



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

2002-243

PROJE NO: 101Y044

27

Yer Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu

Earth Marine and Atmospheric Sciences
Researches Grant Group

**İZMİR KÖRFEZ'İNDE PARTİKÜL MADDENİN
ELEMENTEL (C,N,P) BİLEŞİMİ VE DAĞILIMI**

2002-243
PROJE NO: 101Y044

27

1-56

Doç.Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN

Prof.Dr. Süleyman TUĞRUL

Dr. Aynur KONTAŞ

Dr. Oya ALTAY

Araştırma Görevlisi Yük.Müh. Esin ULUTURHAN

HAZİRAN 2002

İZMİR

İÇİNDEKİLER:

ÖZET

ABSTRACT

1.	GİRİŞ	1
2.	ÇALIŞMA ALANI	2
3.	MATERYAL VE YÖNTEM	4
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	8
	4.1 Fiziksel Bulgular ve Değerlendirilmesi	8
	4.2 Kimyasal Bulgular ve Değerlendirilmesi	20
	4.2.1 İzmir Körfezi'nde partikül maddenin kimyasal bileşimi	
	4.2.2 İzmir Körfezi'nde su kolonunda besin elementlerinin dağılımı	
	4.2.3 İzmir Körfezi'nde Regresyon Analizi sonucu süspanse partikül maddenin Redfield Oranları	
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	55
6.	KAYNAKLAR	57

ÖZET

Çevresinde büyük bir nüfus yoğunluğuna sahip olan İzmir Körfezi Türkiye'nin batısında yer almaktadır. Fiziksel özellikleri açısından orta, iç ve dış olmak üzere üç bölümde incelenmektedir. Uzunluğu NW-SE yönünde 45 km olan Dış Körfez'in genişliği, ağız kesiminde 24 km'yi bulmaktadır. Orta ve İç Körfezler doğu batı yönünde toplam olarak 24 km uzunluğunda, 6 km genişliğindedir.

Datalar İzmir Körfezi'nde Mart 2000-Ocak 2001 tarihleri arasında seçilmiş örnekleme noktalarında Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'ne ait R/V K. Piri Reis araştırma gemisi ile 'İzmir Körfezi Deniz Araştırmaları Projesi' kapsamında toplanmıştır. Partikül maddenin bileşimi tayin edilmiş ve fiziksel parametrelerle birlikte değerlendirilmiştir. Orta ve İç Körfez'deki besin elementi seviyeleri atmosferik ve kara kaynaklı girdiler nedeniyle Dış Körfez'den küçüktür. POC'nın mevsimsel değişimi körfezin dış kısmında anlamlıdır. Orta ve İç Körfez'de ise POM konsantrasyonlarında anlamlı bir mevsimsel farklılık bulunamamıştır.

İzmir Körfezi'nde regresyon analizinden türetilen PON:PP oranları Dış Körfez: 9-16, Orta ve İç Körfez: 16-50 arasında değişmektedir. Bu değerlerin Dış Körfez'de Redfield oranına çok yakın olmasına karşılık Orta ve İç Körfez'de çok üstünde olduğu görülmüştür. Ölçüm sonucu elde edilen PON:PP oranları sırasıyla Dış Körfez'de 9.6-22.5, Orta ve İç Körfez'de 8.1-43 olup regresyondan türetilen değerlerle uyum içindedir. Ölçümler sonucunda bulunan partikül madde bileşiminin mevsimsel ortalamaları Dış Körfez'de (Mart: 142:12:1, Temmuz: 164:15:1, Kasım: 179:18:1, Ocak: 179:19:1), Orta ve İç Körfez'de ise (Mart: 129:18:1, Temmuz: 98:15:1, Kasım: 122:17:1, Ocak: 160:19:1) olarak bulunmuştur.

Dış Körfez'de regresyondan elde edilen oranlar (Mart: 59:9:1, Temmuz: 116:13:1, Kasım: 130:16:1, Ocak: 133:15:1) Akdeniz'in açık sularına benzerken Karadeniz'in kıyı sularından düşüktür. Körfez'in iç kısmında (Mart: 254:39:1, Temmuz: 107:16:1, Kasım: 158:22:1, Ocak: 348:50:1) ise Karadeniz'in kıyı sularından yüksektir.

