

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEY DOĞU KARADENİZ KIYILARI (ARTVİN-GİRESUN)
BİRİNCİL ÜRETİM MİKTARLARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

MUSTAFA BAKIRCI

TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. ERTUĞRUL AĞIRBAŞ
TEZ JÜRİLERİ
PROF. DR. ALİ MUZAFFER FEYZİOĞLU
YRD. DOÇ. DR. RAHŞAN EVREN MAZLUM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI




RİZE-2017

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEY DOĞU KARE DENİZ KIYILARI (ARTVİN-GİRESUN) BİRİNCİL
ÜRETİM MİKTARLARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ danışmanlığında, Mustafa BAKIRCI tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 07/02/2017 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan	: Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM	


Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



ÖNSÖZ

Güneydoğu Karadeniz kıyıları (Artvin-Giresun) birincil üretim miktarlarının mevsimsel değişiminin araştırıldığı bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır. Çalışma süresince Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi bünyesinde bulunan araştırma laboratuvarları kullanılırken saha çalışmalarında ise Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesindeki R/V SÜRAT ARAŞTIRMA I gemisi kullanılmıştır.

Bu çalışmayı yapma olanağı sağlayan, yüksek lisans öğrenimim boyunca, tez aşamasının her anında önerileri ve paylaşımlarıyla yardımını ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Saha çalışmaları ve laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ülgen AYTAN, Yrd. Doç. Dr. İlknur YILDIZ, Öğr. Gör. Dr. Ahmet ŞAHİN, Yüksek Lisans Öğrencileri Başak ESENSOY, Yasemen ŞENTÜRK, Rıza USTA, Merve Nuriye KARADENİZ, Yusuf ÖZDEN ve Ali SAYAR'a, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne ve R/V SÜRAT ARAŞTIRMA I gemi personeline teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında, eğitimim sırasında ne zaman ihtiyaç duysam yanımda olan, her zaman maddi ve manevi destekleri ile esirgemeyen canım ailem; babam Yunus BAKIRCI, annem Ayşe BAKIRCI ve kardeşlerim İnci ve Ömer BAKIRCI'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

Hazırlanan bu Yüksek lisans tezi TÜBİTAK tarafından 113Y189 nolu proje ile desteklenmiştir.

Mustafa BAKIRCI

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Artvin-Giresun) Birincil Üretim Miktarlarının Mevsimsel Değişimi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 19/01/2017

Mustafa BAKIRCI

***Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

ÖZET

GÜNEY DOĞU KARADENİZ KIYILARI (ARTVİN-GİRESUN) BİRİNCİL ÜRETİM MİKTARLARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Mustafa BAKIRCI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ

Güney Doğu Karadeniz (Artvin-Giresun) kıyıları boyunca gerçekleştirilen deniz seferlerinde sonbahar (Kasım 2014), kış (Şubat 2015), ilkbahar (Mayıs 2015) ve yaz (Ağustos 2015) dönemlerine ait fitoplankton boy gruplarına (pikoplankton, <0,2-2µm; nanoplankton, 2-10 µm; mikropilankton, >10 µm) dayalı birincil üretim miktarlarının zamansal ve alansal değişimi araştırılmıştır. Saha çalışmaları esnasında 12 farklı istasyonda (Giresun 2 mil, Giresun 8 mil, Trabzon 2 mil, Trabzon 8 mil, Trabzon 15 mil, Çamburnu 2 mil, Çamburnu 8 mil, Pazar 2 mil, Pazar 8 mil, Pazar 15 mil, Kemalpaşa 2 mil, Kemalpaşa 8 mil) yüzeyden itibaren 10 m aralıklarla 40 m derinliğe kadar mevsimsel örneklemeler yapılmıştır.

Gerçekleştirilen C-14 deneyleri birincil üretim miktarlarının 295 mgCm² ile 5931 mgCm² arasında değiştiğini göstermiştir. Fitoplankton boy gruplarının birincil üretim miktarları değerlendirildiğinde pikoplankton, nanoplankton ve mikropilankton için sırasıyla 119-1848 mgCm², 96-3156 mgCm² ve 73-3363 mgCm² arasında değişim göstermiştir. Fitoplankton boy gruplarının mevsimsel katkısı değerlendirildiğinde ise ilkbahar mevsiminde mikro- ve nanoplankton baskınlığı dikkat çekerken yaz ve sonbahar mevsiminde nano- ve pikoplankton baskın hale geçmiştir. İstasyonlar açısından bir değerlendirme yapıldığında ise kıyı istasyonlarının birincil üretim miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

2017, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton, C-14, Birincil Üretim, Güney Doğu Karadeniz

ABSTRACT

SEASONAL CHANGES OF PRIMARY PRODUCTION ALONG THE SOUTH-EASTERN COASTS (ARTVIN-GIRESUN) OF THE BLACK SEA

Mustafa BAKIRCI

Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Naturel and Applied Sceinces
Depaterment of Fisheries
Master Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ

In the present study, seasonal changes of size fractioned primary production (picoplankton, <0.2-2µm; nanoplankton, 2-10 µm; mikroplankton, >10 µm) in autumn (November 2014), winter (February 2015), spring (May 2015) and summer (August 2015) along the south-eastern Black Sea (Artvin-Giresun) ecosystem were investigated. Along the 12 stations (Giresun 2 miles, Giresun 8 miles, Trabzon 2 miles, Trabzon 8 miles, Trabzon 15 miles, Çamburnu 2 miles, Çamburnu 8 miles, Pazar 2 miles, Pazar 8 miles, Pazar 15 miles, Kemalpaşa 2 miles, Kemalpaşa 8 miles) seasonal samplings were conducted from surface to 40 m depths with 10 m intervals.

C-14 experiments revealed that primary production ranged from 295 mgCm² to 5931 mgCm² along the stations. Considering phytoplankton size classes, size fractioned primary production ranged from 119 to 1848 mgCm², from 96 to 3156 mgCm² and from 73 to 3363 mgCm² for picoplankton, nanoplankton and mikroplankton, respectively. In terms of season, the contribution of mikroplankton and nanoplankton were prominent in spring. During summer and autumn, picoplankton and nanoplankton were characterised with high contribution of primary production. In terms of stations, coastal stations had higher primary production rates.

2017, 86 pages

Keywords: Phytoplankton, C-14, Primary Production, South-Eastern Black Sea

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler.....	1
1.2. Birincil Üretim ve Ölçüm Teknikleri.....	1
1.2.1. Dolaylı (İndirekt) Yöntemler.....	2
1.2.1.1. Besleyici Tuzlardan Gidilerek Ölçüm.....	3
1.2.1.2. CO ₂ Değişimlerinden Gidilerek Ölçüm.....	3
1.2.2. Doğrudan (Direkt) Yöntemler.....	3
1.2.2.1. Oksijen Yöntemi.....	4
1.2.2.2. Klorofil-a Metodu.....	5
1.2.2.3. Karbon 14 (C-14) Yöntemi.....	5
1.2.2.4. Azot 15 (N 15) Yöntemi.....	6
1.2.2.5. Diğer Yöntemler.....	6
1.3. Çalışmanın Önemi ve Önceki Çalışmalar.....	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Materyal ve Metot.....	10
2.1.1. Çalışma Sahası.....	10
2.1.2. CTD Ölçümleri.....	12
2.1.3. Yerinde (<i>In-situ</i>) Klorofil-a Ölçümleri.....	12
2.1.4. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) Ölçümleri.....	12
2.1.5. C-14 Yöntemi ile Birincil Üretimin Belirlenmesi.....	12
2.1.7. Verilerin Değerlendirilmesi.....	16
3. BULGULAR.....	17
3.1. Hidrografi.....	17

3.1.1.	Sıcaklık, Tuzluluk ve Oksijen.....	17
3.1.2.	Yerinde (In-situ) Klorofil-a Ölçümleri	20
3.1.3.	Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)	22
3.2.	Besin Elementleri.....	25
3.3.	Fitoplankton	31
3.4.	Birincil Üretim	48
3.4.1.	Toplam Birincil Üretim.....	63
4.	TARTIŞMA VE SONUÇ	69
4. 1.	Fiziksel ve Kimyasal Ortam.....	69
4. 2.	Besin Elementleri.....	71
4. 3.	Fitoplankton	73
4. 4.	Birincil Üretim	76
5.	ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR		81
ÖZGEÇMİŞ		86

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Örnekleme istasyonları (G2: Giresun 2 mil; G8: Giresun 8 mil; T2: Trabzon 2 mil; T8: Trabzon 8 mil; T15: Trabzon 15 mil; Ç2: Çamburnu 2 mil; Ç8: Çamburnu 8 mil; P2: Pazar 2 mil; P8: Pazar 8 mil; P15: Pazar 15 mil; K2: Kemalpaşa 10
Şekil 2.	SBE 25 CTD prob ve SBE 32 Carousel 12 şişeli deniz suyu örnekleme cihazı 11
Şekil 3.	Deniz suyu örneklerine C-14 standartlarının ilave edilmesi 13
Şekil 4.	C-14 standartları ilave edilen örneklerin ICES C-14 inkübatörüne yerleştirilmesi 14
Şekil 5.	C-14 inkübatöründe örneklerin inkübasyon aşaması 14
Şekil 6.	İnkübasyon sonrası örneklerin farklı göz açıklığındaki filtrelerden süzülmesi 15
Şekil 7.	Örneklerin LSC cihazında analiz edilmesi 15
Şekil 8.	Sonbahar dönemi (Kasım 2014) sıcaklık profili 17
Şekil 9.	Kış dönemi (Şubat 2015) sıcaklık profili 18
Şekil 10.	İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) sıcaklık profili 18
Şekil 11.	Yaz dönemi (Ağustos 2015) sıcaklık profili 18
Şekil 12.	Sonbahar dönemi (Kasım 2014) tuzluluk profili 19
Şekil 13.	Kış dönemi (Şubat 2015) tuzluluk profili 19
Şekil 14.	İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) tuzluluk profili 20
Şekil 15.	Yaz dönemi (Ağustos 2015) tuzluluk profili 20
Şekil 16.	Sonbahar dönemi (Kasım 2014) klorofil-a profili 21
Şekil 17.	Kış dönemi (Şubat 2015) klorofil-a profili 21
Şekil 18.	İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) klorofil-a profili 22
Şekil 19.	Yaz dönemi (Kasım 2014) klorofil-a profili 22
Şekil 20.	Sonbahar dönemi (Kasım 2014) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri 23
Şekil 21.	Kış dönemi (Şubat 2015) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri 24
Şekil 22.	İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri 24
Şekil 23.	Yaz dönemi (Ağustos 2015) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri 25
Şekil 24.	Sonbahar dönemi (Kasım 2014) Nitrit+Nitrat profili 26
Şekil 25.	Kış dönemi (Şubat 2015) Nitrit+Nitrat profili 26

Şekil 26. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) Nitrit+Nitrat profili.....	27
Şekil 27. Yaz dönemi (Ağustos 2015) Nitrit+Nitrat profili	27
Şekil 28. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) Fosfat profili.....	28
Şekil 29. Kış dönemi (Şubat 2015) Fosfat profili.....	28
Şekil 30. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) Fosfat profili	28
Şekil 31. Yaz dönemi (Ağustos 2015) Fosfat profili.....	29
Şekil 32. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) Silikat profili	29
Şekil 33. Kış dönemi (Şubat 2015) Silikat profili	30
Şekil 34. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) Silikat profili	30
Şekil 35. Yaz dönemi (Ağustos 2015) Silikat profili	30
Şekil 36. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait “Bacillariophyceae”	32
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 37. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait “Dinophyceae”	33
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 38. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar”	34
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 39. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait toplam fitoplankton	35
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 40. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait “Bacillariophyceae”	36
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 41. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre	37
sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 42. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar”	38
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 43. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait toplam fitoplankton hücre	39
sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 44. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait “Bacillariophyceae”	40
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 45. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre	41
sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 46. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik	42
Gruplar” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15....	
mil)	
Şekil 47. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait toplam fitoplankton	43
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 48. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait “Bacillariophyceae”	44
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	

Şekil 49. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre	45
sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 50. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar”	46
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 51. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait toplam fitoplankton	47
hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 52. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik.....	48
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 53. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik	49
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)....	
Şekil 54. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlarda mikropilanktonik	49
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 55. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş pikoplankton	50
üretim miktarı.....	
Şekil 56. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş nanoplankton	50
üretim miktarı.....	
Şekil 57. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş mikropilankton	51
üretim miktarı.....	
Şekil 58. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik	52
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 59. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik	52
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 60. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlarda mikropilanktonik	53
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 61. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı.....	54
Şekil 62. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı.....	54
Şekil 63. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş mikropilankton üretim miktarı	55
Şekil 64. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik	56
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 65. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik.....	56
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 66. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlarda mikropilanktonik	57
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 67. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı	58
Şekil 68. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı	58
Şekil 69. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş mikropilankton üretim miktarı .	59
.....	

Şekil 70. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik	60
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 71. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik	60
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 72. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlarda mikrop planktonik	61
grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 73. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı....	62
Şekil 74. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı...	62
Şekil 75. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş mikrop plankton üretim miktarı .	63
Şekil 76. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil	64
üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 77. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil	64
üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 78. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil	65
üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)	
Şekil 79. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil	65
üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	
Şekil 80. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş toplam üretim miktarı.....	66
Şekil 81. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş toplam üretim miktarı.....	67
Şekil 82. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş toplam üretim miktarı	67
Şekil 83. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş toplam üretim miktarı.....	68

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	İstasyonlara ait koordinatlar ve istasyon derinlikleri	11
Tablo 2.	Karadeniz’de yapılan çalışmaların fitoplankton bolluğu açısından kıyaslanması.....	75
Tablo 3.	Karadeniz’de yapılan birincil üretim çalışmaları.....	79



1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Plankton, denizlerin vazgeçilmez en önemli üyeleri olup denizel ortamda fotosentez yoluyla birincil üretimi meydana getirirler. Fitoplankton toplulukları besin zincirinin en temel halkasını oluşturduğu için tür kompozisyonunda, bolluklarında, boyutlarında ve kompozisyonlarında meydana gelebilecek değişimler denizel ekosistemin dinamiklerini önemli ölçüde etkilemektedir (Eker-Develi, 2009). Yanı sıra fitoplankton toplulukları besin zinciri yolu ile balıklardan kuşlara ve memeli hayvanlara kadar enerjinin aktarılmasında kilit rol oynarlar. Bundan dolayı ekosistem için son derece önemli olan karbon döngüsünde anahtar role sahiptirler (Antoine vd., 1996; Platt ve Sathyendranath, 2005; Falkowski ve Raven, 2007). Fitoplankton toplulukları besin elementleri miktarını, besin zincirinin etkinliğini ve yapısını etkilediğinden ekosistem içerisinde önemli rol oynamaktadırlar (Smith ve Sakshaug, 1990). Bundan dolayı pelajik ekosistemin dinamiklerini ve yapısını anlayabilmek için fitoplankton kompozisyonunun ve canlı kütesinin tahmin edilmesi oldukça önem arz etmektedir. Fitoplanktonik topluluklarda meydana gelen değişimler besin zinciri yoluyla pelajik ekosistemin verimliliğini etkilediğinden sistemin sürekli izlenmesi gerekmektedir (Nagata vd., 1996),

1.2. Birincil Üretim ve Ölçüm Teknikleri

Birincil üretim genel anlamda fotosentez sonucu meydana gelen birim organik karbon için indirgenen inorganik karbon miktarı olarak tanımlanır (Kaiser vd., 2005). Denizel canlılığın devam etmesi karbon döngüsü ve organik madde üretiminin devamlılığına bağlı olup fotosentez mekanizması ile çok yakından ilgilidir. Denizlerde organik madde üretimi ışık, besin elementi kompozisyonu ve diğer çevresel faktörlerin mevcut olduğu durumlarda fotosentez ile meydana gelir.

Global ölçekte okyanusların birincil üretim miktarının 40-50 PgC_{yıl}⁻¹ olduğu tahmin edilmektedir (P=peta, 1Pg=10¹⁵ g) ve bu miktarın karalardan elde edilen üretime

kabaca eşit olduğu düşünölmektedir. Denizel sistemlerde ışık (sadece su kolonun üst tabakasının belli derinliklerine kadar inebilir, maksimum 200 m), nütrient (su kolonun üst tabakalarında tüketilir) ve karışım (nütrientlerin daha derinlerden yüzey tabakalara taşınımını sağlar) gibi faktörler birincil üretimi kontrol eden temel faktörler arasında sayılabilir (Falkowski vd., 1998). Global ölçekte birincil üretim miktarları mevsimsel ve bölgesel anlamda farklılık göstermektedir. En yüksek üretime ($>1 \text{ gCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$) upwelling alanlarında rastlanırken en düşük üretime ($<0,1 \text{ gCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$) ise subtropikal konvergent akıntı alanlarında rastlanmaktadır (Lalli ve Parson, 1993).

Birincil üretim, fotosentez hızına ve fitoplankton gelişimi için gerekli olan besin tuzlarının miktarındaki değişime bağılı olarak tahmin edilebilir. Karbondioksit, su, makro ve mikro besin maddeleri gibi inorganik bileşiklerden organik maddelerin meydana gelmesi olarak da tanımlanan birincil üretimde temel süreç karbondioksinin indirgenmesine dayanır. Algler tarafından meydana getirilen organik üretim; CO_2 'in alınımı, farklı zamanlarda yapılan biyokütle ölçümleri ve üretilen çözünmüş oksijen miktarı ve tüketilen besin maddelerinin miktarının ölçülmesi şeklinde temel hesaplamalarla belirlenebilmektedir (Gargas, 1975).

Fotosentezle kendi besinini yapabilen fitoplanktonun oluşturduğu organik maddenin bir bölümü yine bu organizmalar tarafından solunumda kullanılır. Kalan organik madde bitkisel dokuların oluşturulmasında kullanılır ve bu miktar "Net Birincil Üretim" olarak adlandırılır. Solunumda kullanılan organik madde miktarı ile dokuların oluşmasında kullanılan miktarın toplamı olan toplam organik madde miktarı ise "Brüt Birincil Üretim"i verir. Birincil üretimi ölçmek için kullanılan yöntemler dolaylı (indirekt) ve doğrudan (direkt) yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

1.2.1. Dolaylı (İndirekt) Yöntemler

Denizel oramdaki toplam bitkisel materyalin bulunması esasına dayanır. Düzenli bir şekilde yapılan biomass ölçümleri, besin tuzlarının konsantrasyonu, ekosisteme giren ve çıkan değerlerin kontrolü, fitoplankton büyümesi gibi parametreler verimliliğin belirlenmesinde önemlidir.

1.2.1.1. Besleyici Tuzlardan Gidilerek Ölçüm

Organik madde oluşumu için gerekli olan bir mineral tuzunun ortamdan azalışından gidilerek fitoplankton üretimini hesaplamak mümkün olabilir. Bunun için üç şartın oluşması gerekir; Mineral tuzun dışarıya ile değişimi kontrollü olmalıdır, bu maddenin ortama tekrar dönüşümü olmamalıdır ve organik bileşiklerin absorpsiyonu ihmal edilebilecek düzeyde olmalıdır. Ancak bu şartların denetlenmesi oldukça güçtür. Genel olarak ılıman bölgelerde nitrat ve fosfatın yüzey sularındaki konsantrasyonları, fotosentezin minimum olduğu ve kış karışımlarının olduğu periyotta maksimuma ulaşır. Besleyici tuzların fitoplanktonca alındığı ilkbahar ve yaz döneminde ise besin elementi konsantrasyonları hızla düşer.

1.2.1.2. CO₂ Değişimlerinden Gidilerek Ölçüm

İlk kez 1920 yılında Manş Denizi'nde kullanılan bu yöntemde fotosentez esnasındaki CO₂ değişimleri izlenir. Bu ölçümlerde sadece fotosentez ölçülmemekte, fito ve zooplanktonun solunumları sonuçları etkilemektedir.

$$\text{Net Birincil Üretim} = P_g - R_p - R_z \quad (1)$$

P_g: Brüt birincil üretim,

R_p: Fitoplanktonun solunumda harcadığı O₂,

R_z: Zooplanktonun solunumda harcadığı O₂

1.2.2. Doğrudan (Direkt) Yöntemler

Bu yöntemler gündüz çok kısa sürelerde yapılabilir ve kesin sonuç veren yöntemlerdir.

1.2.2.1. Oksijen Yöntemi

Winkler yöntemi ile sudaki çözünmüş oksijen miktarı tayin edilir. Bu yöntem aydınlık - karanlık şişe teknikleri ile üretim hızlarının ölçülmesi esasına dayanır. Deniz suyu örneği 300 ml'lik şişelere alınır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu ölçüldükten sonra örnekler alındıkları derinliğe tekrar indirilir. Şişelerden birincisi saydamdır. Diğerleri ışık almayacak şekilde izole edilir. 24–48 saat sonra her iki şişedeki çözünmüş oksijen miktarı tekrar ölçülür. Işık alabilen şişedeki oksijen miktarı bu şişedeki fitoplanktonun asimile ettiği karbonun bir ölçüsü olarak yorumlanır.

Oksijenin bir kısmının solunumla kayba uğradığı varsayılır. Yani ölçülen değer net fotosentezi gösterir (P_n). Karanlık şişedeki oksijen azalması ise fitoplankton tarafından solunumla harcanan oksijen olarak kabul edilir (R_p). Bu iki değer toplamı toplam karbon asimilasyonuna eşittir. Yani brüt fotosentezdir (P_g).

P_n : Net fotosentez,

R_p : Solunumda harcanan O_2 ,

R_b : Bakterilerin solunumda harcadığı O_2 ,

R_z : Zooplanktonun solunumda harcadığı O_2

Elde edilen sonuçlar genellikle C'a çevrilir, 1 ml $O_2=1.44$ mg $O_2=0.54$ mgC'a eşittir. Fotosentetik aktivite yeteri kadar yüksek ise sonuçlar tatmin edici olup, brüt fotosentez hakkında tahmini bir bilgi vermektedir ve produktivitenin az olduğu sularda uygun değildir.

Oksijen yöntemiyle bazen birincil üretimi saptamak çok zordur. Eğer organik üretim düşük ve oksijen üretimi ile tüketimi arasındaki fark az ise oksijen metoduyla birincil üretimin ölçümü mümkün değildir. Ayrıca bakteri solunumu, elde edilecek sonuçları etkileyebilmektedir. Metodun bir başka sakıncası da şişedeki hareketsiz ortamın hareket halindeki doğal ortamları yeterince yansıtmaması ve yapay olarak gerçekleştirilen karanlık ortamın bir kısım fitoplanktonun ölümüne neden olmasıdır.

1.2.2.2. Klorofil-a Metodu

Fotosentez klorofile bağılı olduğundan deniz suyu örneğinin klorofil içeriği onun potansiyel fotosentetik indeksi olarak kabul edilebilir. Deniz suyunun klorofil içeriği kolayca ölçülebildiği için birincil üretimin tahmininde kullanılmaktadır. Ryther ve Yentsch (1957) tarafından geliştirilen bu metot birincil üretimin hesaplanması için geliştirilmiş olmakla beraber daha çok biyomas hesaplanmasında kullanılır (Fogg, 1975). Bu metotta fotosentez oranı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır;

$$P = \frac{R}{k} \times C \times 3,7 \quad (2)$$

P= Brüt birincil üretim (g. C. m⁻².gün⁻¹)

R= Nispi fotosentez (m⁻².gün⁻¹)

k= Işık sönüm katsayısı

C= Klorofil-a miktarı (g.m⁻³)

R, değeri güneş enerjisinin bir fonksiyonu olarak elde edilir.

Işık sönüm katsayısı, k= 1,7/ S. D. (m) eşitliğinden hesaplanır.

1.2.2.3. Karbon 14 (C-14) Yöntemi

Birincil üretim üzerindeki araştırmalar Steemann, Nielsen (1951, 1952) tarafından radyoaktif C-14'ün kullanılmasıyla yeni boyutlar kazanarak daha da hızlanmıştır. Daha sonraları ise yöntemin detayları değişik araştırmacılar tarafından (Vollenweider, 1974) tanımlanmış ve Gargas (1975) tarafından metot geliştirilmiştir. Bu yöntemde, örnek deniz suyuna sodyum bikarbonat (NaH¹⁴CO₃) formunda miktarı belirli ¹⁴CO₂ ilave edilir. Belirli bir ışıklandırma süresinden sonra örnek içerisindeki plankton filtre kâğıdı ile toplanır ve sintilasyon sayaçla radyoaktivitesi ölçülür. Şayet ortamın karbon mineral konsantrasyonu bilinirse fitoplankton tarafından oluşturulan organik karbon miktarı diğer bir ifadeyle birincil üretim miktarı hesaplanabilir. Birincil üretimi belirlemeye yönelik yapılacak çalışmalarda, örnekleme zamanı ile örneğin bekleme süresi ve çalışılan türün fotosentetik aktivitesi gibi değişkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Organik madde üretimi denizlerde aydınlanma oranı, CO₂ konsantrasyonu, nütrient miktarı ve fitoplankton yoğunluğuna bağılı olarak değişir (Fogg, 1975; Miller, 2004; Kaiser vd.,

2005). Bir isotop olan radyoaktif C-14'ün iki avantajı vardır; Enerji seviyesi çok düşük radyasyon verdiği için korunma sorunları yaratmaz ve çok uzun ömürlü (5730 yıl) olduğu için uzun süreli stoklanabilir.

$$P = \frac{b}{a \times c} \quad (3)$$

a= sodyum bikarbonat aktivitesi C -14 ilave edilir.

b=İnkübasyon sonrası fitoplankton radyoaktivitesi

c= Ortamın karbon konsantrasyonu

C-14 yöntemi iyi uygulandığında %±5 hassasiyetle kullanılabilir. Bu şekilde hassasiyet oksijen metoduna göre 50–100 misli daha fazladır.

1.2.2.4. Azot 15 (N 15) Yöntemi

Organik madde üretiminin ölçümü, karbonun dışında diğer elementlerin ölçümü ile de yapılabilir. Bu yöntem C-14'de çok benzemekle birlikte bazı sorunları da bulunmaktadır. Çok fazla miktarda su kullanılmakta ve spektrografta ölçümler için organik azotu gaz azota dönüştürmek gerekmektedir. Diğer taraftan CO₂'in aksine mineral azot denizde sınırlayıcı bir element olup ilave edilen miktar doğal oranın % 10' unu geçmemelidir.

1.2.2.5. Diğer Yöntemler

Özellikle son yıllarda kullanılan diğer bir yöntem elektrod dizileri kullanarak oksijen, karbondioksit veya azot gibi değişkenleri yerinde elektronik aletler ile tayin yöntemidir. Daha gelişmiş ekipman olarak mikro-optodlar özellikle 20 µm'den küçük duyarlılıkta floresans ölçme özelliğine sahiptir. Benzer şekilde FRRF (Fast Repetition Rate Fluorimeters) fotosentez hızını ve buna bağlı olarak birincil üretimi hesaplama amacı ile kullanılır (Kaiser vd., 2005). Son 20 yılın biyolojik oşinografi açısından en önemli gelişmelerinden biri olan uydu oşinografisi yöntemi ile de birincil üretimi uygun algoritma ve modeller ile hesaplamak mümkündür. Bu teknik ile zamansal ve konumsal

çözünürlük çok yüksek olmasına rağmen uzaktan algılayıcı sensörün sadece su yüzeyinin birkaç metre yüzeyinden aşağısını ölçebilmesi sınırlayıcı faktördür.

1.3. Çalışmanın Önemi ve Önceki Çalışmalar

Karadeniz; yüzey alanı $4.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ve hacmi $5.3 \times 10^5 \text{ km}^3$ olan, 40° - 46° N enlemleri ile 27° - 41° E boylamları arasında yer alan yarı kapalı bir iç denizdir. Güneybatıda Türk Boğazlar Sisteminin olanak verdiği miktarda dünya denizleriyle bağlantısı bulunur. Bu kısıtlı su değişimi, sadece yüzeyden itibaren 150 m derinliğe kadar (toplam hacmin % 15'i) oksijen içeren, daha derinde ise hidrojen sülfür bulunduran neredeyse tamamı oksijensiz bir ortamın oluşmasına yol açar. Kapalı denizler su dengelerine göre temelde 2 kısma ayrılırlar. İlk kategoriye giren denizler negatif su dengesine sahiptir. Bu tip su kütlelerinde yüzeyden buharlaşan su miktarı sisteme giren su miktarından fazladır. İkinci kategoride bulunanlarda ise pozitif su dengesi mevcuttur. Bunun anlamı tatlı su girişinin yüzeyden buharlaşan su miktarından fazla olmasıdır. Karadeniz bu kategoriye iyi bir örnek oluşturmaktadır. Karadeniz'deki pozitif su dengesi nedeni ile yüzeydeki düşük tuzluluğa sahip suların altındaki derin sularda yüksek tuzluluktaki su kütlesi bulunur (Baraley ve Murray, 1995). Karadeniz'i diğer denizlerden farklı kılan en önemli özelliği, oksijenli yüzey tabakalarının altında yer alan ve basenin derinlerine doğru inildikçe artış gösteren, yüksek derişimde hidrojen sülfür (H_2S) içermesidir (Yılmaz, 2002). Bu yapısı ile Karadeniz dünya üzerindeki en büyük anoksik basen olma özelliğine de sahiptir (Mee, 1992; Turgut vd., 1992).

Fotosentez için yeterli ışığın bulunduğu tabaka fotik zon olarak isimlendirilir (Parson, 1990). Bu bölge Karadeniz'de H_2S tabakasının üzerinde yer alır. Fotik zonda pigment içeren bitkisel organizmalar ışık enerjisini kullanarak fotosentez yolu ile basit moleküllerden karmaşık yapıları organik moleküller sentezlerler. Fitoplankton, pelajik sistem içerisinde organik üretimin büyük bir bölümünü gerçekleştiren en önemli gruptur (Tait ve Dipper, 2001). Bütün denizlerde olduğu gibi Karadeniz'de de fitoplanktonun yapısal ve fonksiyonel karakteristikleri ekosistem ile yakından ilgilidir. Bu nedenle planktonik organizmalar ekosistemin içinde bulunduğu durumu tanımlamak için indikatör olarak kullanılabilir (Yunev vd., 2002). Denizlerdeki döngüler

içerisinde önemli bir yere sahip olan fitoplanktonik organizmaların biyokütlelerinin ve gruplarının belirlenmesi ekosistemin anlaşılması ve yönetilmesinde önem taşımaktadır.

Birincil üretimin belirlenmesine yönelik dünya denizlerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Antarktik okyanusunda yapılan bir çalışmada birincil üretim miktarı ¹³C izotop yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve üretim oranının klorofil, ışık ve fitoplankton tür kompozisyonu ile olan ilişkisi ortaya konmuştur (Yamaguchi vd., 1985). Japonya’da 1987-1988 dönemleri arasında yapılan başka bir çalışmada ise fotosentetik üretim-ışık yoğunluğu ilişkisi göl ve deniz ortamında kıyaslanmıştır (Satoh vd., 1989). Kuzeybatı İspanya kıyılarında yapılan başka bir çalışmada fitoplankton tür kompozisyonu ve klorofil-a ile birincil üretim miktarları kıyaslanmış ve mevsimsel döngüler ortaya konmuştur (Bode vd., 1998). 1991-2000 yılları arasında Antartika kıyılarında yürütülen bir çalışmada ise birincil üretimin değişimi yerinde ve uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmiş, fitoplankton biyoması ile olan ilişkisi zamansal ve alansal olarak değerlendirilmiştir (Smith vd., 2001). Yine Antartika kıyılarında yapılan başka bir çalışmada ise Aralık 1995-Ocak 1996 tarihleri arasında birincil üretimin ışık ve fitoplankton büyüme oranı ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir (Lorenzo vd., 2002). Kuzey Carolina’da yapılan bir çalışmada ise birincil üretim, klorofil-a ve fitoplankton büyüklüğünün hidrografik koşullara bağlı değişimi incelenmiş, birbirleri ile olan ilişkileri ortaya konmuştur (Lohrenz vd., 2002). Amerika’nın kuzeyinde yapılan başka bir çalışmada ise 2001-2002 yaz döneminde C-14 tekniği ile belirlenen birincil üretim miktarı besin elementleri ve klorofil-a değişimi ile ilişkilendirilmiştir (Mordy vd., 2005). Kuzeybatı Akdeniz’de yapılan başka bir çalışmada ise bölgeye ait birincil üretim değerleri 5 yıllık süreyle incelenmiş, besin elementleri ve balıkçılıkla olan ilişkisi ve bölgesel farklılıklar ortaya konmuştur (Estrada, 1996).

Karadeniz’de yapılan birincil üretim çalışmaları incelendiğinde ise ağırlıklı olarak Rus araştırmacıların çalışmaları dikkat çekmektedir. Ağustos-Eylül 1960 döneminde Karadeniz’in kuzeybatı bölgesinde, İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı etrafında yapılan çalışmada C-14 tekniği kullanılmıştır (Stelmakh vd., 1998; Güneroğlu, 2007’den). Özellikle 80’li yıllardan sonra bu tür çalışmaların sayısı artmıştır (Bologa vd., 1980; 1981; Bologa ve Frangopol, 1982, Krupatkina ve Berseneva, 1995; Yılmaz vd., 1998; Bologa vd., 1999; Stelmakh 1998, Yayla vd., 2001; Güneroğlu, 2007; Finenko 2010,

Ağırbaş, 2010). alışmalar daha çok Karadeniz'in kuzeybatısında yoğunlaşmıştır. Bunun temel nedeni ise yoğun sanayi ve tarımsal faaliyetlerin bölgede bazı biyolojik problemleri beraberinde getirmesidir (Bologa, 1984). Karadeniz'in birincil üretiminde kıyısız sularda bahar mevsiminde diatomların ağırlıklı olduğu ve gz mevsiminde kokkolitofor yoğunluklu olmak üzere iki maksimum ile son dönemlerde dinoflagellat ve *Emiliana huxleyii* yoğunluklu yaz maksimumu rapor edilmiştir. Bunun yanında Batı Anadolu kıyılarında yoğun kış patlamaları da belirtilmiştir (Bologa vd., 1999).

