içermektedir. Klorofil-a, c1, c2 ve peridinin pigmentlerini içerirler (Delwiche, 2000). Bazı cinsler planktonik değildir ve yaşam döngüsünün bir bölümünü epifit olarak geçirirler (Reynolds, 2006). Ekolojik rolleri hala tam olarak bilinmeyen mikrop planktonik dinoflagellatların Ege Denizi'ndeki tür çeşitliliği oldukça yüksektir (Marino ve ark., 1990; Gomez, 2006). *Dinophysis* ve *Prorocentrum* cinslerine ait türler Kuzey Ege Denizi'nde oldukça önemlidir (Türkoğlu ve ark., 2004a; Türkoğlu, 2007). Yaygın cins *Ceratium* türleri, mikсотrofik (ototrof ve/veya heterotrof) olabilir (Smalley ve Coats, 2002). *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium* ve *Lessardia* cinslerine ait tekasız dinoflagellat türleri kesin olarak fagotrofiktir (diğer hücreleri yutarak beslenir) ve mikrozooplanktonun önemli bir parçasıdır (Sherr ve Sherr, 2007). Toksik fitoplankton türlerinin çoğu dinoflagellatlara ait türlerdir ve olası ani çoğalmaları sonucu sosyo-ekonomik açıdan yetiştiricilik alanlarında risk oluşturmaktadır. Ege Denizi'nde dinoflagellatlar özellikle tabakalaşmanın olduğu yerlerde baskındır ve çeşitliliği fazladır. *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Ceratium*, *Protoperidinium* ve *Oxytoxum* genuslarını da kapsayan bu sınıf üyeleri genellikle sıcak ve katmanlaşmış su tabakalarını tercih ederler. (Sherr ve Sherr, 2007) ve hatta belli bir derinlikte yoğunlaşabilirler (Cullen ve MacIntyre, 1998).

Su ve sedimandaki organik maddelerin bakteriyel bozunması sonucu inorganik azot (N) ve fosfor (P) serbest kalır. Bu serbest kalan azot ve fosfor fitoplanktonik üretim için kullanılmaktadır. Ancak bu elementlerin biyolojik üretimin devamlılığını sağlaması konsantrasyonlarından daha çok oranlarına bağlıdır. Karbon, azot ve fosforun okyanus sularındaki atomik oranları C:N:P=106:16:1 şeklindedir ve bu oran Redfield oran veya Redfield-Richards Oranı olarak bilinmektedir (Redfield, ve ark., 1963). Redfield oranına silikatın eklenmesiyle bu oran C:Si:N:P =106:15:16:1

şekline dönüşmüştür (Brzezinski, 1985). Bu oran denizlerdeki limitleyici elementin belirlenmesi için önemlidir ve kıyıya yaklaştıkça karasal girdilerden dolayı oranda sapmalar meydana gelebilir (Roberts ve ark., 2003).

1.4 Fitoplankton Hücre Boyutları, Biyohacim ve Biyomas

Fitoplankton komünitesinin boyut dağılımı karbon döngüsünde ve sucul besin zincirinde önemli bir rol oynamaktadır (Legendre ve Le Fèvre, 1991). Bununla birlikte ekosistemin fizikokimyasal özellikleri boyut dağılımını kontrol eden kilit faktörlerdir (Turpin ve Harrison, 1980; Rodriguez ve ark., 2001). Küçük organizmaların diğer fitoplankton sınıflarından daha bol bulunduğu katmanlaşmış oligotrofik sularda mikrobiyal besin zinciri etkilidir. Buna karşın dalgalı, çalkantılı ve besin yönünden zengin bölgelerde daha büyük boyutlu fitoplankton grupları klasik besin zincirini sürdürme eğilimindedir (Steele, 1974).

Küçük boyutlu türler besin tuzlarının limitleyici olduğu koşullarda büyük boyutlu türlere göre besin tuzu alımında daha başarılı olduğu için Ege Denizi'nin oligotrof olması boyut çeşitliliğine önemli bir katkı sağlamaktadır (Harris, 1986; Konstantinos ve ark., 2002).

Fitoplankton hücre sayımı, fitoplankton topluluklarının nicel olarak analizinde kullanılan geleneksel yöntemlerden biri olup, bu yöntemle taksonomik gruplar ve tür kompozisyonu da belirlenmiş olmaktadır. Ancak, sayım yönteminin bir dezavantajı, bu yöntemde yalnızca hücre sayılarının değerlendirilmesi ve farklı boy gruplarının biyomasta oluşturacağı farklılıkların dikkate alınmamasıdır. Çünkü, farklı boy gruplarına ait türlerin bulunduğu örneklerde yüksek hücre sayıları ile temsil edilen küçük bireyler, tüm biyomasın küçük bir bölümünü oluşturabilmesine karşın, sayıca az olan büyük boyutlu bireyler biyomasta önemli yer tutabilmektedir (Hillebrand ve ark., 1999). Sonuçta, hücre sayımlarının kullanılması, algal biyoması belirlemede yetersiz kalabilmektedir (Hillebrand ve ark., 1999; Smayda, 1978). Bu yüzden, fitoplankton biyomasının daha gerçekçi bir şekilde tahmini için hücre hacimlerinin hesaplanması yoluna gidilmiş, bu amaçla deniz ve tatlı su planktonu için eşitlikler

geliştirilmiştir. Bu yöntemde, hücre şekline göre fitoplankton hücresi bir veya birkaç geometrik şeklin bir araya gelmesinden oluşmuş bir şekle benzetilerek matematiksel eşitlikler kullanılmakta ve hücre hacmi hesaplanmaktadır (Hillebrand ve ark., 1999; Edler, 1979a). Bu yöntem, doğal ortamdan alınan karışık örneklerde farklı türlerin biyomasa yaptığı katkının belirlenmesi yönünden oldukça elverişli olup, hacim değerlerinden hücresel organik karbon miktarları hesaplanabilmektedir. Fitoplanktona ait organik karbon değerleri, sucul ortamda organik madde akışını incelemede önemli bir yere sahip olup, bu parametrenin partikül organik karbondan (POC) ziyade hücre hacimlerinden hesaplanması, detritus kökenli partikül maddeden kaynaklanan hatayı da önlemektedir (Verity ve ark., 1992).

1.5 Denizlerde Organik Madde

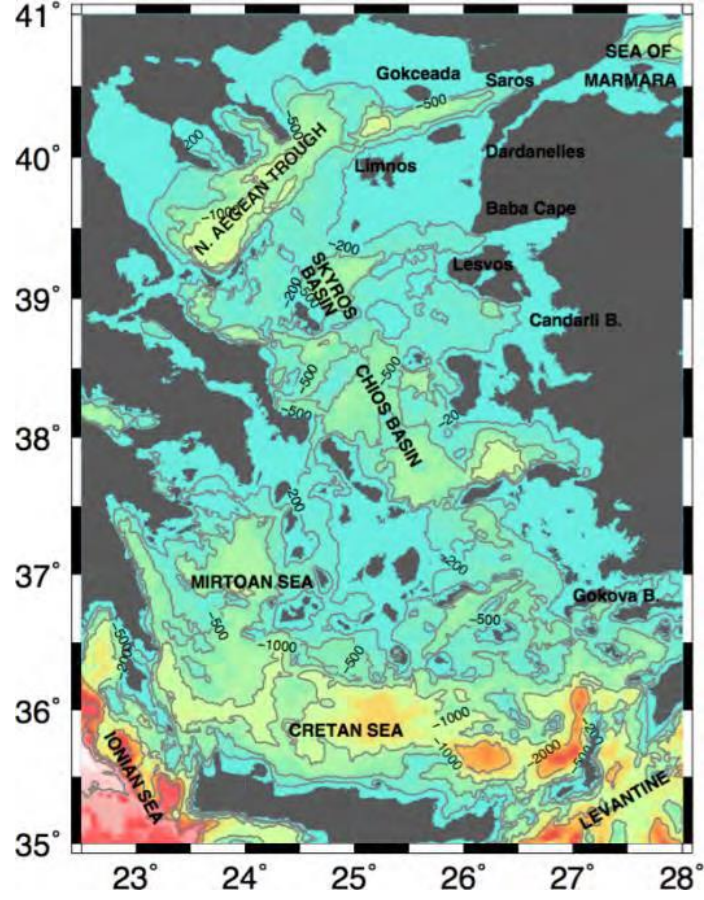
Deniz suyunun çözülmüş organik içeriğinin büyük bir kısmını karbon, azot ve fosfor oluşturmaktadır. Okyanustaki karbon akışı esas olarak birincil üretim büyüklüğü ve fotik bölgedeki biyokimyasal süreçlerin yanı sıra pelajik besin ağının karmaşıklığına, yani bileşenlerinin göreceli bolluğu veya biyokütleleri ile aralarındaki etkileşimlere bağlıdır. (Richardson ve ark., 1998; Bradford-Grieve ve ark., 1999). Çözülmüş organik karbon (DOC) ve partikül organik karbon (POC), karbon döngüsünde önemli bileşenlerdir ve sudaki besin ağında birincil besin kaynağı olarak görev yapmaktadır. POC, canlı ve cansız materyallerin tümünü kapsamaktadır. Deniz suyunda çözülmüş organik madde temininde dış kaynaklar olarak nehirler, atmosfer ve deniz sedimenti, iç kaynaklar olarak ise fitoplankton ve zooplankton rol oynamaktadır. Hung ve ark. (2000), deniz suyunda yüzeyde DOC konsantrasyonunun yüksek olduğunu ve derinlikle birlikte azaldığını bildirmiştir. DOC, çözülmüş organik fosfor (DOP) ve çözülmüş organik azot (DON) planktonik süreçlerle büyük oranda ilişkilidir. Atlantik Okyanusu'nun oligotrofik sularında DON:DOP oranının 28:1 olduğu tespit edilmiştir (Vidal, Duarte, ve Agusti 1999). DOC çözülmüş organik madde içinde büyük bir öneme sahiptir, çünkü DOC okyanuslardaki ana karbon havuzudur ve trofik besin zinciri üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir (Pettine ve ark., 2001). Sucul ekosistemlerde toplam organik karbon (TOC), ötrofikasyon seviyesini değerlendirmekte ve partikül ve çözülmüş organik

karbon konsantrasyonlarının toplamından oluşmaktadır (EPA, 2002). DOC, TOC'nin % 90'ını oluşturduğu için TOC'nin ana bileşenidir (Barakiewicz ve ark., 1995).

1.6 Çalışma Alanının Fiziksel Oşinografik Özellikleri

Ege Denizi küçük ve büyük çok sayıda ada ve yarımadanın varlığıyla dinamik bir kıyı yapısına sahiptir. 3000'den fazla ada ve adacıkla birlikte bu düzensiz kıyı yapısı küçük havzaları ve geçitleri oluşturmaktadır. Bunun sonucunda çok karmaşık bir dip yapısı ortaya çıkmıştır. Ege Denizi, güneyden Girit'in iki yanından Levant ve İyon denizlerine bağlanmaktadır. Kuzeyde Çanakkale Boğazı'ndan Marmara Denizi ve Karadeniz'e bağlanmaktadır. Ege Denizi birçok küçük havzaya sahiptir ancak, beş büyük havzası vardır: Girit Denizi, Ege Denizi'nin en güneyindeki en geniş ve maksimum 2500 m derinliği ile en derin havzasıdır. Girit Denizi ile Yunanistan arasında Myrtoan Denizi bulunur. Ege'nin orta kesiminde Sakız (Chios) ve İskiri (Skyros) havzaları bulunmaktadır. Kuzeyde, Ege'nin Kuzey Ege Geçidi olarak adlandırılan ve 1500 m derinliğe ulaşan ikinci en büyük havzası bulunmaktadır (Şekil 1.3). Bu havzalar ve komşu denizlerle olan bağlantılar, dolaşım kalıplarının geliştirilmesi ve Ege Denizi'ndeki su kütlelerinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. (Beşiktepe, 2015).

Ege Denizi'nde su kütleleri Karadeniz ve Levant Denizi'nin birleşiminin yanı sıra atmosferik ısınma ve soğuma nedeniyle oluşmuş yerel su kütlelerinden oluşmaktadır. Nehir girdileri de sınırlı da olsa Ege Denizi su kütlelerine katkıda bulunmaktadır (Gertman ve ark., 2006).



Şekil 1.3 Ege Denizi havzaları (Beşiktepe, 2015)

Yıl boyunca farklı yoğunluk ve hacimlerde 6 farklı su kütlesi tanımlamıştır: Karadeniz suyu (Black Sea Water), Levant ara tabaka suyu (Levantine Intermediate Water), Ege ara tabaka suyu (Aegean Intermediate Water), Girit dip suyu (Cretan Deep Water), Kuzey Ege dip suyu (North Aegean Deep Water) ve Orta Ege dip suyu (Central Aegean Deep Water). Yüzye Çanakkale Boğazı'ndan gelen düşük tuzluluğa sahip soğuk Karadeniz suyu ile Girit Boğazı boyunca Levant Denizi'nden gelen yüksek tuzluluğa sahip ve sıcak Levant ara tabaka suyu bulunmuştur. Ege Denizi'nin derin ve alt katmanları, yerel olarak oluşturulan üç farklı su kütlesi ile doldurulur; kuzeyden güneye ve çok yoğunundan daha az yoğununa doğru sırasıyla Kuzey Ege dip suyu, Orta Ege dip suyu ve Girit dip suyu şeklinde sıralanmaktadır. En yoğun dip suyu Ege Denizi'nin kış boyunca sığ bölgelerinde soğuma yaşanan kuzey sularında tespit edilmiştir. Bu yüzey ve dip suları arasında Ege ara tabaka suyu bulunmuştur. Bu su kütleleri arasında hacmi en az olan Karadeniz suyu, en fazla olan ise Ege ara tabaka suyudur. Hacimsel miktarlarına göre su kütleleri en düşükten en

yükseğe doğru Karadeniz suyu, Levant Denizi suyu, Ege ara tabaka suyu, Girit dip suyu, Kuzey Ege dip suyu ve Orta Ege dip suyu şeklinde sıralanmaktadır (Vervatis ve ark., 2011).

Bu su kütlelerinin hacimleri yıllar arasında değişse de bu sıralama aynı kalmaktadır. Ege Denizi'nin yoğun dip suları Levant havzasına doğru akmaktadır. Buna Doğu Akdeniz Taşınımı (**E**astern **M**editerranean **T**ransient) adı verilir. EMT, Akdeniz'in yoğun su kütlelerinin Adriyatik Denizi yerine Ege Denizi ile yer değiştirmesidir. EMT'den sonra Ege Denizi'ndeki tüm su kütleleri Levant Denizi'nden yoğun miktarda su girişi ile değişmiş ve yukarıda belirtilen su kütleleri yeniden düzenlenmiştir (Vervatis ve ark., 2011). EMT'nin mekanizması tam anlamıyla bilinmemektedir. EMT ile Ege Denizi'ndeki artan su yoğunluğu arasında bir bağlantı olduğu bilinmektedir. Tuzluluğu 39 psu'dan az olan Taşınan Akdeniz suyu (Transient Mediterranean water -TMW), Ege ara tabaka suyunun altında bulunmaktadır (Theocharis ve ark., 1999). Bu su kütlesi Doğu Akdeniz boyunca Ege Denizi'nden çıkan suyu dengelemek için Girit Boğazı yoluyla Güney Ege Denizi'ne girmektedir (Gertman ve ark., 2006).

Ege Denizi'nin genel su sirkülasyonu siklonik döngüler şeklindedir (Ovchinnikov, 1966). Adaların varlığı, karmaşık topografya ve meteorolojik şartlar, havzada mezo ölçekli siklonik ve anti-siklonik girdaplar oluşturmaktadır (Uçkaç, 2005). Siklonik girdapların biri Ege Denizi'nin orta kısmında, diğeri ise Sakız havzasında oluşmaktadır (Chios Eddy). Orta Ege'deki siklonik döngü açıkça görülmektedir. Bu iki döngü EMT'nin oluşumunda çok önemli bir rol oynamaktadır. Sıcak ve tuzlu Levant suları Girit yayının Doğu boğazları vasıtasıyla Ege'ye nüfuz etmektedir. Karadeniz suları Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizi'ne girmekte ve Kuzey Ege'de antisiklonik olarak dolaşmaktadır.

1.7 Önceki Çalışmalar

1.7.1 Türkiye Denizleri ve Akdeniz’de Yapılmış Fitoplankton Çalışmaları

Türkiye denizlerinde fitoplanktondan ilk bahseden araştırmacılar Ege Denizi’nde İzmir Körfezi’nde Numann (1955), Geldiay ve Ergen (1968), Bodrum, İskenderun ve Edremit körfezlerinde ise Gökalp (1972) olmuştur. Daha sonraki yıllarda Kıdeyş ve ark. (1989), Akdeniz’de yaptıkları çalışmada 62 diatom, 47 dinoflagellat türü bildirmişlerdir. Agawin ve ark. (1998) tarafından Akdeniz’de yürütülen bir diğer çalışmada *Synechococcus* spp.’nin mevsimsel bolluğu ve büyüme hızı rapor edilmiştir. Taş (2014), 2002-2004 yılları arasında Datça ve Bozburun Yarımadası denizel alanlarında diatom, dinoflagellat ve silikoflagellat gruplarına ait tür kompozisyonu ve bolluklarını belirlemiştir. Çalışmada toplam 132 taksa tanımlanmış ve bu üç gruba ait fitoplankton tür listesi hazırlanmıştır.

Öktem (1997), İzmit Körfezi’nde yaptığı çalışmada, mevsimsel fitoplankton değişimini incelemiştir. Tüfekçi ve Okuş (1998), İstanbul Boğazı’nda fitoplankton dağılımı hakkında bilgi vermişlerdir. Balkıs (2000a), Marmara Denizi’nde yaptığı doktora tezinde 7 gruba ait 125 fitoplankton türü belirlemiş, diatomların ve dinoflagellatların tür ve birey sayısı bakımından diğer gruplara oranla baskın olduklarını rapor etmiştir. Balkıs (2000b), Türkiye denizleri için 5 yeni dinoflagellat türünü (*Dinophysis odiosa*, *Oxyphysis oxytoxoides*, *Ceratium minutum*, *Scaphodinium mirabile*, *Podolampas palmipes*) bildirmiştir. Balkıs ve Koray (2001), Bozcaada’da yaptıkları çalışmada, *Pyrophacus vancampoae* türünü Doğu Akdeniz’den ilk kez bildirmişler ve aynı zamanda Türkiye denizleri için yeni kayıt olarak vermişlerdir. (Balkıs, 2004), 1974-2004 yılları arasını kapsayan, Marmara Denizi fitoplankton topluluklarına ait tür listesini verdiği derleme çalışmasında 8’i cins düzeyinde olmak üzere toplam 168 fitoplankton (2 Cyanophyceae, 73 Dinophyceae (% 43,5), 3 Prymnesiophyceae, 2 Chrysophyceae; 3 Dictyophyceae, 76 Bacillariophyceae (% 45,2), 2 Euglenophyceae, 3 Prasinophyceae ve 4 Chlorophyceae) türünü bildirmiştir. Aktan ve ark. (2005), İzmit Körfezi’nde fitoplankton bolluk ve karbon biyomasının dağılımını ve bunların ortam

parametreleri ile olan ilişkilerini ortaya koymuştur. Tür sayısı ve yoğunluk bakımından baskın grupların diatom ve dinoflagellatlar olduğunu bildirmiştir. Ayrıca körfezdeki birincil üretimin azot tarafından, bazı dönemlerde ise silikat tarafından sınırlandırıldığını bildirmiştir. Türkoğlu ve Erdoğan (2010), Çanakkale Boğazı kıyısız yüzey sularında 3 Temmuz ve 4 Ağustos 2002 periyodunda besin tuzları ve diğer bazı fizikokimyasal değişimlerle ilişkili olarak fitoplankton yoğunluğu, biyohacim ve klorofil-a düzeylerinin günlük dağılımlarını belirlemiştir. Balcı (2013), Gemlik Körfezi'nde fitoplankton dağılımı ve su kalite parametrelerini incelediği doktora tezinde Gemlik Körfezi'nin su kalitesinin kötü olduğunu ve körfezin ötrofikasyona maruz kaldığını bildirmiştir.

Polat ve Işık (2002), Türkiye'nin Kuzeydoğu Akdeniz kıyısında, yaptıkları çalışmada, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Dictyochophyceae ve Dinophyceae sınıflarına ait toplam 135 tür bildirmiştir. Bir başka çalışmada Türkiye'nin Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarında fitoplankton topluluğunun % 57,4'ünün diatomlar ve % 37,2'sinin dinoflagellatlar tarafından oluşturduğu bildirilmiştir (Polat ve Piner, 2002). Polat ve Koray (2002), Kuzeydoğu Akdeniz'de dinoflagellatlara ait *Histioneis* cinsi ve bu cinse ait altı türü Türkiye kıyısız suları için ilk kez rapor etmiştir. Polat (2002), Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarında fitoplanktona ait organik karbon biyomasını hesaplamış ve bunların hücre sayımları ve klorofil-a analizleriyle birlikte mevsimsel değişimlerini incelemiştir. Çalışmada fitoplankton biyohacim ve organik karbon içeriğinin yaz aylarında en yüksek olduğu bildirilmiştir. Polat ve ark. (2006), İskenderun Körfezi'nde yaptıkları çalışmada 39 fitoplankton türü bildirmiş ve toksin üreten dört türün bu bölgede aşırı artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Polat (2007a), Kuzeydoğu Akdeniz'de yaptığı çalışmada dinoflagellat türlerinden *Gonyaulax pacifica* türünü Türkiye kıyılarında ilk kez rapor etmiştir. Polat (2007b), Kuzeydoğu Akdeniz'de besin tuzu zenginleşmesinin fitoplankton komünitesine etkilerini araştırmıştır. Çalışma bölgesinde Bacillariophyceae, Dinophyceae, Cyanophyceae, Dictyochophyceae ve Prasinophyceae sınıflarına ait tür kayıtları verilirken diatom ve dinoflagellat tür sayısının baskın olduğu bildirilmiştir. Çalışmada besin tuzu zenginleşmesinin tür kompozisyonuna olan etkisi yerine biyokütleyle olan etkisinin daha fazla olduğuna değinilmiştir. Ignatiades, (2009),

yatay bir eksen boyunca tüm Akdeniz’de fitoplankton ve çevresel parametreleri araştırmıştır. Toplam 216 tür tespit edilmiş, bunların 48 tanesi diatom, 112 tanesi dinoflagellat ve 56 tür ise coccolithophoridlere ait olduğu bildirilmiştir. Özman-Say ve Balkıs (2012), İskenderun Körfezi’nde 2012 yılına kadar toplam 269 taksanın rapor edildiğini bildirmişler ve bu körfezde yaptıkları çalışmada 95 fitoplankton türü kaydetmişlerdir. Bu türlerden 12’si körfez için, biri ise (*Navicula transitans*) Türkiye denizleri için yeni kayıt olarak verilmiştir. Aktan (2011), Doğu Akdeniz’de 2006-2008 yılları arasında, yaz dönemlerinde 72 istasyonda gerçekleştirdiği çalışmada toplam 105 fitoplankton türü rapor etmiş, Dinophyceae ve Bacillariophyceae sınıflarının % 54 ve % 43 oranlarında en baskın iki grup olduklarını belirtmiştir.

Baytut ve ark. (2005) ise Karadeniz’in güney kıyı sularında yaptıkları çalışmada, 6 fitoplankton türünü (*Cosmarium formosulum*, *Cymbella cymbiformis*, *Cymbella inaequalis*, *Surirella ovalis*, *Aulacoseira granulata*, *Synedra ulna* var. *danica*) Türkiye denizleri için yeni kayıt olarak rapor etmişlerdir. Taş ve Okuş (2006), Karadeniz’in tüm Türkiye kıyılarını içeren 30 istasyonda yürüttükleri çalışmada 46 diatom türünün % 52,7 ve 30 dinoflagellat türünün % 36,4 oranı ile fitoplankton topluluğunun en önemli iki grubunu temsil ettiklerini bildirmişlerdir. Bu verilere benzer şekilde, diğer çalışmalarda da (Türkoğlu, 1999; Türkoğlu ve Koray, 2000, 2002) Karadeniz’de Dinophyceae ve Bacillariophyceae gruplarının fitoplankton topluluğu içerisinde kalitatif ve kantitatif açıdan diğer gruplardan baskın oldukları ortaya konulmuştur. Demircan ve Türkoğlu (2006), Sinop Körfezi’nde kış döneminde, fitoplankton topluluğu içerisinde dinoflagellatların ve diatomların en baskın grup olduğunu bildirmiştir. Feyzioğlu ve Ögüt (2006), Doğu Karadeniz kıyıları boyunca yaptıkları çalışmada, 1991 ve 2001 yılları arasında bölgede gözlemlenen beş red-tide olayındaki sorumlu fitoplankton türlerini (*Diplopsalis lenticula*, *Euglena acusformis*, *Eutreptia lanowii*, *Pyramimonas orientalis*, *Scrippsiella trochoidea* ve *Gymnodinium sanguineum*) bildirmiştir. Baytut (2010), Kızılırmak nehir ağzında fitoplankton kompozisyonunun besin tuzlarıyla olan ilişkilerini incelemiştir. Bölgede heterotrofik ve miksotrofik türlerin ototrofik türlerden daha baskın olduğunu ve çok sayıda potansiyel zararlı türün bulunduğunu bildirmiştir. Baytut ve ark. (2010), Samsun kıyılarında fitoplankton

kompozisyonundaki aylık değişimleri çevresel faktörlerle birlikte değerlendirmiştir. Bölgeden 76 tür Bacillariophyceae sınıfına ve 43 tür Dinophyceae sınıfına ait olmak üzere toplamda 129 taksa rapor edilmiştir. Çiftçi (2011), Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz’de 2000 yılı Ekim ayına ait fitoplankton kompozisyonunu araştırmıştır. Bu çalışmada 102’si tür düzeyinde toplam 111 taksa tespit edilmiştir. Karadeniz ve Ege Denizi’nde baskın türler açısından bir benzerlik olduğunu, özellikle *Emiliana huxleyi* türünün bu iki denizde de en bol bulunan tür olduğunu bildirmiştir.

Türkiye denizlerinde pikoplankton ile ilgili çok fazla çalışma yapılmamıştır. Şimdiye kadar bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı sayıda araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir (Uysal 2000, 2001, 2006; Feyzioğlu ve ark., 2004; Uysal ve Köksalan, 2006; Kahyalar 2007; Bayındırlı 2007; Gazihan-Akoğlu 2011; Kopuz 2012). Uysal (2000), Batı ve Güneybatı Karadeniz’de öfotik zonda *Synechococcus* spp’nin pigment, boyut ve dağılımını incelemiştir. Karadeniz kıyı sularında pikoplankton yoğunlukları, mevsimsel dağılımları ve birincil üretime olan katkıları Uysal (2001), tarafından yapılan çalışmada incelenmiştir. Uysal ve Köksalan (2006), Mersin Körfezi’nde yaptıkları çalışma ile *Synechococcus*’un haftalık değişimlerini incelemiştir. Feyzioğlu ve ark. (2004), Doğu Karadeniz’de yaz aylarında yaptıkları çalışma ile ototrofik pikoplankton *Synechococcus* spp.’nin bolluk dağılımını ortaya koymuşlardır. Türkoğlu (2005), Ocak-Aralık 1998 döneminde Sinop Körfezi’nde siyanobakteri bolluk, biyomas, şekil ve boyut dağılımını incelemiştir. Çalışma sonucunda pikoplanktonun toplam fitoplankton bolluğunun yaklaşık % 99’unu temsil ettiğini belirlemiştir. Aytan ve ark. (2017), Güneydoğu Karadeniz kıyısında piko, nano ve mikropikoplankton komünitelerinin tür kompozisyonu ve karbon biyomaslarını araştırmıştır. Çalışma sonucunda ototrofik ve heterotrofik biyomasın benzer değişimler gösterdiği ve Haziran ayında en yüksek değerine ulaştığı rapor edilmiştir. Ancak heterotrofik biyomasın yıl boyunca ototrofik biyomasa baskın durumda olduğu bildirilmiştir.

Uysal (2006), Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz’de *Synechococcus*’un su kolonundaki dikey dağılımını incelediği çalışmasında, farklı denizel ortamlarda hücre yoğunluğunun dikey ve yatay olarak önemli farklılıklar gösterdiğini

belirtmiştir. Kahyalar (2007), İskenderun Körfezi'nde yaptığı çalışmada *Synechococcus*'un yoğunluk ve biyomas değerlerinin mevsimsel olarak değişimini incelemiştir. Bayındırlı (2007), Kuzeydoğu Akdeniz Kilikya Baseni'nde pikoplankton (*Synechococcus* ve heterotrofik bakteriler) bolluk ve biyokütlelerindeki aylık değişimleri incelemiştir. Tanaka (2009), Kuzeybatı Akdeniz mesopelajik bölgesinde mikrobiyal döngü katılımcılarının fonksiyonunu ve yapısını rapor etmiştir. Gazihan-Akoğlu (2011), gerçekleştirdiği çalışmada planktonun küçük bileşenleri heterotrofik bakteriler, *Synechococcus* ve kamçılı organizmaların Mersin Körfezi kıta sahanlığının hızlı şekilde değişim gösteren fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine karşı verdikleri tepkileri incelemiştir. Kopuz (2012), Güneydoğu Karadeniz'de pikoplankton ve heterotrofik nanoflagellatların su kolonu içerisindeki dağılımları, ortam parametreleriyle olan etkileşimleri ve besinsel ilişkilerini saha, laboratuvar ve mikrokozmu deneyleri ile tespit etmiştir. *Synechococcus* bolluk ve biyomasının en yüksek değerine yaz aylarında öfotik bölgede ulaştığını bildirmiştir.

Lasternas ve ark. (2010), Akdeniz genelinde bakteriyoplankton ve fitoplankton bolluğunu araştırdıkları çalışmalarında, Marmara Denizi ve Güneybatı Karadeniz'i de örnekleyerek *Synechococcus* spp. ve heterotrofik bakteri bolluk ve durumunu da rapor etmişlerdir. Siokou-Frangou ve ark. (2010)'un, son 25 yılda Akdeniz açık bölgelerinde yapılan tüm çalışmaların bir derlemesini yaptığı çalışma, virüs, bakteri, fitoplankton, zooplankton kompozisyonunun ve topluluk yapısının incelendiği geniş kapsamlı bir araştırma olmuştur. Ototrof/heterotrof prokaryotlar, virüsler ve ökaryotların Akdenizin epipelajik bölgesinin baskın canlıları olduğunu bildirmiş, bununla birlikte araştırma sayısının yetersiz olmasına değinmiştir.

Cerino ve ark. (2012), Kasım 2006-Haziran 2008 arasında Adriyatik Denizi'nde fitoplanktonun alansal ve zamansal dağılımını incelemiştir. Çalışmada pikoplanktonun toplam bolluğun % 96'sını, toplam biyomasın % 49'unu temsil ettiğini bildirmiştir. Rekik ve ark. (2015a), Tunus kıyısal sularında Ekim 2009-Temmuz 2010 arasında piko-, nano- ve mikroplankton komünitelerinin dağılımını incelemiştir. Çalışmada toplam 90 mikroplankton türü tespit edilmiş ve pikoplankton

ise flow sitometrik yöntemle 6 gruba ayrılmıştır (*Prochlorococcus*, *Synechococcus*, nanoökaryotlar ve pikoökaryotlardan 3 belirgin alt grup). Pulina ve ark. (2016), Akdeniz’de küresel ısınmanın fitoplankton komünitesine etkisini araştırmak için kapalı ortamda deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Deniz suyunu farklı sıcaklıklarda (11, 14 ve 17 °C) inkübe etmiş ve yüksek sıcaklıkta küçük boyutlu türlerin çoğaldığı, büyük boyutlu türlerin ise azaldığını tespit etmişlerdir. Mena ve ark. (2016), Batı Akdeniz’de yaz mevsimi boyunca prokaryotik pikoplanktonun alansal dağılımını incelemiştir. Mouriño-Carballido ve ark. (2016), Kuzeybatı Akdeniz’de karışımın ve besin tuzu artışının pikoplankton kompozisyonu üzerine etkisini araştırdığı deneysel bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, nitrat miktarı arttıkça prokaryotik/pikoökaryotik ototrofik biyomasın azaldığı tespit edilmiştir.

1.7.2 Ege Denizi’nde Yapılmış Fitoplankton Çalışmaları

Ege Denizi’ndeki fitoplankton çalışmaları çoğunlukla Yunan araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Ülkemizde Ege Denizi’nde yapılan açık deniz çalışmaları yok denecek kadar azdır. Çalışmaların büyük çoğunluğu İzmir Körfezi ve Ege Denizi’ndeki diğer koy ve körfezlerle sınırlıdır.

İzmir Körfezi’nde fitoplankton ile ilgili ilk bilimsel çalışma, İzmir Körfezi’nde ilk kez balık ölümlerinin rapor edildiği çalışmadır (Numann, 1955). Sonraki yıllarda, Acara ve Nalbantoğlu (1960) İzmir Körfezi’nde red-tide olayından bahsetmiş, Ergen (1967) ise İzmir Körfezi mikrop plankton türleri üzerine kalitatif nitelikli ilk çalışmayı yapmıştır. Ardından Geldiay ve Ergen, 1968 yılında zırhsız deniz dinoflagellatları ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Kocataş ve ark. (1984), kirliliğin bentik ve pelajik ekosistemler üzerine etkilerini inceleyen araştırmasında ortamda aşırı miktarda üreyen planktonik organizmaların aşırı oksijen tüketimleri konusunun önemine değinmiştir. Koray (1985), İzmir Körfezi’nde nanoplankton ve mikrop plankton türlerinin kalitatif ve kantitatif dağılımları ile kalitatif örneklemelerde seçilen istasyonlar arasındaki benzerlikleri saptayıp, kümelenmeleri belirterek türler ve besleyici elementler arasındaki ilişkileri incelemiştir. Koray ve Büyükkışık (1987 ve 1988), İzmir Körfezi’nde fitoplankton türlerinin fizikokimyasal değişkenlerle olan

ilişkilerini incelemiş ve bu değişkenlerle bu canlıların primer ve sekonder ürünlerinin arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Koray (1992), potansiyel toksik ve zararlı fitoplankton türlerinin insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Aydın (1993), besin tuzunun fitoplankton üzerine sınırlayıcı etkilerini saptamak amacıyla monod kinetiği metoduyla ilgili çalışmalar yapmıştır. Koray (1994), potansiyel toksik ve zararlı fitoplankton türlerinin izlenmesinin önemine vurgu yapmış ve bu konuda stratejiler ortaya koymuştur. Aşırı üreme olaylarına neden olan faktörleri bildirmiştir. Parlak ve ark. (1994), fitoplanktonun gelişiminde etkili olan iz metallerin fitoplankton aşırı çoğalmalarıyla ilişkilerini araştırmıştır. Koray (1995), İzmir Körfezi'nde süksesyon, tür çeşitliliği ve besin tuzlarıyla ilgili kapsamlı bir çalışma sunmuştur. Koray (2001), Türkiye denizlerinde güncel kurallara göre bir fitoplankton kontrol listesi hazırlamıştır.

Bizsel ve ark. (2001), İzmir Körfezi'nde fitoplankton, klorofil-a ve fosfat ilişkisini mevsimsel olarak incelemiş, fosfatın fitoplankton tarafından kullanılarak fitoplankton artışını olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir. Bizsel ve Bizsel (2002), İzmir Körfezi'ndeki fitoplankton aşırı üreme olaylarını ve İzmir Körfezi için ilk defa gözlenen türleri (*Heterosigma cf. akashiwo* ve *Gymnodinium cf. mikimotoi*) rapor etmişlerdir. Bununla birlikte organizmalarla su kalite parametrelerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Bizsel ve Cirik, (2002), *Hermesinium adriaticum* türünü İzmir Körfezi'nde yeni kayıt olarak bildirmişlerdir. Çolak-Sabancı ve Koray (2005) tarafından yapılan araştırmada İzmir Körfezi'nde 1998-2001 yılları arasında fitoplankton tür çeşitliliği ve değişimi incelenmiştir. Çalışmada Atık Su Arıtma Tesisinden sonra tür çeşitliliğinde, istatistiksel olarak önemli pozitif artışın meydana geldiği saptanmıştır. Kükrer ve Aydın (2006), İzmir Körfezi Karşıyaka Yat Limanı'nda fitoplankton türlerinin zamana bağlı kompozisyonu ve fizikokimyasal ortam parametrelerindeki değişimleri araştırmışlardır. Süzal ve ark. (2008), Gediz nehri ağzındaki besin tuzlarının araştırıldığı çalışmada bu parametrelere ait verilerin oldukça yüksek olduğunu ve Chlorophyceae sınıfına ait *Scenedesmus* sp. türünün baskın olduğunu belirlemiş, Gediz nehrinin kirlilik derecesini ve İzmir Körfezi'ne olası etkisini ortaya koymuştur.

Çolak-Sabancı ve Koray (2007), atıksu arıtma tesisinin diatom tür kompozisyonuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 47 taksa tespit etmiştir. Kirliliğe karşı en duyarlı diatomların kalitatif tür dağılışı matrislerinin ötrofik bölgeleri ayırmaya yönelik hiyerarşik kümeleme analizlerinde kullanılabileceği bu çalışmanın sonuçları ile kanıtlanmıştır. İnanan (2007), İzmir Körfezi'nin 2004-2005 yıllarına ait yüzey suyu örneklerinde fitoplankton tür kompozisyonu ve çevresel faktörleri incelemiştir. Körfezde türlerin çeşitliliğinde ve yüzey suyunda düzelmeler gözlemlendiğini bildirmiştir. Sabancı (2011), Temmuz 2006-Haziran 2007 tarihleri arasında Homa Lagünü'nde diatom komünitelerindeki değişimleri incelemiştir. Diatom türlerinin epilitik, epifitik, epipsammik ve bazı pelajik diatomlardan oluştuğunu bildirmiştir. Toplamda 39 cinse ait 87 taksa tanımlanmıştır. Topçu (2011), 2009-2010 yılları arasında körfezde diatom türlerini tanımlamış, türlerin mevsimsel değişimlerini incelemiştir. Körfezde yapılan bu çalışmada İç Körfez'de hücre yoğunluğunun artışı ve ötrofikasyonun varlığına değinilmiştir.

Sabancı ve Koray (2011a), İzmir Körfezi'nde Ocak 1998-Aralık 2001 yılları arasında fitoplankton tür kompozisyonunu ve türlerin kalitatif ve kantitatif dağılımlarını incelemiştir. Bu çalışmada, körfezde Cyanophyceae, Dinophyceae ve Bacillariophyceae sınıfı üyeleri kaydedilmiş ve tür kompozisyonunda bölgesel ve zamansal değişimlerde dinoflagellat türlerinin baskın olduğu belirtilmiştir. Körfezde atıksu arıtma tesisinin devreye girmesiyle tür çeşitliliğinde belirgin değişimler olduğu bildirilmiştir.

Tümer (2012), İzmir İç Körfezde Üçkuyular Feribot İskelesi'nde belirlediği bir istasyondan gınaşırı örnekleme yaparak fitoplankton ile fizikokimyasal değişkenlerin zamana bağlı ilişkisini ve dağılımını araştırmıştır. Çalışmada tür sayısı ve bolluk bakımından Bacillariophyceae ve Dinophyceae sınıflarının baskın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada toksik ve potansiyel zararlı olabilecek türler tespit edilmiştir. Bu sonuçların körfezdeki ötrofikasyon ve kirlenmenin sonucu olduğunu bildirmiştir. Uzar (2015), İzmir Körfezi'nde dinoflagellat kist dağılımı ve bu dağılımı etkileyen değişkenleri incelemiştir. Dinoflagellat kistlerinin besin tuzu miktarının yüksek olduğu bölgelerde daha yoğun olduğunu bildirmiştir.

Güreşen ve Aktan-Turan, (2014), Gökçeada Deniz Parkı'nda fitoplankton ve çevresel değişkenlerin mevsimsel ve dikey dağılımlarını araştırmışlardır. Tespit edilen türlerin % 61'inin Bacillariophyceae, % 39'unun ise Dinophyceae sınıfına ait olduğunu bildirmişlerdir. Altuğ ve ark. (2011), Kuzey Ege ve Marmara Denizi'nde bakteri, fitoplankton, zooplankton, bentoz, balık ve Cetacea türlerini içeren kapsamlı bir araştırma yapmıştır.

Ege Denizi'nin Yunanistan kıyı ve açık deniz alanlarında yapılan çalışmalar ise 1960'lara kadar uzanmaktadır. Ignatiades, (1969), Ege Denizi Saronikos Körfezi'nde plankton net ile yapılan örnekleme ile fitoplankton kompozisyonunu belirlemiştir. Diatom bolluğunun yaz mevsiminde azalmasının nedeninin yüksek ışık yoğunluğu, ortamdaki fosfatın azalması ve aşırı otlatma olduğunu belirtmiştir.

Ignatiades, (1976), Güney Ege Denizi'nde diatom ve dinoflagellatların mevsimsel değişimini araştırmıştır. Mevsimlerin ve sıcaklığın fitoplankton büyümesi üzerine etkili olduğunu belirlemiştir. Becacos-Kontos, (1977), Petalion Körfezi'ndeki fitoplankton komünitesinin birincil üretim hızını araştırmıştır. Maksimum üretimin ortalama 20 metre derinlikte olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme alanının birincil üretim ve fitoplankton yoğunluğu bakımından oligotrofik karakterde olduğu bildirilmiştir.

Ignatiades, (1979), Güney Ege'de fitoplanktonun dikey dağılımını araştırdığı çalışmada diatom, flagellat ve coccolithophoridlerin dikey dağılımını değerlendirmek için varyans modeli analizi uygulamıştır. Tabakalaşmanın zayıf olduğu durumlarda diatomların su kolonunda eşit olarak dağıldığı, flagellat ve coccolithophoridlerin bazı derinliklerde kümelenme gösterdiği bildirilmiştir. Tabakalaşmanın güçlü olduğu dönemde tüm taksonlarda su kolonunun farklı derinliklerinde farklı bolluk değerleri gözlenmiştir. 10 metre derinlikteki fitoplankton bolluk değerinin 20 metre derinlikteki bolluk değerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ignatiades, Vassiliou ve Karydis, (1985), Saronikos Körfezi'nde toplam fitoplankton bolluğu, klorofil-a, hücre hacmi ve bu değişkenlerin reaktif fosfor ve nitrat ile ilişkisini parçalı korelasyon analiziyle ortaya koymuştur.

Pagou ve Gotsis-Skretas, (1990), Güney Ege, Levant ve İyon denizlerinde 1986 Mart-Nisan döneminde fitoplankton populasyonlarının dağılımını karşılaştırmıştır. Güney Ege'de diatomların, İyon Denizi'nde dinoflagellatların, Levant Denizi'nde ise Coccolithophorid'lerin baskın olduğunu bildirmiştir. Kormas ve ark. (1998), Ege Denizi'nin Yunanistan kıyılarında fitoplankton, bakteri ve protista bolluğunun mevsimsel değişimini araştırmıştır. İlkbahar ve yaz aylarında bakteri bolluğu ile fitoplankton arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. Christaki ve ark. (1999), ilkbahar ve yaz aylarında Ege Denizi'nde nanoflagellat komünitesinin 0-100 m derinlikteki dağılımını ve bolluğunu araştırmıştır. Ayrıca farklı trofik beslenme tipine sahip nanoflagellatların (ototrof, heterotrof, miksotrof) farklı boy gruplarındaki bakteri ve küçük hücrelerle beslendiklerini ortaya koymuştur. Psarra ve ark. (2000), Güney Ege'de Temmuz 1994-Ekim 1995 arasında birincil üretim ve fitoplankton kompozisyonunu araştırmıştır. Birincil üretim ve klorofil-a konsantrasyonunun en düşük yaz sonunda, en yüksek ise ilkbahar başlangıcında olduğu bildirilmiştir.

Ignatiades ve ark. (2002), Ege Denizi'nin kuzey ve güneyinde ilkbahar ve sonbahar döneminde boyut fraksiyonlu klorofil-a, birincil üretim, fotosentetik parametreler ve fitoplankton kompozisyonunun dikey, alansal ve zamana bağlı dağılımını araştırmıştır. Tüm değişkenler açısından Ege Denizi'nin kuzey ve güneyi arasında farklılıklar olduğu, bu farklılıklarda Karadeniz ve Levant denizlerinin etkisi olduğu, birincil üretimin Kuzey Ege'de Güney Ege'den daha fazla olduğu bildirilmiştir. Lykousis ve ark. (2002), Kuzey ve Güney Ege'de fitoplankton, birincil üretim, bakteriyel üretim, klorofil-a ve kimyasal parametreleri araştırarak Ege Denizi'ni kuzey-güney yönlü karşılaştırmıştır. Tüm değişkenlerin Kuzey Ege'de yüksek olmasına rağmen hala oligotrofi sınırları içerisinde kalması ile Ege Denizi'nin oligotrofik karakterini açıkça yansıttığı bildirilmiştir. Ayrıca Kuzey Ege'de mikrobiyal döngünün baskın olduğu bildirilmiştir. Mihalatou ve Moustaka-Gouni, (2002), Ege Denizi'nin ötrofik kıyısız alanlarında kış ve bahar periyodunda birincil üretim ile piko-, nano- ve mikropilankton bolluğunu incelemiştir. Çalışmada nano ve mikropilankton bolluğunun yüksek değişkenlik gösterdiği, pikoplanktonun ise nispeten daha yakın bolluk değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Psarra ve ark. (2015), Ege Denizi'nde 15 yıllık klorofil-a verilerini uzaktan algılama klorofil-a verileriyle kıyaslamıştır. Kuzey Ege'de uzaktan algılama verileriyle klorofil-a ölçümleri arasında büyük sapmalar gözlenirken, Güney Ege'de bu sapmaların daha az olduğunu bildirmiştir. Lagaria ve ark. (2016), Kuzey Ege'de Çanakkale Boğazı yakınında fitoplankton komünitesinin mevsimsel değişimini incelediği çalışmada, Karadeniz sularının fitoplankton biyoması ve üretimini etkilediğini bildirmiş, bu bölgedeki türlerin hücre boyutlarının Güney Ege'deki türlerden daha büyük olduğunu belirtmiştir. Ptacnik ve ark. (2016), planktonik mikrobiyal döngüde ışığın etkisini ortaya koymak için mesokozm deneyleri yapmıştır. Pikoplankton, piko boyutlu Cyanobacteria ve küçük flagellatların ışığa en hızlı cevap veren gruplar olduğu bildirilmiştir. Karatsolis ve ark. (2016), Kuzey Ege'deki coccolithophoridlerin tür kompozisyonunu ve alansal ve zamansal değişimlerini araştırmıştır. Elektron mikroskop yöntemiyle burada 95 coccolithophorid türü tespit etmiştir. Ignatiades, (2017), Kuzey Ege'deki 4 körfezde yaptığı çalışmada, fitoplankton türlerinin bolluğu, hücre boyutu, hücre hacmi ve karbon içeriğini istatistiksel analizlerle karşılaştırmış ve türlerin karbon içeriğinin hücre boyutlarıyla doğru orantılı olarak arttığını bildirmiştir.

1.8 Çalışmanın Amacı

Sözkonusu çalışmada çok az çalışmanın olduğu Ege Denizi açık sularında piko-, nano- ve mikrop plankton komünitelerinin bölgesel dağılımlarının ve Karadeniz ile Akdeniz su kütlelerinin bu dağılıma etkisinin fizikokimyasal değişkenler ile birlikte belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2012 Mart ayında Ege Denizi'nde uluslararası sulara kuzey-güney yönlü bir hat boyunca fitoplankton örnekleme yapılmış ve bununla birlikte fizikokimyasal değişkenler ölçülmüştür. Ege Denizi'nin kuzey, orta ve güneyinde fitoplanktonun boyut ve biyomas dağılımı incelenmiş, ototrof ve heterotrof türlerin alansal ve dikey dağılımları belirlenmiştir.

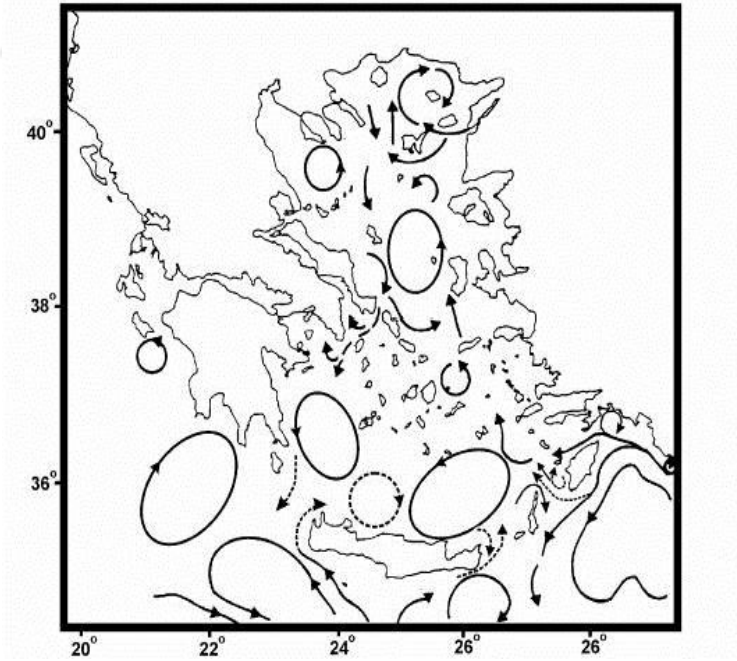
Bu çalışma Ege Denizi'nin açık sularında ülkemizde yapılan en kapsamlı araştırma olması nedeniyle önem taşımaktadır.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

2.1 Araştırma Alanının Genel Özellikleri

Ege Denizi, Türkiye ile Yunanistan arasında yer alan ve Doğu Akdeniz'i birbirinden bazı farklarla ayıran beş havzadan biridir. Güneyde Girit, Karpatos, Kasos ve Rodos Adalarıyla Akdeniz'den ayrılmıştır. Kıyıları girintili çıkıntılı bir dikdörtgen görünümünde, kuzey-güney doğrultusundaki uzunluğu 660 km, doğu batı yönündeki genişliği kuzeyde 270 km, orta bölümünde 150 km, güneyde ise 400 km olan Ege Denizi'nin toplam yüzölçümü 214.000 km² kadardır. Ege Denizi'nin Türkiye sınırları içerisinde kalan kıyı uzunluğu 2833 km olarak belirlenmiştir (Kocataş ve Bilecik, 1992). Ortalama derinlik 350 m civarındadır. 200 m derinliğe kadar olan çukurlar Kuzey Ege Denizi'nin % 54'ünü kaplamaktadır (Senirkentli, 2003).



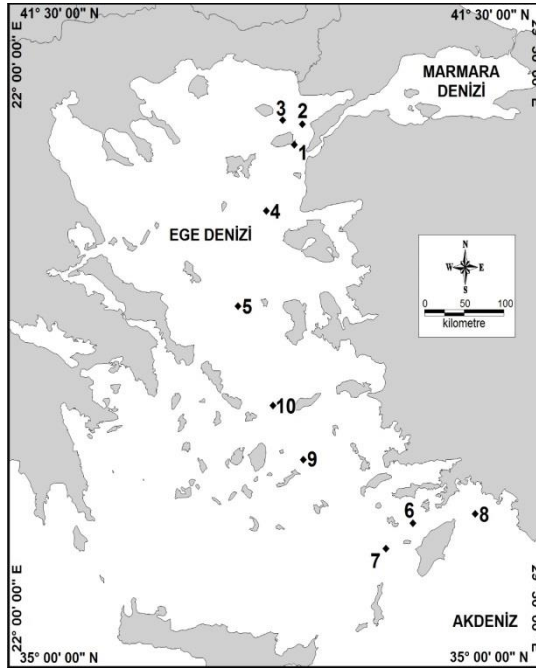
Şekil 2.1 Ege Denizi yüzey tabakası genel akıntı sistemi (Lykousis ve ark. 2002)

Ege Denizi'nin genel akıntı sistemi siklonik döngülerden oluşmaktadır (Şekil 2.1) ve Güney Ege'deki yüksek tuzluluğa sahip (>38,8 psu) Levant orijinli sular, Türkiye'nin Batı kıyıları boyunca dipten kuzeye doğru hareket etmektedir (Theocharis ve ark., 1999). Kuzey Ege'de ise Çanakkale Boğazı yoluyla Karadeniz'den gelen ve yüzeyden 20-30 metre derinliğe kadar ulaşan daha düşük yoğunluğa sahip (≈ 30 psu) yüzey suları (Theocharis ve Georgopoulos, 1993) batıya ve güneye doğru hareket ederek Levant orijinli sularla karışmaktadır (Stergiou ve ark., 1997a).

2.2 Örneklemeler ve Ölçümler

2.2.1 Örneklemeler İstasyonları

Örneklemeler istasyonları, Ege Denizi'nde uluslararası sulara kuzey-güney doğrultusunda belirlenmiş 10 noktadan oluşmuştur (Şekil 2.2, Tablo 2.1). 2012 Mart ayında bu istasyonlardan standart (0, 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 750, >1000 metre) derinliklerden su örneği CTD rozetiyle alınarak önceden asitle yıkanmış 5 lt'lik polietilen şişelere konulup, fitoplankton örnekleri lügel ile fikse edilmiştir.



Şekil 2.2 Örneklemeler istasyonları

Tablo 2.1 Örnekleme istasyonlarının lokasyonları, maksimum derinlikleri ve Karadeniz orijinli su kütlesinin izlendiği derinlik değerleri

İstasyon	Lokasyon	Kuzey	Doğu	Maksimum Derinlik (m)	Karadeniz orijinli su kütlesi
1	Kuzey Ege	40°07'.045 N	025°59'.419 E	72	8 m ve üstü
2	Kuzey Ege	40°19'.322 N	026°06'.322 E	522	25 m ve üstü
3	Kuzey Ege	40°21'.69 N	025°49'.74 E	899	25 m ve üstü
4	Orta Ege	39°28'.27 N	025°35'.99 E	207	Yok
5	Orta Ege	38°32'.35 N	025°12'.36 E	708	Yok
6	Güney Ege	36°24'.84 N	027°38'.95 E	703	Yok
7	Güney Ege	36°09'.83 N	027°16'.26 E	1035	Yok
8	Güney Ege	36°30'.23 N	028°31'.15 E	1235	Yok
9	Güney Ege	37°02'.240 N	026°07'.139 E	416	Yok
10	Orta Ege	37°33'.89 N	025°41'.60 E	661	Yok

2.2.2 Fiziksel Ölçümler

İletkenlik, sıcaklık ve yoğunluk ölçümleri CTD probu ile, pH ölçümü ise WTW Multi 340i marka taşınabilir ölçüm aletiyle “in situ” olarak arazide yapılmıştır. Işık şiddetinin kantitatif olarak belirlenmesinde LI-COR Spherical Quantum Sensor kullanılmıştır. Bulanıklık ölçümünde secchi disc kullanılmıştır.

2.2.3 Kimyasal Ölçümler

2.2.3.1 Toplam Askıda Katı Madde (AKM)

Toplam askıda katı maddeyi (AKM) belirlemek amacıyla 0,45 µm göz açıklığındaki selüloz filtre kullanılmıştır. Bunun için etüvde 105° C’de 24 saat bekletilen ve daha sonra desikatörde en az 2 saat tutulduktan sonra hassas terazide (Sartorius) kuru ağırlığı belirlenen filtreden 0,5-2 lt hacminde deniz suyu örneği geçirilmiştir. Daha sonra filtre tekrar etüvde 105 ° C’de 24 saat bekletilip desikatörde de en az 2 saat tutulduktan sonra son tartımı alınmış ve AKM aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$AKM \text{ (mg/L)} = (\text{son filtre ağırlığı (gr)} - \text{ilk filtre ağırlığı}) / \text{süzülen hacim(ml)} * 1.000.000 \quad (2.1)$$

2.2.3.2. Besin Tuzu ve Organik Karbon

Besin tuzu ölçümleri için 0,45 µm filtreden süzülen su örnekleri, %10'luk HCl çözeltisi ile temizlenmiş ve etüvde kurutularak hazırlanmış olan 100 ml'lik polietilen kaplara konularak derin dondurucuda analiz gününe kadar saklanmıştır. Su örnekleri analizden önce derin dondurucudan çıkarılmış ve oda sıcaklığında çözüldükten sonra NO₂⁻ ve Si(OH)₄ analizleri standart prosedürlere (Grasshoff, Ehrhardt ve Kremling, 1983) uygun olarak T80+ UV/VIS marka spektrofotometre ile kalibrasyon eğim değeri göz önüne alınarak ölçülmüştür. PO₄⁻³ ve NO₂⁻+NO₃⁻ ölçümleri ise TÜBİTAK MAM laboratuvarında Two-Channel Scalar Autoanalyzer kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Strickland ve Parsons, 1972). Çözünmüş oksijen tayini Winkler metodu ile yapılmıştır. Toplam organik karbon (TOC) analizi için önceden temizlenmiş kaplara (10% HCl ile yıkanmış ve 5-6 kez saf su ile çalkalanmış) alınan deniz suyu dondurulup, APHA 5310 B *Total Organic Carbon, High Combustion Method* (APHA, 1999) yöntemi ile 680 °C de Shimadzu TOC-V CPH/CPN model Total Organic Carbon Analyzer ile analizin gerçekleştirilmesi için İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne gönderilmiştir.

Partikül organik karbon (POC) ve partikül organik azot (PON) için süzülmeden önce 200 µm ağdan geçirilmiş örnek suyu, sonrasında 450°C'de 2-3 saat yakılmış Whatman GF/F POC-PON (göz açıklığı 0,7 µm) filtresinden geçirilmiş ve filtre saklanmıştır. Analiz öncesi 50°C de temiz etüvde kurutulan filtreler konsantre HCl buharına tutulmuş ve CHN Carlo ERBA NC2500 Elemental Analyzer ile İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'nde analiz gerçekleştirilmiştir (Verardo ve ark., 1990). Çözünmüş Organik Karbon (DOC), TOC ve POC farkından hesaplanmıştır.

2.2.4 Biyolojik Ölçümler

2.2.4.1 Klorofil-a Analizi

Klorofil-a örnekleri 200 µm ağdan geçirildikten sonra, 47 mm'lik GF/F filtreden geçirilmiş, süzme işlemi tamamlanırken filtreye 2 ml %1'lik MgCO₃ eklenmiştir. Süzme işlemi bittikten sonra örnekler alüminyum folyo ile sarılı cam tüplerin içerisinde analize kadar derin dondurucuda -20 °C'de saklanmıştır. Analizden önce filtrelerin 10 ml % 90 'lık asetonda çözünmesi sağlanmış, bir homojenizatör ile gün içerisinde 1'er dakika en az 5 kez karıştırılmıştır. Daha sonra 1 gece buzdolabında bekletilen örnekler yaklaşık 10 dakika 2500 rpm'de santrifüj edildikten sonra süpernatant fazdan 2,5 ml alınarak 1 cm genişliğindeki spektrofotometre hücresine konulmuş (T80+ UV/VIS) ve 750, 664, 645 ve 630 nm dalga boylarında absorbansı okunmuştur.

Daha sonra aşağıdaki formül (Lorenzen ve Jeffrey, 1980) kullanılarak klorofil-a değeri hesaplanmıştır:

$$\text{Klorofil-a } (\mu\text{g/L}) = \frac{[11.85(\text{Abs}664) - 1.54(\text{Abs}645) - 0.08(\text{Abs}630)] E(F)}{V(L)} \quad (2.2)$$

F = Seyreltme Faktörü

E = Ekstraksiyon için kullanılan aseton miktarı (mL)

V = Filtre edilen su hacmi (L)

2.2.4.2 Fitoplankton Analizi

Lugol ile fikse edilerek laboratuvara getirilen örnekler, organizmaların çökmesi için 1 hafta süresince karanlık bir ortamda bekletilmiş ve üstteki sıvı kısmın sifonlanmasıyla örnekler 250 cc'lik mezürlere aktarılmıştır. Bunu takiben mezürlerde çökmesi için bir gün bekletilen örnekler 10 cc'lik cam tüplere alınmış ve bu materyalin üzerine sonuç konsantrasyonu % 4 olacak şekilde formaldehit eklenmiştir. Homojenizasyon sağlandıktan sonra Olympus IX 70 model faz-kontrast inverted mikroskopta 40x büyütme altında sayım yapılmıştır. Sayım işleminde tek

damla yöntemi kullanılmış olup, sayım işlemi tamamlandıktan sonra başlangıç hacimleri bilinen örnekten elde edilen fitoplankton sayım sonuçları geri hesaplama yoluyla hücre/litre şekline dönüştürülmüştür (Venrick, 1978; Semina, 1978). Tür tayinlerinde Trégouboff ve Rose, (1957); Cupp, (1977); Drebes, (1974); Balech (1988); Round ve ark. (1990); Paulmier, (1997); Tomas, (1997); Thronsen ve ark. (2007); Hoppenrath ve ark. (2009); Kraberg ve ark. (2010); Larink ve Westheide (2011) ve özellikle zararlı fitoplankton tanımları için Hallegraeff, (2002); Hallegraeff ve ark. (2003); ve Moestrup, (2004); Larsen ve Nguyen, (2004) kaynakları kullanılmıştır.