Su kolonunda $TNO_x PO_4$ oranları Dış Körfez'de 4.5-13, Orta ve İç Körfez'de 0.15-5.6 arasında olup Redfield oranının altındadır ve İzmir Körfezi'nde azot limitleyici elementtir.

Anahtar Sözcükler: Partikül organik karbon, Partikül organik azot, Partikül fosfor, C:N:P oranları, İzmir Körfezi (Ege Denizi)

ABSTRACT

Izmir Bay is located in the western part of Turkey and surrounded by a densely populated community. This bay has been divided into three sections (Outer, Middle and Inner) according to their physical characteristics related to their contents of the different water masses. The Outer Bay is 20 km wide between Karaburun-Foça and extends 45 km in a NW-SE direction. The Middle and Inner Bays extend in an east-west direction and are collectively 24 km long and 6 km wide.

The data were collected during cruises of R/V *K.Piri Reis* between March 2000-January 2001 at selected sampling points within the framework of the "Izmir Bay Marine Research Project". The composition of particulate matter were determined and evaluated together with physical parameters in Izmir Bay. Due to the atmospheric and land-bases nutrient inputs the levels of nutrients are lower in the outer part than the middle and inner parts of the Bay. Seasonal variation of POC was significant in the Outer Bay. No significant variations of POM were observed for different seasons in the Middle and Inner Bays.

Atomic ratios of PON:PP, derived from the regressions of POM data, ranged between 9-16 for outer, 16-50 for middle and inner parts of Izmir Bay. Elemental ratios are consistent with the Redfield ratio (16:1) in the Outer Bay and are variable and much above the (16:1) in the Middle and Inner Bays. N:P ratios of seston from the individual measurements were in the range of 9.6-22.5, 8.1-43 in the Outer and Middle-Inner Bays, respectively. The ratios, derived from the slopes of linear regressions are being quite comparable with the ratio from the preformed nutrient data. Seasonal averages of Redfield ratios of seston from the individual measurements were given as: (March: 142:12:1, July: 164:15:1, November: 179:18:1, January 179:19:1 in the Outer Bay) and (March: 129:18:1, July: 98:15:1, November: 122:17:1, January 160:19:1 in the Middle and Inner Bays).

Atomic ratios of seston from the regression equations (March: 59:9:1, July: 116:13:1, November: 130:16:1, January 133:15:1) were similar to open Mediterranean Sea and lower than near-shore Black Sea in the Outer Bay. POC:PON:PP ratios (March: 254:39:1, July: 107:16:1, November: 158:22:1, January 348:50:1) were mostly greater than near-shore Black Sea in the Middle and Inner Bays.

TNO_x:PO₄ ratios in the water column ranged between 4.5-13, 0.15-5.6 in the Outer and Middle-Inner Bays, respectively which are much lower than the Redfield ratio and thus, suggest nitrogen-limited algal production in Izmir Bay.

Key Words: Particulate organic carbon, Particulate organic nitrogen, Particulate phosphorus, C:N:P elemental ratios, Izmir Bay (Eastern Aegean)

1. GİRİŞ

İzmir İç Körfezi, 1960'lı yıllarda başlayan ve giderek hızlanan bir süreç içinde, estetik ve sağlık açısından tüm Akdeniz'de en önemli kirlilik yoğunlaşmalarının yaşandığı odaklardan biri haline gelmiştir. Körfez'deki kirlenmenin başlıca nedenleri, hızlı nüfus artışı sonucunda ortaya çıkan plansız kentsel büyüme ve buna paralel olarak gelişen sanayileşme olarak görülmektedir. İzmir Körfezi, kentteki hızlı nüfus artışına ve özellikle doğu ve kuzey kesimlerindeki yoğun sanayileşmeye bağlı olarak yıllar boyunca evsel ve endüstriyel atıksuların alıcı ortamını oluşturmaktadır. İlk bakışta görülebilen bu kaynakların yanısıra, körfezin ekolojik durumunu belirleyen pek çok diğer doğal ve antropojen (insan kaynaklı) madde girdileri de bulunmaktadır.