Karadeniz'in Anadolu sahilllerinde birincil üretim zamanına bağlı değişimi konusunda düzenli olarak yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle *in-situ* olarak gerçekleştirilen ve fitoplankton boy gruplarının birincil üretimlerinin belirlenmesi daha seyrek rastlanan çalışmalardır. Özellikle son 30 yılda Karadeniz fitoplanktonunun yapısının önemli oranda değiştiği ve kk boy grubundaki fitoplanktonik grupların sistem içerisinde baskın olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmektedir. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada Güney Doğu Karadeniz kıyılarında *in-situ* olarak yürütülen C-14 deneyleri ile fitoplankton boy gruplarının birincil üretim miktarlarının belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu çalışma ile řu hipotezler test edilmiştir;

H0: Kk boy grup oranlarının fitoplanktona yaptđı katkı artmıştır,

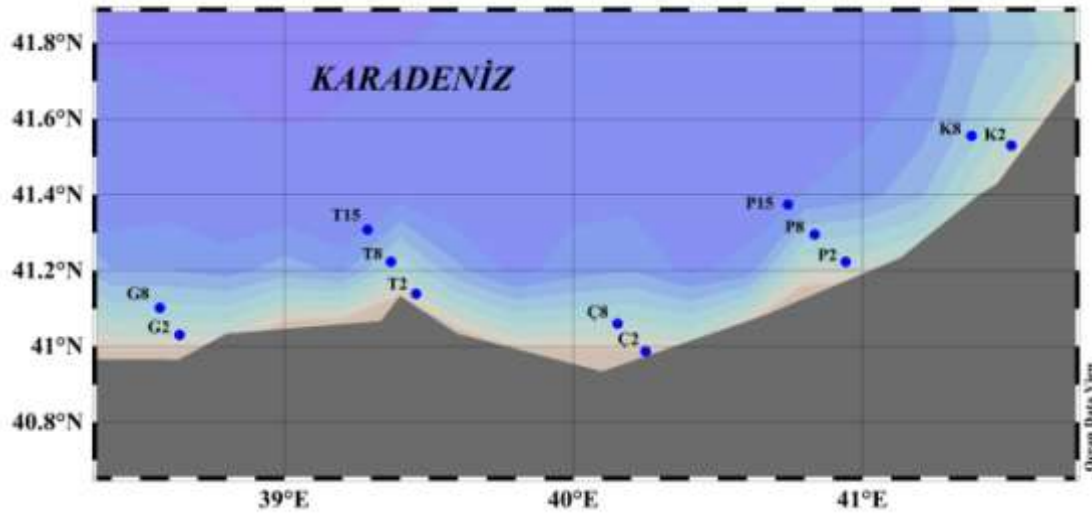
H1: Kk boy grup oranlarının fitoplanktona yaptđı katkı artmamıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

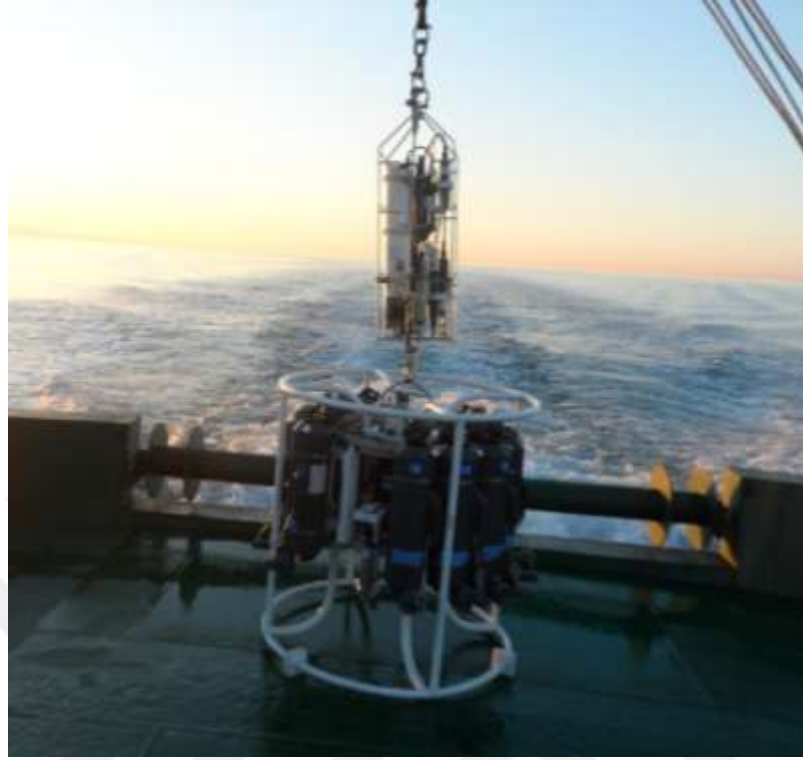
2.1. Materyal ve Metot

2.1.1. Çalışma Sahası

Deniz çalışmaları, Güney Doğu Karadeniz (Artvin-Giresun) kıyıları boyunca belirlenen 12 adet istasyonda (2, 8 ve 15 deniz mili) mevsimsel dönemler halinde yürütülmüştür (Şekil 1, Tablo 1). Deniz suyu örnekleri öfotik bölge içerisinde yüzeyden itibaren 10 metre aralıklarla 40 m derinliğe kadar alınmıştır. Örneklemeler sırasında, CTD (Sıcaklık, Tuzluluk vb), PAR (Fotosnetetik Aktif Radyasyon, teorik olarak deniz yüzeyindeki güneş radyasyonunun %1'e düştüğü derinlik olarak tanımlanır) ve pigment-floresan profili yerinde (*in-situ*) ölçülmüştür. Birincil üretim deneyleri için gerekli olan deniz suyu örnekleri SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı ile elde edilmiştir (Şekil 2). Örneklemeler esnasında Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan R/V SÜRAT ARAŞTIRMA-I gemisi kullanılmıştır.



Şekil 1. Örnekleme istasyonları (G2: Giresun 2 mil; G8: Giresun 8 mil; T2: Trabzon 2 mil; T8: Trabzon 8 mil; T15: Trabzon 15 mil; Ç2: Çamburnu 2 mil; Ç8: Çamburnu 8 mil; P2: Pazar 2 mil; P8: Pazar 8 mil; P15: Pazar 15 mil; K2: Kemalpaşa



Şekil 2. SBE 25 CTD prob ve SBE 32 Carousel 12 şişeli deniz suyu örnekleme cihazı

Tablo 1. İstasyonlara ait koordinatlar ve istasyon derinlikleri

İstasyon Adı	Derinlik	Enlem	Boylam
G2	650 m	41° 01' 51''K	41° 01' 51''D
G8	1300 m	41° 06' 07''K	38° 34' 39''D
T2	400 m	41° 10' 24''K	39° 25' 23''D
T8	500 m	41° 15' 37''K	39° 21' 07''D
T15	1500 m	41° 21' 04''K	39° 15' 27''D
Ç2	400 m	40° 59' 44''K	40° 14' 27''D
Ç8	750 m	41° 04' 02''K	40° 07' 46''D
P2	450 m	41° 14' 27''K	40° 54' 32''D
P8	1500 m	41° 19' 28''K	40° 49' 09''D
P15	1700 m	41° 24' 33''K	40° 42' 52''D
K2	120 m	41° 31' 48''K	41° 30' 29''D
K8	350 m	41° 35' 11''K	40° 23' 42''D

2.1.2. CTD Ölçümleri

CTD ölçümleri SBE 25 CTD prob ile her istasyon için yüzeyden 100 m derinliğe kadar yerinde (*in-situ*) ölçülmüştür.

2.1.3. Yerinde (*In-situ*) Klorofil-a Ölçümleri

Yerinde (*in-situ*) klorofil-a ölçümleri CTD üzerinde bulunan WETLAB florometre kullanılarak pigment-floresan ölçümü yapılarak gerçekleştirilmiştir.

2.1.4. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) Ölçümleri

Işık ölçümleri CTD üzerinde bulunan Li-Core marka PAR cihazı ile gerçekleştirilerek istasyonların fotik (ışıklı) bölge derinlikleri hesaplanmıştır.

2.1.5. C-14 Yöntemi ile Birincil Üretimin Belirlenmesi

Birincil üretim deneyleri ICES C-14 İnkübatörü (HYDROBIOS) kullanılarak gemi üzerinde yürütülmüştür. Bu amaç için alınan deniz suyu örnekleri %80; % 45; %25; %10 ve % 1 ışık yoğunluğunda 2 saat süre ile inkübe edilmiştir (Şekil 3-5). İnkübasyon sonucunda örnekler farklı göz açıklığındaki (0,2 µm, 2 µm ve 10 µm) fitlerlerden süzümüştür (Şekil 6). Daha birkaç kimyasal serisinden (formaldehit ve derişik HCI çözeltisi) geçirilen filtreler içlerinde 5 ml sintilasyon kokteyli bulunan cam viallere alınarak LSC (Perkin Elmer TriCarb 1550) cihazında karbon aktiviteleri belirlenmiştir (Şekil 7). Elde edilen karbon aktiviteleri uygun eşitlikler yardımıyla birincil üretim miktarlarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre birincil üretim aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanacaktır;

$$P_t = \frac{\text{dpm}(a) \times \text{toplamlam CO}_2 \times 12(d) \times 1,05(e) \times 1,06(f) \times k_1 \times k_2 \times k_3}{\text{dpm}(b)} \quad (4)$$

Pt = Karbon kullanımı, mgC/m³/saat

(a) = Örnek (dpm) – karanlık (dpm) = net dpm

(b) = İlave edilen ¹⁴C standardındaki aktivite (dpm)

(c) = Deneş suyundaki toplam CO₂ konsantrasyonu mM/L

(d) = 12: karbon atom ağırlığı, mM/L'i mg/L'e çevirir

(e) = ¹⁴C için düzeltme faktörü

(f) = Deneş süresince üretilen organik maddelerin solunum için tüketilen miktarı

(k1) = Alt örnekleme için düzeltme faktörü

(k2) = Zaman faktörü

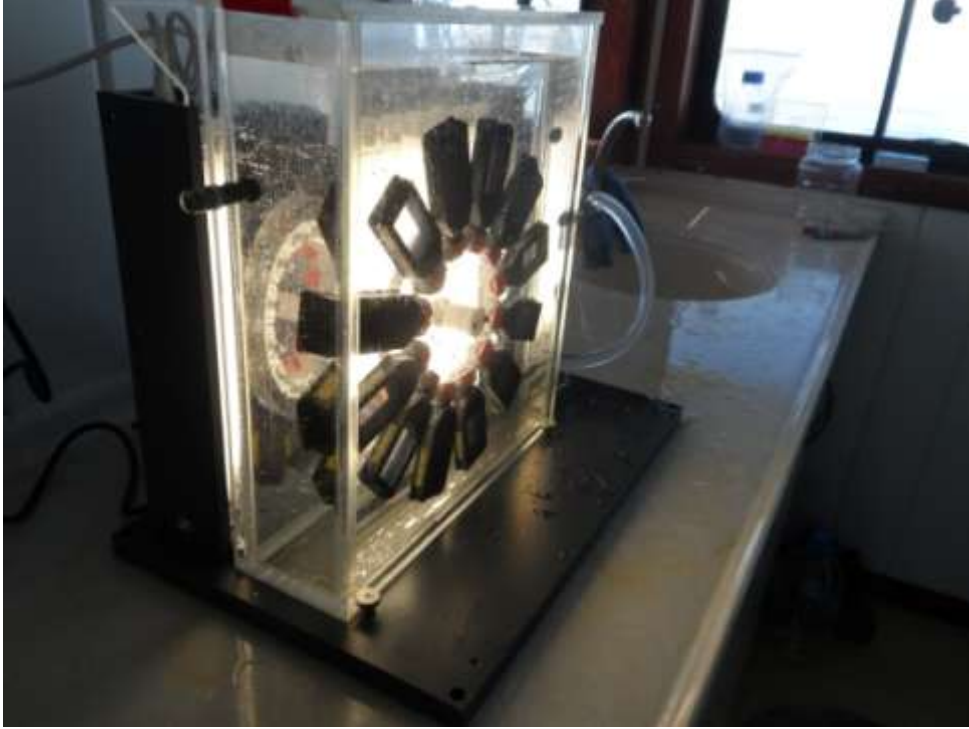
(k3) = 10³, Birim dönüştürme faktörü, mgC/L'yi mgC/m³'e çevirir.



Şekil 3. Deniz suyu örneklerine C-14 standartlarının ilave edilmesi



Şekil 4. C-14 standartları ilave edilen örneklerin ICES C-14 inkübatörüne yerleştirilmesi



Şekil 5. C-14 inkübatöründe örneklerin inkübasyon aşaması



Şekil 6. İnbüasyon sonrası örneklerin farklı göz açıklığındaki filtrelerden süzülmesi



Şekil 7. Örneklerin LSC cihazında analiz edilmesi

2.1.6. Besin Elementleri

Saha çalışmaları kapsamında deniz suyundaki temel besin elementleri (Nitrit+Nitrat, Silikat ve Fosfat) konsantrasyonları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan SEAL marka Oto-Analizör kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nitrit ve Nitrat analizi için 100 ml deniz suyu Cd-Cu kolonundan geçirilerek nitratın, nitrite indirgenmesi sağlanmış ve indirgenen örnekten 50 ml alınarak üzerine 1ml sufanilamid ve 1 ml etilendiamin çözeltisi ilave edilmiştir. Sonrasında oto-analizörde okumalar yapılmıştır (Parsons vd., 1984). Sonuçta elde edilen değer toplam nitrit ve nitrat derişimini (orijinal numunede bulunan nitrit+indirgenmiş nitrat) vermektedir. Orto fosfat analizi için su örnekleri 47 mm GF/F filtre kağıdı kullanılarak süzölmüş, 100 ml deniz suyu örneğine amonyum molibdat, sülfürik asit, askorbik asit ve potasyum antimol tartarat çözeltilerinin belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen çözeltiden 10 ml ilave edilmiştir. Sonrasında oto-analizörde okumalar yapılmıştır (Parsons vd., 1984). Silikat analizi için, 50 ml'lik ölçü silindirene 10 ml molibdat solüsyonu eklenmiş, üzerine oda sıcaklığına getirilen 25 ml'lik su örneği eklenip karıştırıldıktan sonra 10 dk beklenip üzerine 50 ml'ye tamamlanacak şekilde indirgenme reaktifi eklenerek karıştırılmıştır. 2-3 saatlik indirgenme süresi sonrasında oto-analizörde okumalar yapılmıştır (Parsons vd., 1984). Nutrientler için tayin limitleri nitrit ve nitrat için 0,5 µM, orto-fosfat için 0,125 µM ve reaktif silikat için 1,25 µM'dür

2.1.7. Verilerin Değerlendirilmesi

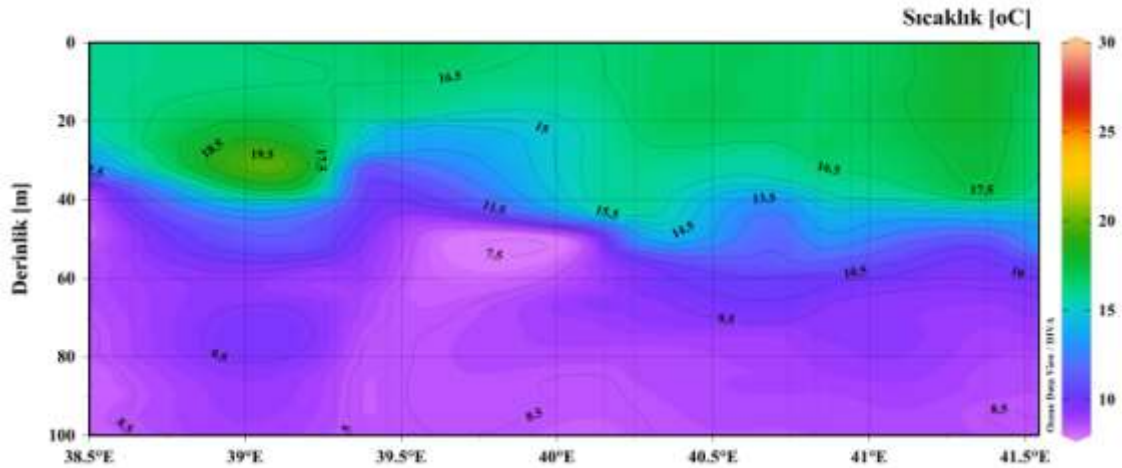
Çalışmanın yürütöldüğü dönem içerisinde farklı parametreler için elde edilen veriler arasında istatistiki farkı saptamak amacıyla "One Way ANOVA" ve "Tukey Testi" testleri uygulanmıştır. Analiz sonrasında normal dağılım göstermediği tespit edilen gruplar için "Kruskal Wallis" testi uygulanmıştır. (Sokal ve Rohlf, 1987). İstatistiki analizler ve grafikler SigmaPlot 11.0 ve ODV 4 paket programlarıyla yapılmıştır.

3. BULGULAR

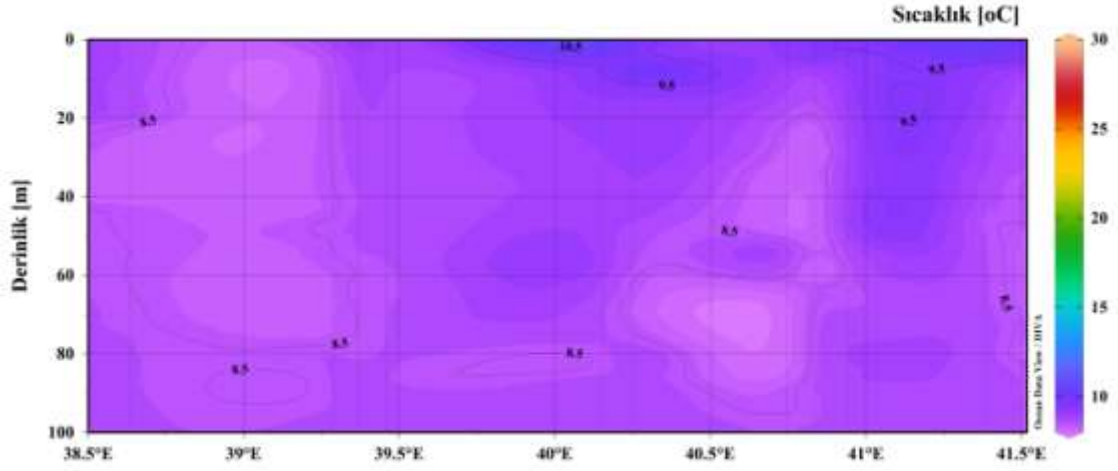
3.1. Hidrografi

3.1.1. Sıcaklık, Tuzluluk ve Oksijen

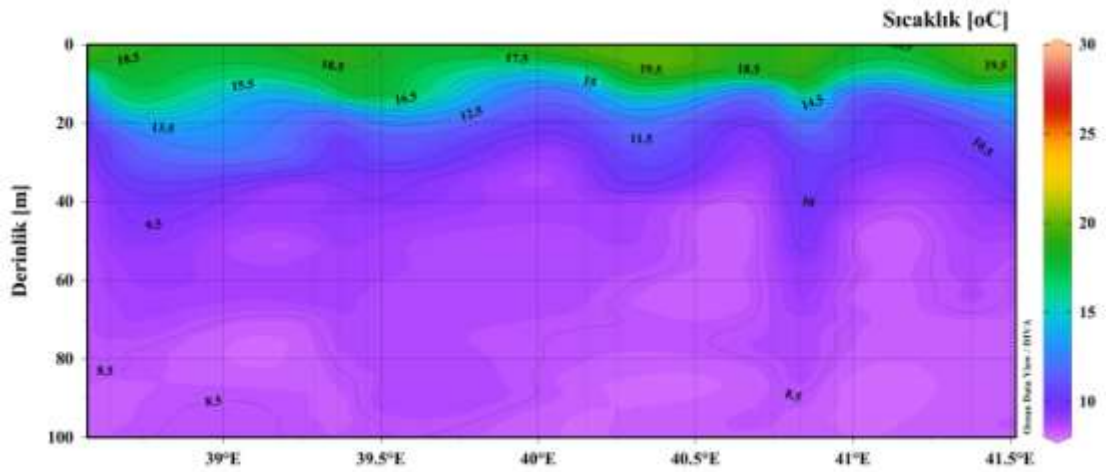
Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonlara ait sıcaklık, tuzluluk ve oksijen profilleri Şekil 8-15'te sunulmuştur. Sonbahar döneminde (Kasım 2014) deniz suyu yüzey sıcaklığı 16-18°C arasında değişim göstermiş ve yaz mevsiminden kalma mevsimsel termoklinin hala devam ettiği tespit edilmiştir (Şekil 8). Kış döneminde (Şubat 2015) deniz suyu yüzey sıcaklığı 8-10°C arasında değişirken mevsimsel termoklin tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 9). İlkbahar döneminde (Mayıs 2015) deniz suyu yüzey sıcaklığı 18-19°C arasında değişim göstermiştir. Kış döneminde yoğun dikey karışımlarla tamamen ortadan kaybolan mevsimsel termoklin tabakasının yeniden şekillenmeye başladığı tespit edilmiştir (Şekil 10). Yaz döneminde (Ağustos 2015, deniz suyu yüzey sıcaklığı sırasıyla 27-28°C arasında değişim göstermiştir (Şekil 11). Mevsimsel termoklin tabakası bu dönemde daha da belirginleşmiştir.



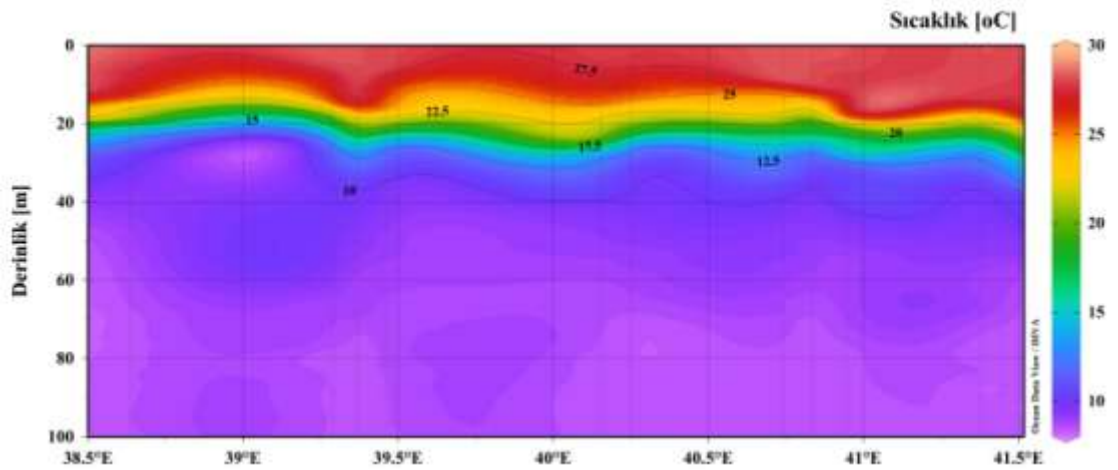
Şekil 8. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) sıcaklık profili



Şekil 9. Kış dönemi (Şubat 2015) sıcaklık profili

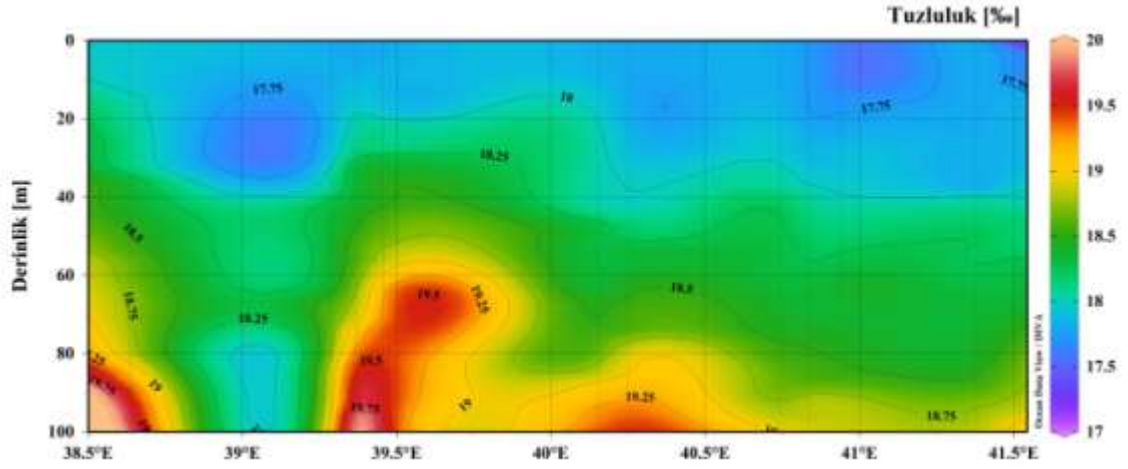


Şekil 10. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) sıcaklık profili

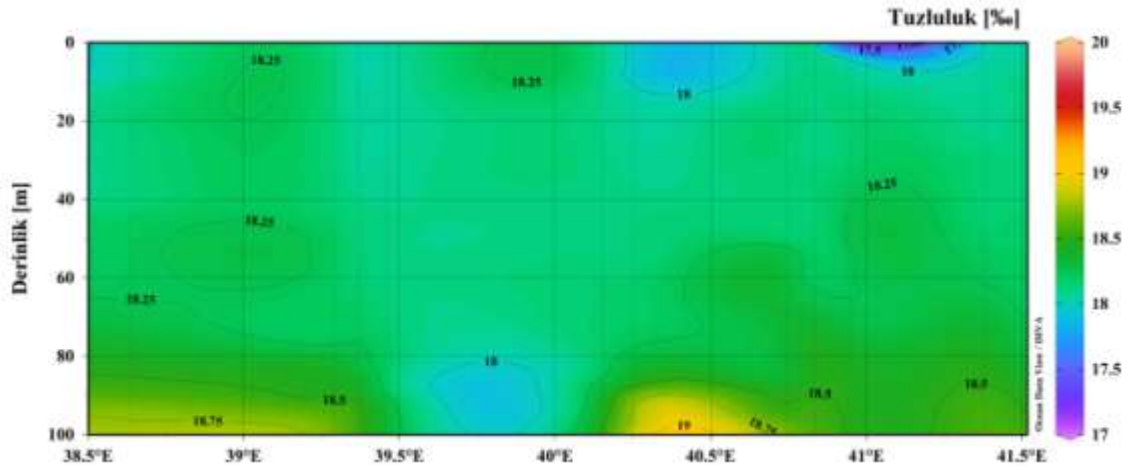


Şekil 11. Yaz dönemi (Ağustos 2015) sıcaklık profili

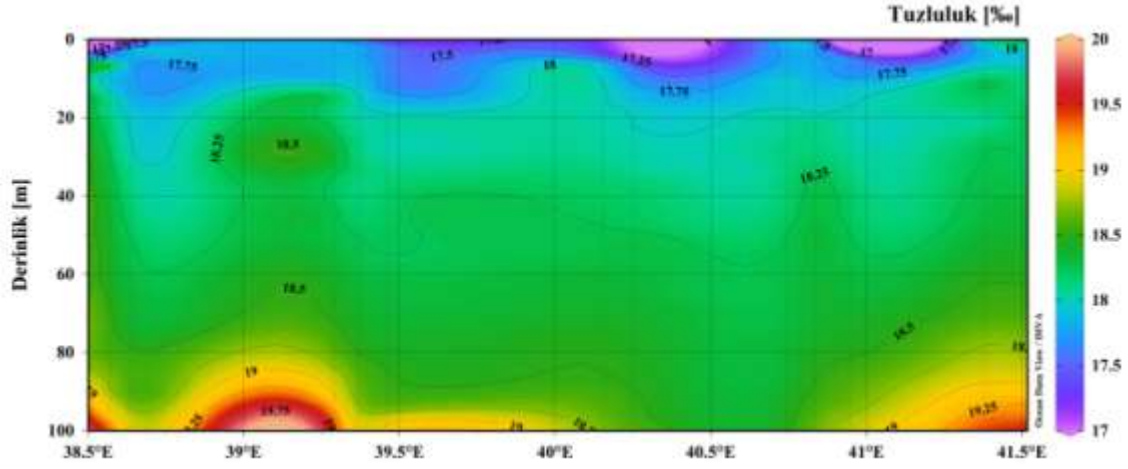
Tuzluluk profilleri ise Karadeniz'in genel karakteristiğine uygun (% 17-18) bir yapı sergilerken derinlikle beraber % 20 seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 12-15). Özellikle nehir girdisine yakın olan istasyonlarda (Kemalpaşa, Pazar ve Çamburnu) ve yağışların etkili olduğu Şubat ve Mayıs dönemlerinde yüzey suyu tuzluluk değerleri % 16'ya kadar düşmüştür. Karışımların yoğun olduğu dönemlerde (kış ve kısmen ilkbahar) su kolonu daha yeknesak yapı sergilemiştir.



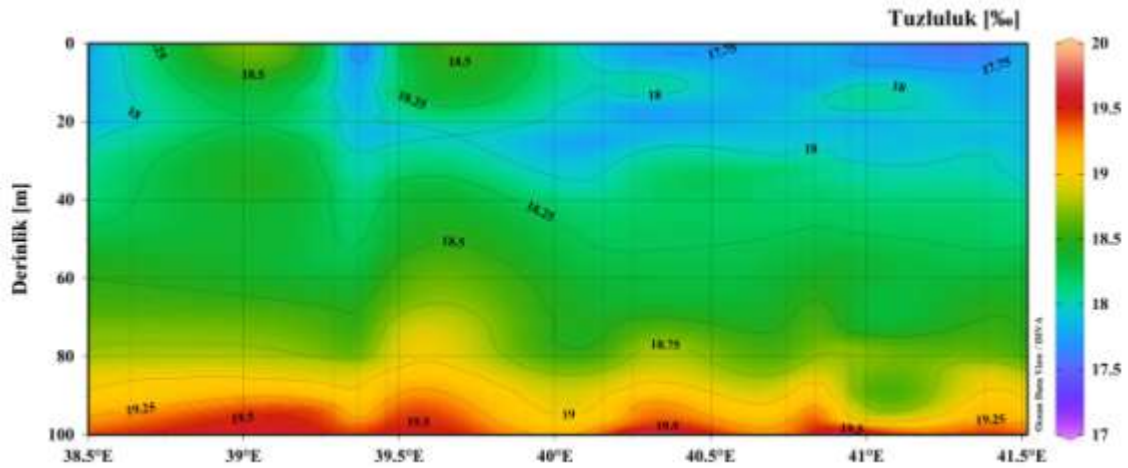
Şekil 12. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) tuzluluk profili



Şekil 13. Kış dönemi (Şubat 2015) tuzluluk profili



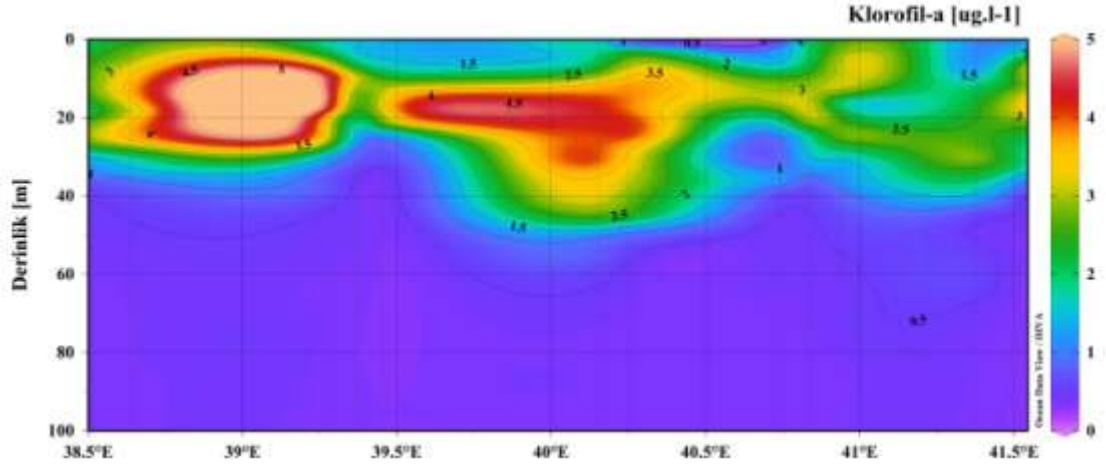
Şekil 14. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) tuzluluk profili



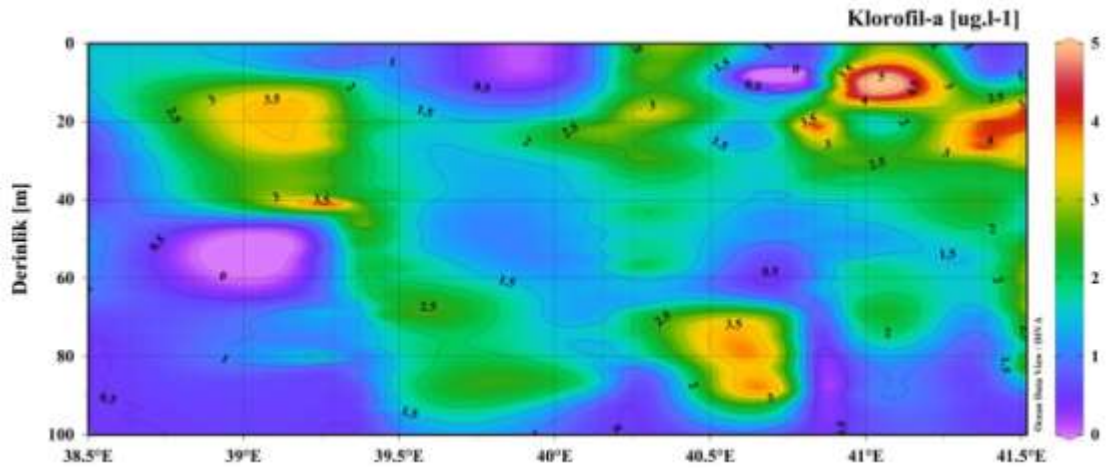
Şekil 15. Yaz dönemi (Ağustos 2015) tuzluluk profili

3.1.2. Yerinde (In-situ) Klorofil-a Ölçümleri

Sonbahar döneminde (Kasım 2014) su kolonun ilk 20 m'si bazı istasyonlarda (Çamburnu) ise 40 m'ye kadar olan su kolonu klorofil-a bakımından zengin olup, konsantrasyonlar 4,5-5 $\mu\text{g/l}$ seviyesine kadar çıkmıştır. Bu derinliklerden sonra ise klorofil-a profili daha düzenli bir yapı sergilemiştir (Şekil 16). Kış döneminde (Şubat 2015) ise klorofil-a'nın daha düzensiz olduğu görülmüştür, bu durumun dönem içerisinde meydana gelen karışımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 17). Bu dönemde Kemalpaşa istasyonları hariç klorofil-a konsantrasyonu 3,5 $\mu\text{g/l}$ 'nin üzerine çıkmamıştır.