Fitoplankton türlerinin ayrıntılı olarak analiz edilebilmesi ve nanoplankton türlerinin tespit edilebilmesi için faz-kontrast mikroskopta fitoplanktonun yoğun olduğu örnekler seçilerek taramalı elektron mikroskobunda (SEM) incelenmiştir. Bunun için basitleştirilmiş bir $KMnO_4/HCl$ oksidasyon yöntemi kullanılmıştır (Round ve ark. 1990, Simonsen, 1974). Süzme düzeneğine alınan örnek, yoğunluğuna göre 1-2 ml 0,2 μm göz açıklığına sahip polikarbonat membran filtreden geçirildikten sonra filtre 3 defa 2 ml distile su ile durulanmıştır. Ardından 1-2 damla doymuş $KMnO_4$ eklenmiş ve birkaç dakika bekledikten sonra 1 ml HCl eklenmiştir. Filtre tekrar distile suyla yıkandıktan sonra $KMnO_4$ ve HCl aşaması tekrarlanmıştır. Ardından filtre 3 defa 5 ml distile su ile durulanmıştır ve etüvde $60^\circ C$ 'de kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan filtre, tamamen nemden kurtulması için desikatörde analiz gününe kadar bekletilmiştir. Örnekler İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi'nde Philips XL 30S FEG model taramalı elektron mikroskobunda incelenmiştir.

Tekalı dinoflagellat türlerinin tayini için Calcofluor boyama tekniği kullanılarak tekaların belirginleştirilmesi sağlanmış ve epifloresan mikroskopta incelenmiştir (Fritz and Triemer, 1985). Ototrofik ve heterotrofik dinoflagellat türlerinin belirlenmesi için epifloresan mikroskopta akridin oranj boyama tekniği kullanılmıştır. Mavi filtre bloğu altında klorofil-a içeren türler kırmızı-turuncu renkte, klorofil-a içermeyen türler ise yeşil renkte görünmektedir (Hobbie ve ark. 1977, Fenchel, 1982).

2.2.4.3 *Synechococcus* spp. ve Heterotrofik Bakteri

Synechococcus spp. ve heterotrofik bakterilerin sayımı için 40 ml deniz suyu örneği siyah renkli cam şişelere alınarak zaman geçirilmeden 1 ml gluteraldehit (% 25) ile fikse edilerek laboratuvar aşamasına kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir. Laboratuvarında derinliğe göre 5-20 ml deniz suyu 125 mm-Hg basınç altında 25 mm çaplı 0.2 µm göz açıklı, siyah, nukleopor membran filtreden süzölmüştür. Süzme işlemi sırasında silindir içinde yaklaşık 2-3 ml su kaldığında 200 µl Acridine Orange (3,6-bis (dimethylamino) acridine) (% 0.02) eklenerek *Synechococcus* ve heterotrofik bakterilerin hücre DNA'ları boyanmıştır (Hobbie ve ark. 1977). Süzme işlemi tamamlandığında filtre lam ve lamel arasına düşük floresan yansıtan immersiyon yağı ile fikse edilmiştir (Knap ve ark. 1996). Olympus BX 53 marka epifloresan mikroskopta U-FBW (blue excitation, DM 505, EX 460 495, BA 510) ve U-FGW (green excitation, DM 570, EX 530 550, BA 575) filtreleri altında incelenmiştir. Cyanobakteri *Synechococcus* spp.'ye ait hücreler mavi filtre bloğu altında (U-FBW) sarımsı-turuncu renkte, heterotrofik bakterilere ait hücreler ise parlak yeşil renkte görölmektedir. *Synechococcus* spp.'ye ait hücreler yeşil filtre bloğu (U-FGW) altında ise parlak kırmızımsı-turuncu renkte floresan vermekte, ancak heterotrofik bakteriler görönmemektedir. Her filtre üzerinde en az 400 hücre olacak şekilde 30 görüntü alanı sayılmıştır Pikoplankton ve heterotrofik bakterilerin direkt sayımı aşağıdaki eşitlik kullanılarak birim hacimdeki hücre sayısına dönüştürölmüştür (Sherry ve Wood, 2001);

$$N = MF \times \text{Ort.} / V \quad (2.3)$$

N: Birim hacimdeki hücre sayısı

MF: Multiplikasyon faktörü

Ort.: Tüm mikroskop sayım alanlarında sayılan ortalama hücre sayısı

V: Süzölen toplam hacim (ml)

MF (Multiplikasyon faktörü) aşağıda verilen eşitlikten hesaplanmıştır;

$$MF = FA / A \quad (2.4)$$

FA: Toplam filtre alanı (2.1 cm²)

A: Bir objektif alanı

100 X için MF = 29012

Bir objektif alanı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır;

$$A = \pi r^2 \quad (2.5)$$

π : 3.14

r :Objektif çapı (100X için 0.096 mm)

2.2.4.4 Fitoplankton hücresel organik karbon içeriği

Fitoplanktonun hücresel organik karbon miktarını belirlemek için her bir türün biyohacmi hesaplanmıştır. Bunun için türlerin şekline en uygun geometrik şekil seçilerek hacim hesaplaması yapılmıştır (Hillebrand ve ark, 1999). Ardından tüm türlerin biyohacimlerine uygun dönüşüm faktörleri uygulanarak hücre içi organik karbon hesabı yapılmıştır (Tablo 2.2) (Menden-Deuer ve Lessard, 2000). Karbon içeriği hesaplamalarında *Synechococcus* için her bir μm^3 için 123 fg C (Waterbury ve ark. 1986) değeri kullanılmıştır.

Tablo 2.2 Fitoplankton hücresel organik karbon dönüşüm faktörleri (Hücresel organik karbon içeriği $\log \text{pgC/L} = \log a + b \times \log V$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. V: Biyohacim. Menden-Deuer ve Lessard, 2000)

Fitoplankton Grubu	log a	b
Dinoflagellat	-0,353	0,864
Diatom>3000 μm^3	-0,933	0,881
Diatom<3000 μm^3	-0,541	0,811
<i>Prasinophyceae</i>	-0,545	0,886
<i>Prymnesiophyceae</i>	-0,642	0,899
<i>Protist plankton</i>	-0,665	0,939
<i>Protist plankton</i> <3000 μm^3	-0,583	0,860

2.3 İstatistiksel Analizler

Verilerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde Statistica 8.0, GeoDa ve Primer-E programları kullanılmıştır.

2.3.1 Tür listesi ve frekans katsayıları

Analiz sonucu elde edilen tür listesi sistematik gruplara göre yerleştirilerek, taksanın varlık-yokluk analizi ve frekans katsayıları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bakus, 2007);

$$f = (N_a/N) \times 100 \quad (2.6)$$

N_a = a türünü içeren örnekleme sayısı

N = Tüm örnekleme sayısı

Elde edilen sonuçlar, nadiren bulunan türler (% 1–15), sık bulunan türler (% 16–40), yaygın bulunan türler (% 41–60), ve çok yaygın türler (% 61–100) olmak üzere dört grupta incelenmiştir.

2.3.2 Shannon-Wiener (H') Tür Çeşitliliği ve Pielou Düzenlilik (J) İndeksleri

Tür çeşitliliğini belirlemek amacıyla Shannon-Wiener indeksi (H') ve düzenliliği ortaya koymak amacıyla Pielou düzenlilik indeksi (J) kullanılmıştır (Bakus, 2007):

$$H' = -\sum P_A \log_2 P_A \quad (2.7)$$

$P_A = N_A / N$

N_A = i ' inci türe ait birey sayısı

N = Toplam birey sayısı

H' 0 ile 5 arasında bir değer alır. Bu değerin 5'e yaklaşması ortamın tür çeşitliliği açısından çok iyi, sifıra yaklaşması ise ortamın tür çeşitliliği açısından çok kötü olduğunu gösterir.

$$J = H / \log_2 S \text{ veya } H / H_{\max} \quad (2.7)$$

S = örnekteki tür sayısı

J değeri 0 ile 1 arasında değişir. Değer 1'e yaklařtıķa türlerin homojen dağıldığı; sifıra yaklařtıķa türlerin heterojen dağıldığı ve ortamda baskın türlerin olduğu kabul edilir.

2.3.3 Korelasyon Analizi

Fizikokimyasal ortam parametreleri ve fitoplankton verileri arasındaki ilişkileri anlamak için korelasyon tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloda Pearson korelasyon katsayısı (r) kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı -1 ve +1 aralığında değişir, +1'e yaklařtıķa kuvvetli pozitif ilişkiyi ifade eder (Krebs, 1999).

2.3.4 Temel Bileşenler Analizi (PCA)

Temel Bileşenler Analizi, bir değişkenler setinin varyans-kovaryans yapısını, bu değişkenlerin doğrusal birleşimleri vasıtasıyla açıklayarak, boyut indirgenmesi ve yorumlanmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistik yöntemidir. Temel bileşenler analizi; incelenen birçok özellik bakımından X değişken kümesinin varyans yapısını, p adet orijinal değişken yerine, k adet değişken ($k < p$) ve bu değişkenlerin doğrusal bileşenleri olan yeni değişkenler ile ifade etmek için kullanılır (zdamar, 2004).

Örnekleme dönemi boyunca plankton verileri ve fizikokimyasal parametreler içinde en fazla değişkenliği meydana getirenleri belirlemek için Temel Bileşenler Analizi (PCA) uygulanmıştır (Clarke ve Gorley, 2001).

2.3.5 Birleştirici Hiyerarşik Kümelenme Analizi (Cluster)

Su örnekleri arasındaki gruplaşmaları belirlemek için birleştirici hiyerarşik kümelenme analizi kullanılmıştır. Birimlerin benzerliklerini esas alarak belirli düzeylerde birbiri ile birleştirmeyi amaçlayan hiyerarşik kümeleme yapılırken, başlangıç noktası olarak Bray-Curtis benzerlik matrisi kullanılmıştır. Başlangıçta tüm birimlerin ayrı birer küme oluşturduğunu kabul ederek, n sayıda birimi aşamalı olarak sırasıyla n, n-1, n-2, n-3, ...n-r kümeye yerleştiren birleştirici hiyerarşik kümelenme yönteminde bağlantılar, uzaklıklar ve birimlerin bağlanma düzeyleri dendogramlar halinde gösterilmiştir (Bakus, 2007) .

2.3.6 Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizi (MDS)

Başlangıç noktası olarak Bray-Curtis benzerlik matrisinden örneklerin benzerlik derecelendirmesi yoluyla MDS algoritması oluşturulmuştur ve iki boyutlu MDS haritası çıkarılmıştır. Oluşturulan MDS konfigürasyonunun güvenilirliği ve MDS algoritmasının regresyon uyumluluğunu ölçmek için stres değeri kullanılmıştır.

MDS analizinde stres değeri örnekler arasındaki yüksek boyutlu ilişkilerin, 2 boyutlu sıralama grafiğinde gösterilirken ne derece iyi ya da kötü bir şekilde gösterildiğini ifade eder. Örneklerin birbirine benzerliklerine göre oluşan sıralamada boyutsallık azaldıkça stres değeri yükselir.

Stres değeri <0,05 ise; çok iyi

<0,1 ise; iyi

<0,2 ise; orta (kullanılabilir ancak detaylarda eksiklik vardır)

>0,3 ise; kötü bir şekilde gösterilmektedir (Clarke ve Warwick, 2001).

2.3.7 Örnek Grupları Arasındaki Farklılıklar (ANOSIM)

Toplanan su örneklerinde, istasyonlar veya derinlikler arasındaki farklılıkları belirlemek için PRIMER-E istatistiksel analiz programının rutin uygulaması olan

“Benzerlikler Analizi” metodu kullanılmıştır. Örnekler arasındaki varyans değeri yerine Bray-Curtis benzerlik katsayılarını ele alan bu yöntemde Global Test olarak adlandırılan yokluk hipotezi (H_0), örnek gruplarının arasında fark bulunmadığını ifade etmektedir. Ortak katsayı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$R = (r_b - r_w) / 0,5.M \quad (2.8)$$

$$M = n(n-1)/2$$

n =Toplam örnek sayısı

r_b =Farklı istasyonlar arasındaki tekrarlı örneklerden çıkan benzerlik derecelerinin ortalaması

r_w =İstasyonlar içindeki tekrarlı örneklerden oluşturulan benzerlik derecelerinin ortalaması

R değeri genelde 0 ile 1 arasındadır. Eğer R değeri 0'a yaklaşıyorsa istasyonlar arasında fark yoktur. Önemlilik düzeyi ise $(t+1) / (T+1)$ formülü ile hesaplanmıştır (Bakus, 2007).

2.3.8 Komüniteyi Yönlendiren Türlerin Belirlenmesi (SIMPER, BVSTEP)

Su örneklerinden elde edilen veri setinde örnek grupları arasındaki farklılıkları meydana getiren türleri belirlemek için PRIMER-E istatistiksel analiz programında benzerlik yüzdeleri (SIMPER) analizi yapılmıştır. Bu işlemde ilk adımda bolluk verileri matrisinden, örnekler arasında Bray-Curtis benzerlik matrisi oluşturulmuş ve örnekler gruplara yerleştirildikten sonra, örnek grupları arasındaki Bray-Curtis benzersizlik ortalamaları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Clarke ve Warwick, 2001):

$$\sigma_{jk}(i) = 100 \cdot |y_{ij} - y_{ik}| \sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik}) \quad (2.9)$$

Veri setinde bulunan iki örnek arasında j ve k örnekleri arasındaki i. türün benzersizlik katsayısı, $\sigma_{jk}(i)$ hesaplandıktan sonra toplam benzersizlik katsayısı

ortalamalar σ_{jk} belirlenmiştir. Örnek çiftleri arasındaki (j ve k) i ' inci türe ait ortalama σ_{jk} (i) değerleri standart hataya oranlandığında bir türün gruplar arası benzersizliğe ne kadar katkı sağladığı bulunmuştur (Clarke ve Warwick, 2001).

Bray-Curtis benzerlik matrisinden elde edilen bolluk modelinden oluşturulan alt setler arasında sıralamalı spearman korelasyon katsayısı hesaplanarak uygulanan adımsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) sonucunda, $p=0,95$ korelasyonunu gösteren alt set yani aynı benzerlik modelini oluşturan türler belirlenmiş ve komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmıştır.

2.3.9 Mekansal Otokorelasyon

Mekansal otokorelasyon bir değişkenin belirli bir noktadaki değerinin, aynı değişkenin bir başka noktadaki değeriyle olan ilişkisini belirlemek için kullanılmaktadır. Mekansal otokorelasyonun belirlenmesi için Moran's I indeksi kullanılmaktadır. Moran's I indeksi +1 ile -1 arasında değerler almaktadır. Bu indeks 1'e yaklaştığında pozitif mekânsal otokorelasyonu göstermektedir. Yani belirli bir değişken açısından birbirine yakın değerler kümelenmiştir. Moran's I indeksi -1'e yaklaştığında ise negatif mekânsal otokorelasyonu göstermektedir. Yani belirli bir değişken açısından birbirine yakın değerler birbirinden uzağa saçılmıştır. Moran's I değeri 0 olduğunda ise mekânsal otokorelasyondan söz edilemez. Yani o değişken açısından değerler tamamen rastlantısal dağılmıştır (Anselin, 1995).

Mekansal otokorelasyon sonucu oluşacak anlamlı kümelenmelerin yerlerini belirleyebilmek için Yerel Moran's I indeksini hesaplayan LISA (Local Indicators of Spatial Association) yöntemi kullanılmış ve harita üzerinde anlamlı olan kümelenmeler gösterilmiştir. Yerel Moran's I indeksi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (2.10)$$

Bu formülde z_i aşağıdaki formülden hesaplanmaktadır:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{SD_x} \quad (2.11)$$

Formüldeki w_{ij} değeri mekânsal ağırlık matrisini göstermektedir.

Pozitif Yerel Moran's I değerleri bir noktanın belirli bir değişken bakımından komşu noktalarla benzer olduğunu, negatif Yerel Moran's I değerleri ise aynı noktanın aynı değişken bakımından komşu noktalardan farklı olduğunu göstermektedir. LISA haritalarında 4 kategori vardır.

Yüksek-yüksek: Belirli bir değişken bakımından yüksek değerler yüksek değerlerle komşudur.

Düşük-düşük: Belirli bir değişken bakımından düşük değerler düşük değerlerle komşudur.

Yüksek-düşük: Belirli bir değişken bakımından yüksek değerler düşük değerlerle komşudur.

Düşük-yüksek: Belirli bir değişken bakımından düşük değerler yüksek değerlerle komşudur.

Düşük-düşük ve yüksek-yüksek kategorilerine ait noktaların fazla olması pozitif mekânsal otokorelasyona katkı sağlarken, yüksek-düşük ve düşük-yüksek kategorilerine ait noktaların fazla olması ise negatif mekânsal otokorelasyona katkı sağlamaktadır (Anselin ve ark., 2006).

BÖLÜM ÜÇ BULGULAR

3.1 Fiziko-kimyasal Değişkenler

Ege Denizi'nde 2012 Mart ayında yapılan örnekleme sonucunda pH, sıcaklık, tuzluluk gibi fiziksel değişkenler; çözülmüş oksijen, POC, PON ve besleyici elementler gibi kimyasal değişkenler (Tablo 3.1) ile fitoplankton, klorofil-a ve AKM değerleri analiz edilmiştir.

Genel olarak örnekleme istasyonları değerlendirildiğinde, Kuzey Ege'de beklenildiği gibi Karadeniz orijinli su kütlesi tespit edilmiştir. İst 1'in ilk 8 metresi, ist 2 ve 3'ün ilk 25 metresi Karadeniz orijinli su kütlesinden oluşmaktadır. Tablo 3.1'de Karadeniz orijinli su kütlesinin bulunduğu istasyonlar ile birlikte tüm örnekleme istasyonlarında fiziko-kimyasal değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Buna göre Kuzey Ege'de POC, PON ve nitrat değerlerinin Karadeniz suyunda yüksek, Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık ve tuzluluk değerleri de Karadeniz orijinli su kütlesinin etkili olduğu derinliklerde Akdeniz ara tabaka suyunun etkili olduğu derinliklerden daha düşüktür.

3.1.1 Sıcaklık, Tuzluluk ve pH

Sıcaklık, tuzluluk ve pH değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 3.1'de verilmiştir. Buna göre sıcaklık değerleri Kuzey Ege'de 10,77 °C (ist 3-10 m) ile 13,75 °C (ist 1-25 m); Orta Ege'de 14,21 °C (ist 5-600 m) ile 16,09 °C (ist 10-yüzey); Güney Ege'de ise 13,63 °C (ist 8-1235 m) ile 17,31 °C (ist 8-yüzey) arasında değişmiştir. Tuzluluk değerleri Kuzey Ege'de en düşük 34,51 psu (ist 1-2 m) en yüksek 39,11 psu (ist 1-72 m); Orta Ege'de en düşük 38,95 psu (ist 5-600 m) en yüksek ise 39,16 psu (ist 10-yüzey) olarak ölçülmüştür.

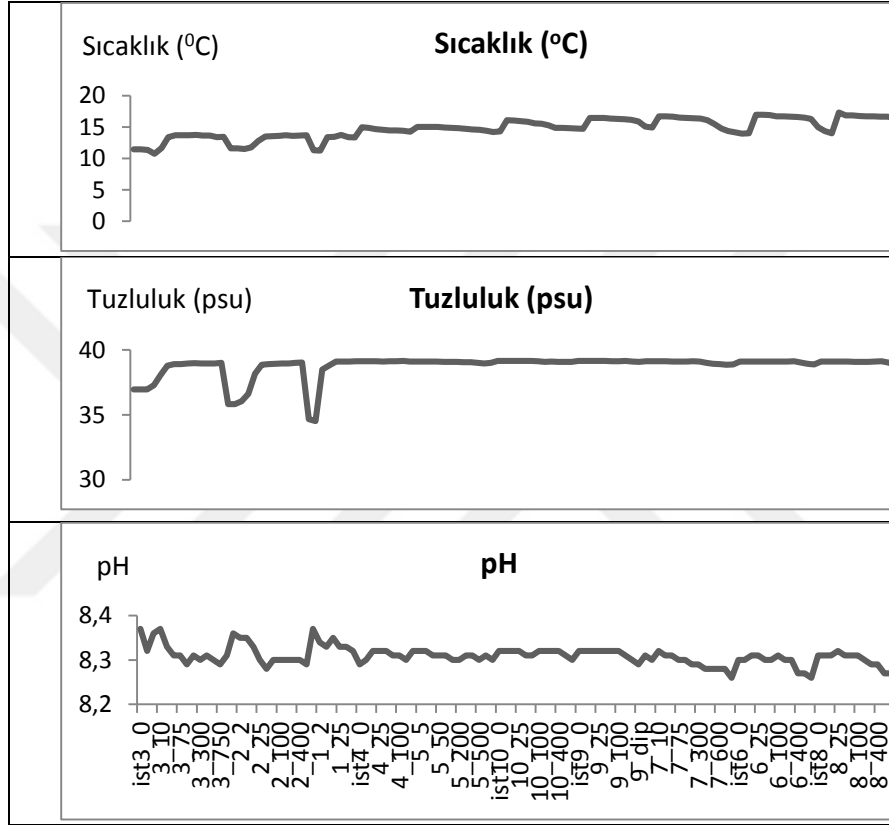
Tablo 3.1 Fiziko-kimyasal değişkenlere ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri [SS: Standart sapma; Ort: Ortalama; POC:Partikül Organik Karbon (μM); PON:Partikül Organik Azot (μM); NO_2^- :Nitrit (μM); NO_3^- :Nitrat (μM); Si(OH)_4 :Silikat (μM); PO_4^{3-} :Fosfat (μM); Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$); CO :Çözünmüş Oksijen (mg/L); Sıcaklık ($^\circ\text{C}$); Tuzluluk (psu); AKM: Askıda katı madde (mg/L) ist: İstasyon; Öfotik: 0-100 m; Afotik: 100 m altı]

İstasyon	Su tabakası		PON	POC	NO_2^-	NO_3^-	Si(OH)_4	PO_4^{3-}	Klorofil-a	CO	pH	Sıcaklık	Tuzluluk	AKM
İst 1	Karadeniz suyu (ilk 8 m)	Max -Min	7,96-5,09	29,64-23,01	0,11-0,01	0,38-0,02	0,85-0,51	0,04-0,02	1,39-0,62	6,75-6,17	8,37-8,33	13,48-11,24	38,82-34,51	7,00-6,33
		Ort±SS	6,9±1,32	26,24±2,94	0,05±0,04	0,13±0,16	0,72±0,15	0,03±0,01	0,92±0,33	6,36±0,26	8,35±0,02	12,36±1,24	36,62±2,36	6,73±0,33
	Akdeniz ara tabaka suyu	Max -Min	10,77-2,36	25,79-14,24	0,16-0,04	0,14-0	5,52-2,11	0,01-0,01	0,77-0,46	6,12-4,62	8,33-8,32	13,75-13,33	39,11-39,09	6,67-6,27
		Ort±SS	5,29±4,76	18,60±6,27	0,09±0,06	0,07±0,1	3,55±1,77	0,01±0,002	0,67±,18	5,50±0,79	8,33±0,01	13,50±0,22	39,10±0,01	6,44±0,20
İst 2	Karadeniz suyu (ilk 25 m)	Max-Min	18,29-3,55	51,45-17,93	0,16-0	1,56-0,02	2,51-0,85	0,02-0,01	1,82-0,19	6,74-5,66	8,36-8,30	12,78-11,53	38,17-35,83	1,00-0,60
		Ort±SS	8,81±6,02	36,12±13,65	0,08±0,06	0,53±0,64	1,77±0,67	0,01±0,01	1±0,71	6,31±0,48	8,34±0,02	11,85±0,52	36,50±0,99	0,83±0,18
	Akdeniz ara tabaka suyu	Max- Min	6,44-0,67	32,58-8,10	0,38-0,01	1,97-0,53	6,15-2,61	0,10-0,02	0,88-0,01	5,57-5,35	8,30-8,28	13,69-13,48	39,03-38,86	1,15-0,50
		Ort±SS	2,07±2,05	22,82±9,30	0,14±0,13	1,30±0,56	3,73±1,41	0,07±0,03	0,27±0,42	5,44±0,07	8,30±0,01	13,61±0,07	38,95±0,06	0,79±0,24
İst 3	Karadeniz suyu (ilk 25 m)	Max- Min	5,02-0,73	52,15-26,77	0,40-0,01	1,12-0,02	2,95-1,93	0,15-0,03	1,74-0,39	6,71-5,88	8,37-8,32	11,68-10,77	38,06-36,96	5,87-0,33
		Ort±SS	2,25±1,65	42,72±12,25	0,12±0,16	0,57±0,52	2,54±0,47	0,07±0,05	1,26±0,61	6,41±0,33	8,35±0,02	11,35±0,34	37,25±0,48	3,71±2,84
	Akdeniz ara tabaka suyu	Max- Min	8,70-0,53	25,25-10,57	0,30-0,01	2,28-0,98	5,15-1,82	0,14-0,09	0,67-0,04	5,62-5,32	8,31-8,29	13,74-13,38	39-38,78	4,45-0,07
		Ort±SS	2,41±2,65	15,60±5,18	0,12±0,1	1,70±0,41	2,86±1,01	0,11±0,02	0,24±0,29	5,44±0,11	8,30±0,01	13,60±0,15	38,93±0,06	1,40±1,59
İst 4	Öfotik	Max- Min	4,70-0,02	32,88-13,42	0,30-0,01	1,53-0,29	1,42-1,02	0,03-0,01	1,23-0,20	5,89-5,57	8,32-8,29	14,97-14,29	39,14-39,11	0,87-0,25
		Ort±SS	1,81±1,77	23,23±6,02	0,16±0,11	0,80±0,45	1,26±0,16	0,02±0,01	0,51±0,33	5,76±0,11	8,31±0,01	14,60±0,23	39,12±0,01	0,60±0,18
İst 5	Öfotik	Max- Min	6,75-0,25	38,55-18,14	0,44-0	1,68-0,29	1,86-1,37	0,05-0,03	3,44-0,68	5,81-5,45	8,32-8,30	15,02-14,81	39,09-39,07	3,76-0,31
		Ort±SS	3,27±2,59	29,06±7,21	0,08±0,16	0,63±0,50	1,52±0,17	0,04±0,003	1,98±1,01	5,64±0,13	8,31±0,01	14,96±0,09	39,09±0,01	1,16±1,16
	Afotik	Max- Min	6,80-0,73	19,85-9,79	0,42-0,06	22,94-0,91	2,10-1,32	0,08-0,05		5,90-5,37	8,31-8,30	14,71-14,21	39,09-38,95	3,72-3,07
		Ort±SS	2,88±2,89	15,07±4,27	0,19±0,13	5,80±9,61	1,70±0,29	0,07±0,01		5,59±0,19	8,31±0,01	14,47±0,19	39,02±0,05	2,88±1,12

Tablo 3.1 devamı

İst 6	Öfotik	Max- Min	6,56-1,07	14,87-10,74	0,42-0,22	2,20-0,12	1,32-0,93	0,15-0,04	0,79-0,10	5,48-5,35	8,31-8,30	16,97-16,61	39,10-39,09	0,70-0,45
		Ort±SS	2,76±2,26	13,08±1,70	0,27±0,07	0,84±0,90	1,13±0,17	0,09±0,04	0,43±0,28	5,40±0,05	8,30±0,01	16,79±0,16	39,10±0	0,59±0,12
	Afotik	Max- Min	4,80-0,57	10,58-6,36	0,75-0,10	5,60-0,75	7,09-1,08	0,28-0,09		5,27-4,37	8,30-8,26	16,51-14,03	39,12-38,87	0,68-0,40
		Ort±SS	2,81±1,76	8,56±1,66	0,27±0,27	3,40±2,12	4,16±2,86	0,18±0,08		4,76±0,44	8,28±0,02	15,24±1,12	39,01±0,11	0,59±0,11
İst 7	Öfotik	Max- Min	5,52-0,52	19,82-8,18	0,32-0,11	12,45-0,09	1,52-1,03	0,08-0,05	0,89-0,09	5,49-5,29	8,32-8,30	16,70-16,35	39,12-39,11	3,32-0,35
		Ort±SS	3,79±1,88	11,01±4,11	0,22±0,08	2,36±4,52	1,22±0,18	0,07±0,01	0,40±0,37	5,39±0,08	8,31±0,01	16,54±0,15	39,11±0,01	0,95±1,05
	Afotik	Max- Min	5,70-4,03	8,73-6,74	0,40-0	29,04-1,64	9,48-1,66	0,30-0,11		5,12-4,36	8,29-8,26	16,12-13,94	39,10-38,85	1,43-0,26
		Ort±SS	5,08±0,58	7,79±0,71	0,17±0,12	8,25±9,34	5,72±2,69	0,21±0,07		4,64±0,28	8,28±0,01	14,69±0,83	38,97±0,10	0,68±0,37
İst 8	Öfotik	Max- Min	6,23-3,96	12,27-5,24	0,26-0,11	2,42-0,24	1,13-0,83	0,07-0,04	0,81-0,01	5,59-4,93	8,32-8,31	17,31-16,68	39,10-39,09	0,72-0,20
		Ort±SS	4,88±0,92	10,33±2,51	0,18±0,05	0,72±0,85	0,97±0,09	0,05±0,01	0,25±0,26	5,35±0,22	8,31±0	16,84±0,22	39,09±0	0,47±0,15
	Afotik	Max- Min	3,33-0,13	8,75-4,78	0,26-0	8,08-0,44	9,17-0,98	0,26-0,05		5,14-4,17	8,30-8,27	16,65-13,63	39,14-38,76	0,60-0,31
		Ort±SS	1,70±1,25	6,50±1,23	0,10±0,11	3,11±2,67	4,61±3,67	0,14±0,09		4,64±0,44	8,28±0,01	15,06±1,29	38,98±0,17	0,40±0,10
İst 9	Öfotik	Max- Min	6,63-0,83	18,16-6,70	0,20-0,03	0,62-0,19	7,39-0,63	0,08-0,03	0,79-0,12	5,50-5,29	8,32-8,32	16,46-16,15	39,15-39,14	3,23-0,10
		Ort±SS	2,98±1,92	11,10±3,45	0,09±0,06	0,41±0,17	2,34±2,38	0,05±0,02	0,32±0,24	5,41±0,08	8,32±0	16,34±0,12	39,14±0	0,85±1,11
	Afotik	Max- Min	8,14-5,57	20,54-10	0,41-0,23	1,23-0,41	2,13-0,82	0,08-0,06			8,31-8,29	15,91-14,92	39,16-39,08	3,44-0,28
		Ort±SS	6,71±1,31	13,63±5,99	0,30±0,09	0,81±0,41	1,61±0,70	0,06±0,01			8,3±0,01	15,30±0,53	39,11±0,04	2,34±1,79
İst 10	Öfotik	Max- Min	0,02-0,01	6,94-4,27	0,32-0	1,68-0,21	3,64-0,56	0,11-0,04	0,94-0,02	5,71-5,41	8,32-8,31	16,09-15,30	39,16-39,09	0,60-0,20
		Ort±SS	0,02±0	5,44±0,84	0,21±0,11	0,96±0,57	1,91±1,30	0,06±0,02	0,50±0,39	5,54±0,11	8,32±0	15,77±0,30	39,14±0,02	0,40±0,14
	Afotik	Max- Min	0,03-0,02	4,64-3,73	0,18-0	3,76-0,78	3,83-1,38	0,11-0,05		5,43-5,36	8,32-8,30	14,89-14,74	39,10-39,08	1,23-0,23
		Ort±SS	0,02±0,01	4,15±0,38	0,11±0,07	1,57±1,24	2,46±0,95	0,08±0,02		5,39±0,03	8,31±0,01	14,82±0,07	39,09±0,01	0,50±0,49

Güney Ege’de ise en düşük tuzluluk değeri 38,76 psu (ist 8-1235 m) ve en yüksek tuzluluk değeri 39,14 psu (ist 9-0, 5, 10, 25, 50, 75 ve 100 m derinlikler) olarak ölçülmüştür. pH değerleri Kuzey Ege’de 8,28-8,37; Orta Ege’de 8,29-8,32 ve Güney Ege’de ise 8,26-8,32 arasında değişmiştir. Bu değişim aralığı, Akdeniz geneli için tipik bir değişim aralığıdır. Yüksek ÇO değerleri ile de örtüşen bir tespittir.



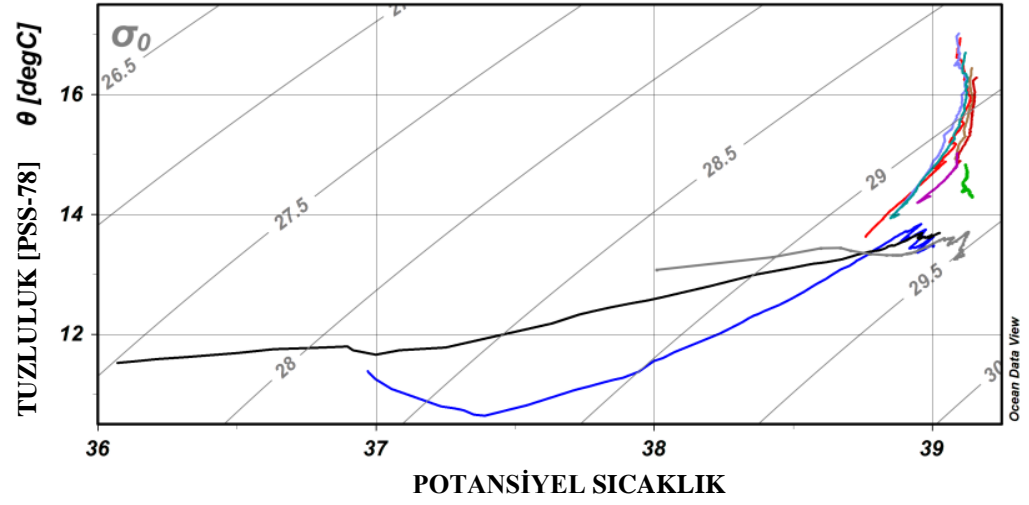
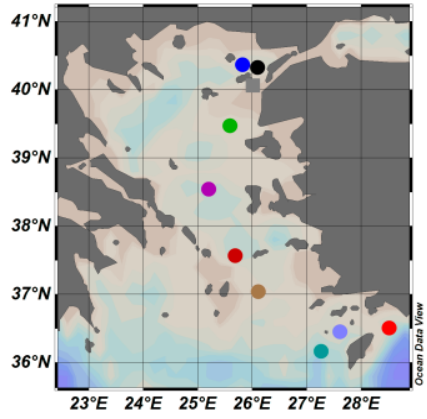
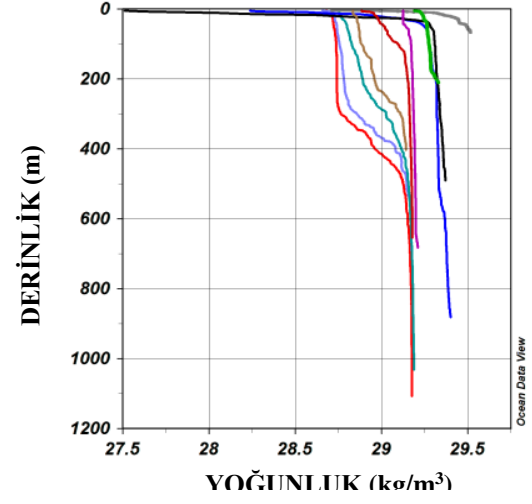
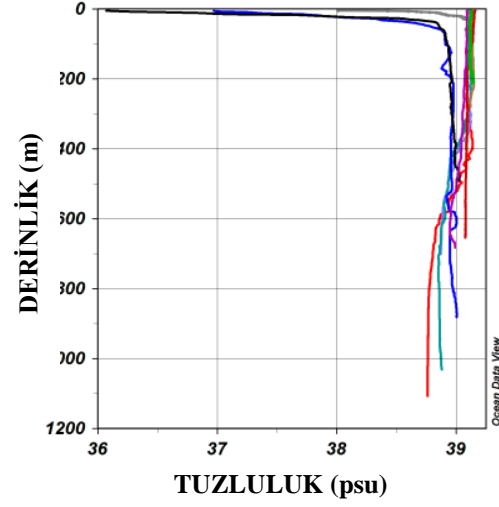
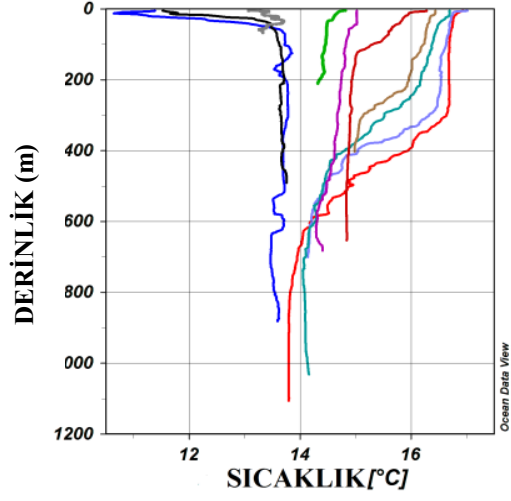
Şekil 3.1 Sıcaklık, tuzluluk ve pH değerlerinin istasyonlara göre dağılımı (İstasyonlar en kuzeyden en güneye doğru 3, 2, 1, 4, 5, 10, 9, 7, 6, 8, şeklinde sıralanmaktadır)

Çalışma alanında bölgeler arası farklılıkların belirlenmesi için sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri ile oluşturulan T-S diagramı Şekil 3.2’de verilmiştir. Genel olarak fiziksel özellikleri açısından örnekleme dönemi 3 farklı bölgeye ayrılmaktadır; 1, 2 ve 3 nolu istasyonların bulunduğu bölge Kuzey Ege, 4, 5 ve 10 nolu istasyonların bulunduğu bölge Orta Ege ve 6, 7, 8 ve 9 nolu istasyonların bulunduğu bölge Güney Ege olarak değerlendirilebilir. Bu üç

bölgede suyun sıcaklık ve tuzluluğu ile birlikte profillerin düşey yapısı da kendi aralarında ortak özellikler taşımaktadır. Kuzey Ege’de, Çanakkale’den gelen suların etkisiyle sular daha soğuk ve az tuzludur. Güney Ege’de ise yüzeiden 200-300 metrelere kadar karışmış, sıcaklık ve tuzluluğu ile tipik Doğu Akdeniz suları olarak değerlendirilebilecek su kütlesi yer almaktadır.

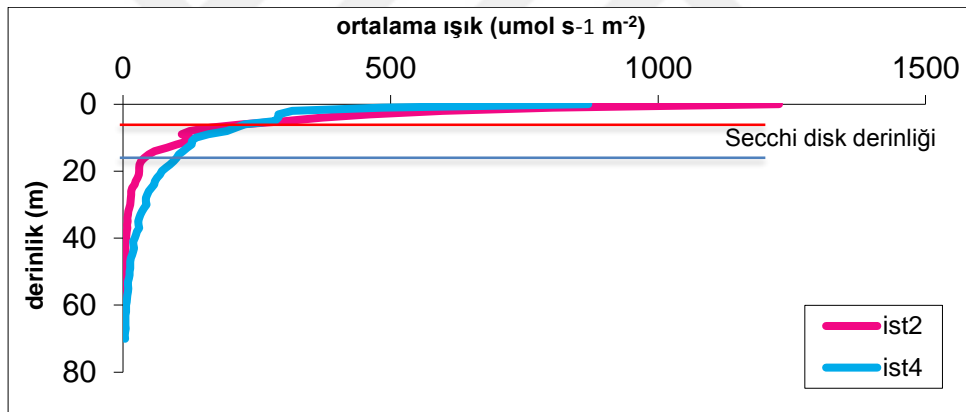
Bu bölgeler arasında en dikkat çekici olanı Orta Ege dir. Bu bölgede sular diğer bölgelerden daha yoğundur. T-S diagramından da görüleceği gibi bu yoğunluk, suların hem soğuk hem de daha tuzlu olmasından dolayıdır. Ayrıca bu bölgedeki profillerde net bir tabakalaşma gözlenmemiş ve yüzeiden tabana kadar bir karışımın olduğu görülmüştür. Bu da aslında Orta Ege’de siklonik bir döngünün varlığına işaret etmektedir. Bu siklonik döngüde tutulan sular daha fazla soğumuş ve buharlaşmanın da siklonik döngünün merkezine yakın bölgelerde daha fazla olması nedeniyle de tuzluluğu artmıştır. Bu tespit, belirlenen 3 bölgedeki biyojeokimyasal ve biyoekolojik süreçlerin farklı dinamiklere sahip olabileceğinin somut bir göstergesidir.

Şekil 3.2 Sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk verileriyle oluşturulan T-S diagramı

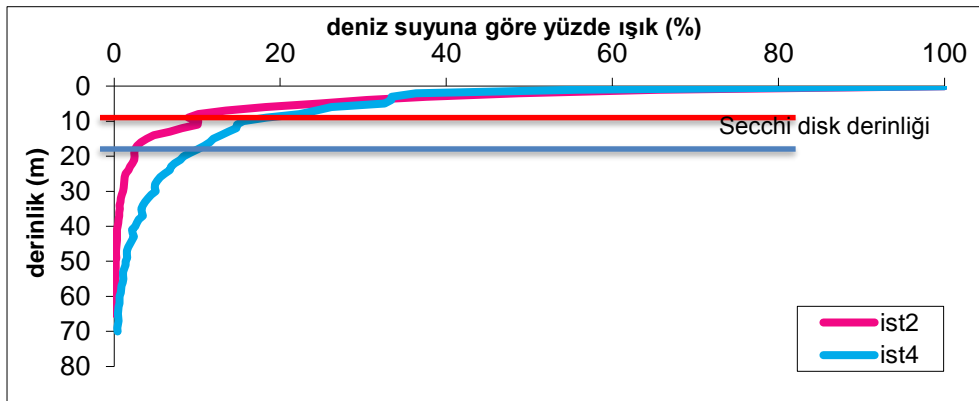


3.1.2 Işık ve Secchi Disc

Işık ölçüm değerlerine ait değişimleri, su kolonu içerisindeki canlı ve ölü plankton kalıntıları, atmosferik toz, karasal girdilerin taşıdığı katı maddeler gibi cansız partikül konsantrasyonlarının belirlediği bilinmektedir. Sadece iki istasyonda (İst 2 ve 4) ışık ölçümü yapılabilmektedir. Şekil 3.3'te görüldüğü gibi her iki ölçüm istasyonunda yüzeyde ışık şiddetinin ilk 5-10 m derinlik tabakasında oldukça yüksek olduğu, bu derinlik sonrası hızla azaldığı ve yaklaşık 50-70 m derinliklerde neredeyse sıfırlandığı anlaşılmaktadır. Deniz yüzeyindeki ışık şiddetinin yüzde değerlerinin derinliğe göre değişimi incelendiğinde de aynı eğilim izlenmektedir (Şekil 3.4). Secchi-disc derinliği her iki istasyon için Şekil 3.3 ve 3.4'te gösterilmiştir. Ölçülebildiği takdirde, ışığın Güney Ege'de 100 m civarına kadar girebildiği daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Ignatiades ve ark., 2002).



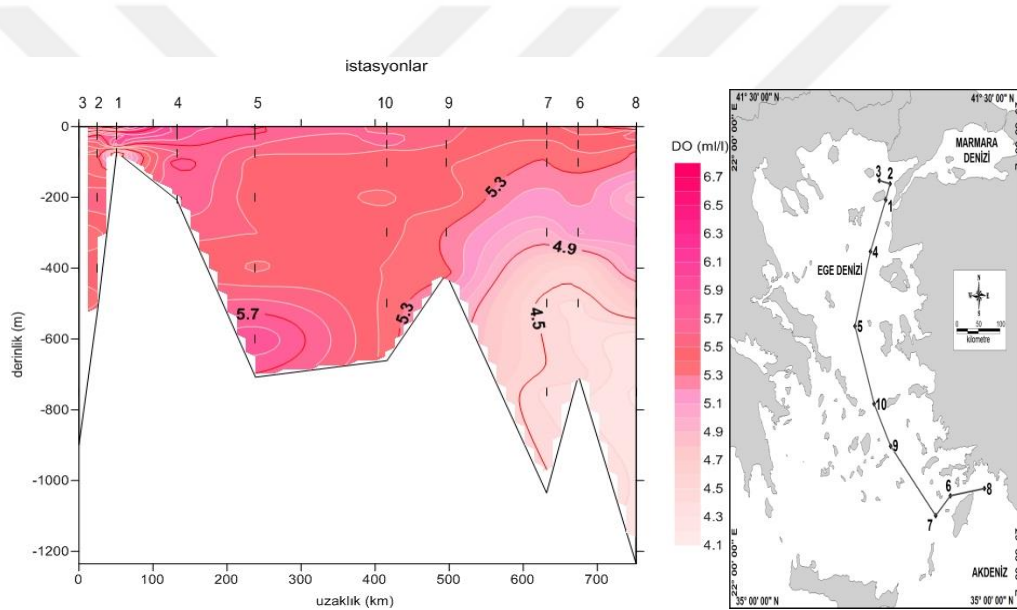
Şekil 3.3 İstasyon 2 ve 4 de ışık ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) şiddetinin dağılımı



Şekil 3.4 İstasyon 2 ve 4 de ışığın ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) derinlik boyunca yüzde dağılımı

3.1.3 Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Kuzey Ege'de çözünmüş oksijen değerleri 4,62 mg/L (ist 1-72 m) ile 6,75 mg/L (ist 1-yüzey) arasında değişmiş ve Karadeniz orijinli su kütesinin bulunduğu derinliklerde ÇO miktarı daha fazla iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklerde daha düşüktür. Orta Ege'de çözünmüş oksijenin en düşük değeri 5,36 mg/L (ist 10-661 m) en yüksek değeri ise 5,90 mg/L (ist 5-600 m)'dir. Güney Ege'de ise ÇO değerleri 4,17 mg/L (ist 8-1235 m) ile 5,59 mg/L (ist 8-25 m) arasında değişmiştir (Tablo 3.1). Öfotik zondan (ilk 100 m) afotik zona (>100m) doğru tüm derinliklerde ve kuzey-güney yönünde ÇO değerlerinde düşüş gözlenmiştir. (Şekil 3.5).



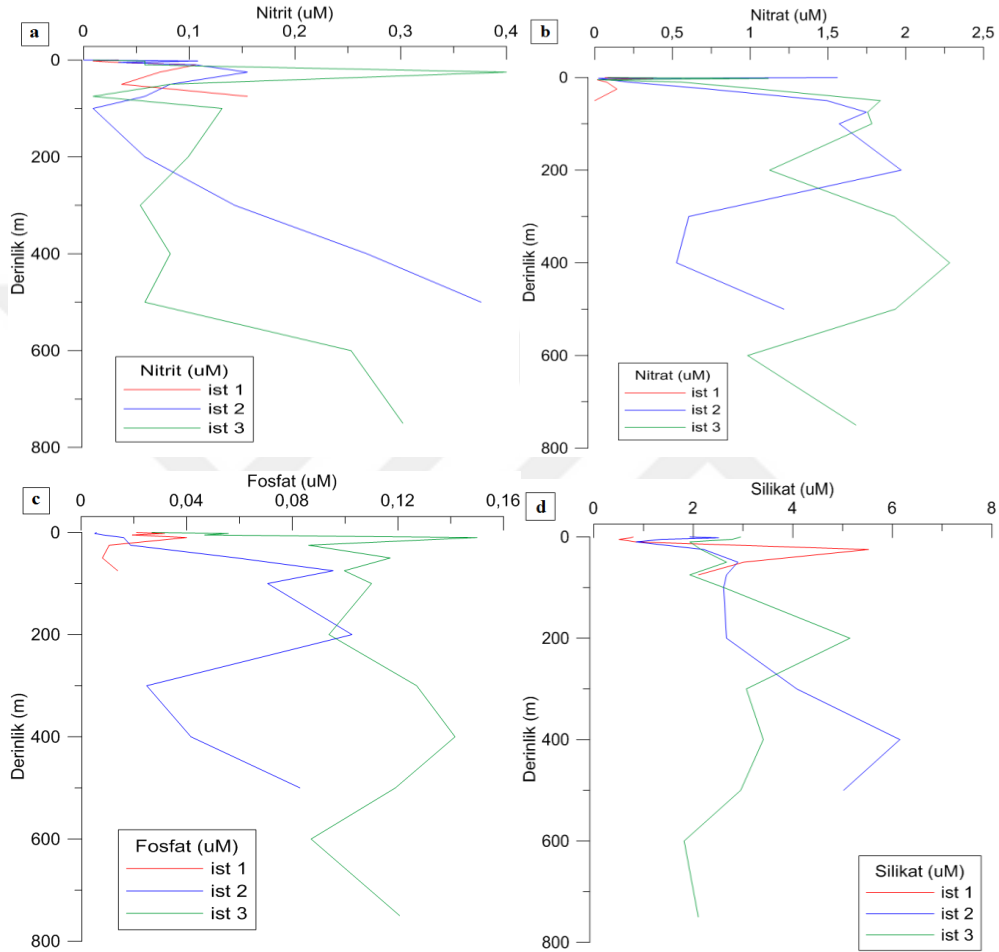
Şekil 3.5 Çözünmüş oksijen miktarının istasyonlara göre yatay kesit görüntüsü

3.1.4 Besin Tuzları

Temel besin tuzları olan nitrit, nitrat, fosfat ve silikatın bölgesel değişimi aşağıda incelenmiştir.

3.1.4.1 Kuzey Ege'deki İstasyonlarda Besin Tuzu Konsantrasyonları

Şekil 3.6'da besin tuzu konsantrasyonlarının Kuzey Ege'deki (ist 1, 2 ve 3) dikey dağılımı verilmiştir. Buna göre nitrit konsantrasyonu 0 (ist 2-yüzey) ile 0,4 μM (ist 3-25 m) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.6-a).



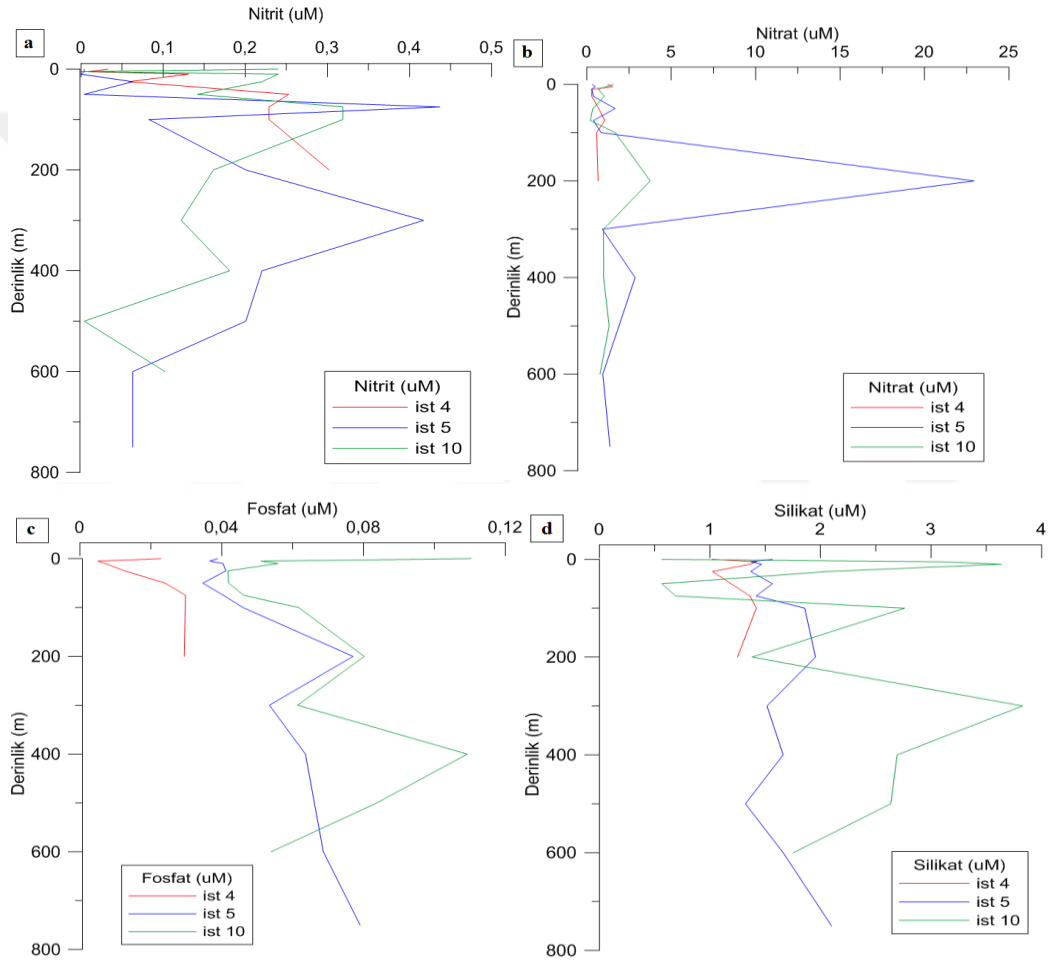
Şekil 3.6 Besin tuzu konsantrasyonunun kuzeydeki istasyonlarda dikey dağılımı (a-Nitrit; b-Nitrat; c-Fosfat; d-Silikat)

Nitrat konsantrasyonu 0 (ist 1-50 metre) ile 2,28 μM (ist 3-400 m) arasındadır (Şekil 3.6-b). Fosfat konsantrasyonu 0,01 μM (ist 1, 2, 3) ile 0,15 μM (ist 3-10 m) değerleri arasında ölçülmüştür (Şekil 3.6-c). Silikat konsantrasyonunun en düşük değeri 0,51 μM (ist 1-5 m) en yüksek değeri 6,15 μM (ist 2-400 m)'dir (Şekil 3.6-d). Kuzey Ege'de nitrit, nitrat ve silikat miktarı Karadeniz orijinli su

kütlesinin tespit edildiği derinliklerde daha düşük değerlerde iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe artmıştır (Tablo 3.1).

3.1.4.2 Orta Ege'deki İstasyonlarda Besin Tuzu Konsantrasyonları

Orta Ege'de (ist 4, 5 ve 10) besin tuzlarının istasyonlara göre dikey dağılımı Şekil 3.7'de verilmiştir. Buna göre nitrit konsantrasyonu 0 (ist 5-10 m ve ist 10-5 m) ile 0,44 μM (ist 5-75 m) arasında değişmiştir (Şekil 3.7-a).

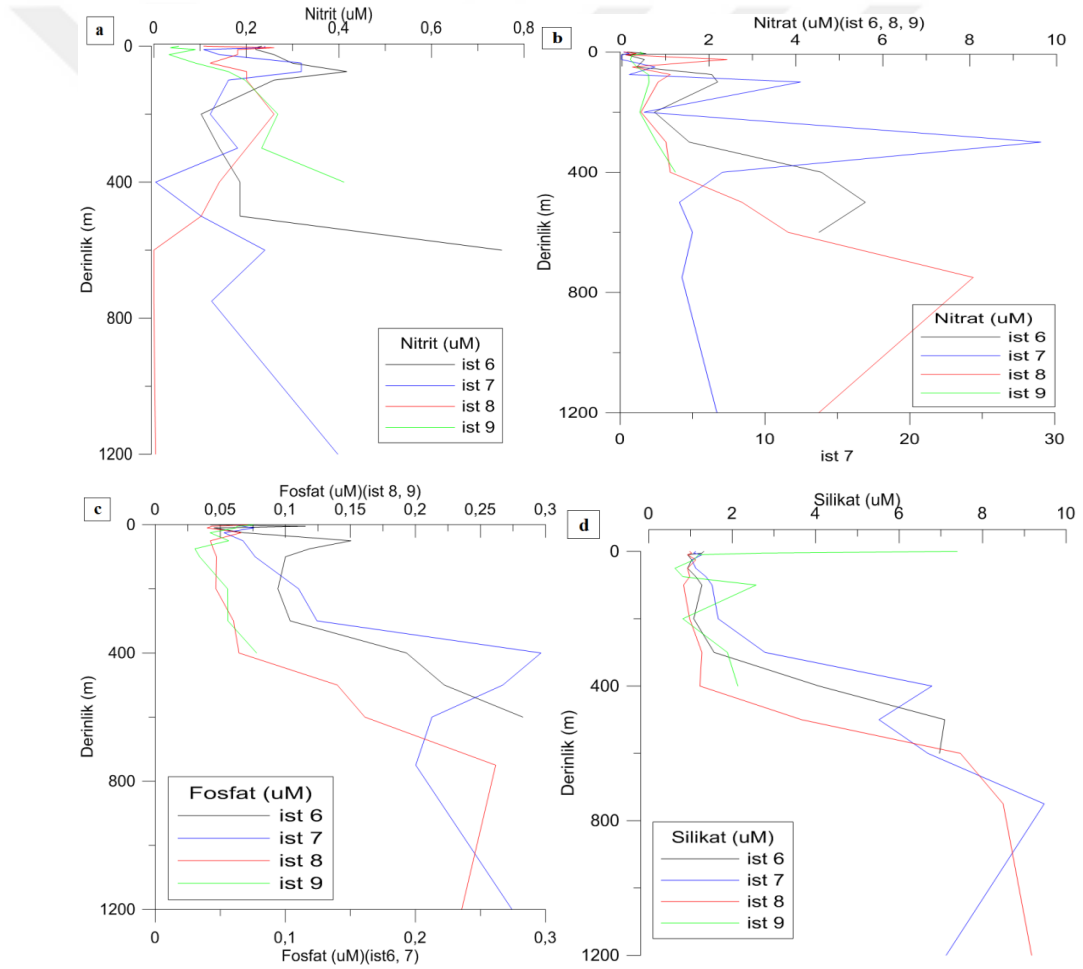


Şekil 3.7 Orta Ege'deki istasyonlarda besin tuzu konsantrasyonlarının dikey dağılımı (a-Nitrit;b-Nitrat; c-Fosfat; d-Silikat)

Nitrat değeri 0,21 μM (ist 10-75 m) ile 22,94 μM (ist 5-200) (Şekil 3.7-b); fosfat değeri 0,01 μM (ist 4) ile 0,11 μM (ist 10-yüzey ve 400 m) (Şekil 3.7-c); silikat değeri ise 0,56 μM (ist 10-yüzey ve 50 m) ile 3,64 μM (ist 10-10 m) (Şekil 3.7-d) arasında değişmiştir. İst 5 200 metre derinlikte nitrit, nitrat ve fosfat konsantrasyonlarında ani bir artış gözlenmiştir.

3.1.4.3 Güney Ege'deki İstasyonlarda Besin Tuzu Konsantrasyonları

Şekil 3.8'de besin tuzu konsantrasyonlarının Güney Ege'deki (ist 6, 7, 8 ve 9) dikey dağılımı verilmiştir.



Şekil 3.8 Güney Ege'deki istasyonlarda besin tuzu konsantrasyonlarının dikey dağılımı (a-Nitrit; b-Nitrat; c-Fosfat; d-Silikat)

Nitrit konsantrasyonu 0 (ist 7, 8) ile 0,75 μM (ist 6-600 m); nitrat 0,05 μM (ist 8-yüzey) ile 29,04 μM (ist 7-300 m); fosfat 0,03 μM (ist 9-75 ve 100 m) ile 0,30 μM (ist 7-400 m); silikat ise 0,63 μM (ist 9-50 m) ile 9,48 μM (ist 7-750 m) arasında değişmiştir.

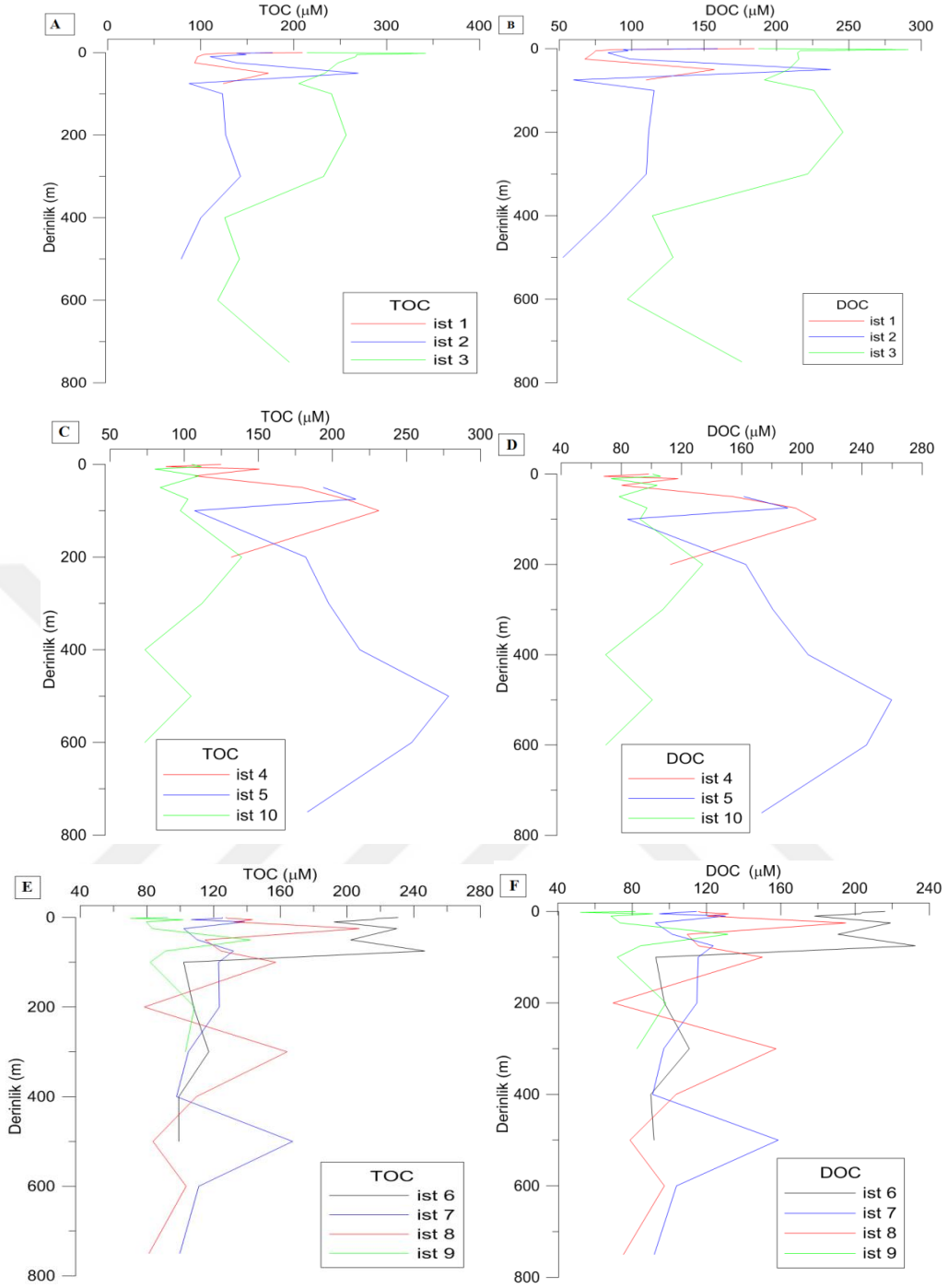
3.1.5 Organik Madde

Denizel ortamdaki çözünmüş ve partikül formdaki organik madde miktarları, çevresel etkilerin besin tuzu döngüsü ve birincil biyolojik üretim performansı üzerindeki olası etkisinin algılanabilmesi açısından önem taşır. Çalışmada TOC ile POC ve PON ölçülmüş, çözünmüş organik karbon (DOC) ise hesaplanmıştır.