İzmir Körfezi'nin kirlenmesi 1980 yılından 1994 yılına kadar kesikli, 1994-2001 yılları arasında sürekli olarak Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü (DEÜ-DBTE) tarafından izlenmiştir. Bu izleme çalışmalarının 1988-1989 dönemi İzmir Büyükşehir Belediyesi, 1990-1991 dönemi ise Çevre Bakanlığı'nın katkılarıyla DEÜ-DBTE tarafından K.Piri Reis araştırma gemisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1992-1995 döneminde yapılan çalışmalar için ise, içinde bulunulan ekonomik koşullar nedeniyle, hiç bir kuruluş maddi olarak destek vermemiştir. Bu dönemde DEÜ-DBTE, eldeki zaman serilerinde kopukluk olmasını önlemek amacıyla, izleme çalışmalarını Enstitü çok kısıtlı olan kendi imkanlarıyla finanse etmeye çaba göstermiştir. 1996 yılından 2002 yılına kadar yapılan çalışmalar da İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından desteklenmiştir.

İzmir Körfezi, geçtiğimiz 30-35 yıl içinde çok sayıda bilimsel araştırmaya konu olmuştur. Bilimsel bir araştırma objesi olarak çok ilginç özelliklere sahip olan Körfez'de, gerçekleştirilen araştırmalar, ulusal ve uluslararası bilimsel platformlarda yoğun ilgi görmektedir. Söz konusu araştırmalar deniz bilimlerinin hemen her dalında (fiziksel, kimyasal, biyolojik, jeolojik oşinografi, deniz ekolojisi, uydu oşinografisi, kıyı alanları yönetimi v.b.) örnek olacak niteliktedir. Ancak yapılan çalışmalar içinde bu güne kadar partikül maddenin tüm su kolonundaki bileşimi ve mevsimsel dağılımına ilişkin bir çalışma bulunamamıştır. 1970'lerden beri deniz ortamında organik maddenin biyojeokimyasal döngü içindeki önemi çeşitli araştırmacılar

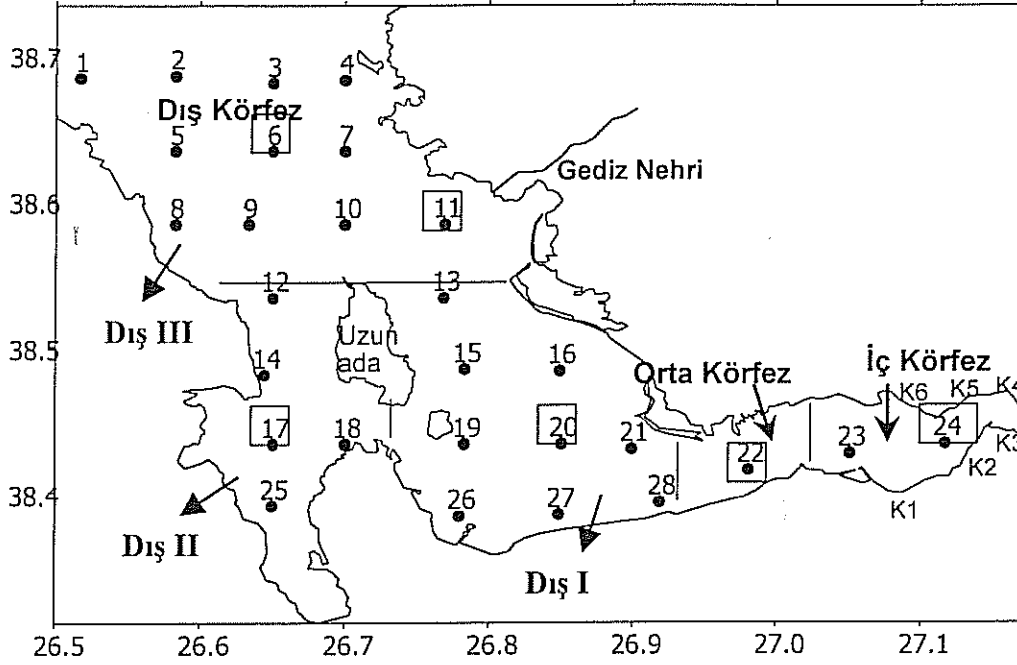
tarafından ortaya konulmuştur (Krom and Sholkovitz, 1977; Elderfield, 1981; Heggie et al., 1987; Berger et al., 1989; Henneke and Lange, 1990; Polat and Tugrul, 1995; Polat et al., 1998; Yılmaz et al., 1998; Doval et al., 1999; Ediger et al., 1999). Organik madde deniz suyunun minör bileşeni olmasına rağmen, biyolojik üretimde (productivity), jeolojik ve kimyasal proseslerde önemli rol oynar. Deniz ortamında yüzey sularında fotosentetik olarak oluşan partikül organik maddedeki karbon, azot ve fosfor arasında 'Redfield oranı (C:N:P=106:16:1)' vardır. Bu oran üretken yüzey sularının besin elementi ve türlerin kompozisyonuna dayanmaktadır (Redfield et al., 1963; Goldman et al., 1979; Sakshaug et al., 1983). Kıyusal sularla iç deniz ve körfezlerde yüzey sularındaki partikül madde bileşimi çoğunlukla inorganik materyalden oluşmaktadır (Vostokov, 1996). Bu yüzden partikül maddenin kimyasal bileşimi bilinen Redfield oranından farklı olabilmektedir.