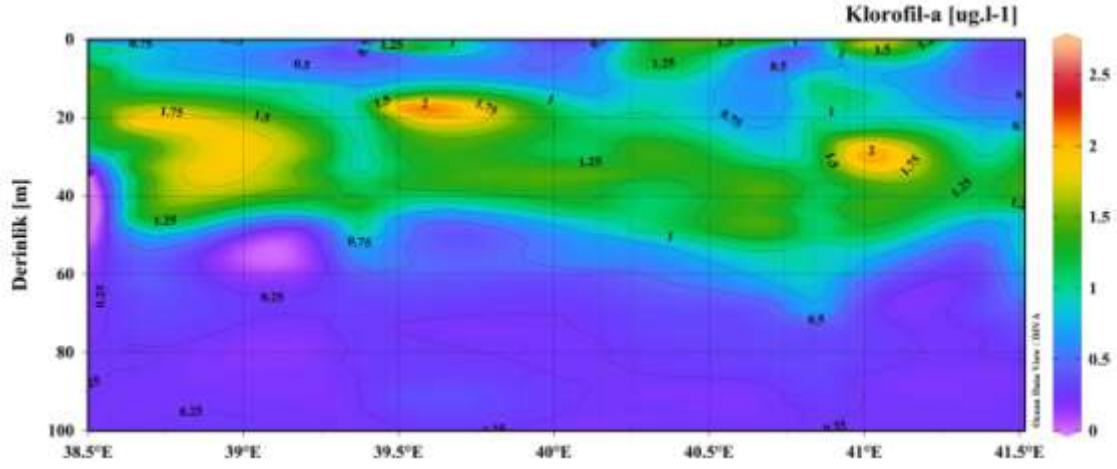


Şekil 16. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) klorofil-a profili

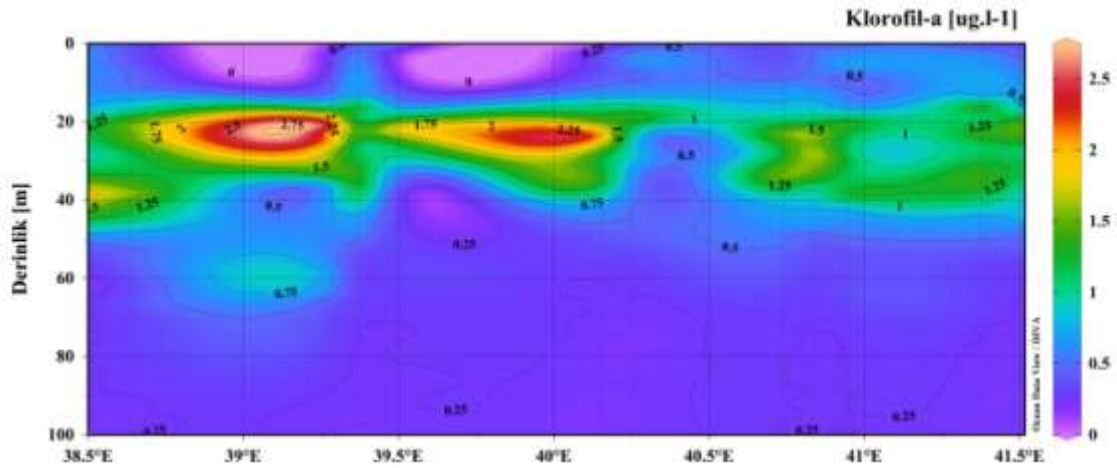


Şekil 17. Kış dönemi (Şubat 2015) klorofil-a profili

İlkbahar dönemine (Mayıs 2015) gelindiğinde su kolonunun ilk 40-50 m'si klorofil-a konsantrasyonu bakımından daha zengin bir yapı sergilemiştir. Ancak, nehir girdisinin yoğun olduğu ve buna bağlı olarak besin elementi konsantrasyonunun fazla olduğu bu dönemde klorofil-a konsantrasyonu $2,5 \mu\text{g/l}$ 'yi geçmemiştir (Şekil 18). Mevsimsel termoklinin daha da belirginleştiği yaz döneminde ise klorofil-a konsantrasyonu önceki dönemlere oranla düşük olup, en yüksek konsantrasyonlar ($2,75 \mu\text{g/l}$) genel olarak 20 m'lerde tespit edilmiştir (Şekil 19).



Şekil 18. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) klorofil-a profili

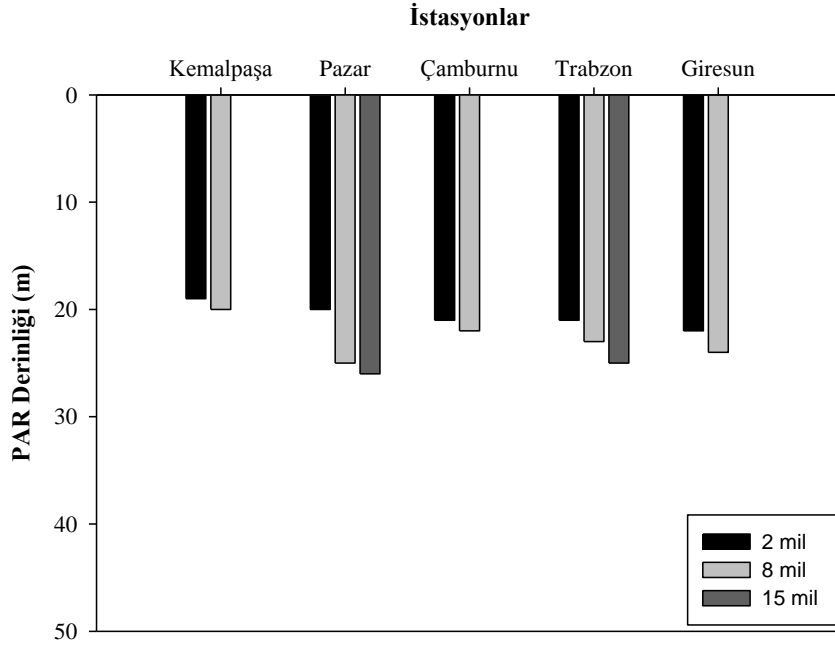


Şekil 19. Yaz dönemi (Kasım 2014) klorofil-a profili

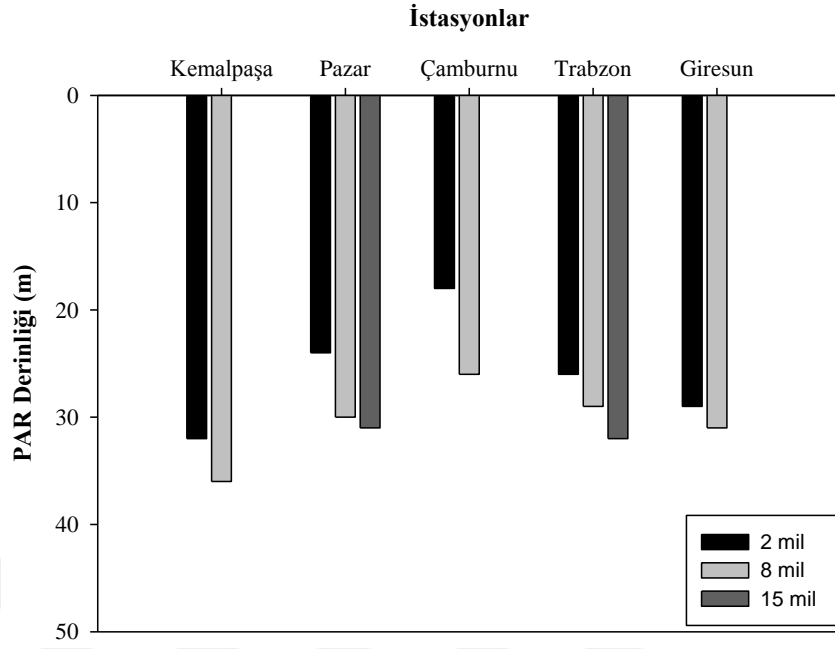
3.1.3. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)

Fotik (ışıklı) bölge derinliğini belirlemek için istasyonlarda yapılan PAR ölçümleri ve mevsime bağlı değişimi Şekil 20-23'te sunulmuştur. Sonbahar döneminde (Kasım 2014) PAR derinliği 19-26 m arasında değişirken en yüksek değerler 15 deniz mili mesafesinde yer alan Trabzon ve Pazar istasyonlarında sırasıyla 25 ve 26 m olarak kaydedilmiştir (Şekil 20). Su kolonun daha homojen olduğu kış döneminde (Şubat 2015) döneminde ise PAR daha derinlerde ölçülmüştür. Bu dönem içerisinde PAR değerleri 18-36 m arasında değişirken en yüksek değer K8 istasyonunda okunmuştur (Şekil 21).

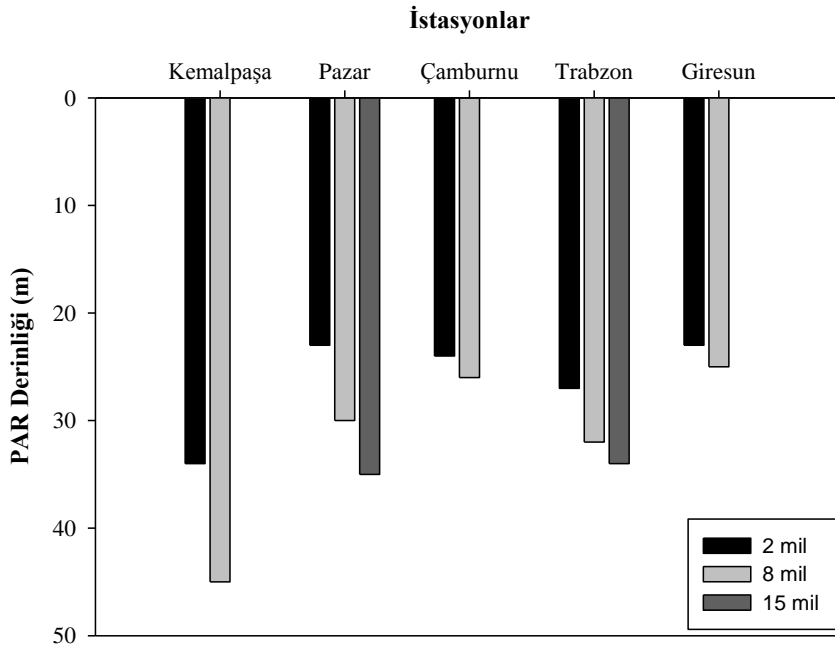
İlkbahar döneminde (Mayıs 2015) PAR derinliği 23-45 m arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde PAR derinliği en yüksek (45 m) 8 mil açıkta bulunan Kemalpaşa istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 22). Yaz döneminde (Ağustos 2015) ise PAR derinliği 31-40 m arasında ölçülmüş olup en yüksek PAR derinliği 40 m olarak K8 istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 23).



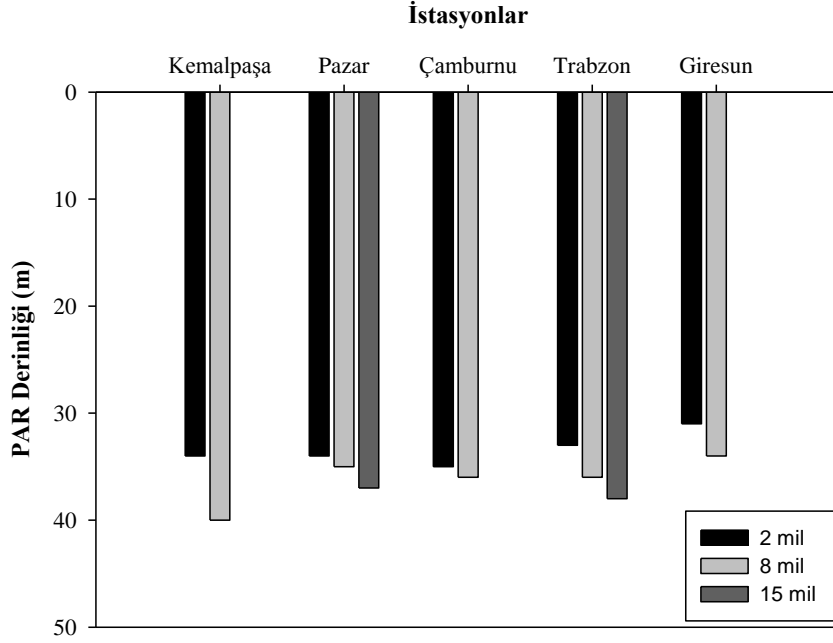
Şekil 20. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri



Şekil 21. Kış dönemi (Şubat 2015) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri



Şekil 22. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri

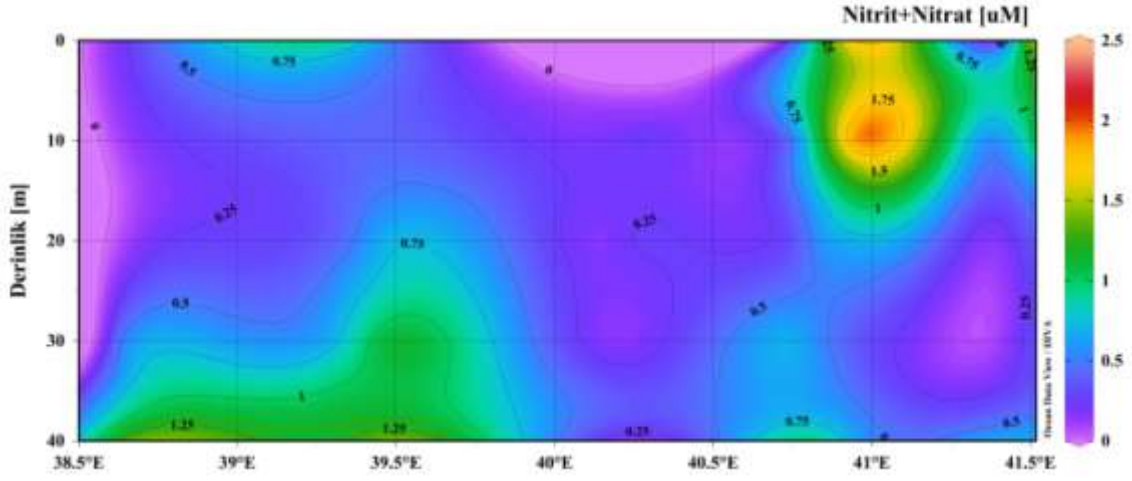


Şekil 23. Yaz dönemi (Ağustos 2015) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri

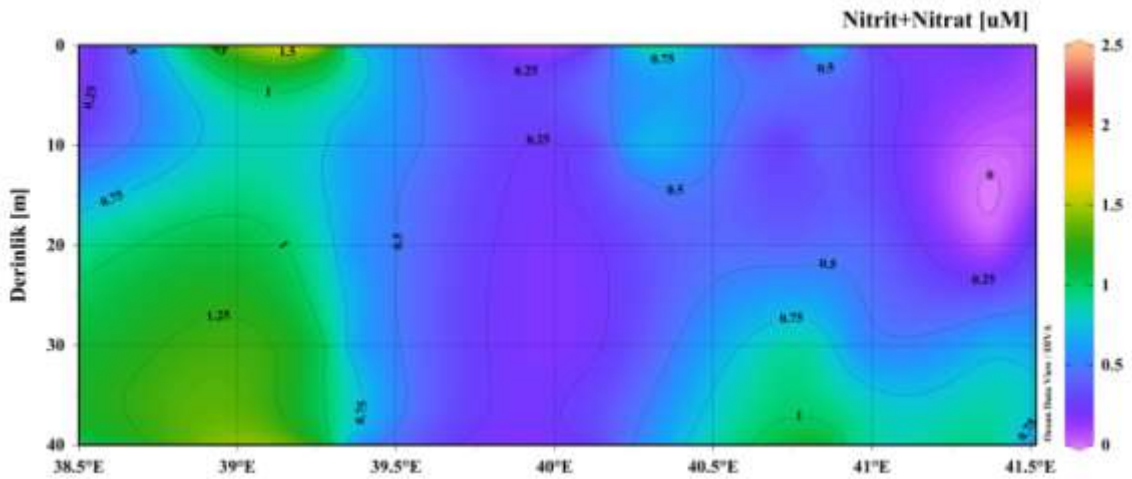
3.2. Besin Elementleri

İstasyonlara ait besin elementlerine ait profiller Şekil 24-35'te sunulmuştur. Genel olarak sonbahar döneminde (Kasım 2014) besin elementi konsantrasyonu yüksek olup kış döneminde (Şubat 2015 kış) fitoplanktonik aktiviteye bağlı olarak düşüş göstermiştir. Sonbahar döneminde besin elementleri ortalama konsantrasyonu NO_2+NO_3 , o- PO_4 ve SiO_2 sırasıyla $0,59 \mu\text{M}$, $0,06 \mu\text{M}$ ve $4,24 \mu\text{M}$ olarak tespit edilmiştir. Kış döneminde NO_2+NO_3 , o- PO_4 ve SiO_2 sırasıyla $0,60 \mu\text{M}$, $0,06 \mu\text{M}$ ve $2,04 \mu\text{M}$ olarak tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde (Mayıs 2015) önceki dönemlerde daha yüksek olarak ölçülen besin elementi konsantrasyonları daha da düşüş göstermiştir ve dönemde NO_2+NO_3 , o- PO_4 ve SiO_2 sırasıyla $0,04 \mu\text{M}$, $0,03 \mu\text{M}$ ve $1,94 \mu\text{M}$ olarak tespit edilmiştir. Yaz dönemine (Ağustos 2015) gelindiğinde daha da belirginleşen termoklin tabakası besin elementince zengin olan alt tabakalardan karışımlara üst tabakaya olan girişleri engellemiş ve bu dönemde nütrient konsantrasyonları daha düşük oranda ve NO_2+NO_3 , o- PO_4 ve SiO_2 sırasıyla $0,23 \mu\text{M}$, $0,03 \mu\text{M}$ ve $1,55 \mu\text{M}$ olarak tespit edilmiştir.

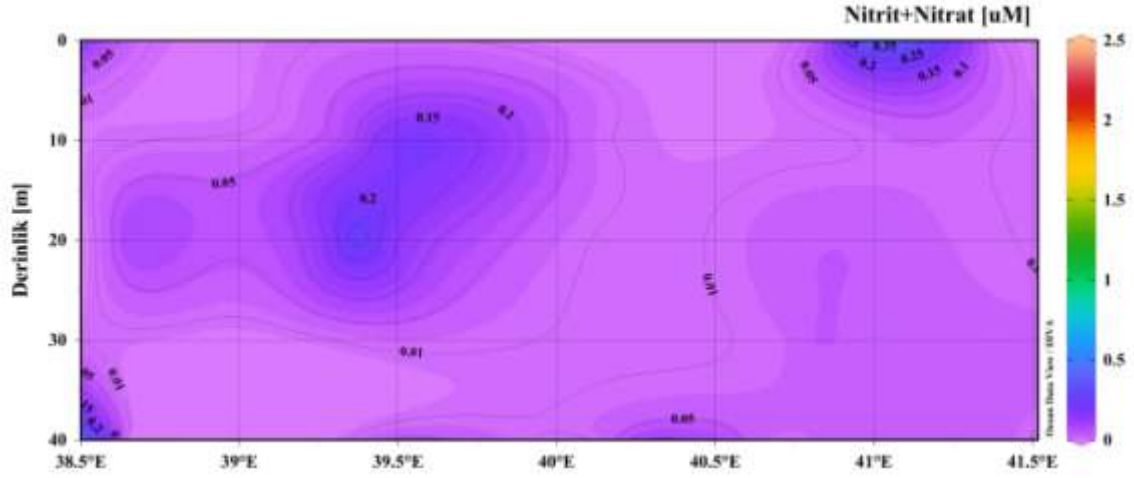
NO₂+NO₃ konsantrasyonları genel olarak karışımların ve fitoplanktonik aktivitenin düşük olduğu sonbahar (0,001-2,121 µM) ve kış (0,014-1,55 µM) dönemlerinde daha yüksek konsantrasyonlarda okunurken ilkbahar (0,001-0,606 µM) ve yaz (0,001-0,877) mevsimlerinde daha düşük konsantrasyonlarda kaydedilmiştir (Şekil 24-27). Derinlik açısından bir değerlendirme yapıldığında ise yüksek konsantrasyonlar yaz dönemi hariç (Ç2 istasyonunda 40 m) genellikle 10-20 m derinliklerde okunmuştur. İstatistik olarak bir değerlendirme yapıldığında mevsimsel NO₂+NO₃ konsantrasyonları arasında istatistik olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (One-Way ANOVA, p<0,05).



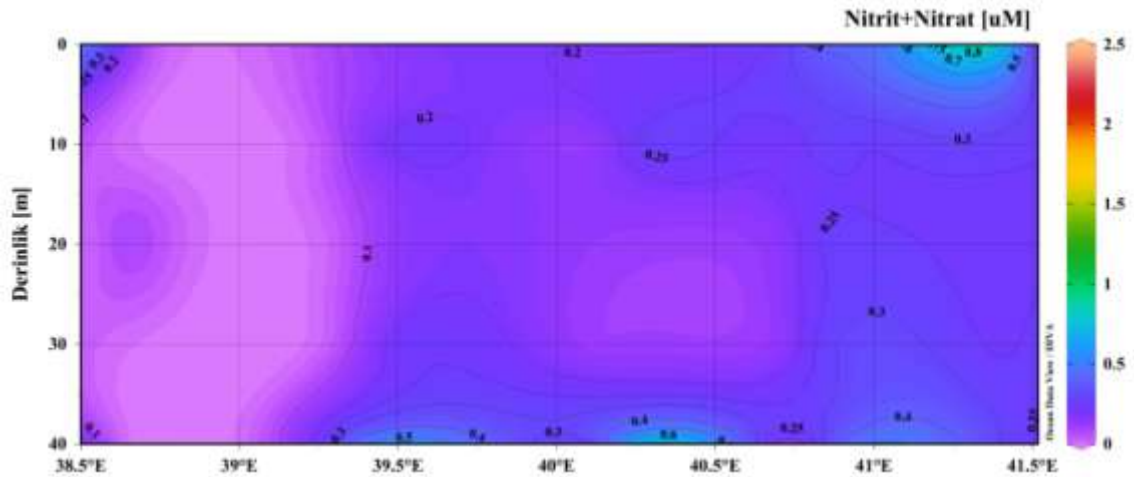
Şekil 24. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) Nitrit+Nitrat profili



Şekil 25. Kış dönemi (Şubat 2015) Nitrit+Nitrat profili

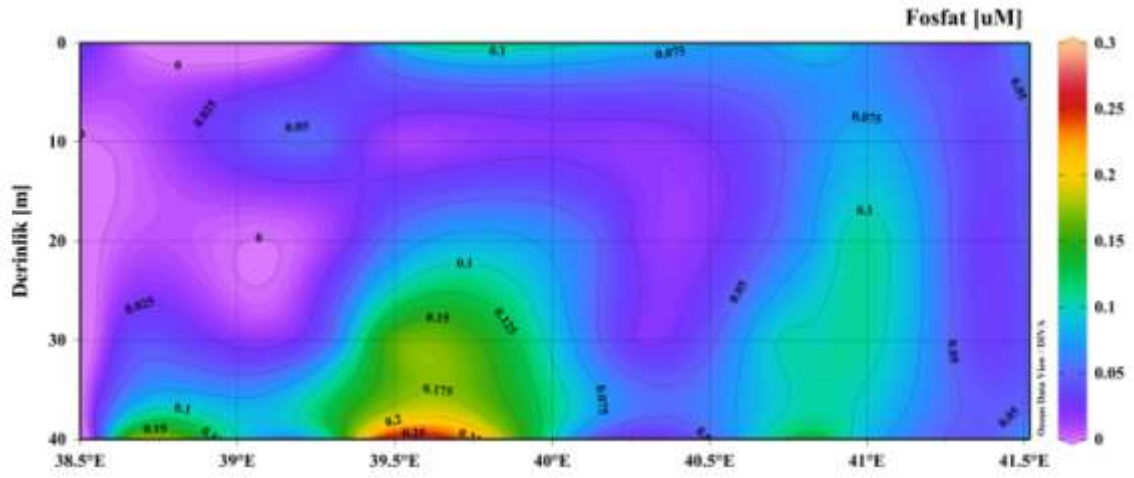


Şekil 26. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) Nitrit+Nitrat profili

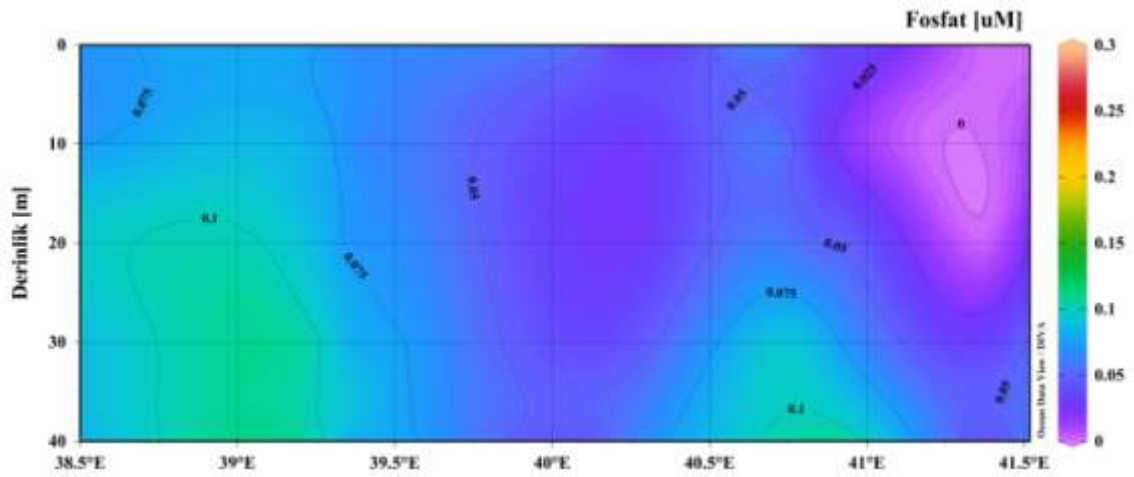


Şekil 27. Yaz dönemi (Ağustos 2015) Nitrit+Nitrat profili

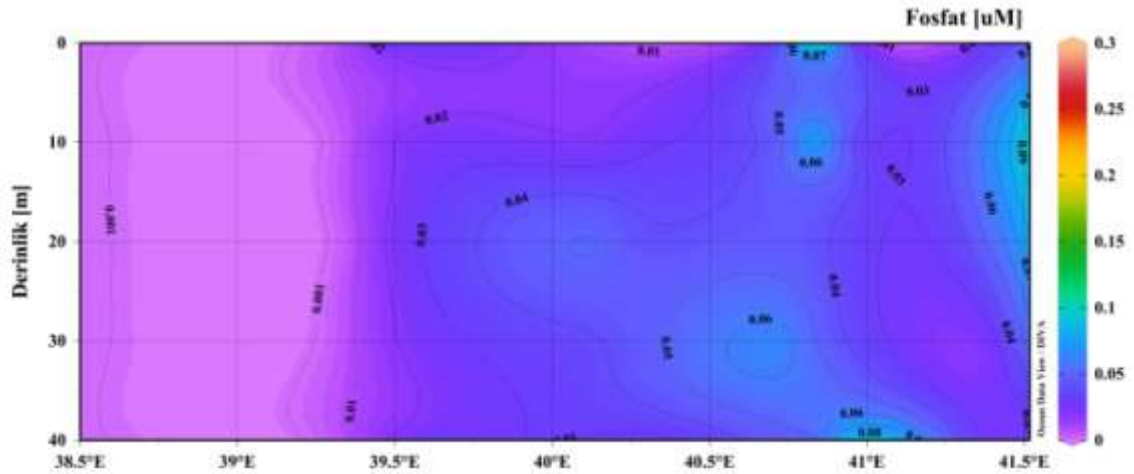
Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonların o-PO₄ konsantrasyonları genel olarak 0,5 µM'un altında kalmıştır. En yüksek konsantrasyona sonbahar (0,001-0,284 µM) döneminde rastlanırken en düşük değerler ilkbahar ve yaz (0,001-0,138 µM) dönemlerinde okunmuştur (Şekil 28-31). Derinliğe göre bir değerlendirme yapıldığında ise sonbahar (T2 40 m) ve kış (P8 40 m) dönemlerinde daha derinler yüksek konsantrasyonla karakterize olurken ilkbahar (P8 yüzey) ve yaz (P8 20m) mevsimlerinde yüzey sularının o-PO₄ bakımından daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Çalışma dönemi boyunca o-PO₄ konsantrasyonları da istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermiştir (One-Way ANOVA, p<0,05).



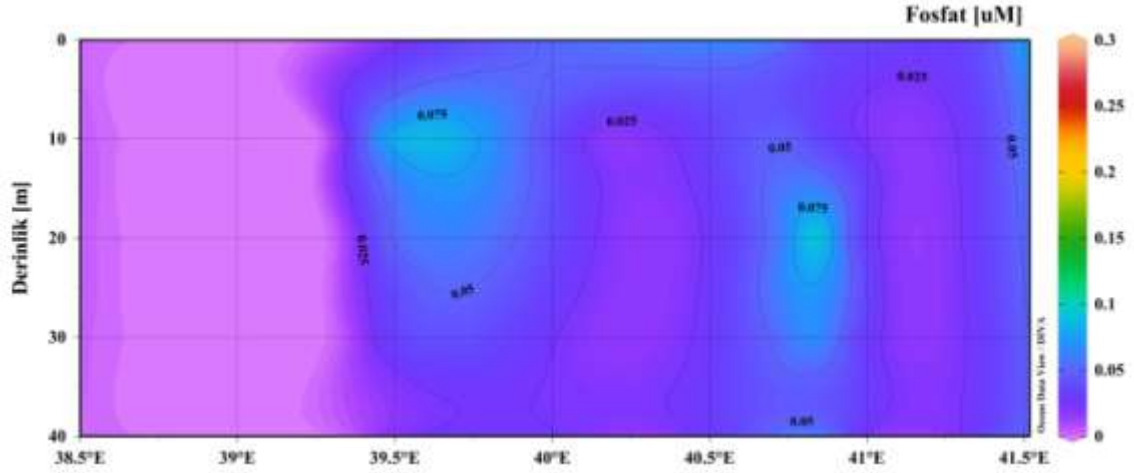
Şekil 28. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) Fosfat profili



Şekil 29. Kış dönemi (Şubat 2015) Fosfat profili

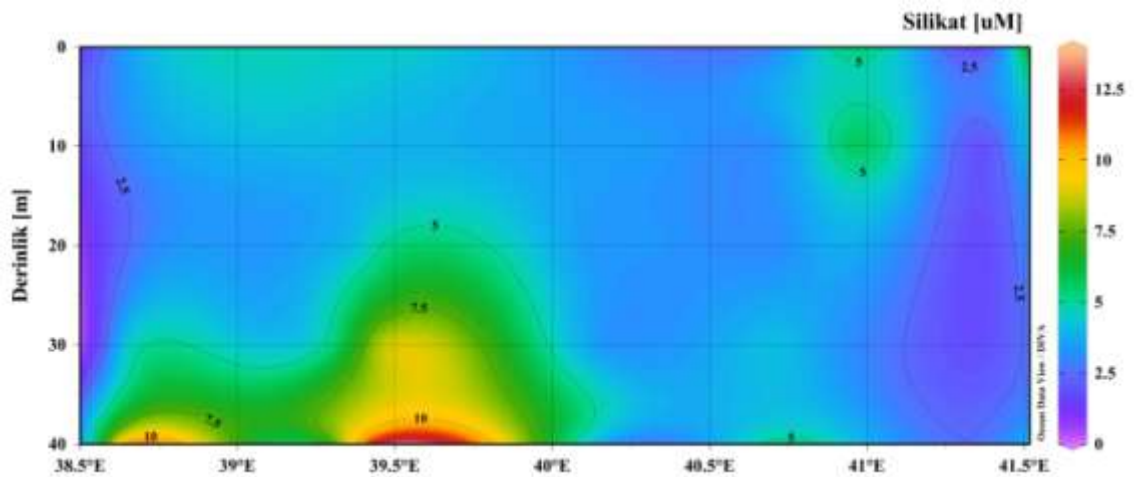


Şekil 30. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) Fosfat profili

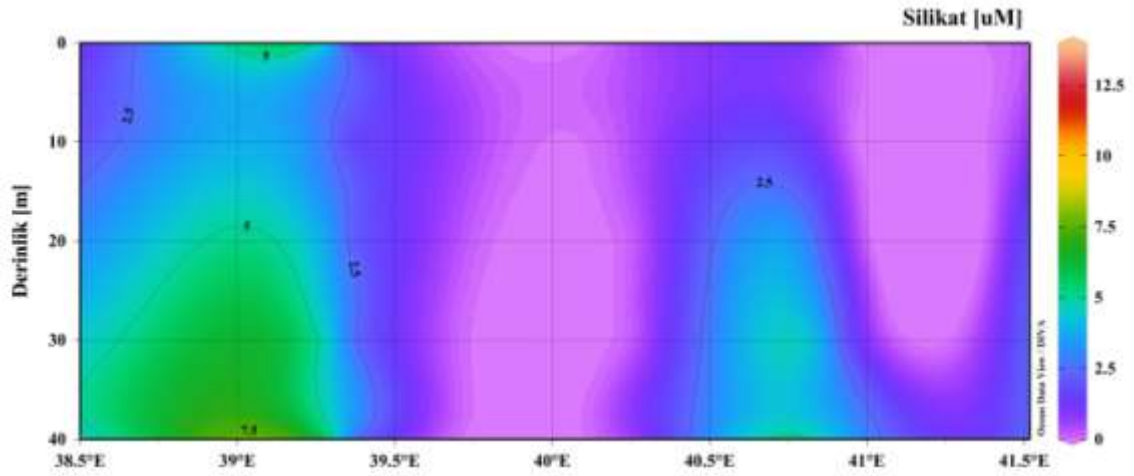


Şekil 31. Yaz dönemi (Ağustos 2015) Fosfat profili

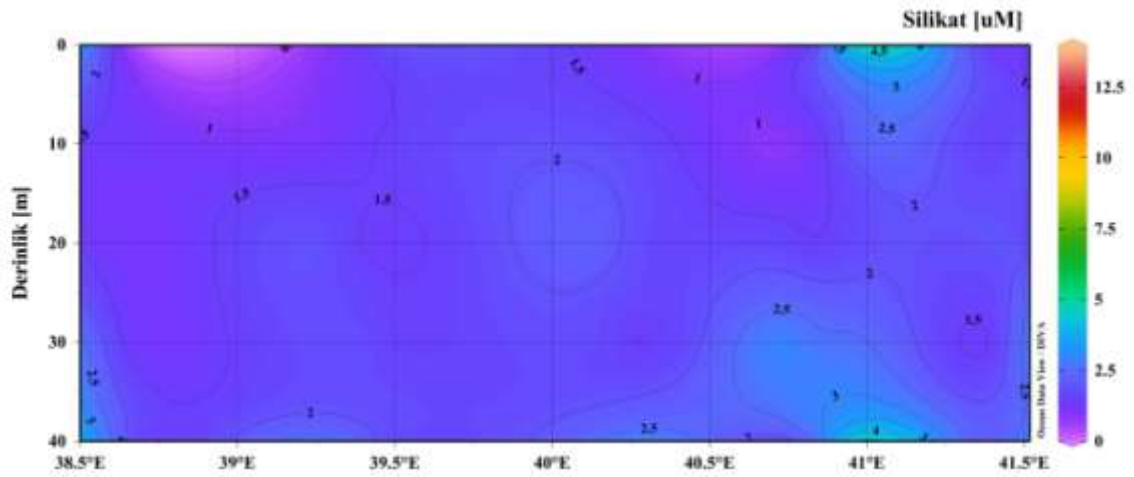
İstasyonlarda en yüksek konsantrasyonlarda okunan SiO_2 derinliğe bağlı olarak artan profil sergilemiştir (Şekil 32-35). Çalışma süresince en yüksek değerler sonbahar (1,582-13,625 μM) ve kış (0,01-6,303 μM) dönemlerinde kaydedilmiştir. İlkbahar (0,603-4,572 μM) ve yaz (0,275-5,192 μM) dönemlerinde ise önceki dönemlere göre konsantrasyonlarda düşüş gözlenmiştir. Derinliğe göre bir değerlendirme yapıldığında ise istasyonlarda yüzey suları daha düşük konsantrasyona sahipken derin olan noktalar (40 m) daha yüksek konsantrasyonla karakterize olmuştur. İstatistiki açıdan SiO_2 önemli mevsimsel farklılıklar göstermiştir (One-Way ANOVA, $p < 0,05$).