3.1.5.1 Toplam Organik Karbon (TOC) ve Çözünmüş Organik Karbon (DOC)

TOC ve DOC değerleri, Kuzey ve Orta Ege'de daha yüksek, Güney Ege'de ise nispeten daha düşük ölçülmüştür (Şekil 3.9). TOC ve DOC'nin en yüksek değerleri ist 3-2 m, ist 2-50 m, ist 5-500 m ve ist 6-100 m derinliklerde tespit edilmiştir.

Kuzey Ege'de TOC'nin en düşük değeri 79,07 μM (ist 2-dip), en yüksek değeri 342,08 μM (ist 3-2 m) olarak ölçülmüştür. Orta Ege'de TOC'nin en düşük değeri 73,39 μM (ist 10-dip) en yüksek değeri 278,33 μM (ist 5-500 m) olarak; Güney Ege'de ise TOC'nin en düşük değeri 70,22 μM (ist 9-5 m) en yüksek değeri ise 246,67 μM (ist 6-100 m) olarak ölçülmüştür. Kuzey Ege'de DOC 52,56 μM (ist 2-dip) ile 291,06 μM (ist 3-2 m) değerleri arasında değişmiştir.



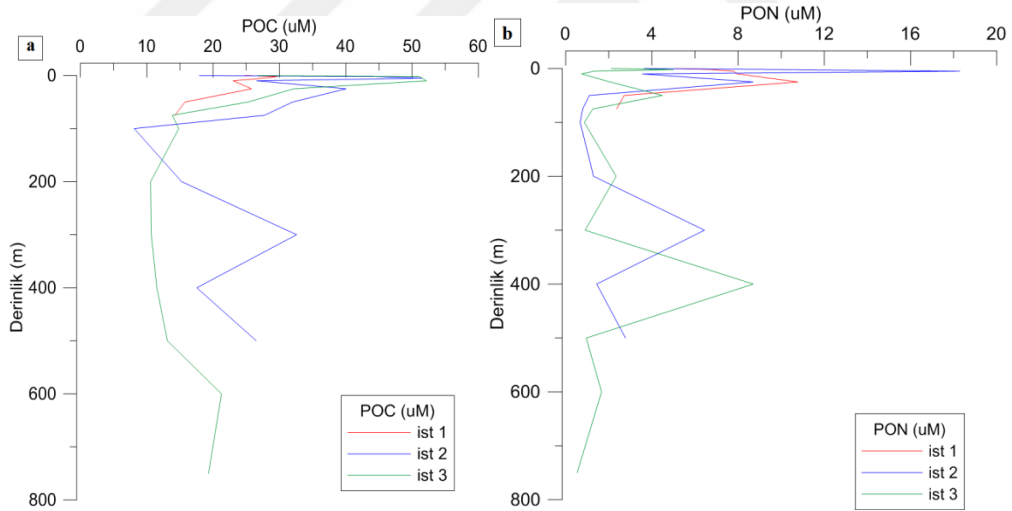
Şekil 3.9 TOC ve DOC'nin istasyonlara göre dikey dağılımı (A-B: Kuzey Ege; C-D: Orta Ege; E-F: Güney Ege)

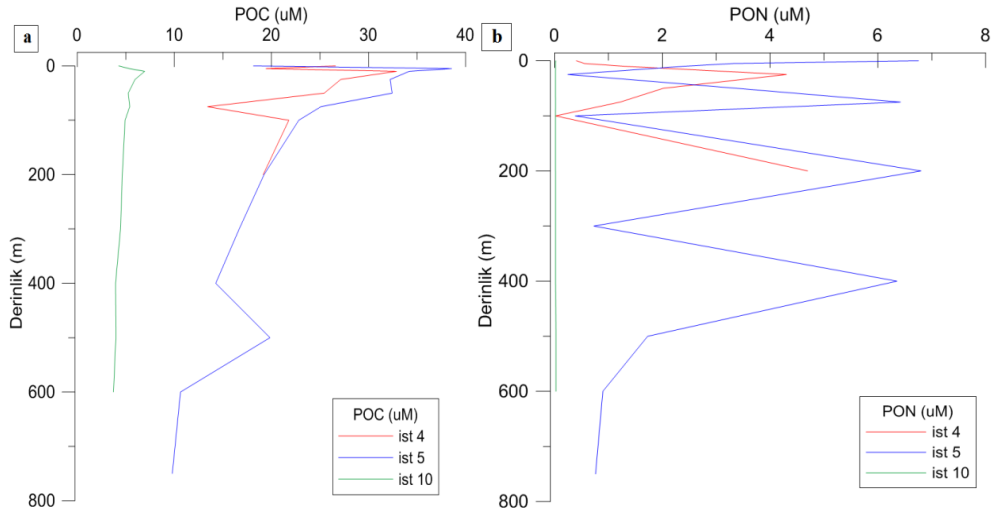
Orta Ege'de DOC 69,55 μM (ist 10-400 m) ile 259,56 μM (ist 5-500 m); Güney Ege'de ise DOC 52,05 μM (ist 9-5 m) ile 232,45 μM (ist 6-100 m) değerleri arasında değişmiştir.

3.1.5.2 Partikül Organik Karbon (POC) ve Partikül Organik Azot (PON)

Beklenildiği gibi, POC ve PON konsantrasyonları genel olarak yüzey sularında fazla, derinlere inildikçe azalma eğilimindedir (Şekil 3.10). POC konsantrasyonu Kuzey Ege’de en düşük 8,11 μM (ist 2-100 m) en yüksek 52,15 μM (ist 3-10 m) (Şekil 3.10-a); PON konsantrasyonu ise en düşük 0,02 μM (ist 4-100 m) en yüksek ise 18,29 μM (ist 2-5 m) (Şekil 3.10-b) olarak ölçülmüştür.

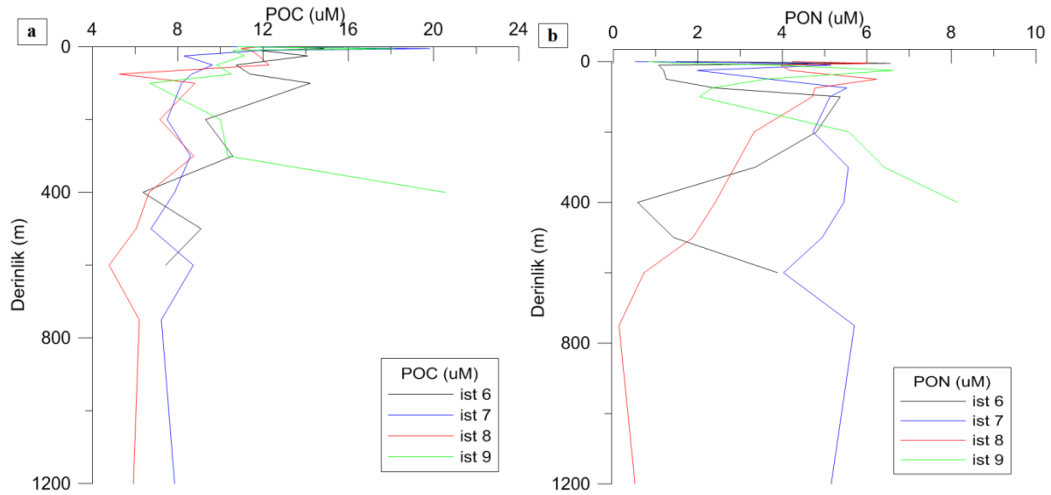
Orta Ege’de POC konsantrasyonu en düşük 3,73 (ist 10-600 m) en yüksek 38,55 μM (ist 5-5 m) (Şekil 3.11-a); PON konsantrasyonu ise en düşük 0,01 μM (ist 10-5 ve 25 m) en yüksek 6,80 μM (ist 5-200 m) (Şekil 3.11-b) olarak ölçülmüştür. PON konsantrasyonunda istasyon 4 ve 5’te su kolonu boyunca çok fazla dalgalanmalar meydana gelmiştir. İstasyon 10’da POC ve PON konsantrasyonları diğer istasyonlara göre çok daha düşük ölçülmüştür.





Şekil 3.11 Orta Ege'de POC ve PON konsantrasyonlarının istasyonlara göre dikey dağılımı (a- POC; b-PON)

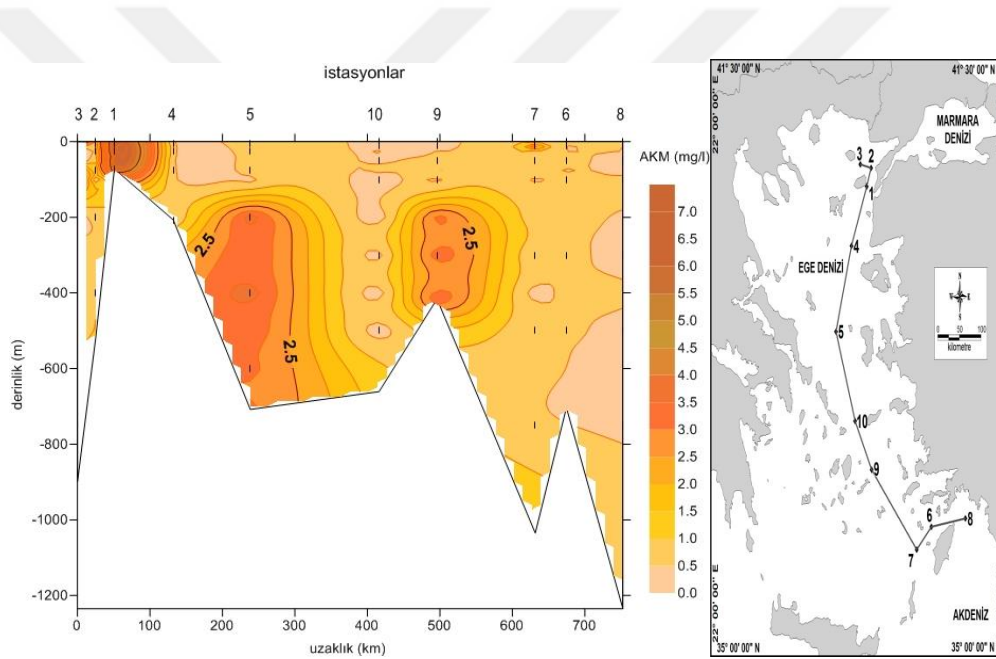
Güney Ege'de POC konsantrasyonu en düşük 4,78 μM (ist 8-600 m) en yüksek 20,54 (ist 9-400 m) (Şekil 3.12-a); PON konsantrasyonu ise en düşük 0,13 (ist 8-750 m) en yüksek de 8,14 μM (ist 9-400 m) (Şekil 3.12-b) olarak ölçülmüştür. POC konsantrasyonu yüzeyde daha yüksek iken derinlikle birlikte azalmıştır. PON konsantrasyonunda su kolunu boyunca çok fazla dalgalanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.12 Güney Ege'de POC ve PON konsantrasyonlarının istasyonlara göre dikey dağılımı (a- POC; b-PON)

3.1.6 Askıda Katı Madde (AKM)

Kuzey Ege'de AKM en düşük 0,1 mg/L (ist 3-200 m) en yüksek 7 mg/L (ist 1-2 ve 5 m), Orta Ege'de en düşük 0,2 mg/L (ist 10-200 m) en yüksek 3,8 mg/L (ist 5-200 m), Güney Ege'de en düşük 0,1 (ist 9-5 ve 10 m) mg/L en yüksek ise 3,4 (ist 9-416 m) mg/L değerleri arasında ölçülmüştür (Şekil 3.13). İst 7 ve 10'da dip tabakalardaki artışın sebebi çöken sedimanın tekrar su kolonuna karışması (=resuspension) olabilir. Bu değerler, açık deniz için yüksek görünse de, fitoplanktonik büyüme nedeniyle zaman zaman erişilebilen doğal sınırlar içerisinde kalmaktadır. İst 5 ve İst 9'da 200 m'den sonra gözlenen genel artış ise, bu istasyonlarda olduğu anlaşılan etkin vertikal karışımla açıklanabilir.

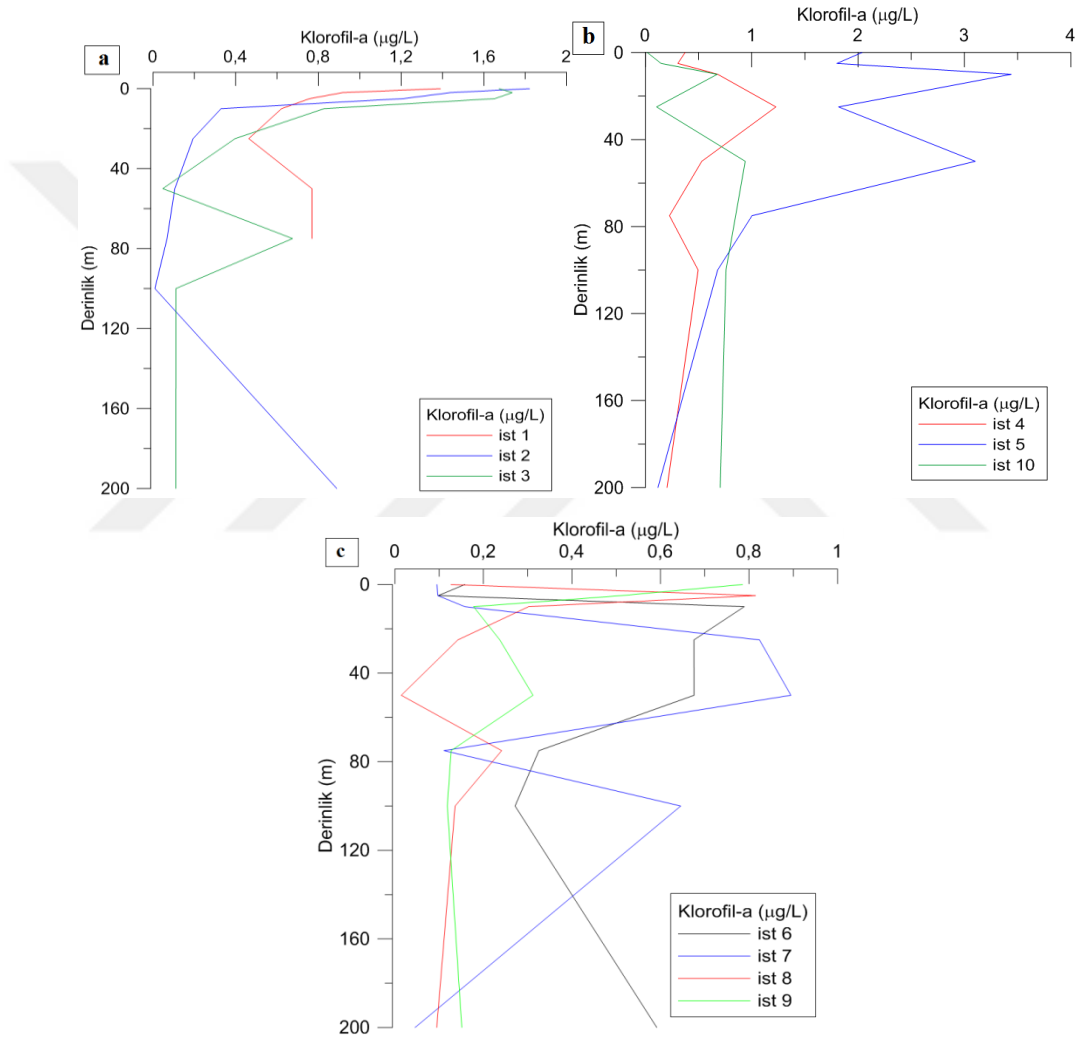


Şekil 3.13 AKM'nin istasyonlara göre dağılımının yatay kesiti

3.1.7 Klorofil-a

İstasyonlardan alınan su örneklerinde belirlenen klorofil-a miktarının derinlik ile değişimi Şekil 3.14'teki grafiklerde verilmiştir. Buna göre Kuzey Ege'de klorofil-a'nın en düşük değeri 0,01 µg/L (ist 2-100 m) en yüksek değeri ise 1,82 µg/L (ist 2-yüzey) olarak ölçülmüştür. Yüzeyden derinlere inildikçe beklenildiği gibi klorofil-a miktarında bir azalma gözlenmiştir. Orta Ege'de klorofil-a'nın en

düşük değeri 0,02 $\mu\text{g/L}$ (ist 10-yüzey) en yüksek değeri 3,44 $\mu\text{g/L}$ (ist 5-10 m) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.14-b). Orta Ege’de klorofil-a miktarı diğer bölgelere göre daha yüksektir. Özellikle istasyon 5’te çok yüksek değerler gözlenmiştir. Güney Ege’de klorofil-a’nın en düşük değeri 0,01 $\mu\text{g/L}$ (ist 8-50 m) en yüksek değeri ise 0,89 $\mu\text{g/L}$ (ist7-50m) olarak ölçülmüştür. Bu bölgede su kolonunda klorofil-a konsantrasyonunda dalgalanmalar oluşmuştur, ancak sudaki konsantrasyonu çok düşüktür (Şekil 3.14-c).



Şekil 3.14 Klorofil-a değerlerinin bölgesel dikey dağılımı (a-Kuzey Ege; b-Orta Ege; c-Güney Ege)

3.2 Fitoplankton

Tüm istasyonlardan alınan su örneklerinde Bacillariophyceae (Diatom), Dinophyceae (Dinoflagellat), Prasinophyceae, Cryptophyceae, Dictyochophyceae, Prymnesiophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Ebriophyceae ve Raphidophyceae sınıflarına ait toplam **220** taksa tespit edilmiş ve bunların **160**'ı tür seviyesinde tanımlanmıştır (Bkz: Ek 1). En zengin sınıf olan diatomlar **112** taksayla temsil edilirken, bunu **90** taksayla dinoflagellatlar ve **18** taksayla diğer gruplar takip etmektedir. Ayrıca çalışmada nanoplanktona ait **22** taksa tespit edilmiştir. Tespit edilen nanoplanktonun 11 taksası diatom, 5 taksası dinoflagellat 1 taksonu Prasinophyceae, 1 taksonu Cryptophyceae ve 4 taksası Prymnesiophyceae sınıflarına aittir.

İst 1'de ilk 8 metre, ist 2 ve 3'te ilk 25 metrede Karadeniz orijinli su kütlesi tespit edilmiştir. Tablo 3.2'de Karadeniz orijinli su kütlesinin bulunduğu istasyonlar ve diğer istasyonlardaki fitoplankton sınıflarına ait verilerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Buna göre Karadeniz orijinli su kütlesinin bulunduğu derinliklerde fitoplankton bolluğu Akdeniz su kütlesinin bulunduğu derinliklerdeki fitoplankton bolluğundan daha fazladır. Benzer şekilde Kuzey Ege'deki istasyonlar fitoplankton bolluğu bakımından Orta ve Güney Ege'deki istasyonlardan daha zengindir (Tablo 3.2).

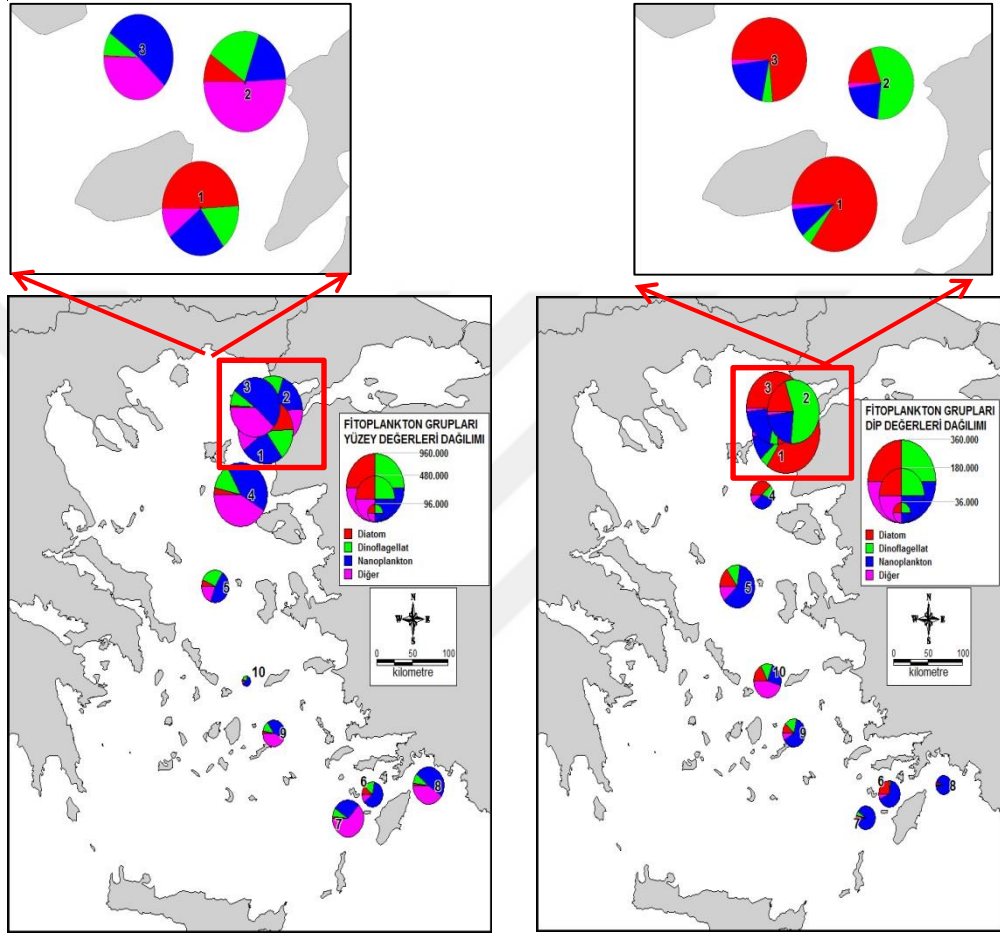
Tablo 3.2 Fitoplankton gruplarına ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri (hücre/L)

Bölge	İstasyon	Su tabakası		Nano	Nanoflag.	Diatom	Dinoflagellat	Diğer	Toplam nano+mikroplankton (Tanımlanamayan türler dahil)
Kuzey	İst 1	Karadeniz suyu	Max- Min	345.269-85.617	33.533-472	429.804-371.007	131.772-24.972	1.510.244-11.711	1.215.894-564.835
			Ort±SS	182.398±122.965	18.918±13.757	406.764±25.156	90.313±46.992	406.613±736.576	82.958±282.814
		Akdeniz ara tabaka suyu	Max- Min	49.381-34.102	14.580-2.487	296.258-216.509	14.929-9.841	1.3781-6.394	427.205-317.109
			Ort±SS	40.220±8.081	10.155±6.667	268.919±4.5403	12.875±2.682	10.370±3.726	367.461±55.646
Kuzey	İst 2	Karadeniz suyu	Max- Min	357.083-68.591	7.387-642	186.778-68.807	204.630-26.381	484.709-35.878	1.011.932-318.684
			Ort±SS	186.844±105.301	2.532±2.794	117.354±48.178	92.511±73.124	243.532±213.564	643.532±321.194
		Akdeniz ara tabaka suyu	Max- Min	46.507-12.546	3.304-423	51.897-29.622	124.678-7.984	7.380-2.256	228.577-71.052
			Ort±SS	26.769±12.314	1.933±937	40.947±8.455	30.550±41.850	4.879±1.617	105.012±56.410
Kuzey	İst 3	Karadeniz suyu	Max- Min	1.081.020-80.912	76.249-4.388	20.484-2.821	81.169-28.206	1.040.435-41.993	2.331.756-220.205
			Ort±SS	428.320±384.777	34.399±35.865	8.136±7.078	63.863±21.039	391.281±391.419	951.804±825.828
		Akdeniz ara tabaka suyu	Max- Min	96.391-16.556	2.292-263	207.388-10.249	18.930-10.249	6.412-2.782	285.301-41.785
			Ort±SS	37.601±24.990	998±681	53.351±65.076	13.932±3.012	4.745±1.312	110.812±83.924
Orta	İst 4	Öfotik	Max- Min	336.085-18.108	44.360-704	32.677-8.454	106.013-9.557	336.085-6.539	996.977-62.875
			Ort±SS	92.992±100.922	7.509±14.926	19.180±8.328	42.730±28.658	78.328±111.142	263.593±304.698
Orta	İst 5	Öfotik	Max- Min	284.674-61.732	32474-4508	32324-10589	152046-42133	234317-21327	2887824-183481
			Ort±SS	153.511±83.756	21070±10237	21040±8594	87588±41195	107137±79862	1055644±961245
		Aforitik	Max- Min	84.023-28.386	8705-1340	22709-1703	39035-11922	25652-4542	603377-122714
			Ort±SS	52.563±21.223	4787±2893	12339±7047	21021±10338	14946±7592	276219±172065
Güney	İst 6	Öfotik	Max- Min	98.526-63.495	42.755-1.801	20.742-7.545	48.744-19.346	38.373-7.564	768.501-136.150
			Ort±SS	81.721±13.714	8.759±15.015	13.238±5.220	31.850±11.727	21.760±9.741	392.697±230.975
		Aforitik	Max- Min	52.073-31.642	3.156-1.692	20.300-4.986	20.864-1.091	151.492-2.770	216.610-61.623
			Ort±SS	39.788±7.609	2.358±664	10.832±6.328	6.851±8.034	34.777±65.299	129.663±79.809

Tablo 3.2 devam

Güney	İst 7	Öfotik	Max- Min	92.388-23.595	21.671-754	29.099-1.105	25.204-17.202	201.884-6.971	379.816-74.738
			Ort±SS	47.168±22.939	4.547±7.601	9.080±10.236	22.604±3.077	51.528±70.743	167.700±99.421
		Afotik	Max- Min	48.057-24.895	4.588-2.288	10.753-1.248	15.532-1.915	8.363-626	207.046-43.060
			Ort±SS	36.822±10.289	3.222±758	4.616±3.242	5.394±4.819	2.870±2.569	129.610±55.927
Güney	İst 8	Öfotik	Max- Min	203.046-26.185	219.683-34.364	12.160-3.169	96.008-16.367	124.617-5.456	934.709-294.127
			Ort±SS	131.608±57.372	94.395±59.625	8.131±3.130	48.872±27.019	43.365±41.112	523.070±204.832
		Afotik	Max- Min	49.466-24.646	57.465-2.563	45.048-1.120	11.514-0	8.344-560	270.288-67.776
			Ort±SS	39.042±10.312	16.910±20.325	17.898±14.335	4.155±4.117	3.655±2.940	128.680±70.057
Güney	İst 9	Öfotik	Max- Min	81.163-44.236	13.321-710	9.283-2.661	39.451-22.912	56.387-9.941	232.384-103.383
			Ort±SS	70.270±11.904	4.627±4.208	6.298±2.588	30.807±6.061	36.766±24.019	173.909±42.238
		Afotik	Max- Min	39.767-21.820	7.703-1.914	6.986-6.172	1.7734-9.257	4.937-2.150	102.642-41.377
			Ort±SS	31.432±9.042	4.920±2.901	6.683±445	14.165±4.394	3.511±1.395	68.295±31.301
Orta	İst 10	Öfotik	Max- Min	48.994-20.107	4.395-1.313	14.487-1.978	34.437-7.085	19.597-2.834	183.421-50.761
			Ort±SS	28.915±9.755	2.632±1.285	5.639±5.096	19.138±11.424	8.341±6.123	122.988±47.309
		Afotik	Max- Min	20.239-4.639	3.773-663	11.317-4.953	2.074-2.319	33.685-1.656	169.133-31.147
			Ort±SS	14.332±6.167	1.968±1.281	8.925±3.395	13.459±7.522	11.461±13.528	86.786±51.322

Tespit edilen fitoplankton gruplarının yüzey ve dip bolluk değerlerinin istasyonlara göre dağılımı Şekil 3.15'teki pasta grafikleriyle gösterilmiştir. Yüzey bolluk değerleri ilk 4 istasyonda diğer istasyonlara göre daha fazladır (Şekil 3.15-a). Dip bolluk değerleri ise Kuzey Ege'de diğer bölgelerden daha fazladır (Şekil 3.15-b).



Şekil 3.15 Fitoplankton gruplarının istasyonlara göre dağılımı (a-Yüzey; b-Dip)

Tespit edilen bazı fitoplankton türlerinin yüzdelik dağılımı ve bulunma sıklıkları Tablo 3.3'te verilmiştir. Buna göre nanoplankton ve nanoflagellat grupları tüm istasyonlarda sürekli mevcuttur. Diatom sınıfına ait türlerden *Cerataulina pelagica* istasyon 1'de sürekli bulunurken, istasyon 2 ve 4'te yaygın olarak, istasyon 3 ve 5'te genellikle mevcut; diğer istasyonlarda ise nadiren mevcuttur. *Chaetoceros eibonii* istasyon 1'de sürekli; istasyon 2'de yaygın olarak; istasyon 3, 4, 5, 6, 7 ve 10'da bazen bulunurken istasyon 8 ve 9'da hiç bulunmamıştır.

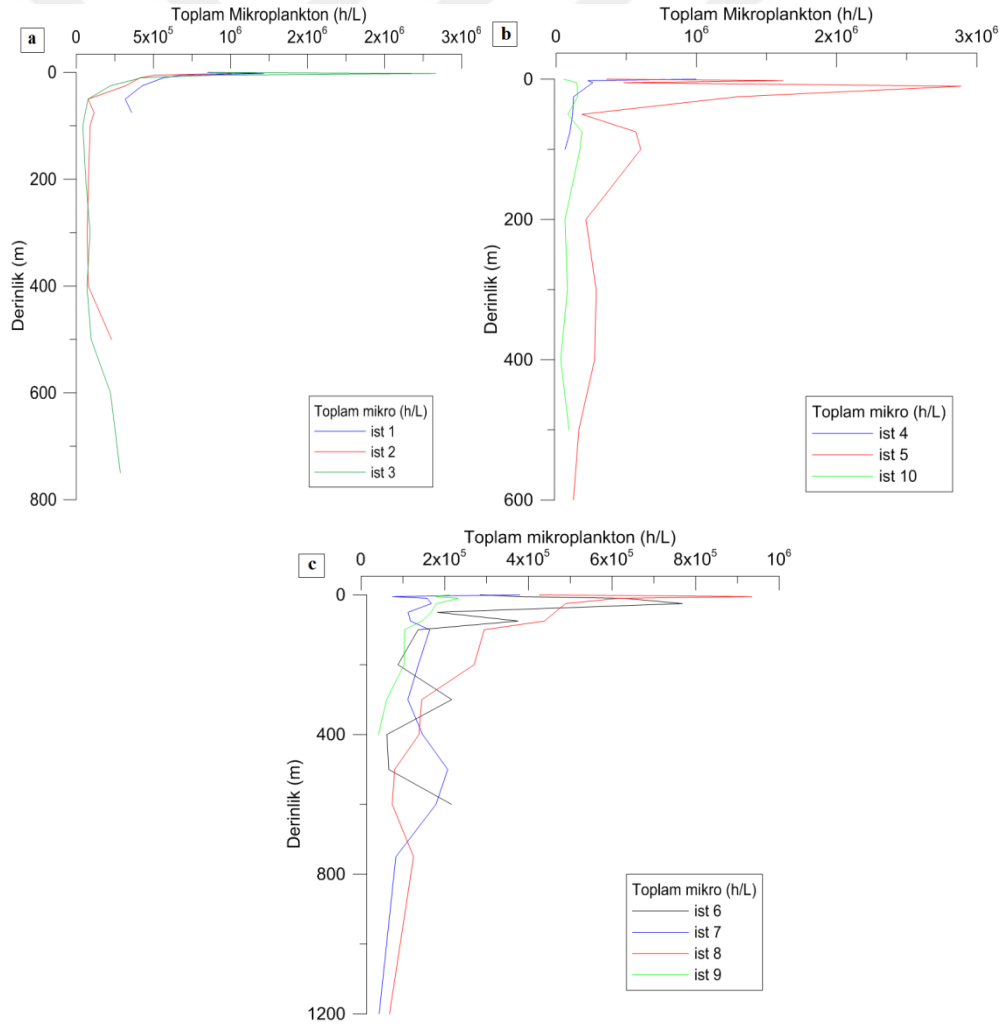
Tablo 3.3 İstasyonlardan alınan su örneklerinde tanımlanan bazı fitoplankton taksonlarının frekans değerleri; (%1-20 Nadiren mevcut; %20-40 Bazen mevcut; %40-60 Genellikle mevcut; % 60-80 Yaygın bulunan; % 80-100 Sürekli mevcut)

TÜRLER	İSTASYONLAR									
	İst 1	İst 2	İst 3	İst 4	İst 5	İst 6	İst 7	İst 8	İst 9	İst 10
Nanoplankton	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100
Nanoflagellat	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100
Bacillariophyceae										
<i>Cerataulina pelagica</i>	% 100	% 67	% 50	% 75	% 46	% 0	% 7	% 14	% 0	% 8
<i>Chaetoceros eibonii</i>	% 100	% 75	% 36	% 38	% 38	% 33	% 21	% 0	% 0	% 25
<i>Chaetoceros</i> sp.	% 100	% 75	% 50	% 75	% 31	% 67	% 29	% 29	% 40	% 75
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	% 100	% 83	% 50	% 88	% 62	% 33	% 14	% 7	% 20	% 58
<i>Diploneis bombus</i>	% 14	% 58	% 79	% 38	% 31	% 17	% 7	% 0	% 20	% 8
<i>Nitzschia longissima</i>	% 100	% 100	% 79	% 25	% 16	% 0	% 14	% 7	% 0	% 17
<i>Pseudonitzschia seriata</i> group	%100	%100	%64	%13	%15	%33	%7	%14	%10	%8
<i>Rhizosolenia stolterfortii</i>	% 100	%42	%21	%0	%15	%25	%0	%0	%0	%25
<i>Rhizosolenia setigera</i>	%100	%100	%37	%25	%8	%0	%0	%0	%20	%17
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	% 100	% 58	% 57	% 63	% 69	% 83	% 43	% 14	% 50	% 33
Dinophyceae										
<i>Amphidinium</i> sp.	% 14	% 33	% 29	% 38	% 8	% 8	% 0	% 0	% 10	% 25
<i>Ceratium furca</i>	% 14	% 25	% 14	% 13	% 0	% 0	% 0	% 0	% 0	% 8
<i>Ceratium fusus</i>	% 100	% 58	% 14	% 25	% 0	% 0	% 7	% 7	% 0	% 0
<i>Dinophysis</i> sp.	% 14	% 17	% 7	% 13	% 0	% 0	% 0	% 14	% 0	% 0
<i>Diplopsalis</i> sp.	% 29	% 33	% 21	% 25	% 0	% 25	% 36	% 14	% 10	% 8
<i>Gyrodinium</i> sp.	% 100	% 92	% 86	% 100	% 92	% 75	% 57	% 71	% 90	% 100
<i>Gymnodinium</i> sp.	% 85	% 58	% 50	% 88	% 77	% 75	% 64	% 71	% 100	% 92
<i>Heterocapsa</i> sp.	% 29	% 42	% 43	% 50	% 31	% 42	% 29	% 29	% 80	% 33
<i>Katodinium glaucum</i>	% 0	% 8	% 7	% 25	% 31	% 8	% 21	% 0	% 20	% 25
<i>Oxytoxum variable</i>	% 14	% 8	% 14	% 50	% 54	% 25	% 36	% 21	% 50	% 50
<i>Prorocentrum balticum</i>	% 14	% 8	% 43	% 13	% 8	% 0	% 0	% 7	% 0	% 17
<i>Prorocentrum minimum</i>	% 29	% 33	% 50	% 50	% 15	% 50	% 21	% 7	% 30	% 42
<i>Prorocentrum</i> sp.	% 29	% 75	% 14	% 13	% 23	% 25	% 7	% 29	% 20	% 33
<i>Protoperdinium</i> sp.	% 29	% 8	% 7	% 38	% 15	% 17	% 0	% 7	% 10	% 0
<i>Scripsiella trochoidea</i>	% 57	% 67	% 14	% 50	% 38	% 33	% 14	% 0	% 10	% 0
Euglenophyceae										
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	% 0	% 0	% 21	% 0	% 0	% 8	% 7	% 7	% 10	% 8
Dictyochophyceae										
<i>Dictyocha fibula</i>	% 14	% 67	% 50	% 88	% 85	% 8	% 14	% 57	% 90	% 58
<i>Dictyocha</i> sp.	% 0	% 17	% 0	% 25	% 31	% 0	% 0	% 14	% 0	% 25
Coccolithophorids	% 57	% 75	% 64	% 88	% 100	% 83	% 93	% 86	% 80	% 100
Cryptophyceae	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 92
Ciliata	% 43	% 50	% 64	% 88	% 54	% 33	% 29	% 29	% 50	% 42

Dinoflagellatlardan en bol bulunan tür *Gyrodinium* sp., istasyon 1, 2, 3, 4, 5, 9 ve 10'da sürekli mevcut; istasyon 6 ve 8'de yaygın olarak; istasyon 7'de ise bazen mevcuttur. *Dinophysis* sp., istasyon 1, 2, 3, 4 ve 8'de nadiren bulunurken diğer istasyonlarda hiç bulunmamıştır.

3.2.1 Mikroplankton

Boyutları 20-200 μm arasındaki türleri kapsayan toplam mikroplankton bolluğu kuzeyden güneye doğru gidildikçe çarpıcı bir azalma göstermiştir. Karadeniz'in ötrofik sularından etkilenen Kuzey Ege'deki istasyonlarda toplam mikroplankton daha fazla, Orta ve Güney Ege'deki istasyonlarda ise daha az birey sayısı ile temsil edilmiştir.

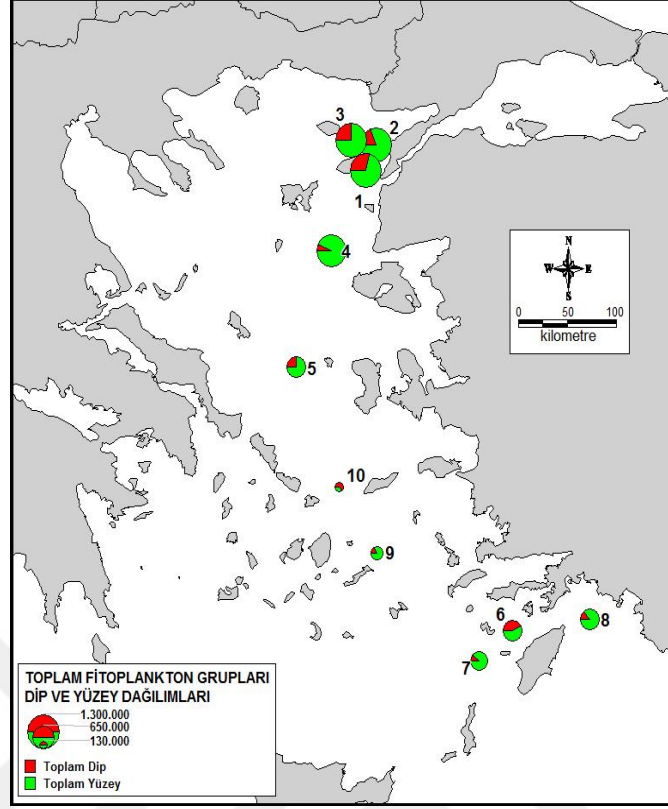


Şekil 3.16 Toplam mikroplanktonun bolluk bakımından istasyonlara göre dikey dağılımı (a-Kuzey Ege; b-Orta Ege; c-Güney Ege)

Mikroplankton yoğunluğu yüzey sularında beklenildiği gibi daha fazladır. Tüm örnekleme alanı göz önünde bulundurulduğunda, toplam mikroplankton en düşük değerlere ist 10'da (Orta Ege) (50.761 h/L), en yüksek değerlere ise ist 4'te (Orta Ege) (996.977 h/L) ulaşmıştır.

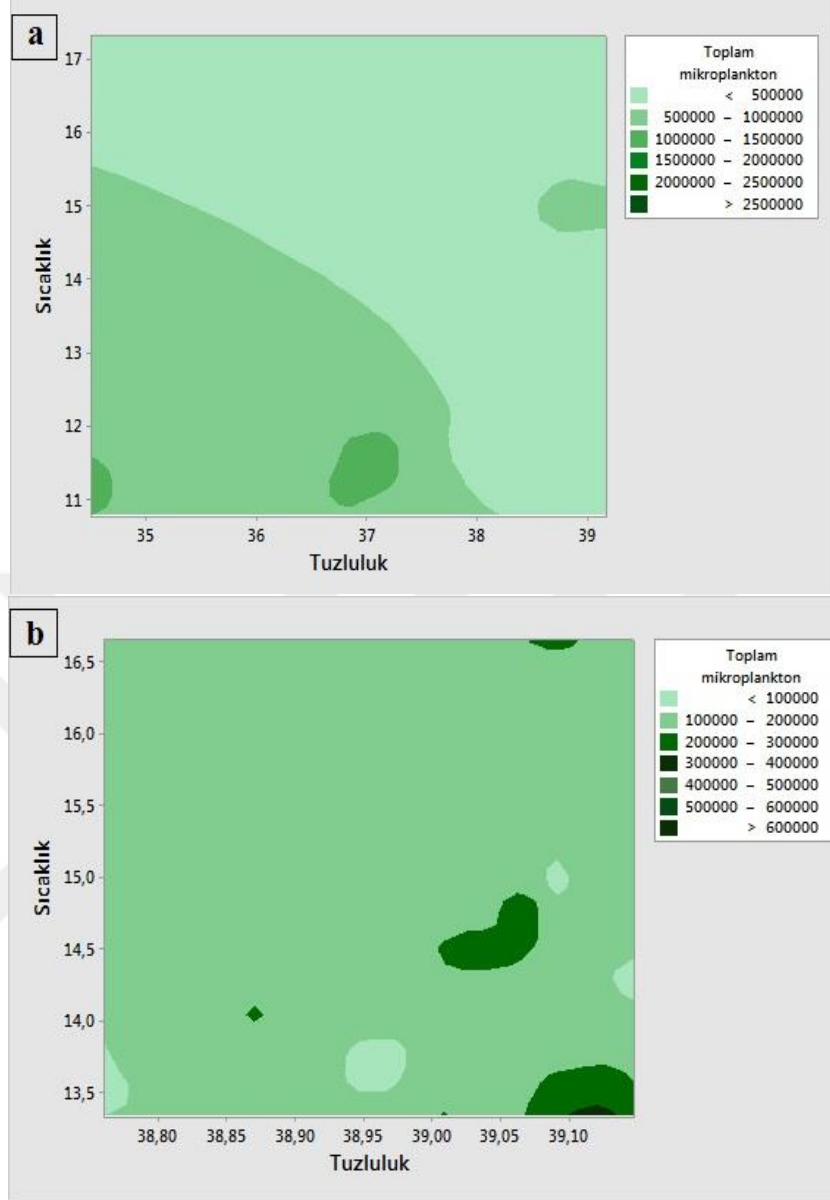
Şekil 3.16-a Kuzey Ege'deki (ist 1, 2 ve 3) toplam mikroplankton bolluğunun istasyonlara göre dağılımını göstermektedir. Toplam mikroplanktonun en düşük değeri 41.785 h/L (ist 3-100 m) en yüksek değeri ise 2.331.756 h/L (ist 3-2 m)'dir. Yüzey suyunda en düşük bolluk değeri 4.388 h/L (ist 3) en yüksek ise 415.152 h/L (ist 1)'dir. Orta Ege'de (Şekil 3.16-b) toplam mikroplanktonun en düşük değeri 31.148 h/L (ist 10-500 m) en yüksek değeri ise 2.887.824 h/L (ist 5-25 m)'dir. Yüzey suyunda ise bolluk değerleri 1.978 h/L (ist 10) ile 16.226 h/L (ist 5) arasında değişmiştir. Güney Ege'de (Şekil 3.16-c) toplam mikroplanktonun en düşük değeri 41.377 h/L (ist 9-400 m) en yüksek değeri ise 934.709 h/L (ist 8-5 m)'dir. Yüzey suyunda bolluk değerleri 211.004 h/L (ist 9) ile 425.964 h/L (ist 8) arasındadır.

Kuzey Ege'de toplam mikroplankton bolluğu Karadeniz orijinli su kütlelerinin tespit edildiği derinliklerde daha yüksek iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır (Tablo 3.2). Tüm istasyonlarda toplam mikroplankton bolluğu öfotik zondan afotik zona doğru azalma eğilimindedir.



Şekil 3.17 Toplam mikroplankton bolluğunun yüzey ve dip dağılımı

Şekil 3.17’de verilen grafikte tüm istasyonlarda yüzey mikroplankton değerlerinin dip değerlerine göre çok yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Şekil 3.18-a’da verilen öfotik zonda toplam mikroplanktonun sıcaklık ve tuzluluk ile ilişkisi grafiğinde toplam mikroplankton en yüksek değerine ulaştığında, sıcaklığın 11-12 °C, tuzluluğun ise 37 psu olduğu görülmektedir. Toplam mikroplanktonun en düşük değerine ulaştığında ise sıcaklığın 16-17 °C, tuzluluğun 38-39 psu olduğu görülmektedir. Şekil 3.18-b’de afotik zonda mikroplankton bolluğunun sıcaklığın 13 °C’den daha düşük, tuzluluğun ise yaklaşık 39 psu olduğunda en yüksek değerine ulaştığı görülmüştür. Bu bölge Kuzey Ege’deki ilk 3 istasyonun dip derinlikleridir.

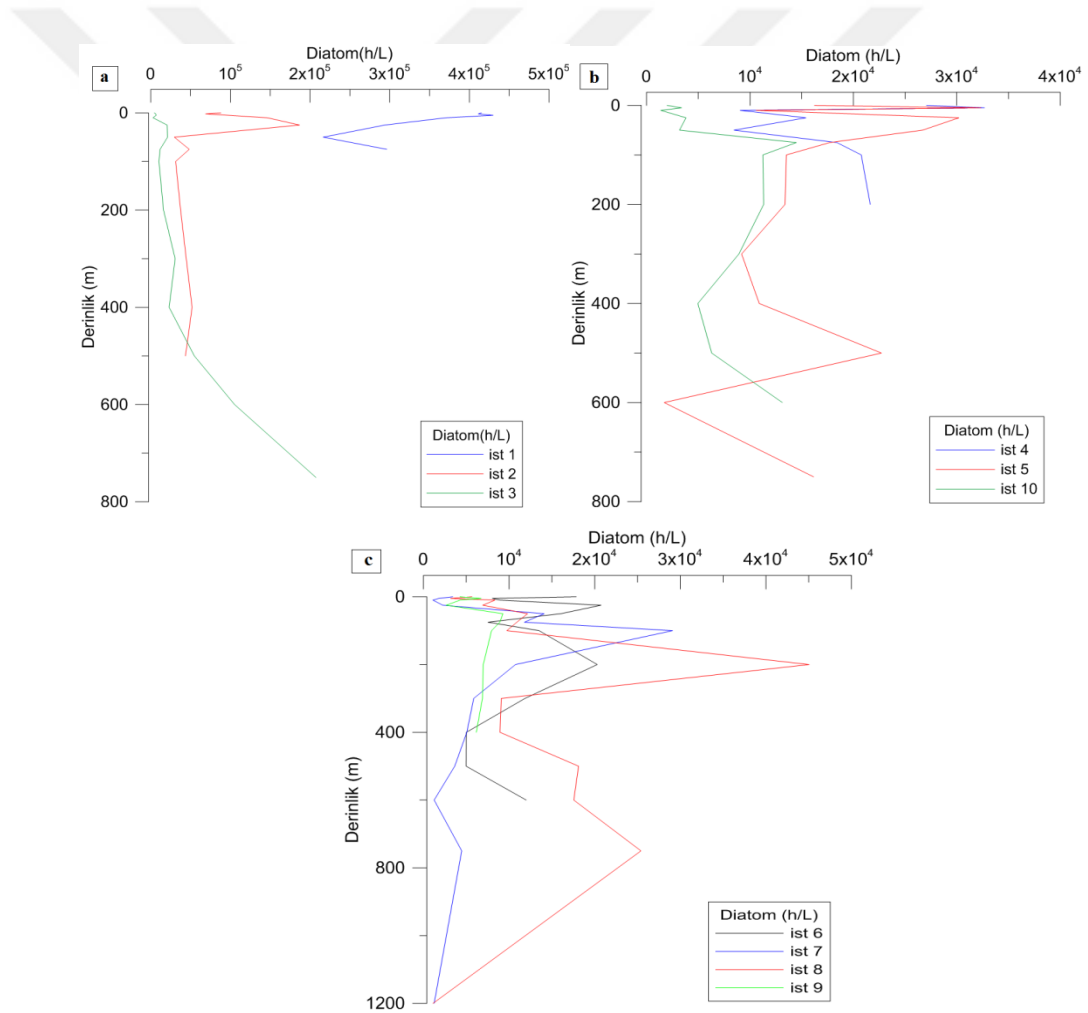


Şekil 3.18 Toplam mikroplanktonun sıcaklık ve tuzluluğa bağlı değişimi (a-Öfotik zon; b-Afotik zon)

3.2.1.1 Diatom

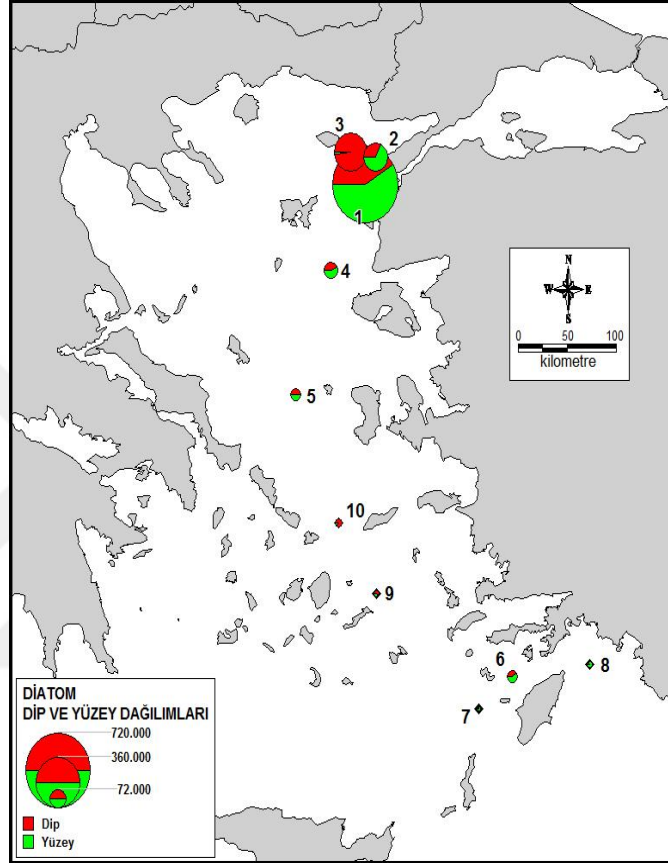
Diatom sınıfı üyeleri toplam 112 taksa ile hem tür çeşitliliği hem de bolluk bakımından tüm sınıfların içinde en baskın sınıftır. İstasyon 1, 2, 3, 4 ve 5'te çoğunlukla *Cerataulina pelagica*, *Dactyliosolen* sp, *Pseudonitzschia seriata* group, *Chaetoceros* sp., *Gyrosigma* sp. türlerine ait bireylere rastlanılmıştır. Diğer istasyonlarda daha çok *Grammatophora* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Thalassionema* sp. türlerine ait bireylere rastlanılmıştır. Tüm Ege'de yüzey sularında diatom bolluğu 1.978 h/L (ist 10) ile 415.152 h/L (ist 1) arasında değişmiştir ve

istasyon 1 ve 2'deki türlerin bolluğu, diğer istasyonlardan çok daha fazladır. Diatom bolluk değerleri Kuzey Ege'de 2.821 h/L (ist 3-10 m) ile 429.804 h/L (ist 1-5 m) arasında değişmiştir. Kuzey Ege'de yüzey suyunda en düşük birey sayısı 4.388 h/L (ist 3) en yüksek birey sayısı ise 415.152 h/L (ist 1)'dir (Şekil 3.19-a). Orta Ege'de bolluk değerleri 1.703 h/L (ist 5-500 m) ile 32.324 h/L (ist 5-2 m) arasında değişmiştir (Şekil 3.19-b). Yüzey suyunda ise en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 1.978 h/L (ist 10) ve 16.226 h/L (ist 5)'dir. Güney Ege'de en düşük birey sayısı 1.105 h/L (ist 7-10 m) en yüksek birey sayısı 45.048 h/L (ist 8-200 m)'dir. Yüzey suyunda birey sayısı 3.422 h/L (ist 7) ile 17.857 h/L (ist 6) arasında değişmiştir (Şekil 3.19-c).



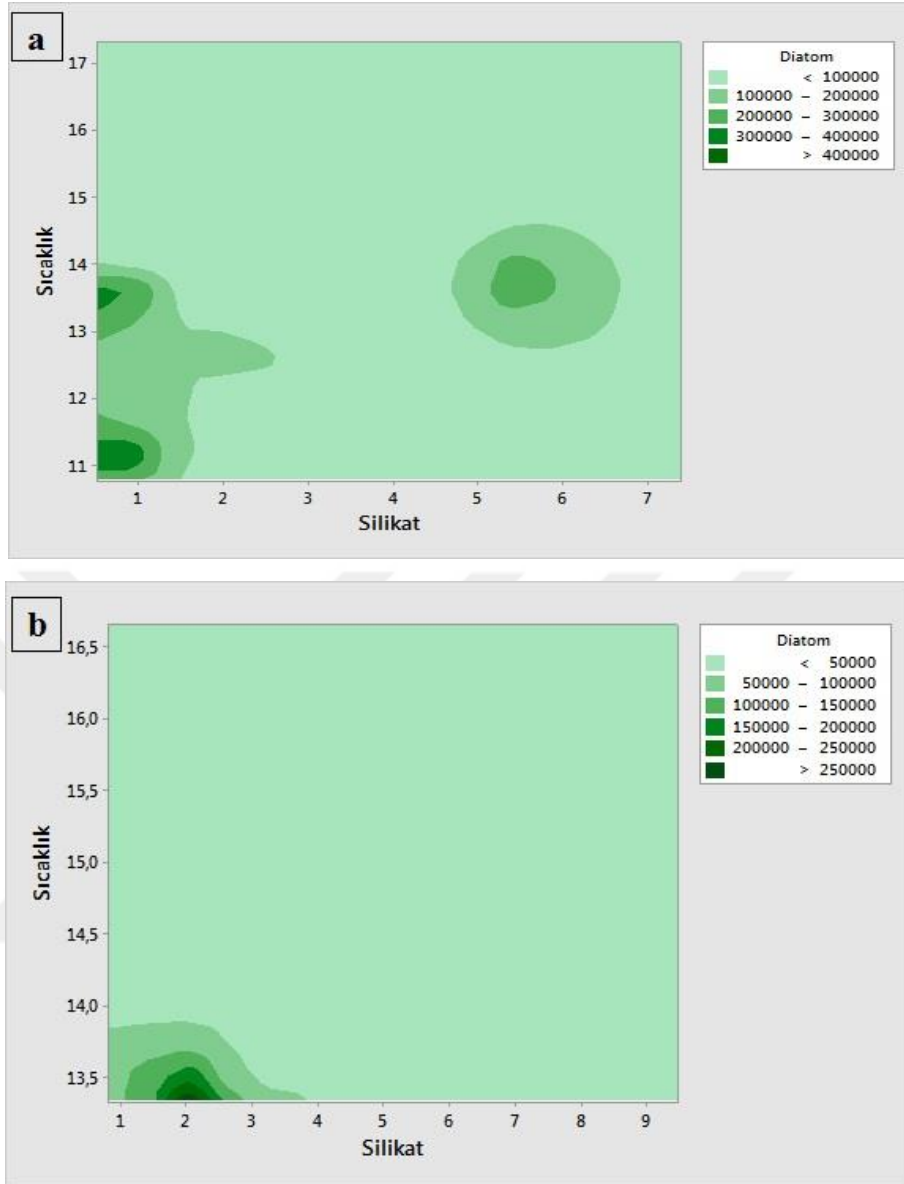
Şekil 3.19 Diatom bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılımı (a-Kuzey Ege; b-Orta Ege; c-Güney Ege)

Şekil 3.20’de verilen diatom bolluğunun yüzey ve dip değerlerinin istasyonlara göre dağılımı grafiğinde ist 3, 9 ve 10’da dip değerlerinin yüzey değerlerinden yüksek olduğu, diğer istasyonlarda yüzey değerlerinin dip değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 3.20 Diatom bolluğunun yüzey ve dip değerlerinin istasyonlara göre dağılımı

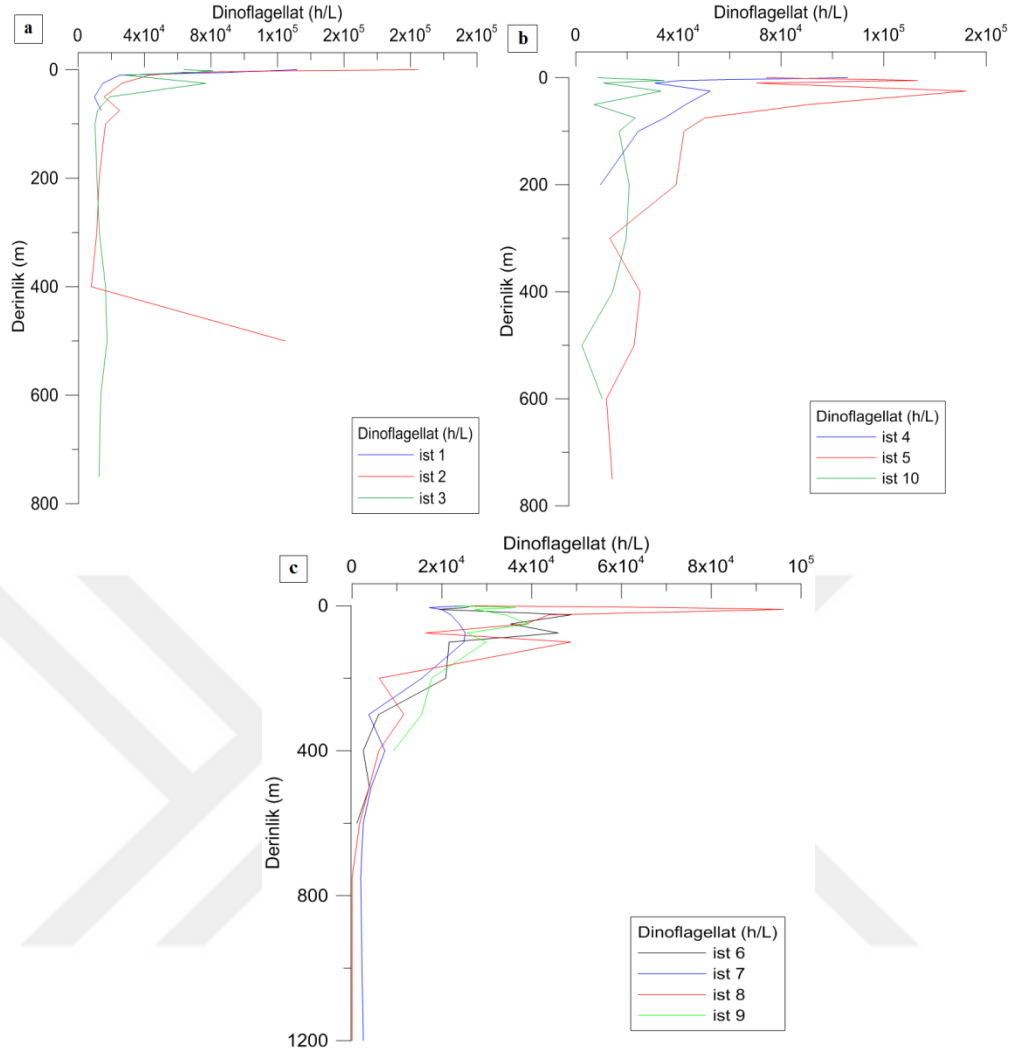
Öfotik zonda en düşük diatom birey sayısı sıcaklığın 14-16,5 °C silikat konsantrasyonunun 2-7 µM olduğu bölgede; en yüksek birey sayısı ise sıcaklığın 11-12 °C silikat konsantrasyonunun yaklaşık 0-1 µM olduğu bölgede tespit edilmiştir (Şekil 3.21-a). Afotik zonda en düşük diatom birey sayısı sıcaklığın 14-16,5 °C silikat konsantrasyonunun yaklaşık 4-9 µM olduğu bölgede iken en yüksek birey sayısı ise sıcaklığın yaklaşık 13 °C silikat konsantrasyonunun ise yaklaşık 2 µM olduğu bölgede tespit edilmiştir (Şekil 3.21-b).