Bu çalışma 2000 Mart-2001 Ocak ayları arasında DBTE'nin yürüttüğü ve Büyükşehir Belediyesi'nin desteklediği "Büyük Kanal Atık Sularının İzmir Körfezi'nde İzlenmesi Projesi" kapsamında alınan örneklerde partikül maddenin elementel bileşimi ve mevsimsel dağılımını incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma yardımıyla tüm su kolonunda periyodik olarak konu ile ilgili detaylı yorum yapılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Türkiye'nin batısında yer alan ve kıyılarında giderek artan bir nüfus yoğunluğuna sahip olan İzmir Körfezi, hidrografik ve topografik özellikleri açısından iç, orta ve dış olmak üzere üç bölümde incelenebilir (Şekil 1). Toplam uzunluğu 64 km'yi bulan İzmir Körfezi'nin yüzey alanı 500 km² olup su kapasitesi 11.5 milyar m³'ü bulmaktadır. Karaburun Yarımadası ile Gediz Deltası arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan daha geniş ve daha derin kesimi Dış Körfez olarak adlandırılır. Uzunluğu 45 km olan Dış Körfez'in genişliği ağız kesiminde 24 km'yi bulur. Dış Körfez'in batı kıyısına paralel bir dizi ada yer almaktadır (Uzunada, Hekim Adası, Nergis Adası olarak da bilinen Akçaada, Eşek Adası olarak da bilinen Yassıcaada ve Pırnallıada); Urla İskelesi'nin karşısında ise Yollucaada yer alır. Dış Körfez güneyde daha sığ olan Gülbahçe Körfezi ile sona erer.

Dış Körfez'in güneydoğusunda batı-doğu doğrultusunda uzanan Orta Körfez başlar ve bu kesim İzmir kentinin kıyılarında yer aldığı İç Körfez kesimi ile sona erer. Toplam uzunluğu 38 km olan bu kesimin genişliği batıda 20 km'yi bulurken, doğuya doğru gidildikçe azalır. Gediz Nehri'nin eski deltasındaki Pelikan Burnu'nun karşısında 5 km'nin altına düşer.



Şekil 1. İzmir Körfezi örnekleme noktalarının konumları

İç Körfez'in kuzey kesimleri 19. yüzyılın ikinci yarısına değin Karşıyaka'nın hemen batısına dökülen Gediz Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla dolmuş ve sığlaşmıştır. Bu nedenle İzmir Limanı dolma tehlikesiyle karşılaşmış ve 1886 yılında yatağı değiştirilerek Gediz Nehri Dış Körfez'e kanalizе edilmiş ve İç Körfez'in dolması kısmen kontrol altına alınmıştır. Dış Körfez'in derinliği genellikle 45 m ile 70 m arasında değişmektedir. En derin yeri ağız kesiminde 71 m'ye ulaşır. İç ve Orta Körfez'de derinlik doğudan batıya doğru giderek artar. İç Körfez'in en derin yeri orta kesimlerde yer alır ve 21 m civarındadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

İzmir Körfez'inde partikül maddenin elementel bileşimi ve dağılımını incelemek amacıyla seçilen 6 noktada POC, PON, PP, suda çözünmüş besin elementleri, klorofil-a ve çözünmüş oksijen parametreleri yanısıra yoruma katkıda bulunması açısından 28 noktada temel oşinografik ölçümler (sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, ışık geçirgenliği) gerçekleştirilmiştir. Örneklem noktalarının konumları Tablo 1'de verilmiştir.