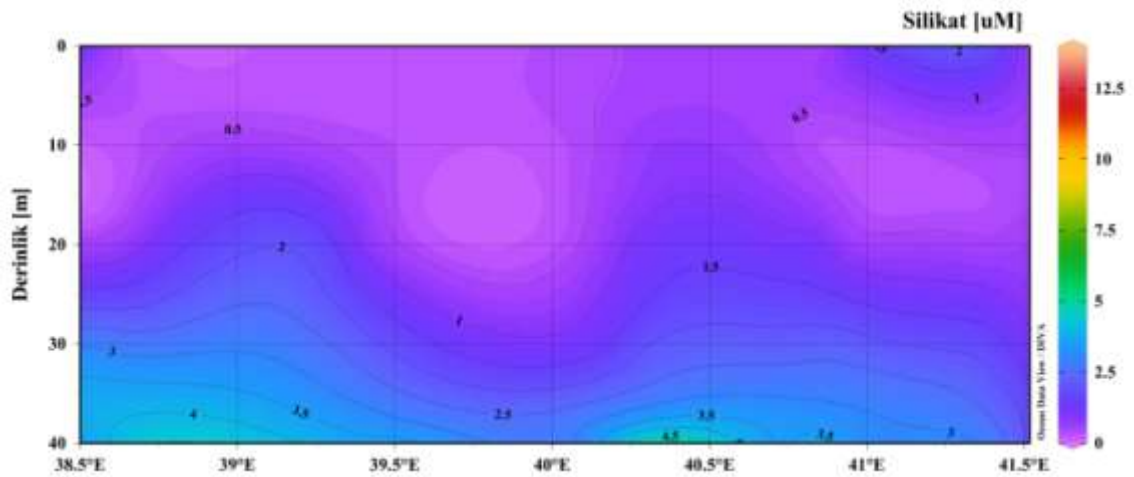
Şekil 32. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) Silikat profili



Şekil 33. Kış dönemi (Şubat 2015) Silikat profili



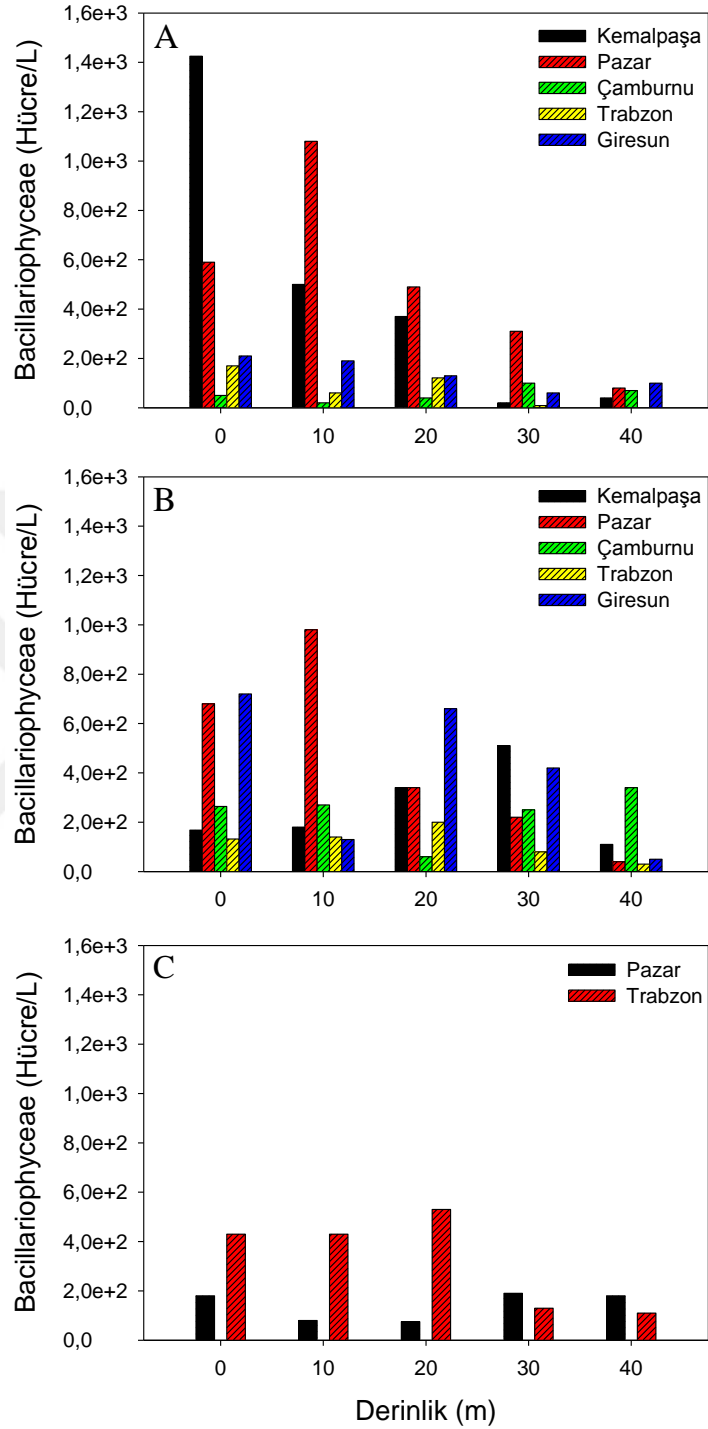
Şekil 34. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) Silikat profili



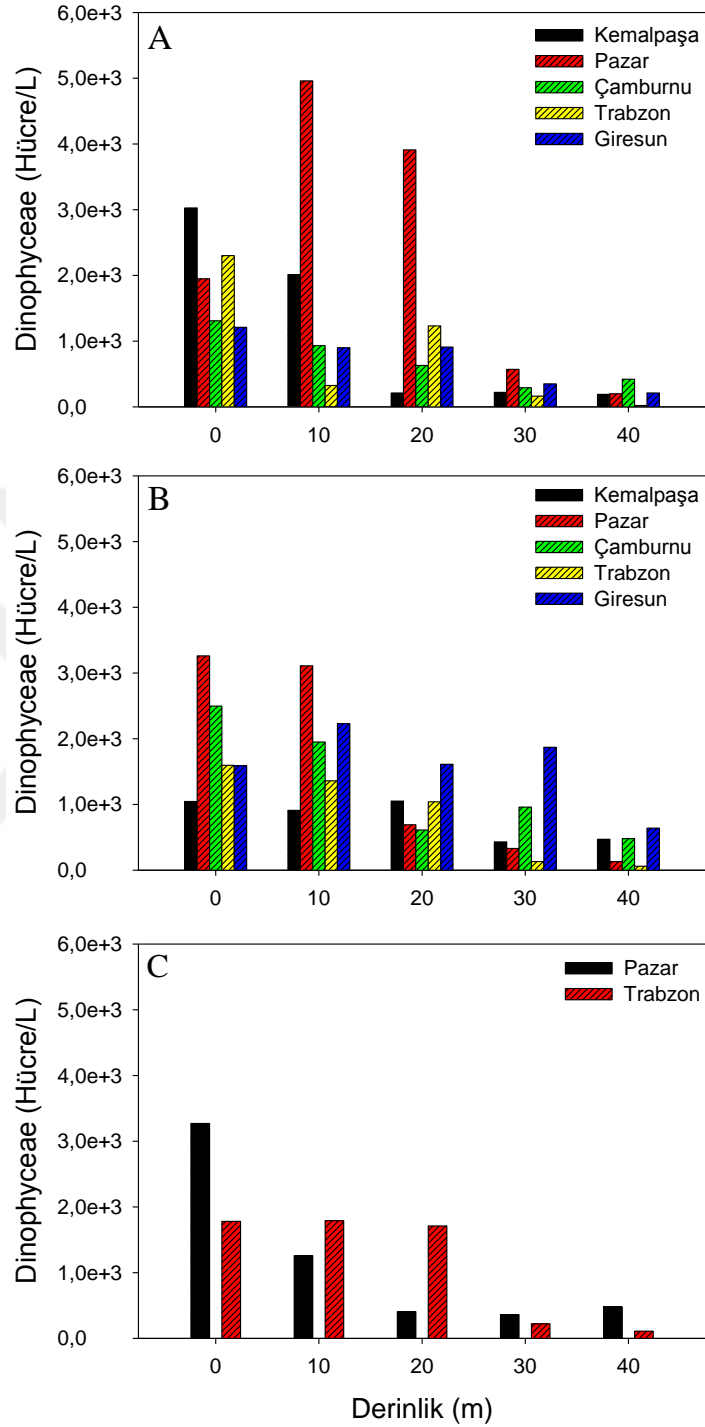
Şekil 35. Yaz dönemi (Ağustos 2015) Silikat profili

3.3. Fitoplankton

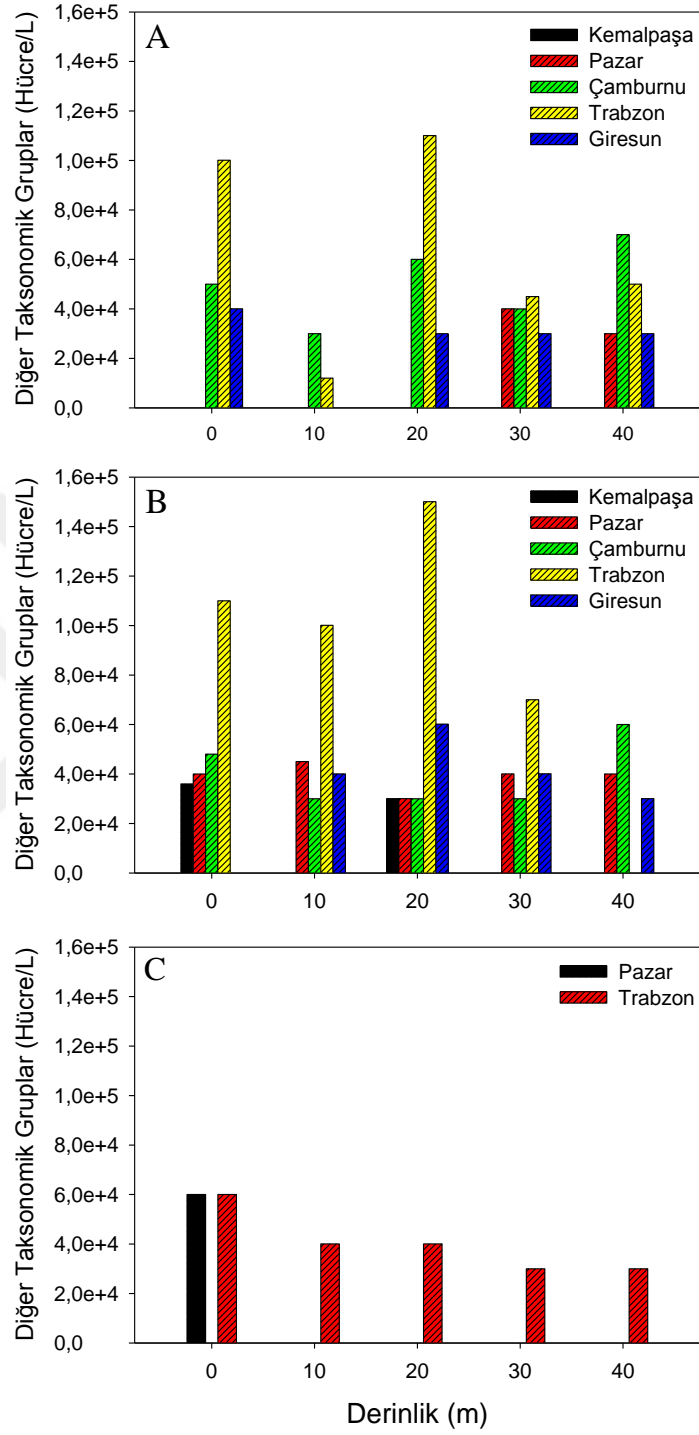
İstasyonlara ait fitoplankton hücre bollukları Şekil 36-51’de sunulmuştur. Sonbahar döneminde (Kasım 2014) Dinophyceae (maksimum 5×10^3 hücre/l) ve diğer taksonomik grupların (maksimum $1,5 \times 10^5$ hücre/l) baskınlığı dikkat çekerken kış dönemine (Şubat 2015) girildiğinde gerek hücre bolluklarındaki artış ve gerekse Bacillariophyceae (maksimum 3×10^5 hücre/l) yoğunluğundaki artış dikkat çekmektedir. Diğer taksonomik gruplar içerisinde değerlendirilen *Emiliana huxleyi* bütün istasyonlarda yüksek oranda temsil edilmiştir (Şekil 36-43). İlkbahar döneminde (Mayıs 2015) ise Dinophyceae (maksimum 1×10^4 hücre/l) ve diğer taksonomik grupların (maksimum 4×10^4 hücre/l) yoğunluğu dikkat çekerken, önceki dönemlere kıyasla Bacillariophyceae grubunun hücre sayılarında bir azalış gözlenmiştir. Yaz döneminde (Ağustos 2015) kantitatif fitoplankton yoğunluğu diğer dönemlere göre oldukça düşüş göstermiş ve hücre sayıları 3×10^3 hücre/l’nin altında kalmıştır (Şekil 44-51). İstasyonlar toplam hücre bolluğu açısından değerlendirildiğinde kış mevsimi maksimum $4,1 \times 10^5$ hücre/l ile en baskın dönem olurken bunu sonbahar (maksimum $1,5 \times 10^5$ hücre/l) ve ilkbahar mevsimi (maksimum 5×10^4 hücre/l) takip etmiştir (Şekil 39, 43, 47, 41). İstatistiki olarak bir değerlendirme yapıldığında Bacillariophyceae hücre sayısı bütün mevsimler arasında istatistiki olarak farklılık gösterirken, Dinophyceae sonbahar ve Kış mevsimi hariç bütün mevsimler arasında, diğer taksonomik gruplar sadece sonbahar ve yaz mevsimi arasında istatistiki farklılıklar tespit edilmiştir (One-Way ANOVA, $p < 0,05$). Benzer şekilde toplam hücre bolluğu da sonbahar ve ilkbahar mevsimi hariç bütün mevsimler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermiştir (One-Way ANOVA, $p < 0,05$).



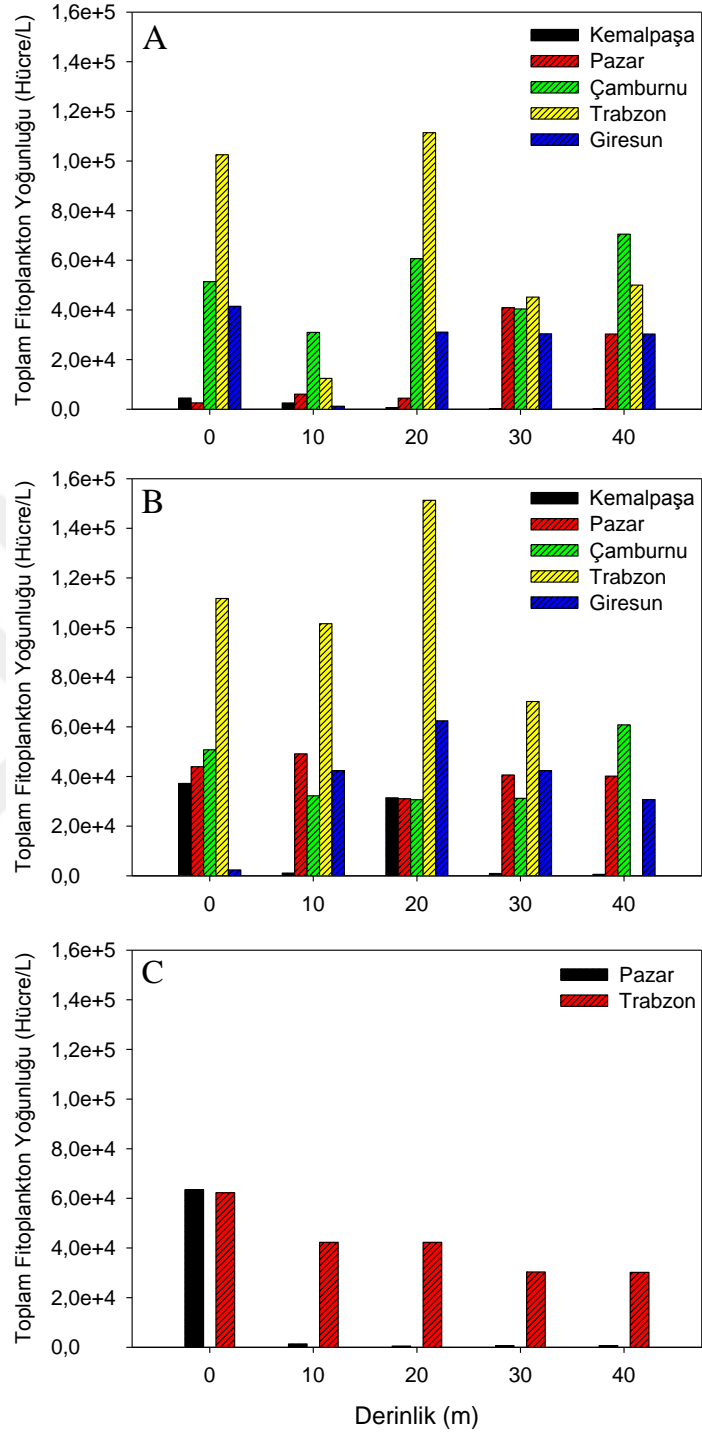
Şekil 36. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait “Bacillariophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



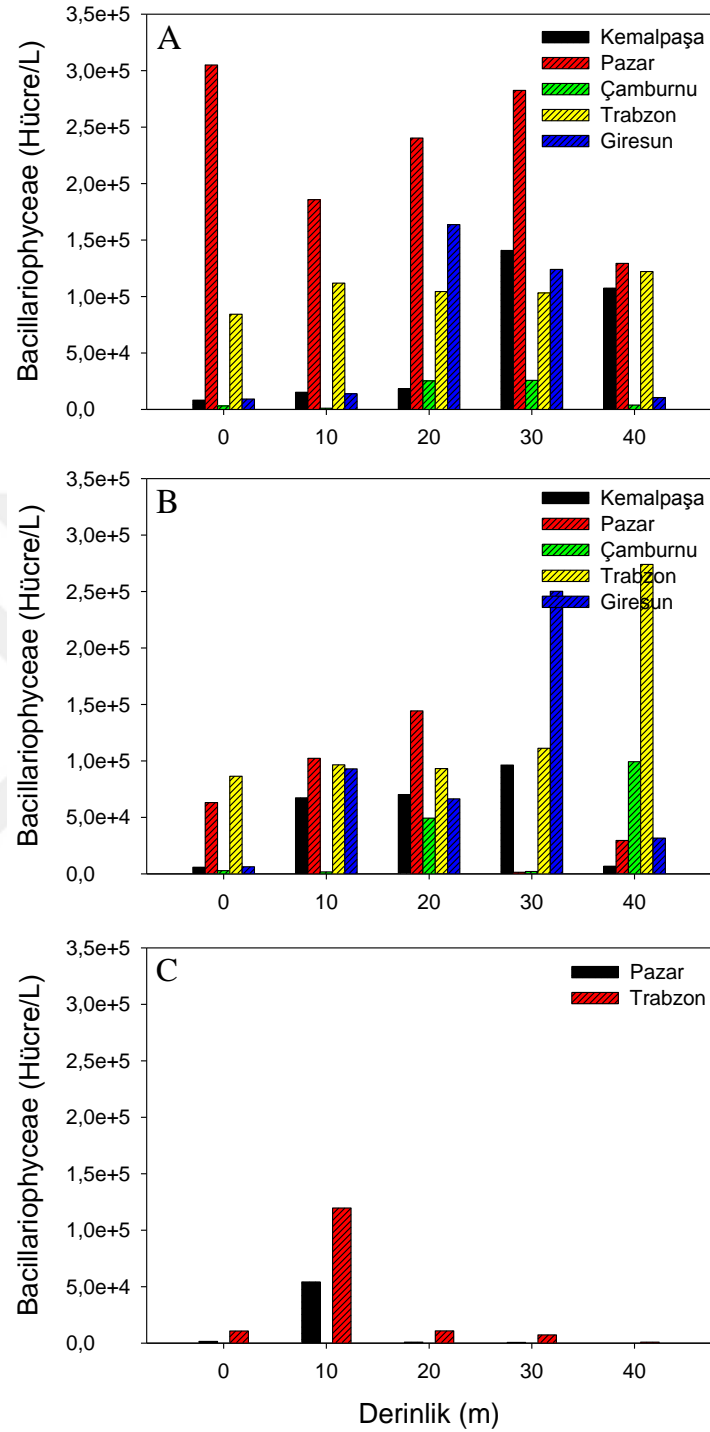
Şekil 37. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



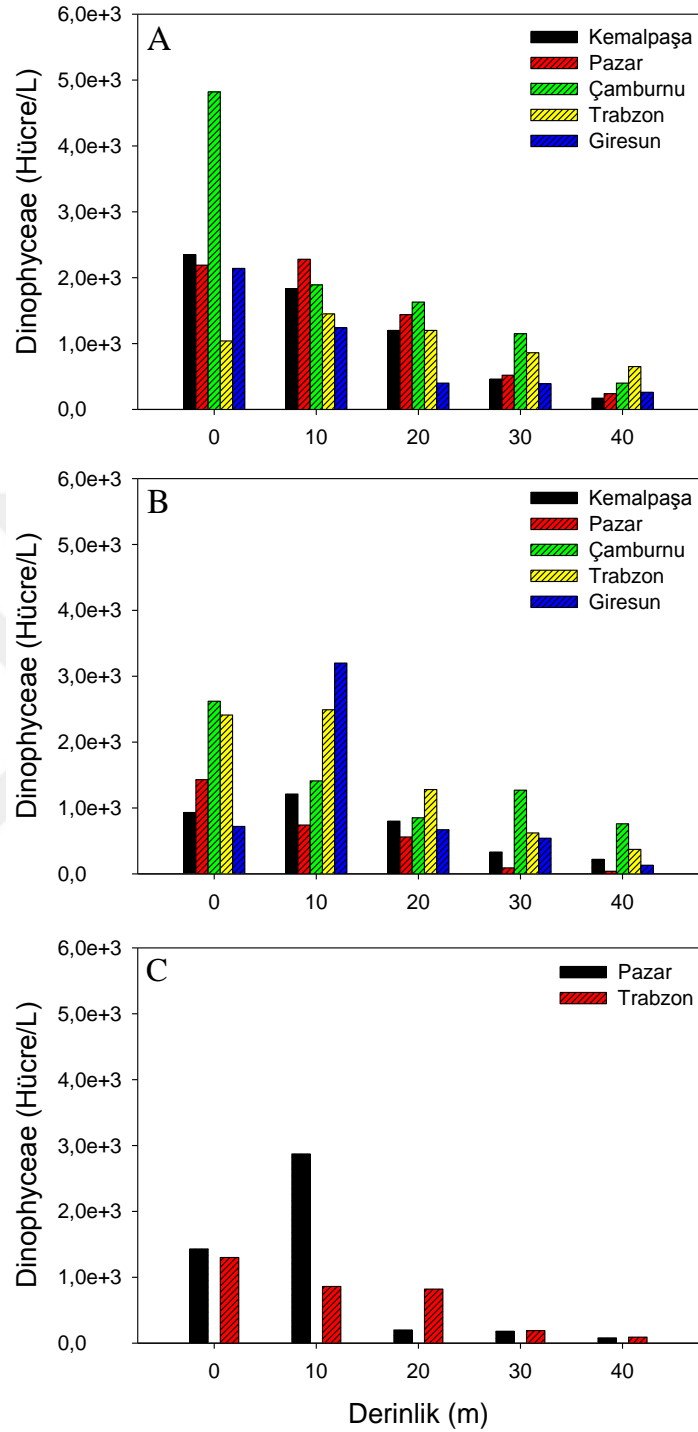
Şekil 38. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



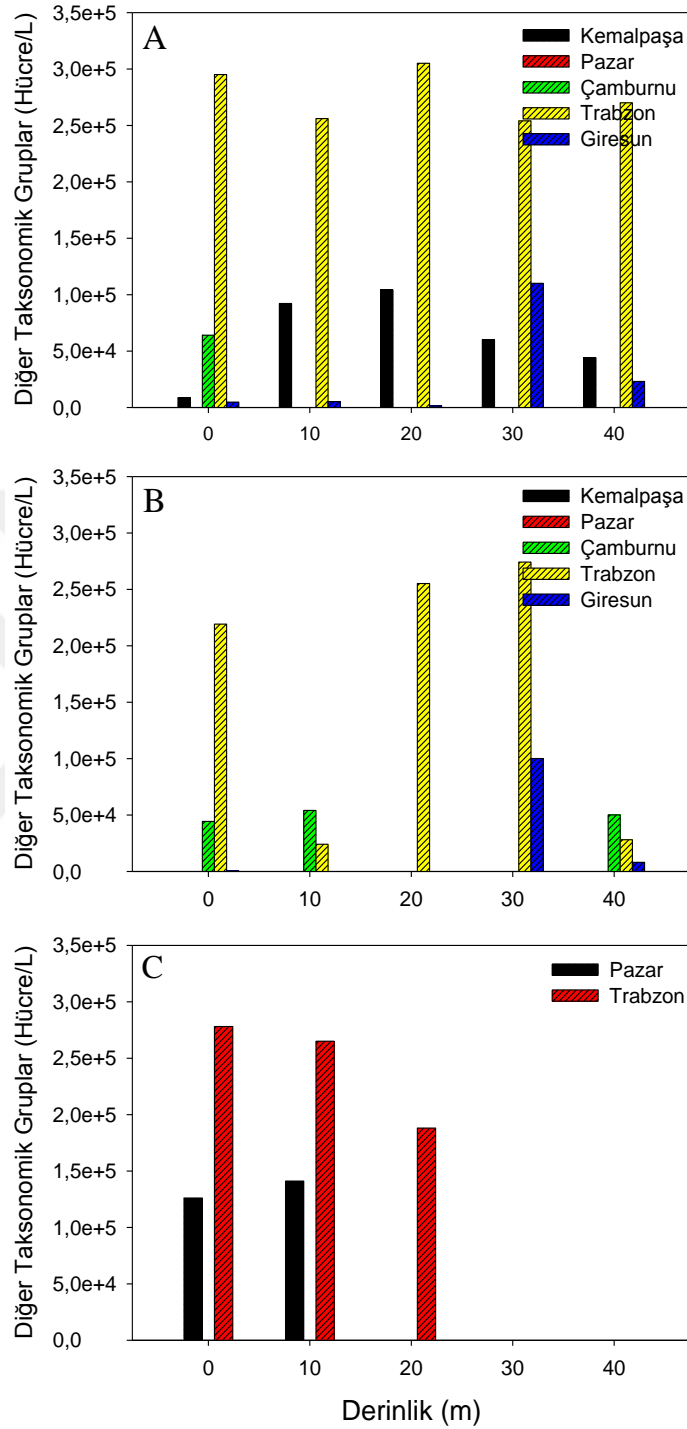
Şekil 39. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) istasyonlara ait toplam fitoplankton hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



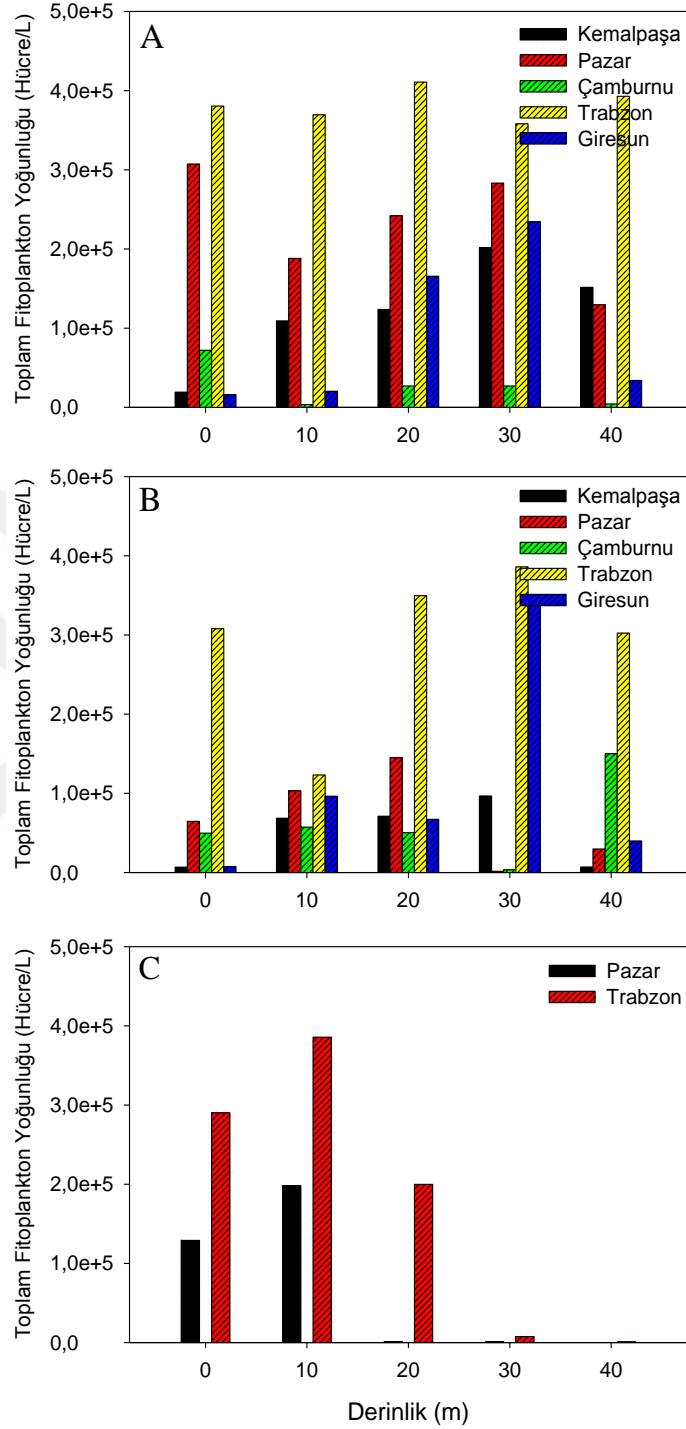
Şekil 40. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait “Bacillariophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