Şekil 3.21 Diatom bolluğunun sıcaklık ve silikat konsantrasyonuna bağlı değişimi (a-Öfotik zon; b-Afotik zon)

3.2.1.2 Dinoflagellat

Dinoflagellat bolluğu Kuzey Ege’de, Güney ve Orta Ege’deki istasyonlara göre daha fazladır (Şekil 3.22). Benzer şekilde türlerin hücre büyüklüğü de Kuzey Ege’de Güney Ege’ye göre daha fazladır. İstasyon 1, 2, 3 ve 4’te bolluk bakımından çoğunluğu oluşturan türler *Ceratium fusus*, *Ceratium furca*, *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp., *Dinophysis* sp., *Gonyaulax* sp. gibi büyük boyutlu ve potansiyel toksik türlerdir.



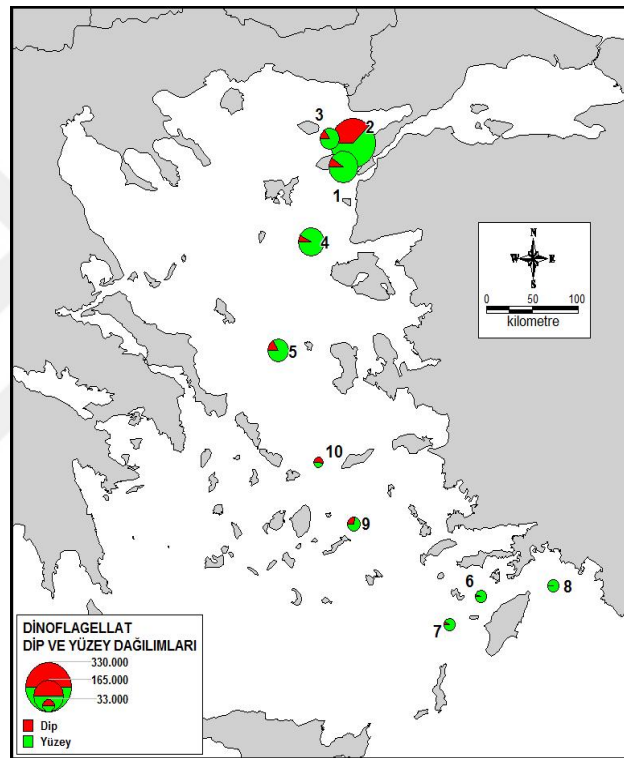
Şekil 3.22 Dinoflagellat bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılımı (a-Kuzey Ege; b-Orta Ege; c-Güney Ege)

Buna karşın diğer istasyonlarda çoğunluğu oluşturan türler *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum balticum*, *Heterocapsa* sp., *Oxytoxum variabile* gibi daha küçük boyutlu türlerdir. Bunun nedeni Kuzey Ege'deki istasyonların Güney ve Orta Ege'dekilere göre Karadeniz etkisinden dolayı daha ötrofik karakterli olmasıdır.

Şekil 3.22'de dinoflagellat bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılım grafikleri verilmiştir. Buna göre tüm su kolonu değerlendirildiğinde Kuzey Ege'de bolluk değeri 7.984 h/L (ist 2-400 m) ile 204.630 h/L (ist 2-yüzey) arasında; Orta Ege'de bolluk değeri 2.319 h/L (ist 10-400 m) ile 152.046 h/L (ist 5-10 m) arasında değişmiştir. Güney Ege'de ise 0 h/L (ist8 750 ve 1235 m) ile 96.008 h/L (ist 8-10 m)

arasında değişmiştir. Kuzey Ege’de dinoflagellat bolluk değeri Karadeniz orijinli su kütlesinin bulunduğu derinliklerde daha yüksek bulunurken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır (Tablo 3.2).

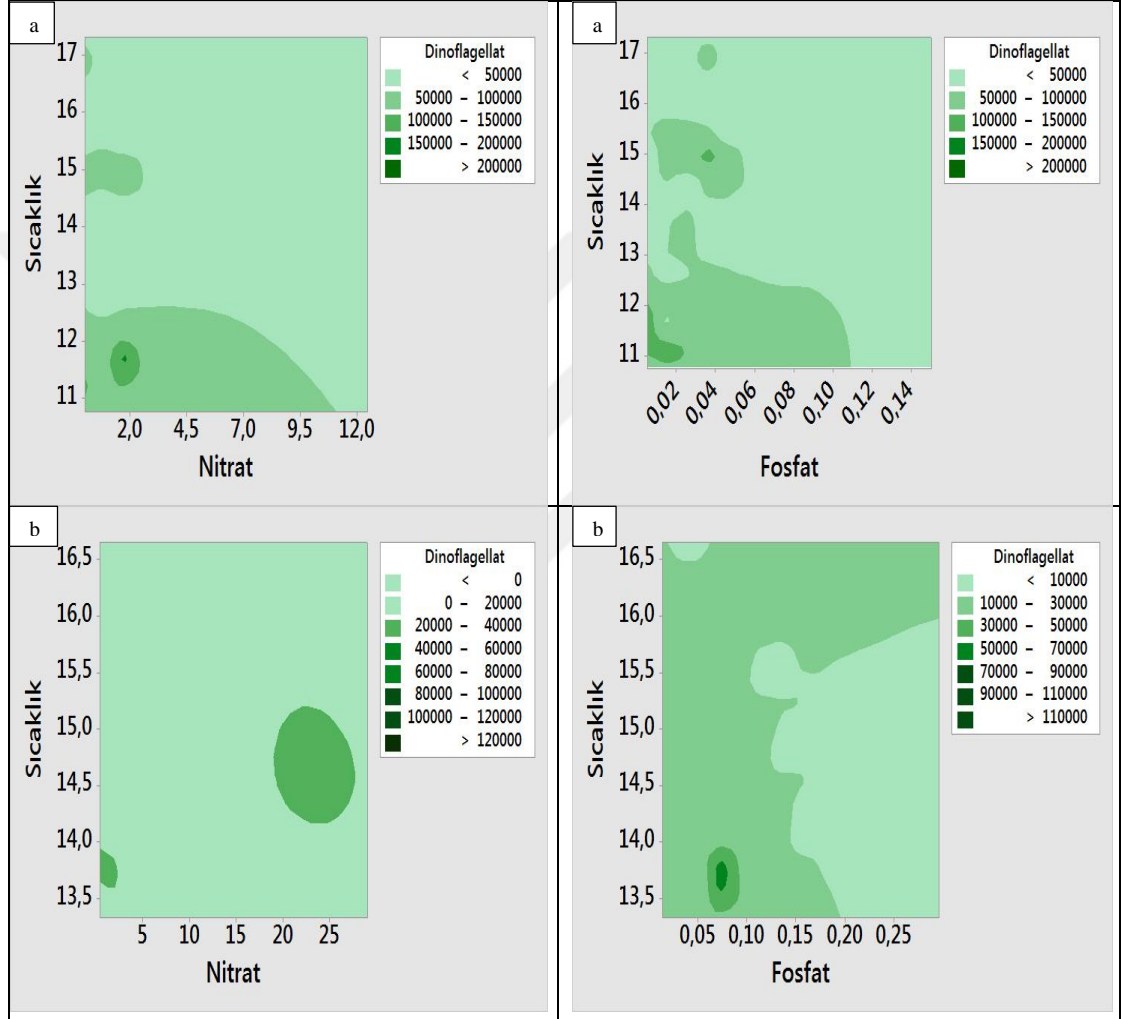
Şekil 3.23’te verilen yüzey ve dipteki dinoflagellat bolluk değerlerinin istasyonlara göre dağılımı grafiğinde tüm istasyonlarda yüzeyde dinoflagellatların fazla olduğu görülmektedir. İst 2’de ise dinoflagellatların yüzey ve dipte birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir.



Şekil 3.23 Dinoflagellat bolluğunun yüzey ve dip değerlerinin istasyonlara göre dağılımı

Dinoflagellat birey sayısının öfotik zonda en düşük değeri sıcaklığın 13-16,5 °C, nitrat konsantrasyonunun 0-12 µM olduğu bölgelerde iken en yüksek değeri ise sıcaklığın 11-12 °C nitrat konsantrasyonunun yaklaşık 2 µM olduğu bölgede tespit edilmiştir (Şekil 3.24-a). Afotik zonda ise en düşük dinoflagellat birey sayısı sıcaklığın 13,5-16,5 °C olduğu bölgede iken; en yüksek dinoflagellat birey sayısı sıcaklığın 13,5-14 °C, nitrat konsantrasyonunun 1-2 µM olduğu yerde tespit edilmiştir (Şekil 3.24-b). Dinoflagellat birey sayısının öfotik zonda en düşük değeri sıcaklığın 16-17 °C, fosfat konsantrasyonunun 0,12-0,14 µM civarında olduğu

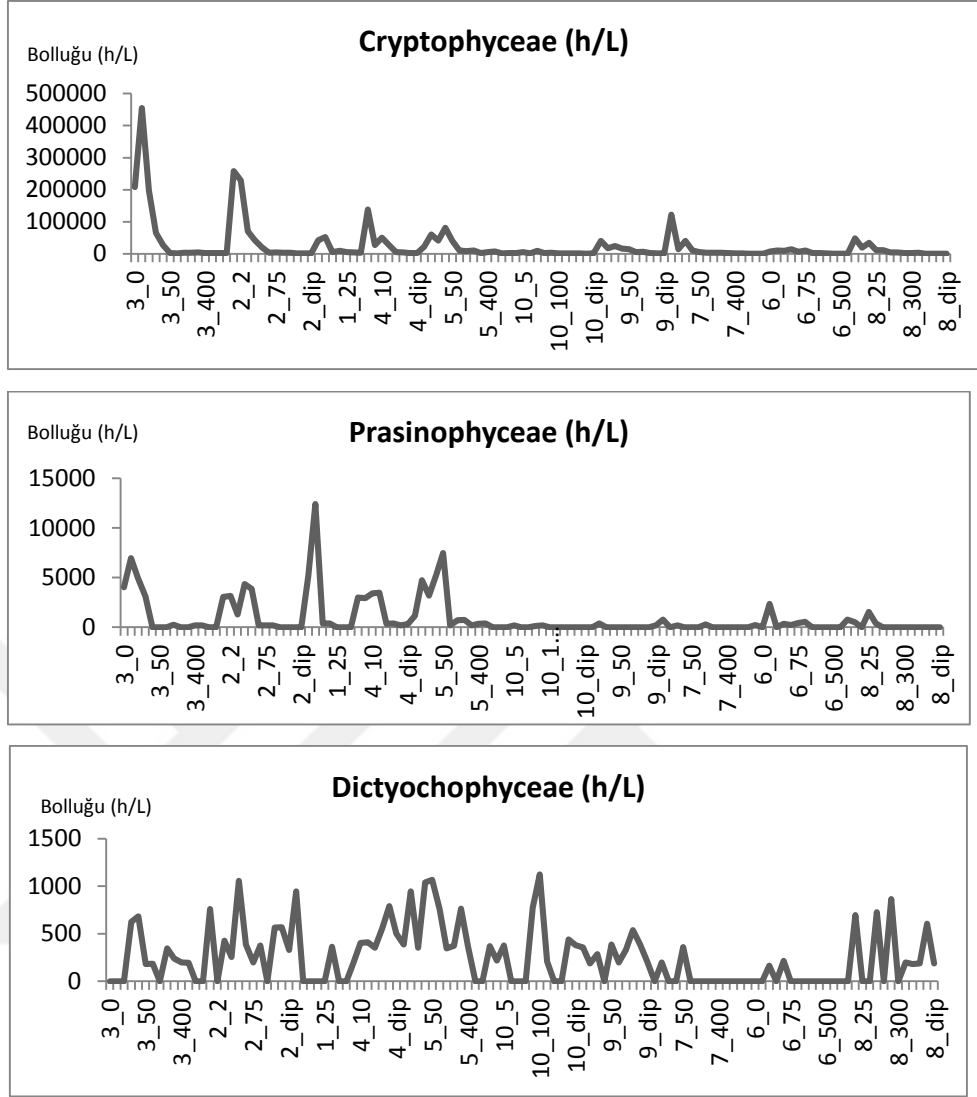
bölgede iken en yüksek dinoflagellat birey sayısı sıcaklığın 11-12 °C, fosfat konsantrasyonunun 0,02 µM civarında olduğu bölgede gözlenmiştir. Afotik zonda ise en düşük dinoflagellat birey sayısı sıcaklığın 13-15 °C, fosfat konsantrasyonunun 0,20-0,25 µM olduğu bölgede iken; en yüksek birey sayısı sıcaklığın 13,5-14 °C, fosfat konsantrasyonunun 0,05-0,10 µM arasında olduğu bölgede gözlenmiştir.



Şekil 3.24 Dinoflagellat bolluğunun sıcaklık, nitrat ve fosfat konsantrasyonuna bağlı değişimi (a-Öfotik zon; b-Afotik zon)

3.2.1.3 Diğer Gruplar

Çalışmada major grupların yanında Euglenophyceae, Prasinophyceae, Cryptophyceae, Dictyochophyceae, Ebriidea, Raphidophyceae, Cyanophyceae sınıflarına ait türler de tespit edilmiştir (Şekil 3.25). Bu sınıflar tür sayısı bakımından diğer sınıflara göre daha az miktardadır. Sözkonusu sınıflara ait Euglenophyceae sınıfına ait 1 tür (2 taksa), Prasinophyceae sınıfına ait 1 tür (2 taksa), Dictyochophyceae sınıfına ait 2 tür (3 taksa), Ebriidea sınıfına ait 2 tür (3 taksa) ve Raphidophyceae sınıfına ait 2 tür tespit edilmiştir. Bolluk bakımından baskın sınıflar Prasinophyceae, Cryptophyceae ve Dictyochophyceae sınıflarıdır. Cryptophyceae sınıfı diğer sınıflardan daha fazla birey sayısı ile temsil edilmiştir. Bunu sırasıyla Prasinophyceae, Dictyochophyceae ve Euglenophyceae takip etmektedir (Şekil 3.25). Kuzey Ege'de sözkonusu grupların bolluğu Karadeniz orijinli su kütesinin bulunduğu derinliklerde daha yüksek iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır (Tablo 3.2). Genel olarak öfotik zonda (0-100 m) yüksek miktarda birey sayısına rastlanırken afotik zona doğru (>100 m) birey sayısında bir azalma meydana gelmiştir.



Şekil 3.25 Diğer fitoplankton sınıflarının bolluk değerlerinin dağılımı

3.2.2 Nanoplankton

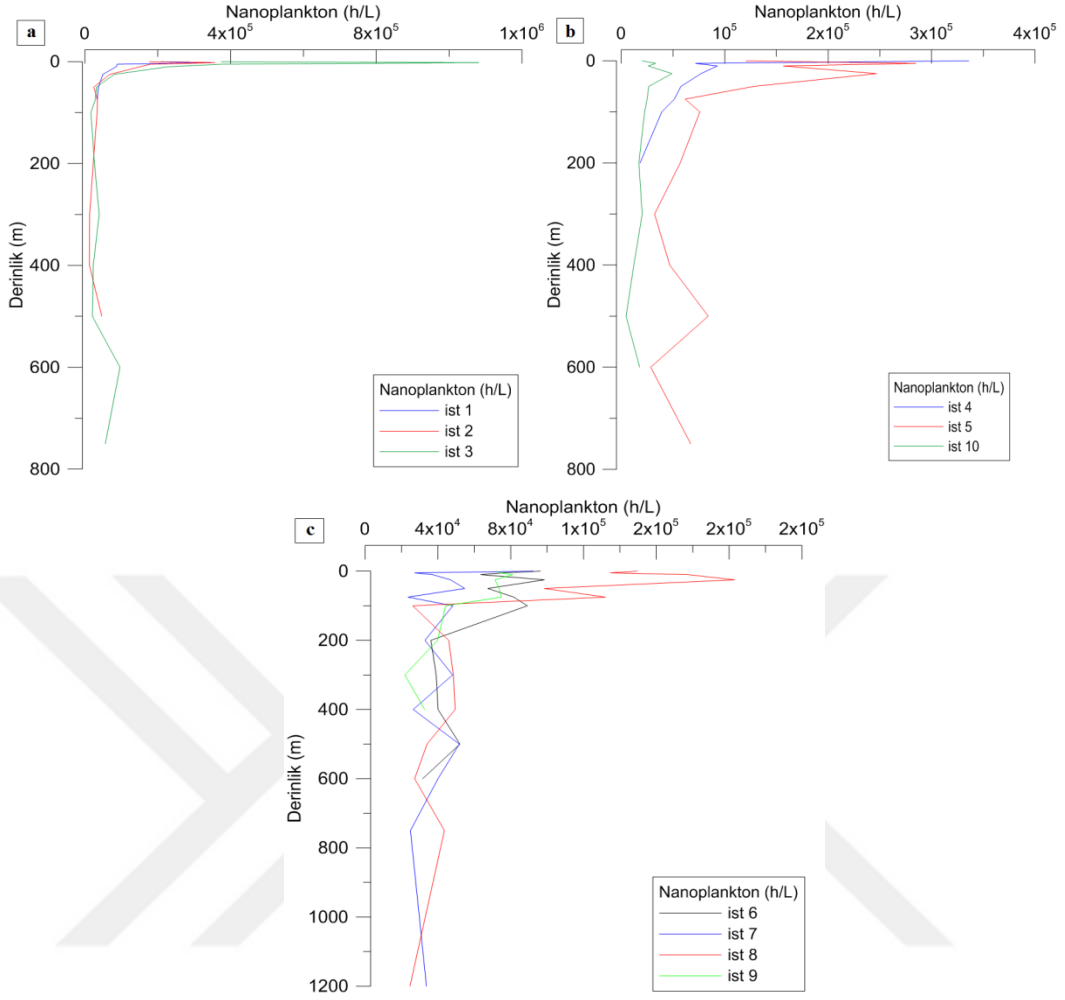
Nanoplankton 20 μm 'den küçük boyutlardaki diatom, dinoflagellat, Prasinophyceae, Cryptophyceae ve Prymnesiophyceae gibi sınıflara ait türleri kapsayan gruptur (Siokou-Frangou ve ark. 2010). Çalışmada 5 μm 'den daha küçük türler faz-kontrast mikroskopta küçük boyutları nedeniyle tanımlanamamıştır.

Kuzey Ege'de nanoplankton bolluğu 12.546 h/L (ist 2-400 m) ile 1.081.020 h/L (ist 3-2 m) arasında değişmiştir ve yüzey suyunda en düşük birey sayısı 177.193 h/L (ist 2) ve en yüksek birey sayısı 374.096 h/L (ist 3)'dir (Şekil 3.26-a). Kuzey Ege'de

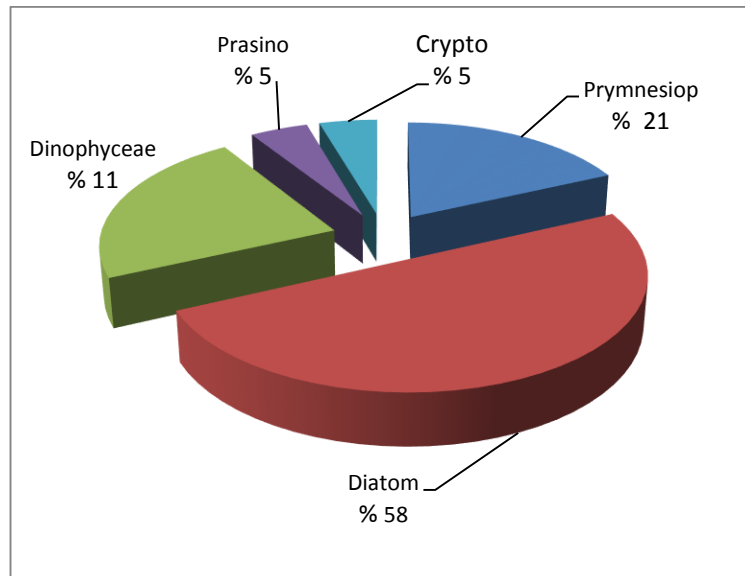
nanoplankton bolluğu Karadeniz orijinli su kütlesinin bulunduğu derinliklerde daha yüksek iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır (Tablo 3.2). Öfotik zondan (0-100 m) afotik zona doğru birey sayısında azalma meydana gelmiştir. Orta Ege’de nanoplankton bolluğu 4.639 h/L (ist 10-40 m) ile 284.674 h/L (ist 5-2 m) arasında değişmiştir. Yüzey suyunda ise en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 20.107 h/L (ist 10) ve 120.535 h/L (ist 5)’dir (Şekil 3.26-b). Güney Ege’de en düşük birey sayısı 21.820 h/L (ist 9-200 m) ve en yüksek birey sayısı 203.046 h/L (ist 8-10 m) iken yüzey suyunda birey sayısı 72.466 (ist 9) ile 149.541 h/L (ist 8) arasında değişmiştir (Şekil 3.26-c). Birey sayısı bakımından nanoplankton Kuzey Ege’de daha fazla iken yoğunluk bakımından Güney Ege’de daha fazla gözlenmiştir.

Nanoplankton boy grubunda diatom sınıfına ait 11 taksa, dinoflagellat sınıfına ait 5 taksa, Prymnesiophyceae sınıfına ait 4 taksa, Prasinophyceae sınıfına ait 1 takson ve Cryptophyceae sınıfına ait 1 takson olmak üzere toplam 22 taksa tanımlanmıştır (Şekil 3.27). Şekil 3.28’de tanımlanamayan nanoplakton bolluğunun yüzey ve dip değerleri istasyonlar bazında gösterilmiştir. Buna göre tüm istasyonlarda yüzeydeki nanoplankton bolluğu dipteki nanoplankton bolluğundan daha fazladır.

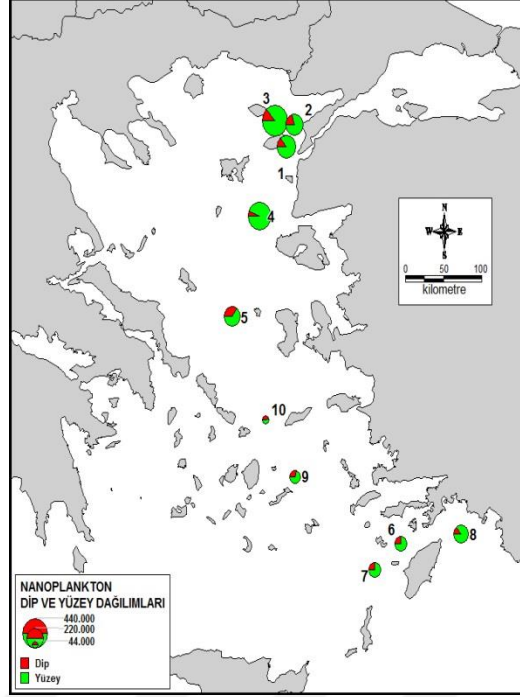
Kuzey-Güney yönlü tüm istasyonlarda nanoplankton gözlenmiştir. Kuzey ve Orta Ege’deki istasyonlarda Prasinophyceae, Cryptophyceae ve diatom sınıfına ait türler baskın iken, Güney Ege’deki istasyonlarda bunlara ek olarak Prymnesiophyceae (Coccolithophorid) etkisi yoğun bir şekilde gözlenmiştir. Prymnesiophyceae sınıfına ait birçok tür taramalı elektron mikroskobunda (SEM) tanımlanmıştır (Bkz. Ek 2).



Şekil 3.26 Nanoplankton bolluğunun istasyonlara göre dikey dağılımı (a-Kuzey Ege; b-Orta Ege; c-Güney Ege)



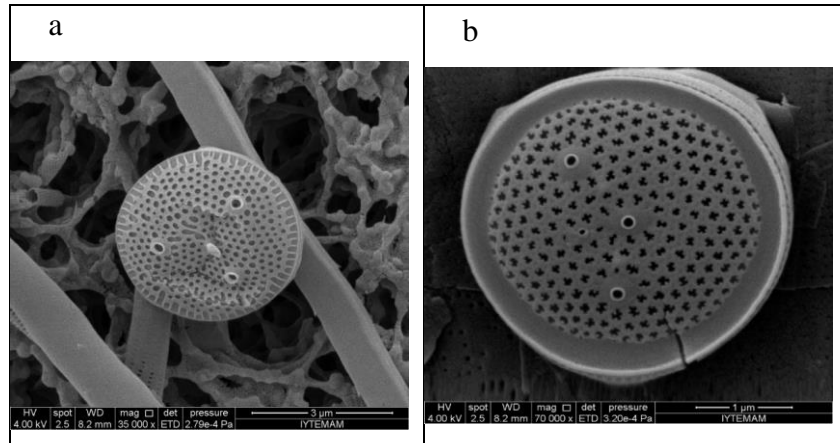
Şekil 3.27 Tanımlanan nanoplankton taksonlarının dağılımı



Şekil 3.28 Tanımlanamayan nanoplankton bolluğunun yüzey ve dipteki dağılımı

Ek 2’de verilen Prymnesiophyceae SEM görüntülerine ek olarak aynı istasyonda (ist 7) ve aynı derinlikte (25 m) gözlenen nano boyutundaki sentrik ve pennat diatomlar Ek 3’te verilmiştir. Ek 4’te ise Kuzey Ege’de tespit edilen nanoplanktonik diatom ve dinoflagellat türleri verilmiştir.

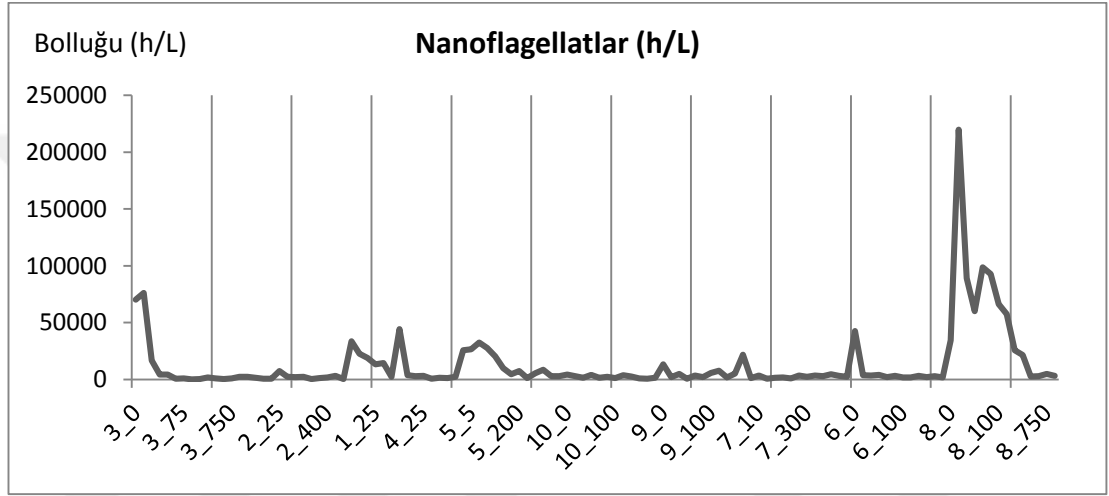
Ayrıca SEM’de tanımlanan nanoplanktonik diatom türleri *Minidiscus trioculatus* ve *Minidiscus comicus* (Şekil 3.29) ve Prymnesiophyceae sınıfından *Syracosphaera pulchra* ve *Calcidiscus leptoporus* türleri Ege Denizi’nde ilk kez kaydedilmiştir.



Şekil 3.29. a) *Minidiscus comicus* b) *Minidiscus trioculatus* (Nihayet Bizsel kişisel arşivi, 2013)

3.2.2.1 Nanoflagellatlar

Nanoflagellatlar bolluk bakımından Kuzey, Orta ve Güney Ege’de benzer değerlerdedir. Fakat toplam fitoplankton içindeki yüzde miktarı diğer istasyonlarda % 1-2 civarında iken 8. istasyonda oldukça fazladır (% 14). Kuzey Ege’de nanoflagellatların en düşük değeri 263 h/L (ist 3-100 m) en yüksek değeri 76.249 h/L (ist 3-2 m)’dir.



Şekil 3.30 Nanoflagellat türlerinin bolluk değerlerinin dağılımı

Nanoflagellat bolluğu Kuzey Ege’de Karadeniz orijinli su kütlelerinin bulunduğu derinliklerde daha yüksek iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır (Tablo 3.2). Orta Ege’de nanoflagellatların en düşük bolluk değeri 663 h/L (ist 10-500 m) en yüksek bolluk değeri 32.474 h/L (ist 5-10 m)’dir. Güney Ege’de en düşük bolluk değeri 710 h/L (ist 9-25 m) en yüksek bolluk değeri ise 219.683 h/L (ist 8-5 m)’dir (Şekil 3.30).

3.2.3 Pikoplankton

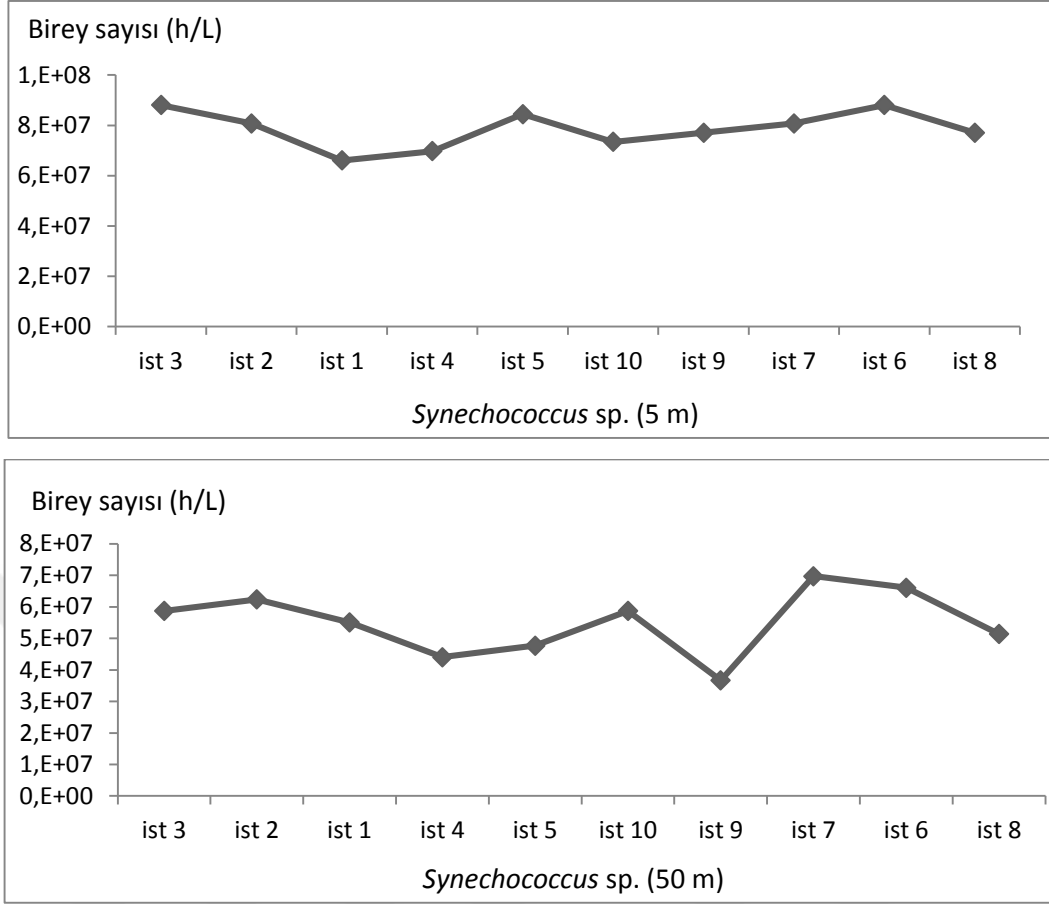
Bu çalışmada pikoplanktona dahil olarak *Synechococcus* ve heterotrofik bakteriler tespit edilmiştir. Tüm istasyonların 5 ve 50 metre derinliklerinden pikoplankton için alınmış örneklerde, *Synechococcus* ve heterotrofik bakterilerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4 Kuzey, Orta ve Güney Ege’de *Synechococcus* ve heterotrofik bakterilere ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

İst		Syne. (h/L)	Het. Bakt. (h/L)	İst		Syne. (h/L)	Het. Bakt. (h/L)
ist 1	Min	5,51x10 ⁷	1,17x10 ⁸	ist 6	Min	6,61x10 ⁷	1,06x10 ⁸
	Max	6,61x10 ⁷	1,58x10 ⁸		Max	8,81x10 ⁷	1,47x10 ⁸
	Ort±SS	6,05x10 ⁷ ±7,7x10 ⁶	1,3 x10 ⁸ ±2,8x10 ⁷		Ort±SS	7,7x10 ⁷ ±1,5x10 ⁷	1,3x10 ⁸ ±2,8x10 ⁷
ist 2	Min	6,24x10 ⁷	1,21x10 ⁸	ist 7	Min	6,97x10 ⁷	8,07x10 ⁷
	Max	8,07x10 ⁷	1,50x10 ⁸		Max	8,07x10 ⁷	1,14x10 ⁸
	Ort±SS	7,1x10 ⁷ ±1,3x10 ⁷	1,3x10 ⁸ ±2,07x10 ⁷		Ort±SS	7,5x10 ⁷ ±7,8x10 ⁶	9,7x10 ⁷ ±2,3x10 ⁷
ist 3	Min	5,87x10 ⁷	1,25x10 ⁸	ist 8	Min	5,14x10 ⁷	1,36x10 ⁸
	Max	8,81x10 ⁷	1,39x10 ⁸		Max	7,71x10 ⁷	1,69x10 ⁸
	Ort±SS	7,3x10 ⁷ ±2,07x10 ⁷	1,3x10 ⁸ ±1,03x10 ⁷		Ort±SS	6,4x10 ⁷ ±1,8x10 ⁷	1,5x10 ⁸ ±2,3x10 ⁷
ist 4	Min	4,40x10 ⁷	9,91x10 ⁷	ist 9	Min	3,67x10 ⁷	1,17x10 ⁸
	Max	6,97x10 ⁷	1,14x10 ⁸		Max	7,71x10 ⁷	1,43x10 ⁸
	Ort±SS	5,6x10 ⁷ ±1,8x10 ⁷	1,06x10 ⁸ ±1,03x10 ⁷		Ort±SS	5,7x10 ⁷ ±2,8x10 ⁷	1,3x10 ⁸ ±1,8x10 ⁷
ist 5	Min	4,77x10 ⁷	1,06x10 ⁸	ist 10	Min	2,57x10 ⁷	9,54x10 ⁷
	Max	8,44x10 ⁷	1,10x10 ⁸		Max	7,34x10 ⁷	1,50x10 ⁸
	Ort±SS	6,6x10 ⁷ ±2,8x10 ⁷	1,08x10 ⁸ ±2,5x10 ⁶		Ort±SS	5,3x10 ⁷ ±2,4x10 ⁷	1,2x10 ⁸ ±2,7x10 ⁷

3.2.3.1 *Synechococcus* spp.

Bir Cyanobakteri türü olan *Synechococcus* spp.’nin bolluğu 2,57x10⁷ (ist 10-100 m) ile 8,81x10⁷ hücre/L (ist 3-5 m) arasında değişkenlik göstermiştir. Tüm istasyonlar genelinde *Synechococcus* spp. bolluğunun 5 metre derinlikte 50 metre derinliktekinden daha fazla olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.31).

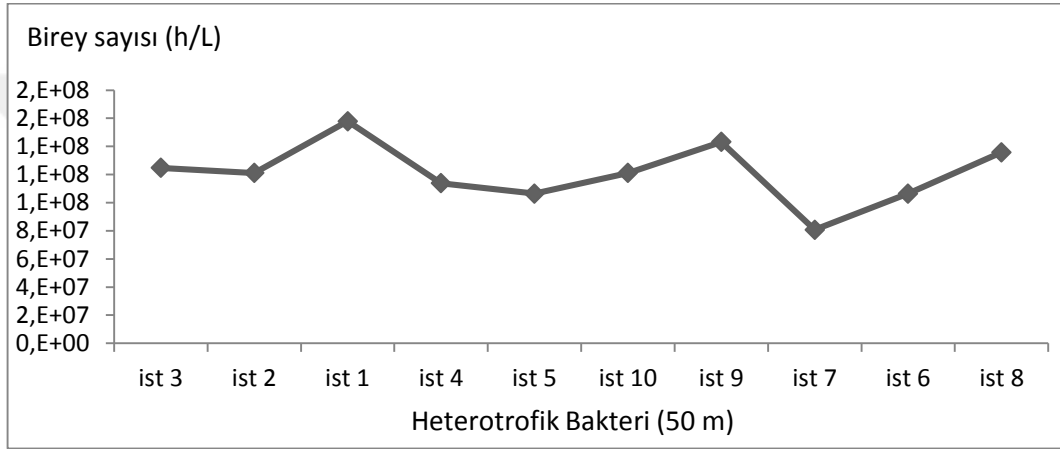
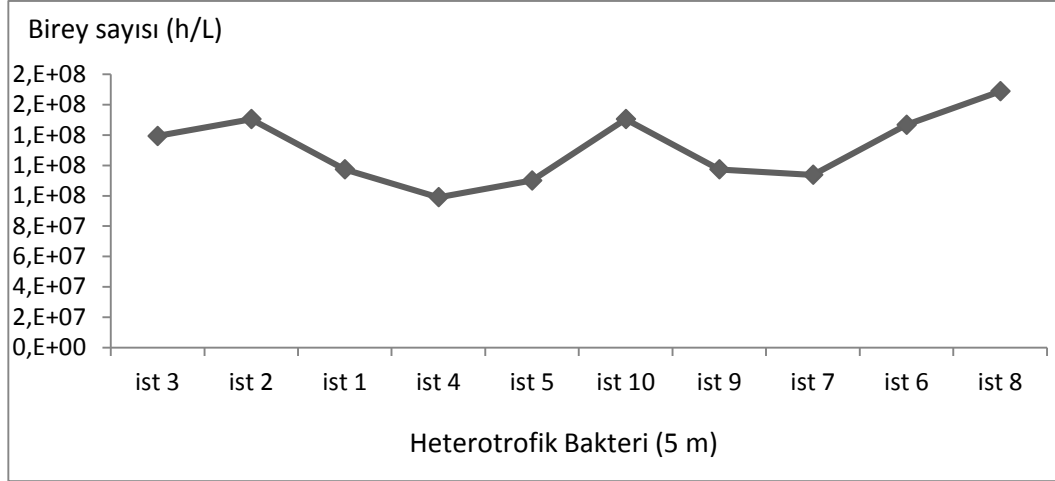


Şekil 3.31 *Synechococcus sp.* bolluk değerlerinin 5 ve 50 metre derinliklerde istasyonlara göre dağılımı

3.2.3.2 Heterotrofik Bakteri

Epifloresan mikroskop sayımları sonucu belirlenen heterotrofik bakteri miktarı $8,07 \times 10^7$ ile $1,69 \times 10^8$ arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.32).

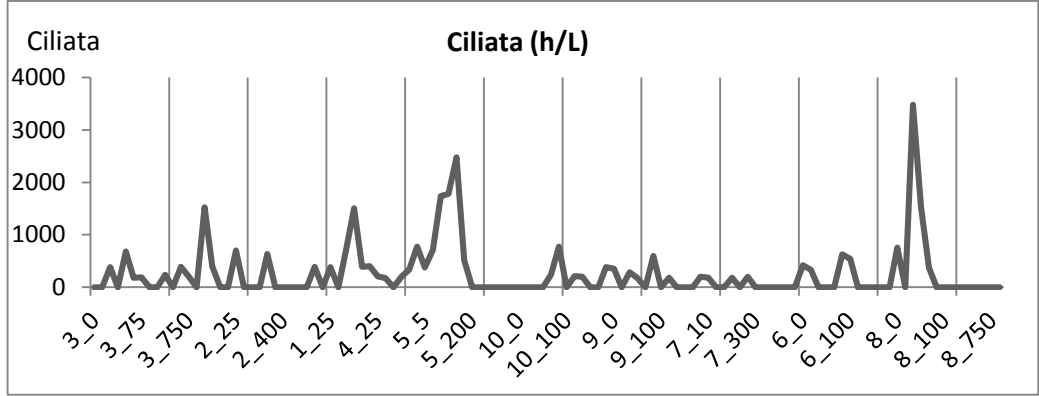
Şekil 3.32’de verilen grafiğe göre 5 metrede en yüksek birey sayısı 8. istasyonda ($1,69 \times 10^8$ h/L), en düşük birey sayısı 4. istasyonda ($9,91 \times 10^7$ h/L) tespit edilmiştir. 50 metrede ise en yüksek birey sayısı 1. istasyonda ($1,58 \times 10^8$ h/L), en düşük birey sayısı ise 7. istasyonda ($8,07 \times 10^7$ h/L) tespit edilmiştir.



Şekil 3.32 Heterotrofik bakteri bolluk değerlerinin 5 ve 50 metre derinliklerde istasyonlara göre dağılımı

3.2.4 Ciliata

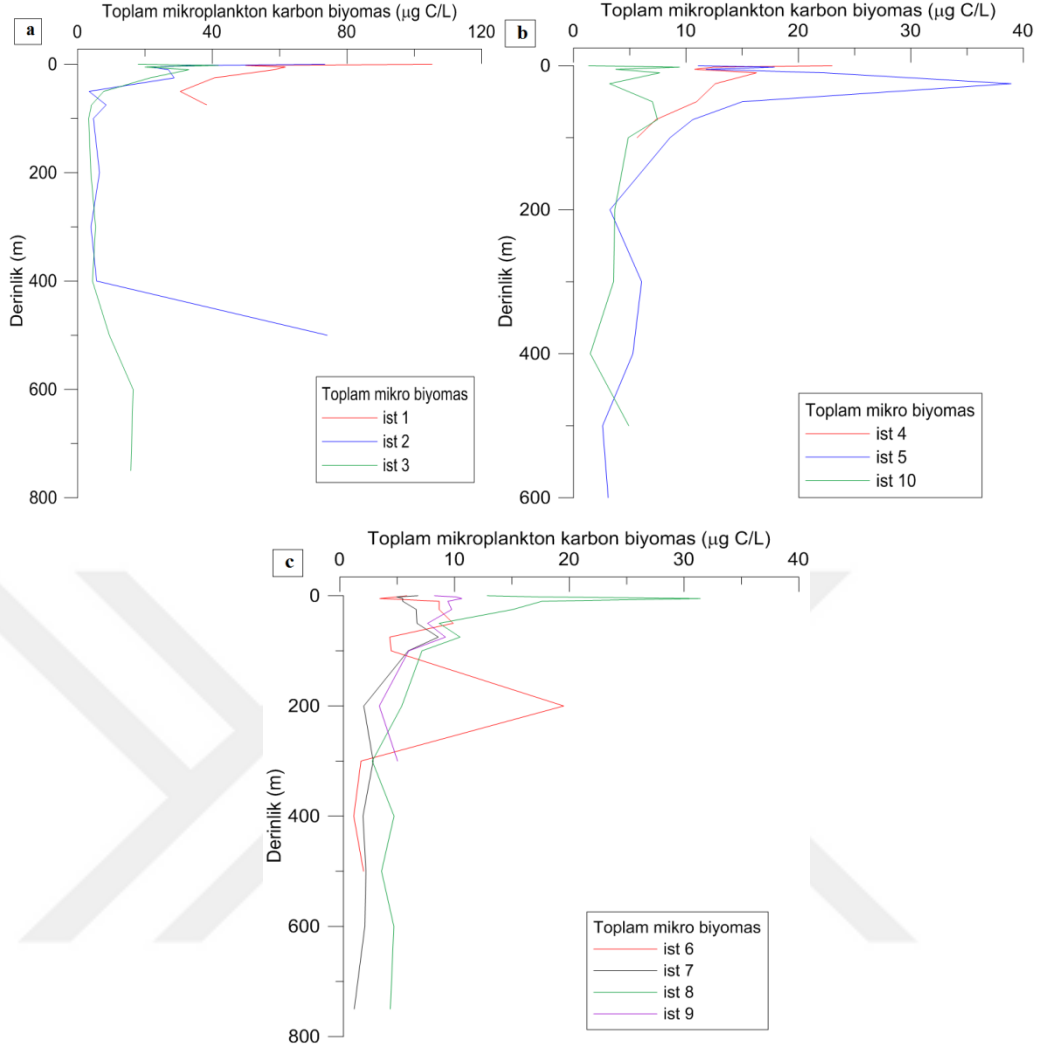
Ciliata sınıfı üyeleri Kuzey Ege’de en fazla 1.524 h/L (ist 2-yüzey) birey sayısına ulaşmıştır. Orta Ege’de en fazla birey sayısı 1.780 h/L (ist 5-5 m); Güney Ege’de ise en fazla birey sayısı 3.479 h/L (ist 8-10 m)’dir. En yüksek birey sayısına Güney Ege’de ulaşmıştır. Ciliata bireyleri tüm istasyonlarda ilk 100 metrede daha fazla sayıyla temsil edilmiştir (Şekil 3.33).



Şekil 3.33 Ciliata bireylerinin istasyonlara göre dağılımı

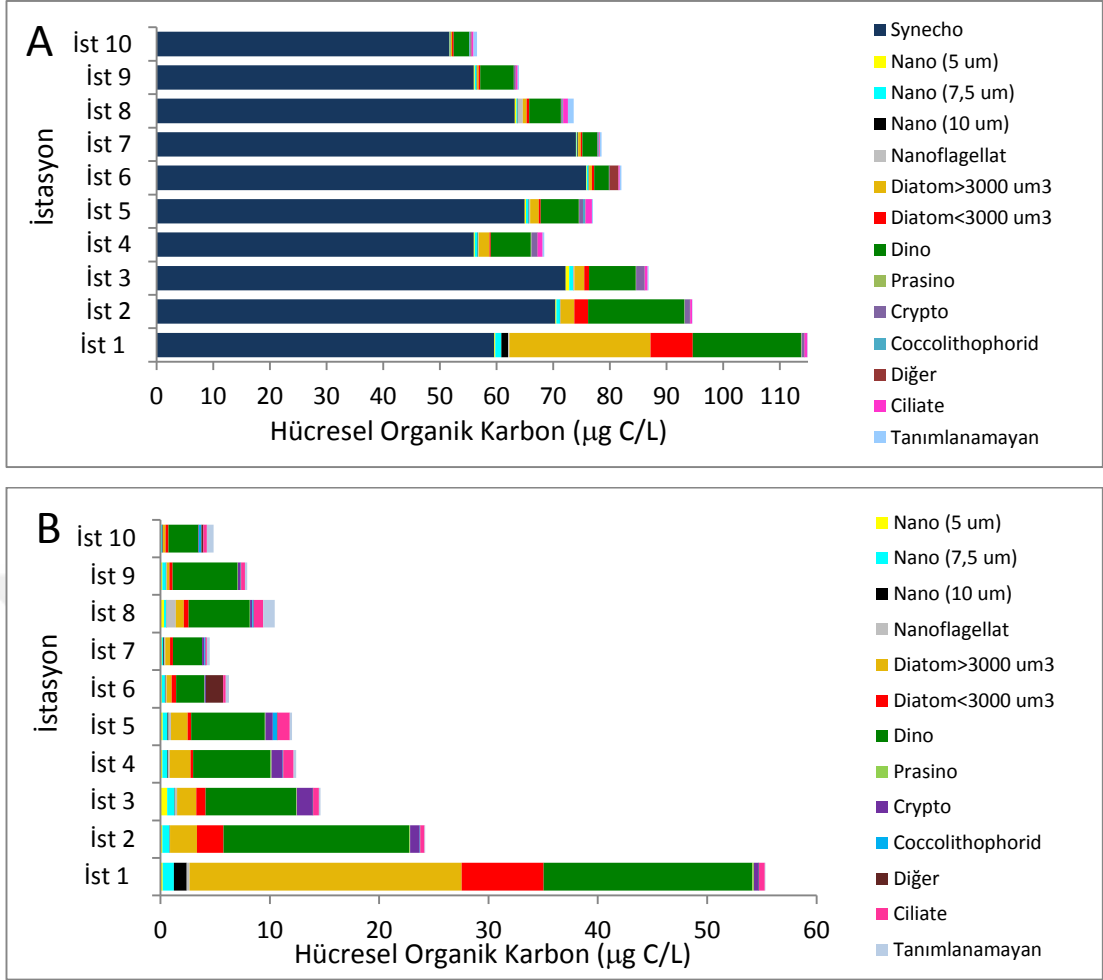
3.3 Hüresel Organik Karbon

Şekil 3.34'te verilen grafikte toplam mikrop planktonik hüresel organik karbonun istasyonlara göre dağılımı, Kuzey Ege'de (Şekil 3.34-a) 3,25 $\mu\text{g C/L}$ (ist 3-100 m)-105 $\mu\text{g C/L}$ (ist 1 yüzey) arasında değişim gösterirken, Orta Ege'de (Şekil 3.34-b) en düşük 1,34 $\mu\text{g C/L}$ (ist 10 yüzey) en yüksek değeri ise 38,92 $\mu\text{g C/L}$ (ist 5-50 m)'dir. Güney Ege'de ise (Şekil 3.34-c) hüresel organik karbonun en düşük değeri 1,26 $\mu\text{g C/L}$ (ist 7-dip) en yüksek değeri de 31,42 $\mu\text{g C/L}$ (ist 8-10 m)'dir. Kuzey Ege'deki organik karbonun Orta ve Güney Ege'den fazla olması kuzeydeki büyük boyutlu türlerin bolluğu ve çeşitliliğinin daha fazla olmasıyla ilişkilidir.



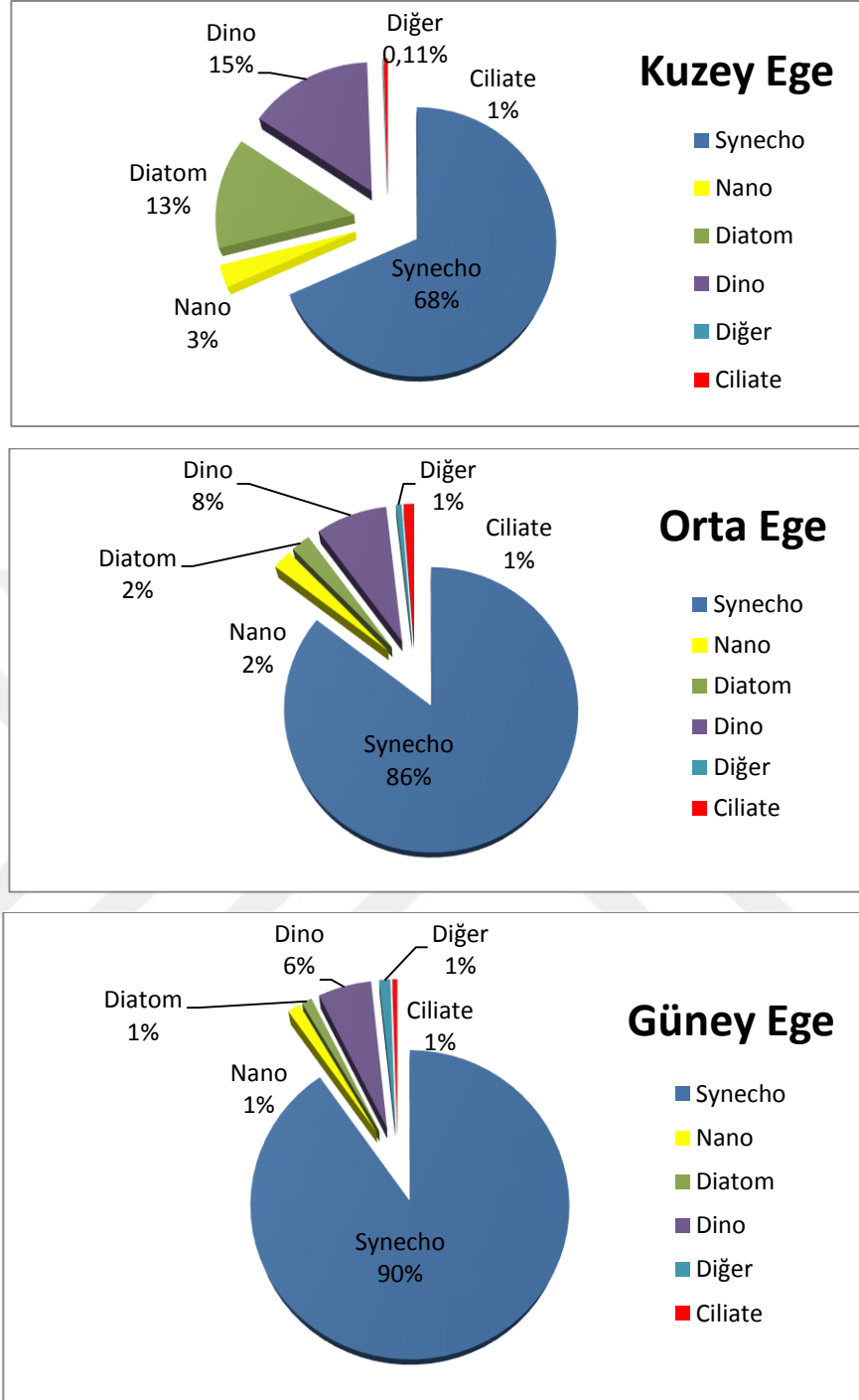
Şekil 3.34 Toplam mikroplankton biyomasının istasyonlara göre dağılımı (a-Kuzey Ege; b-Orta Ege; c-Güney Ege)

Hüresel organik karbonun fitoplankton sınıflarına dağılımı Şekil 3.35-A'daki grafikte verilmiştir. Grafiğe göre tüm istasyonlarda en yüksek payı *Synechococcus* almıştır. *Synechococcus*'tan sonra en yüksek payı sırasıyla diatom ve dinoflagellatlar almıştır. *Synechococcus* toplam biyomas hesabına katıldığında nanoplankton ve diğer türler toplam karbon biyomasında çok küçük paylara sahiptir. İst 1 ve 2'de diatomların toplam fitoplankton organik karbon içindeki miktarı daha yüksektir.



Şekil 3.35 Hücresel organik karbonun fitoplankton gruplarına göre dağılımı (A: Piko, nano ve mikroplankton grupları; B: Nanoplankton ve Mikroplankton grupları)

3000 μm^3 'ten büyük hacimli diatom türleri 3000 μm^3 'ten küçük hacimli diatom türlerinden daha fazla organik karbon içerirken, istasyonların tümünde 3000 μm^3 'ten küçük hacimli diatom türlerinin bolluğu daha fazladır. *Synechococcus* toplam karbon biyomasından çıkarılırsa (Şekil 3.35-B) toplam biyomasta en fazla payı 3000 μm^3 'ten büyük hacimli diatomlar almaktadır. Bunu sırasıyla 3000 μm^3 'ten küçük hacimli diatomlar, dinoflagellatlar ve nanoplankton türleri takip etmektedir. Nanoplanktonun toplam karbon biyomasındaki ortalama yüzde oranı en az % 3,5 (ist 2) en fazla ise % 9 (ist 3)' dur.



Şekil 3.36 Hücresel organik karbonun bölgelere göre dağılımı

Şekil 3.36'daki grafiklerde bölgelere göre fitoplankton gruplarının hücresel organik karbon yüzde oranları verilmiştir. Buna göre; tüm bölgelerde en fazla oran *Synechococcus* spp.'ye aittir. Kuzey Ege'de *Synechococcus*'tan sonra en fazla payı Dinoflagellat (%15) ve Diatom (%13) sınıfları almıştır. Kuzeyden güneye doğru

toplam hücrel organik karbondaki *Synechococcus* yüzde oranı artarken diğer grupların oranları azalmıştır.

Toplam miktoplanktona ait hücrel organik karbonun POC'ye katkısı en fazla istasyon 1'de hesaplanmıştır (% 18,9). En düşük oran ise istasyon 6'da hesaplanmıştır (% 2,5). Pikoplanktonun POC'ye katkısı en az ist 4 (% 20,1) en fazla ist 10'da (% 87,9) olmuştur. Toplam nanoplanktonun POC'ye katkısı ise en az ist 2 (% 0,6) en fazla ise ist 8'de (% 2,9) olmuştur (Tablo 3.5). Pikoplanktonun POC içindeki oranı Güney Ege'de Kuzey Ege'den daha fazladır. Toplam miktoplanktonun POC içindeki oranı ise Kuzey Ege'de daha fazladır. Bunun nedeni Kuzey Ege'de miktoplankton bolluğunun fazla olması ve büyük boyutlu türlerin daha yoğun gözlenmiş olmasıdır.

Tablo 3.5 Piko, nano ve miktoplankton hücrel organik karbon biyomasının POC konsantrasyonuna yüzde (%) katkısı

İstasyon	POC (μM)	Piko biyomas($\mu\text{g/L}$)	Nano biyomas($\mu\text{g/L}$)	Mikro biyomas($\mu\text{g/L}$)	% Piko	% Nano	% Mikro	% Toplam
1	275,54	59,60	3,30	51,48	21,63	1,20	18,68	41,51
2	340,34	70,40	3,34	24,39	20,69	0,98	7,17	28,83
3	303,42	72,20	3,01	14,61	23,80	0,99	4,82	29,60
4	278,74	56,00	3,15	12,37	20,09	1,13	4,44	25,66
5	270,28	65,00	3,16	12,03	24,05	1,17	4,45	29,67
6	134,35	75,80	3,17	6,25	56,42	2,36	4,65	63,43
7	112,80	74,00	3,09	4,53	65,60	2,74	4,01	72,36
8	100,97	63,20	3,02	10,44	62,59	2,99	10,34	75,93
9	142,31	56,00	2,35	7,95	39,35	1,65	5,58	46,59
10	58,82	51,70	1,31	4,86	87,89	2,22	8,27	98,38

3.4 İstatistiksel Bulgular

3.4.1 Fiziko-kimyasal Değişkenler ile Fitoplankton Grupları Arasında Yapılan Korelasyon Analizi

Fiziko-kimyasal değişkenler ile fitoplankton verileri arasında yapılan korelasyon analizinin sonucu Tablo 3.6'da verilmiştir. Tabloya göre toplam fitoplankton bolluğu ile POC, klorofil-a ve AKM, arasında pozitif; nitrit, fosfat konsantrasyonları, sıcaklık ve tuzluluk arasında ise negatif bir korelasyon bulunmuştur. Diatom bolluğu ile POC,

PON ve AKM değerleri arasında pozitif; nitrit, fosfat, sıcaklık ve tuzluluk arasında ise negatif bir korelasyon bulunmuştur. Nanoplankton bolluğu ile POC, klorofil-a ve AKM değerleri arasında pozitif; nitrit, sıcaklık ve tuzluluk arasında ise negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Tablo 3.6 Fiziko-kimyasal değişkenler ile fitoplankton arasında yapılan korelasyon analizi ($p < 0,05$, $n=116$) (İstatistiksel olarak anlamlı olanlar koyu renk ile gösterilmiştir)

Değişken	PON	POC	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Si(OH) ₄	PO ₄ ⁻³	Klorofil-a	Sıcaklık	Tuzluluk	AKM
Toplam fito	0,13	0,53	-0,30	-0,04	-0,05	-0,26	0,55	-0,28	-0,37	0,29
Diatom	0,42	0,26	-0,28	-0,11	-0,03	-0,35	0,10	-0,47	-0,53	0,74
Dinoflagellat	0,21	0,54	-0,30	-0,09	-0,17	-0,37	0,58	-0,34	-0,51	0,21
Nanoplankton	0,15	0,60	-0,30	-0,09	0,04	-0,18	0,44	-0,44	-0,55	0,33
Diğer	0,16	0,48	-0,29	-0,08	0,01	-0,18	0,32	-0,45	-0,66	0,42
Toplam fito biyomas	0,38	0,48	-0,33	-0,14	-0,06	-0,37	0,34	-0,55	-0,66	0,66
Diatom biyomas	0,42	0,23	-0,26	-0,10	0,04	-0,35	0,07	-0,37	-0,27	0,73
Dino biyomas	0,20	0,39	-0,22	-0,09	-0,11	-0,20	0,33	-0,44	-0,66	0,33
Nano biyomas	0,16	0,62	-0,37	-0,11	0,02	-0,30	0,54	-0,50	-0,65	0,38
Diğer biyomas	-0,19	-0,28	0,27	0,00	-0,10	0,12	-0,12	0,28	0,20	-0,20

Fitoplankton verileriyle fiziko-kimyasal değişkenler arasındaki ilişkinin çok kuvvetli olmaması dikkat çekmektedir. Bu nedenle öfotik ve afotik zonda (ilk 100 metre ve 100 metrenin altındaki derinlik verileriyle) ayrı ayrı korelasyon analizi yapılmıştır. Tablo 3.7’de ilk 100 metredeki (öfotik zonda) fiziko-kimyasal değişkenler ve fitoplankton verileriyle yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre toplam fitoplankton bolluğu ile POC, klorofil-a ve AKM arasında pozitif; nitrit, fosfat konsantrasyonu, sıcaklık ve tuzluluk arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Dinoflagellat bolluğu ile POC ve klorofil-a değerleri arasında pozitif; nitrit, fosfat konsantrasyonu, sıcaklık ve tuzluluk değerleri arasında ise negatif bir korelasyon bulunmuştur. Genel olarak besin tuzları ile fitoplankton grupları arasında negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu da Mart dönemindeki bu örnekleme için besin tuzlarının ortamdaki fitoplankton tarafından tüketildiğini göstermektedir.