ISTASYON	ENLEM	BOYLAM
1	38°41'00"N	26°31'00"E
2	38°41'06"N	26°35'00"E
3	38°40'48"N	26°39'00"E
4	38°40'56"N	26°42'30"E
5	38°38'00"N	26°35'00"E
6	38°38'00"N	26°39'00"E
7	38°38'00"N	26°43'00"E
8	38°35'00"N	26°35'00"E
9	38°35'00"N	26°38'00"E
10	38°35'00"N	26°43'00"E
11	38°35'00"N	26°46'05"E
12	38°32'00"N	26°39'00"E
13	38°32'00"N	26°46'09"E
14	38°29'00"N	26°40'00"E
15	38°29'00"N	26°46'09"E
16	38°29'00"N	26°50'06"E
17	38°26'00"N	26°39'00"E
18	38°27'00"N	26°42'00"E
19	38°26'00"N	26°47'00"E
20	38°26'00"N	26°51'00"E
21	38°25'09"N	26°53'09"E
22	38°24'09"N	26°58'08"E
23	38°25'06"N	27°03'00"E
24	38°25'08"N	27°07'01"E
26	38°23'02"N	26°42'02"E
27	38°23'01"N	26°51'00"E
28	38°23'06"N	26°54'09"E

Analiz Yöntemleri

İzmir Körfez'inde saptanan örneklem noktalarından DBTE'ye ait R/V K.Piri Reis araştırma gemisi ile Mart 2000 - Ocak 2001 dönemleri arasında örneklem yapılmıştır. Bahar döneminde Nisan ve Mayıs aylarında da su örnekleri alınmış ancak

örnek sayısının çok olması ve yüksek maliyeti nedeniyle proje kapsamında bu aylarda partikül madde ölçümleri gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle tüm ölçümlerin yapıldığı Mart ayı bahar mevsimi temsilen alınmıştır. Tüm su kolonu boyunca standart derinliklerden alınan su örnekleri 210 µm göz açıklığına sahip plankton ağından geçirilerek büyük partiküller ayrılmıştır. Daha sonra alınan su 450-500°C'de 3 saat bekletilen GF/F filtrelerden süzülmuş olup POC, PON ve PP ölçümü için filtreler derin dondurucuda saklanırken aynı derinliklerden alınan süzülmuş su örnekleri besin elementi analizi için -20°C'de korunmuştur. Ayrıca klorofil-a ölçümü için uygun hacimdeki su örnekleri GF/F filtrelerden süzülmuş filtreler önceki örnekler gibi derin dondurucuda saklanmıştır. Su örneklerindeki besin elementleri, çözünmüş organik karbon ve partikül fosfor parametreleri SKALAR otoanalizör sisteminde, klorofil-a ise flourometrede standart deniz suyu analiz yöntemleri, kullanılarak ölçülmüştür (Strickland and Parsons, 1972; Methods of Seawater Analysis, 1983). Bu ölçümler için bekleme süresi literatürde belirtildiği gibi yaklaşık 7-8 günü geçmemektedir (Strickland and Parsons, 1972). Örnekler analizden 24 saat önce oda sıcaklığına çıkarılıp analize hazırlanmıştır. Şahit ve standartların hazırlanmasında besin elementi açısından fakir deniz suyu (nitrat için Akdeniz yüzey suyu, amonyum için Ege Denizi dip suyu) kullanılmıştır. Çözünmüş organik karbon ölçümünde ise şahit ve standartlar sentetik deniz suyu ile hazırlanmıştır. Kullanılan ölçüm yöntemleri aşağıda özetlenmiştir.