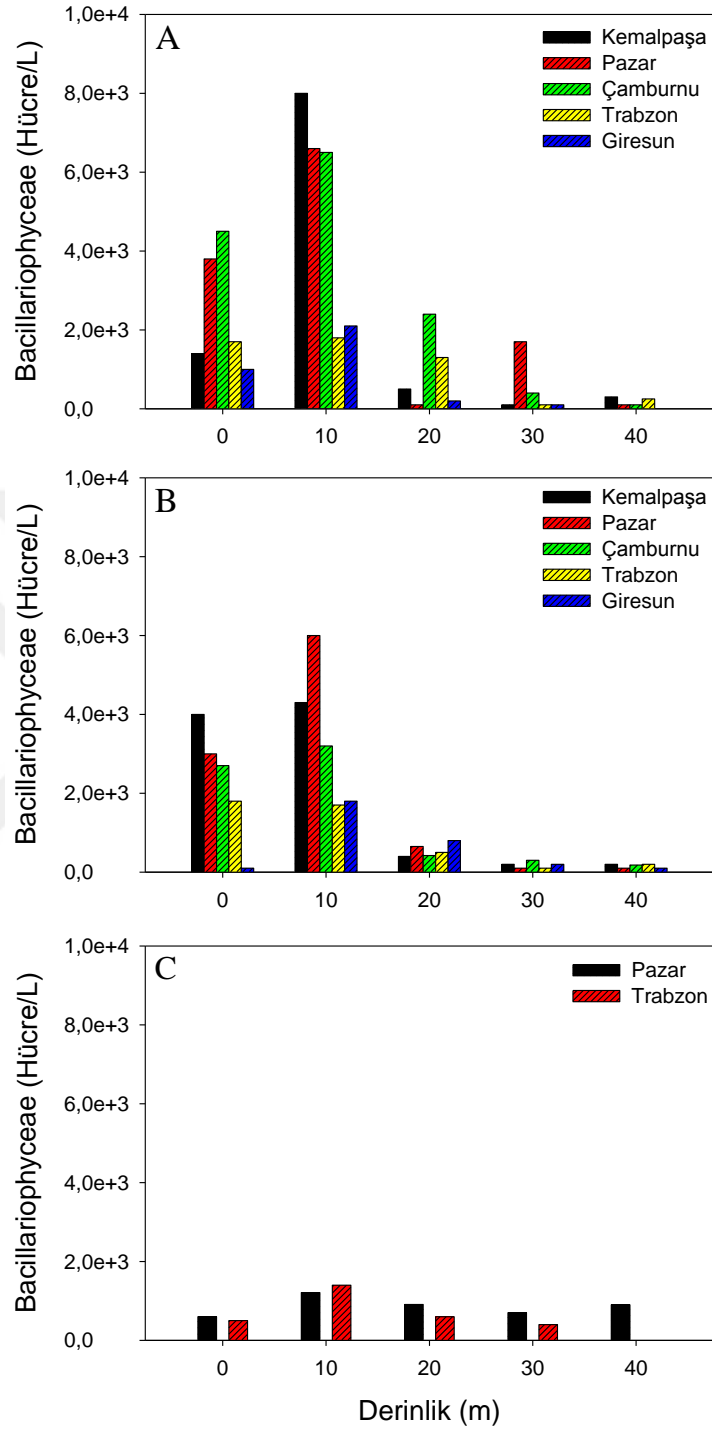
Şekil 41. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



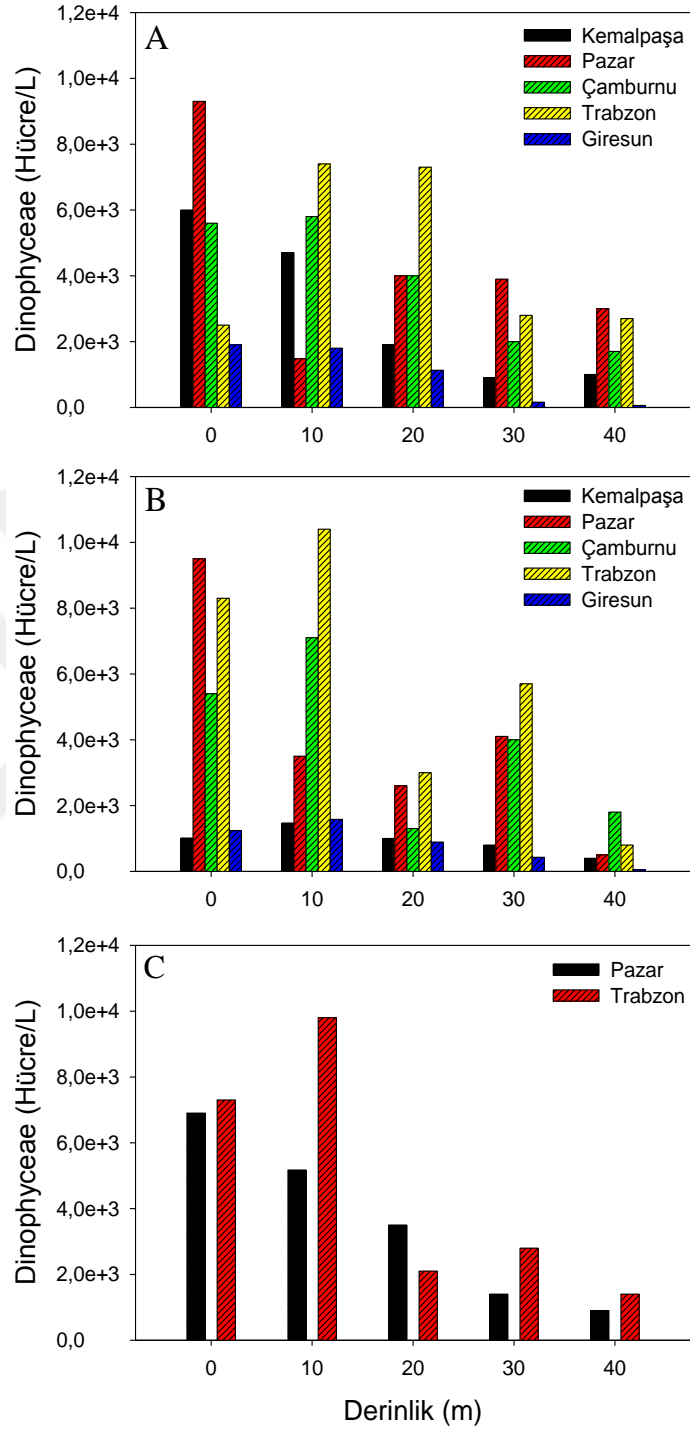
Şekil 42. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



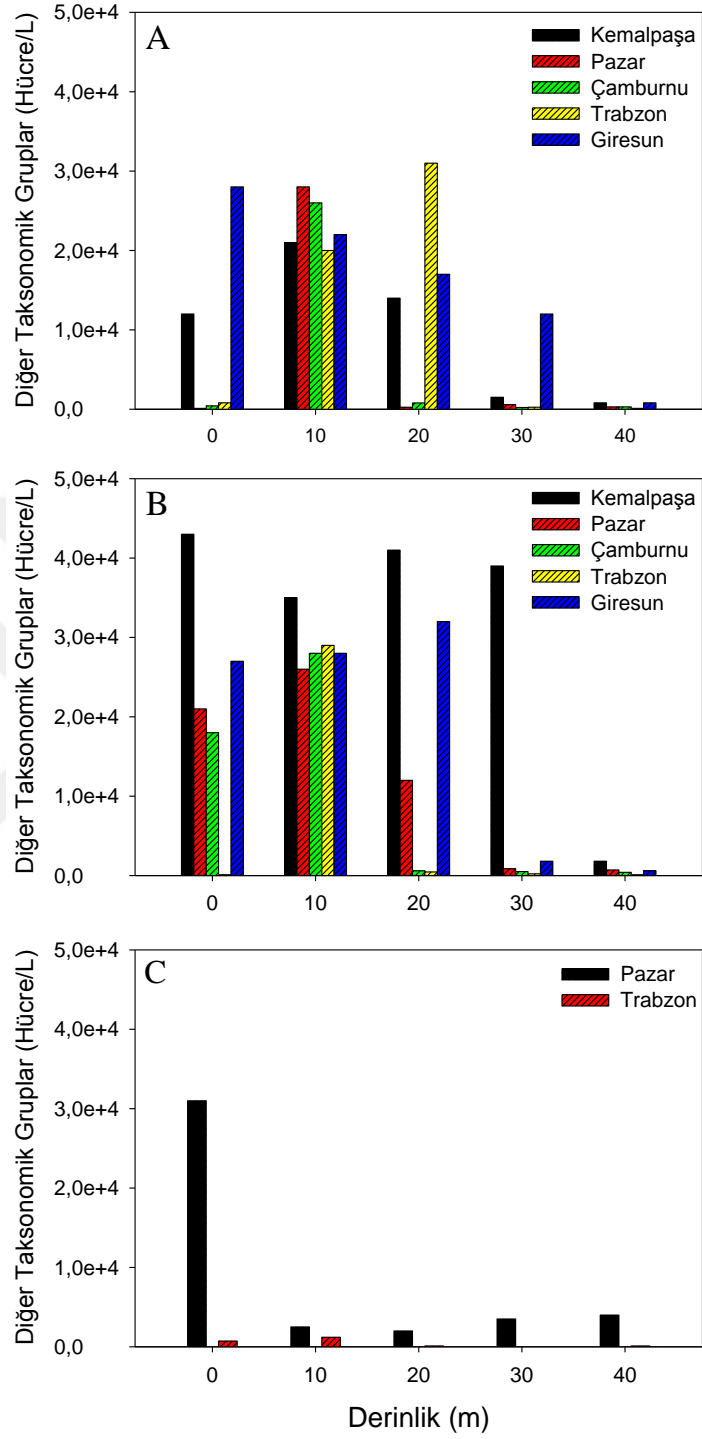
Şekil 43. Kış dönemi (Şubat 2015) istasyonlara ait toplam fitoplankton hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



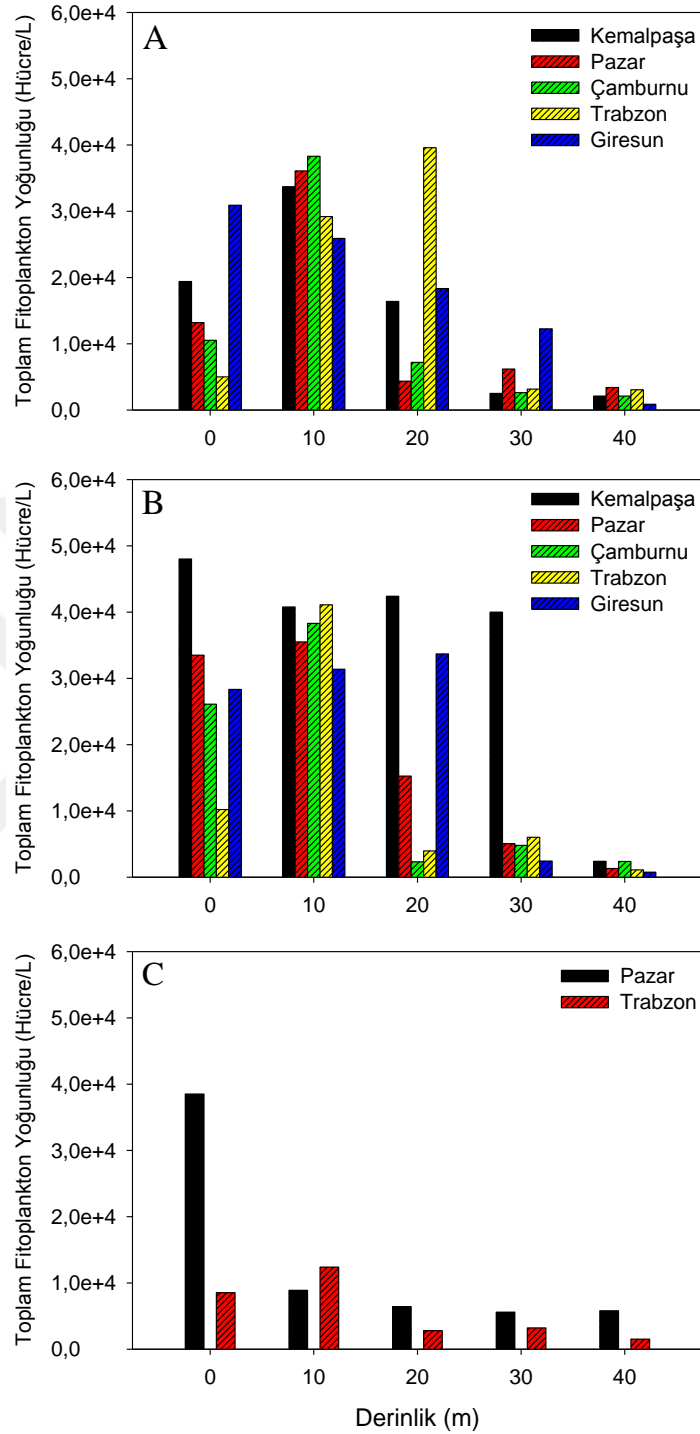
Şekil 44. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait “Bacillariophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



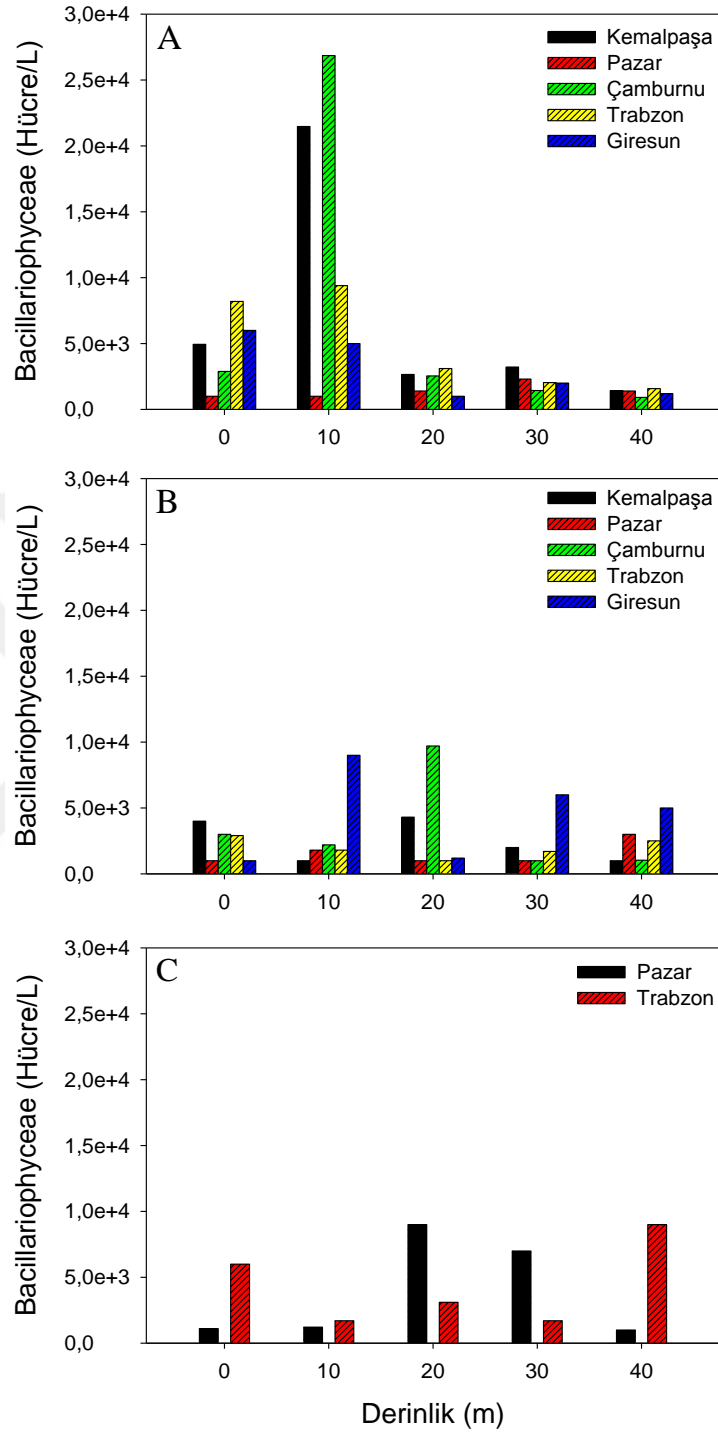
Şekil 45. İlbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



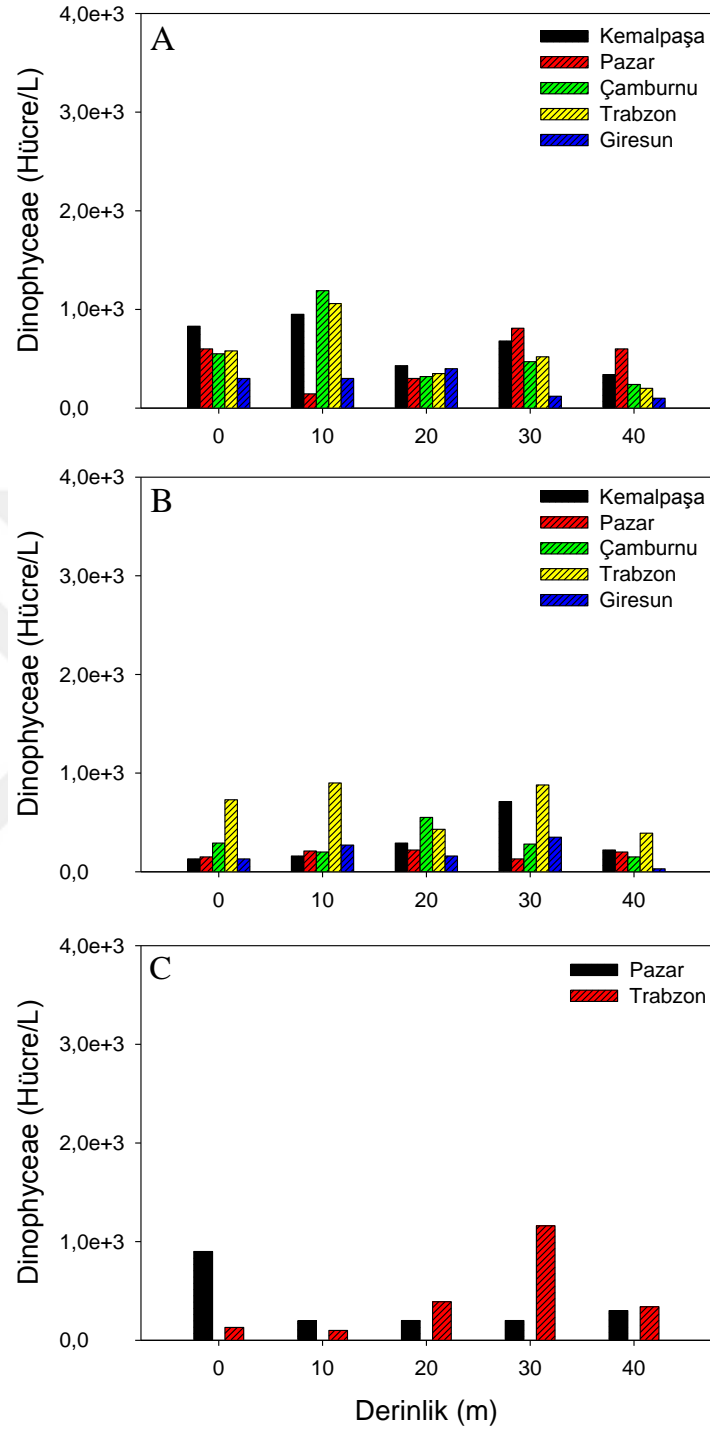
Şekil 46. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



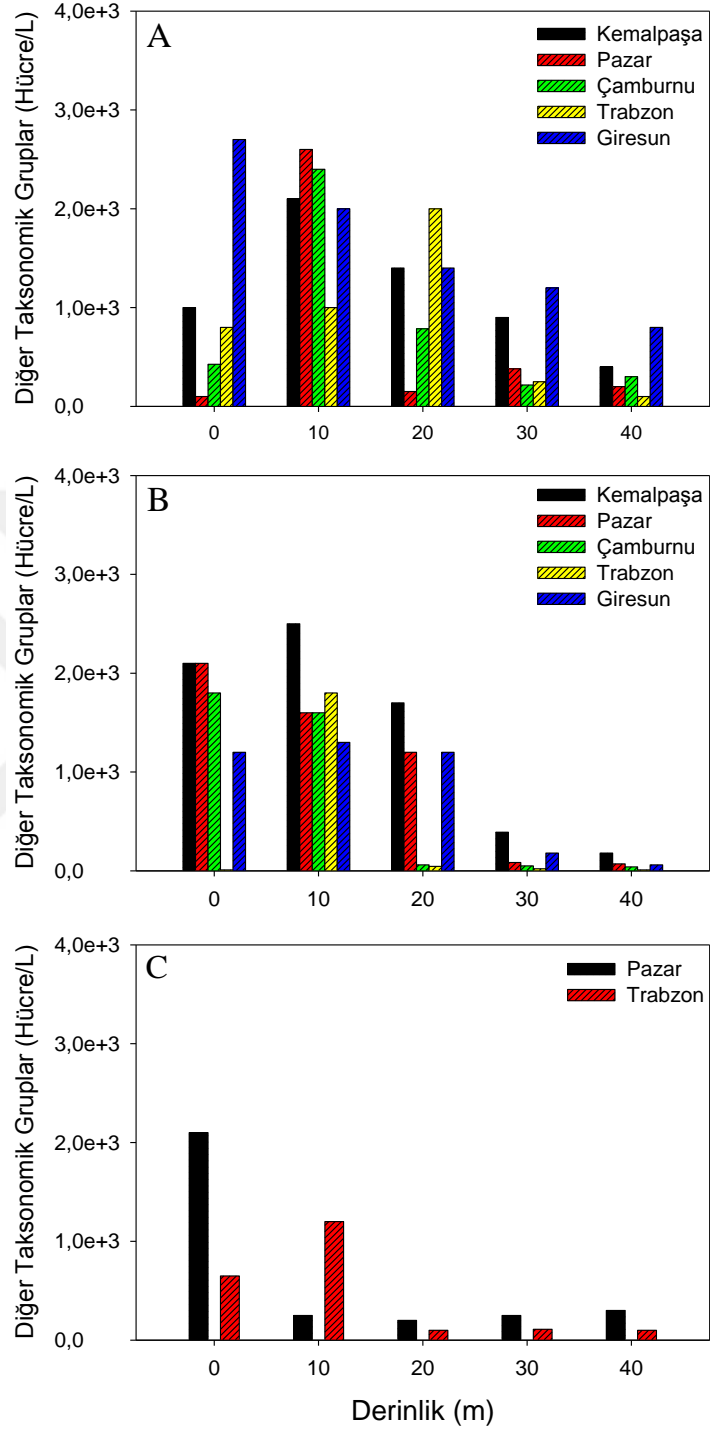
Şekil 47. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) istasyonlara ait toplam fitoplankton hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



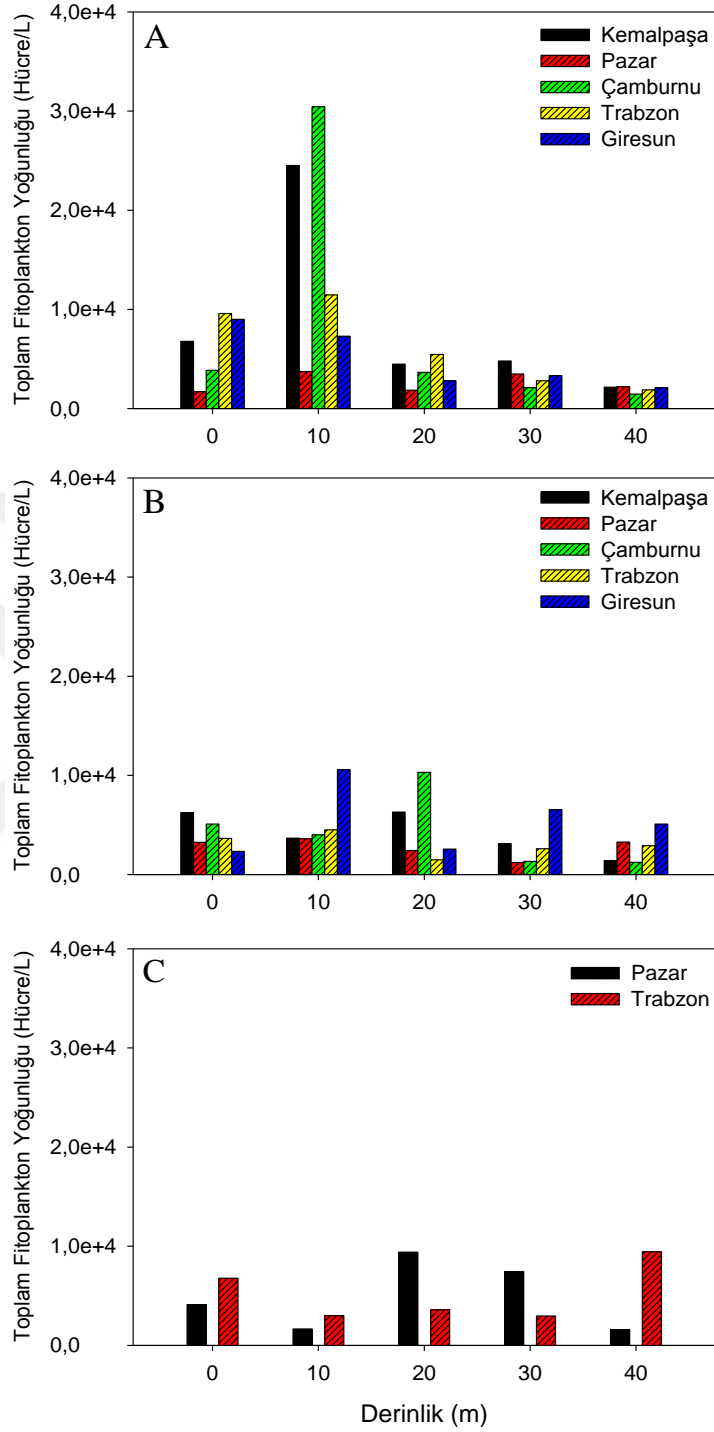
Şekil 48. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait “Bacillariophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



Şekil 49. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait “Dinophyceae” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



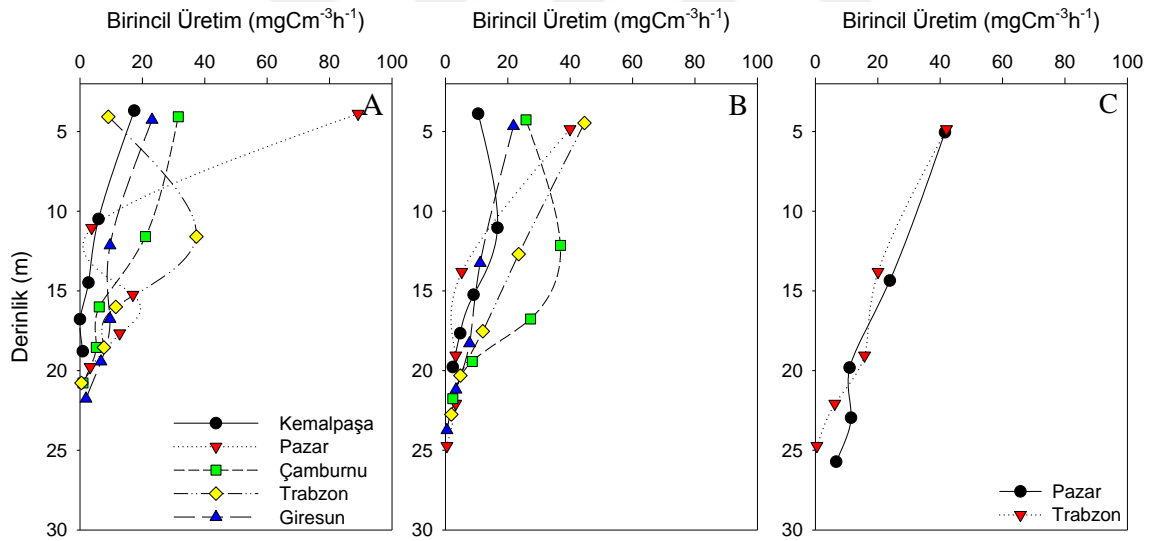
Şekil 50. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait “Diğer Taksonomik Gruplar” hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



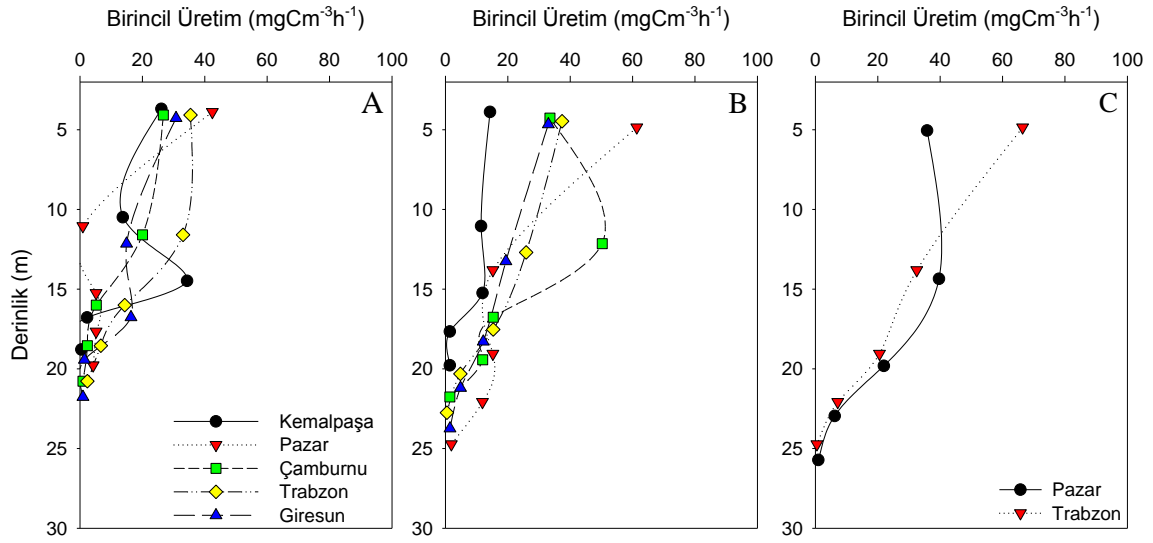
Şekil 51. Yaz dönemi (Ağustos 2015) istasyonlara ait toplam fitoplankton hücre sayısının derinliğe bağlı değişimi (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

3.4. Birincil Üretim

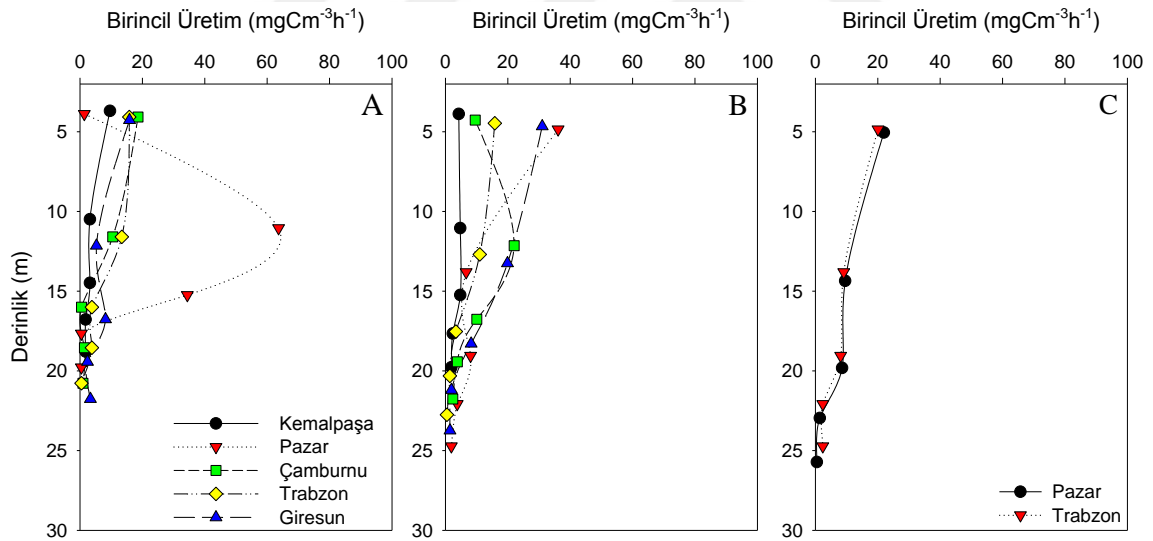
C-14 deneyleri sonucunda fitoplankton boy gruplarının (piko, nano- ve mikroplankton) birincil üretim miktarları Şekil 52-75'te sunulmuştur. Sonbahar döneminde (Kasım 2014) birincil üretim genel anlamda düşük $100 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'i geçmemiştir. Bu dönemde pikoplanktonik ve nanoplanktonik gruplar kıyı istasyonlarda (2-8 mil) en fazla katkı yapan gruplar olmuştur. Açık istasyonlarda (15 mil) ise nanoplanktonik gruplar daha fazla katkı yapmıştır. Mikroplanktonik grupların üretim miktarları bu dönemde genel olarak $40 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'i geçmemiştir (P2 10 m hariç). Derinliğe bağlı olarak bir değerlendirme yapıldığında en yüksek üretim 10-15 m derinliklerde meydana gelmiştir (Şekil 52-54).