Tablo 3.7 Öfotik ve afotik zonda fiziko-kimyasal değişkenler ile fitoplankton arasında yapılan korelasyon analizi (İstatistiksel olarak anlamlı olanlar koyu renk ile gösterilmiştir)

		PON	POC	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Si(OH) ₄	PO ₄ ⁻³	Klor-a	Sic.	Tuzl.	AKM
Öfotik (0-100 m p< 0,05, n=71)	Toplam fito	0,13	0,51	-0,32	-0,13	-0,04	-0,26	0,57	-0,31	-0,38	0,29
	Diatom	0,44	0,25	-0,29	-0,13	-0,02	-0,35	0,09	-0,48	-0,51	0,72
	Dino	0,20	0,44	-0,33	-0,11	-0,14	-0,39	0,58	-0,40	-0,57	0,17
	Nano	0,16	0,58	-0,30	-0,09	0,06	-0,16	0,43	-0,45	-0,53	0,38
	Diğer	0,17	0,46	-0,31	-0,09	0,02	-0,19	0,34	-0,48	-0,67	0,43
	Toplam fito biyomas	0,38	0,42	-0,36	-0,14	-0,03	-0,39	0,37	-0,60	-0,69	0,60
	Diatom biyomas	0,43	0,21	-0,26	-0,14	0,05	-0,35	0,06	-0,37	-0,25	0,71
	Dino biyomas	0,19	0,32	-0,26	-0,06	-0,08	-0,23	0,37	-0,49	-0,69	0,26
	Nano biyomas	0,17	0,60	-0,39	-0,15	0,05	-0,29	0,54	-0,53	-0,65	0,46
	Diğer biyomas	-0,17	-0,27	0,29	0,05	-0,09	0,14	-0,14	0,29	0,21	-0,20
Afotik p< 0,05, n=45	Toplam fito	0,44	0,31	0,22	0,92	-0,15	-0,08	-0,29	0,09	0,08	0,63
	Diatom	-0,30	0,07	-0,02	-0,23	-0,02	-0,18	0,24	0,03	-0,34	-0,37
	Dino	0,44	0,30	-0,08	0,88	-0,11	0,24	0,02	-0,02	0,10	0,71
	Nano	0,70	0,14	0,23	0,60	-0,22	-0,07	-0,50	0,48	0,18	0,70
	Diğer	0,24	0,27	0,05	0,91	-0,09	0,07	-0,07	-0,08	0,09	0,44
	Toplam fito biyomas	0,46	0,45	0,36	0,68	-0,34	-0,24	-0,24	0,11	0,16	0,65
	Diatom biyomas	0,00	0,26	0,25	0,06	-0,18	-0,38	-0,02	0,09	-0,12	-0,10
	Dino biyomas	0,72	0,37	0,13	0,74	-0,08	0,10	-0,38	0,06	0,22	0,92
	Nano biyomas	0,45	0,17	0,37	0,63	-0,24	-0,27	-0,45	0,34	0,14	0,45
	Diğer biyomas	-0,52	-0,62	0,18	-0,20	-0,34	-0,12	0,14	0,20	0,35	-0,39

Afotik zonda fiziko-kimyasal değişkenler ile fitoplankton arasında yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre toplam fitoplankton bolluğu ve biyoması ile nitrat konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon vardır (Tablo 3.7).

3.4.2 Temel Bileşenler Analizi (PCA)

Örnekleme dönemi boyunca fitoplankton verileri ve fiziko-kimyasal parametreler içinde toplam değişkenliğe en fazla katkı verenleri ve olası uzamsal farklılıkları belirlemek için Temel Bileşenler Analizi yapılmıştır (Clarke ve Gorley, 2001).

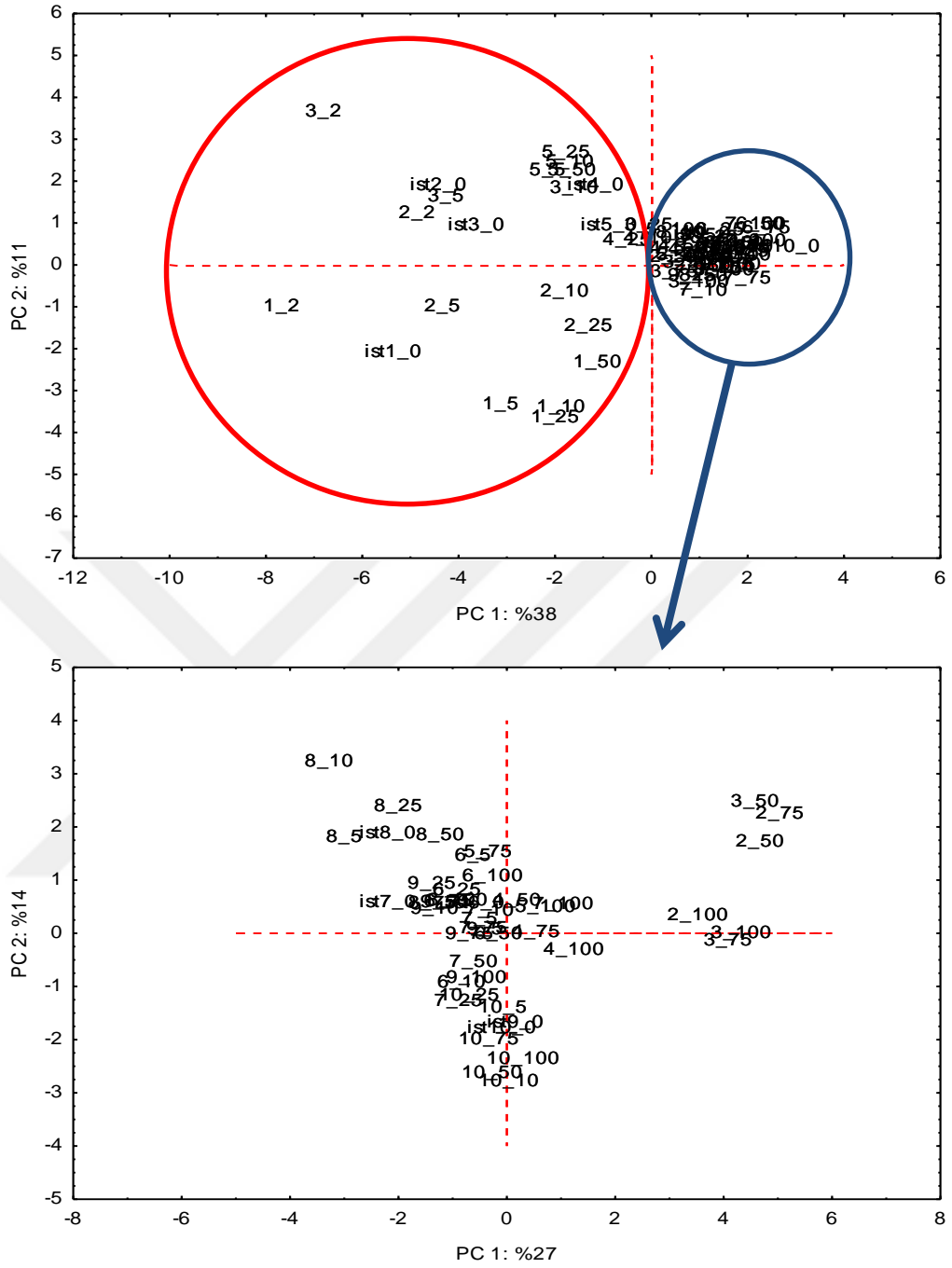
3.4.2.1 Öfotik Zonda (0-100 m) Fitoplankton Verileri ve Fiziko-kimyasal Değişkenler

Tablo 3.8’de öfotik zonda fitoplankton ve fiziko-kimyasal değişkenler ile yapılan temel bileşenler analizinin ilk üç temel bileşen eksenindeki (PC 1, PC 2 ve PC 3) değişkenlere ait eigen vektörleri verilmiştir. Buna göre PC1 %38, PC2 %11 ve PC3 %10 olmak üzere ilk üç bileşen toplam değişkenliğin yaklaşık % 59’ unu oluşturmaktadır. Sonuçlara göre toplam değişkenliğin % 38’ i daha çok POC, NO₂⁻, PO₄⁻³, klorofil-a, sıcaklık, tuzluluk, AKM, dinoflagellat bolluğu, nanoplankton ve diğer fitoplankton bolluğu ile; % 11’ i PON ve diatom bolluğu ile; % 10’u ise daha çok silikat konsantrasyonu ile ilgilidir.

Tablo 3.8 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri

Değişken	PC1	PC2	PC3
PON	-0,42	-0,43	0,28
POC	-0,76	0,19	-0,12
NO ₂ ⁻	0,56	0,008	0,21
NO ₃ ⁻	0,22	0,16	-0,24
Si(OH) ₄	-0,10	-0,01	-0,77
PO ₄ ⁻³	0,45	0,19	-0,45
Klorofil-a	-0,58	0,43	0,14
Sıcaklık	0,81	0,07	0,29
Tuzluluk	0,83	0,05	-0,007
AKM	-0,64	-0,47	-0,27
Diatom	-0,58	-0,70	0,064
Dinoflagellat	-0,69	0,33	0,39
Nanoplankton	-0,71	0,44	-0,07
Diğer	-0,74	0,26	-0,03

Şekil 3.37’de temel bileşenler analizinin ilk 2 temel bileşenine göre istasyonların dağılımı verilmiştir. Buna göre 1, 2, 3, 4 ve 5. istasyonların yaklaşık 50 metreye kadar olan derinlikleri diğer istasyonlardan belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Bu istasyonların diğer derinlikleri ve diğer tüm istasyonlar ise kümelenmiş durumdadır.



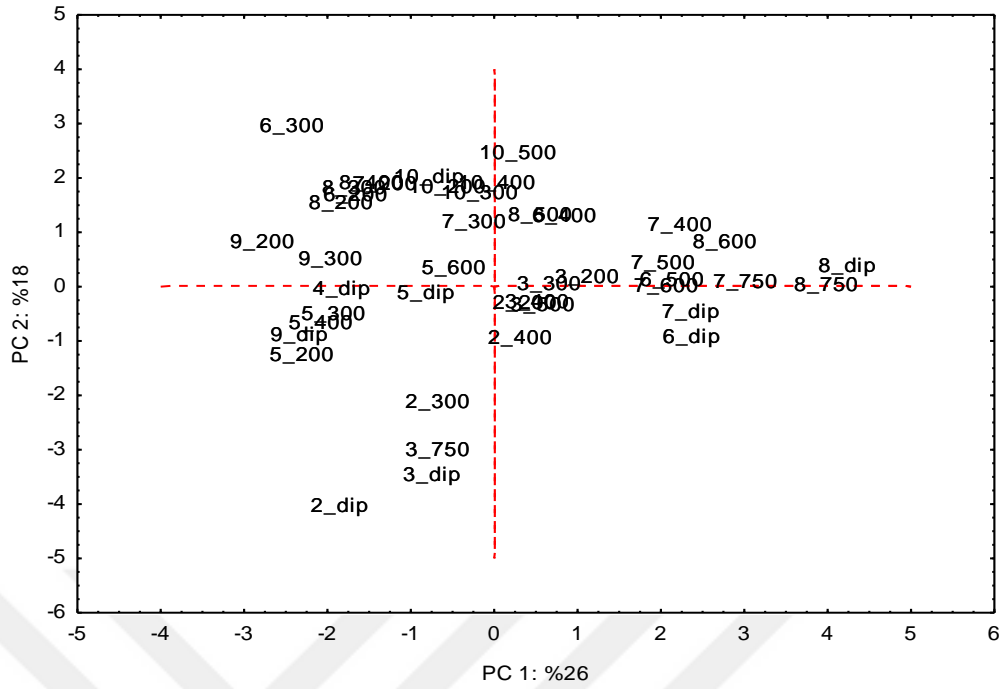
Şekil 3.37 Çalışma döneminde öfotik zonda çevresel parametreler ve fitoplankton verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre istasyon ve derinliklerin dağılımı (Her istasyonun derinliği yanında belirtilmiştir)

3.4.2.2 Afotik Zonda (100 m altı) Fitoplankton Verileri ve Fiziko-kimyasal Değişkenler

Tablo 3.9’da afotik zonda fitoplankton ve fiziko-kimyasal değişkenler ile yapılan temel bileşen analizinin ilk üç temel bileşen eksenindeki (PC 1, PC 2 ve PC 3) değişkenlere ait eigen vektörleri verilmiştir. PC1 %26, PC2 %18 ve PC3 %13 olmak üzere ilk üç bileşen toplam değişkenliğin yaklaşık %57’sini oluşturmaktadır. Sonuçlara göre toplam değişkenliğin %26’sı daha çok Si(OH)₄, PO₄³⁻ konsantrasyonu tuzluluk ve AKM ile; %18’i daha çok POC, NO₂⁻, sıcaklık, diatom ve dinoflagellat bolluğu ile; %13’ü ise daha çok PON ve NO₃⁻ konsantrasyonu ile ilgilidir.

Tablo 3.9 Birinci (PC1), ikinci (PC2) ve üçüncü (PC3) temel bileşen eksenlerinde değişkenlere ait eigen vektörleri

Değişken	PC1	PC2	PC3
PON	-0,25	-0,16	0,73
POC	-0,41	-0,79	-0,02
NO ₂ ⁻	-0,25	-0,41	0,33
NO ₃ ⁻	0,16	-0,01	0,66
Si(OH) ₄	0,90	-0,18	0,16
PO ₄ ³⁻	0,83	-0,004	0,35
Sıcaklık	-0,52	0,68	0,25
Tuzluluk	-0,86	0,36	-0,02
AKM	-0,51	-0,28	0,36
Diatom	-0,13	-0,60	-0,47
Dinoflagellat	-0,39	-0,46	-0,03
Nanoplankton	-0,16	-0,35	0,26
Diğer	-0,31	0,28	0,03



Şekil 3.38 Çalışma döneminde afotik zonda çevresel parametreler ve fitoplankton verileri üzerine gerçekleştirilen temel bileşenler analizinin ilk iki temel bileşenine göre istasyon ve derinliklerin dağılımı (Her istasyonun derinliği yanında belirtilmiştir)

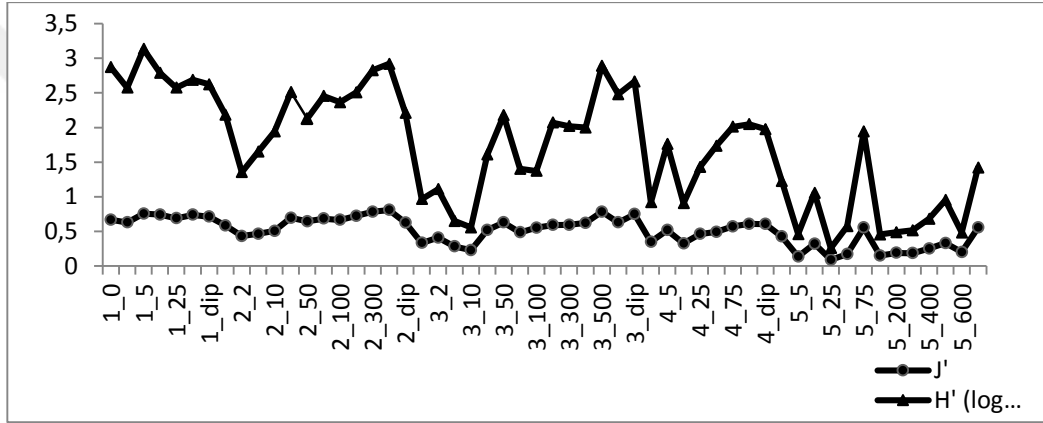
Şekil 3.38’de verilen grafiğe göre birinci ve ikinci temel bileşen bazında özellikle istasyon 2-300 m ve dip, istasyon 3-750 metre ve dip ve 6-300 metre derinlikleri diğerlerinden belirgin bir şekilde ayrılmıştır.

3.4.3 Fitoplanktonun Shannon-Wiener Tür Çeşitliliği (H') ve Pielou Düzenlilik (J') indeksleri

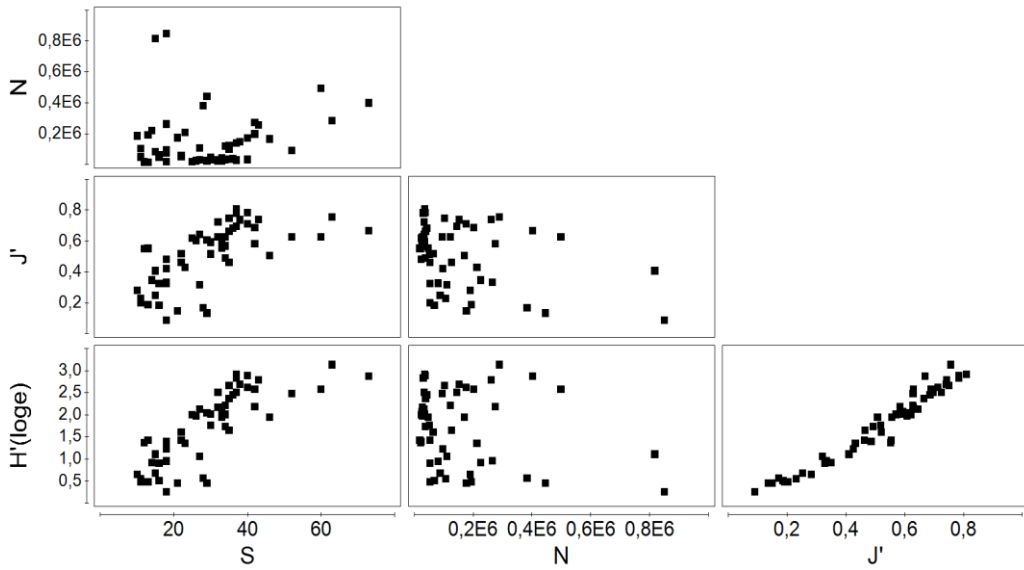
Tür çeşitliliği ve düzenlilik açısından çalışma alanının durumunu tespit edebilmek amacıyla Shannon-Wiener tür çeşitliliği (H') ve Pielou düzenlilik (J') indeksleri uygulanmıştır. Tür sayısı bakımından en zengin istasyonun 73 tür ile istasyon 1 (yüzye) olduğu tespit edilmiştir. Çoğunlukla, yüzyeden derinlere doğru inildikçe tüm istasyonlarda tür sayısı azalmıştır. Tür çeşitliliği ve düzenlilik indeksleri hesaplanırken ilk beş istasyon kuzey bölgesi, son beş istasyon güney bölgesi istasyonları olarak ele alınmıştır.

Araştırma süresi boyunca istasyonlarda ve çeşitli derinliklerde belirlenen tür çeşitliliği indeksi en düşük 0,25 (ist6-10m) en yüksek ise 2,92 (ist 2-400 m) olarak hesaplanmıştır. Düzenlilik indeksi en düşük 0,13 (ist 5- 5 m) en yüksek ise 0,80 (ist 2-400 m) olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kuzeydeki istasyonlardaki planktonik topluluk yapısının güneydeki istasyonlara göre daha düzenli ve homojen olduğunu göstermektedir.

3.4.3.1 Kuzey Bölgesi İstasyonlarında Tür Çeşitliliği (H') ve Düzenlilik (J') İndeksleri



Şekil 3.39 Kuzey bölgesi istasyonlarında tür çeşitliliği ve düzenlilik indekslerinin dağılımı



Şekil 3.40 Kuzey bölgesi istasyonlarında tür sayısı (S), birey sayısı (N), tür çeşitliliği (H') ve düzenlilik (J') indeksleri

İstasyon 1’de tür sayısı en az 38 (ist 1-50 m), en fazla 73 (ist 1-yüzey) bulunmuştur. Tür çeşitliliği indeksi en düşük 2,57 (ist 1-2 m); en yüksek 3,13 (ist 1-5 m) iken düzenlilik indeksinin ise en düşük 0,62 (ist 1-2 metre) en yüksek 0,76 (ist 1-5 metre) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.39, 3.40). Bu değerler istasyon 1’de türlerin homojen dağıldığını ve tür çeşitliliğinin orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

İstasyon 2’de en az tür sayısının 23 (ist 2 - 2 metre) en fazla tür sayısının 46 (ist 2-10 m) olduğu tespit edilmiştir. Tür çeşitliliği indeksi 1,35 (ist 2-2 m) ile 2,91 (ist 2-400 m) değerleri arasında iken; düzenlilik indeksi 0,43 (ist 2- 2 m) ile 0,80 (ist 2- 400 m) arasında bulunmuştur (Şekil 3.39, 3.40). İstasyon 2’de tespit edilen bu değerler göreceli olarak türlerin homojen dağıldığı ve ortamın tür çeşitliliği bakımından yüzeyden derinlere doğru inildikçe kötüden orta düzeye doğru geçiş yaptığını göstermektedir.

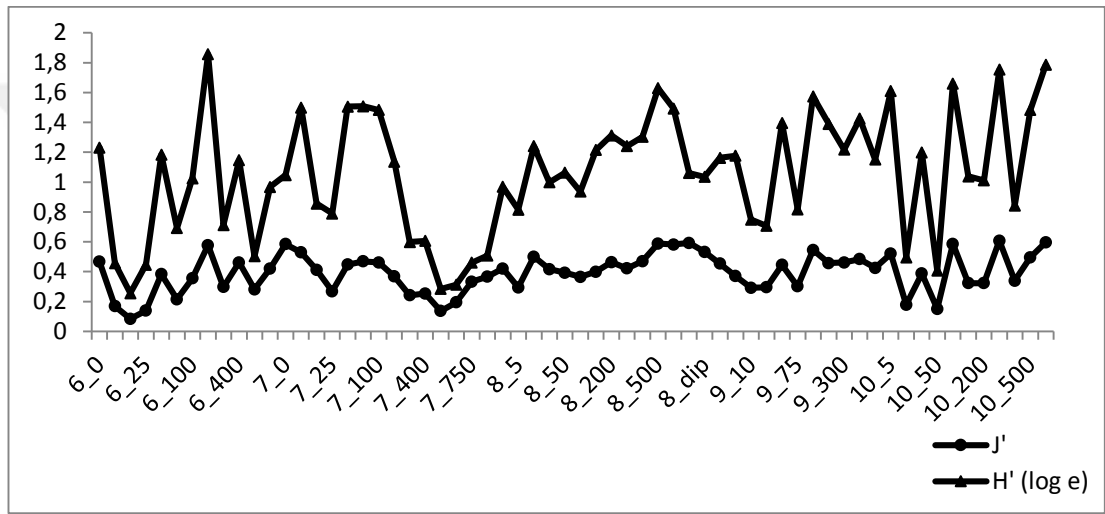
İstasyon 3’te tür sayısı en az 10 (ist 3- 5 m) en fazla 52 (ist 3- 750 m) bulunmuştur. Tür çeşitliliği indeksi 0,55 (ist 3- 10 m) ile 2,89 (ist 3- 500 m); düzenlilik indeksi ise 0,23 (ist 3- 10 m) ile 0,78 (ist 3- 500 m) değerleri arasındadır (Şekil 3.39, 3.40). Bu istasyonda yüzeyden derinlere doğru inildikçe türlerin dağılımının daha homojen olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde tür çeşitliliği açısından da derinlikle birlikte tür sayısında nispeten bir artış gözlenmiştir.

İstasyon 4’te tür sayısı 14 (ist 4- yüzey) ile 34 (ist 4- 50 ve 75 m) arasındadır. Tür çeşitliliği indeksi en düşük 0,90 (ist 4- 10 m) en yüksek 2,05 (ist 4- 100 m) ve düzenlilik indeksi en düşük 0,32 (ist 4- 10 m) en yüksek ise 0,61 (ist 4- 100 m)’dir (Şekil 3.39, 3.40). Bu değerler istasyon 4’te düzenlilik açısından orta seviyede homojenite ve derinlikle birlikte kötüden orta seviyeye doğru artan bir tür çeşitliliği olduğunu göstermektedir.

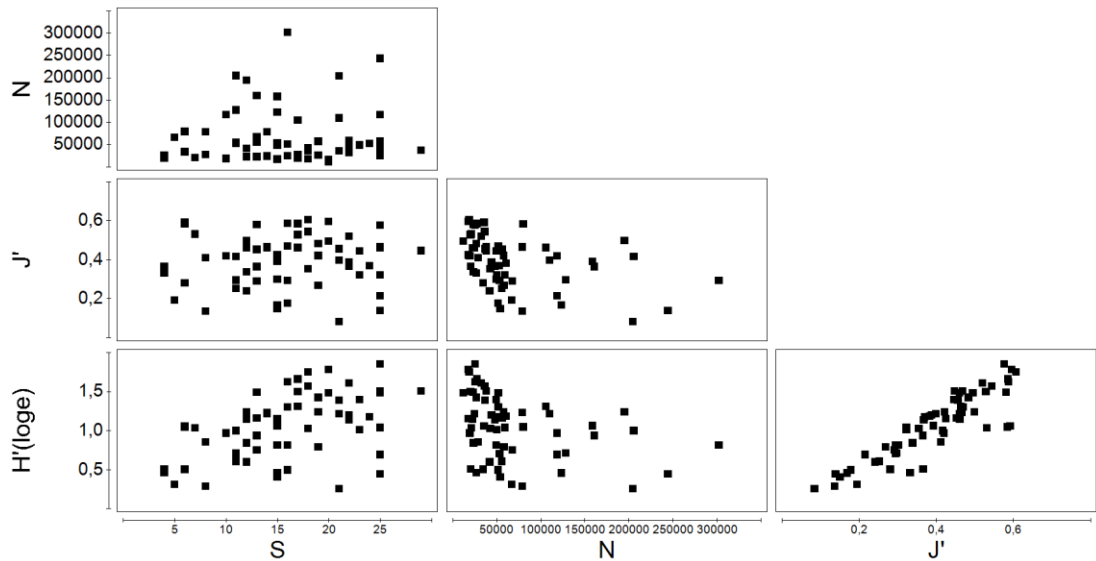
İstasyon 5’te en az tür sayısının 11 (ist 5- 600 m) en fazla tür sayısının 33 (ist 5-75 m) olduğu tespit edilmiştir. Tür çeşitliliği indeksi 0,25 (ist 5- 25 m) ile 1,94 (ist 5-75 m) ve düzenlilik indeksi ise 0,14 (ist 5- 5 m) ile 0,89 (ist 5-25 m) arasında değişim

göstermiştir (Şekil 3.39, 3.40). İstasyon 5'te tür çeşitliliği ve düzenlilik açısından derinliğe bağlı bir değişim gözlenmemiştir. Bu istasyonun düzenlilik ve tür çeşitliliği açısından durumu kötüdür. Düzenlilik indeksinin düşmesine bu istasyonda nanoplankton ve nanoflagellatların birey sayılarındaki artışın neden olduğu düşünülmektedir.

3.4.3.2 Güney Bölgesi İstasyonlarında Tür Çeşitliliği (H') ve Düzenlilik (J') İndeksleri



Şekil 3.41 Güney bölgesi istasyonlarında tür çeşitliliği ve düzenlilik indekslerinin dağılımı



Şekil 3.42 Güney bölgesi istasyonlarında tür sayısı (S), birey sayısı (N), tür çeşitliliği (H') ve düzenlilik (J') indeksleri

Güney bölgesi istasyonları tür sayısı, tür çeşitliliği ve düzenlilik indeksleri açısından Kuzey bölgesi istasyonlarına göre daha zayıftır. İstasyon 6'da en az tür sayısı 6 (ist 6- 500 m) en fazla tür sayısı 25 (ist 6-25 ve 75 m) bulunmuştur. Tür çeşitliliği indeksi 0,25 (ist 6-10 m) ile 1,85 (ist 6-200 m) arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.41, 3.42). Bu değerler tür çeşitliliği açısından ortamın kötü olduğunu göstermektedir. Düzenlilik indeksi 0,14 (ist 6-25 m)-0,84 (ist 6-10 m) arasında değişmiştir.

İstasyon 7'de tür sayısı 4 (ist 7-750 m ve 1035 m) ile 29 (ist 7-50 m) arasında değişmiştir. Tür çeşitliliği indeksi en düşük 0,28 (ist 7- 500 m), en yüksek 1,51 (ist 7- 75 m) ve düzenlilik indeksi en düşük 0,14 (ist 7- 500 m) ve en yüksek ise 0,58 (ist 7 yüzey) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.41, 3.42). İstasyon 7'de derinlikle birlikte tür çeşitliliği açısından ortamın çok kötüden kötüye doğru geçiş yaptığı söylenebilir. Düzenlilik açısından ise heterojen bir yapı söz konusudur. Bu durumun yüzeyden derinlere inildikçe tür sayısının çok azalmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

İstasyon 8'de tür sayısının en az 6 (ist 8- 750 m) en fazla ise 21 (ist 8- 100 m) olduğu belirlenmiştir. Tür çeşitliliği indeksi 0,81 (ist 8-5 m) ile 1,63 (ist 8-500 m) ve düzenlilik indeksi 0,29 (ist 8-5 m) ile 0,59 (ist 8-750 m) arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.41, 3.42). Tür çeşitliliği açısından ortam kötü, düzenlilik açısından orta derecede homojenite göstermektedir.

İstasyon 9'da tür sayısı en az 11 (ist 9- 25 m) en fazla ise 24 (ist 9-5 m) olarak belirlenmiştir. Tür çeşitliliği indeksi 0,71 (ist 9-25 m) ile 1,57 (ist 9- 100 m); düzenlilik indeksi ise 0,29 (ist 9- 10 m) ile 0,54 (ist 9- 100 m) arasında değişmiştir (Şekil 3.41, 3.42). Bu değerler ortamın tür çeşitliliği açısından kötü, düzenlilik açısından ise orta derece homojen olduğu ve heterojeniteye daha yakın olduğunu göstermektedir.

İstasyon 10'da tür sayısı 12 (ist 10 – 400 m) ile 25 (ist 10- 100 m) arasında değişim göstermiştir. Tür çeşitliliği indeksi 0,41 (ist 10- 50 m)-1,79 (ist 10- 661 m) arasında değişmiştir. Düzenlilik indeksi de en düşük 0,15 (ist 10- 50 m) en yüksek

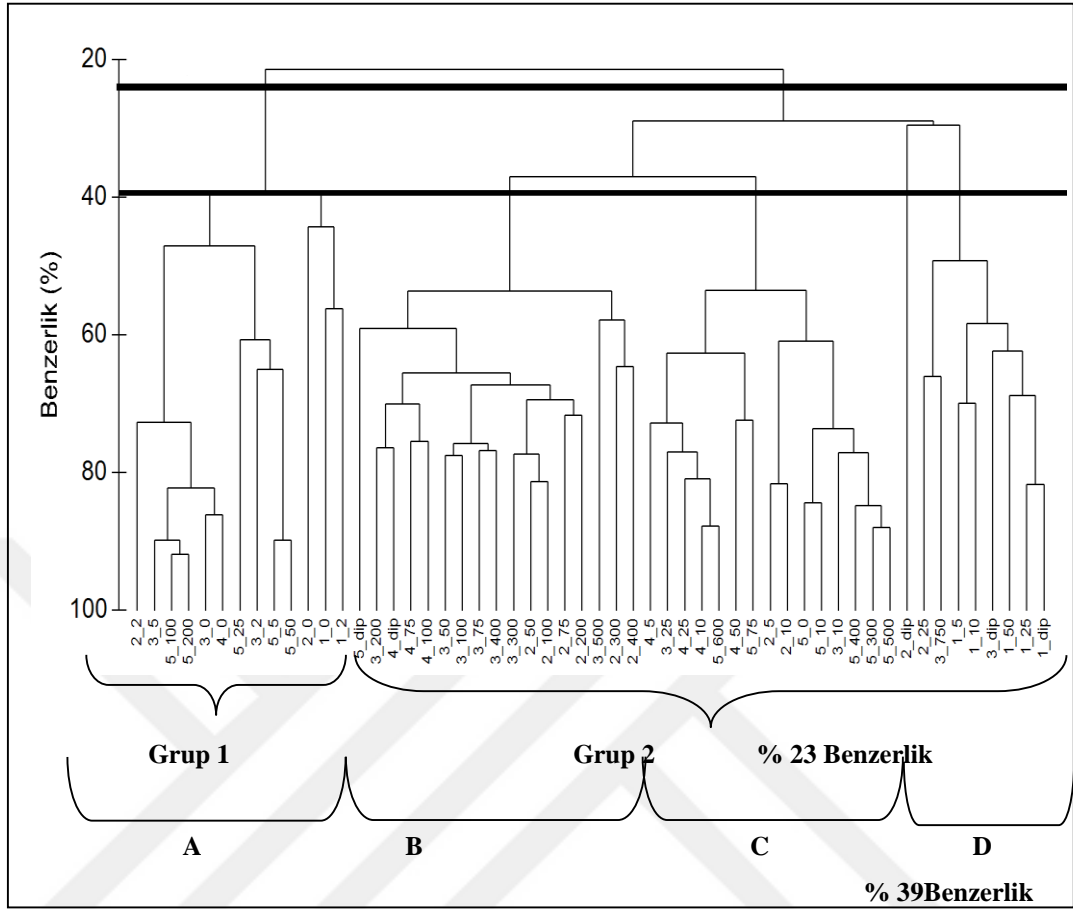
ise 0,61 (ist 10- 300 m) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.41, 3.42). Tür çeşitliliği indeksi değeri genellikle 1 ile 2 arasında değişmiştir. Ortam tür çeşitliliği açısından düşük, düzenlilik açısından da heterojen bir yapı göstermektedir. Güney bölgesindeki istasyonlardaki heterojenitenin nedeni tür sayısının bu bölgede çok azalması ve nanoplankton ve nanoflagellatların bu istasyonlardaki bolluğu ile açıklanabilir.

3.4.4 Fitoplankton Türleri Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelene ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizleri

Hiyerarşik kümelene ve çok boyutlu ölçeklendirme analizleri öfotik-afotik zon ayrımı yapılarak gerçekleştirildiğinde anlamlı bir sonuca ulaşılmamıştır. Bu yüzden ilk beş istasyon kuzey bölgesi, son beş istasyon güney bölgesi istasyonları olarak ele alınmıştır.

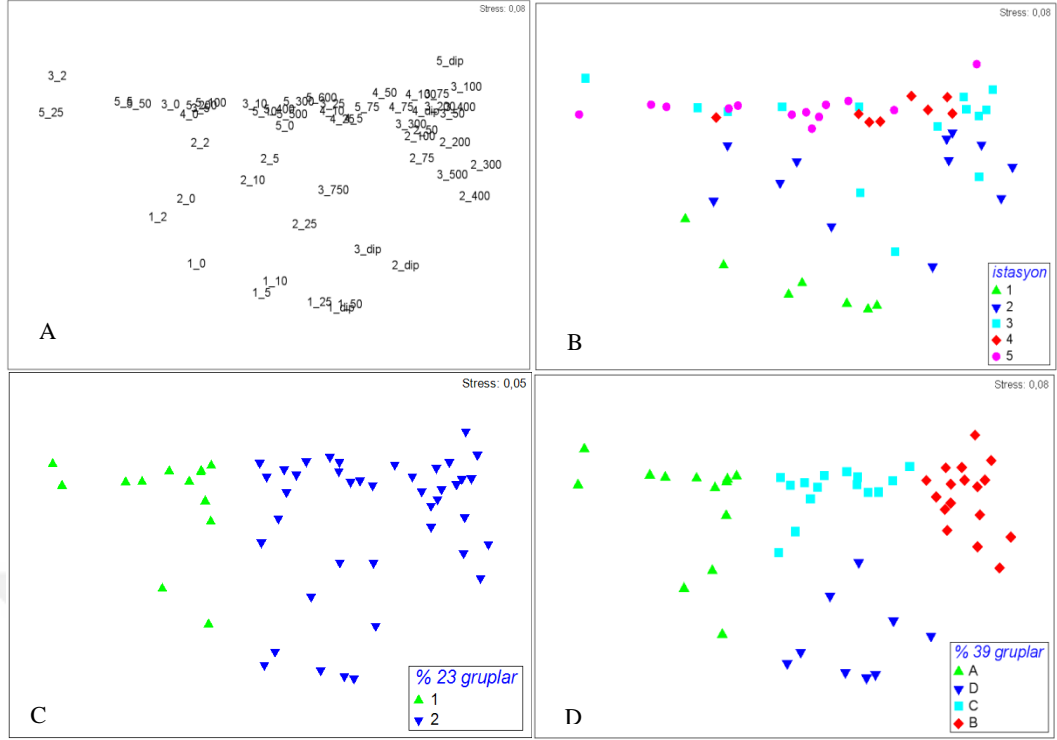
3.4.4.1 Kuzey Bölgesi İstasyonlarında Türler Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelene ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizleri

Kuzeydeki bölgesi istasyonlarında türler üzerine gerçekleştirilen hiyerarşik kümelene analizi Şekil 3.43'te verilmiştir. Buna göre % 23 benzerlik seviyesinde 2 grup (1 ve 2), % 39 benzerlik seviyesinde ise 4 grup (A, B, C ve D) belirlenmiştir. % 23 benzerlik seviyesindeki gruplardan grup 1; istasyon 1-yüzey, 1-2 m, istasyon 2-yüzey, 2-2 m, istasyon 3- yüzey, 3-2 m, 3-5 m, istasyon 4- yüzey, istasyon 5'in 5, 25, 50, 100 ve 200 metre derinliklerini kapsamaktadır. Grup 2 ise istasyonların diğer derinliklerini kapsamaktadır. % 39 benzerlik seviyesindeki A grubu, grup 1 ile aynı istasyonları; B grubu istasyon 2 -50, 75, 100, 200, 300 ve 400 metre derinlikleri; istasyon 3- 50, 75, 100, 200, 300, 400 ve 500 metre derinlikleri; istasyon 4-75, 100 metre ve 207 metre ile istasyon 5-708 metre derinliğini kapsamaktadır. C grubu istasyon 2-5 metre ve 10 metre; istasyon 3-10 ve 25 metre; istasyon 4-5, 10, 25 ve 50 metre; istasyon 5 yüzey, 10, 75, 300, 400, 500 ve 600 metre derinlikleri kapsamaktadır. D grubu ise geriye kalan istasyonların diğer derinliklerini kapsamaktadır (Şekil 3.43). % 92 seviyesinde birbirine en çok benzeyen örnekler istasyon 5- 100 metre ile istasyon 5-200 metredir.



Şekil 3.43 Kuzeydeki istasyonlarda türler üzerine gerçekleştirilen hiyerarşik kümelendirme analizi

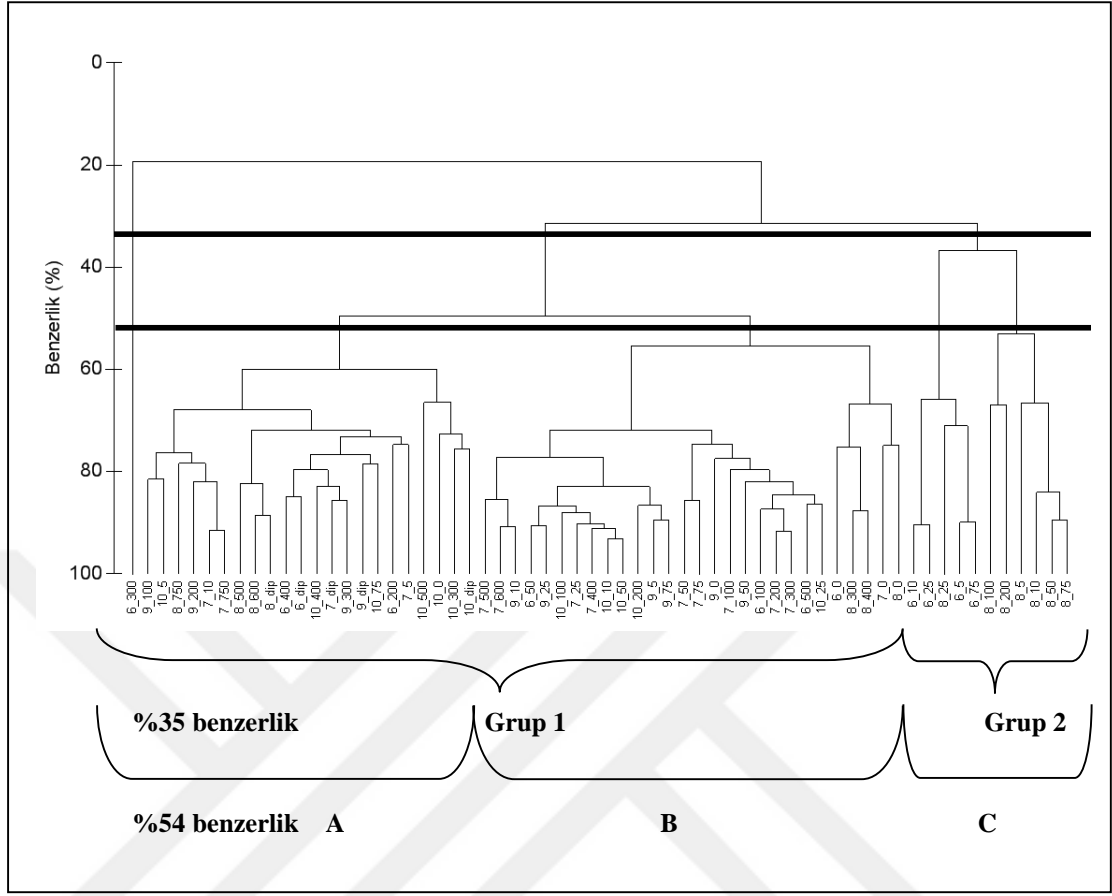
Şekil 3.44'te türler üzerine gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme analizi istasyon ve derinlikler; istasyonlar, % 23 benzerlik seviyesindeki gruplar ve % 39 benzerlik seviyesindeki grupların dağılımını göstermektedir. Stres değerinin 0,05 ve 0,08 gibi değerler alması iki boyutlu gösterimin çok iyi olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre MDS ile belirlenen gruplar hiyerarşik kümelendirme analizi sonucu elde edilen gruplaşmalar ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 3.44 Kuzyedeki istasyonlarda türler üzerine gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme analizi A) İstasyon ve derinlikler B) istasyonlar C) % 23 benzerlik seviyesinde gruplar D) % 39 benzerlik seviyesinde gruplar

3.4.4.2 Güney Bölgesi İstasyonlarında Türler Üzerine Gerçekleştirilen Hiyerarşik Kümelenme ve Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizleri

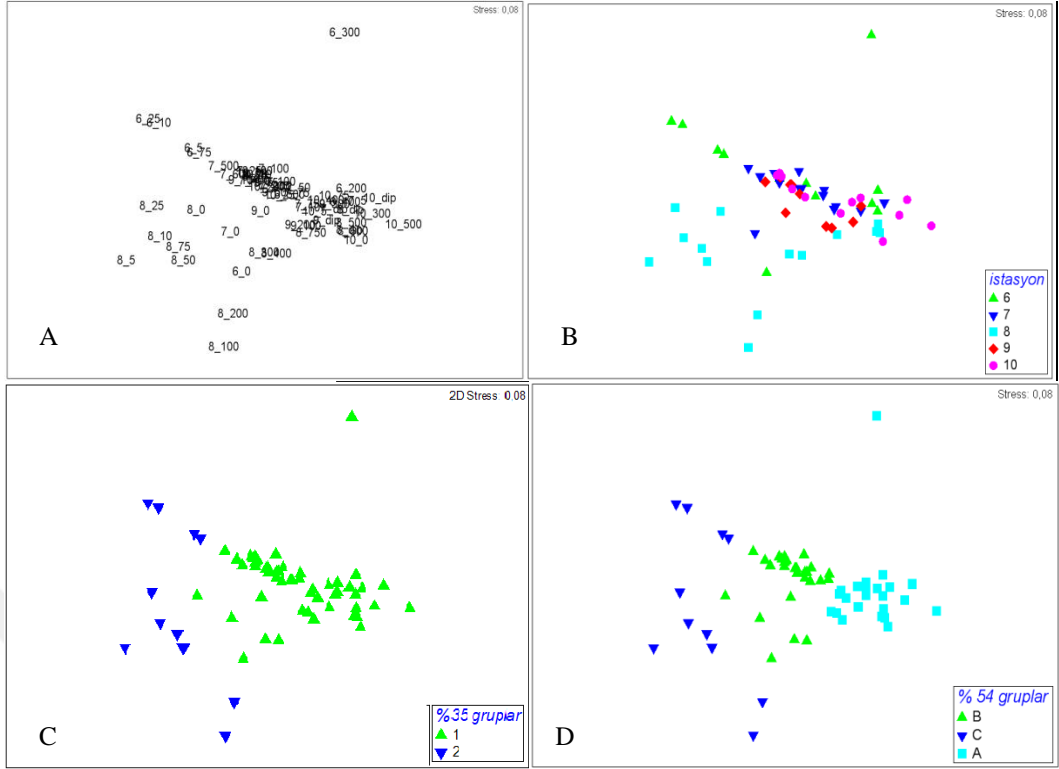
Şekil 3.45'te verilen grafiğe göre % 35 benzerlik seviyesinde 2 grup (1 ve 2); % 54 benzerlik seviyesinde ise 3 grup (A, B, C) belirlenmiştir. % 35 benzerlik seviyesindeki gruplardan Grup 1; istasyon 6- yüzey, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 703 metre; istasyon 7- yüzey, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 1035 metre; istasyon 8- yüzey, 300, 400, 500, 600, 750, 1235 metre; istasyon 9- yüzey, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 416 metre ve istasyon 10- yüzey, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 661 metre derinliklerini kapsamaktadır.



Şekil 3.45 Güney bölgesi istasyonlarında türler üzerine gerçekleştirilen hiyerarşik kümelendirme analizi

Grup 2 ise istasyonların diğer derinliklerini kapsamaktadır (Şekil 3.45). % 54 benzerlik seviyesindeki gruplardan A, B ve C grubuna dahil istasyon ve derinlikler Şekil 3.45'te gösterilmiştir. % 93 seviyesinde birbirine en çok benzeyen örnekler istasyon 10-10 metre ile istasyon 10-50 metredir.

Şekil 3.46'da güney bölgesi istasyonlarında türler üzerine gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme analizi istasyon ve derinlikler; istasyonlar, %35 benzerlik seviyesindeki gruplar ve % 54 benzerlik seviyesindeki grupların dağılımını göstermektedir. En fazla fark istasyon 6-300 metre ile istasyon 8-100 metre arasındadır. Stress değerinin 0,08 olması iki boyutlu gösterimin çok iyi olduğunu ve MDS ile belirlenen gruplar ile hiyerarşik kümelendirme analizinde elde edilen gruplaşmaların arasında benzerlik olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.46 Güney bölgesi istasyonlarında türler üzerine gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme analizi A) İstasyon ve derinlikler; B) istasyonlar; C) %35 benzerlik seviyesindeki gruplar; D) % 54 benzerlik seviyesindeki gruplar

3.4.5 Örnek Grupları Arasındaki Farklılıklar (ANOSIM)

Birleştirici hiyerarşik kümelendirme analizi ve çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi sonuçlarından elde edilen örnek grupları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için benzerlik analizi (ANOSIM) metodu uygulanmıştır. Sonuçlar kuzey ve güney olarak iki başlık altında değerlendirilmiştir.

3.4.5.1 Kuzey Bölgesindeki Örnek Grupları Arasında Belirlenen Farklılıklar

Kuzey bölgesindeki örnek grupları (Tablo 3.11) arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan ANOSIM analizi sonucunda global R değeri 0,857 bulunmuştur ve bu sayı 1'e yakın olduğundan H_0 hipotezi (Gruplar arasında fark yoktur) % 0,1 önemlilik düzeyinde reddedilmiştir. Yani A, B, C ve D grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Tablo 3.10). En düşük R değeri A ile C arasında 0,703; en yüksek R değeri ise A ile B grubu arasında 0,996 olarak tespit

edilmiştir. A ile D arasında 0,876; D ile C arasında 0,833; D ile B arasında 0,963 ve C ile B grubu arasında ise 0,859'dur.

Tablo 3.10 Kuzey bölgesi istasyonlarında belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM sonuçları

Global R: 0,857; Önemlilik düzeyi: % 0,1; Permutasyon Sayısı: 999				
Global R'ye eşit ya da daha büyük olan permutasyon sayısı: 0				
Gruplar	R değeri	Önemlilik düzeyi (%)	Permutasyon sayısı	Gözleme sıklığı
A, D	0,876	0,1	999	0
A, C	0,703	0,1	999	0
A, B	0,996	0,1	999	0
D, C	0,833	0,1	999	0
D, B	0,963	0,1	999	0
C, B	0,859	0,1	999	0

Tablo 3.11 Kuzey bölgesi istasyonlarındaki örnek grupları

BENZERLİK SEVİYESİ	GRUPLAR	İst 1	İst 2	İst 3	İst 4	İst 5
% 23 Benzerlik seviyesi	Grup 1	Yüzey ve 2 m	Yüzey ve 2 m	Yüzey, 2 ve 5 m	Yüzey	5, 25, 50, 100 ve 200 m
	Grup 2	5, 10, 25, 50 ve 72 m.	5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 ve 522 m.	10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 750 ve 899 m.	5, 10, 25, 50, 75, 100 ve 207 m.	Yüzey, 10, 75, 300, 400, 500, 600 ve 708 m.
% 39 Benzerlik seviyesi	A Grubu	Yüzey ve 2 m	Yüzey ve 2 m	Yüzey, 2 ve 5 m	Yüzey	5, 25, 50, 100 ve 200 m
	B Grubu		50, 75, 100, 200, 300 ve 400 m.	50, 75, 100, 200, 300, 400 ve 500 m.	75, 100 ve 207 m.	708 m.
	C Grubu		5 ve 10 m.	10 ve 25 m.	5, 10, 25 ve 50 m.	Yüzey, 10, 75, 300, 400, 500 ve 600 m.
	D Grubu	5, 10, 25, 50 ve 72 m.	25 ve 522 m.	750 ve 899 m.		

3.4.5.2 Güney Bölgesindeki Örnek Grupları Arasında Belirlenen Farklılıklar

Güney bölgesindeki örnek grupları (Tablo 3.13) arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan ANOSIM analizi sonucunda global R değeri 0,754 olarak bulunmuştur. Bu değer 1'e yakın olduğundan H_0 hipotezi (Gruplar arasında fark yoktur) % 0,1 önemlilik düzeyinde reddedilmiştir. Yani A, B ve C grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.

Tablo 3.12 Güney bölgesi istasyonlarında belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM sonuçları

Global R: 0,754; Önemlilik düzeyi: % 0,1; Permutasyon Sayısı: 999				
Global R'ye eşit ya da daha büyük olan permutasyon sayısı: 0				
Gruplar	R değeri	Önemlilik düzeyi (%)	Permutasyon sayısı	Gözleme sıklığı
B, C	0,82	0,1	999	0
B, A	0,704	0,1	999	0
C, A	0,894	0,1	999	0

Tablo 3.13 Güney bölgesi istasyonlarındaki örnek grupları

BENZERLİK SEVİYESİ	GRUPLAR	İst 6	İst 7	İst 8	İst 9	İst 10
% 35 Benzerlik seviyesi	Grup 1	Yüzey, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 703 m	Yüzey, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 750 ve 1035 m	Yüzey, 300, 400, 500, 600, 750 ve 1235 m	Yüzey, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300 ve 416 m	Yüzey, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500 ve 661 m
	Grup 2	5, 10, 25 ve 75 m		5, 10, 25, 50, 75, 100 ve 200 m		
% 54 Benzerlik seviyesi	A Grubu	200, 300, 400 ve 703 m	5, 10, 750 ve 1035 m	500, 600, 750 ve 1235 m	100, 200, 300 ve 416 m	Yüzey, 5, 75, 300, 400, 500 ve 661m.
	B Grubu	Yüzey, 50, 100 ve 500 m	Yüzey, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 m.	Yüzey, 300 ve 400 m.	Yüzey, 5, 10, 25, 50 ve 75 m.	10, 25, 50, 100 ve 200 m.
	C Grubu	5, 10, 25 ve 75 m.		5, 10, 25, 50, 75, 100 ve 200 m.		

En düşük R değeri B ile A (0,704) arasında, en yüksek R değeri C ile A (0,894) arasındadır. B ile C arasındaki R değeri ise 0,82 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta, kümelenme ve çok boyutlu ölçeklendirme ordinasyonunda gözlenen gruplar arasında istatistiksel anlamda kuvvetli farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.12).

3.4.6 Komüniteyi Yönlendiren Türlerin Belirlenmesi (SIMPER ve BVSTEP)

Birleştirici hiyerarşik kümelenme analizi ve çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi ile elde edilen örnek grupları arasındaki farklılıklardan sorumlu türler, benzersizlik analizi (SIMPER) metodu ile tespit edilmiştir. Ayrıca, Bray-Curtis benzerlik matrisinden elde edilen bolluk modelinden oluşturulan alt setler arasında sıralamalı spearman korelasyon katsayısı hesaplanarak adımsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) uygulanmış, aynı benzerlik modelini oluşturan türler belirlenmiş ve sonuçlar kuzey ve güney olmak üzere iki alt başlıkta incelenmiştir.

3.4.6.1 Kuzey Bölgesi İstasyonları

Kuzeydeki istasyonlarda fitoplanktonun bolluk verileri üzerine yapılan gruplar arası benzerlik yüzdeleri hesaplanarak türlerin grup içi benzerliğe (Tablo 3.14) ve gruplar arası benzersizliğe (Tablo 3.15) katkıları belirlenmiştir.

Buna göre kümelenme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizi sonucu oluşan % 39 benzerlik seviyesindeki A grubunda grup içi benzerlik ortalaması %16; grubun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler ise *Gyrodinium* sp., *Gymnodinium* sp. ve *Cylindrotheca closterium*'dur. B grubunun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler *Nitzschia longissima*, *Diploneis bombus* ve *Pseudo-nitzschia seriata group* türleridir. C grubunun grup içi benzerliği %25; grubun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler *Gyrodinium* sp., *Gymnodinium* sp. ve *Dictyocha fibula*'dır. D grubunda ise en tipik türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica*'dır (Tablo 3.14).

A ve B grupları arası ortalama benzersizlik oranı % 86; benzersizliğe neden olan türler ise *Rhizosolenia setigera*, *Eutreptiella gymnastica* ve *Gymnodinium* sp. dir. A ve C grupları arası ortalama benzersizlik oranı % 8; benzersizliği oluşturan türler ise yine *Rhizosolenia setigera*, *Eutreptiella gymnastica* ve *Gymnodinium* sp. dir. A ve D grupları arası ortalama benzersizlik % 88 ve bu benzersizliğe neden olan türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica* 'dır.

Tablo 3.14 Kuzey bölgesi istasyonlarında fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 39 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki en bol türlerin ortalama bolluk, ortalama benzerlik, benzerlik/standart hata ve toplam bolluğa katkıları

Türler	Ort Bolluk	Ort Benzerlik	Benzerlik/Std hata	Katkı (%)
Grup A (Ort benzerlik: % 16)				
<i>Gyrodinium</i> sp	1904	4,2	0,9	26
<i>Gymnodinium</i> sp	6386	2,6	0,8	16
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1134	1,3	0,4	8
Grup B (Ort benzerlik: % 38)				
<i>Nitzschia longissima</i>	1848	6	1	16
<i>Diploneis bombus</i>	1017	4,4	1,3	12
<i>Pseudo-nitzschia seriata group</i>	1128	4	1	10
Grup C (Ort benzerlik: % 25)				
<i>Gyrodinium</i> sp	1847	7	1,1	27
<i>Gymnodinium</i> sp	1248	4	0,7	15
<i>Dictyocha fibula</i>	360	1,8	0,9	7
Grup D (Ort benzerlik: % 44)				
<i>Chaetoceros</i> sp	25202	9,6	1,2	22
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	17405	8,7	2,2	20
<i>Cerataulina pelagica</i>	13142	6,1	1,8	14

B ve C grupları arası benzersizlik % 77 ve benzersizliğe neden olan türler *Rhizosolenia setigera*, *Nitzschia longissima* ve *Gyrodinium* sp. türleridir. B ve D grupları arası benzersizlik % 87 ve benzersizliğe neden olan türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica* 'dır. C ve D grupları arası benzersizlik % 90 ve benzersizliğe neden olan türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica* 'dır. *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica* türleri ortalama benzerliği yüksek olan D

grubunun bolluğuna en çok katkı sağlayan türlerdir. Bu nedenle bu türler D grubu ile diğer gruplar arasında benzersizliğe büyük katkıda bulunmaktadır. Bu sonuçlara göre benzersizliğe en fazla katkı sağlayan türlerin büyük bir çoğunluğu diatom türleridir (Tablo 3.15).

Tablo 3.15 Kuzey bölgesi istasyonlarındaki fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 39 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki benzersizliği oluşturan türlerin ortalama bolluk, ortalama benzersizlik, benzersizlik/standart hata ve benzersizliğe katkı değerleri

Türler	Ort. Bolluk	Ort. Bolluk	Ort. benzersizlik	Benersizlik / Std hata	Katkı (%)
Grup A ve B	A	B			
<i>Rhizosolenia setigera</i>	11912	758	6,8	0,8	8
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	22610	11	6,7	0,3	8
<i>Gymnodinium</i> sp	6386	229	5,9	0,9	7
Grup A ve C	A	C			
<i>Rhizosolenia setigera</i>	11912	3833	8,2	0,7	10
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	22610	0	6,7	0,3	8
<i>Gymnodinium</i> sp	6386	1248	6,3	1,1	8
Grup A ve D	A	D			
<i>Chaetoceros</i> sp	2101	25202	12,4	1,3	14
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	3143	17405	8,6	1,8	10
<i>Cerataulina pelagica</i>	1519	13142	6,6	1,5	7
Grup B ve C	B	C			
<i>Rhizosolenia setigera</i>	3833	758	6,8	0,6	9
<i>Nitzschia longissima</i>	275	1848	6,3	1,2	8
<i>Gyrodinium</i> sp	1847	558	5,3	1	7
Grup B ve D	B	D			
<i>Chaetoceros</i> sp	25202	796	15,6	1,5	18
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	17405	675	11	2,9	13
<i>Cerataulina pelagica</i>	13142	609	8,4	2,1	10
Grup C ve D	C	D			
<i>Chaetoceros</i> sp	25202	555	15,7	1,5	17
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	17405	799	10,9	2,6	12
<i>Cerataulina pelagica</i>	13142	590	8,3	2,1	9

BVSTEP analizi sonucunda, $p=0,95$ korelasyonunu gösteren alt set yani aynı benzerlik modelini oluşturan türler; *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus*, *Diploneis bombus*, *Diploneis* sp., *Guinardia delicatula*,

Pseudo-nitzschia seriata group, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema nitzschioides*, *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium fusiforme*, *Gyrodinium spirale*, *Heterocapsa* sp., *Oxytoxum variabile*, *Protoperidinium quinquecorne*, *Prorocentrum micans*, *Eutreptiella gymnastica* ve *Dictyocha fibula* olarak belirlenmiş ve komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmışlardır.

3.4.6.2 Güney Bölgesi İstasyonları

Güney bölgesi istasyonlarında fitoplanktonun bolluk verileri üzerine yapılan gruplar arası benzerlik yüzdeleri hesaplanarak türlerin grup içi benzerliğe (Tablo 3.16) ve gruplar arası benzersizliğe (Tablo 3.17) katkıları belirlenmiştir. Buna göre kümelenme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizi sonucu oluşan % 54 benzerlik seviyesindeki A ve B grubunda grup içi benzerlik ortalaması %17; C grubunda ise % 16'dır. Benzerliğe en çok katkı sağlayan türler ise tüm gruplarda *Gyrodinium* sp., *Thalassionema* sp. ve *Gyrosigma* sp.'dir.

Tablo 3.16 Güney bölgesi istasyonlarında fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 54 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki en bol türlerin ortalama bolluk, ortalama benzerlik, benzerlik/standart hata ve toplam bolluğa katkıları

Türler	Ort Bolluk	Ort Benzerlik	Benzerlik/Std hata	Katkı (%)
Grup A (Ort benzerlik: % 17)				
<i>Gyrodinium</i> sp.	509	2,5	0,5	15
<i>Thalassionema</i> sp.	287	2,1	0,7	13
<i>Gyrosigma</i> sp.	249	1,7	0,6	10
Grup B (Ort benzerlik: % 17)				
<i>Gymnodinium</i> sp.	1001	5,7	0,9	23
<i>Gyrodinium</i> sp.	924	5,5	1,1	22
<i>Thalassionema</i> sp.	468	3,6	0,9	14
Grup C (Ort benzerlik: % 16)				
<i>Gyrodinium</i> sp.	2375	6,9	0,9	29
<i>Gymnodinium</i> sp.	1795	5,4	1,2	22
<i>Thalassionema</i> sp.	1294	4,1	1,1	17

A ve B grupları arasındaki ortalama benzersizlik oranı % 80; benzersizliğe neden olan türler *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp., *Thalassiosira* sp. ve *Anabaena* sp.'dir. A ve C grupları arasındaki ortalama benzersizlik % 84; benzersizliği oluşturan türler

Gyrodinium sp., *Gymnodinium* sp., *Diploneis* sp. ve *Protoperidinium quinquecorne*'dir. B ve C grupları arasındaki ortalama benzersizlik oranı %77; benzersizliği oluşturan türler *Gyrodinium* sp., *Gymnodinium* sp., *Diploneis* sp. ve *Protoperidinium quinquecorne*'dir.

Tablo 3.17 Güney istasyonlarındaki fitoplanktonun benzerlik matrisinde % 54 benzerlik seviyesindeki gruplar içindeki benzersizliği oluşturan türlerin ortalama bolluk, ortalama benzersizlik, benzersizlik/standart hata ve benzersizliğe katkı değerleri

Türler	Ort Bolluk	Ort Bolluk	Ort benzersizlik	Benzersizlik/ Std hata	Katkı (%)
Grup A ve B					
<i>Gymnodinium</i> sp.	1001	439	7,5	1	9,3
<i>Gyrodinium</i> sp.	924	509	7	1,01	8,7
<i>Thalassiosira</i> sp.	139	770	6,3	0,5	7,8
<i>Anabaena</i> sp.	35	4681	5,1	0,3	6,4
Grup A ve C					
<i>Gyrodinium</i> sp.	2375	509	10	1,1	11,8
<i>Gymnodinium</i> sp.	1795	439	7,5	1,1	8,8
<i>Diploneis</i> sp.	2014	140	6,4	0,3	7,6
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	2288	18	6,1	0,3	7,3
Grup B ve C					
<i>Gyrodinium</i> sp.	924	2376	9,3	1,1	12
<i>Gymnodinium</i> sp.	1001	1795	7,1	1,1	9,2
<i>Diploneis</i> sp.	74	2014	5,9	0,3	7,7
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	7	2288	5,9	0,3	7,7

BVSTEP analizi sonucunda, $p=0,95$ korelasyonunu gösteren alt set yani aynı benzerlik modelini oluşturan türler; *Chaetoceros* sp., *Diploneis* sp., *Gyrosigma* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium fusiforme*, *Gyrodinium* sp., *Heterocapsa* sp., *Protoperidinium quinquecorne* ve *Anabaena* sp. olarak belirlenmiş ve komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmışlardır.