Nitrat Azotu (NO₃-N): Kadmiyum-bakır indirgeme yöntemi ile nitrat azotu nitrit azotuna indirgenmesi metodun esasını oluşturmaktadır. Bakır sülfat çözeltisi ile aktif hale getirilmiş granüle metalik kadmiyum ile doldurulmuş cam kolon hazırlanır. Bu kolondan uygun hacimde su örneği belirli bir hızda geçirilerek nitrat azotu nitrit azotuna indirgenir. Nitrit azotu aşağıda belirtilen yönteme göre oto analizörde ölçülmüştür (Strickland and Parsons, 1972). Saptama limiti: 0.1 µM

Nitrit Azotu (NO₂-N): Suda bulunan nitrit iyonu asidik ortamda ilave edilen sulfanilik asidin amino grubu ile reaksiyona girerek diazo bileşiğini oluşturur. Diazo bileşiğinin ilave edilen N-(1Naphtyl) Etilen diamin dihidroklorür ile pembe renkli azo bileşiği vermesi esasına dayanılarak nitrit iyonu konsantrasyonu 543 nm'de saptanmıştır (Strickland and Parsons, 1972). Saptama limiti: 0.01 µM

Amonyum Azotu (NH₄-N): Fenol ilave edilen örneklerin sodyum nitroprusiyat ve oksitleme çözeltisi ile reaksiyona sokulup 20-27°C'de bir saat bekletilerek

spektrofotometrede okunması yöntemin esasını oluşturmaktadır (Strickland and Parsons, 1972; Methods of Seawater Analysis, 1983). Blank ve standart çözeltiler amonyum azotu içermemesi için Ege Denizi açıklarında bulunan derin istasyonların dip suyundan süzülerek hazırlanmıştır. Saptama limiti: 0.1 μM

Çözünmüş Orto ve Total Fosfat Fosforu (DIP ve DTP): Deniz suyundaki orto fosfat fosforu ($\text{o. PO}_4\text{-P}$) asidik ortamda askorbik asit, amonyum hepta molibdat ve potasyum antimon tartaratla reaksiyona girerek mavi renkli fosfomolibdenyum kompleksi oluşturur. Renk değişimi orto fosfat derişimi ile orantılı olup spektrofotometrik olarak 880 nm'de ölçülür (Methods of Seawater Analysis, 1983). Total Fosfat fosforu ($\text{T. PO}_4\text{-P}$) ise $\text{H}_2\text{SO}_4\text{+HNO}_3$ karışımı ile parçalama aşamasından sonra orto fosfat fosforu gibi analiz edilir. Saptama limiti: 0.01 μM

Su örneklerinde besin elementleri analiz yöntemlerinin kalite kontrolü

Yukarıda besin elementleri için verilen analitik yöntemleri kontrol etmek amacıyla İngiltere'den Plymouth Deniz Laboratuvarından getirilen su örneklerinde tüm besin elementleri ölçülmüş olup 2001 yılında bulunan sonuçlar aşağıda verilmiştir:

QUASIMEME, Round 22

	<u>Gerçek Değer (μMl)</u>	<u>Ölçülen Değer (μM)</u>
$\text{TNO}_x\text{-N}$	8.68 (std.dev: 0.38)	8.78 (std.dev: 0.04)
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.50 (std.dev: 0.04)	0.50 (std.dev: 0.02)
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.84 (std.dev: 0.29)	0.74 (std.dev: 0.09)
$\text{o. PO}_4\text{-P}$	0.76 (std.dev: 0.05)	0.78 (std.dev: 0.008)
Total $\text{PO}_4\text{-P}$	0.88 (std.dev: 0.08)	1.0 (std.dev: 0.07)

Çözünmüş Organik Karbon (DOC): Asitlendirilmiş deniz suyu örneğinden azot gazı geçirilerek inorganik karbon uzaklaştırılır. Persülfat tamponu ilave edilen örnekte UV ışını etkisiyle organik maddenin parçalanması sağlanır. Hidroksilamin ilavesinden sonra deniz suyu örneği dializöre gönderilerek çıkan CO_2 tamponlanmış fenolftalein çözeltisinden geçirilir. Bu çözeltinin renk şiddeti absorbe edilen CO_2 'in sebep olduğu

pH değişimi ile orantılı olarak değişmektedir. Oluşan renk şiddeti 550 nm'de ölçülür (Methods of Seawater Analysis, 1983; Environmental Protection Agency, 1983; Tuğrul; 1993).