Şekil 52. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

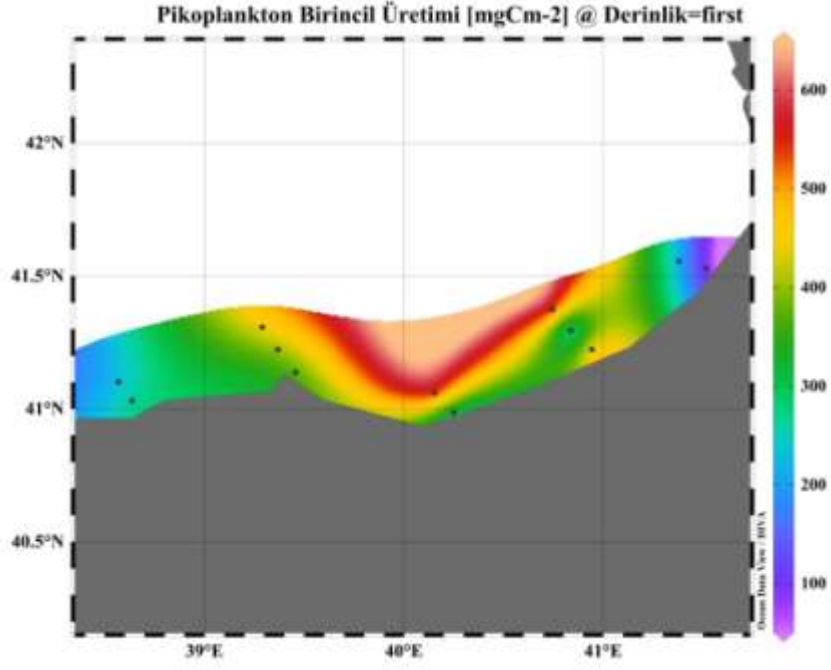


Şekil 53. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

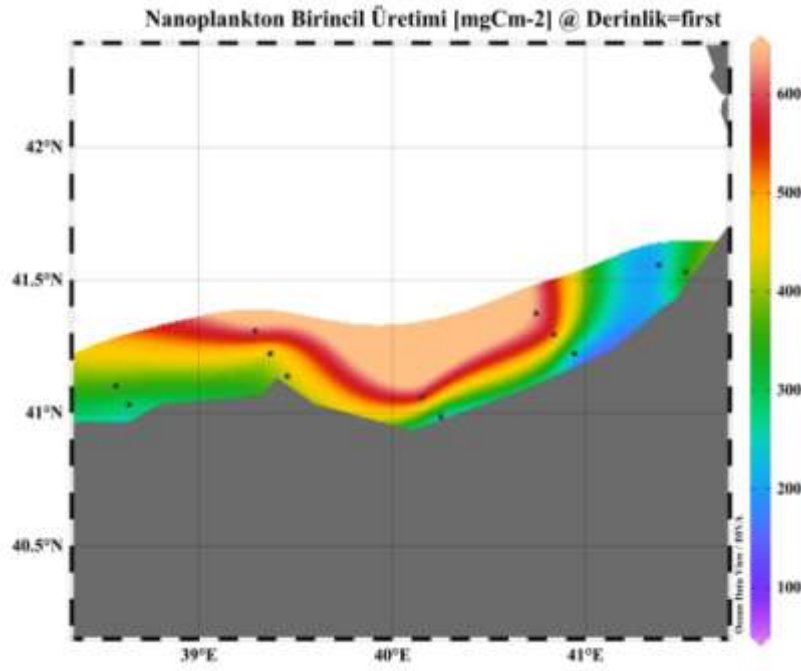


Şekil 54. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlarda mikrop planktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

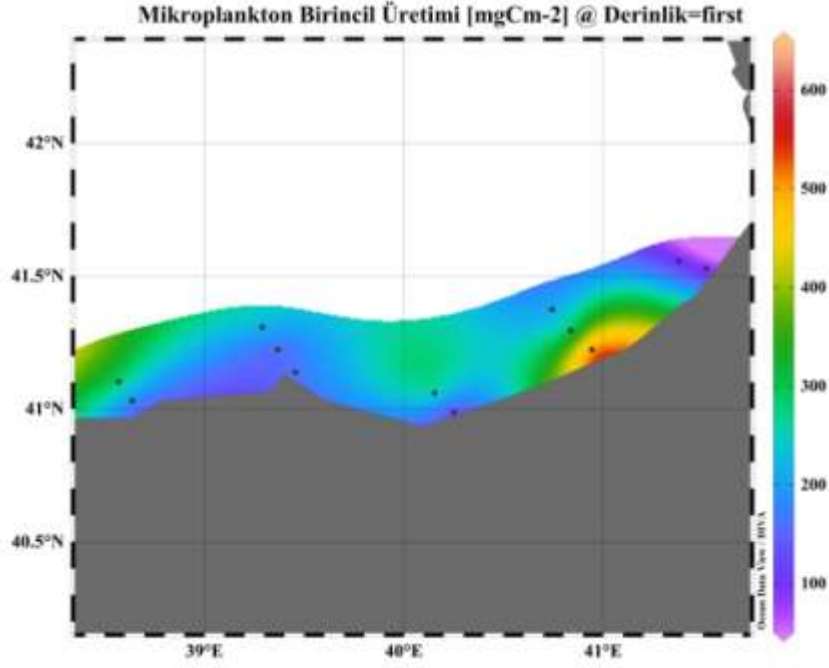
Bölgeyi daha iyi karakterize etmek için üretim miktarları integre edilerek günlük üretim miktarları hesaplanmıştır. Sonbahar döneminde birincil üretim miktarı 600-650 mgCm⁻²'yi geçmemiştir. Bu dönemde en yüksek katkı nano- (602 mgCm⁻²) ve pikoplanktonik (570 mgCm⁻²) gruplar tarafından yapılmıştır (Şekil 55-57).



Şekil 55. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı

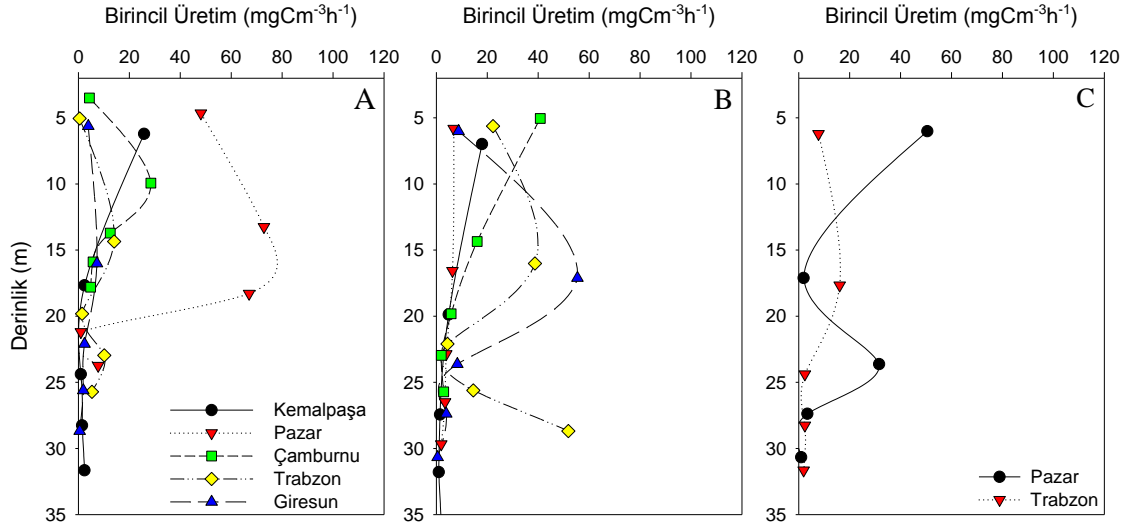


Şekil 56. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı

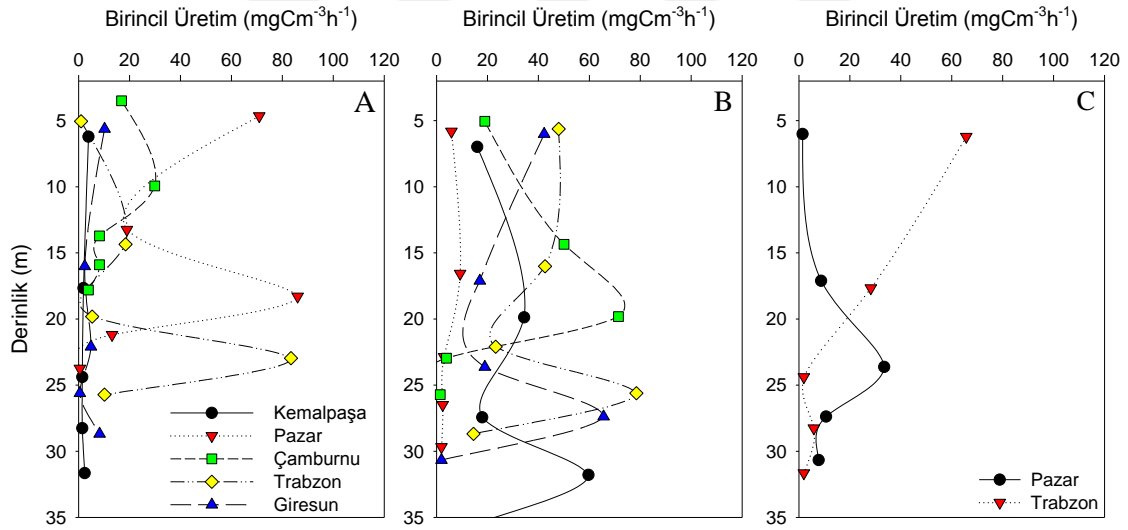


Şekil 57. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş mikroplankton üretim miktarı

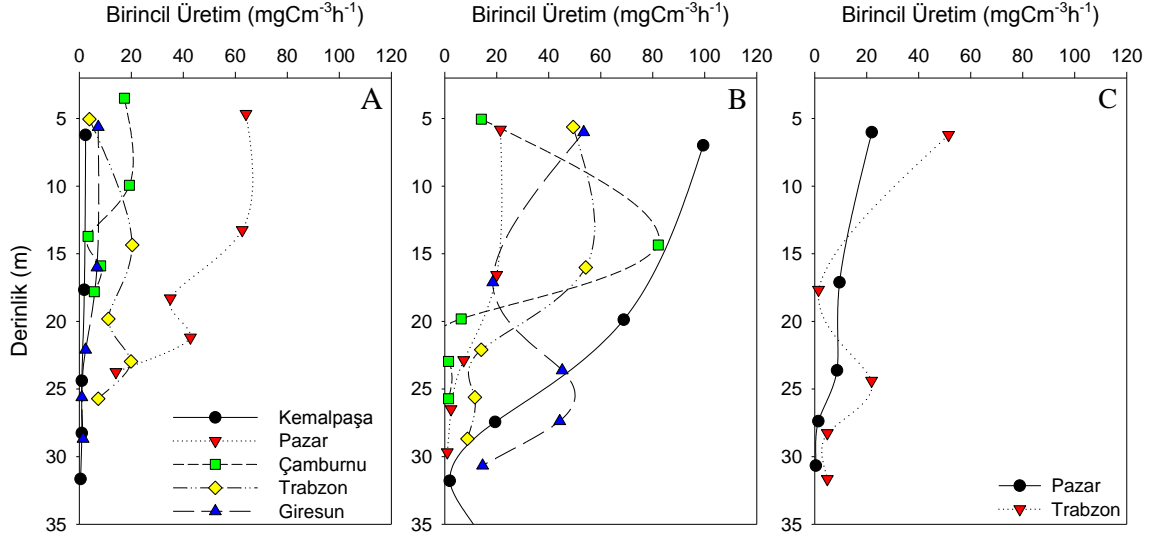
Kış döneminde (Şubat 2015) ise birincil üretim miktarlarında artışlar kaydedilmiştir (Şekil 58-60). Kış döneminde ise karışımlarla daha da homojen hale gelen su kolonunun birincil üretimi tetiklemiş ve mikroplanktonik grupların üretime olan katkısını artırmıştır. İlk 15 m’de yüksek oranda üretime ($60 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) sahip olan pikoplankton yerini nanoplankton ver mikroplanktona bırakmıştır. Bu dönemde mikroplanktonun üretimi $100 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ ’a kadar çıkmıştır.



Şekil 58. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

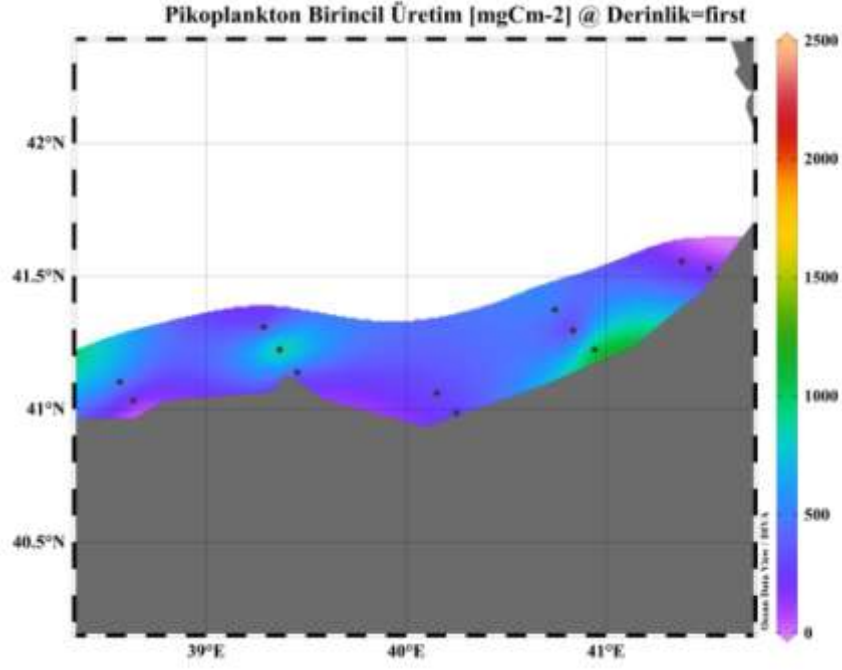


Şekil 59. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

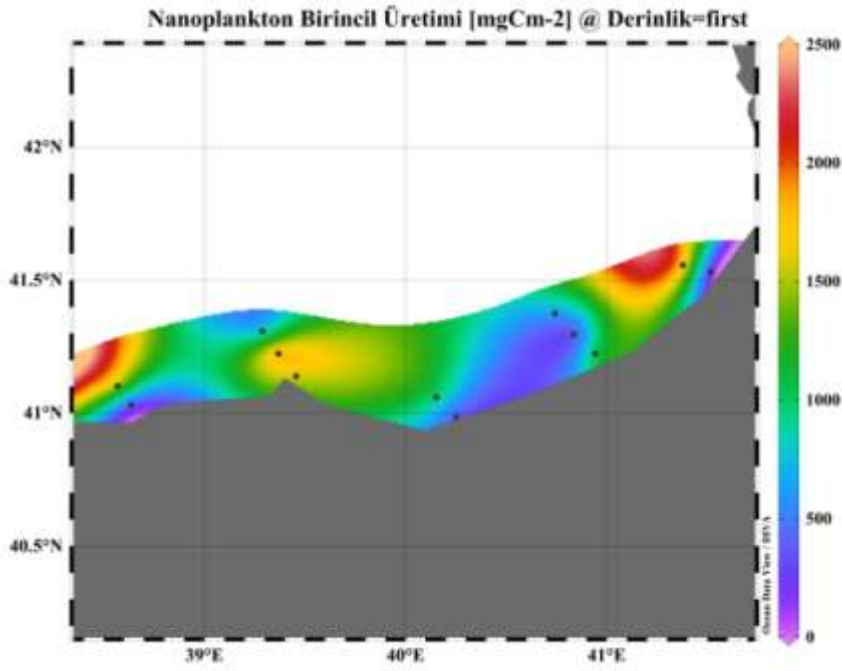


Şekil 60. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlarda mikroplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

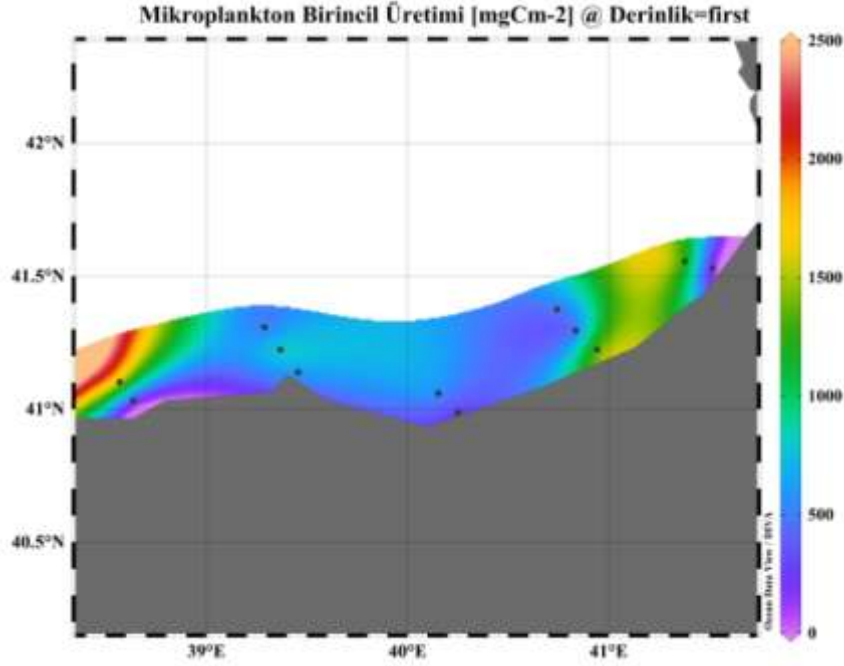
İntegre edilmiş üretim değerleri açısından bir değerlendirme yapıldığında ise kış döneminde nano- (1945 mgCm^{-2}) ve mikroplanktonik (1710 mgCm^{-2}) grupların üretim miktarlarında önemli artışlar kaydedilmiştir. Bu dönemde üretim miktarları önceki döneme göre 3 kata yakın bir oranda artış göstermiştir. Bu dönemde katkısı en az olan pikoplanik gruplar bile sonbahar dönemine göre 2 kata yakın bir oranda artış sergilemiştir (Şekil 61-63).



Şekil 61. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı

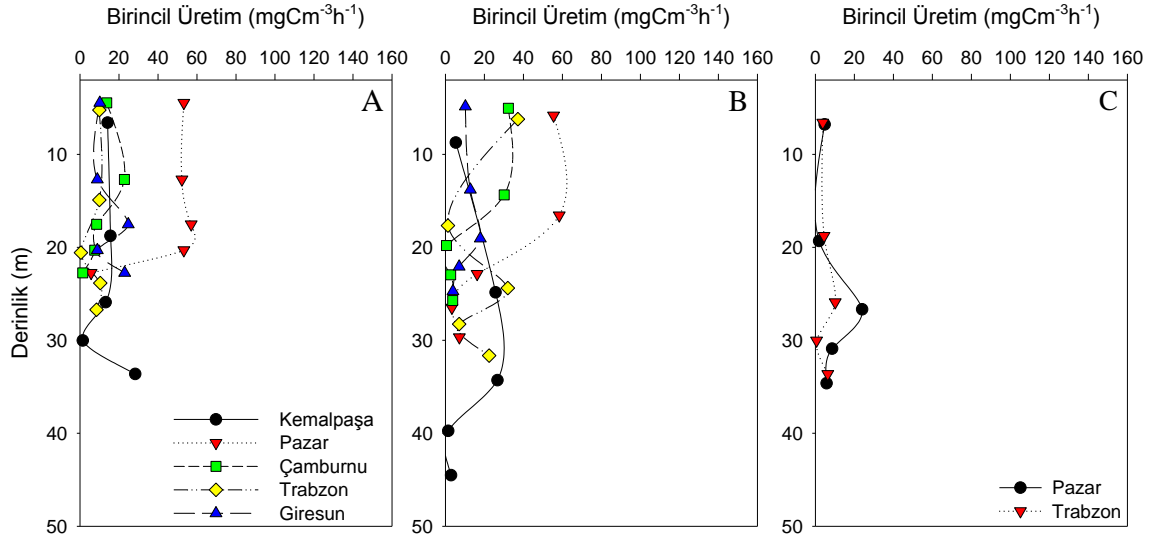


Şekil 62. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı

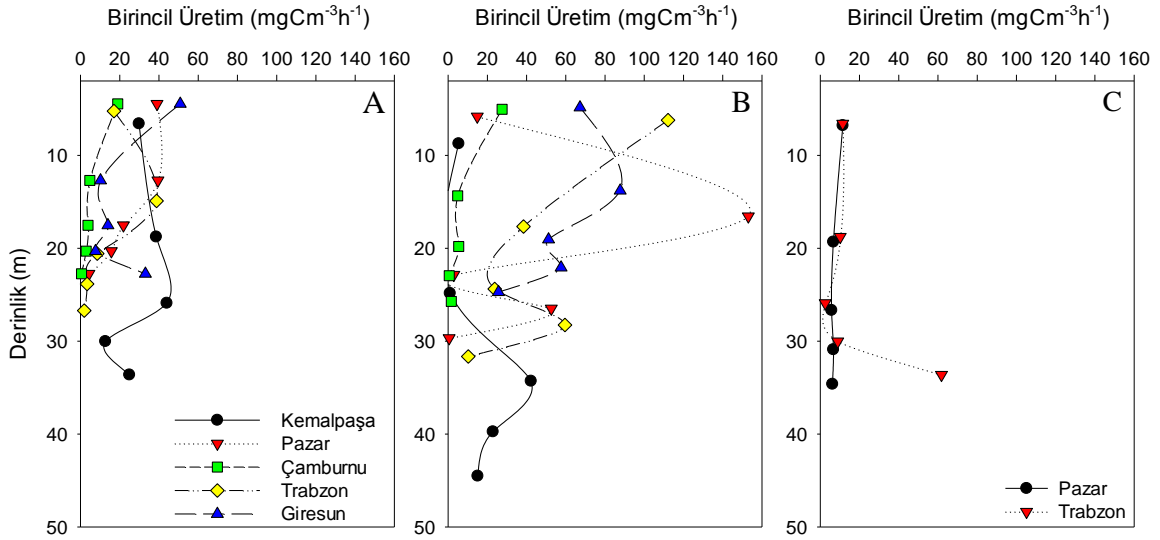


Şekil 63. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş mikroplankton üretim miktarı

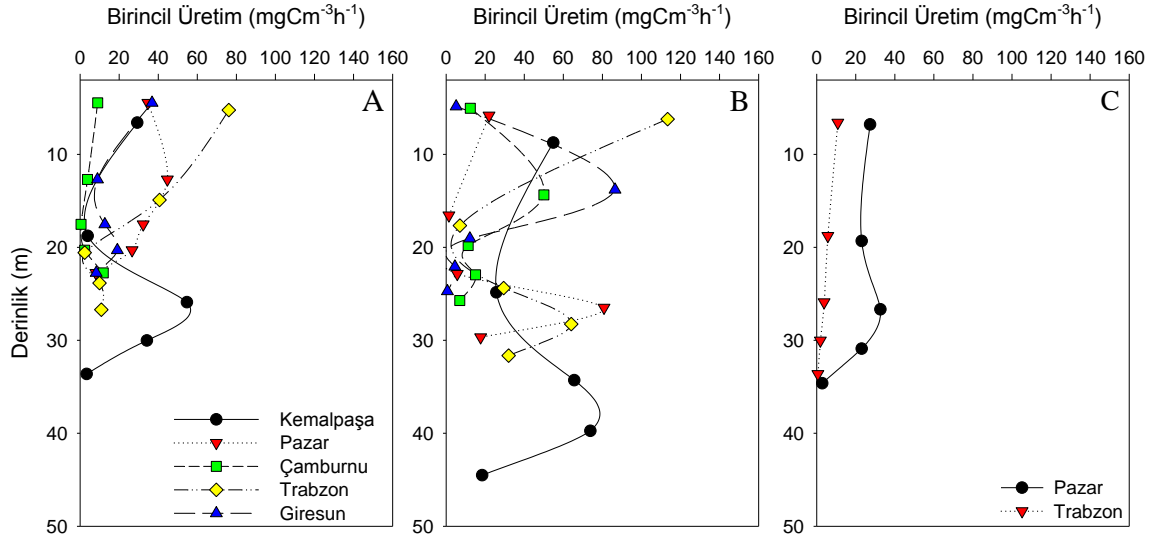
İlkbahar döneminde (Mayıs 2015) istasyonlarda nanoplanktonik ve mikroplanktonik grupların baskınlığı dikkat çekmektedir (Şekil 64-66). Bu dönemde dikey karışımlar ve nehir girdisi ile daha alt tabakalardan yüzeye taşınan besin elementleri su kolonu içerisinde birincil üretimi artırmıştır. Bu dönemde pikoplanktonik grupları üretim miktarları $60 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'in altında kalmıştır. Diğer taraftan nanoplanktonik grupların katkısı $160 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'a kadar çıkmıştır. Bu dönemde özellikle ilk 20 m'lerde üretim miktarları çok yüksek olup derinlikle beraber azalmıştır. Bu dönemde 8 mil mesafede yer alan istasyonlar en fazla üretimle temsil edilirken bunu 2 mil mesafede yer alan kıyı istasyonlar takip etmiştir.



Şekil 64. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

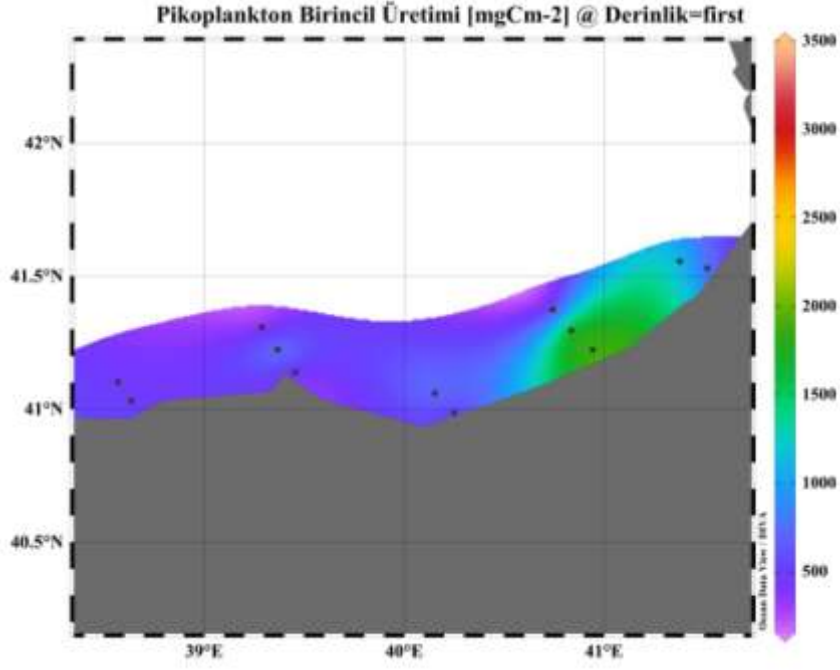


Şekil 65. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

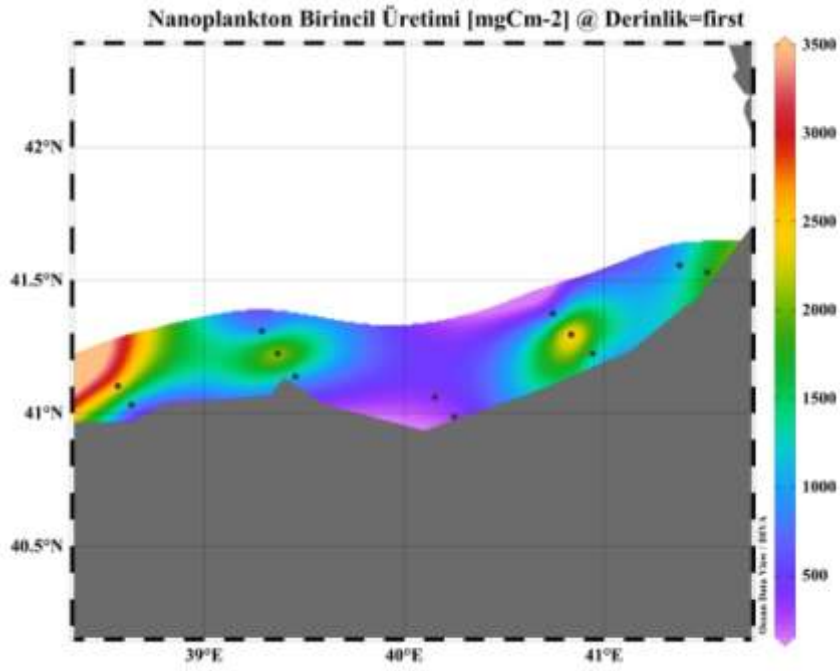


Şekil 66. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlarda mikroplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

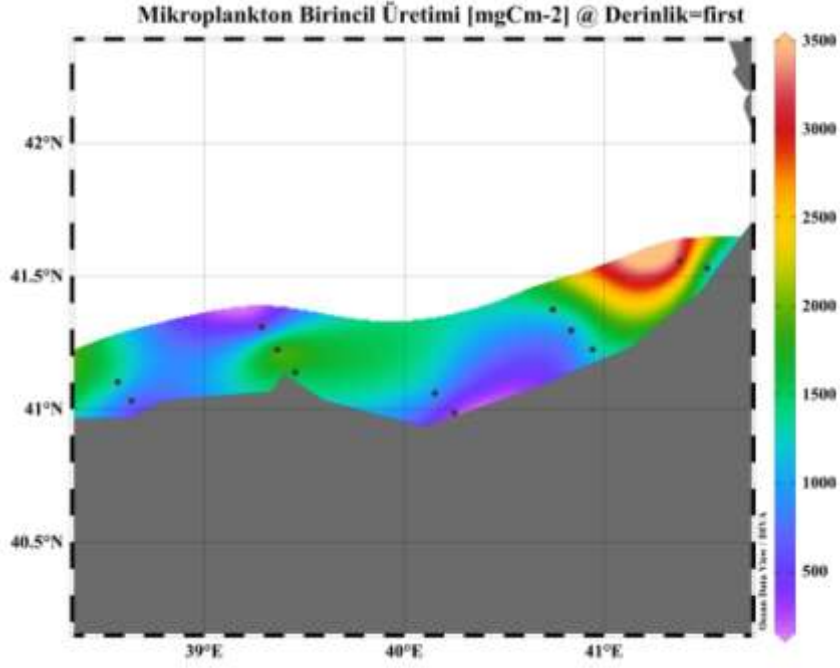
İlkbahar döneminde integre edilmiş üretim değerleri 3000-3500 mgCm⁻² ye kadar çıkarak en yüksek seviyelerinde ulaşmıştır (Şekil 67-69). Bu dönemde mikroplanktonik gruplar en fazla (3363 mgCm⁻²) katkı yapan grup olmuştur. Nanoplanktonik gruplar bu dönemde 2700 mgCm⁻² seviyelerine ulaşan derecede önemli katkılar yapmıştır. Bazı bölgelerde (P2) 1800 mgCm⁻² seviyelerine kadar üretim miktarı olan pikoplanktonik gruplar ise en az katkı yapan gruplar olmuştur.



Şekil 67. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı

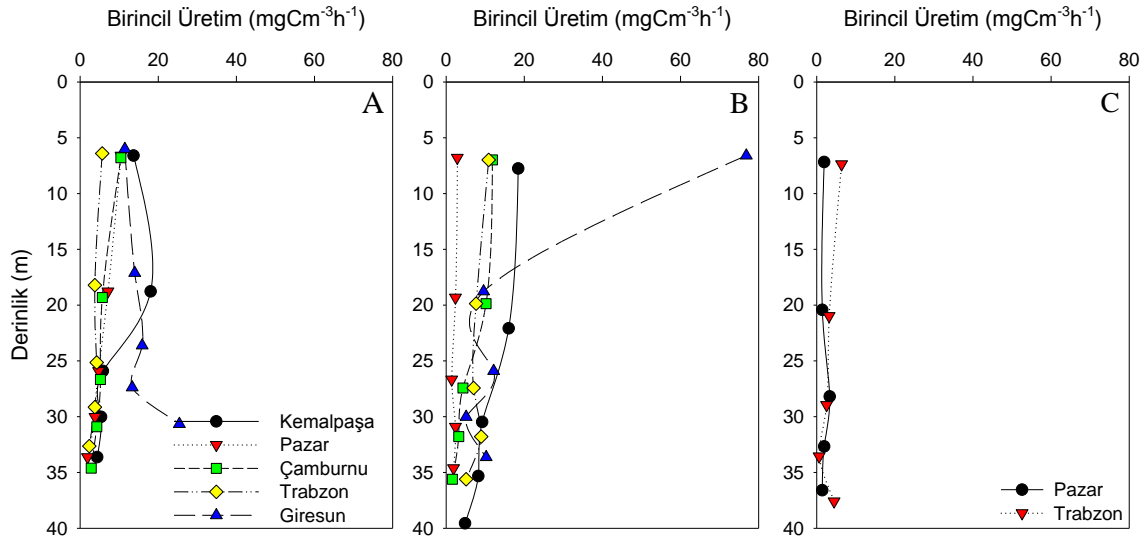


Şekil 68. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı

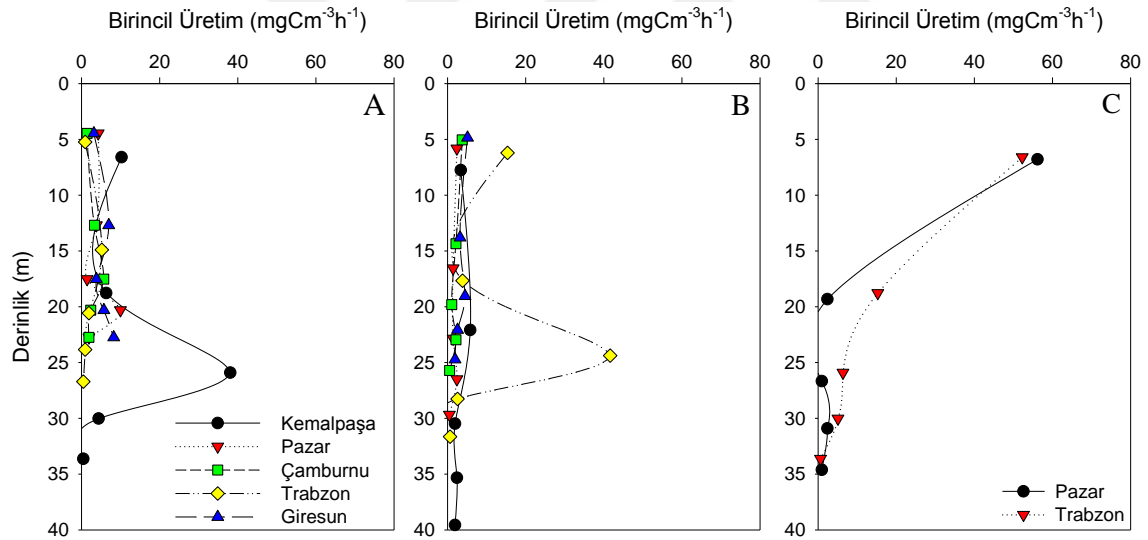


Şekil 69. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş mikroplankton üretim miktarı

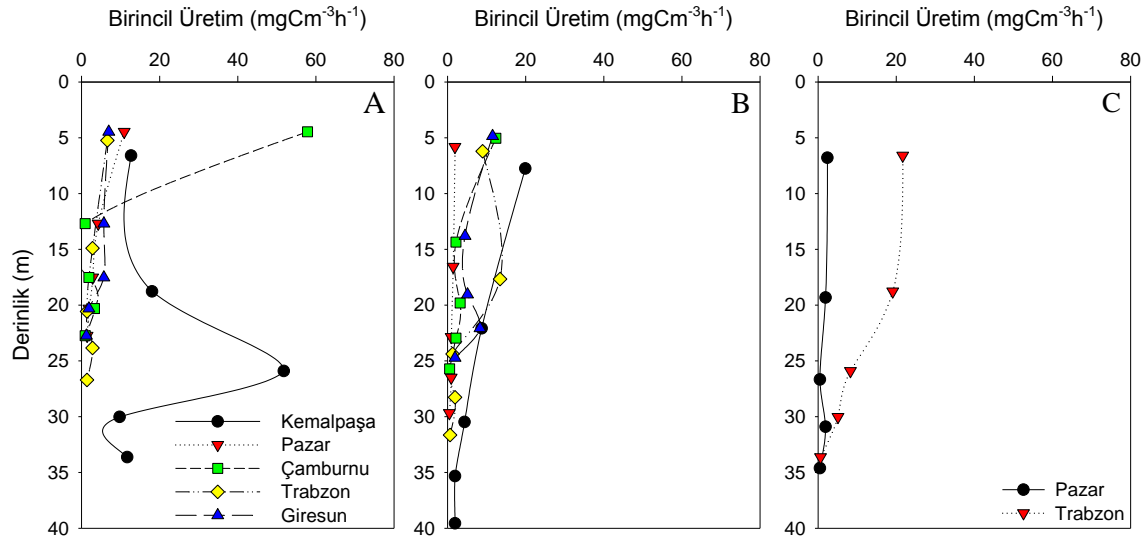
Yaz döneminde (Ağustos 2015) gelindiğinde birincil üretim miktarlarında genel olarak bir düşüş gözlenmiştir. Bu dönemde pikoplanktonik grupların baskınlığı dikkat çekerken saatlik birincil üretim miktarı $80 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'i geçmemiştir (Şekil 70-72). 2 mil mesafede yer alan istasyonlarda kısmen mikroplankton baskınlığı dikkat çekerken, 8 mil mesafede yer alan istasyonlarda pikoplankton ve açıkta (15 mil) yer alan istasyonlarda ise nanoplankton baskınlığı göze çarpmaktadır.