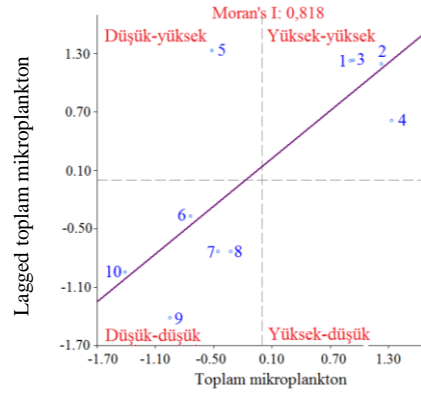
3.4.7 Mekansal Otokorelasyon

Fitoplankton verileri ve fizikokimyasal değişkenler için ayrı ayrı mekânsal otokorelasyon analizi yapılmıştır. Mekansal otokorelasyon analizinde mekânsal ilişkinin lokal göstergeleri (Local Indicators of Spatial Association- LISA) yöntemi

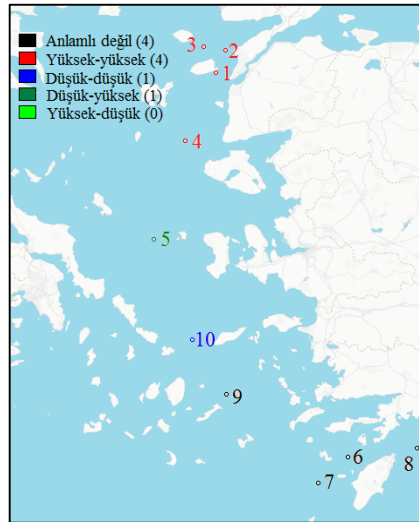
kullanılmıştır. Mekansal ilişkinin ölçümü her bir bireysel lokasyon için hesaplanmıştır. LISA analizi ile her bir değişken için Moran's I grafiği ve LISA kümelenme haritaları hazırlanmıştır.

3.4.7.1 Toplam Mikroplankton Bolluğu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi

Toplam mikroplankton yüzey suyu bolluğu için oluşturulan Şekil 3.47'deki Moran dağılım grafiğine göre 0,818 olan Moran's I değeri oldukça yüksek bir pozitif mekânsal otokorelasyonu göstermektedir. Grafikte Moran's I değeri eksenlerin orjininden geçen regresyon çizgisinin eğimini göstermektedir. Grafiğe göre istasyonların büyük bir kısmı yüksek-yüksek ve düşük-düşük kategorilerinde kümelenmiştir. Bu durum pozitif mekânsal otokorelasyonu desteklemektedir.



Şekil 3.47 Toplam mikroplankton bolluğu için Moran dağılım grafiği

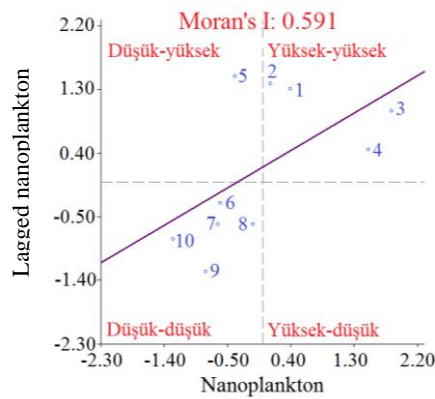


Şekil 3.48 Yüzey toplam mikroplankton bolluk değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları

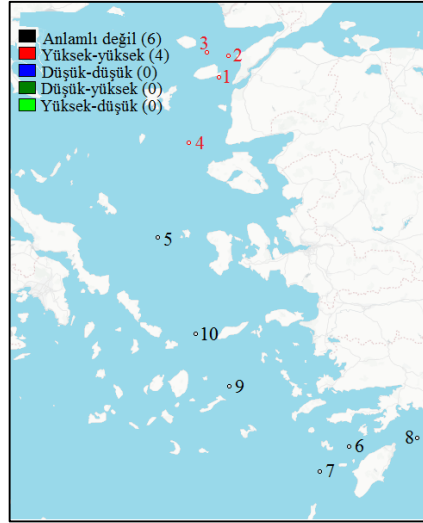
Şekil 3.48’de verilen LISA kümelenme haritasında, kırmızı ile renklendirilmiş istasyonlar yüksek toplam mikrop plankton bolluğunun gözleendiği ve yüksek mikrop plankton bolluk değerlerine sahip istasyonlar ile çevrelenmiş istasyonlardır. Mavi ile renklendirilen istasyon 10’da düşük toplam mikrop plankton bolluk değeri gözlenmiş ve bu istasyon düşük toplam mikrop plankton bolluğuna sahip istasyonlar ile çevrelenmiştir. Ancak bu istasyonun güneyindeki istasyonlar istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için siyah renk ile gösterilmiştir. Kırmızı ve mavi istasyonlar pozitif mekânsal otokorelasyona sahip istasyonlardır. Koyu yeşil ile gösterilen istasyon 5 ise düşük mikrop plankton bolluğuna sahip olmasına rağmen yüksek bolluğa sahip komşularla çevrelenmiştir.

3.4.7.2 Nanoplankton Bolluğu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi

Yüzey nanoplankton bolluk değerleri ile oluşturulan Moran dağılım grafiğinde 0,591 olan Moran’s I değeri nanoplankton bakımından yüksek bir pozitif mekânsal otokorelasyonu göstermektedir. Grafiğe göre istasyonların büyük bir kısmı yüksek-yüksek ve düşük-düşük kategorilerinde kümelenmiştir. Bu durum pozitif mekânsal otokorelasyonu desteklemektedir. İstasyon 5 ise düşük-yüksek kategorisinde bulunmaktadır ve negatif mekânsal otokorelasyonu göstermektedir (Şekil 3.49).



Şekil 3.49 Nanoplankton bolluğu için Moran dağılım grafiği

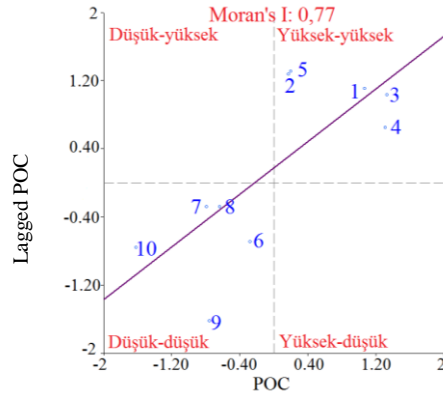


Şekil 3.50 Yüzey nanoplankton bolluk değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları

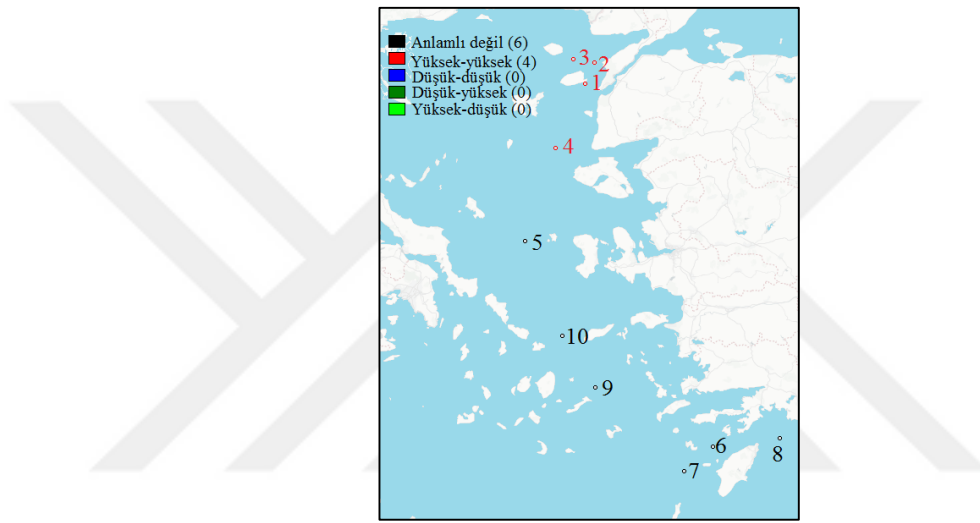
LISA kümelenme haritası sonuçlarına göre kırmızı renkle belirtilen istasyonlar nanoplankton bolluğu bakımından yüksek değer göstermektedir ve yüksek değerlerle çevrilmiştir. Siyah renk ile belirtilen istasyonlar ise nanoplankton bolluğu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermemektedir. Ayrıca haritada verilen sonuçlara göre nanoplankton bolluk değerlerine göre yapılan analizde istatistiksel olarak anlamlı negatif mekansal otokorelasyon yani düşük-yüksek ve yüksek-düşük kümelenmenin olmadığı belirlenmiştir. İstasyon 5 Moran dağılım grafiğinde negatif mekânsal otokorelasyon göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için bu durum LISA haritasında gözlenmemiştir (Şekil 3.50).

3.4.7.3 POC Konsantrasyonu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi

Yüzey POC konsantrasyonu için oluşturulan Moran dağılım grafiğinde 0,77 olan Moran's I değeri oldukça yüksek bir pozitif mekânsal otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Grafiğe göre ilk beş istasyon yüksek-yüksek, son beş istasyon ise düşük-düşük kategorilerinde kümelenmiştir. Yani tüm istasyonlar POC konsantrasyonu bakımından pozitif mekânsal otokorelasyon göstermektedir (Şekil 3.51).



Şekil 3.51 POC konsantrasyonu için Moran dağılım grafiği



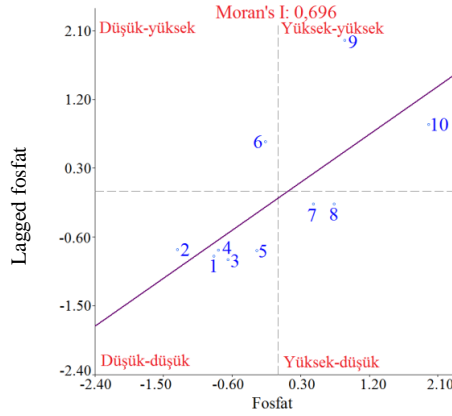
Şekil 3.52 Yüzey POC konsantrasyon değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları

LISA kümelenme haritası sonuçlarına göre kırmızı renkle belirtilen istasyonlar POC konsantrasyonu bakımından yüksek değer göstermektedir ve yüksek değerlerle çevrilmiştir. Siyah renk ile belirtilen istasyonlar arasında ise POC konsantrasyonu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemektedir. Ayrıca yine haritada verilen sonuçlara göre POC konsantrasyon değerlerine göre yapılan analizde istatistiksel olarak anlamlı negatif mekansal otokorelasyon yani düşük-yüksek ve yüksek-düşük kümelenmenin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 3.52).

3.4.7.4 Fosfat Konsantrasyonu İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi

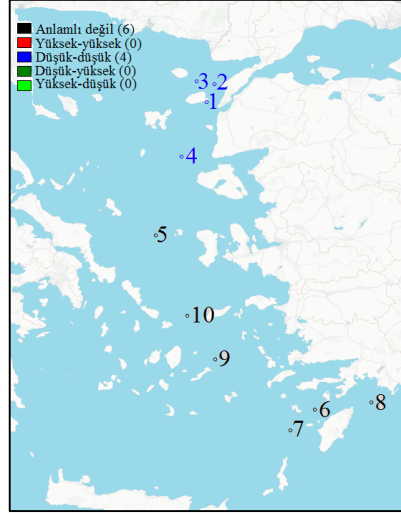
Yüzey fosfat konsantrasyonu için yapılan Moran dağılım grafiğinde 0,696 olan Moran's I değeri fosfat konsantrasyonu bakımından yüksek bir pozitif mekansal otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Grafiğe göre istasyonların büyük bir

çoğunluğu yüksek-yüksek ve düşük-düşük kategorilerinde kümelenmiştir. Yani bu istasyonlar fosfat konsantrasyonu bakımından pozitif mekânsal otokorelasyon göstermektedir. İstasyon 6 düşük-yüksek; istasyon 7 ve 8 ise yüksek-düşük kategorisinde kümelenme oluşturmuştur ve negatif mekânsal otokorelasyon göstermektedir (Şekil 3.53).



Şekil 3.53 Fosfat konsantrasyonu için Moran dağılım grafiği

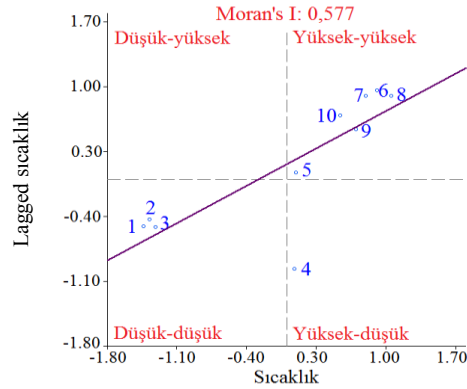
LISA kümelenme haritası sonuçlarına göre mavi renkle belirtilen istasyonlar fosfat konsantrasyonu bakımından düşük değer göstermektedir ve düşük değerlerle çevrilmiştir. Siyah renk ile belirtilen istasyonlar arasında fosfat konsantrasyonu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemektedir. İstasyon 6, 7 ve 8 Moran dağılım grafiğinde negatif mekânsal otokorelasyon göstermesine rağmen, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için LISA haritasında kümelenme oluşturmamıştır (Şekil 3.54).



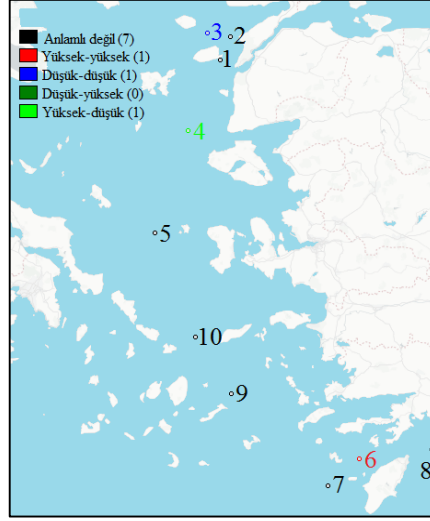
Şekil 3.54 Yüzeş fosfat konsantrasyon değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları

3.4.7.5 Sıcaklık İçin Mekânsal Otokorelasyon Analizi

Moran dağılım grafiğinde 0,577 olan Moran's I değeri sıcaklık bakımından pozitif mekânsal otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Grafiğe göre istasyonların büyük bir çoğunluğu yüksek-yüksek ve düşük-düşük kategorilerinde kümelenmiştir. Yani bu istasyonlar sıcaklık bakımından pozitif mekânsal otokorelasyon göstermektedir. İstasyon 4 ise yüksek-düşük kategorisinde bulunmaktadır ve bu yüzden negatif mekânsal otokorelasyon göstermektedir (Şekil 3.55).



Şekil 3.55 Sıcaklık için Moran dağılım grafiği

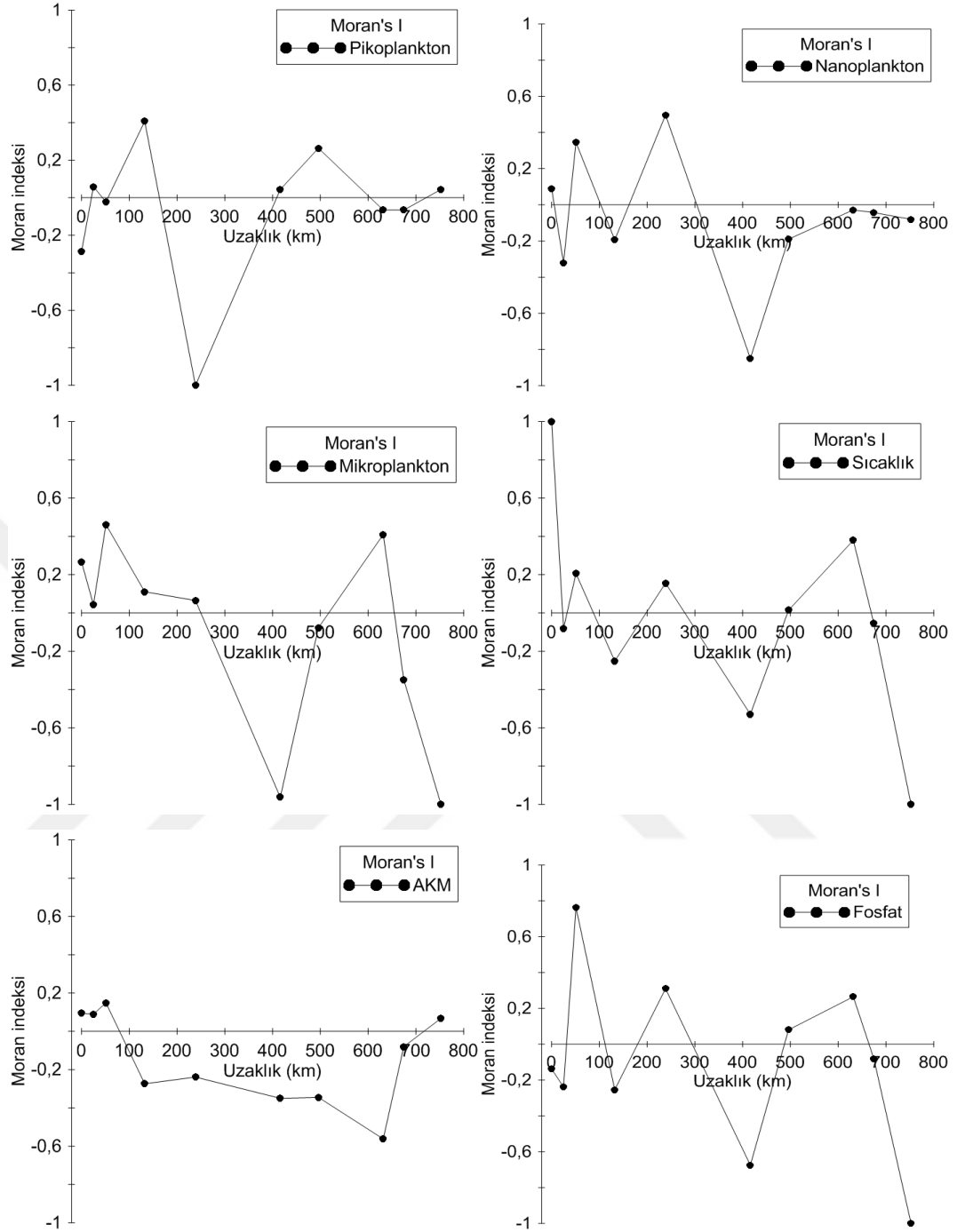


Şekil 3.56 Yüzey sıcaklık değerlerinin LISA yöntemiyle kümelenme sonuçları

LISA kümelenme haritası sonuçlarına göre mavi renkle belirtilen istasyon 3, sıcaklık bakımından düşük değer göstermektedir ve düşük değerlerle çevrilmiştir. Açık yeşil renk ile gösterilen istasyon 4, yüksek değer göstermekte ve düşük sıcaklık değerine sahip istasyonlarla çevrilmiştir. Kırmızı renk ile gösterilen istasyon 6, sıcaklık bakımından yüksek değer göstermekte ve yüksek sıcaklık değerine sahip istasyonlar tarafından çevrelenmektedir. Siyah renk ile belirtilen istasyonlar arasında ise sıcaklık bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemektedir (Şekil 3.56).

3.4.7.6 Mekansal Korelogram Grafikleri

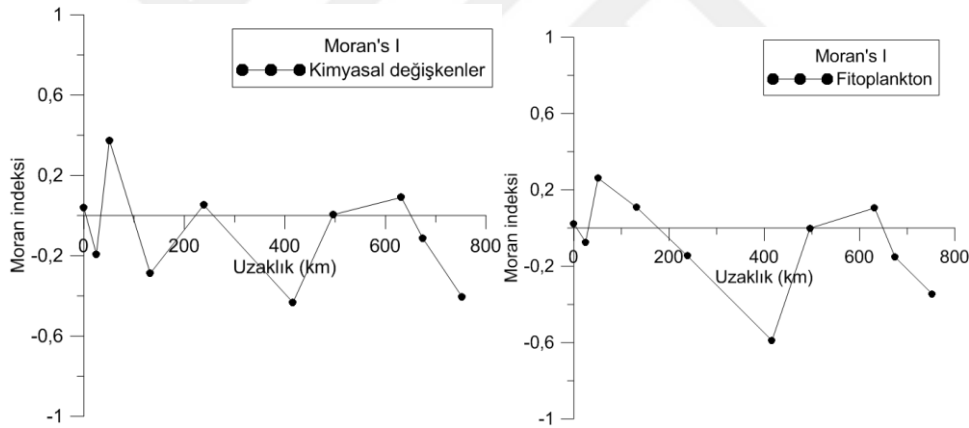
Moran's I değerleri kullanılarak komşu noktalar (istasyonlar) arasındaki mesafe ile mekânsal bağımlılıklarının daha iyi ortaya konulmasını sağlamak amacıyla korelogram grafikleri hazırlanmıştır.



Şekil 3.57 Fitoplankton boy grupları ve bazı fizikokimyasal değişkenler için yapılan korelogram grafikleri (Noktalar en kuzeyden en güneye doğru istasyon 3, 2, 1, 4, 5, 10, 9, 7, 6, 8, şeklinde sıralanmaktadır)

Şekil 3.57'de verilen korelogram grafiklerinde tüm değişkenler açısından mekânsal bağımlılığın çok hızlı artıp azaldığı gözlenmektedir. Pikoplankton için yapılan korelogram grafiğinde, ist 3'te negatif olan mekânsal otokorelasyonun ist 2'de pozitif hale geldiği ancak ist 1'de tekrar negatif olduğu görülmektedir. Benzer

şekilde sıcaklık ve fosfat değerlerine ait korelogram grafiklerinde de aynı kararsızlık gözlenmektedir. Nanoplanktona ait korelogram grafiğinde, ilk beş istasyonda mekânsal bağımlılık çok kararsız iken sonraki beş istasyonda negatif otokorelasyon gözlenmiş ve mekânsal bağımlılık azalmıştır. Negatif mekânsal otokorelasyon gösteren beş istasyon yaklaşık 500 km'lik bir alan içerisindedir. Mikroplanktona ait korelasyon grafiğinde ilk beş istasyonun yaklaşık 250 km'lik bir alanda pozitif mekânsal otokorelasyon gösterdiği gözlenmektedir. Beşinci istasyondan itibaren ise mekânsal bağımlılık yine kararsızlaşmıştır. AKM değerlerine ait korelogram grafiğinde yaklaşık ilk 90 km'lik alanda, istasyon 1, 2 ve 3'te mekânsal bağımlılık yüksek iken, ist 1'den itibaren mekânsal bağımlılık hızlı bir şekilde azalmış ve ist 6'ya kadar negatif mekânsal otokorelasyon göstermiştir. Yaklaşık 600 km'lik bir alanda mekânsal otokorelasyonun negatif olduğu gözlenmiştir. İst 8'de ise mekânsal bağımlılık tekrar yükselmiş ve pozitif mekânsal otokorelasyon gözlenmiştir.



Şekil 3.58 Kimyasal ve fitoplankton değişkenlerine ait ortalama Moran I değerlerinin mekansal korelogramları (Noktalar en kuzeyden en güneye doğru istasyon 3, 2, 1, 4, 5, 10, 9, 7, 6, 8, şeklinde sıralanmaktadır)

Şekil 3.58'de kimyasal ve fitoplankton verilerinin ortalama Moran I değerlerine göre oluşturulan korelogram grafiklerinde mekânsal bağımlılığın hızlı artıp azaldığı dikkati çekmektedir. Kimyasal değişkenlere göre oluşturulan korelogram grafiğinde ist 3'te pozitif olan mekânsal otokorelasyonun ist 2'de negatif hale geldiği ancak tekrar pozitif olduğu ve aynı kararsızlıkla ilerlediği görülmektedir. Fitoplanktonun ise kimyasal değişkenlere göre daha kararlı olduğu görülmektedir. İst 2 hariç ilk dört istasyonda pozitif mekânsal otokorelasyon gözlenmiştir. İst 5, 9 ve 10'da yaklaşık

300 km'lik bir alanda negatif mekânsal otokorelasyon gözlenmiş daha sonra ise tekrar pozitif dönmüştür. İstasyon 5'ten itibaren fitoplankton ve kimyasal değişkenlerde mekânsal otokorelasyon açısından benzer eğilimler gözlenmiştir.



BÖLÜM DÖRT

TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1 Tartışma

Ege Denizi'nde Kuzey, Orta ve Güney Ege'den seçilen 10 istasyonda yapılan örneklemeler sonucu ilkbahar dönemi piko-, nano- ve mikroplankton kompozisyonu ve karbon biyomas değerleri belirlenmiş ve bu değerlerin fiziksel (tuzluluk, pH, sıcaklık, ışık) ve kimyasal (partikül organik madde, çözünmüş oksijen, besin tuzları ve AKM) değişkenlerle olan ilişkisi araştırılmıştır.

Bilindiği gibi Ege Denizi'nin kuzey ve güney bölgeleri fizikokimyasal değişkenler açısından oldukça farklıdır. Karadeniz ve Akdeniz sularının etkisi altında kalan Ege Denizi yüzey ve dip suları da birbirinden oldukça farklı özellikler göstermektedir. Zeri ve ark., (2014), Kuzey Ege'de 0-25 m arasında düşük sıcaklık ve tuzluluğa sahip Karadeniz suyunun bulunduğunu, Güney Ege'de ise yüzey sularında Levant ara tabaka suyunun etkisi ile sıcaklık ve tuzluluğun daha yüksek olduğunu bildirmiştir. 20-600 m arası derinliklerin ise Levant ara tabaka suyu özelliğini taşıdığını ve tuzluluk açısından homojen bir dağılım gösterdiğini bildirmiştir.

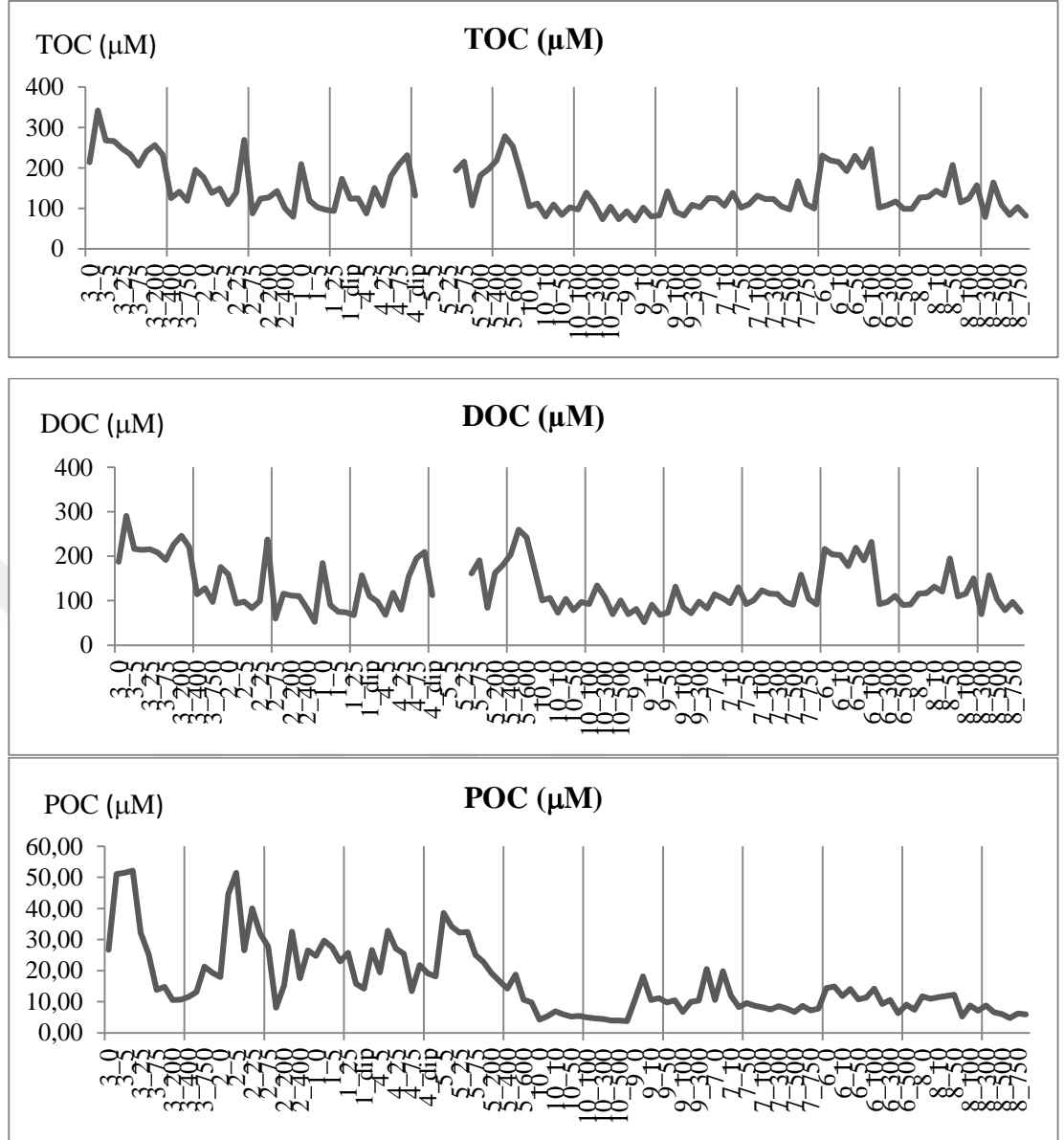
Tablo 4.1 Önceki çalışmalarla sözkonusu çalışmanın fiziksel ve kimyasal değişkenler açısından karşılaştırılması (K:Kuzey Ege, O:Orta Ege; G:Güney Ege; M: Marmara)

Kaynak	Örnekleme alanı	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (psu)	ÇO (mg/L)	Nitrit+nitrat (µM)	Fosfat (µM)	Silikat (µM)	TOC (µM)	DOC (µM)	POC (µM)	PON (µM)	Klorofil-a (µg/L)	AKM (mg/L)
Bu çalışma	Ege Denizi	10,7-13,7 (K) 14,2-16,09 (O) 13,6-17,3 (G)	34,5-39,11 (K) 38,9-39,16 (O) 38,7-39,14 (G)	4,6-6,7 (K) 5,4-5,9 (O) 4,2-5,6 (G)	0,04-2,36 (K) 0,29-23,14 (O) 0,15-29,22 (G)	0,01-0,15 (K) 0,01-0,11 (O) 0,03-0,30 (G)	0,51-6,15 (K) 0,56-3,83 (O) 0,82-9,48 (G)	79-342 (K) 73-278 (O) 70-246 (G)	52-291 (K) 70-260 (O) 52-232 (G)	8-52 (K) 4-38 (O) 5-20 (G)	0,02-18 (K) 0,01-6,80 (O) 0,13-8,14 (G)	0,01-1,82 (K) 0,02-3,44 (O) 0,01-0,89 (G)	0,1-7 (K) 0,2-3,8 (O) 0,1-3,4 (G)
Türkoğlu, (2010)	Çanakkale Boğazı	6,35-26	25,1-32,8	6,75-10,1	0,050-6,89	0,051-1,152	0,64-10,74					0,03-8,67	
Ignatiades ve ark.(2002)	Ege Denizi	13,19-14,35 (K) 15,09-15,9 (G)	38,24-38,25 (K) 39,013-38,95 (G)		0,621 (K) 0,881 (G)	0,031 (K) 0,023 (G)	1,207 (K) 1,177 (G)					0,26-0,38 (K) 0,12-0,30 (G)	0,621 (K) 0,881 (G)
Ignatiades ve ark.(2009)	Güney Ege	15-22,7	39-39,1		0,04-1,87 (NO ₃ ⁻)	0,01-0,05	0,89-4,82					0,08-0,39	
Lagaría ve ark.(2016)	Kuzey Ege	14,4-15,4	34-38		0,034-0,13	0,5-1,84	0,15-0,7					0,15-0,7	
Souvermezoglou ve ark.(2014)	Ege Denizi	10,4-15,4 (K) 12,3-18,2 (O)	30,9-38,9 (K) 34,3-39,1 (O)	5,5-6,6(K) 5,54-5,9 (O)	0,03-1,6 (K) 0,06-4,7 (O)	0,00,5-0,07 (K) 0-0,1 (O)	0,5-7,1 (K) 0,06-4,7 (O)						
Sempere ve ark.(2002)	Ege Denizi		34,4-39,1 (K) 38,6-39,4 (G)					52-128 (K, Yüzey) 48-56 (K >100 m) 55-87 (G, yüzey) 47-56 (G >100 m)	-	-	-		
Seritti ve ark.(2003)	İyon Denizi	13,3-15,8	38,4-39					-	50-73	0,7-2,7	-		

Sözkonusu çalışmada da Karadeniz suyunun etkisi ile sıcaklık ve tuzluluk değerleri güney ile karşılaştırıldığında kuzeyde daha düşük seviyelerde ölçülmüştür. Bununla birlikte her bir istasyonda yüzeyden dibe doğru inildikçe sıcaklık ve tuzluluk değerleri değişkenlik göstermiştir. Orta ve Güney Ege'de ise su sıcaklığı yüzey sularında daha yüksek ölçülmüş fakat derinlikle birlikte azalmıştır. Tuzluluk değerleri de benzer şekilde kuzeydeki ilk 3 istasyonda derinlikle birlikte artmıştır. Tuzluluğun en düşük ölçüldüğü istasyon 1, Çanakkale Boğazı'na yakınlığı nedeniyle az tuzlu Karadeniz yüzey sularından en fazla etkilenen istasyondur. İstasyon 4'te tüm derinliklerde benzer değerler gözlenirken, 5. ve 10. istasyonlarda tuzluluk değerleri derinlikle birlikte göreceli şekilde azalmıştır. Güney Ege'de ise tuzluluk değerlerinde yüzeyden derinlere doğru gittikçe azalma gözlenmiştir. Güney Ege'deki istasyonlar yüksek tuzluluğa sahip Levant ara tabaka suyundan etkilendiği için bu istasyonlarda ilk 100 metrede tuzluluk yüksek ölçülmüştür. Tablo 4.1'de Ege Denizi, Marmara ve Çanakkale Boğazı'nda daha önce yapılan çalışma sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar sözkonusu çalışmadaki sonuçlarla uyum içerisindedir. pH ise Kuzey Ege'de ilk 20 metrede, Güney Ege'de ilk 100 metrede daha kararlı iken daha derinlere inildikçe düşme eğiliminde olmuştur. Nitrit+nitrat değerleri daha önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında sözkonusu çalışmada Orta ve Güney Ege'de yüksek ölçülmüştür. Bu durum siklonik ve antisiklonik döngüler nedeniyle su kolonundaki tabakalaşma sonucu farklı derinliklerde yüksek besin tuzu konsantrasyonunun oluşma ihtimalini düşündürmektedir.

Sempere ve ark. (2002)'ye göre TOC konsantrasyonu Kuzey ve Güney Ege'de derinlikle birlikte azalmıştır. Kuzey ve güneydeki istasyonlarda, 200 metrenin altındaki derinliklerde TOC konsantrasyonları benzerlik göstermektedir. Araştırmada, TOC değerlerinin Kuzey Ege'de Karadeniz sularının etkisinden dolayı yüksek olduğu bildirilmiştir. TOC konsantrasyonunun yüksek olduğu yüzey suları tuzluluğun daha düşük olduğu kuzey bölgelerdedir (34-36 psu). Bu sonuçlar sözkonusu çalışma ile uyum göstermektedir. Yüzey TOC konsantrasyonunun Ege Denizi'nin güney baseninde biyolojik aktiviteler tarafından, kuzey baseninde ise hem biyolojik aktivite hem de Karadeniz'den gelen girdiler tarafından düzenlendiği ortaya konulmuştur. Kuzey Ege'deki yüksek TOC değerleri, Kuzey Ege'ye Karadeniz'den

çözünmüş organik karbon akışının fazla olduğunu doğrulamaktadır (Sempere ve ark., 2002). Bu durum en çok heterotrofik bakterilere fayda sağlamaktadır. 200 metrenin altındaki derinliklerde ise TOC konsantrasyonu düşüktür ve derinlikle birlikte daha da azalmaktadır (Lykousis ve ark., 2002). Yüzey sularında çoğunlukla yüksek olan TOC konsantrasyonu organik partiküllerin ayrışmasının yanı sıra (Sempere ve ark., 2000a) canlı alglerin atıkları, düşük bozunma hızı, yüksek zooplanktonik aktivite ve diğer girdiler ile ilgili olabilir (Wheeler ve ark., 1996). Güney Ege'deki TOC dağılımının yüzey sularında yüksek olup derinlikle birlikte azalması bu biyolojik süreçlere dayandırılabilir (Şekil 4.1). Lykousis ve ark. (2002), Kuzey ve Güney Ege'de belirledikleri istasyonlarda yaptıkları çalışmada POC değerlerinde kuzey-güney arasında belli bir farklılık olmadığını tespit etmiştir. Ancak öfotik zondan derinlere inildikçe POC konsantrasyonunun azaldığını bildirmiştir. Çözünmüş organik karbon (DOC) okyanuslardaki karbon rezervinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Walsh, 1989; Wangersky, 1993; Cauwet, 1994; Bronk ve ark., 1994; Lefèvre ve ark., 1996). Bu yüzden DOC, çoğunlukla POC ile birlikte dünyadaki karbon döngüsünde büyük bir rol oynamaktadır (Toggweiler, 1989; Copin-Montégut ve Avril, 1993; Carlson ve Ducklow, 1995; Ducklow ve ark., 1995). Guyennon ve ark. (2015), Akdeniz'de DOC'nin TOC'nin % 90'ını teşkil ettiğini bildirmiştir. Bu çalışmada ise DOC, TOC'nin yaklaşık % 88'ini teşkil etmektedir. Kuzey Ege'de bu oran % 65'lere kadar düşerken, Orta Ege'de % 75 civarında hesaplanmış, Güney Ege'de ise % 95'e kadar çıkmıştır. Bu oranlar, organik karbon havuzunda DOC'nin POC'den daha fazla yer kapladığının bir göstergesidir. POC/DOC yüzde miktarı ise ortalama yaklaşık % 18'dir. Bu oran kuzeye gidildikçe artarken (ort. % 33), Orta ve Güney Ege'de azalmıştır (ort. % 16 ve % 11). Fitoplankton bolluğunun kuzeyde, orta ve güneyden daha fazla olmasından dolayı kuzeyde POC/DOC oranı daha yüksektir. Trabelsi ve Rassoulzadegan, (2011), Güney Ege Denizi'ne benzer özellikleri olan Kuzeybatı Akdeniz'de 15-30 Mart arasında yaptığı örneklemede POC/DOC oranının % 11-13,6 arasında olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.1 TOC, DOC ve POC değerlerinin Ege Denizi'ndeki dağılımı

Çalışmada toplam fitoplankton ve AKM arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Karasal girdilerden etkilenmeyen açık deniz sistemleri ile karasal girdilerden etkilenen kıyısal bölgeler karşılaştırıldığında, fitoplanktonik üretimin açık deniz sistemlerinde toplam AKM miktarına etkisi daha fazladır (Beşiktepe ve ark. 1994). Lykousis ve ark. (2002)'ye göre besin tuzları, POC, klorofil-a, fitoplankton, ve mezozooplankton bolluğu, birincil üretim ve bakteriyel üretim Ege Denizi'nin kuzeyinde güneyine göre daha fazladır. Bu çalışmada da AKM, besin tuzları, fitoplankton, POC, PON ve klorofil-a değerleri Kuzey Ege'de Güney Ege'ye göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.1).

Doğu Akdeniz’de biyolojik gelişim için limitleyici olan element fosfordur (Krom ve ark., 1991; Krom ve ark., 2004), ancak azot ve azot-fosfor birlikteliğinin limitleyici olduğunu aktaran çalışmalar da mevcuttur (Thingstad ve ark., 2005). Sözkonusu çalışmadaki çözülmüş inorganik besin tuzlarının oranı (Redfield oranı) Tablo 4.2’de verilmiştir. Buna göre genel itibariyle Akdeniz suyunda fosfor limitleyici, Karadeniz su tabakasının bulunduğu yerlerde ise azot limitleyicidir. İstisnai olarak ist 5, 7 ve 8’de öfotik zonda limitleyici elementin fosfor olduğu belirlenmiştir. Tüm örnekleme alanı içerisinde Mart 2012 döneminde Kuzey Ege’de azot, Orta ve Güney Ege’de ise fosforun limitleyici olduğu görülmektedir (Tablo 4.2). Küçüksezgin ve ark. (1995), Ege Denizi’nin derin sularında N/P oranının 25’ten daha büyük olduğunu ve biyolojik üretimin fosfor tarafından limitlendiğini bildirmiştir.

Tablo 4.2 İstasyonlara göre inorganik besin tuzlarının oranı (Redfield Oranı) (Öfotik zon: 0-100 m; afotik zon:100 metreden derin. Koyu renkle gösterilen R² değerleri istatistiksel olarak anlamlı ilişkiyi göstermektedir)

Bölgeler	İstasyonlar	Su kütlesi		R ²	n	Si:NO ₃ :PO ₄ ⁻³
Kuzey			Si=7PO ₄ +2,2	0,21	33	
			NO ₃ =13PO ₄ +0,13	0,77	33	7:13:1
			Si=0,43 NO ₃ +2,2	0,23	33	
Orta			Si=55 PO ₄ ⁻³ -0,5	0,48	32	
			NO ₃ ⁻ =42 PO ₄ ⁻³ -0,37	0,28	32	55:42:1
			Si=0,006 NO ₃ ⁻ +2,2	-0,08	32	
Güney			Si=0,22 NO ₃ ⁻ +2,02	0,87	50	
			NO ₃ ⁻ =24 PO ₄ ⁻³ -0,11	0,42	50	30:24:1
			Si=30 PO ₄ ⁻³ -0,58	0,38	50	
Kuzey	İst 1		Si=10,40 PO ₄ ⁻³ +0,43	0,45	4	
		Karadeniz suyu	NO ₃ ⁻ =6 PO ₄ ⁻³ -0,03	0,13	4	10,4:6:1
			Si=0,21 NO ₃ ⁻ +0,70	0,05	4	
			Si=193,05 PO ₄ ⁻³ +5,64	0,1	3	
		Akdeniz ara tabaka suyu	NO ₃ ⁻ =55,2 PO ₄ ⁻³ -0,44	1	3	193:55:1
Kuzey	İst 2		Si=17,61 NO ₃ ⁻ +3,01	1	3	
			Si=35 PO ₄ ⁻³ +2,15	0,1	5	
		Karadeniz suyu	NO ₃ ⁻ =8,47 PO ₄ ⁻³ +0,62	0,0067	5	35:8,5:1
			Si=0,21 NO ₃ ⁻ +1,66	0,04	5	
		Akdeniz ara tabaka suyu	NO ₃ ⁻ =17,35 PO ₄ ⁻³ +0,12	0,78	7	25:17:1
Kuzey	İst 3		Si=2,09 NO ₃ ⁻ +6,46	0,68	7	
			Si=9,05 PO ₄ ⁻³ +3,2	0,86	5	
		Karadeniz suyu	NO ₃ ⁻ =3,57 PO ₄ ⁻³ +0,31	0,11	5	9:3,6:1
			Si=0,29 NO ₃ ⁻ +2,71	0,1	5	
		Akdeniz ara tabaka suyu	NO ₃ ⁻ =21,37 PO ₄ ⁻³ -0,71	0,81	9	3,8:21:1
Kuzey	İst 4		Si=1,99 NO ₃ ⁻ +3,19	0,006	9	
			Si=0,59 PO ₄ ⁻³ +1,27	0,001	6	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =1,35 PO ₄ ⁻³ +0,79	0,0009	6	0,6:1,3:1
		Si=0,57 NO ₃ ⁻ +1,21	0,02	6		

Tablo 4.2 devamı

Orta	İst 5		Si=25,42 PO ₄ ⁻³ +0,5	0,28	6	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =50,66 PO ₄ ⁻³ +2,65	0,14	6	25:50:1
			Si=0,14 NO ₃ ⁻ +1,43	0,16	6	
			Si=21,69 PO ₄ ⁻³ +0,29	0,88	5	
		Afotik zon	NO ₃ ⁻ =430,51 PO ₄ ⁻³ -23,62	0,22	5	21,7:430:1
			Si=0,01 NO ₃ ⁻ +1,72	0,17	5	
Güney	İst 6		Si=0,49 PO ₄ ⁻³ +1,17	0,01	7	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =8,5 PO ₄ ⁻³ +0,06	0,15	7	0,5:8,5:1
			Si=0,06 NO ₃ ⁻ +1,07	0,1	7	
			Si=34 PO ₄ ⁻³ -1,94	0,91	5	
		Afotik zon	NO ₃ ⁻ =23,14 PO ₄ ⁻³ -0,74	0,76	5	34:23:1
			Si=1,25 NO ₃ ⁻ -0,10	0,86	5	
Güney	İst 7		Si=17,3 PO ₄ ⁻³ +0,04	0,66	7	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =266,83 PO ₄ ⁻³ -15,73	0,24	7	17:267:1
			Si=0,03 NO ₃ ⁻ +1,15	0,53	7	
			Si=24,6 PO ₄ ⁻³ +0,5	0,45	7	
		Afotik zon	NO ₃ ⁻ =47,57 PO ₄ ⁻³ +18,35	0,14	7	24,6:47,5:1
			Si=0,10 NO ₃ ⁻ +6,58	0,13	7	
Güney	İst 8		Si=3,56 PO ₄ ⁻³ +0,8	0,24	7	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =24,78 PO ₄ ⁻³ -0,53	0,13	7	3,6:24,8:1
			Si=0,06 NO ₃ ⁻ +0,93	0,34	7	
			Si=4,51 PO ₄ ⁻³ -1	0,92	7	
		Afotik zon	NO ₃ ⁻ =29,29 PO ₄ ⁻³ -0,95	0,9	7	4,5:29:1
			Si=1,20 NO ₃ ⁻ +8,7	0,77	7	
Güney	İst 9		Si=86,55 PO ₄ ⁻³ -2,15	0,37	7	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =4,18 PO ₄ ⁻³ +0,63	0,17	7	86:4:1
			Si=2,22 NO ₃ ⁻ +1,42	0,02	7	
			Si=35,63 PO ₄ ⁻³ -0,63	0,43	2	
		Afotik zon	NO ₃ ⁻ =28,36 PO ₄ ⁻³ +0,98	0,78	2	35,6:28:1
			Si=1,58 NO ₃ ⁻ +0,33	0,86	2	
Orta	İst 10		Si=13,18 PO ₄ ⁻³ +2,67	0,05	7	
		Öfotik zon	NO ₃ ⁻ =14,83 PO ₄ ⁻³ +0,09	0,38	7	13:15:1
			Si=0,65 NO ₃ ⁻ +1,29	0,08	7	
			Si=0,09 PO ₄ ⁻³ +2,45	0,000004	5	
		Afotik zon	NO ₃ ⁻ =7,47 PO ₄ ⁻³ +0,99	0,02	5	0,09:7,5:1
			Si=0,45 NO ₃ ⁻ +3,17	0,35	5	

Çalışma alanının geniş olması ve Ege Denizi'nin gerek fiziksel gerekse kimyasal özelliklerinin kuzeyden güneye farklılık yaratması fitoplankton dağılımını önemli ölçüde etkilemiştir. Karadeniz yüzey sularında fitoplankton popülasyonu yoğundur ve en yüksek birincil üretim de burada olmaktadır. Ege Denizi'ne boğazlar yoluyla gelen Karadeniz suları metabolik olarak aktif ve büyük hücrelerden oluşan bir komünite taşımakta ve bu sular Ege Denizi'ne ulaştığında oradaki su tabakasında mevcut besin tuzlarının hızlıca tükenmesine neden olmaktadır (Lagaria ve ark., 2016). Sözkonusu çalışmada da Kuzey Ege'de tespit edilen türlerin hücre büyüklüğü güneye göre çok daha fazladır.

Çalışmada toplam **220** fitoplankton taksası tespit edilmiştir ve bunların **160'** tür seviyesinde tanımlanmıştır. En zengin sınıf olan Bacillariophyceae **112** taksayla temsil edilirken, bunu **90** taksayla Dinophyceae ve **18** taksayla diğer gruplar takip etmektedir. Eldeki literatür bilgilerine göre bu çalışmada 4 türün (*Minidiscus trilocolatus*, *Minidiscus comicus*, *Syracosphaera pulchra*, *Calcidiscus leptoporus*) Türkiye denizleri için yeni kayıt olduğu belirlenmiştir.

Ege Denizi'nin kuzey ve güney bölümleri arasında fitoplanktonun taksonomik yapısı değişkenlik göstermiştir. Karadeniz kökenli suların daha fazla etkili olduğu kuzey bölgelerinde beklenildiği gibi (Sherr and Sherr, 2007) dinoflagellat türleri bolluk ve çeşitlilik açısından fazladır. Altuğ ve ark. (2011)'nin yaptığı araştırmaya göre Kuzey Ege'de 12 tür sayısı ile *Ceratium* en önemli gruptur; bunu sırasıyla 6 tür ile *Protoperidinium*, 5 tür ile *Dinophysis* ve 4 tür ile *Prorocentrum* takip etmektedir. Yapılan analizler neticesinde elde edilen sonuçlar bu çalışmayı doğrulamaktadır. Bu çalışmada da *Protoperidinium* cinsine ait 11 tür, *Ceratium* cinsine ait 10 tür, *Prorocentrum* cinsine ait 10 tür, *Oxytoxum* cinsine ait 7 tür ve *Dinophysis* cinsine ait 4 tür tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Kuzey Ege'deki istasyonların Karadeniz'in ötrofik kökenli sularından etkilendiğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Moncheva ve ark. (2012), Karadeniz'de yaptıkları çalışmada en bol bulunan Dinoflagellat türleri arasında *Ceratium fusus*, *Gyrodinium fusiforme*, *Heterocapsa* sp., *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium bipes*, *Scrippsiella trochoidea* türlerinin olduğunu bildirmişlerdir. Eker ve ark. (1999), Mart-Nisan döneminde

Karadeniz yüzey suyunda baskın dinoflagellat türlerini *Heterocapsa triquetra* ve *Scrippsiella trochoidea* olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada Karadeniz sularının etkili olduğu kuzey istasyonlarında özellikle *Gymnodiniales*, *Peridinales* ve *Gonyaulacales* gibi ordolara ait türler baskındır. Kuzey Ege’de Karadeniz orijinli su tabakasının bulunduğu derinliklerde belirlenen türler *Alexandrium* sp., *Ceratium fusus*, *Gonyaulax* sp., *Karenia mikimotoi*, *Gyrodinium* sp., *Protoperdinium bipes*, *Scrippsiella trochoidea* ve *Torodinium* sp. gibi daha çok potansiyel toksik ve zararlı türlerdir.

Güney Ege Denizi’nin biyokütle konsantrasyonu, AKM ve toplam kütle bakımından dünyadaki sayılı oligotrofik alanlardan biri olduğu belirtilmektedir (Siokou-Frangou ve ark., 2010). Yapılan çalışmalarda fitoplanktonik parametreler ile fiziksel ve kimyasal değişkenler açısından Güney Ege’nin Kuzey Ege’ye göre oldukça fakir olduğu belirtilmektedir (Lykousis ve ark., 2002; Ignatiades ve ark., 2002; Sempere ve ark., 2002). Sözkonusu çalışma da bu değişkenler bakımından daha önce yapılan çalışmaları desteklemektedir.

Dinoflagellatlar deniz suyu sıcaklığının yüksek olduğu Mayıs-Ağustos döneminde baskın iken, diatomlar daha çok, sıcaklığın düştüğü kış döneminde baskındır (Acton, 2011). Önceki çalışmalara göre Ege Denizi’nde dinoflagellatlar her mevsim bolluk açısından baskındır (Ignatiades ve ark., 2002; Frangoulis ve ark., 2010b; Zervoudaki ve ark., 2011). Jeong, (1999), araştırmasında en yüksek dinoflagellat birey sayısını Mart ayı boyunca kaydetmiştir. Dinoflagellat türleri ototrof, heterotrof ve miksotrof olmak üzere çok çeşitli trofik biçimlerde olabilir. Bununla birlikte varolan türlerin yaklaşık yarısı fotosentez için gerekli pigmentlere sahip değildir (Taylor ve ark., 2008). Bugüne kadar yapılan çalışma sonuçları Kuzeydoğu Ege Denizi’ndeki dinoflagellatların büyük bir bölümünün heterotrofik türler olduğunu göstermiştir (Ignatiades ve ark., 2002; Siokou-Frangou ve ark., 1999; Frangoulis ve ark., 2010b). Bralewska ve Witek (1995), Polonya’nın Gdańsk Körfezi’nde yaptığı çalışmada tanımlanan dinoflagellat türlerinin yaklaşık % 56’sının heterotrof, % 25’inin ototrof, % 19’unun ise endosimbiont olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada Kuzey, Orta ve Güney Ege’de tanımlanan dinoflagellat türlerinin büyük bir çoğunluğunun heterotrof

(% 64) olduğu tespit edilmiştir. Ototrof türler toplam dinoflagellatların %25'ini, miksotroflar ise % 11'ini temsil etmektedir. Öfotik zonda heterotrof dinoflagellat türleri yüzde olarak en fazla Güney Ege'de (% 63) bulunurken, afotik zonda ise en fazla Orta Ege'de (% 75) bulunmaktadır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Tespit edilen dinoflagellat türlerinin trofik durumlarına göre yüzde (%) değerleri

Bölge	Zon	Ototrof (%)	Heterotrof (%)	Miksotrof (%)
Kuzey	Öfotik	28	57	15
	Afotik	32	58	10
Orta	Öfotik	22	61	17
	Afotik	16	75	9
Güney	Öfotik	28	63	9
	Afotik	23	69	8

Çalışmada diatom sınıfı 112 taksa ile hem tür sayısı hem de bolluk açısından en baskın sınıf olmuştur. İstasyon 1 ve 2'de türlerin bolluğu diğer istasyonlardan çok daha fazladır. Karadeniz orijinli su kütesinin bulunduğu istasyon 1'de ilk 10 metrede ve istasyon 2'de ilk 25 metrede birey sayısı diğer derinliklere göre oldukça fazladır. İstasyon 3'te diatom birey sayısı derinlikle birlikte artmıştır. Güney Ege'de ise diatom birey sayısının kuzeye göre oldukça düşük olduğu ışık mikroskop sayımları sonucunda tespit edilmiştir. Kuzey Ege'de diatom bolluğunun toplam fitoplankton içindeki oranı % 40 iken Güney Ege'de bu oran % 5'e kadar düşmüştür. Güney Ege'de istasyon 6, 7 ve 8'de 50-200 m derinlikler ve istasyon 8'de 500-750 m derinlikler arasında diatom birey sayısının diğer derinliklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 10 metre derinlikte diatom birey sayısı 6.128 h/L iken 50 metre derinlikte 14.098 h/L'ye çıkmıştır. Sözkonusu derinliklerde diatom bolluğunun artış göstermesi o bölgede su kolonundaki fiziksel dinamiklerin etkisiyle açıklanabilir. Bölgede bulunan Rodos döngüsü gibi siklonik ve antisiklonik döngüler nedeniyle su kolonundaki fitoplankton dağılımının etkilenmiş olması mümkündür. Pagou ve Gotsis-Skretas, (1990), Güney Ege, İyon ve Levant denizlerinde yaptığı çalışmada, Güney Ege'de, yukarıda belirtilen istasyonlara yakın bölgelerde 50 metreden sonra fitoplankton miktarında belirgin bir artış olduğunu bildirmiştir. Diatom birey sayısının 10 metre derinlikte 6.840 h/L iken 50 metre derinlikte 11.400 h/L'ye

ulaştığını belirtmiştir ve bu değişiklikleri Rodos döngüsünün etkisine bağlamıştır. Çalışmada baskın türlerin *Thalassiotrix frauenfeldii*, *Peridinium* sp., ve *Synedra* sp. olduğu bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada ise bu derinliklerdeki baskın türler bir diatom türü olan *Thalassionema* sp. ile *Phalacroma rotundatum*, *Mesoporos perforatus*, *Oxytoxum variabile*, *O. viride* ve *Prorocentrum balticum* gibi dinoflagellatlara ait türlerdir.

Senirkentli, (2003), Kuzey Ege’de yaptığı tez çalışmasında en sık rastlanan diatom türlerinin *Navicula* sp. *Coscinodiscus* sp., *Nitzschia* sp., *P. pungens*, *P. elongatum*, *T. nitzschioides*, *T. frauenfeldii* olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros eibonii*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Diploneis bombus*, *Nitzschia longissima*, *Rhizosolenia stolterfortii*, *Rhizosolenia setigera* ve *Thalassionema nitzschioides* türleri çalışma süresince en çok rastlanan türler olmuştur. Ayrıca bu çalışmada Karadeniz su tabakasında tespit edilen *Amphora* cf. *laevis*, *Asteromphalus* sp., *Nitzschia longissima*, *Proboscia alata* var. *gracilima* türlerine daha derinlerdeki Akdeniz su tabakasında rastlanmamıştır. Çalışmada diatom birey sayısı ile AKM, PON ve POC arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Bu durum diatom komünitesinin AKM ve organik madde konsantrasyonuna katkıda bulunduğunun bir göstergesidir. Fitoplankton tür gelişimi için sıcaklık önemlidir ve her türün gelişimi için optimum sıcaklık değeri farklıdır. Birçok diatom türü genellikle düşük optimum büyüme sıcaklığına sahiptir (15-25 °C) (Robarts ve ark., 1987). Çalışmada sıcaklık ile diatom birey sayısı arasında negatif anlamlı bir ilişki bulunmuş ($R^2 = -0,47$, $p < 0,05$, $n = 116$) ve sıcaklığın düşük olduğu istasyonlarda diatom yoğunluğunun daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada büyük boyutlu diatom türleri daha düşük konsantrasyonlarda bulunmuştur. Cerino ve ark. (2012), *Bacteriastrum* sp., *Chaetoceros* sp. ve *Pseudonitzschia* sp. türlerinin ilkbahar aylarında Ege Denizi’nde gözlendiğini bildirmiştir. Akdeniz’in dışındaki güçlü mevsimsel termoklin ve nutriklinin bulunduğu oligotrofik sularda büyük hücreli diatomların birincil üretimin önemli bir ögesi olduğu bildirilmiştir (Goldman, 1993). Lagaria ve ark. (2016), Karadeniz yüzey sularında özellikle büyük boyutlu diatomların bol bulunduğunu bildirmiştir.

Sözkonusu çalışmada da büyük boyutlu diatom türleri Karadeniz suyundan etkilenen kuzeydeki istasyonlarda yoğunluktadır.

Küçük dinoflagellatlar çoğunlukla az bilinen ve ışık mikroskobunda tanımlanması mümkün olmayan çıplak ototrofik ve heterotrofik türleri içermektedir. *Prorocentrum* (*P. minimum*, *P. balticum*, *P. nux*), *Heterocapsa* ya da *Scrippsiella* gibi bazı küçük tekali türler nanoplanktona dahil edilmektedir, fakat bunlar genellikle Ege Denizi'nin açık sularında yüksek değerlerde gözlenmemiştir (Siokou-Frangou ve ark., 2010). Sözkonusu çalışmada da sözü edilen türler bolluk açısından daha düşüktür ve çalışma sonuçları yukarıdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

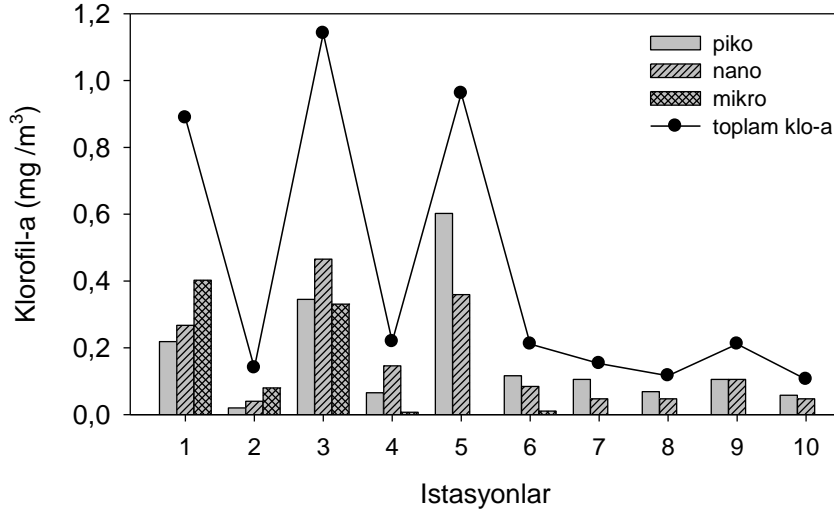
Kuzey Ege'de fitoplankton biyokütlesinin dağılımı, su kolonundaki tabakalaşma ve karışımın mevsimsel değişkenliği ve buna bağlı olarak besin elementlerindeki dalgalanmalardan etkilenmektedir. Lagaria ve ark. (2016) besin elementi konsantrasyonu ve fitoplankton biyokütlesinin Kuzeydoğu Ege'de en fazla ilkbahar örneklemede (Mart 2014) elde edildiğini bildirmiştir. Bu bölgede yapılan diğer çalışmalar da bunu desteklemektedir (D'Ortenzio ve Ribera d'Alcala, 2009; Siokou-Frangou ve ark., 2010). Kuzey Ege Denizi, Güney Ege ile karşılaştırıldığında fitoplanktonik üretim açısından zengin olmasına rağmen Akdeniz'in batı bölgeleriyle karşılaştırıldığında hala oligotrofi sınırları içerisinde (Arin ve ark., 2002; Ramírez ve ark., 2005). Benzeri bir durum sözkonusu çalışmada yapılan Kuzey ve Güney Ege ölçümlerinde de gözlemlenmiştir. Kuzey Ege'de fitoplankton bolluğu güneye göre yüksek olmasına rağmen nispeten hala düşük seviyelerdedir.

Smayda (1980) fitoplanktonu etkileyen faktörleri allojenik (abiyotik bileşenler) ve otojenik (biyotik bileşenler) olarak ikiye ayırmıştır. Allojenik faktörler sıcaklık, tuzluluk ve türbülans; otojenik faktörler ise hücre yaşam döngüsü, besin tuzları, su kalitesi gibi değişkenlerden oluşmaktadır. Deniz suyu pH'sı, hem fitoplankton yoğunluğundan hem de çevresel faktörlerden etkilendiği için fitoplankton süksesyonunda hem allojenik hem de otojenik faktör olabilir (Hinga, 1992). Benzeri bir durum su kalite parametreleri ve besin tuzları için de geçerli olabilir. Nitekim allojenik ve otojenik faktörlerin birbirine bağlı süreçler olduğu yapılan çalışmalarda

ortaya konulmaktadır (Colombera ve ark., 2015). Çalışma süresince, pH ile toplam dinoflagellat, diatom ve nanoplankton bolluğu arasında pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir.

Çalışmada nanoplankton boyut grubuna ait (2-20 µm) **13** taksa tespit edilmiştir. Tespit edilen nanoplanktonun 5 taksası diatom, 2 taksası dinoflagellat, 1 taksonu Prasinophyceae, 1 taksonu Cryptophyceae ve 4 taksası Prymnesiophyceae sınıflarına aittir.

Söz konusu çalışmada elde edilen sonuçlara göre nanoplankton bolluk ve biyomas değerlerinin beklenen değerlerden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Boyutları yaklaşık 5 µm ve/veya daha düşük olabilen *Minidiscus*, *Cyclotella* ve bazı *Thalassiosira* cinslerine ait türlerin ışık mikroskopunda gözden kaçma olasılığı yüksektir. Bununla birlikte bu türlerden SEM ile tespit edilen *Minidiscus* türleri istasyonların neredeyse tüm derinliklerinde gözlenmiş ve bolluk olarak da önemli bir miktar teşkil ettiği belirlenmiştir. Ancak çok küçük olan bu türler 40x büyütmede ışık mikroskopunda gözlenememiştir. Söz konusu tez çalışmasının desteklediği proje kapsamında Ege Denizi'nde yüzeyde farklı boy gruplarındaki klorofil-a değerleri hesaplanmış ve Kuzey Ege'de mikro, nano ve piko boy gruplarının toplam klorofil-a'ya ortalama katkılarının sırasıyla %44, %33 ve %23 olduğu belirlenmiştir. Diğer istasyonlardaki ortalama katkı en fazla piko boy grubundan gelmektedir ve mikro, nano ve pikoplanktonun klorofil-a'ya ortalama katkıları sırasıyla %1, %44 ve %54 olarak hesaplanmıştır (Bizsel ve ark., 2014-Şekil 4.2). Nanoplanktonun klorofil-a'ya katkısının bu denli yüksek olması ışık mikroskop sayımında küçük boyutlu türlerin gözden kaçma ihtimalini kuvvetlendirmiştir.



Şekil 4.2 Ege Denizi'nde farklı boy gruplarının klorofil-a'ya ortalama katkısı (Bizsel ve ark., 2014)

Prymnesiophyceae sınıfına ait türlerin sonbahar ve kış aylarında Rodos döngüsünde (Gotsis-Skretas ve ark., 1999; Malinverno ve ark., 2003), Ege Denizi'nde (Ignatiades ve ark., 1995), Güney Adriyatik ve İyon denizlerinde (Rabitti ve ark., 1994) toplam popülasyonun büyük bir kısmını oluşturduğu bilinmektedir. Prymnesiophyceae açısından Doğu Akdeniz'in orta kısmında en fazla değişkenliğin kış-ilkbahar aylarında olduğu kaydedilirken (Ziveri ve ark., 2000), kış mevsiminde en fazla değişkenliğin Katalan Denizi açık sularında (Estrada ve ark., 1999), baharda ise en fazla değişkenliğin Ege Denizi'nde olduğu rapor edilmiştir (Ignatiades ve ark., 2002). Lagaria ve ark. (2016), çalışmasında Prymnesiophyceae sınıfının Mart ayında toplam mikroskobik sayıların yaklaşık %27'sini temsil ettiğini, Ignatiades ve ark., (2002) ise % 25-50'sini temsil ettiğini bildirmiştir. Bu çalışmada ise Prymnesiophyceae sınıfı üyeleri toplam sayıların % 1-17'sini oluşturmaktadır. Ancak Prymnesiophyceae üyelerinin büyük çoğunluğu ışık mikroskopuyla ayırt edilemeyecek kadar küçük olduğu için bu çalışmada gözden kaçmış olma olasılığı yüksektir.

Cryptophyceae bireyleri kış ve bahar aylarında Güney Ege'de genellikle diatomların bol bulunduğu zamanlarda daha bol bulunmuştur (Vidussi ve ark., 2001; Marty ve ark., 2002). Ancak sözkonusu çalışmada Cryptophyceae ile diatom birey sayısı arasında Kuzey ve Güney Ege'de anlamlı bir ilişki bulunmamıştır [$R^2=0,03$]

(Kuzey); $R^2=0,07$ (Güney)]. Orta Ege'de ise diatomlar ile Cryptophyceae bireyleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($R^2=0,726$). Kuzey Ege'de Cryptophyceae sınıfı üyeleri birey sayısı bakımından Orta ve Güney Ege'ye göre daha baskındır. Siokou-Frangou ve ark. (1999), Ege Denizi'nin kuzeyinde 1987 yılında ilkbahar örneklemeinde Cryptophyceae ve diatom türlerinin diğer gruplara baskın olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da Kuzey Ege'de diatom ve Cryptophyceae sınıfı üyeleri bolluk bakımından baskındır.

Kuzey Ege'de Prasinophyceae bolluğu Karadeniz orijinli su kütlesinde daha yüksek bulunmuş, Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır. Bölgesel olarak değerlendirildiğinde ilk 5 istasyonda Prasinophyceae birey sayısı diğer istasyonlara göre çok daha fazladır. Lagaria ve ark. (2016), Mart ayında Kuzey Ege'de Prasinophyceae sınıfına ait türlerin besin tuzu artışına bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Ancak bu çalışmada Kuzey Ege'de Prasinophyceae bolluğu ile besin tuzları arasında negatif yönde bir korelasyon tespit edilmiştir ($p<0,05$, $n=40$; NO_2^- : -0,36; NO_3^- : -0,36; Si(OH)_4 : -0,35; PO_4^{3-} : -0,35). Orta ve Güney Ege'de ise Prasinophyceae ile besin tuzları arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Nanoflagellatlar bolluk bakımından Kuzey, Orta ve Güney Ege'de benzer değerlerde bulunmuştur. Fakat yoğunluk bakımından diğer sınıflarla kıyaslandığında güneyde daha fazladır. Kuzey Ege'de nanoflagellatların en düşük değeri 263 h/L en yüksek değeri 76.249 h/L'dir. Nanoflagellat bolluğu Karadeniz orijinli su kütlesinde daha yüksek iken Akdeniz ara tabaka suyunun bulunduğu derinliklere doğru gittikçe azalmıştır. Orta Ege'de nanoflagellatların en düşük değeri 663 h/L en yüksek değeri 32.474 h/L'dir. Güney Ege'de ise nanoflagellat bolluğu 710 h/L ile 219.683 h/L arasında değişim göstermiştir. Christaki ve ark. (1999), Güney Ege'de ilkbahar örneklemeinde nanoflagellat birey sayısının 870-1.190 h/L arasında değiştiğini bildirmiştir

Pikoplankton komünitesinin ototrofik bileşenleri *Synechococcus*, *Prochlorococcus*, bazı küçük ökaryotik hücreler ve bazı pikoökaryotlardır. Bu küçük

birincil üreticiler Akdeniz gibi oligotrofik sularda fotosentetik biyokütle ve birincil üretime çok büyük katkı sağlarlar (Li, 1998; Zubkov ve ark., 2000a; Li ve Harrison, 2001). Pikoplanktonun en bol bulunan üyeleri genellikle *Prochlorococcus* ve *Synechococcus* olarak iki genusla sınırlıdır (Partensky ve ark., 1999). Çalışmada epifloresan mikroskop ile belirlenebilen pikoplankton grubuna ait *Synechococcus* türü incelenmiştir. *Synechococcus* için her istasyonda 5 ve 50 metre derinliklerden örnekleme yapılmıştır. Pikoplankton bolluğu bölgede daha önce yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Akdeniz ve Ege Denizi'nde *Synechococcus* ve heterotrofik bakteriler ile ilgili yapılmış çalışmalar

Kaynak	Örnekleme Dönemi	<i>Synechococcus</i>	Heterotrofik Bakteri
Bu çalışma	Mart 2012	6,61x10 ⁷ -8,81x10 ⁷ h/L (5 m) 3,67x10 ⁷ -6,97x10 ⁷ h/L (50m)	9,91x10 ⁷ -1,69x10 ⁸ h/L (5m) 8,07x10 ⁷ -1,58x10 ⁸ h/L (50m)
Mouriño-Carballido ve ark. (2016)	İlkbahar-2009	1,6x10 ⁴ h/mL	6x10 ⁵ h/mL
Tanaka ve ark. (2007)	Mayıs 2001-2002	1,3x10 ⁵ -1,8x10 ⁷ h/L	4.6x10 ⁷ - 4.1x 10 ⁸ h/L
Christaki ve ark. (2001)	Haziran1999	0,5x10 ⁴ -2,2x10 ⁴ h/mL	2,93- 5,08x10 ⁸ h/L
Gazihan-Akoğlu (2011)	Nisan- 2009	1x10 ⁴ h/mL	1,3x10 ⁸ -1,3x10 ¹⁰ h/L
Agawin ve ark. (1998)	Ocak 1995-1997	5x10 ⁵ -7x10 ⁷ h/mL	-

Christaki ve ark. (2001) epifloresan mikroskop sayımları sonucu Ege ve Akdeniz boyunca 3 µm'den küçük boyutlu ototrof ve heterotrofik organizmaların baskın olduğunu kaydetmiştir. Sözkonusu çalışmada da pikoplanktonun diğer fitoplankton gruplarından daha baskın olduğu tespit edilmiştir. Flombaum ve ark. (2013), *Prochlorococcus* ve *Synechococcus* dağılımını kontrol eden en önemli etkenlerin sıcaklık ve ışık olduğunu bildirmiştir. Buna karşın besin tuzu konsantrasyonu ile hücre sayısı arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını belirtmiştir. Çalışmada sadece 2 ve 4. İstasyonda ışık ölçümü yapılabilmektedir. Nitekim bu istasyonlarda da ışık miktarının fazla ve sıcaklığın daha yüksek olduğu 5 metre derinlikte *Synechococcus* bolluk ve biyomas değerinin daha fazla olduğu ortaya konulmuştur.

Nanoplankton boy grubuna ait bir diatom olan *Cyclotella* sp bu çalışmada ölçülen en küçük boyutu ile (2,67 µm) neredeyse pikoplankton boy grubuna dahil edilebilecek kadar küçüktür. Genelde tatlısu türü olan *Cyclotella* türlerinin özellikle göl ekosistemlerinde boyutları gittikçe küçülmüştür. Bu türler su kolonunda iklimin neden olduğu değişikliklere son derece uyum sağlayabilmektedir. Son yıllarda ısınmanın etkisiyle tabakalaşma görülen deniz ve göllerde küçük boyutlu *Cyclotella* türleri nispeten artarken daha büyük boyutlu türlerde bir azalma meydana gelmektedir. Küçük boyutları, bu türlere besin maddesi azalmış ve ısınma sonucu tabakalaşmanın artmış olduğu su kolonunda kalabilme avantajı sağlamaktadır (Rodriguez ve ark., 2001; Winder ve ark., 2009).

Ege Denizi'nde Ciliata birey sayısının genellikle 500 h/L'nin altında olduğu bildirilmektedir. Kuzey Ege'de 1997 Mart ayında Ciliata bolluğunun en fazla 1.280 h/L, Güney Ege'de en fazla 210 h/L, Katalan Denizi'nde ise 1993 Haziran ayında en fazla 850 h/L olduğu bildirilmiştir (Pitta ve Giannakourou, 2000). Bu çalışmada ise Ciliata bolluğu Kuzey Ege'de en fazla 1.524 h/L'ye ulaşmıştır. Orta Ege'de en fazla birey sayısının 1.780 h/L; Güney Ege'de ise en fazla birey sayısının 3.479 h/L olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz'deki birincil üretimin büyük bir kısmının nano ve pikoplanktondan kaynaklanması Ciliata'ı buradaki önemli tüketiciler haline getirmektedir (Rassoulzadegan, 1978). Ciliata üyeleri ve mikсотrofik dinoflagellatlar, özellikle heterotrofik nanoflagellatların baş tüketicileridir. Bu çalışmada Ciliata bireyleri ile nanoflagellat bireyleri arasında çok yüksek olmamakla birlikte anlamlı bir korelasyon bulunmuştur. [$r=-0,16$ (Kuzey Ege); $r=0,3$ (Orta Ege); $r=0,25$ (Güney Ege)]. Bu durumda Kuzey Ege'de Ciliata bireyleri arttığında nanoflagellatların azaldığından ve Ciliata'nın nanoflagellat topluluğunu kontrol altına aldığından yani bir "top down" kontrol mekanizmasından söz edilebilir.

Çalışmada tüm değişkenler, özellikle AKM, besin tuzları ve fitoplankton bolluğu yönünden 5. istasyonda diğer istasyonlara göre bir farklılık gözlenmiştir. Bu durum bu istasyonun bulunduğu bölgedeki siklonik döngülerle, besin tuzlarınca zengin suların yüzeye doğru yükselmesi ve birincil üretimi arttırması sonucu tabakalaşmanın oluştuğu ve örnekleme anında bunun yakalanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Öte yandan 5. istasyon bir siklonik döngünün tam ortasına denk gelmektedir. Bu yüzden yüzeydeki Karadeniz sularının bu bölgede toplanması ve birikmesi sözkonusu olabilir.

Hücre boyutu, fitoplankton için önemli bir özelliktir, çünkü besin tuzlarının alımı, batma hızı ve bitki direnci gibi temel hayatta kalma işlevlerini etkiler (Burns 1968; Porter, 1973) ve karbon döngüsü için daha güvenilir bir parametredir. Küçük fitoplankton (10-20 µm) türleri yüksek yüzey/hacim oranı nedeniyle besin tuzlarının yetersiz olduğu koşullar altında bir avantaja sahiptir (Chisholm, 1992). *Synechococcus* spp. yüksek yüzey alanı/hacim oranı sayesinde düşük besin tuzu konsantrasyonlarını bile etkili şekilde kullanabilmektedir (Agawin ve ark., 2000; Veldhuis ve ark., 2005). Çalışma sonuçlarından anlaşıldığı üzere Ege Denizi'nde kuzeyden güneye doğru besin tuzu konsantrasyonu azalmaktadır. Bu nedenle çalışmada pikoplankton ve nanoplankton gruplarının daha büyük boyutlu türleri bertaraf ederek Güney Ege'de daha yüksek bolluğa ulaştığı görülmüştür. Hücre boyutunun büyüklüğünden dolayı fitoplanktonik biyomas da Kuzey Ege'de daha fazla, Güney Ege'de ise daha az bulunmuştur. Kuzey Ege'de hücre sayımlarından elde edilen özellikle *Synechococcus*, diatom ve dinoflagellatlara ait organik karbon biyomasının her mevsimde 0-20 m arasında daha fazla olduğu belirtilmektedir. Ayrıca Karadeniz su tabakasındaki fitoplankton karbon biyomasının Ege Denizi su tabakasındaki biyomastan daha fazla olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Lagaria ve ark., 2016). Bu çalışmada Kuzey Ege'de nanoflagellat karbon biyomas değerleri 0,01-1,22 µg C/L arasında değişmiştir. Nanoflagellatlara ait karbon biyomasının Karadeniz su tabakasında 0,2-1,5 µg C/L arasında olduğu aynı bölgede yapılan bir çalışmada belirtilmiştir (Giannakourou ve ark., 2014). Bu çalışmada toplam fitoplankton biyomas değerleri Kuzey Ege'de ilk 25 metre, Orta ve Güney Ege'de ise ilk 100 metrede diğer derinliklerden daha fazladır. Tablo 4.5'te Akdeniz ve Ege Denizi'nde yapılmış çalışmalarda fitoplankton hücre sel organik karbon değerleri verilmiştir. Tabloya göre her bölge kendine özgü özellikler göstermekle birlikte biyomas değerleri sözkonusu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.5 Hücresel organik karbon biyomas değerlerinin önceki çalışmalarla kıyaslanması

Kaynak	Çalışma alanı	Pikoplankton	Nanoplankton	Mikroplankton		
				Diatom	Dinoflagellat	Mikroplankton
Bu çalışma	Ege Denizi	54,2-86,7 (K) 25,3-83,1 (O) 36,1-86,7 (G)	0,23-12,4 (K) 0-7,26 (O) 0,2-4,9 (G)	0,35-46 (K) 0,08-4,5 (O) 0,06-3,54 (G)	1,17-83,8 (K) 0,5-29,6 (O) 0-19,03 (G)	2,9-100 (K) 1,06-33,09 (O) 0,86-20 (G)
Cerino ve ark. (2012)	Adriyatik Denizi	7,1-42,9	6,7-16,7			5,4-12,2
Assimakopoulou, 2011	Kuzey Ege	103,4±0,4		21,1±1,8	107,1±0,45	
Bosak ve ark. (2012)	Adriyatik Denizi	1,23-74,36	0,06-6,86			1,25-121
Gould ve Wiesenburg, (1990)	Cebelitarık Boğazi					1,04-647
Gotsis-Skretas ve Ignatiades, (2010)	Akdeniz			0,72-18,8	5,68-64	

Lagaria ve ark. (2016), Kuzey Ege’de gerçekleştirdiği çalışmada toplam hücresel organik karbon içindeki en yüksek oranın Prymnesiophyceae (% 32), Prasinophyceae (% 23) ve diatomlara (% 13) ait olduğunu bildirmiştir. Dinoflagellat ve Cryptophyceae sınıfı toplam biyomasın % 6’sından sorumludur. 0-20 m derinlikte toplam biyoması sırasıyla Cyanobacteria (% 37), Prymnesiophyceae (% 27), diatom (% 19), Prasinophyceae ve Pelagophyta (% 7’den az) oluşturmuştur. Bununla birlikte eğer ortamdaki pikoplankton biyoması hesaba katılırsa diatom, dinoflagellat ve Prymnesiophyceae’nin toplam biyomasa etkisinin % 5’in altında olduğuna dikkat çekmiştir. Bu çalışmada da *Synechococcus* biyomasının tüm istasyonlarda diğer tüm gruplardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. *Synechococcus*’un toplam biyomasa katkısının en az Kuzey Ege’de (% 68) en fazla Güney Ege’de (% 90) olduğu tespit edilmiştir. Diatom, dinoflagellat ve diğer grupların toplam biyomasa katkısı ise *Synechococcus*’a göre çok daha azdır. Diatomların toplam biyomasa katkısı en az Güney Ege’de (% 1), en fazla Kuzey Ege’de (% 13) olmuştur. Dinoflagellatların ise toplam biyomasa katkısı en az Güney Ege’de (% 6) en fazla Kuzey Ege’de (% 15) olmuştur.

POC içerisinde en fazla hücresel organik karbon (biyomas) yüzdesine sahip fitoplankton grubu *Synechococcus* olmuş, bunu sırasıyla dinoflagellat, diatom, diğer gruplar ve nanoplankton takip etmiştir. *Synechococcus*’un POC’ye katkısı en az % 20 (ist 4) en fazla ise % 88 (ist 10) olmuştur. Kuzey Ege’de dinoflagellat

biyomasının POC'ye katkısı % 28'e kadar çıkmıştır (istasyon 1 yüzey). Orta Ege'de bu oran en fazla % 12 (istasyon 10-5 m), Güney Ege'de ise % 14 olmuştur (istasyon 8-10 m). Diatomların POC'ye katkısı Kuzey Ege'de en fazla % 20 (ist 1 dip), Orta Ege'de en fazla % 2,5 (ist 10 dip), Güney Ege'de ise en fazla % 4 (ist 8-200 m)'tür. Toplam fitoplankton karbon biyomasının POC'ye katkısı en az % 0,22 (ist 2-200 m) en fazla ise % 35 (ist 1-yüzey) olarak hesaplanmıştır. Eppley ve ark. (1992) Pasifik'te POC içerisindeki toplam fitoplankton karbon biyoması oranını % 29-49 arasında; DuRand ve ark. (2001), Bermuda yakınlarında bu oranı % 33 olarak hesaplamıştır. Goericke ve Welschmeyer (1998), Sargasso Denizi'nde yaptığı çalışmada toplam fitoplanktonun klorofil-a'ya katkısının yaklaşık % 10 olduğunu bildirmiştir. Kormas ve ark. (2002), Yunanistan kıyılarında kış dönemi aşırı üreme döneminde toplam fitoplanktonun POC'ye katkısının % 50'lere kadar çıktığını belirtmiştir.

Örnekleme dönemi boyunca fitoplankton verileri ve fizikokimyasal parametreler içinde en fazla değişkenliği meydana getirenleri belirlemek için yapılan temel bileşenler analizi sonucunda öfotik zonda (0-100 m) ölçülen parametreler bakımından ilk beş istasyonun yaklaşık 50 metreye kadar olan derinlikleri diğerlerinden net bir şekilde ayrılmıştır. Afotik zonda ise (100 m altı) istasyonlar arasında belirgin bir ayırım gözlenmemiştir. Fizikokimyasal değişkenlerle fitoplankton verileri arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda öfotik zonda fitoplankton gruplarının bolluk ve biyomas değerleri ile POC arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır. Öfotik zonda fizikokimyasal değişkenler ve fitoplankton bolluk ve biyomas değerleri arasındaki korelasyon sonuçları beklenildiği gibidir. Ancak afotik zonda toplam fitoplankton bolluk ve biyomas değerleri ile nitrat konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Su kolonunda 100 metre derinlikten sonra ortamı etkileyen parametrelerin değişmesi, farklı su kütlelerinin ortamda bulunması ve Ege Denizi'nin dinamik yapısının bu sonucu ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

Araştırmada belirlenen Shannon-Wiener tür çeşitliliği ve Pielou düzenlilik indeks değerleri kuzeydeki istasyonlarda fitoplankton topluluk yapısının güneydeki

istasyonlara göre daha düzenli ve homojen dağıldığını göstermiştir. Kuzeyde Pielou düzenlilik ve Shannon-Wiener tür çeşitliliği indeks değerleri daha yüksek bulunmuş, güneye doğru ise bu değerler düşme eğilimi göstermiştir. Bu da Akdeniz'den etkilenen bölgelerde homojenitenin ve düzenliliğin daha düşük olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni ortamdaki bazı türlerin birey sayısının diğerlerinden çok fazla olmasıdır. Benzer şekilde istasyon 5'te nanoplankton ve nanoflagellat birey sayısındaki artış düzenlilik indeksinin düşmesine ve ortamın düzenliliğinin bozulmasına neden olmuştur. Öfotik zonda Shannon-Wiener tür çeşitliliği ve Pielou düzenlilik indeks değerleri kuzeyde ve güneyde daha düşük iken afotik zona doğru göreceli artma eğilimindedir. Öfotik zonda bazı türlerin birey sayısının çok fazla olması bu duruma neden olarak gösterilebilir. İst 7'de indeks değerleri öfotik zondan afotik zona doğru azalma eğilimindedir. Bu da öfotik zonda homojenitenin ve düzenliliğin daha iyi olduğunu göstermektedir. Tür çeşitliliği ve düzenlilik indeks değerleri daha önceki çalışmalarla uyum göstermektedir (Okuş ve Taş, 2007; Ignatiades ve ark., 2009).

Hiyerarşik kümelenme analizi sonucunda istasyonlar arasında çeşitli benzerlik seviyelerinde farklı gruplar belirlenmiştir. Kuzeyde % 23 benzerlik seviyesinde 2 grup (1 ve 2) ve % 39 benzerlik seviyesinde 4 grup (A, B, C ve D) belirlenmiştir (Bkz. Tablo 3.11). Grup 1 kuzeydeki istasyonların yüzeyden öfotik zona kadar olan derinliklerini kapsamaktadır. Grup 2 ise diğer derinlikleri kapsamaktadır. Güneyde ise % 35 benzerlik seviyesinde 2 grup (1 ve 2); % 54 benzerlik seviyesinde ise 3 grup (A, B, C) belirlenmiştir (Bkz. Tablo 3.13). Bu kümelenmelerin dışında bazı istasyonlar kendi aralarında kümelenmiştir. İstasyon 8'in öfotik zon sınırına kadar olan derinlikleri diğer istasyonlardan farklı şekilde kümelenmiştir. Bu derinliklerde diatom ve nanoplankton bolluğu aynı istasyonun diğer derinliklerinden oldukça fazladır.

Bu oluşturulan gruplar arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için ANOSIM metodu uygulanmış ve grupların arasında kuvvetli farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur. Bu farklılıklardan sorumlu olan türler SIMPER analizi ile tespit edilmiştir. Bu analize göre kuzeyde A ve B grupları arasında benzersizliğe neden

olan türler *Rhizosolenia setigera*, *Eutreptiella gymnastica* ve *Gymnodinium* sp.' dir. A ve C grupları arasında benzersizliği oluşturan türler ise yine *Rhizosolenia setigera*, *Eutreptiella gymnastica* ve *Gymnodinium* sp. dir. A ve D grupları arasında benzersizliğe neden olan türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica*'dır. B ve C grupları arasında benzersizliğe neden olan türler *Rhizosolenia setigera*, *Nitzschia longissima* ve *Gyrodinium* sp. türleridir. B ve D grupları arasında benzersizliğe neden olan türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica*'dır. B ve D grupları arasında benzersizliğe neden olan türler *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* ve *Cerataulina pelagica*'dır. Güneyde ise A ve B grupları arasındaki benzersizliğe neden olan türler *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp., *Thalassiosira* sp. ve *Anabaena* sp.'dir. A ve C grupları arasındaki benzersizliği oluşturan türler *Gyrodinium* sp., *Gymnodinium* sp., *Diploneis* sp. ve *Protoperidinium quinquecorne*'dir. B ve C grupları arasındaki benzersizliği oluşturan türler *Gyrodinium* sp., *Gymnodinium* sp., *Diploneis* sp. ve *Protoperidinium quinquecorne*'dir. Kuzey ve güneyde gruplar arası benzerliği ve farklılığı oluşturan türler belirlenmiştir. Buna göre benzerliği ve farklılığı kuzeyde daha çok diatom türleri oluştururken, güneyde daha çok dinoflagellat türleri oluşturmuştur. Benzerliği ve benzersizliği genellikle belirli birkaç tür yaratmıştır. Bunun nedeni bu türlerin bolluğunun ortamdaki diğer türlerden fazla olmasıdır. Aktan, (2011), Güney Ege ve Akdeniz'de yaptığı çalışmada yaz döneminde benzerlik ve benzersizlik oluşturan türlerin *Dactilosolen fragilissimus*, *Proboshia alata*, *Pseudonitzschia seriata*, *Thalassionema nitzschioides*, *Leptocylindrus minimus* ve *Protoperidinium* sp. türleri olduğunu bildirmiştir.

Ortamda tanımlanan türler çok sayıda olsa da komüniteyi yönlendiren türlerin sayısı en fazla 20-30 tanedir (Reynolds, 2006). Adımsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) sonucunda, aynı benzerlik modelini oluşturan türler kuzeyde *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus*, *Diploneis bombus*, *Diploneis* sp., *Guinardia delicatula*, *Pseudo-nitzschia seriata* group, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema nitzschioides*, *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium fusiforme*, *Gyrodinium spirale*, *Heterocapsa* sp., *Oxytoxum variable*, *Protoperidinium quinquecorne*, *Prorocentrum micans*, *Eutreptiella gymnastica* ve *Dictyocha fibula* olarak

belirlenmiş ve toplam 18 tür komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmıştır. Buna göre kuzeyde komüniteyi yönlendiren türlerin çoğunluğu diatom ve dinoflagellat türleridir. Dinoflagellat türleri ise genellikle ötrofik türlerdir. Güneyde ise toplam 11 tür (*Chaetoceros* sp., *Diploneis* sp., *Gyrosigma* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium fusiforme*, *Gyrodinium* sp., *Heterocapsa* sp., *Protoperdinium quinquecorne* ve *Anabaena* sp.) komüniteyi yönlendiren türler olarak belirlenmiştir. Güneyde komüniteyi yönlendiren türler yine diatom ve dinoflagellat türleridir. Bunun yanında Cyanobacteria'dan *Anabaena* sp. türü de komüniteyi yönlendiren türler arasına girmiştir. Çalışmada tür çeşitliliği çok fazla olmadığı için kuzey ve güneyde benzer türler komüniteyi yönlendirmektedir.

Fitoplankton boy grupları ve fizikokimyasal değişkenler açısından istasyonların birbirleriyle olan ilişkisini belirleyebilmek için yapılan mekânsal otokorelasyon analizinde tüm değişkenler açısından pozitif mekânsal otokorelasyon olduğu gözlenmiştir. Özellikle kuzeydeki ilk 4 istasyon mikroplankton, nanoplankton, POC ve fosfat konsantrasyonları bakımından LISA haritasında net bir şekilde kümelenme göstermiştir. Ancak Güney Ege'deki istasyonlar arasında tüm değişkenler bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Korelogram grafiklerinde istasyonlar arasında kararsız bir mekânsal bağımlılık gözlenmiş ve kuzey ve güney bölgeleri arasında önemli farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur. İstasyon sayısının az olması ve Ege Denizi'nin kuzey ve güneyinde farklı dinamiklere sahip olması bu kararsızlığın nedeni olarak gösterilebilir. Fitoplankton ve kimyasal değişkenlerin ortalama değerleriyle oluşturulan korelogram grafiklerinde de yine istasyonlar arasında mekânsal bağımlılığın çok yüksek olmadığı ve mekânsal ilişkinin çok değişken olduğu gözlenmiştir.

4.2 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Ege Denizi açık sularındaki Mart dönemi fitoplankton komünite yapısı hakkında geniş bir bilgi sunulmuştur. Çalışma sonuçları Ege Denizi'nin baskın piko- ve nanoplankton komünitelerine sahip olan oligotrofik bir sistem olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular Prasinophyceae, Cryptophyceae, Prymnesiophyceae gibi grupların yanı sıra *Minidiscus*, *Cyclotella* gibi nanoplankton boyutundaki diatom türlerinin fitoplankton topluluğunun önemli bir bölümünü temsil ettiğini göstermektedir. Bu bulgular Ege Denizi gibi oligotrofik denizlerde fitoplankton, dolayısıyla fotosentez ve karbon dinamikleri açısından nano/pikoplanktonun önemini işaret etmektedir. Öte yandan diatom ve dinoflagellatlar fitoplankton topluluk yapısının mekânsal ölçekte hem dikey hem de yatay olarak değişimine neden olan temel fitoplankton gruplarıdır. Çalışmadaki bulgular fitoplankton popülasyonunun besin tuzu miktarındaki küçük değişimlerde bile önemli değişimler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu gözlenen değişimlerden top-down kontrol mekanizması sorumlu olabilir. Nitekim önceki çalışmalar bölgede nanoplankton üzerine küçük otlayıcıların yanı sıra (Zervoudaki ve ark., 2007) güçlü bir mikropilankton otlama baskısı olduğunu göstermektedir (Frangoulis ve ark., 2010b; Zervoudaki ve ark., 2011). Bu çalışmada taramalı elektron mikroskop analizleriyle, ışık mikroskopunda görülemeyen fakat oldukça baskın olan, ancak şimdiye kadar gözden kaçan nanoplankton, hatta bazı türlerin 2 mikronun altına düşmesi sebebiyle pikoplankton grubuna dahil edilebilecek türlerinin tanımlanabilmiş olması, fitoplankton analizlerinde elektron mikroskopisinin gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. Ancak fitoplankton çalışmalarının elektron mikroskopunun yanı sıra farklı boy gruplarında klorofil-a ölçümü ve HPLC ile pigment ölçümü de yapılarak bütüncül bir yaklaşımla yapılması daha yararlı olacaktır.

Sonuç olarak; bu çalışma bahar döneminde Ege Denizi'nin ülkemiz karasuları bakımından kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi ile fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ortaya konulması açısından son derece önem taşımaktadır. Çalışmada Ege Denizi'nde kaydedilen 4 yeni tür ile Türkiye denizleri tür çeşitliliğine katkıda

bulunulmuş ve ortamın ekolojik durumuyla ilgili veriler elde edilmiştir. Bu özellikleri nedeniyle bu çalışma daha sonraki çalışmalara kaynaklık edebilecek verileri içermektedir. Zira bugüne kadar ülkemizde Ege Denizi'nde diğer parametreler de göz önüne alındığında bütünlük ve kapsamlı bir fitoplankton çalışması yapılmamıştır.



KAYNAKLAR

- Acara, A. ve Nalbantoğlu, U. (1960). Preliminary report on the red-tide outbreak in the Gulf of Izmir. *Rapp. P.-v. Reun. Commn. Int. Explor. Scient. Mer. Medit.* 15, (3), 33-38.
- Acton, Q. A. (2011). *Issues in Information Science Research*, (2011 Edition). Atlanta. Scholarly editions.
- Adamczewski, T., Chrost, R. J., Kalinowska, K. ve Skowronska, A. (2010). Relationships between bacteria and heterotrophic nanoflagellates in lake water examined by different techniques controlling grazing pressure. *Aquatic Microbial Ecology*, 60, 203-213.
- Agawin, N., S., R., Duarte, C., M. ve Agustí, S. (1998). Growth and abundance of *Synechococcus* spp. in a Mediterranean Bay: seasonality and relationship with temperature. *Marine Ecological Progress Series*, 170, 45- 53.
- Agawin, N., S., R., Duarte, C., M. ve Agustí, S. (2000). Nutrient and temperature control of picoplankton to phytoplankton biomass and production. *Limnology and Oceanography*, 45, (3), 591- 600.
- Aktan, Y., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Aykulu, G. (2005). Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in Izmit Bay (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64, 372-384.
- Aktan Y. (2011). Large-Scale Patterns in Summer Surface Water Phytoplankton (Except Picophytoplankton) in the Eastern Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 91, 551-558.
- Altuğ, G., Aktan Y., Oral M., Topaloğlu B., Dede A., Keskin C., İşinibilir M. ve Çardak M. (2011). Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of

the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Biodiversity Records* 4, e65.
doi:10.1017/S1755267211000662.

Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association — LISA. *Geographical Analysis*, 27:93–115.

Anselin, L., Syabri, I., and Kho, Y. (2006). GeoDa, an introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis*, 38:5–22.

APHA (1999). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. (20. Baskı), Washington DC APHA.

Arin, L., Guillén, J., Segura-Noguera, M., ve Estrada, M. (2002). Open sea hydrographic forcing of nutrient and phytoplankton dynamics in a Mediterranean coastal ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 133:116-128.

Assimakopoulou, G. (2011). *Plankton Dynamics and Distribution in the Eastern Mediterranean Sea*. Doktora Tezi, Christian-Albrechts-University, Kiel.

Aydın, H. (1993). *İzmir Körfezi Fitoplanktonunun Gelişimi Üzerine Sınırlayıcı Faktörler*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Aydın, H., Matsuoka, K., ve Minareci, E. (2011) Distribution of dinoflagellate cysts in recent sediments from Izmir Bay (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). *Marine Micropaleontology*, 80: 44-52.

Aytan, Ü., Feyzioğlu, A. M., Valente, A., Ağırbaş, E. ve Fileman E. S. (2017). Microbial plankton communities in the coastal southeastern Black Sea: biomass, composition and trophic interactions. *Oceanologia*, in press, corrected proof. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.09.002>.

- Azam, F., Fenchel, T., Field, J., G., Gray, J., S., Meyer-Reil, L., A. ve Thingstad, F. (1983). The ecological role of water column microbes in the sea. *Marine Ecological Progress Series*, 10, 257- 263.
- Baines, S.B. ve Pace, M. L. (1991) The Production of dissolved Organic Matter by phytoplankton and its importance to bacteria. *Limnology and Oceanography*, 36 (6), 1078-1090.
- Bakus, G. J. (2007). *Quantitative analysis of marine biological communities: Field biology and environment*. Wiley-Interscience, New Jersey.
- Balcı, M. (2013). *Gemlik körfezi fitoplankton türlerinin zamana bağlı değişimleri ve ortamın ekolojik özellikleri*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Balech, E. (1988). Una especie nueva del genero *Fragilidium* (Dinoflagellata) de la bahia de Chamela Jalisco, Mexico. *An. Inst. Biol. Univ. Mexico. Ser. Zool.*, 58, 479-486.
- Balkıs, N. (2000a). *Büyükçekmece Koyu (Marmara Denizi) Fitoplankton Türlerinin Kalitatif, Kantitatif Yönden Araştırılması ve Dağılımlarını Etkileyen Ortam Faktörleri*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Balkıs, N. (2000b). Five Dinoflagellate Species New To Turkish Seas, *Oealia*. 26, 97-108.
- Balkıs, N. ve Koray, T. (2001). About the Presence of Genus *Pyrophacus* Stein, 1883 with Special Emphasis on *Pyrophacus vancampoae* (Rossignol) Wall and Dale (Dinophyceae) in Eastern Mediterranean. *E. U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 18(3-4), 541-545.
- Balkıs, N. (2004). List of phytoplankton of the Sea of Marmara. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 10 (2), 85-104.

- Barale, V., Jaquet, J. M. ve Ndiaye, M. (2008). Algal blooming patterns and anomalies in the Mediterranean Sea as derived from the SeaWiFS data set (1998–2003), *Remote Sens. Env.*, 112, 3300–3313.
- Barańkiewicz D., Kraska M, Siepak J. (1995). The content of DOC, POC, and TOC in lobelian lakes. *Pol. J. Environ. Stud.*, 5, (6), 17.
- Bayındırlı, C. (2007). *Monthly changes in the abundance and biomass of picoplankton (cyanobacteria Synechococcus & heterotrophic bacteria) in the Cilician Basin (Eastern Mediterranean)*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mersin.
- Baytut, O., Gonulol, A. ve Koray, T. (2005). New records for marine phytoplankton of Turkish seas from southern Black Sea coasts. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22 (1-2), 229-231.
- Baytut, Ö. (2010). *Kızılırmak nehir ağızı fitoplanktonu ve nutrientlerle etkileşimleri*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Baytut, O, Gonulol, A. ve Koray, T. (2010). Temporal variations of phytoplankton in relation to eutrication in Samsun Bay, southern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries Sciences*, 10: 363-372.
- Becacos-Kontos, T. (1977). Primary production and environmental factors in a oligotrophic biome in the Aegean Sea. *Marine Biology*, 42, 93–98.
- Beşiktepe, Ş. T., Sur, H. İ., Özsoy, E., Abdullatif, M. A., Oğuz, T. ve Ünlüata, Ü. (1994). The Circulation and Hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*. 34, 285-334.
- Beşiktepe, Ş. (2015). *Physical Oceanography of the Aegean Sea: A Review*. Katağan, T., Tokaç, A., Beşiktepe, Ş., Öztürk, B., The Aegean sea: Marine Biodiversity,

Fisheries, conservation and governance (41) içinde (27-39). İstanbul, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV).

Bizsel, N. Benli, H., A., Bizsel, K., C. ve Metin, G. (2001). A synoptic study on the phosphate and phytoplankton relationship in the hypereutrophicated Izmir bay (Aegean Sea). *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 25, 89-99.

Bizsel, N. ve Cirik, S. (2002). New record of the Heterotrophic Ebridian Microflagellate *Hermesinium adriaticum* Zach. In the Eutrophic Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Marine Sciences* 8: 165-178.

Bizsel, N. ve Bizsel, K.C. (2002). New records of toxic algae *Heterosigma* cf. *akashiwo* and *Gymnodinium* cf. *mikimotoi* in the hypereutrophic Izmir Bay (Aegean Sea): Coupling between organisms and water quality parameters. *Israel Journal of Plant Sciences*, 50, 33-44.

Blankenship RE. (2002). *Molecular Mechanisms of Photosynthesis*. Oxford, UK: Blackwell Sci.

Bosak, S., Silovic, T., Ljubescic, Z., Kuspilic, G., Pestoric, B., Krivokapic, S., ve Vilicic, D. (2012). Phytoplankton size structure and species composition as an indicator of trophic status in transitional ecosystems: the case study of a Mediterranean fjord-like karstic bay. *Oceanologia*, 54 (2), 255–286.

Bouman, H. A., Ulloa, O., Scanlan, D. J., Zwirgmaier, K., Li, W. K., Platt, T., ve diğeri. (2006). Oceanographic basis of the global surface distribution of *Prochlorococcus* ecotypes. *Science* 312, 918–921. doi: 10.1126/science.1122692

Bradford-Grieve, J.M., Markhaseva, E.I., Rocha, C.E.F. ve Abiahy, B. (1999). *Copepoda*. In *South Atlantic Zooplankton* (D. Boltovskoy, ed.). Backhuys Publishers, Leiden, 2, 869-1098.

- Bralewska, J. M. ve Witek, Z. (1995). Heterotrophic dinoflagellates in the ecosystem of the Gulf of Gdansk. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 117: 241-248.
- Brzezinski, M., A. (1985). The Si:C:N ratio of marine diatoms: interspecific variability and the effect of some environmental variables. *Journal of Phycology*, 21, 347-357.
- Bronk, D. A., Glibert, P. M. ve Ward, B. B. (1994). Nitrogen uptake, dissolved organic nitrogen release, and new production. *Science* 265, 1843-1846.
- Brunet, C., Casotti, R., Vantrepotte, V. ve Conversano, F. (2007): Vertical variability and diel dynamics of picophytoplankton in the Strait of Sicily, Mediterranean Sea, in summer. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 346, 15–26.
- Burns, C., W. (1968). The relationship between body size of filter-feeding Cladocera and the maximum size of particle ingested. *Limnology and Oceanography* 13: 675-678.
- Callieri, C., Karjalainen, S. M. ve Passoni, S. (2002). Grazing by ciliates and heterotrophic nanoflagellates on picocyanobacteria in Lago Maggiore, Italy. *Journal of Plankton Research*. 24 (8), 785-796.
- Campbell, L. ve Vaultot, D. (1993). Photosynthetic community structure in the subtropical North Pacific Ocean near Hawaii (station ALOHA), *Deep-Sea Research*, 40, 2043- 2060.
- Cankurt, S. (2013). *İzmir Körfezi'ndeki fitoplankton, zooplankton, yüzey sedimentinde ²¹⁰Po birikiminin araştırılması*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

- Carlson, C. A. ve H. W. Ducklow (1995): Dissolved organic carbon in the upper ocean of the central equatorial Pacific Ocean, 1992: Daily and finescale vertical variations. *DeepSea Res. II*, 42, 639–656.
- Carlson, C., A., Bates, N., R., Ducklow, H., W. ve Hansell, D., A. (1999). Estimation of bacterial respiration and growth efficiency in the Ross Sea, Antarctica. *Aquatic. Microbial. Ecology*, 19, 229- 244.
- Cauwet. G. (1994). HTO method for dissolved organic carbon analysis in seawater: influence of catalyst on blank estimation. *Mar. Chem.*, 47: 55-64.
- Cerino, F.; Zingone, A. (2007). Decrypting cryptomonads: a challenge for molecular taxonomy. Brodie, J. et al. (Ed.) *Unravelling the algae: the past, present, and future of algal systematics* içinde (197-214). The Systematics Association Special Volume.
- Cerino, F., Bernardi-Aubry, F., Coppola, J., La Ferla, B., Maimone, G. Socal, G. ve Totti, C. (2012). Spatial and temporal variability of pico-, nano- and microphytoplankton in the Southern Adriatic Sea (Mediterranean Sea). *Cont. Shelf Res.*, 44, 94–105.
- Chisholm, S.W. (1992). Phytoplankton size. Falkowski, P. G. ve Woodhead, A. D. (eds), *Primary Productivity and Biogeochemical Cycles in the Sea* içinde (213–237). New York: Plenum Press.
- Cho, B.C. ve Azam, F. (1990). Biogeochemical significance of bacterial biomass in the ocean's euphotic zone. *Marine Ecological Progress Series*, 63, 253-259.
- Christaki, U., Jacquet, S., Dolan, J., R., Vaultot, D. ve Rassoulzadegan, F. (1999). Growth and grazing on *Prochlorococcus* and *Synechococcus* by two marine ciliates. *Limnology and Oceanography*, 44, 52– 61.

- Christaki, U., Giannakourou, A., Van Wambeke, F. ve Gregori, G. (2001). Nanoflagellat predation on auto- and heterotrophic picoplankton in the oligotrophic Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research*, 23, 11, 1297- 1310.
- Christoffersen, K., Riemann, B., Klysner, A. ve Søndergaard, M. (1993). Potential role of natural populations of zooplankton on plankton community structure in eutrophic lake water. *Limnology and Oceanography* 38: 561-573.
- Clarke, K. R. ve Warwick, R. M. (2001). *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation* (2. Baskı). Plymouth. PRIMER-E.
- Clarke, K. R. ve Gorley, R. N. (2001). *PRIMER v5: User manual/tutorial*. Plymouth: PRIMER-E.
- Colombera, L, Mountney, NP and McCaffrey, WD (2015) A meta-study of relationships between fluvial channel-body stacking pattern and aggradation rate: implications for sequence stratigraphy. *Geology (Boulder)*, 43 (4). 283 - 286.
- Copin-Montégut, G. ve B. Avril (1993): Vertical distribution and temporal variation of dissolved organic carbon in the North-Western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res. I*, 40, 1963–1972.
- Cros, L. & Fortuño, J.-M. (2002). Atlas of northwestern Mediterranean coccolithophores. *Scientia Marina*, 66: 186.
- Cullen, J. J., ve MacIntyre, J. G. (1998). Behavior, physiology and the niche of depth-regulating phytoplankton. Anderson, D. M. Cembella, A. D. ve Hallegraeff, G. M. [eds.], *Physiological ecology of harmful algal blooms* içinde, (559–580). Springer-Verlag, Berlin.

- Cupp, E. E., (1977). *Marine plankton diatoms of the west coast of North America*. New York. Otto Koeltz Science Publishers.
- Çiftçi, S. N. (2011). Türkiye Denizleri açık suları fitoplankton kompozisyonu Ekim-2000. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(2): 23-36.
- Çolak Sabancı, F., Koray, T. (2005) İzmir Körfezi'nde 1998-2001 Yılları Arasında Fitoplanktonik Tür Çeşitliliği Değişimi. *Ege University J. Fish. Aquat. Sci.*, 22 (3-4), 273-280.
- Çolak-Sabancı, F., Koray, T. (2007). Influence of the Sewage Treatment plant on diatom (Bacillariophyceae) species composition in Izmir bay, *Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2):11-18.
- Deldergio P. A., Gasol, J. M. (1995). Biomass Distribution in Freshwater Plankton communities. *American Naturalis*. (146): 1, 135-152.
- Delgado, M., Latasa, M., Estrada, M. (1992). Variability in the size-fractionated distribution of the phytoplankton across the Catalan front of the north-west Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 14, (5): 753–771.
- Delwiche C. (2000). Tracing the thread of plastid diversity through the tapestry of life. *Am. Nat.* 154, 164–177.
- Demircan, N.T., Türkoğlu, M. (2006). Güney Karadeniz Kıyılarında (Sinop Körfezi) Kış Dönemi Fitoplankton Yoğunluğunda Meydanda Gelen Günlük Değişimler. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. 23(1-1), 57-60.
- D'Ortenzio, F., Ribera d'Alcala, M. (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences*, 6, 139–148.

- Drebes, G. (1974). *Marines Phytoplankton, Eine Auswahl der Helgoländer Planktonalgen (Diatomeen, Peridineen)*. Stuttgart. Georg Thieme Verlag.
- Duarte, C. M., Agust'ı S., Cole, J. J., and del Giorgio, P. A. (1999). Is the oligotrophic ocean heterotrophic?. *Science*, 284: 1735.
- Ducklow, H., W., (1986). Bacterial biomass in warm core Gulf Stream ring 82B: Mesoscale distributions, temporal changes, and production. *Deep-Sea Research*, 33, 1789-1812.
- Ducklow, H., W. ve Carlson, C., A. (1992). Oceanic bacterial production. *Advanced Microbial Ecology*, 12, 113- 181.
- DuRand, M., D. ve Olson, R., J. (2001). Phytoplankton population dynamics at the Bermuda Atlantic time-series station in the Sargasso Sea *Deep-Sea Research II*, 48, 1983- 2003.
- Edler, L., (ed.). (1979a). Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. *The Baltic Marine Biologists Publ.* 5, 1-38.
- Eker E., Georgieva, L., Senichkina, L., Kideys, A. E. (1999). Phytoplankton distribution in the western and eastern Black Sea in spring and autumn 1995. *ICES Journal of Marine Science*, 56, 15-22.
- EPA, (2002). Mid-Atlantic Integrated Assessment (MAIA) 1997-98: Summary Report, EPA/620/R- 02/003, U.S. Environmental Protection Agency, Atlantic Ecology Division, Narragansett, RI.
- Eppley, R. W., Chavez, F. P., and Barber, R. T. (1992). Standing stocks of particulate carbon and nitrogen in the equatorial Pacific at 150W. *J. Geophys. Res.*, 97, 655 -661.

- Erarslanoğlu, N., (2016). *Çakalburnu dalyanı'nda (İzmir Körfezi) pikoplanktonun bolluk ve biyokütlesindeki aylık değişimler* Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.
- Ergen, Z. (1967). The main planktonic organisms found in the Bay of İzmir (in Turkish). *Ege Üniv. Fen Fak. İlmî Rap. Ser.*, 47: 1-15.
- Estrada, M., Vives, F., ve Alcaraz, M. (1985). Life and the Productivity of the Open Sea, Margalef, R., (Ed), *Western Mediterranean* içinde (148–197). Oxford. Pergamon Press.
- Estrada, M., Varela, R., Salat, J., Cruzado, A., and Arias, E. (1999). Spatio-temporal variability of the winter phytoplankton distribution across the Catalan and North Balearic fronts (NW Mediterranean). *J. Plankton Res.*, 21, 1–20.
- Fenchel, T. (1982). Ecology of heterotrophic microflagellates. IV. Quantitative occurrence and importance as bacterial consumers. *Marine Ecology Progress Series*, 9, 35-42.
- Fenchel, T. (2008). The microbial loop, 25 years later. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366, 99–103.
- Feyzioglu, A., M., Kurt, I., Boran, M. ve Sivri, N. (2004). Abundance and distribution of cyanobacteria *Synechococcus* spp in the South-eastern Black Sea during 2001 summer. *Indian Journal of Marine Sciences*, 33, (4), 365- 368.
- Feyzioğlu, A.M., and Öğüt, H. (2006). Red tide observations along the Eastern Black Sea coas of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 30: 375-379.
- Fiala-Médioni, A., J.-C. Michalski, J. Jollès, C. Alonso, and Montreuil, J. (1994). Lysosomic and lysozyme activities in the gill of bivalves from deep hydrothermal

vents. *Comptes Rendus L'Acad. Sci. Ser. III Sciences de la Vie—Life Sciences* 317:239–244.

Finkel, Z. V, Beardall, J, Flynn, K. J, Quigg, A, Rees, T. A. V., Raven, J. A. (2010). Phytoplankton in a changing world: cell size and elemental stoichiometry. *J. Plankton Res.* 32:11-37.

Flombaum, P, et al. (2013). Present and future global distributions of the marine Cyanobacteria *Prochlorococcus* and *Synechococcus*. *Proc Natl Acad Sci USA* 110(24):9824–9829.

Frangoulis, C., Psarra, S., Zervakis, V., Meador, T., Mara, P., Gogou, A., Zervoudaki, S., Giannakourou, A., Pitta, P., Lagaria, A., Krasakopoulou, E., Siokou-Frangou, I., (2010b). Connecting export fluxes to plankton food web efficiency in the Black Sea waters inflowing into the Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research* 32, 1203-1216.

Fritz, L. and Triemer, R.E. (1985). A rapid simple technique utilizing Calcofluor White M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. *Journal of Phycology.* 21(4):662-664.

Fuhrman, J., A., Steeter, T., D., Carlson, C., A. ve Proctor, L., M. (1989). Dominance of bacterial biomass in the Sargasso Sea and its ecological implications. *Marine Ecological Progress Series*, 57, 207- 217.

Gacic, M., Civitarese, G., Miserocchi, S., Cardin, V., Crise, A., and Mauri, E. (2002). The open-ocean convection in the Southern Adriatic: A controlling mechanism of the spring phytoplankton bloom. *Cont. Shelf. Res.*, 22, 1897–1908.

Gasol, J. M. (1994). A Framework for the assesment of top down vs bottom up control of heterotrophic nanoflagellate abundance. *Marine Ecology* 113, (3):291-300.

- Gasol, J., M., Simons, A., M. ve Kalff, J., (1995). Patterns in the top-down versus bottom-up regulation of heterotrophic nanoflagellates in temperate lakes. *Journal of Plankton Research*, 17, 1879- 1903.
- Gasol, J., M., Del Giorgio, P., A. ve Duarte, C., (1997). Biomass distribution in marine planktonic communities. *Limnology and Oceanography*, 42, 1353- 1363.
- Gasparini, S. ve Castel, J., (1997). Autotrophic and heterotrophic nanoplankton in the diet of the estuarine copepods *Eurytemora affinis* and *Acartia bifilosa*. *Journal of Plankton Research*, 19, 877- 890.
- Gazihan-Akoğlu, A. (2011). Temporal and Spatial Changes in the Abundance and Biomass of Pico (Heterotrophic Bacteria & *Synechococcus*) and Nanoplankton (Flagellates) of the Mersin Bay—Relationships with Ambient Physical, Chemical and Biological Parameters, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mersin.
- Geldiay, R., ve Ergen, Z. (1968). Bölgeimizde Yaşayan Zırhsız Deniz Dinoflagellatları. *Balık ve Balıkçılık*, 6(16): 1-7.
- Gertman, I. F., Pinardi, N., Popov, Y. ve Hecht, A. (2006). Aegean Sea water masses during the early stages of the Eastern Mediterranean Climatic Transient (1988-1990). *J. Phys. Oceanogr.*, 36, 1841–1859.
- Giannakourou, A., Tsiola, A., Kanellopoulou, M., Magiopoulos, I., Siokou, I., ve diğer. (2014). Seasonal variability of the microbial food web under the influence of the Black Sea water outflow (E. Mediterranean, IE. Mediterranean). *Mediterranean Marine Science* 15 (4), 769-780.
- Goericke, R. ve Welschmeyer, N. A. (1998). Response of Sargasso Sea phytoplankton biomass, growth rates and primary production to seasonally varying physical forcing. *Journal of Plankton Research*, 20, 2223-2249.

- Goldman, J. C. (1993). Potential role of large oceanic diatoms in new primary production. *Deep Sea Res., Part I*, 40, 159 – 168
- Gomez, F. (2006). Endemic and Indo-Pasific plankton in the Mediterranean sea: A study based on dinoflagellate records. *Journal of Biogeography* 33. 261-270.
- Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., Moraitou Apostolopoulou, M., ve Ignatiades, L (1999). Seasonal horizontal and vertical variability in primary production and standing stocks of phytoplankton and zooplankton in the Cretan Sea and the Straits of the Cretan Arc (March 1994–January 1995). *Prog. Oceanogr.*, 44, 625–649.
- Gotsis-Skretas, O. ve Ignatiades, L. (2010). Phytoplankton carbon-biomass in the mediterranean sea. 39th CIESM Congress, 2010, 369.
- Gould, R.W. ve Wiesenburg, D. A. (1990). Single-species dominance in a subsurface phytoplankton concentration at a Mediterranean Sea front. *Limnol. Oceanogr.*, 35 (1), 211-220.
- Gökalp, N., (1972). Edremit, Bodrum ve İskenderun körfezlerinin plankton durumunu karşılaştırmalı incelemesi. *İ. Ü. Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*. 3, 1-71.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M. ve Kremling, K. (1983). Methods of seawater analysis. second, revised and extended edition internationale revue der gesamen. *Hydrobiologie und Hydrographie* 70, (2), 302–303.
- Grob, C., Ulloa, O., Claustre, H., Huot, Y., Alarcon, G.ve Marie, D. (2007). Contributio of picoplankton to the total particulate organic carbon concentration in the eastern South Pacific. *Biogeosciences*, 4, 837- 852.

- Guyennon, A., Baklouti, M., Diaz, F., Palmieri, J., Beuvier, J., Lebaupin-Brossier, C. ve diğeri. (2015). New insights into the organic carbon export in the Mediterranean Sea from 3-D modeling. *Biogeosciences*, 12, 7025–7046.
- Güreşen, A. ve Aktan-Turan, Y. (2014). Seasonal and vertical variations of phytoplankton composition in Marine Park of Gökçeada Island in the North Aegean Sea. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 20,(3), 200-212.
- Hallegraeff, G.M. (2002). *Aquaculturists Guide to Harmful Australian Microalgae*. (2. Baskı). Hobart: University of Tasmania.
- Hallegraeff, G. M., Anderson, D.M. ve Cembella, A. D. (2003). *Manual on harmful marine microalgae*. UNESCO Publishing.
- Harris, G.P. (1986). *Phytoplankton ecology*. New York: Chapman and Hall Ltd.
- Hillebrand, H., Dürselen, C.D., Kirschtel, D., Pollinger, U. ve Zohary, T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, 35: 403-424.
- Hinga, K.R. (1992). Co-occurrence of dinoflagellate blooms and high pH in marine enclosures. *Marine Ecology Progress Series*. 86, 181-187.
- Hobbie, J., E., Daley, R., J. ve Jasper, S. (1977). Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, 33, 1225- 1228.
- Hoppenrath, M., Elbrächter, M., Drebes, G. (2009). *Marine Phytoplankton: Selected Microphytoplankton Species from the North Sea Around Helgoland and Sylt*. E. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller):

- Hung, C.-C., G.T.F. Wong, K.-K. Liu, F.-K. Shiah, ve G.-C. Gong. (2000). The effects of light and nitrate levels on the relationship between nitrate reductase activity and 15NO_3^- uptake: Field observations in the East China Sea. *Limnology and Oceanography* 45:836–848.
- Ignatiades, L. (1969) Annual cycle, species diversity and succession of phytoplankton in lower Saronicos Bay, Aegean Sea. *Mar Biol* 3: 196-200.
- Ignatiades, L. (1976) The standing stock of diatoms and dinoflagellates in the oligotrophic waters of Southern Aegean Sea. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 61: 193- 199.
- Ignatiades, L., (1979). The influence of water stability on the vertical structure of a phytoplankton community. *Marine Biology* 52 (2). 97-104.
- Ignatiades, L., Vassiliou A., Karydis, M., (1985). A comparison of phytoplankton biomass parameters and their interrelation with nutrients in Saronicos Gulf (Greece). *Hyrobiologia* 128 (3). 201-206.
- Ignatiades, L., Georgopoulos, D., ve Karydis, M. (1995). Description of the phytoplanktonic community of the oligotrophic waters of the SE Aegean Sea (Mediterranean). *Marine Ecology* 16 (1), 13–26.
- Ignatiades, L., Psarra, S., Zervakis, V., Pagou, K., Souvermezoglou, E., Assimakopoulou, G. ve diğeri. (2002). Phytoplankton size-based dynamics in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of Marine Systems* 36, 11-28.
- Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., ve Krasakopoulou, E. (2009). Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large-scale longitudinal east-west transect of the Mediterranean Sea. *J. Plankton Res.*, 31, 411–428.

- Ignatiades, L. (2017). Size scaling patterns of species richness and carbon biomass for marine phytoplankton functional groups. *Marine Ecology*, DOI: 10.1111/maec.12454.
- Ishizaka, J., Kiyosawa, H., Ishida, K., Ishikawa K. ve Takahashi M. (1994). Meridional distribution and carbon biomass of autotrophic picoplankton in the Central North Pacific during late Northern summer 1990. *Deep-Sea Res I*;41:1745–1766.
- İnanan, B. E. (2007). *İzmir Körfezi Fitoplankton Kompozisyonu ve Kompozisyonu Etkileyen Parametreler*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Jacquet, S., Lennon, J. F., Marie, D. ve Vaultot, D. (1998). Picoplankton population dynamics in coastal waters of the northwestern Mediterranean Sea. *Limnol Oceanogr* 43,191 1931.
- Jansson, M., Blomquist, P., Jonsson, A. ve Bergstrom, A. K., (1996). Nutrient limitation of bacterioplankton, autotrophic and mixotrophic phytoplankton, and heterotrophic nanoflagellates in Lake Ortrasket. *Limnol. Oceanogr.*, 41, 1552–1559.
- Jeong, H. J. (1999). The ecological roles of heterotrophic dinoflagellates in marine planktonic community. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 46, 390–396.
- Jiao, N., Ni, I H. (1997). Spatial variations of size fractionated chlorophyll, cyanobacteria and heterotrophic bacteria in the Central and Western Pacific. *Hydrobiologia*, 352, 219 230.
- Johnson, P., W. ve Sieburth, J., M. (1979). Chroococcoid cyanobacteria in the sea: ubiquitous and diverse phototrophic biomass. *Limnology and Oceanography*, 24, 928- 935.