Şekil 70. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlarda pikoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

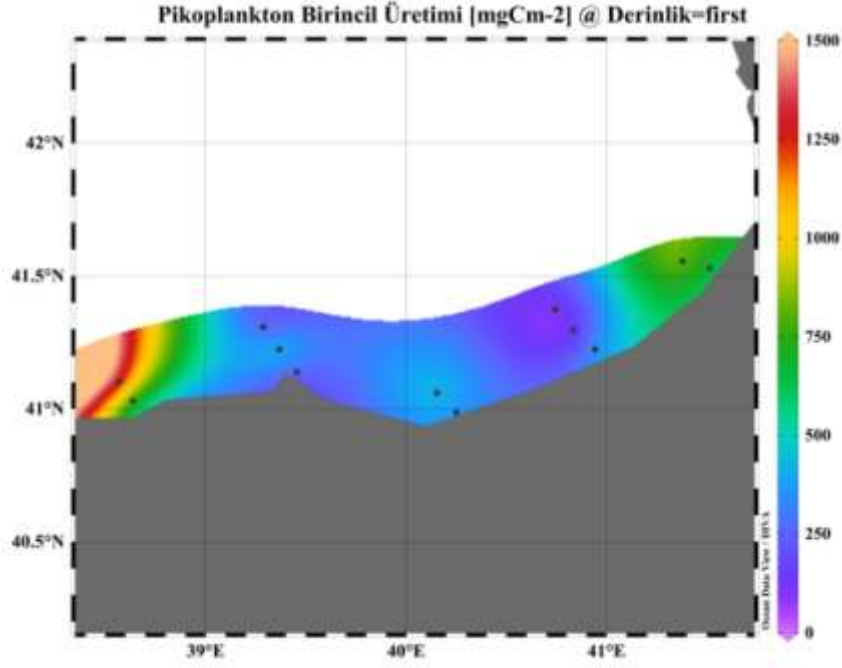


Şekil 71. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlarda nanoplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

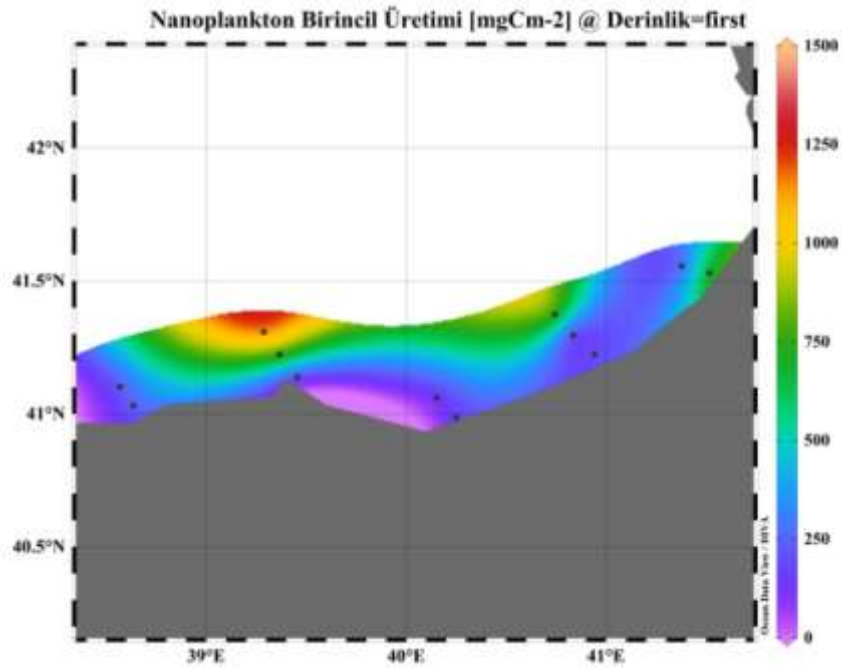


Şekil 72. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlarda mikroplanktonik grupların birincil üretime yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

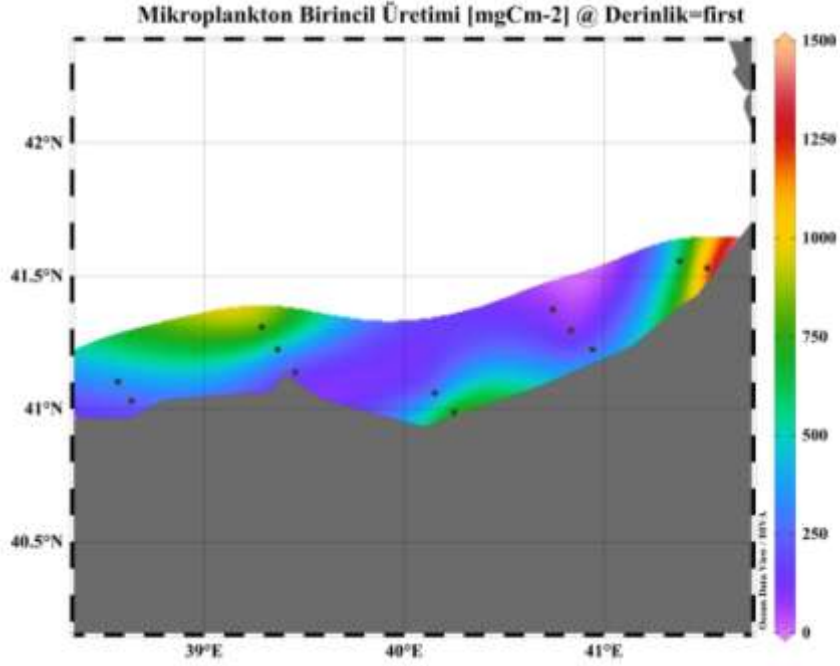
İntegre edilmiş birincil üretim değerleri incelendiğinde pikoplanktonik grupların üretim miktarları 1335 mgCm^{-2} 'ye kadar (G8) çıkmıştır (Şekil 73-75). Nanoplanktonik gruplar ağırlıklı olarak 8 ve 15 mil mesafede yer alan istasyonlarda (T8, T15 P15 gibi) daha fazla katkı yapan grup olmuştur. Bu dönemde üretimleri 1168 mgCm^{-2} 'ye kadar çıkmıştır. Mikroplanktonik gruplar ise daha çok kıyı sularda baskın olup bu dönemde üretim miktarları 1200 mgCm^{-2} 'ye (K2) kadar çıkmıştır.



Şekil 73. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş pikoplankton üretim miktarı



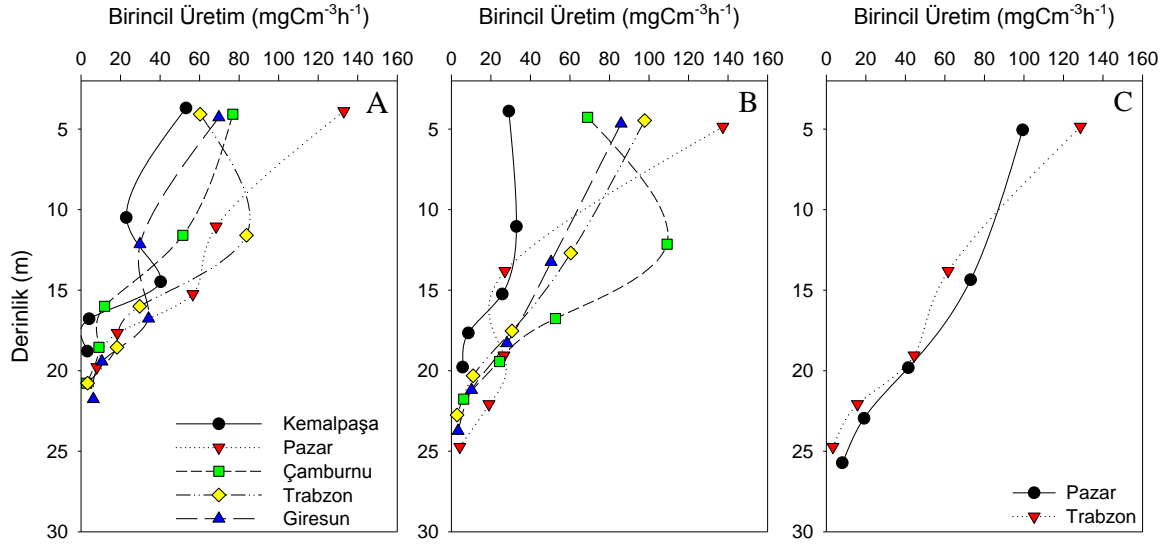
Şekil 74. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş nanoplankton üretim miktarı



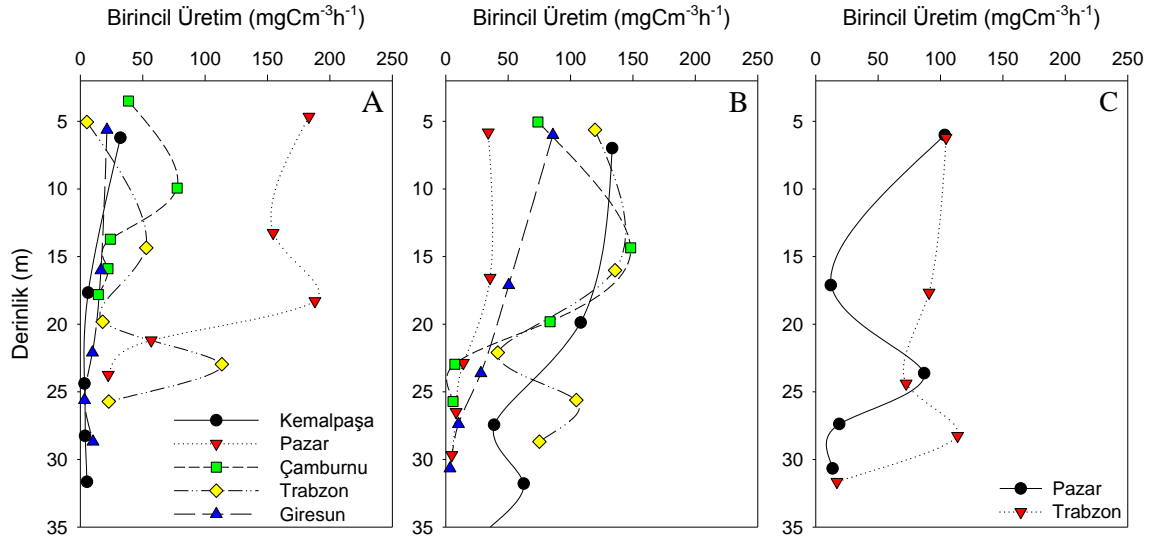
Şekil 75. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş mikroplankton üretim miktarı

3.4.1. Toplam Birincil Üretim

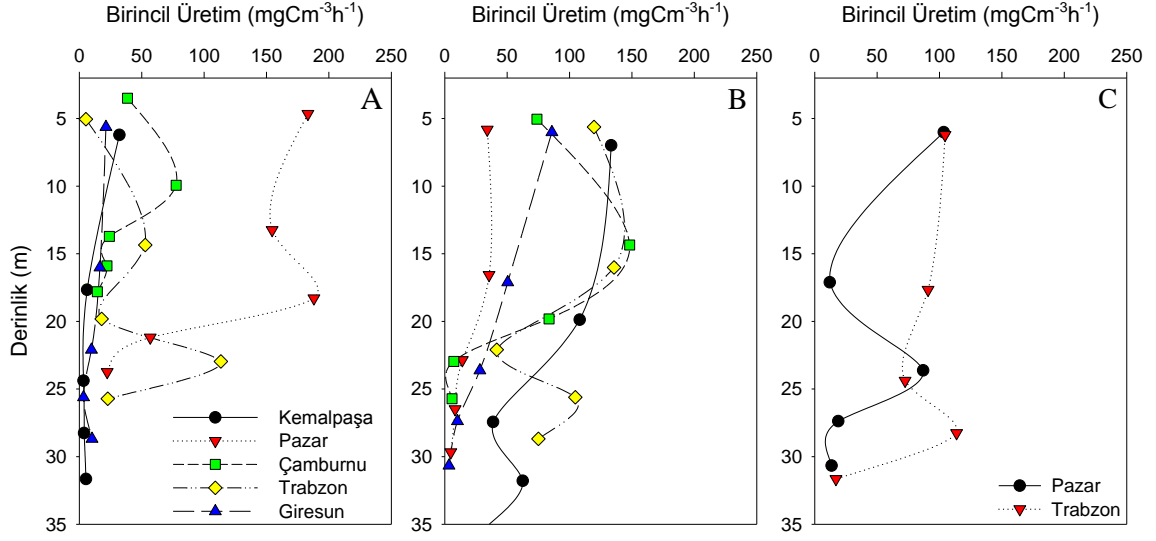
Çalışma bölgesi toplam birincil üretim miktarları açısından değerlendirildiğinde sonbahar dönemi (Kasım 2014) maksimum $140 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'lik bir üretime Pazar istasyonu öne çıkarken kış döneminde (Şubat 2015) de Pazar istasyonu yaklaşık $200 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'lik üretimle öne çıkmıştır. Bu Çamburnu ve Trabzon istasyonları takip etmiştir (Şekil 76-77). İlkbahar döneminde (Mayıs 2015) toplam birincil üretim miktarı $200 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ 'a kadar çıkarken bu dönemde kıyı sularda Pazar ve Trabzon istasyonları öne çıkarken açık sularda ise Giresun, Trabzon ve Pazar istasyonları öne çıkmıştır (Şekil 78). Yaz döneminde (Ağustos 2015) ise toplam birincil üretim miktarında bir düşüş gözlenmiş ve üretim miktarı $100 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ seviyelerinin altında kalmıştır (Şekil 79).



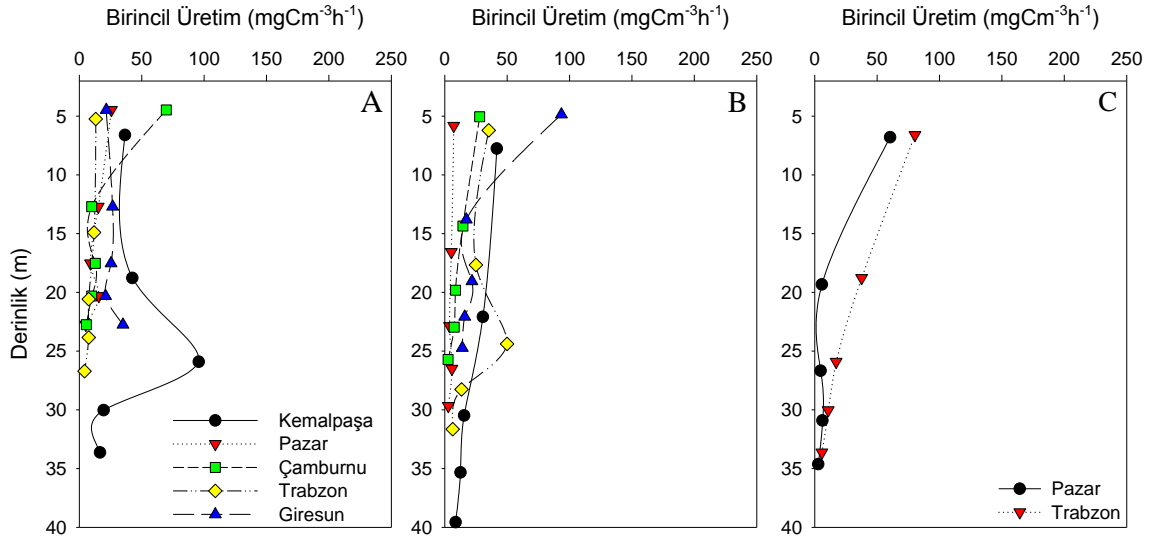
Şekil 76. Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



Şekil 77. Şubat 2015 (kış) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



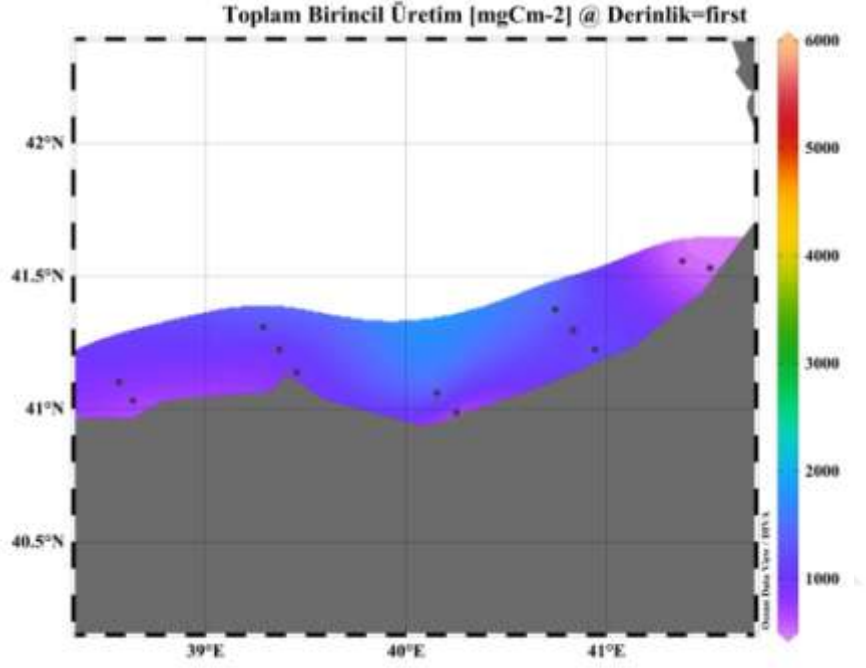
Şekil 78. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



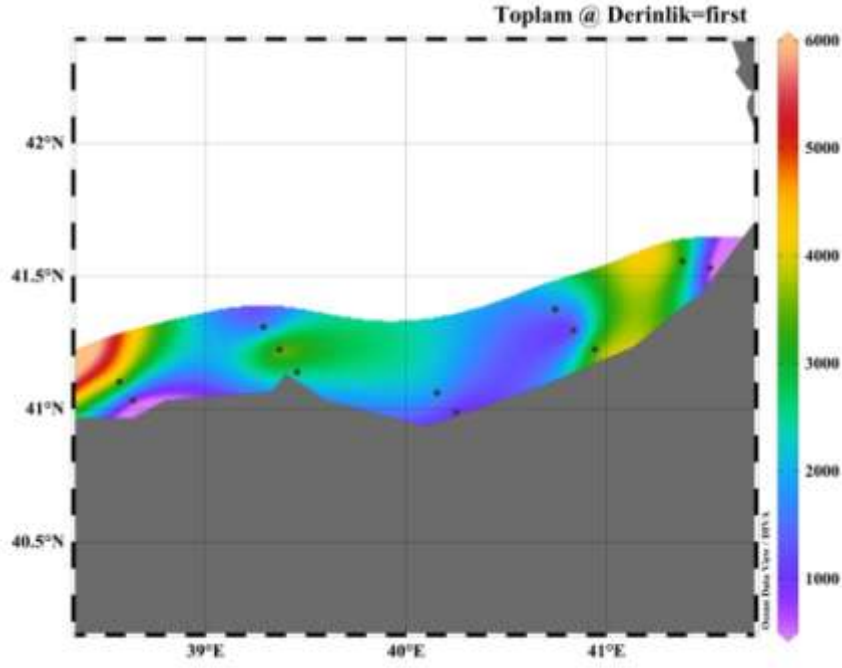
Şekil 79. Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlara ait toplam birincil üretim miktarları (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)

İntegre edilmiş toplam birincil üretim miktarları değerlendirildiğinde ise mevsimsel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde 1444 mgCm^{-2} seviyelerinde olan toplam birincil üretim kış döneminde 4163 mgCm^{-2} seviyelerine ve ilkbahar döneminde 5931 mgCm^{-2} ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Devam eden yaz mevsiminde toplam birincil üretim 2555 mgCm^{-2} seviyelerine gerilemiştir (Şekil 80-83).

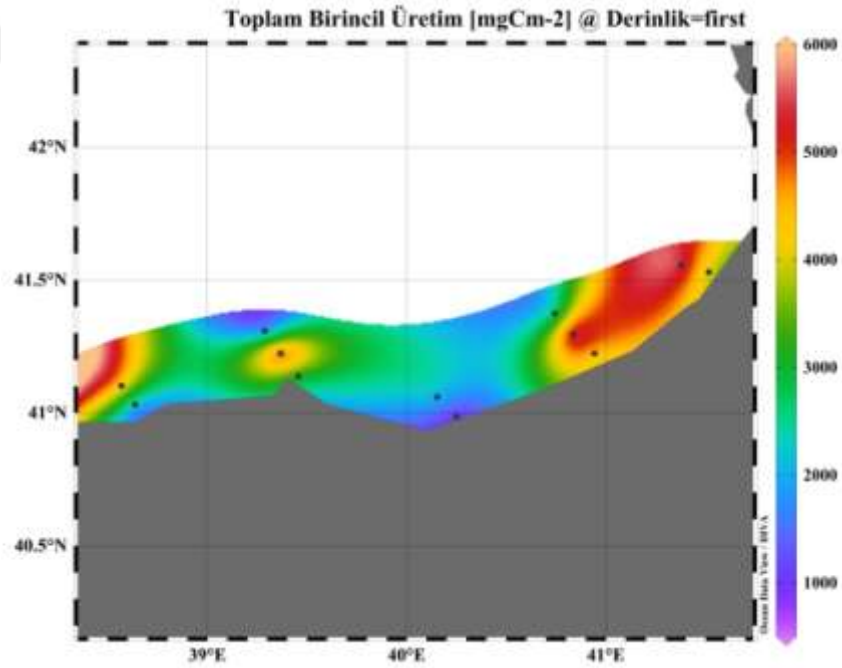
Bölgesel anlamda bir değerlendirme yapıldığında nehir deşarjı etkisi altında olan Kemalpaşa ve Pazar istasyonları genel anlamda önce çıkan istasyonlar olurken daha korunaklı olan Çamburnu istasyonu birincil üretim miktarları açısından en düşük üretime sahip olan istasyon olmuştur.



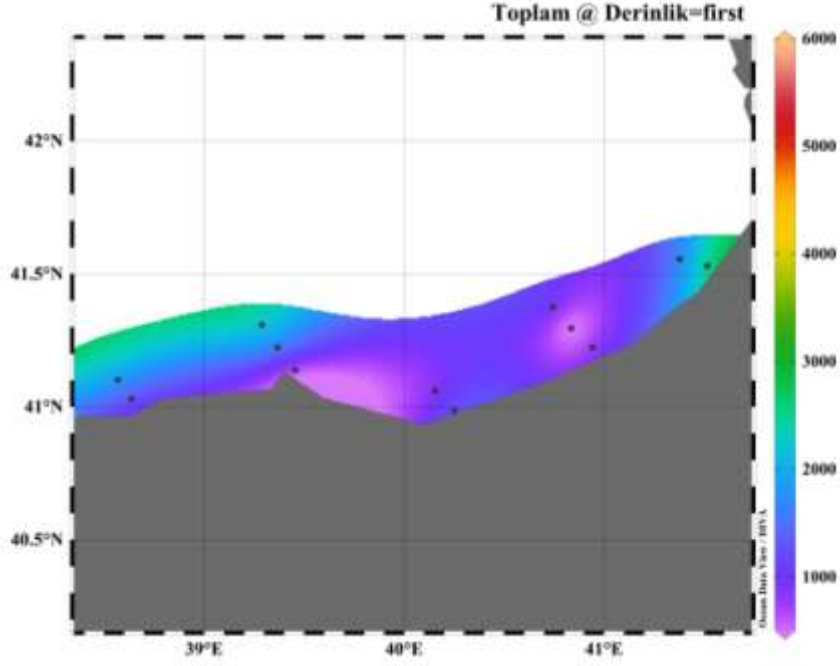
Şekil 80. Sonbahar dönemi (Kasım 2014) integre edilmiş toplam üretim miktarı



Şekil 81. Kış dönemi (Şubat 2015) integre edilmiş toplam üretim miktarı



Şekil 82. İlkbahar dönemi (Mayıs 2015) integre edilmiş toplam üretim miktarı



Şekil 83. Yaz dönemi (Ağustos 2015) integre edilmiş toplam üretim miktarı

Çalışma süresince birincil üretim değerleri mevsimsel salınımlar göstermiştir. Yapılan istatistikî analizler de bunu desteklemektedir. Pikoplanktonik gruplar için özellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimi arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilirken (One-Way ANOVA, $p < 0,05$), nanoplanktonik gruplar, mikrop planktonik gruplar ve toplam birincil üretim miktarları için kış mevsimi hariç diğer mevsimler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (One-Way ANOVA, $p < 0,05$).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Güney Doğu Karadeniz kıyıları (Artvin-Giresun) birincil üretim miktarlarının mevsimsel değişiminin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma Kasım 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışma süresince bölgeyi karakterize edeceği düşünülen 12 farklı istasyonda yüzeyden itibaren 40 m derinliğe kadar olan su kolonunda mevsimsel örnekleme yapılmıştır.

4. 1. Fiziksel ve Kimyasal Ortam

Karadeniz'in üst yüzey tabakası dinamik bir yapıya sahip olup mevsimsel açıdan önemli değişimler göstermektedir. Bu dinamik yapı özellikle kıyısal bölgelerde kendini daha da göstermektedir (Sivri, 1999). Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonlara ait CTD ölçümleri 100 m derinliğe kadar ölçülmüştür.

Karadeniz'in deniz suyu yüzey sıcaklıkları mevsimsel olarak önemli salınımlar göstermektedir. Havaaların ısınmasına bağlı olarak ilkbahara doğru belirgin bir artışın ardından, Temmuz ve Ağustos aylarının yüzey suyu sıcaklıkları en yüksek değerlere ulaşır. Eylül ayından itibaren soğumaların başlamasıyla en düşük değerlere Ocak-Şubat aylarında ulaşır (Ivanov, 1985; Mater, 1985). Doğu Karadeniz'de yürütülen bir çalışmada deniz suyu yüzey sıcaklığını en yüksek Ağustos (25°C), en düşük yüzey suyu sıcaklığını ise Şubat (8°C) döneminde ölçülmüştür (Sivri, 1999). Ağırbaş (2010) tarafından Güney Doğu Karadeniz'de (Sürmene Koyu) yürütüldüğü çalışmada deniz suyu yüzey sıcaklığının 9-25,5°C arasında değiştiğini bildirmiştir. En yüksek sıcaklık değerlerini Temmuz-Ağustos (24-25,5 °C) döneminde kaydederken en düşük sıcaklık ise Şubat-Mart-Nisan (9-9,5°C) dönemlerinde kaydetmiştir. Daha geniş bir alanda yürütülen bu çalışmada deniz suyu yüzey sıcaklığı 10,5°C (Şubat 2015) ile 28,4°C (Ağustos 2015) arasında değişim göstermiştir. Elde edilen bulgular bölgede yapılan önceki çalışmalarla kıyaslandığında gerek kış dönemi ve gerekse yaz dönemi yüzey suyu sıcaklıklarının önceki yıllara göre arttığını göstermiştir. Tespit edilen bu farklılık bölgesel farklılıktan kaynaklanabileceği

gibi iklimsel değişime bağlı olarak ortaya çıkan değişimden de kaynaklanma olasılığı bulunmaktadır.

Karadeniz sahip olduğu tabakalı yapısı ile farklı bir tuzluluk profili çizen özel bir denizdir. Yüzeyde tatlı su girdisine bağlı az tuzlu sular yer alırken derinlerde Akdeniz kökenli daha tuzlu sular yer almaktadır (Kıdeyş vd., 2000). Tuzluluk değişimleri incelendiğinde; yüzeyde daha az tuzlu suların (% 16-17) yer aldığı, derinlikle beraber daha yoğun tuzlu suların (% 21) bulunduğu Karadeniz'in genel karakteristiğine uyan bir su kütlesi karşımıza çıkmaktadır. Ivanov (1985), Karadeniz'in yüzey sularında tuzluluğunun % 17,88; dip sularında ise % 22,06 olduğunu belirtmiştir. Güneybatı Karadeniz'de ortalama yüzey tuzluluğu Mart-Ağustos döneminde % 18'den % 16-17 değerlerine kadar bir düşüş göstermiştir (Kıdeyş vd., 2000). Bologa (1985) Karadeniz'in açık sularında yüzey suyu tuzluluğunun % 18-19, derin bölgede ise (2000 m) % 22,5 civarında olduğunu rapor etmiştir. Yılmaz vd., (1998) Karadeniz'in Anadolu sahillerinde yaz-sonbahar periyodunda yürüttükleri çalışmada tuzluluk değişimini % 18.5-20,1 olarak rapor etmişlerdir. Yüzey sularındaki tuzluluk değişimleri kıyı sularda daha fazla olmakta, yağışların ve nehir girdisinin arttığı dönemlerde daha da artmaktadır (Sivri, 1999). Ağırbaş (2010) kıyı sularda yüzey tuzluluğunu % 16,4–17,9 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Yüzey suyu en yüksek tuzluluk değerlerini Temmuz-Ağustos (% 17,8) döneminde ve Aralık döneminde (% 17,9) kaydetmiştir. Yüzeyde ortalama % 17 olan tuzluluk derinlikle beraber artarak % 21,4'e ulaşmıştır. Açık sularda ise yüzeyde % 16,6–17,9 olan tuzluluk derinlikle beraber % 21,5'e ulaşmıştır. Mevsimsel ölçekte yürütölen bu çalışmada ise yüzey suyu tuzluluğu % 16,3 (Mayıs 2015) ile % 17,6 (Ağustos 2015) arasında değişim göstermiştir. Derinliğe bağlı olarak tuzluluk artış göstermiş ve % 20 seviyelerine kadar ulaşmıştır. Çalışmadan çıkan sonuçlar literatür verileri ile kıyaslandığıında; en yüksek tuzluluğun Ağustos döneminde ve en düşük tuzluluğun Mayıs döneminde belirlenmiş olması ile literatür ile örtüşmektedir. Yılmaz vd.,'nin (1998) bulgularına oranla daha düşük bulunan yüzey tuzluluk profilleri bölgesel ve mevsimsel farklılıkları da açıklamaktadır.

4. 2. Besin Elementleri

Denizlerde önemli azot kaynaklarının başında nitrat ve nitrit gelmektedir. Güney Karadeniz’de yapılan bir çalışmada toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonunu 0,11-0,59 μM arasında rapor edilmiştir (Eker-Develi vd., 2003). Karadeniz’in Anadolu sahillerinde mevsimsel olarak yürütülen başka çalışmada ise toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonunu 0,02-4,14 μM olarak rapor etmişlerdir (Çoban-Yıldız vd., 2000). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından 1995-1999 yılları için toplam nitrit ve nitrat miktarı Karadeniz’in kıyı sularında 0,16-0,84 μM arasında değişim gösterirken açık sularda 0,14-0,30 μM arasında değişmektedir. Güney Doğu Karadeniz kıyılarında Ağırbaş (2010) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonu kıyı sularda 0,37-4,71 μM arasında değişim göstermişken, açık sularda 0,31-4,46 μM arasında değişim göstermiştir. Yine aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada ise toplam nitrit-nitrat konsantrasyonu 0,12-16,99 $\mu\text{g-at/L}$ seviyesinde olduğu bildirilmiştir (Kopuz, 2012). Koca (2014) tarafından Güney Doğu Karadeniz (Rize) sahillerinde yürütülen başka bir çalışmada nitrit+nitrat konsantrasyonu 0,52-9,88 μM arasında değişim göstermiştir. Daha geniş bir alanda gerçekleştirilen bu çalışmada ise toplam nitrit+nitrat konsantrasyonu 0,001-2,12 μM arasında değişirken önemli mevsimsel dalgalanmalar göstermiştir. Bu çalışmadan elde bulgular Çoban-Yıldız vd., (2000), Ağırbaş (2010) ve Kopuz (2012)’nin sonuçlarından düşük çıkarken diğer çalışmalardan rapor edilen bulgulara göre de yüksek çıkmıştır.