- Johnson, Z. I. ve Martiny, A. C. (2015). Techniques for Quantifying Phytoplankton Biodiversity. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 7:16.1–16.26.
- Jurgens, K, Pernthaler, J, Schalla, S, Amann, R., (1999). Morphological and compositional changes in a planktonic bacterial community in response to enhanced protozoan grazing. *Appl Environ Microbiol*, 65, 1241–1250.
- Jyothibabu, R.; Mohan, A.P.; Jagadeesan, L.; Anjusha, A.; Muraleedharan, K.R.; Lallu, K.R.; Kiran, K.; Ullas, N. (2013). Ecology and trophic preference of picoplankton and nanoplankton in the Gulf of Mannar and the Palk Bay, southeast coast of India. *J. Mar. Syst.*, 111–112, 29–44.
- Kahyalar, P. (2007). *İskenderun Körfezi (Yumurtalık-Sugözü kıyı hattı) pikoplanktonik Synechococcus yoğunluk ve biyomasının mevsimsel değişimleri*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karatsolis, B.-Th., Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Malinverno, E., Lagaria, A., Mara, P., Archontikis, O. ve diğer. (2016). Coccolithophore assemblage response to Black Sea Water inflow into the North Aegean Sea (NE Mediterranean). *Continental Shelf Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2016.12.005>.
- Kıdeyş, A. E., Ünsal, M. ve Bingel, F., (1989). Seasonal Changes in Net Phytoplankton of Erdemli, Northeastern Mediterranean. *Doğa Turkish Journal of Botany*. 13(1), 45-54.
- Kocataş, A., Ergen, Z., Mater, S., Özel, İ., Katağan, T., Ucal, O. ve diğer. (1984). Les effects de la pollution sur les ecosystemes bentiques et pelagiques dans le Golfe D'İzmir (Turquie). *CIESM*, 689-698.
- Kocataş, A. ve Bilecik, N. (1992). *Ege Denizi ve canlı kaynakları*, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Seri A Yayın No.7, Bodrum.

- Konstantinos, A. K., Garametsi, V. ve Nicolaidou, A. (2002). Size fractionated phytoplankton chlorophyll in an Eastern Mediterranean coastal system (Maliakos Gulf, Greece). *Helgol. Mar. Res.* 56, 125-133.
- Kopuz, Ü. 2012. *Mikrobiyal döngüde pikoplankton dinamiği ve güneydoğu karadeniz pelajik besin zincirindeki önemi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Koray, T. (1985). *İzmir Körfezi'nin Mikroplanktonunda Meydana Gelen Değişimlerde Ortam Faktörlerinin Rolü*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Koray, T., Büyüksık, B. (1987) The relations between planktonic species diversity and physico-chemical parameters in a polluted area (Izmir inner bay). (in turkish).Çevre'87 Sempozyumu, İzmir, 26-28 Ekim 1987, Bildiriler, 1-10.
- Koray, T., ve Buyukisik, B. (1988).Toxic dinoflagellate blooms in the harbour region of Izmir Bay Aegean Sea, *Revue Internationale D'Océanographie Medicale*, 141–142, 25–43.
- Koray, T. (1992). Noxious blooms in the Bay of Izmir, Aegean Sea, UNESCO, *IOC Newsletter on Toxic Algae and Algal Blooms, Suppl. to ims Newsletter, No.63*, 2, 1-2.
- Koray, T. (1994). The nuisance bloom algae in aquatic ecosystems and monitoring strategies. (in Turkish). *E. U. Fen Fak. Dergisi*, 16 (1), 329-242.
- Koray, T. (2001). Türkiye Denizleri Fitoplankton Türleri Kontrol Listesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18, (1-2), 1-23.
- Kormas, K.A., Kapiris, K., Thessalou-Legaki, M. ve Nicolaidou, A. (1998). Quantitative relationships between phytoplankton, bacteria and protists in an

- Aegean semi-enclosed embayment (Maliakos Gulf, Greece). *Aquatic Microbial Ecology*, 15, 255-264.
- Kormas, K. A., Garametsi, V. ve Nicolaidou, A. (2002). Size-fractionated phytoplankton chlorophyll in an Eastern Mediterranean coastal system (Maliakos Gulf, Greece). *Helgol Mar Res*, 56:125–133.
- Köksalan, İ. (2000). *Temporal variability in Synechococcus spp., abundances in the northern Levantine Basin as inferred from the weekly time series observations in 1998*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mersin.
- Krøger, A., Baumann, M. ve Dürselen, C. D. (2010). *Coastal phytoplankton. Photo guide for Northern European Seas*. München, Verlag Dr Friedrich Pfeil.
- Krebs, J. C. (1999). *Ecological methodology* (2. Baskı). California: Benjamin/Cummings.
- Krom, M. D., Kress, N., Brenner, S. ve Gordon, L. (1991). Phosphorus limitation of primary production in the Eastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.* 36, 424-432.
- Krom, M.D., Herut, B. ve Mantoura, R.F.C. (2004). Nutrient budget for the Eastern Mediterranean: implications for P limitation. *Limnology and Oceanography*, 49, 1582–1592.
- Kujawinski, E. B. (2011). The impact of microbial metabolism on marine dissolved organic matter. *Annual Reviews of Marine Science*, 3, 567-599.
- Küçüksezgin, F., Balcı, A., Konaş, A. ve Altay, O. (1995). Distribution of nutrients and chlorophyll-a in the Aegean Sea. *Oceanologica Acta*, 18:343-352.

- Kükrer, S. ve Aydın, H. (2006). Karşıyaka Yat Limanı (İzmir İç Körfezi) Fitoplankton'unda Görülen Zamana Bağlı Değişimlerin Araştırılması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 139–144.
- Lagaria, A., Mandalakis, M., Mara, P., Frangoulis, C., Th.-Karatsolis, B., Pitta, P. ve diğer. (2016). Phytoplankton variability and community structure in relation to hydrographic features in the NE Aegean frontal area (NE Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research. In Press, Corrected Proof*.
- Larink, O., Westheide, W. (2011). *Coastal Plakton – Photo Guide for European Seas*. (2. Baskı). Munchen, Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Larsen, J., Nguyen, N.L. (2004). Potentially Toxic Microalgae of Vietnamese Waters. *Opera Botanica*, 140, 117-118.
- Lasternas, S., Agusti, S. ve Duarte, C., M., (2010). Phyto- and bacterioplankton abundance and viability and their relationship with phosphorus across the Mediterranean Sea. *Aquatic Microbial Ecology*, 60, 175- 191.
- Lefèvre, M. D., Lambert, C.E., ve Miquel, J.C. (1996). Is DOC the main source of organic matter remineralization in the ocean water column? *Journal of Marine System*, 7, 281–291.
- Legendre, L. ve Le Fèvre, J. (1991). From individual plankton cells to pelagic ecosystems and to global biogeochemical cycles. Demers, S. (ed.), *Particle Analysis in Oceanography* içinde (261–300). Berlin, Springer-Verlag.
- Li, W., K., W., Subba Rao, D.V., Harrison, W.G., Smith, J.C., Cullen, J.J., Irwin, B. ve Platt, T., (1983). Autotrophic picoplankton in the tropical ocean, *Science*, 219, 292- 295.

- Li, W., K., W., (1994). Primary production of prochlorophytes, cyanobacteria and eukaryotic ultraphytoplankton- measurement from flow cytometric sorting. *Limnology and Oceanography*, 39, 169- 175.
- Li, W., K., W. (1998). Annual average abundance of heterotrophic bacteria and *Synechococcus* in surface ocean waters. *Limnology and Oceanography*, 43, 7, 1746- 1753.
- Li W.K.W, Harrison W.G. (2001). Chlorophyll, bacteria and picophytoplankton in ecological provinces of the North Atlantic. *Deep-Sea Res. II.*;48, 2271–2293.
- Lorenzen, C. J. ve Jeffrey, S. W. (1980). Determination of chlorophyll in seawater. *Unesco technical pap. mar. sci.*
- Lykousis, V., Chronis, G., Tselepides, A., Price, N.B., Theocharis, A., Siokou-Fragou, I., ve diğ. (2002). Major outputs of the recent multidisciplinary biogeochemical researches undertaken in the Aegean Sea. *Journal of Marine Systems*, 33-34, 313-334
- Magazz`u, G. ve Decembrini, F. (1995). Primary production, biomass and abundance of phototrophic picoplankton in the Mediterranean Sea: a review. *Aquat. Microb. Ecol.*, 9, 97–104.
- Malinverno, E., Ziveri, P., ve Corselli, C. (2003). Coccolithophorid distribution in the Ionian Sea and its relationship to eastern Mediterranean circulation during late fall to early winter 1997. *J. Geophys. Res. Oceans*, 108, 8115, doi:10.1029/2002JC001346.
- Malone, T., C. ve Ducklow, H., W. (1990). Microbial biomass in the coastal plume of Chesapeake Bay: phytoplankton- bacterioplankton relationships. *Limnology and Oceanography*, 35, 296- 312.

- Marino, R., Howarth, R. W., Shames, J. ve Prepas, E. (1990). Molybdenum and sulfate as controls on the abundance of nitrogen-fixing cyanobacteria in saline lakes in Alberta. *Limnology And Oceanography* 35(2): 245–259.
- Marty, J.C., Chiaverini, J., Pizay, M.D. ve Avril, B. (2002). Seasonal and interannual dynamics of nutrients and phytoplankton pigments in the western Mediterranean Sea at the DYFAMED time-series station (1991–1999). *DeepSea Research II* 49, 1965–1985.
- Mena, C., Reglero, P., Ferriol, P., Torres A. P., Aparicio-González A., Balbin, R. ve diğer. (2016). Prokaryotic picoplankton spatial distribution during summer in a haline front in the Balearic Sea, Western Mediterranean. *Hydrobiologia* 779, 243–257.
- Menden-Deuer S. ve Lessard E. J. (2000). Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnol Oceanogr* 45,569–579.
- Merrell, J., R. ve Stoecker, D., K. (1998). Differential grazing on protozoan microplankton by developmental stages of the calanoid copepod *Eurytemora affinis* Poppe. *Journal of Plankton Research*, 20, 289- 304.
- Meybeck, M., D'urr, H., Roussennac, S. ve Ludwig, W. (2007). Regional seas and their interception of riverine fluxes to oceans. *Mar. Chem.*, 106, 301–325.
- Mihalatou, H. M. ve Moustaka-Gouni, M. (2002). Pico-, nano-, microplankton abundance and primary productivity in a eutrophic coastal area of the Aegean Sea. *Mediterranean. International Review of Hydrobiology*, 87: 439-456.
- Modigh C, Axelsson G, Alavanja M, Andersson L ve Rylander R. (1996). Pet birds and risk of lung cancer in Sweden: a case-control study. *BMJ* 313, 1236-1238.

- Moestrup, O. (Ed.) (2004). *IOC Taxonomic reference list of toxic algae*. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris.
- Moncheva, S., Stefanova, K., Doncheva, V., Slabakova N. ve Mavrodieva, R. (2012). Plankton features for assessment of western Black Sea ecosystem. Proceedings of eleventh international conference on marine science and technologies. “Black Sea’ 2012”, October 4th–6th, Varna, Bulgaria, 74–81, ISSN 1314–0957(En).
- Mouriño-Carballido, B., Hojas, E., Cermeño, P., Chouciño, P., Fernández-Castro, B., Latasa, M. ve diğ. (2016). Nutrient supply controls picoplankton community structure during three contrasting seasons in the northwestern Mediterranean Sea. *Mar Ecol Prog Ser*. 543, 1–19.
- Munn, C. B. (2004). *Marine Microbiology: Ecology and Applications*. Taylor and Francis, New York.
- Muylaert, K., Van der Gucht, K., Vloemans, N., Meester, L.D., Gillis, M. ve Vyverman, W. (2002). Relationship between bacterial community composition and bottom-up versus top-down variables in four eutrophic shallow lakes. *Applied and Environmental Microbiology* 68 (10), 4740-4750.
- Numann, W., (1955). İzmir Körfezi’nde “Balık Kırılması” Hadisesi. *Hidroloji on Lessepsian Migration Proceedings*, 9, 40-45.
- Okuş E. ve Taş S. (2007). Diatom increase in phytoplankton community observed in winter in the North-Eastern Marmara Sea (Beylikdüzü). *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 7-17.
- Olson. R. J., Chisholm. S. W., Zettler, E. R., Altabet, M. A., ve Dusenberry, J. A. (1990). Spatial and temporal distributions of prochlorophyte picoplankton in the North Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research*, 37, 1033- 1051.

- Ovchinnikov, M. (1966). Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean. *Oceanology*, 5, 48-58.
- Öktem, Y.A. (1997). *İzmit Körfezinde Mevsimlik Fitoplankton Değişimi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Ölçüm, R. ve Gökpınar, Ş. (1997). Local and seasonal variations of cell volumes of some diatom species in the bay of Izmir. (in Turkish). *Su Ürünleri Dergisi*, 14 (1-2): 37-46.
- Özdamar, K. (2004). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*. (5. Baskı). Kaan Kitabevi. Eskişehir.
- Özman-Say, N. ve Balkıs, N. (2012). Phytoplankton Assemblages in the Coastal Zone of the Gulf of İskenderun. *Pakistan Journal of Botany*. 44(5), 1785- 1798.
- Pace, M., L. Ve McManus, G., B. ve Findlay, S., E., G. (1990). Planktonic community structure determines the fate of bacterial production in a temperate lake. *Limnology and Oceanography*, 35, 795- 808.
- Pagou, K. ve Gotsis-Skretas, O. (1990). A comparative study of phytoplankton in South Aegean, Levantine and Ionian Seas during March-April 1986. *Thalassografica* 13, 13-18.
- Parlak, H., Büyükkışık, B. ve Koray, T. (1994). İzmir Körfezi'nde Meydana Gelen Plankton Patlamalarının Cu, Fe, Zn Konsantrasyonlarıyla İlişkileri Ege. *Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 197-206.
- Partensky, F., Blanchot, J ve Vaulot, D. (1999). Differential distribution and ecology of Prochlorococcus and Synechococcus in oceanic waters: a review. *Bulletin de l'Institut Oceanographique Monaco n special* 19.

- Paulmier G. (1997). Trois mollusques nouveaux du plateau insulaire martiniquais. *Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*. 8(6): 733-748.
- Pettine, M., Capri, S., Manganelli, M., Patrolecco, L., Puddu, A. ve Zoppini, A., (2001). The Dynamics of DOM in the Northern Adriatic Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 52(4):471-489.
- Pitta P. ve Giannakourou A. (2000). Planktonic ciliates in the oligotrophic Eastern Mediterranean: vertical, spatial distribution and mixotrophy. *Marine Ecology Progress Series*, 194, 269 - 282.
- Polat, S. (2002). Kuzeydoğu Akdeniz Kıyıları (Karataş-Adana) Fitoplankton'u Biyomas Tahmininde Hücre Hacimlerinin Kullanımı ve Mevsimsel Değişimlerin Diğer Yöntemlerle Birlikte Değerlendirilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*,19 (1-2): 147-155.
- Polat, S. ve Işık, O. (2002). Phytoplankton Distribution, Diversity and Nutrients at the North-Eastern Mediterranean Coast of Turkey (Karataş-Adana). *Turkish Journal of Botany*. 26, 77-86.
- Polat, S., ve Koray, T. (2002). New records of the Genus *Histioneis* F.R.Von Stein (Dinophyceae) from Turkish coastal waters. *Turkish Journal of Botany*, 26, 481-484.
- Polat, S. Ve Piner, M.P. (2002). Nutrients and Phytoplankton in the Babadillimani Bight, Northeastern Mediterranean Coast of Turkey. *Indian Journal of Marine Sciences*, 31(3), 188-194.
- Polat, S., Olgunoğlu, M.P., Akiz Aka, A. ve Koray, T. (2006). Kuzeydoğu Akdeniz Kıyısız Sularında (İskenderun Körfezi) Dağılım Gösteren Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türleri. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*. 23(1-2), 169-172.

- Polat, S. (2007a). New record for a dinoflagellate species (*Gonyaulax Pacifica* Kofoid) from Turkish coastal waters (Northeastern Mediterranean Sea). *Turkish Journal of Botany*, 31, 67-70.
- Polat, S. (2007b). Effects of nutrient enrichment on coastal phytoplankton composition and abundance in the Northeastern Mediterranean. *Pakistan Journal of Botany*, 39, 2087-2095.
- Pomeroy, L., R., Williams, P., P., Azam, F. ve Hobbie, J., E. (2007). The Microbial Loop. *Oceanography*, 20, 28- 33.
- Porter, K.G. (1973). Selective grazing and differential digestion of algae by zooplankton. *Nature*, 244, 179–180.
- Psarra, S., Tselepides, A. ve Ignatiades, L., (2000). Primary productivity in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean): seasonal and interannual variability. *Prog. Oceanogr.* 46, 187-204.
- Psarra S., Lagaria A., Pagou K., Assimakopoulou G., Drakopoulos P.G., Petihakis G., ve diğer. (2015). Assessing phytoplankton dynamics in the Aegean Sea: combining remote sensing and field data of Chlorophyll a 11th Panhellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Mytilene, Lesvos island, Greece, At Lesvos, Greece.
- Ptacnik, R., Gomes, A., Royer, S. J., Berger, s. A., Calbet, A., Nejstgaard, J. C. Ve diğer. (2016). A light-induced shortcut in the planktonic microbial loop. *Sci. Rep.*6, 29286, doi: 10.1038/srep29286.
- Pulina, S., Brutemark, A., Suikkanen, S., Padedda, B. M., Grubisic, L. M., Satta, C. T., ve diğer (2016). Effects of warming on a Mediterranean phytoplankton Community. *Web Ecol.*, 16, 89–92.

- Ramírez, T., Cortés, D., Mercado, J.M., Vargas-Yañez, M., Sebastian, M. ve Liger, E. (2005). Seasonal dynamics of inorganic nutrients and phytoplankton biomass in the NW Alboran Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 65, 654–670.
- Rassoulzadegan, F. (1978). Dimensions et taux d'ingestion des particules consommées par un tintinide *Favella ehrenbergii* (Clap & Lachm) Jörg, Cilie pelagique marin. *Ann. Inst. Oceanogr. (Paris)* 54: 17-24.
- Redfield, A.C., Ketchum, B.H. ve Richards, F.A. (1963). *The influence of organisms on the composition of sea-water*. Hill. M.N.
- Rekik A., Denis, M., Maalej, S. Ve Ayadi, H. (2015a). Spatial and seasonal variability of pico-, nano- and microphytoplankton at the water-sediment interface in the north coast of Sfax, Eastern Mediterranean Sea. *Environmental Science and Pollution Research*: DOI: 10.1007/s11356-015-4811-1.
- Reynolds, C. S. (2006). *The Ecology of Phytoplankton (Ecology, Biodiversity and Conservation)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Richardson, K., Gissel Nielsen, T., Bo Pedersen, F., Heilmann, J. P., Løkkegård, B. ve Kaas, H. (1998). Spatial heterogeneity in the structure of the planktonic food web in the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 168, 197–211.
- Riley J., P. ve Skirrow, G. (1975). *Chemical Oceanography*. Academic Pres, London.
- Roberts, E. C., Davidson, K. ve Gilpin, L. C. (2003). Response of temperate microplankton communities to N:Si ratio perturbation. *Journal of plankton research*, 25, 1485–1495.
- Robarts, R.D. ve T. Zohary T. (1987). Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 21: 391–399.

- Rodriguez, J, Tintoré, J, Allen, J. T., Blanco, J.M. ve diğer. (2001) Mesoscale vertical motion and the size structure of phytoplankton in the ocean. *Nature* 410:360–363.
- Round, F. E., Crawford, R. M. ve Mann, D. G. (1990). *The diatoms: Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sabancı, Ç. F. (2011). Relationship of epilithic diatom communities to environmental variable in Homa Lagoon (Izmir, Turkey). *Aquatic Biology*, 13, 233-241,
- Sabancı, F., ve Koray, T. (2011a). Annual variation in the diversity, species richness and composition of the phytoplankton assemblages in the Izmir Bay (Eastern Aegean). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 303-313.
- Sanders R.W., Porter K.G., Bennet S.J., DeBiase A.E. (1989). Seasonal pattern of bacterivory by flagellates, ciliates, rotifers, and cladocerans in a freshwater planktonic community. *Limnol Oceanogr* 34:673–687.
- Sanders, R.,W., Caron, D., A. ve Berninger, U., G. (1992). Relationships between bacteria and heterotrophic nanoplankton in marine and freshwaters: An inter-ecosystem comparison. *Marine Ecological Progress Series*, 86, 1- 14.
- Sanders R.W., Leeper D.A., King C.H., Porter K.G. (1994). Grazing by rotifers and crustacean zooplankton on nanoplanktonic protists. *Hydrobiologia* 288:167–181
- Semina, H. J. (1978). The size of cells. *Phytoplankton manual* içinde (233–237).
- Sempere, R., Yoro, S.C., Van Wambeke, F., Charrie`re, B. (2000a). Microbial decomposition of large organic particles in Northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5 (198), 61– 72.

- Sempere, R., Panagiotopoulos, C., Lafont, R., Marroni, B., ve Van Wambeke, F. (2002). Total organic carbon dynamics in the Aegean Sea. *J. Mar. Syst.*, 33, 355–364.
- Senirkentli, M. (2003). *Kuzey Ege denizi Fitoplankton Dağılımı*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.
- Seritti, A., Manca, B. B. Santinelli, C. Murru, E. Boldrin, A. ve Nannicini, L. (2003). Relationships between dissolved organic carbon (DOC) and water mass structures in the Ionian Sea (winter 1999), *J. Geophys. Res.*, 108(C9), 8112, doi:10.1029/2002JC001345.
- Sherr, B., F., Sherr, E., B., Andrew, T., L., Fallon, R., D. ve Newell, S., Y. (1986). Trophic interactions between heterotrophic Protozoa and bacterioplankton in estuarine water analyzed with selective metabolic inhibitors. *Marine Ecological Progress Series*, 32, 169- 179.
- Sherr, E. B. ve Sherr, B. F. (1987). High rates of consumption of bacteria by pelagic ciliates. *Nature* 325, 710-711.
- Sherr, E., B., Sherr, B., F. ve Fessenden, L. (1997). Heterotrophic Protists in the Central Arctic Ocean. *Deep-Sea Research II*, 44, 8, 1665- 1682.
- Sherr, E., B. ve Sherr, B., F. (2002). Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 81, 293- 308.
- Sherr, B. F. ve Sherr, E. B. (2007). Heterotrophic dinoflagellates: a significant component of microzooplankton biomass and major grazers of diatoms in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 352, 187–197.
- Sherry, N., D. ve Wood, A., M. (2001). Phycoerythrin-containing picocyanobacteria in the Arabian Sea in February, 1995: diel patterns, spatial variability, and growth

- rates. *Deep-Sea Research, Part 2, Topical studies in oceanography*, 48, 1263-1284.
- Sieburth, J., M., Smetacek, V. ve Lenz, J., (1978). Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnology and Oceanography*, 23, 1256- 1263.
- Sieburth, J., M. (1984). Protozoan bacterivory in pelagic marine waters. Hobbie, J. E., Williams, P. J. leB. (ed.) *Heterotrophic activity in the sea* içinde (405- 444). New York; NATO Conference Series IV, 15, Plenum Publ., Corp.
- Sieracki, M. E, Haugen, E. M. ve Cucci, T. L. (1995). Overestimation of heterotrophic bacteria in the Sargasso Sea: direct evidence by flow and imaging cytometry. *Deep-Sea Res I*;42, 1399.
- Šimek, K., Pernthaler, J., Weinbauer, M.G., Hornák, K., Dolan, J., Nedoma, J. ve diğer. (2001). Changes in bacterial community composition, dynamics and viral mortality rates associated with enhanced flagellate grazing in a meso-eutrophic reservoir. *Appl Environ Microbiol* 67,1723–2733.
- Simon, M., Cho, B.C., ve Azam, F. (1992). Significance of bacterial biomass in lakes and the ocean: A comparison to phytoplankton and biogeochemical implications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 86, 103–110.
- Simonsen, R. (1974). The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R/V Meteor 1964-5. *Meteor Forschungsergebnisse. Reihe D: Biologie* 19, 1-107.
- Siokou-Frangou, I., Gotsis-Skretas, O., Christou, E. ve Pagou, K. (1999). *Plankton Characteristics in the Aegean, Ionian and NW Levantine Seas*. Malanotte-Rizzoli, P., Eremeev, V.N., The Eastern Mediterranean as a Laboratory Basin for the Assessment of Contrasting Ecosystems (51) içinde (205-223). NATO Science Series.

- Siokou-Frangou, I., Bianchi, M., Christaki, U., Christou, E. D., Giannakourou, A., Gotsis, O. ve diğeri. (2002). Carbon flow in the planktonic food web along a gradient of oligotrophy in the Aegean Sea (Mediterranean Sea). *J. Mar. Syst.*, 33–34, 335–353.
- Siokou-Frangou, I., Christaki, U., Mazzocchi, M.G., Montresor, M., Ribera d'Alcala, M., Vaqué, D. ve diğeri. (2010). Plankton in the open Mediterranean Sea: a review *Biogeosciences* 7, 1543–1586.
- Sliwinska-Wilczewska, S., Maculewicz, J., Felpeto, A. B. ve Latała, A. (2018). Allelopathic and Bloom-Forming Picocyanobacteria in a Changing World. *Toxins*, 10, 48, DOI: 10.3390/toxins10010048.
- Smalley, G.W. ve Coats, D.W. (2002). Ecology of the red-tide dinoflagellate *Ceratium furca*: distribution, mixotrophy, and grazing impact on ciliate populations of Chesapeake Bay. *J Eukaryot Microbiol* 49, 64–74.
- Smayda, T. J. (1978). From phytoplankton to biomass. Sournia, A. (ed.), *Phytoplankton Manual. Monographs on Oceanographic Methodology* 6 içinde (273-279). Paris; UNESCO.
- Smayda, T. J. (1980). *Phytoplankton Species Succession*. Morris, I. (Ed.), *The Physiological Ecology of Phytoplankton* içinde (493-570). Oxford; Blackwell Scientific Publ.
- Souvermezoglou, E., Krasakopoulou, E. ve Pavlidou, A. (2014). Temporal and spatial variability of nutrients and oxygen in the North Aegean Sea during the last thirty years. *Medit. Mar. Sci.*, 15/4, special issue, 805-822.
- Sournia, A., Chretiennot-Dinet, M. J. ve Ricard, M. (1991). Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? *Journal of Plankton Research*, 13, 1093-1099.

- Steele, J. (1974). *The Structure of Marine Ecosystems*. Massachusetts; Harvard Univ. Press.
- Stergiou, K. I., Christou, E. D., Georgopoulos, D., Zenetos, A., and Souvermezoglou, C. (1997a). Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography Marine Biology – An Annual Review*, 35: 415–538.
- Strickland, J. H. D., ve Parsons, T. R. (1972). *A practical Handbook of seawater Analysis*. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.
- Süzal, A., Bizsel, N., Bizsel, K.C. ve Husrevoglu, Y.S. (2008). Dissolved Nutrient Behaviour along the Estuarine Salinity Gradient at the Gediz River Mouth (Aegean Sea, Turkey). *Turkish J. Env. Sci.* 32, 67-84.
- Tanaka, T., Zohary, T., Krom, M. D., Law, C. S., Pitta, P., Psarra, S. ve diğer. (2007). Microbial community structure and function in the Levantine Basin of the eastern Mediterranean. *Deep Sea Res. Pt. I*, 54, 1721–1743.
- Tanaka T. (2009). Structure and function of the mesopelagic microbial loop in the NW Mediterranean Sea. *Aquatic Microbial Ecology*, 57, 351- 362.
- Taş, S. ve Okuş, E. (2006). Investigation of Quantitatively Phytoplankton in the Turkish Coasts of Black Sea and a Species List. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 12, 181-191.
- Taş, S. (2014). Phytoplankton composition and abundance in the coastal waters of the Datça and Bozburun Peninsulas, South-Eastern Aegean Sea (Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 15 (1), 89-94.
- Taylor, F. J. R., Hoppenrath, M. ve Saldarriaga, J. F. (2008). Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodiversity and Conservation*, 17, 407–418.

- Theocharis, A. ve Georgopoulos, D. (1993). Dense water formation over the Samothraki and Lemnos Plateaux in the north Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research*, 13, (8/9), 919-939.
- Theocharis A., Balopoulos E., Kioroglou S., Kontoyiannis H. ve Iona A. (1999). A Synthesis of the circulation and hydrography of the south Aegean Sea and the Straits of the Cretan Arc (March 1994–January 1995). *Progress in Oceanography* 44, 469-509.
- Thingstad, T.F., Krom, M.D., Mantoura, R.F.C., Flaten, G.A.F. Groom, S., Herut, B., ve diğeri. (2005). Nature of phosphorus limitation in the ultraoligotrophic eastern Mediterranean. *Science*, 309, 1068– 1071.
- Thronsen J., Hasle G.R. and Tangen K. (2007). *Phytoplankton of Norwegian coastal waters*. Oslo: Almatel Forlag AS.
- Toggweiler, J. R. (1989). Is the downward dissolved organic matter (DOM) flux important in carbon transport? Berger, W.H., Smatecek, V.S. and Wefer, G. (eds.), *Productivity of the Ocean: Present and Past* içinde (65-83). Chichester; John Wiley.
- Tomas, R.C. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*. Oxford; Academic Press.
- Topçu, S., (2011). *İzmir Köfrezî fitoplankton kompozisyonu ve mevcut kirliliğinin etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Trabelsi, A. ve Rassoulzadegan, F. (2011). Inorganic nutrient control of dissolved organic carbon (DOC) Dynamics in NW Mediterranean waters: An experimental approach. *Marine Biology Research*, 7:667-676.
- Tregouboff, G. ve Rose, M. (1957). *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. Paris; Centre National De la Resherche Scientifique.

- Turan, C. (2015). *Genetic studies on the Aegean Sea marine biota*. Katağan, T., Tokaç, A., Beşiktepe, Ş., Öztürk, B., The Aegean sea:Marine Biodiversity, Fisheries, conservation and governance (41) içinde (275-285). İstanbul, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV).
- Turpin, D. H. and Harrison, P. J. (1980). Cell size manipulation in natural marine, planktonic, diatom communities. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:1193-1195.
- Tüfekçi, V. ve Okuş, E. (1998). Distribution of Phytoplankton in the Marmara Sea, Turkey. *SECOTOX*, International Conference on Ecotoxicology and Environmental Safety, 19-21 Octob., Antalya, Turkey.
- Tümer, T. (2012). *Günlük fitoplankton değişimi İnciraltı, İzmir Körfezi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Türkoğlu, M. (1999). Some Fluctuations in Phytoplankton Community Structures of the Black Sea. *E. Ü. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 16 (1-2), 201-217.
- Türkoğlu, M., Koray, T. (2002). Species Succession and Diversity of Phytoplankton in the Neritic Waters of Southern Black Sea (The Bay of Sinop, Turkey). *Turkish Journal Botany*, 26, 235-252.
- Türkoğlu, M., Büyükkateş, Y. ve Kaya, S. (2004a). Çanakkale Boğazında fitoplankton ve nütrientlerin zamansal dağılımı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2 (3): 201-201.
- Türkoğlu, M. (2005). Succession of picoplankton (coccooid cyanobacteria) in the Southern Black Sea (Sinop Bay, Turkey). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8 (9), 1318-1326.
- Türkoğlu, M., (2007). Temporal Distributions of Qualitative and Quantitative Phytoplankton in Saros Bay (North Aegean Sea). XIV. National Fisheries and

Aquatic sciences Symposium, Özet kitabı (Poster sunum), 258-259, 04-07 Eylül 2007, Muğla.

Türkoğlu, M. ve Erdoğan, Y. (2010). Diurnal variations of summer phytoplankton and interactions with some physicochemical characteristics under eutrophication of surface water in the Dardanelles (Çanakkale Strait, Turkey). *Turk J Bio*, 34 (2): 211-225.

Uçkaç, S. (2005). Sea surface variability in the Aegean Sea. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 22, 129–135.

Uysal, Z. (2000). Pigments, size and distribution of *Synechococcus* spp. in the Black Sea. *Journal of Marine Systems*, 24, 3, 313- 326.

Uysal, Z. (2001). Chroococcoid cyanobacteria *Synechococcus* spp. in the Black Sea: pigments, size, distribution, growth and diurnal variability. *Journal of Plankton Research*, 23, 2, 175- 189.

Uysal, Z. ve Köksalan, I. (2006). The annual cycle of *Synechococcus* (cyanobacteria) in the northern Levantine Basin shelf waters (Eastern Mediterranean). *Marine Ecology*, 27,(3), 187- 197.

Uysal, Z. (2006). Vertical distribution of marine cyanobacteria *Synechococcus* spp. in the Black, Marmara, Aegean, and Eastern Mediterranean seas. *Deep Sea Research II* 53, 1976 1987.

Uzar, S. (2015). *İzmir körfezi'nde modern dinoflagellat kistlerinin dağılımını etkileyen çevresel faktörlerin incelenmesi*. Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Valiela, I. (1995). *Marine ecological processes*. New York: Springer-Verlag Inc.

- Van den Hoek, C., Mann, D. G., ve Jahns, H. M. (1995). *Algae: An introduction to phycology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Veldhuis, M., J., W., Timmermans, K., R., Croot, P. ve Wagt, B. (2005). Picophytoplankton; a comparative study of their biochemical composition and photosynthetic properties. *Journal of Sea Research*, 53, 7- 24.
- Venrick, E. L. (1978). Sampling Strategies, *Phytoplankton manual* içinde (7-16). Paris; UNESCO.
- Verardo, D.J., Froelich, P.N. ve McIntyre A. (1990). Determinations of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. *Deep-Sea Research*, 37, 157-165
- Verity, P.G., Robertson, C.Y., Tronzo, C.R., Andrews, M.G., Nelson, J.R. ve Sieracki, M.E. (1992). Relationships between cell-volume and the carbon and nitrogen content of marine photosynthetic nanoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 37, 1434-1446.
- Vervatis, V.D., Sofianos, S.S. ve Theocharis, A. (2011). Distribution of the thermohaline characteristics in the Aegean Sea related to water mass formation processes (2005–2006 winter surveys). *Journal of Geophysical Research*, 116, C09034.
- Vidal, M., Duarte, C., Granata, T. ve Agustí, S. (1999). Dissolved organic nitrogen and phosphorus pools and fluxes in the central Atlantic Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 44, 106–115.
- Vidussi, F., Claustre, H., Manca, B., Luchetta, A., ve Marty, J. C. (2001). Phytoplankton pigment distribution in relation to the upper thermocline circulation in the Eastern Mediterranean Sea during winter. *J. Geophys. Res.* 106, 19939–19956.

- Vincent, W. F. (2000). Cyanobacterial dominance in the polar regions. Whitton B, Potts M (eds), *Cyanobacteria: their diversity in time and space* içinde (321–338). Kluwer, Dordrecht.
- Walsh, T. W. (1989). Total dissolved nitrogen in seawater: A new high-temperature combustion method and a comparison with photo-oxidation. *Marine Chem* 26, 295-311.
- Wangersky, P. J. (1993). Dissolved organic carbon methods: a critical review. *Mar. Chem.* 41, 61-74
- Wassmann, P., Ypma, J. E., ve Tselepidis, A. (2000). Vertical flux of faecal pellets and microplankton on the shelf of the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean Sea). *Prog. Oceanogr.*, 46, 241–258.
- Waterbury, J. B., Watson, S., W. Valois, F. W., ve Franks, D. G. (1986). Biological and ecological characterization of the marine unicellular cyanobacterium *Synechococcus*. *Canadian Bullutinl of Fisheries and Aquatic Sciences*, 214, 71-120.
- Weisse, T. (2002). The significance of inter- and intraspecific variation in bacterivorous and herbivorous protists. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 81, 327- 341.
- Wetzel, R. G. (1982). *Limnology*. Philadelphia;WB Saunders.
- Wheeler, P.A., Gosselin, M., Sherr, E., Thibault, D., Kirchman, D.L., Benner, R., Whittedge, T.E., 1996. Active cycling of the organic carbon in the Central Arctic Ocean. *Nature* (London) 380, 697– 699.
- Wikner, J. ve Hagström, A. (1988). Evidence for a tightly coupled nanoplanktonic predatorprey link regulating the bacterivores in the marine-environment. *Marine Ecological Progress Series*, 50, 137- 145.

- Winder, M., Router, J.,E. Ve Schladow, G. (2009). Lake warming favours small-sized planktonic diatoms. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 276, 427-435.
- Worden, A., Nolan, J. ve Palenik, B. (2004). Assessing the Dynamics and ecology of marine picophytoplankton: The importance of the eukaryotic component. *Limnol. Oceanogr.*, 49, 168-179.
- Yacobi, Y., Zohary, T., Kress, N., Hecht, A., Robarts, R., Waiser, M. ve diğeri. (1995). Chlorophyll distribution throughout the southern Mediterranean in relation to the physical structure of the water mass. *J. Mar. Syst.*, 6, 179–190.
- Yılmaz, A. (2002). Türkiye Denizlerinin Biyojeokimyası: Dağılımlar ve Dönüşümler, *Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences*, 26, 219-235.
- Zeri, M., Sá, L. D. A., Manzi, A. O., Araújo, A. C., Aguiar, R. G., von Randow, C. ve diğeri. (2014). Variability of carbon and water fluxes following climate extremes over a tropical forest in southwestern Amazonia. *PLoS One*, 9, e88130, doi:10.1371/journal.pone.0088130.
- Zervoudaki, S., Nielsen, T., Christou, E., ve Siokou-Frangou, I. (2006). Zooplankton distribution and diversity in a frontal area of the Aegean Sea. *Mar. Biol. Res.*, 2, 149–168.
- Zervoudaki, S., Christou, E. D., Nielsen, T., Siokou-Frangou, I., Assimakopoulou, G., Giannakourou, A. ve diğeri. (2007). The importance of small-sized copepods in a frontal area of the Aegean Sea. *J. Plankton Res.*, 29, 317–338.
- Zervoudaki S, Christou E. D., Assimakopoulou G., Örekh, G. .C., Giannakourou A. ve diğeri. (2011). Copepod communities, production and grazing in the Turkish Straits System and the adjacent northern Aegean Sea during spring. *Journal of Marine Systems* 86, 45–56.

- Zingel, P., Agasild, H., Noges, T. ve Kisand, V. (2007). Ciliates are the dominant grazers on pico- and nanoplankton in a shallow, naturally highly eutrophic lake. *Microbial Ecology* 53, 134-142.
- Ziveri, P., Rutten, A., de Lange, G., Thomson, J. ve Corselli, C. (2000). Present-day coccolith fluxes recorded in central eastern Mediterranean sediment traps and surface sediments. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 158, 175–195.
- Zubkov, M., V., Sleigh, M., A. ve Burkill, P., H. (2000a). Assaying picoplankton distribution by flow cytometry of underway samples collected along a meridional transect across the Atlantic Ocean. *Aquatic Microbial Ecology*, 21, 13- 20.
- Zubkov, M., V., Sleigh, M., A., Burkill, P. H. ve Leakey, R. J. G. (2000b). Picoplankton community structure on the Atlantic Meridional Transect: a comparison between seasons. *Progress in Oceanography*, 45, 369- 386.
- Zwirgmaier, K., Heywood, J. L., Chamberlain, K., Woodward, E. M. S., Zubkov, M. V., ve Scanlan, D. J. (2007). Basin-scale distribution patterns of picocyanobacterial lineages in the Atlantic Ocean. *Environ. Microbiol.* 9, 1278–1290.

EKLER

EK-1: Ege Denizi'nde tanımlanan fitoplankton listesi (O: Ototrof; H: Heterotrof; M: Miksotrof)

Tür Listesi	Trofik durum	Biyohacim (μm^3)	Karbon içeriği (pg C/ hücre)
Bacillariophyceae			
<i>Achnanthes</i> sp.	O	225-1632	23-116
<i>Amphiprora</i> sp.	O	4814-24322	205-853
<i>Amphora laevis</i>	O	1013-4326	79-186
<i>Amphora</i> sp.	O	1033-4182	80-181
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	O	2184-4936	147-209
<i>Asterolampra marylandica</i>	O	198366-210937	5421-5722
<i>Asteromphalus</i> sp.	O		
<i>Bacillaria</i> sp.	O	1135-8184	86-327
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	O	1214-3442	91-152
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	O	2176-8012	147-321
<i>Bacteriastrum</i> sp.	O	935-8311	74-331
<i>Bellerochea horologicalis</i>	O	28000-139500	966-3975
<i>Biddulphia</i> sp.	O	9000-35700	355-1196
<i>Cerataulina pelagica</i>	O	8235-11384	329-437
<i>Ceratoneis closterium</i>	O		
<i>Chaetoceros affinis</i>	O	870-1733	70-122
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	O	430-614	39-53
<i>Chaetoceros danicus</i>	O	755-1136	62-86
<i>Chaetoceros decipiens</i>	O	450-1056	41-82
<i>Chaetoceros densus</i>	O	3515-11380	155-437
<i>Chaetoceros didymus</i>	O	612-1182	52-89
<i>Chaetoceros eibonii</i>	O	400-811	37-66
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	O	640-915	54-73
<i>Chaetoceros lauderi</i>	O	1125-2086	86-142
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	O	446-978	41-77
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	O	2300-4258	153-184
<i>Chaetoceros protuberans</i>	O	722-1340	60-99
<i>Chaetoceros rostratus</i>	O	1944-2167	134-146
<i>Chaetoceros</i> sp.	O	554-1022	48-79

<i>Coscinodiscus granii</i>	O	115367-836614	3363-19264
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	O	108000-2048000	3173-42392
<i>Coscinodiscus</i> sp.	O	1024-24326	79-853
<i>Cyclotella cf atomus</i>	O		
<i>Cyclotella cf caspia</i>	O		
<i>Cyclotella</i> sp.	O	428-610	39-52
<i>Cylindrotheca closterium</i>	O	124-295	15-29
<i>Cylindrotheca gracilis</i>	O	980-1116	77-85
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>	O	15700-16321	580-600
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	O	11834-14524	452-542
<i>Dactyliosolen</i> sp.	O	9832-13834	384-519
<i>Diploneis bombus</i>	O	126-214	14-22
<i>Diploneis</i> sp.	O	260-276	26-27
<i>Ditylum brightwelli</i>	O	10250-11429	398-439
<i>Entomoneis alata</i>	O	4320-5891	186-245
<i>Entomoneis</i> sp.	O	1210--1643	91-117
<i>Eucampia zodiacus</i>	O	1256-2054	94-140
<i>Grammatophora marina</i>	O	4308-5102	186-216
<i>Grammatophora oceanica</i>	O	7707-7811	310-314
<i>Grammatophora</i> sp.	O	3250-3433	145-152
<i>Guinardia delicatula</i>	O	7708-7894	310-317
<i>Guinardia flaccida</i>	O	6210-7234	256-293
<i>Guinardia</i> sp.	O	6792-9842	277-385
<i>Guinardia striata</i>	O	10246-14184	398-531
<i>Gyrosigma</i> sp.	O	10000-11368	390-437
<i>Haslea wawrikan</i>	O		
<i>Hemiaulus hauckii</i>	O	18934-20880-	684-746
<i>Hemiaulus sinensis</i>	O	1850-2056	128-290
<i>Hemiaulus</i> sp.	O	1943-5265	134-222
<i>Leptocylindrus danicus</i>	O	1531-1842	110-128
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	O		
<i>Leptocylindrus minimus</i>	O	1200-1298	90-96
<i>Leptocylindrus</i> sp.	O	810-5384	66-226
<i>Licmophora abbreviata</i>	O	1620-2715	115-175
<i>Licmophora</i> sp.	O	2080-2927	141-186
<i>Lioloma delicatulum</i>	O	6000-13440	249-506
<i>Mastogloia splendida</i>	O	2351-2892	156-185
<i>Melosira</i> sp.	O	1250-3734	93-164

<i>Meuniera membranacea</i>	O	6197-8234	256-329
<i>Minidiscus comicus</i>	O		
<i>Minidiscus trioculatus</i>	O		
<i>Navicula</i> sp.	O	2181-3011	135-147
Naviculaceae	O	1181-6480	89-266
<i>Nitzschia longissima</i>	O	205-543	21-48
<i>Nitzschia</i> sp.	O	354-1232	34-92
<i>Odontella</i> sp.	O	5244-6228	221-257
<i>Pleurosigma</i> sp.	O	10337-12144	401-463
<i>Podocystis perrinensis</i>	O		
<i>Proboscia alata</i>	O	4387-12501	189-475
<i>Proboscia alata</i> var. <i>alata</i>	O	10811-12188	418-464
<i>Proboscia alata</i> f. <i>gracillima</i>	O		
<i>Psammodictyon</i> sp.	O		
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> group	O	10324-15079	401-560
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	O	245-426	25-39
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> group	O	254-487	26-44
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	O	260-4378	26-188
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	O		
<i>Rhizosolenia curvata</i>	O	1041-2167	80-146
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	O	3385-6134	150-254
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	O	8995-11781	355-450
<i>Rhizosolenia setigera</i>	O	1373-4825	101-205
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	O	12156-15023	463-558
<i>Rhizosolenia styliiformis</i>	O	6460-9746	265-381
<i>Rhizosolenia</i> sp.	O	9540-12102	374-461
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	O		
<i>Skeletonema costatum</i>	O	120-234	14-24
<i>Striatella unipunctata</i>	O	188421-242165	5181-6463
<i>Striatella</i> sp.	O		
<i>Surirella</i> sp.	O	14322-18668	535-676
<i>Synedra</i> sp.	O	149-256	17-26
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	O	3241-3956	145-172
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	O	387-1020	36-79
<i>Thalassionema</i> sp.	O	1100-1231	84-92
<i>Thalassiosira allenii</i>	O		
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	O		

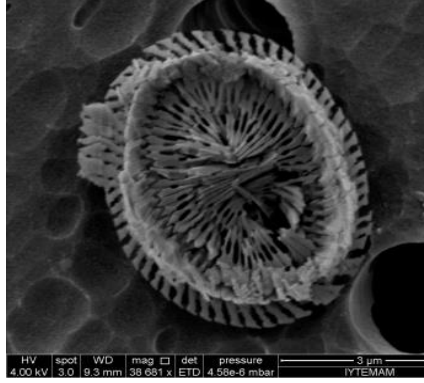
<i>Thalassiosira cf oceanica</i>	O		
<i>Thalassiosira cf tenera</i>	O		
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	O	10324-14256	401-533
<i>Thalassiosira rotula</i>	O	2436-4127	161-179
<i>Thalassiosira</i> sp.	O	5684-10576	237-410
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	O	2471-2785	162-179
<i>Thalassiothrix</i> sp.	O	4200-4921	182-209
<i>Toxarium undulatum</i>	O	2351-7944	156-318
Dinophyceae			
<i>Alexandrium minutum</i>	O	3251-4326	480-615
<i>Alexandrium</i> sp.	O	2650-3527	402-515
<i>Amphidinium crassum</i>	H	2787-2969	420,34
<i>Amphidinium sphenoides</i>	H	1846-2424	294-373
<i>Amphidinium</i> sp.	H	625-1734	116-279
<i>Ceratium arietinum</i>	O	13452-19897	506-715
<i>Ceratium candelabrum</i>	O	14942-19381	555-699
<i>Ceratium furca</i>	O	17500-32483	2056-3508
<i>Ceratium fusus</i>	O	10775-12400	1352-1527
<i>Ceratium horridum</i>	O	39186-52464	4125-5308
<i>Ceratium lineatum</i>	O	3620-9255	527-1186
<i>Ceratium longipes</i>	O	42000-56210	4380-5634
<i>Ceratium macroceros</i>	O	31797-59200	3444-5892
<i>Ceratium strictum</i>	O		
<i>Ceratium trichoceros</i>	O		
<i>Ceratium tripos</i>	O	18004-39735	2107-4175
<i>Ceratium</i> sp.	O		
<i>Corythodinium tessellatum</i>	O	14760-16761	1775-1981
<i>Dinophysis acuminata</i>	M	10854-11256	1361-1404
<i>Dinophysis caudata</i>	O	12347-17894	1521-2096
<i>Dinophysis sacculus</i>	O		
<i>Dinophysis</i> sp.	O	4108-5614	588-770
<i>Diplopelta bomba</i>	H		
<i>Diplopsalis</i> sp.	H	2200-3187	343-472
<i>Glenodinium</i> sp.	O	10598	1333
<i>Gonyaulax polyedra</i>	O	8135-14726	1061-1771
<i>Gonyaulax spinifera</i>	M	12300-15362	1516-1837
<i>Gonyaulax</i> sp.	O	4325-12800	614-1569

Gymnodiniaceae	H		
<i>Gymnodinium catenatum</i>	M	680-4144	124-592
<i>Gymnodinium wulffii</i>	H	820	146
<i>Gymnodinium</i> sp.	H	325-1186	66-201
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	H	6772-10327	905-1303
<i>Gyrodinium spirale</i>	H	6840-7215	913-956
<i>Gyrodinium</i> sp.	H	1450-2140	239-335
<i>Heterocapsa triquetra</i>	M	986-1214	171-205
<i>Heterocapsa</i> sp.	O	958-2646	167-402
<i>Karenia brevis</i>	M		
<i>Karenia mikimotoi</i>	M	2020-3544	318-517
<i>Katodinium glaucum</i>	H	1583-1700	258-274
<i>Katodinium rotundatum</i>	H		
<i>Katodinium</i> sp.	H	1333-1458	222-240
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	M	9860-12150	1252-1500
<i>Mesoporos perforatus</i>	O		
<i>Noctiluca scintillans</i>	H	162089-221100	14068-18396
<i>Oblea rotunda</i>	H	5861-7022	799-934
<i>Oblea</i> sp.	H		
<i>Ornithocercus</i> sp.	H		
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	H	8765-9851	1131-1251
<i>Oxytoxum caudatum</i>	O	16757-25450	1980-2841
<i>Oxytoxum crassum</i>	O		
<i>Oxytoxum gracile</i>	O		
<i>Oxytoxum laticeps</i>	O		
<i>Oxytoxum parvum</i>	O		
<i>Oxytoxum scolopax</i>	O	6862-7982	916-1043
<i>Oxytoxum variabile</i>	O	892-1035	157-179
<i>Oxytoxum viride</i>	O	820-930	146-163
<i>Oxytoxum</i> sp.	O	650-986	120-171
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	O	5133-7314	712-967
<i>Phalacroma rotundatum</i>	O	13107-14557	1601-1753
<i>Polykrikos</i> sp.	H	179324-224544	15351-18643
<i>Prorocentrum balticum</i>	O	650-824	119-147
<i>Prorocentrum compressum</i>	O	2475-4201	379-599
<i>Prorocentrum cordatum</i>	O		
<i>Prorocentrum dentatum</i>	O	12782-13914	1567-1686

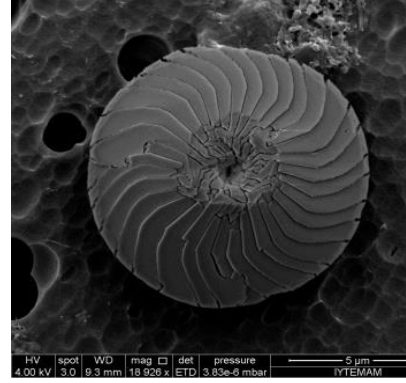
<i>Prorocentrum gracile</i>	O	13834-15016	1678-1801
<i>Prorocentrum mexicanum</i>	O	2950-9255	441-1186
<i>Prorocentrum micans</i>	M	6100-8936	827-1150
<i>Prorocentrum minimum</i>	M	950-1037	166-179
<i>Prorocentrum scutellum</i>	O	5375-5897	741-803
<i>Prorocentrum triestinum</i>	M	1610-3826	262-553
<i>Prorocentrum</i> sp.	O	2780-3048	419-454
<i>Protoperidinium bipes</i>	H	1280-2084	215-327
<i>Protoperidinium conicum</i>	H	154329	13484
<i>Protoperidinium depressum</i>	H	12825-15203	1572-1820
<i>Protoperidinium diabolum</i>	H		
<i>Protoperidinium divergens</i>	H	11060-12827	1383-1572
<i>Protoperidinium minutum</i>	H	1226-4259	207-606
<i>Protoperidinium oblongum</i>	H		
<i>Protoperidinium ovatum</i>	H		
<i>Protoperidinium pallidum</i>	H	10471	1319
<i>Protoperidinium pyriforme</i>	H		
<i>Protoperidinium steinii</i>	H	1654-1927	268-306
<i>Protoperidinium</i> sp.	H	9872-14256	1254-1722
<i>Pyrophacus horologium</i>	O	25600-52124	2856-5279
<i>Scrippsiella spinifera</i>	M	3486-4824	510-675
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	M	3278-5916	484-805
<i>Scrippsiella</i> sp .	M	2914-5629	437-772
<i>Torodinium robustum</i>	O	5546	762
<i>Torodinium</i> sp.	O	15678	1870
Prasinophyceae			
<i>Pyramimonas longicauda</i>	O	278-349	42-51
<i>Pyramimonas</i> sp.	O	234-322	36-48
Dictyochophyceae			
<i>Dictyocha fibula</i>	O	943-1048	94-103
<i>Dictyocha</i> sp.	O		
<i>Octactis octonaria</i>	O	1386-1527	131-143
Euglenophyceae			
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	O	248-981	30-98

<i>Eutreptiella</i> sp.	O	262-597	31-64
Ebriophyceae			
<i>Ebria tripartita</i>	H	1226-1983	118-179
<i>Ebria</i> sp.	H		
<i>Hermesinum adriaticum</i>	H		
Raphidophyceae			
<i>Heterosigma akashiwo</i>	O		
<i>Chattonella marina</i>	O	1250	120
Cryptophyceae	O	254	30
Cyanophyceae			
<i>Anabaena</i> sp.	O		
Prymnesiophyceae		142-234	20-31
<i>Syracosphaera pulchra</i>	O		
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	O		
<i>Emiliana huxleyi</i>	O		
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	O		

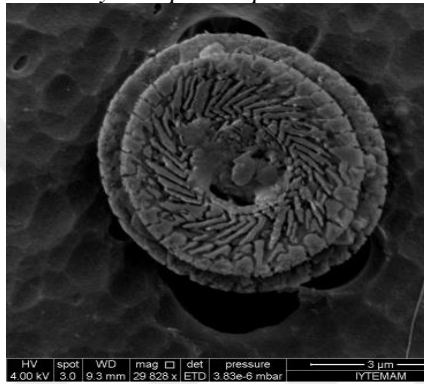
EK 2: SEM’de tanımlanan bazı Coccolithophorid türlerine ait plakalar (coccolith) (İst 7-25 m’de tespit edilmiştir). (Fotoğraflar: Nihayet Bizsel)



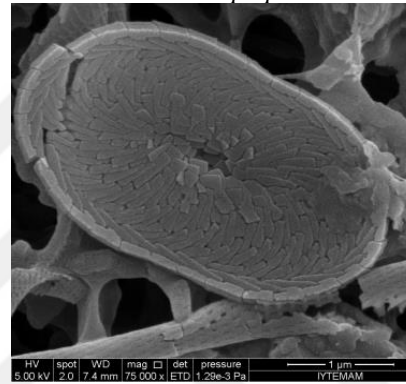
Syracosphaera pulchra



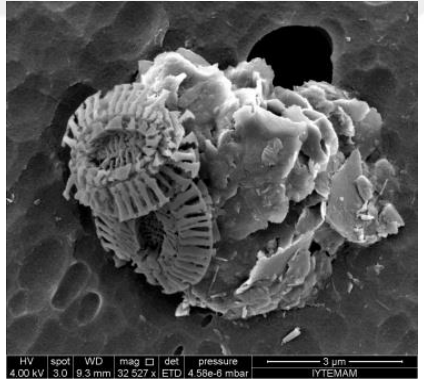
Calcidiscus leptoporus



Calcidiscus sp.



Rhabdosphaera clavigera

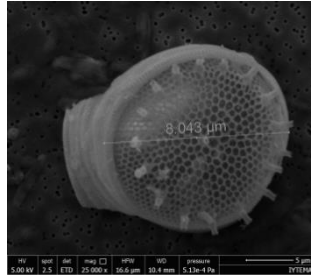


Emiliana huxleyi

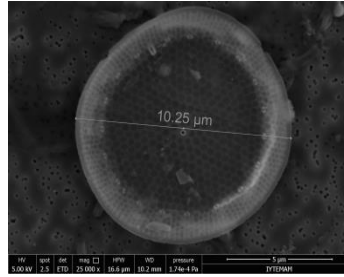


Calcidiscus sp.

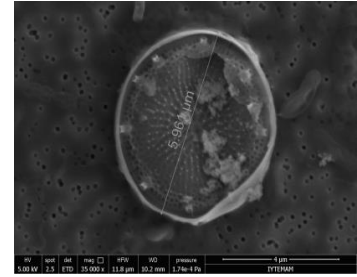
EK 3: Güney Ege’de gözlenen (ist 7-25 m) nanoplanktonik Sentrik ve Pennat diatom türlerine ait SEM görüntüleri (Fotoğraflar: Nihayet Bizsel)



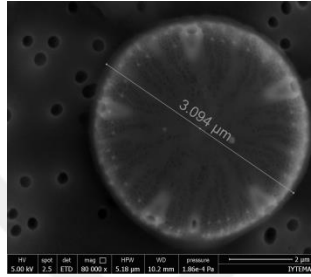
Thalassiosira sp.



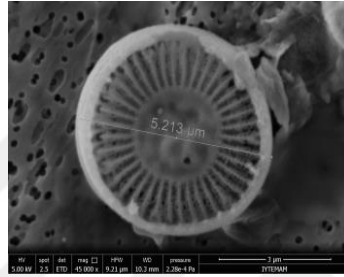
Thalassiosira sp.



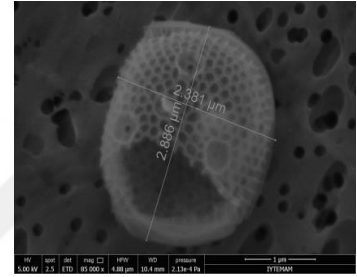
Thalassiosira sp.



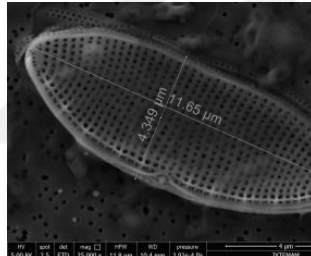
Cyclotella sp.



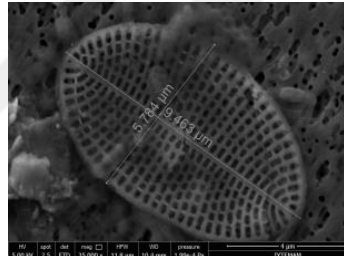
Cyclotella sp.



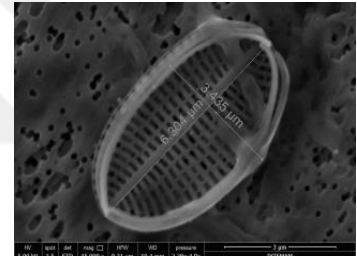
Minidiscus sp.



Psammodictyon sp.

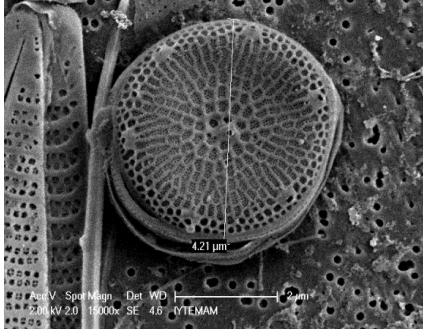


Pennat diatom

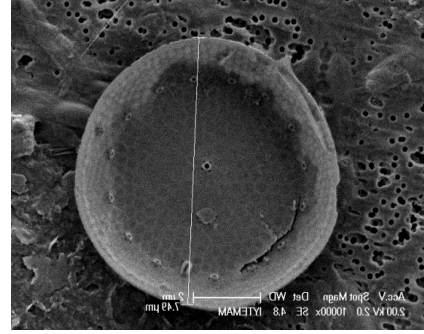


Pennat diatom

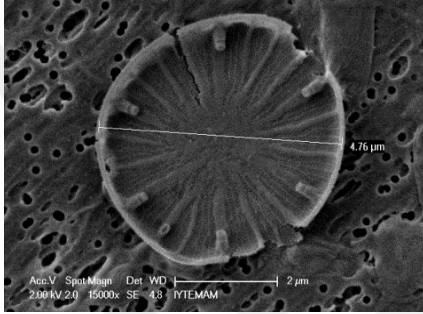
EK 4:Kuzey Ege'de (ist 1 ve 2) gözlenen nanoplankton türlerine ait SEM görüntüleri (Fotoğraflar: Nihayet Bizsel)



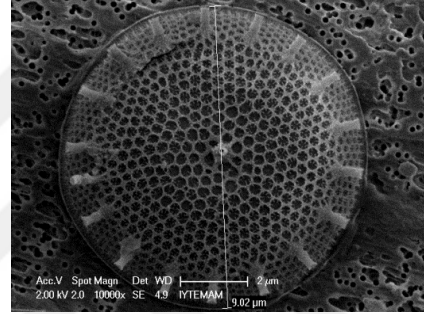
Thalassiosira sp.



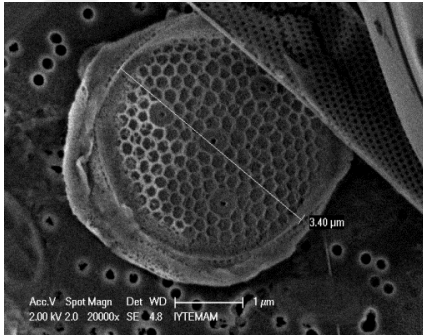
Thalassiosira sp.



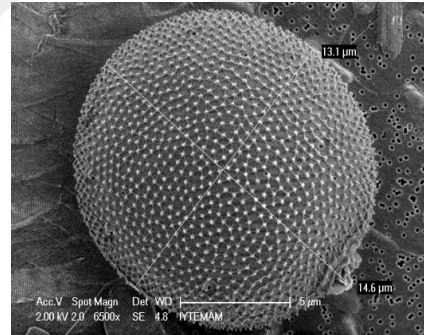
Cyclotella sp.



Thalassiosira sp.



Minidiscus sp.



Prorocentrum balticum