Besleyici elementlerden fosfatın, Karadeniz’de karasal kaynaklardan desteklendiği ve yoğunluğunun özellikle nehir girdilerinden ve bunun yanı sıra fitoplankton aktivitelerinden etkilendiği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Brewer ve Murray, 1973; Bologna, 1986; Zaitsev, 1991). Karadeniz’de fosfat konsantrasyonu zamana bağlı değişim göstermesine rağmen yüzey sularında ortalama fosfat konsantrasyonunun 0,419 μM olduğu belirtilmiştir (Sorokin, 1986). Kuzey Batı Karadeniz’de fosfat miktarının 6,387 μM ’e kadar yükseldiğini bildirmiştir (Bologna, 1986). Oğuz vd., (2008) Romanya kıyıları için 1959-65 dönemi için ortalama yıllık yüzey suyu fosfat konsantrasyonunun 0,26 μM , 1983-90 periyodu için 6,54 μM , 1991-2000 periyodu için 1.86 μM ve 2001-2005

periyodu içinse 0,49 μM olduğunu ve giderek azaldığını rapor etmiştir. Karadeniz’de 1989 yılında yapılan bir çalışmada ise fosfat değerlerinin 0,2 μM ’ü aşmadığı saptanmıştır. Kıyusal bölgenin üst tabaka sularında ortalama fosfat değerleri 1995-1999 yılları için 0,03-0,27 μM arasında bulunmuştur (Kıdeyş vd., 2000). Feyzioğlu (1996) Doğu Karadeniz’de aynı bölgede yaptığı çalışmada Haziran ve Temmuz döneminde fosfat miktarının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Doğu Karadeniz’de yürütülen başka bir çalışmada en yüksek fosfat değeri Haziran ayında ölçülmüştür (Sivri, 1999). Ağırbaş (2010) tarafından Güney Doğu Karadeniz’de gerçekleştirilen başka bir çalışmada kıyı istasyonunda ortalama fosfat konsantrasyonu 0,002 μM (Kasım 2009)-0,052 μM (Haziran 2009) arasında değiştiği belirlenmiştir. Açık istasyonda ise bu değişim 0,002 μM (Kasım 2009)-0,068 μM (Haziran 2009) arasında gerçekleşmiştir. Yine aynı bölgede Kopuz (2012) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise fosfat konsantrasyonu 0,01-0,06 μM arasında değişim göstermiştir. Koca (2014) tarafından Güney Doğu Karadeniz (Rize) sahillerinde yürütülen başka bir çalışmada fosfat konsantrasyonu 0,03-0,90 μM arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada fosfat konsantrasyonları 0,001-0,28 μM arasında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon sonbahar mevsiminde kaydedilirken en düşük kış mevsiminde okunmuştur. Ancak önceki yıllara göre değerler önemli oranda düşmüştür. Bu çalışma ile Feyzioğlu (1996) ve Sivri (1999)’nin çalışmalarının aksine fosfat konsantrasyonlarının en yüksek sonbahar döneminde tespit edilmiş olmasıyla farklılık göstermektedir. Elde edilen değerler Karadeniz’in farklı bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmalarla kıyaslandığında Kuzey Batı kıta sahanlığından çok düşük olduğu, bölgede yapılan diğer çalışmalarla ve ortalama değerler bakımından Sorokin (1986)’nın rapor ettiği Karadeniz’in genel yüzey suyu profilinin altında olduğu görülmüştür.

Deniz suyunun silikat konsantrasyonu genel olarak kış döneminde yüzey sularında 7-15 μM arasında değişirken yaz döneminde bu değer 0,35 μM ’e kadar düşebilmektedir (Tait, 1988). Karadeniz’de yoğun diatom bloomları sonrasında silikat konsantrasyonu azalırken nehir girdileri ve yağışlarla konsantrasyonu tekrar yükselmektedir (Ivanov, 1985; Bologna, 1986). Oğuz vd., (2008) Romanya kıyıları için 1959-65 dönemi için ortalama yıllık yüzey suyu silikat konsantrasyonunun 40,5 μM , 1983-90 periyodu için 11,0 μM , 1991-2000 periyodu için 12,6 μM ve 2001-2005 periyodu içinse 13,7 μM olduğunu rapor etmiştir. Karadeniz’e toplam tatlı su girdisinin %70’ini oluşturan Tuna nehrinden gelen

reaktif silikat konsantrasyonunda 1970'li yıllarda baraj açılmasını takiben günümüze kadar 2/3 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda Karadeniz yüzey sularında reaktif silikatın %60 oranında azaldığı gözlenmiştir. Reaktif silikattaki bu azalma fitoplankton kompozisyonlarında 1990'lı yılların başında dramatik değişimlere neden olmuştur (Kıdeyş vd., 2000). Güney Doğu Karadeniz kıyılarında yürütülen başka bir çalışmada ise silikat konsantrasyonu 1,20-14,08 μM arasında değiştiği rapor edilmiştir (Ağırbaş, 2010). Yine aynı bölgede gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise silikat konsantrasyonu 0,37-16,63 μM arasında değişim göstermiştir (Kopuz, 2012). Koca (2014) tarafında yürütülen başka çalışmada ise silikat konsantrasyonları 1,92-16,25 μM arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada silikat değerleri 0,01-13,63 μM arasında değişirken en yüksek konsantrasyonlar yoğun dikey karışımların olduğu ve fitoplanktonik aktivitenin düşük olduğu sonbahar döneminde gözlenmiştir. Çalışmadan elde edilen değerlerin yukarıdaki literatür bulguları ile genel anlamda örtüştüğü görülmüştür. Gözlemlenen bazı farklılıkların ise bölgesel farklılıktan kaynaklandığı gibi fitoplanktonik aktiviteden de kaynaklanması muhtemeldir.

4. 3. Fitoplankton

Karadeniz fitoplanktonunun mevsimsel dinamiği diatomların sorumlu olduğu ilkbahar patlaması, kokkolitofor *Emiliana huxleyii* ve dinoflagellatların sorumlu olduğu sonbahar patlamasından (Sorokin, 1983; Honjo vd., 1987; Vedernikov vd., 1993; Ediger, 2006) oluşan bir yapı sergilerken, 80'li yıllardan sonra ekosistemde meydana gelen önemli ekolojik değişimler alışılmadık yaz patlamalarının oluşmasına sebep olmuştur (Hay vd., 1990; Sur vd., 1996; Yılmaz vd., 1998; Yayla vd., 2001). Karadeniz ekosisteminde meydana gelen bu değişimler fitoplankton biyomas ve tür kompozisyonunda önemli değişimlere neden olmuştur. Genel olarak diatomlar fitoplankton biyomasına katkı yapan temel grup (%46) olarak değerlendirilirken, bunu %27'lik oranla dinoflagellatlar takip etmektedir (Zaitsev vd., 1997).

Mevsimsel dönemler halinde yürütülen bu çalışmada 132 adet fitoplankton türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden 73'ünü Dinophyceae türleri, 52'sini Bacillariophyceae türleri ve 7'sini diğer taksonomik gruplar oluşturmuştur. Fitoplankton

boluğu açısından belirgin iki dönem tespit edilmiştir. Bu dönemler sonbahar ($1,5 \times 10^5$ hücre/l) ve kiş ($4,1 \times 10^5$ hücre/l) dönemleridir. Özellikle kiş döneminde daha yüksek olan hücre boluğuna en fazla katkı Bacillariophyceae tarafından yapılmış olup bunu *Emiliana huxleyii* takip etmiştir. Sonbahar mevsiminde ise en fazla katkı *Emiliana huxleyii* ve Dinophyceae tarafından yapılmıştır. Çalışma suresince Bacillariophyceae en yükse hücre sayısına (3×10^5 hücre/l) kiş döneminde ulaşırken Dinophyceae en yüksek hücre sayısına (1×10^4 hücre/l) ilkbahar mevsiminde ulaşmıştır. Diğer gruplar içerisinde temsil edilen *Emiliana huxleyii* en yüksek hücre sayısına kiş mevsiminde ($1,5 \times 10^5$ hücre/l) ulaşmıştır.

Karadeniz’de yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde özellikle Karadeniz’in Kuzey Batı kıta sahanlığında fitoplankton boluğunun oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 2). Ülkemiz kıyılarında farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda ise fitoplankton boluğunun düşük olduğu görülmektedir. Güney Doğu Karadeniz’de Kasım 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada fitoplankton boluğu 3×10^4 - $4,1 \times 10^5$ hücre/l arasında değişim göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Karadeniz’in Anadolu sahillerinde yürütülen bazı çalışmalarla (Feyzioğlu, 1996; Eker, 1999 ve Bat vd., 2007) benzerlik gösterdiği ancak Kuzey Batı kıta sahanlığında yapılan çalışmalara oranla düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Karadeniz’de yapılan çalışmaların fitoplankton bolluğu açısından kıyaslanması

Bölge	Dönem	Bolluk (Hücre/L)	Kaynak
Varna	1983-1990		Moncheva, 1991
	Sonbahar	$1,8 \times 10^6$	
	İlkbahar	$4,3 \times 10^6$	
	Yaz	$5,1 \times 10^6$	
	Kış	$23,3 \times 10^6$	
Romanya	1962-1965	$8,8 \times 10^5$	Eker, 1999
	1977	$7,6 \times 10^6$	
	1980	$5,9 \times 10^6$	
	1984	$12,3 \times 10^6$	
	1983-1988	$6,5 \times 10^6$	
Güney Batı Kar.	Nisan 1989	$3,2 \times 10^3$	Uysal, 1993
Güney Doğu Kar.	Nisan 1989	$1,4 \times 10^2$	Uysal, 1993
Güney Batı Kar.	Şubat 1990 ($>55\mu$)	$1,3 \times 10^4$	Uysal, 1993
Güney Doğu Kar.	Şubat 1990 ($>55\mu$)	$2,2 \times 10^4$	Uysal, 1993
Güney Batı Kar.	Temmuz 1992 ($>55\mu$)	$7,1 \times 10^3$	Bayraktar, 1994
Güney Doğu Kar.	Temmuz 1992 ($>55\mu$)	$4,7 \times 10^5$	Bayraktar, 1994
Güney Doğu Kar.	Haziran 93- Ağustos 94		Feyzioğlu, 1996
	Kış	$<1 \times 10^5$	
	İlkbahar	$>1 \times 10^5$	
Güney Batı Kar.	Temmuz 1996	$1,1 \times 10^5$	Uysal vd., 1997
Güney Doğu Kar.	Temmuz 1996	$3,4 \times 10^5$	Uysal vd., 1997
Güney Batı Kar.	Mart-Nisan 1995	$1,4 \times 10^5$	Eker, 1999
Güney Doğu Kar.	Mart-Nisan 1995	$9,8 \times 10^4$	Eker, 1999
Güney Batı Kar.	Ekim 1995	$2,5 \times 10^5$	Eker, 1999
Güney Doğu Kar.	Mart-Nisan 1995	$8,6 \times 10^4$	Eker, 1999
Orta Karadeniz	Ocak-Aralık 2002	$3,8 \times 10^5$	Bat vd., 2007
Orta Karadeniz	Ocak-Aralık 2003	$5,7 \times 10^6$	Bat vd., 2007
Güney Doğu Kar.	Şubat-Aralık 2009	$3,4 \times 10^4$	Ağırbaş, 2010
Güney Doğu Kar.	Nisan 2013-Mart 2014	$2,6 \times 10^4$	Koca, 2014
Güney Doğu Kar.	Kasım 2014-Ağustos 2015	3×10^4 - $4,1 \times 10^5$	Bu çalışma

4. 4. Birincil Üretim

Karadeniz’de birincil üretimin belirlenmesine yönelik çalışmaların tarihçesine bakıldığında bu tür çalışmaların ağırlıklı olarak Kuzey Batı kıta sahanlığında yoğunlaştığı dikkat çekmektedir (Bologa, 1984). C-14 tekniği kullanılarak Karadeniz’in kuzeybatısı, İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı etrafında gerçekleştirilen çalışmada birincil üretim miktarları kuzeybatı kıta sahanlığı için $600-3000 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı çevresi için $300-600 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve derin bölge için ise $50-200 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ civarında olduğu rapor edilmiştir (Stelmakh vd., 1998). Başka bir çalışmada ise birincil üretim miktarlarının kuzeybatı kıta sahanlığı için $570-1200 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, kıtasal yamaç için $320-500 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve derin deniz bölgesi için ise $100-370 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bologa vd., 1999). Romanya kıyılarında yürütülen başka çalışmada ise günlük üretim miktarını $238-825 \text{ mgCm}^{-2}$ arasında değiştiği belirtilmiştir (Bologa vd., 1979). Bütün Karadeniz’i kapsayacak şekilde yürütülen başka bir çalışmada ortalama birincil üretim değerleri $286-603 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Bologa, 1986).

Temmuz 1997-Eylül 1998 dönemleri için Karadeniz’in Anadolu sahillerinde yürütülen bir çalışmada birincil üretim değerlerinin $62-785 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Yayla vd., 2001). Yılmaz vd., (1998)’nin 1995-1996 periyodunda Karadeniz’in Anadolu kıyılarında yürüttükleri başka bir çalışmada birincil üretim miktarlarını ilkbahar için $247-1925 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, yaz/sonbahar dönemi için $405-687 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada Sinop (Nisan 96) ve Sakarya (Haziran-Temmuz 96) açıkları için üretim değerlerini sırasıyla $1925 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve $603 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak rapor etmişlerdir. Mayıs-Haziran 2001 döneminde boğazlardan Kuzeybatı kıta sahanlığına kadar yürütülen başka bir çalışmada ise birincil üretim değerlerinin $112-355 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Yılmaz vd., 2006). Doğu Karadeniz bölgesinde kıyı (2 mil) ve açık sularda (8 mil) iki aylık dönemler halinde yürütülen bir çalışmada birincil üretim miktarlarının kıyı sularda $431-1392 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği, açık sularda ise $126-1332 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Ağırbaş, 2010). Aynı araştırmacı en fazla birincil üretimi Ağustos döneminde tespit etmiştir. En düşük üretim ise kıyı sularda Mayıs döneminde ve açık

sularda Temmuz döneminde belirlemiştir. Bu çalışmada ise birincil üretim miktarları 1444-5931 mgCm⁻²gün⁻¹ arasında değişmiştir. Elde edilen birincil üretim değerleri literatürde rapor edilen değerlere göre ve özellikle Karadeniz'in Anadolu sahillerine göre yüksek çıkmıştır (Tablo 8). Ortaya çıkan farklılıkların bölgesel ve dönemsel farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi, fitoplankton boy gruplarının toplam birincil üretime yaptığı katkının yani fitoplanktonik grupların oranlarındaki dönemsel değişimler ve yine atmosferik hava koşulları, aşırı bulutluluk, nütrient konsantrasyonu, deniz suyunun askı yükü, CO₂ konsantrasyonu ve yöntem farklılıklardan da kaynaklanabilir.

Üretimin derinliğe bağlı değişimi incelendiğinde ise üretimin ilk 10 m'lerde oldukça yüksek olduğu ve derinlikle beraber ışığa bağlı olarak azaldığı görülmüştür. Özellikle mevsimsel termoklinin oluşmaya başladığı ilkbahar sonu ve yaz mevsiminde ise üretim miktarı bakımından yüzey ile % 1 ışık şiddetinin ulaştığı derinlikler arasında yüksek oranda farklılıklar gözlenmiştir. Bu durum mevsimsel termoklinden kaynaklanmaktadır. Ortamda yeterli ışık olmasına rağmen termoklin tabakası yüzey ile termoklin altı tabaka arasında bir engel teşkil ederek karışımı önleyerek nütrient girdisini etkileyip derin bölgelerde üretim oranının düşmesine neden olmaktadır. Özellikle soğuk aylarda su kolonu daha üniform bir yapı sergilediği için üretim genel olarak çok değişmemektedir ancak bu durumda da güneş radyasyonu yeterince dik gelmediği için yine üretimi sınırlamaktadır. Yani karışım tabakası mevsimsel termoklinle sınırlanmadığı zaman üretim miktarı % 1 ışık yoğunluğuna kadar fotik bölgede önemli ölçüde gerçekleşmektedir. Bu durumda birincil üretimde ışığın yanı sıra karışımlar da önemli bir role sahiptir. Çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde sonbahar döneminde birincil üretim miktarları derinlikle beraber azalış gösterirken, kış ve ilkbahar mevsiminde klorofil maksimumun görüldüğü 20-25 m'lerde birincil üretim artışı gözlenmiştir. Mevsimsel termoklinin çok kuvvetli olduğu yaz mevsiminde ise klorofil maksimumun altına pikoplanktonik ve nanoplanktonik grupların baskın olduğu birincil üretim artışları kaydedilmiştir. Claustre ve Marty (1995) nanoplaktonun nütrikline yakın bölgelerde gelişebildiğinin ve düşük ışık şartlarının nitrat alımını etkilediğini öne sürmüştürler. Diğer taraftan Perez vd. (2006) klorofil maksimumdaki nanoplankton baskınlığını nütriklindeki yüksek in-situ büyüme oranına, fizyolojik adaptasyon, yüksek nütrient konsantrasyonu, fitoplanktonik grupların

agregasyon davranışları ve fitoplankton üzerindeki grazing baskısı şeklinde açıklamışlardır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar H0 hipotezini doğrularken küçük boy grubundaki fitoplanktonik grupların baskınlığı dikkat çekmektedir. Mikroplanktonik gruplar kış ve ilkbaharda en fazla katkı yapan grup olurken, üretim miktarları yazı doğru azalmıştır. Kış mevsiminde nanoplanktonik grupların katkısı önemli ölçüde artış göstermiş özellikle 25 m'lerden sonra mikroplanktonun yerini almıştır. İlkbahar mevsiminde yeni nütrient girdinse bağılı olarak mikroplankton tekrar artış sergilemiştir. Yaz mevsiminde ise yüzey sularda pikoplankton katkısı önemli oranda artış göstermiştir. Mevcut çalışma ile fitoplanktonik kommunité yapısının mevsimsel dinamiğı ortaya konurken fitoplankton fizyolojisine ait bilgiler de elde edilmiştir. Derinliğe bağılı olarak grup oranlarındaki değışim beraberinde ışık adaptasyonunu ortaya koymuştur. Bu ve buna benzer bilgiler sayesinde Karadeniz'e özgü sistem modellemeleri ve algoritmalar geliştirilmesi mümkün olacaktır. Mevcut çalışma ile fitoplankton boy gruplarının (piko-, nano ve mikroplankton) toplam birincil üretime yaptığı katkı Karadeniz için ilk defa ortaya konmuştur. Bundan dolayı bölgede ilerleyen zamanlarda çalışacak olan araştırmacılara temel teşkil edeceği düşünülmektedir.

Tablo 3. Karadeniz’de yapılan birincil üretim çalışmaları

Çalışılan Bölge	Dönem	Birincil Üretim (mgCm⁻²gün⁻¹)	Kaynak
Kuzey Batı Karadeniz	Ağustos-Eylül 1960	600-3000	Stelmakh vd., 1998
İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı	Ağustos-Eylül 1960	300-600	Stelmakh vd., 1998
Derin bölge	Ağustos-Eylül 1960	50-200	Stelmakh vd., 1998
Kuzey Batı Karadeniz	1960-1991	570-1200	Bologa vd., 1999
Kıtasal Yamaç	1960-1991	320-500	Bologa vd., 1999
Derin Deniz Bölgesi	1960-1991	100-370	Bologa vd., 1999
Romanya Kıyıları	Temmuz 1977	238-825	Bologa vd., 1979
Tüm Basen	1960-1985	286-603	Bologa, 1986
Güney Batı Karadeniz	1995-1996		Yılmaz vd., 1998
	İlkbahar	247-1925	Yılmaz vd., 1998
	Yaz-Sonbahar	405-687	Yılmaz vd., 1998
Sinop Açıkları	Nisan 1996	1925	Yılmaz vd., 1998
Sakarya Açıkları	Haziran-Temmuz 1996	603	Yılmaz vd., 1998
Anadolu Sahilleri	Temmuz 1997-Eylül 1998	62-785	Yayla vd., 2001
Güney Batı Karadeniz	Mayıs-Haziran 2001	112-355	Yılmaz vd., 2006
Tüm Basen (uzaktan algılama)	2002-2005		Güneroğlu, 2007
	Kıyı	96-744	
	Açık	170-583	
Güneydoğu Karadeniz	Kıyı	431-1392	Ağırbaş, 2010
	Açık	126-1332	Ağırbaş, 2010
Güneydoğu Karadeniz	Kasım 2014 - Ağustos 2015	1444-5931	Bu Çalışma

5. ÖNERİLER

Akuatik ekosistemlerde meydana gelen değişimlerin kısa ve uzun vadede belirlenmesinde ortamın fitoplankton tür kompozisyonu, grup oranları ve birincil üretim miktarlarının tahmini ve sürekli izlenmesi büyük önem arz etmektedir. Aynı zamanda Karadeniz sahip olduğu kendine has dinamikleri ile sürekli izlenmesi gereken bir deniz özelliğindedir. Diğer taraftan ülkemiz balıkçılığı açısından da büyük bir önem taşımaktadır. Mevcut çalışma ile Güney Doğu Karadeniz Kıyıları boyunca birincil üretim miktarları mevsimsel ölçekte hesaplanmış ve bölgenin dinamikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ancak daha sık periyotlarda ve daha geniş alanları nitelendirecek şekilde çalışmaların planlanması sistemin daha iyi anlaşılabilmesine imkan tanıyacağı düşünülmektedir.

Yapılan C-14 deneyleri bölge için yeterli görülmele birlikte gerçek durumu daha kesin olarak ortaya koyabilmek ve Karadeniz için genelleyebilmek adına uzun vadeli çalışmaların gerekliliği de göz ardı edilmemelidir. Çalışma alanlarının genişletilmesi ve çalışmalardaki sürekliliğin devamlılığı diğer bölgelerle ve hatta dünyanın diğer denizleri ile karşılaştırılma olanağını da arttıracaktır.

Mevcut çalışma ile fitoplankton boy gruplarının (piko-, nano ve mikrop plankton) toplam birincil üretime yaptığı katkı Karadeniz için ilk defa ortaya konmuştur. Bundan dolayı bölgede ilerleyen zamanlarda çalışacak olan araştırmacılara temel teşkil edeceği düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar diğer veri setleri ile (pigment, flowsitometre, uydu verisi vb.) entegre edilerek Karadeniz'e has algoritmalarının geliştirilmesine olanak tanıyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E., 2010.** Güneydoğu Karadeniz’de Pigment Konsantrasyonu ve Birincil retim in evre Koşulları İle Etkileşimi, Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 199s.
- Ağırbaş, E., Martinez-Vicente, V., Brewin, RJW., Racault, MF., Airs, RL., and Llewellyn, CA. 2015.** Temporal changes in total and size-fractionated chlorophyll-a in surface waters of three provinces in the Atlantic Ocean (September to November) between 2003 and 2010. *Journal of Marine Systems*, 150; 56-65.
- Aiken, J. , Pradhan Y., Barlow R., Lavender S., Poulton A., Holligan P., Hardman-and Mountford N., 2009.** Phytoplankton pigments and functional types in the Atlantic Ocean: A decadal assessment, 1995-2005. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography*, 56 (15), 899-917.
- Antoine, D., Andre, J.M. and Morel, A., 1996.** Oceanic primary production 2. Estimation at global scale from satellite (CZCS) chlorophyll-a, *Global Biogeochemical Cycles*, 10, 57-69. DOI: 10.1029/95GB02832
- Baraley, A., and Murray, C., 1995.** The Surface Colour Field of Enclosed Marine Basins:Pigment Patterns of the Black Sea, *Remote Sensing Reviews*, 12, 61-82.
- Barlow, R.G., Aiken J., Moore G.F., Holligan P.M. and Lavender S., 2004.** Pigment adaptations in surface phytoplankton along the eastern boundary of the Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 281, 13-26.
- Barlow, R.G., Aiken, J., Holligan, P.M., Cummings, D.G., Maritorea, S., and Hooker, S. 2002.** Phytoplankton pigment and absorption characteristics along meridional transects in the Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 49 (4): 637-660.
- Bode, A. and Varela, M., 1998.** Primary production and phytoplankton in three Galician Rias Altas (NW Spain): Seasonal and spatial variability, *Scientia Marina*, 62(4), 319-330.
- Bologa, A.S., Frangopol, P.T., Vedernikov, V.I., Stelmakh, L.V., Yunev, O.A., Yilmaz, A. ve Oğuz, T., 1999.** Distribution of planktonic primary production in the Black Sea, In *Envirenonmental Degredation of the Black Sea: Challenges and remedies*, (Beşiktepe, S. T., nlata, U. ve Bologa, A. S., Eds.), Kluwer Academic Publishers, 131-145.
- Bologa, A.S., Skolka, H.S. and Frangopol, P.T., 1984.** Annual cycle of planktonic primary productivity off the Romanian Black Sea Coast, *Marine Ecology Progress Series*, 19, 25-32.

- Brewin RJW, Sathyendranath S, Hirata T, Lavender SJ, Barciela RM, and Hardman-Mountford NJ., 2010.** A three-component model of phytoplankton size class for the Atlantic Ocean. *Ecological Modelling*, 221 (11), 1472-1483.
- Claustre H, Marty JC., 1995.** Specific phytoplankton biomasses and their relation to primary production in the tropical North Atlantic. *Deep-Sea Res Part I*, 42,1475–1493.
- Ediger, D., Soydemir, N. and Kideys, A.E. 2006.** Estimation of phytoplankton biomass using HPLC pigment analysis in the Southwestern Black Sea. 53, 1911-1922.
- Eker-Develi E, Berthon JF, Canuti E, Slabakova N, Moncheva S, Shtereva G, and Dzhurova B. 2012** Phytoplankton taxonomy based on CHEMTAX and microscopy in the Northwestern Black Sea. *Journal of Marine Systems*, 94,18-32.
- Eker-Develi E, and Kideys AE 2003** Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea in summer 1996, spring and autumn 1998. *Journal of Marine Systems*, 39, 203-211.
- Estrada, M., 1996.** Primary production in the Northwestern Mediterranean, *Scientia Marina*, 60,(2), 55-64.
- Falkowski, P. G. and Raven, J. A., 2007.** Aquatic photosynthesis, Princeton University Press, Second edition, 484 s.
- Fogg, G.E., 1975.** Primary Productivity, *Chemical Oceanography*, 2, 2nd Ed., Academic Press, London, 385-453.
- Gargas., E., 1975.** A manual for phytoplankton primary production studies in the Baltic, the Baltic Marine Biologist in Cooperation with the Danish Agency of Environmental.
- Gibb S.W., Barlow R.G., Cummings D.G., Rees N.W., Trees C.C., Holligan P. and Suggett D. 2000.** Surface phytoplankton pigment distributions in the Atlantic Ocean: an assessment of basin scale variability between 50°N and 50°S. *Progress in Oceanography*, 45, 339-368.
- Gibb, S.W., Cummings, D.G., Irigoien, X., , Barlow, R.G., Fauzi, R, Mantoura and C., 2001.** Phytoplankton pigment chemotaxonomy of the northeastern Atlantic, *Deep Sea Research II*, 48, 795-823
- Gieskes, W.W.C., 1991.** Algal pigment fingerprints: clue to taxonspecific abundance, productivity and degradation of phytoplankton in seas and oceans. In: Demers, S. (Ed.), *Particle Analysis in Oceanography, NATO ASI Series'*, vol. G27. pp. 61–69.

- Güneroğlu, A., 2007.** Karadeniz Oşinografisinin Yerinde Ölçüm ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Araştırılması, Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Jeffrey S.W. and Vesk M. 1997.** Introduction to marine phytoplankton and their pigment signatures. In: Jeffrey SW, Mantoura RFC, Wright SW (Eds.), Phytoplankton Pigments in Oceanography: Guidelines to Modern Methods. UNESCO, Paris, pp. 19-36.
- Kaiser, M.J., Attrill, M. J., Jennings, S., Thomas, D.N., Barnes, D.K.A., Brierley, A.S., Polunin, N.V.C., Rafaelli, D.G. ve Williams, P.J.B., 2005.** Marine Ecology, Processes, Systems and Impacts, Oxford University Pres, 557.
- Koca, L., 2014.** Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat Oranları Ve Pigment Kompozisyonun Zamansal Değişimi, Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 s.
- Krupatkina, D. K. and Berseneva, G. P., 1995.** Primary production and chlorophyll -a in the Black Sea in Winter and Autumn Seasons, *Oceanology*, 34, 6, 775-779.
- Lalli, C. ve Parsons, T., 1993.** Biological Oceanography: An Introduction; Butterworth-Heinemann, 320 s.
- Lohrenz, S.E., Redaljea, D.G., Verityb, P.G., Flagge, C.N. and Matulewska, K.V., 2002.** Primary production on the continental shelf off Cape Hatteras, North Carolina, *Deep Sea Research II*, 49, 4479-4509.
- Lorenzo, L.M., Arbones, B., Figueiras, F.G., Tilstone, G.H. and Figueroa, F.L., 2002.** Photosynthesis, primary production and phytoplankton growth rates in Gerlache and Bransfield Straits during Austral summer: cruise FRUELA 95, *Deep Sea Research II*, 49, 707-721.
- Mee, L., 1992.** The Black Sea in crisis: A need for concerted international action, *Ambio*, 21, 4, 286 .
- Miller, C.B., 2004.** Biological Oceanography, Wiley-Blackwell Publishing, 416.
- Millie, D. F., Paerl, H.W. and Hurley, J.P., 1993.** Microalgal pigment assessments using High Performance Liquid Chromatography: a synopsis of organismal and ecological applications, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50, 2513-2527.
- Mordy, C.W., Stabeno, P.J., Ladd, C., Zeeman, S., Wisegarver, D.P., Salo, S.A. and Hunt, G.I., 2005.** Nutrients and primary production along the Eastern Aleutian Island Archipelago, *Fisheries Oceanography*, 14 (1), 55-76.

- Nagata T, Takai K, Kawabata KI, Nakanishi M and Urabe J., 1996.** The trophic transfer via a picoplankton-flagellate copepod food chain during a picocyanobacterial bloom in Lake Biwa. *Arch Hydrobiol*, 137;145–160.
- Parsons, T., Takahashi, M. and Hargrave, B., 1990.** *Biological Oceanographic Processes*, Pergamon Press, Third Edition, Great Britain, 330 s.
- Parsons, T. R., Maita, Y. ve Lalli, C., 1984.** *Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis*, Pergamon Press, Great Britain, 173 s.
- Perez, V., Fernandez, E., Maranon, E., Serret, P., Varela, R., Bode, A., Varela, M., Varela, M.M., Moran, X., Woodward, E.M.S., Kitidis, V. and Garcia-Soto, C., 2005.** Latitudinal distribution of microbial plankton abundance, production, and respiration in the Equatorial Atlantic in Autumn 2000. *Deep-Sea Research I* 52, 861–880.
- Platt, T. and Sathyendranath, S., 2005.** *Modelling Marine Primary Production*, EU-JRC Ocean Color Course Notes, Italy, 282.
- Richardson A and Schoeman DS., 2004.** Climate impact on planktonic ecosystems in the Northeast Atlantic. *Science* 305: 1609–1612.
- Satoh, H., Yamaguchi, Y., Watanabe, K. and Aruga, Y., 1989.** Light conditions and photosynthetic productivity of Ice Algal assemblages in Lake Saroma, Hokkaido, The Japanese Society of Phycology, 37.(4), 274-278. DOI:0.1007/978-1-4615-2858-6_2
- Smith, R.C., Baker, K.S., Dierssen, H.M., Stammerjohn, S.E. and Vernet, M., 2001.** Variability of primary production in an Antarctic marine ecosystem as estimated using a multi-scale sampling strategy, *American Zoologist*, 41, 40-56.
- Smith, W.O. and Sakshaug E., 1990.** Polar Phytoplankton, In: Smith, W.O. (Ed.), *Polar Oceanography, Part B: Chemistry, Biology and Geology*. Academic Press, San Diego, 477-525.
- Stelmakh, L.V., Yunev, O.A., Finenko, Z.Z., Vedernikov, V.I., Bologa, A.S. and Churilova, T.Y., 1998.** Peculiarities of seasonal variability of primary production in the Black Sea, In: *Ecosystem Modeling as management tool for the Black Sea* (Ivanov, L. I., Oguz, T., Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1, 93-104.
- Tait, R. V. and Dipper, F. A., 2001.** *Elements of Marine Ecology*, Butterworth-Heinemann Pub., fourth edition, Great Brita Publication, 462 s.
- Vollenweider, R.A., 1974.** *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*, Blackwell Scientific Publications, 171.

- Wright, S.W., Jeffrey, S.W., 1987.** Fucoxanthin pigment markers of marine phytoplankton analysed by HPLC and HPTLC. *Marine Ecology Progress Series* 38, 259–266.
- Yamaguchi, Y., Kosaki, S. and Aruga, Y., 1985.** Primary productivity in the Antarctic Ocean during the Austral Summer of 1983/84, *Transactions of the Tokyo University of Fisheries*, 6, 67-84.
- Yayla, M., Yılmaz, A. and Morkoç, E., 2001.** The dynamics of nutrient enrichment and primary production related to recent changes in the ecosystem of the Black Sea, *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 4, 33-49.
- Yılmaz A., Tugrul S., Polat C., Ediger D., Çoban, Y. and Morkoc E., 1998.** On the production, elemental composition (C, N, P) and distribution of photosynthetic organic matter in the Southern Black Sea, *Hydrobiologia*, 363,141-156.
- Yılmaz, A., 2002.** Türkiye denizlerinin biyo-jeokimyası: Dağılımlar ve döngüler, *Turkish Journal of Engineering Enviromental Sciences*, 26, 219-235.
- Yılmaz, A., Çoban-Yıldız, Y., Karakoç, F.T. ve Bologa, A., 2006.** Surface and mid-water sources of organic carbon by photoautotrophic and chemoautotrophic production in the Black Sea, *Deep-SeaResearch II*, 53, 1988-2004.
- Yunev, O., Vladimir, A., Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Kideyş, A. E., Moncheva, S. and Konovalov, S. K., 2002.** Long-term variation of surface chlorophyll-a and primary production in the open Black Sea, *Marine Ecology Progress Series*, 230, 11-28.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa BAKIRCI, 24.01.1989 tarihinde Rize'nin merkez ilçesinde doğdu. İlköğretimini İstanbul Sultan Çiftliği İlçesi Hüseyin Ersu İlköğretim Okulu'nda, Ortaöğretimini Başakşehir Lisesi'nde tamamladı. 2009-2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümünü başarı ile tamamladı. 2014-2016 güz döneminde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimini halen devam ettirmektedir. Henüz askerliğini yapmamış, yaşamına ailesinden uzakta ve bekar olarak devam etmektedir.