Partikül Fosfor (PP): Partikül fosfor ölçümü için belli hacimde su süzülen GF/F filtreleri ~40°C de kurutulur. 450-500 °C de 3 saat tutularak organik fosfor inorganik forma dönüştürülür. Asit ilave edilerek su banyosunda 90 °C'de 90 dakika bekletilir. Daha sonra örnekte orto fosfat tayini yapılır. Oluşan renk değişimi orto fosfat derişimi ile orantılı olup spektrofotometrik olarak 880 nm'de ölçülür (Karl et al.1991). Blank için 47 µm çaplı filtrelerden (12 adet) alınarak örnekte uygulanan basamaklardan geçirilmiş ve ortalama blank değerleri bulunmuştur. İşlemin hassasiyetini kontrol etmek amacıyla iki defa üçlü paralel çalışma yapılmış ve ölçülen partikül fosfor değerleri ± %4-9 arasına girmiştir.

Partikül Organik Karbon (POC): Partikül organik karbon ve partikül organik azot ölçümü için belli hacimde su süzülen GF/F filtreler içinde derişik klorür asidi bulunan desikatörde bir saat kadar asit buharında tutulur. Daha sonra 40-50°C'de 3-4 saat kurutulur. Partikül organik maddeden özellikle organik azot kaybını önlemek için bu işlemlerin aynı günde yapılmasına dikkat edilir. Partikül organik karbon ve azot örneklerinin süzme ve hazırlama basamaklarında kirlenmeyi önlemek için çok özenli çalışmak gereklidir.

POC ve PON (patikül organik azot) ölçümünde CHN aleti (Carlo Erba) kullanılmış olup aletin ve kalay kapsüllerin temizlenmesinde aletin el kitabında yapılan uyarılara uygun bir yol izlenmiştir. Ölçümde yüksek sıcaklık oksidasyon yöntemi uygulanmıştır. Bulunan karbon değerlerinden 25 mm'lik filtrele ilgili blank değerleri (7-11 µg) çıkarıldıktan sonra süzülen su miktarına bölünerek POC ve PON (µM) hesaplanmıştır (Karl et al., 1991; Quality Assurance Pilot Study Selected Methods, 1996). Kullanılan CHN aleti ile uluslararası karşılaştırma denemelerine katılmış olup gerek alet gerekse örnek hazırlanması açısından çok düşük seviyede hatalar elde edilmiştir (Polat, 1995).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

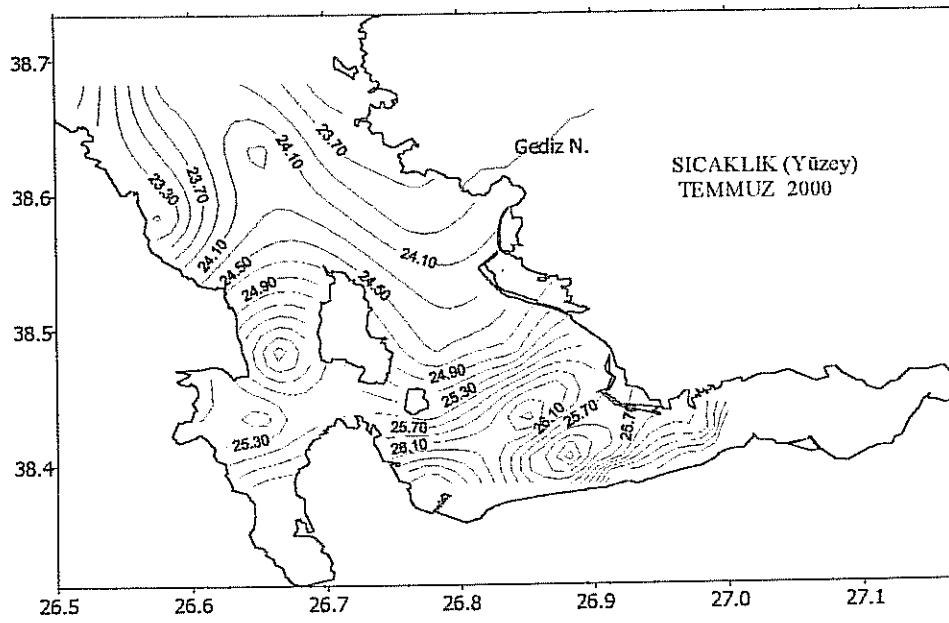
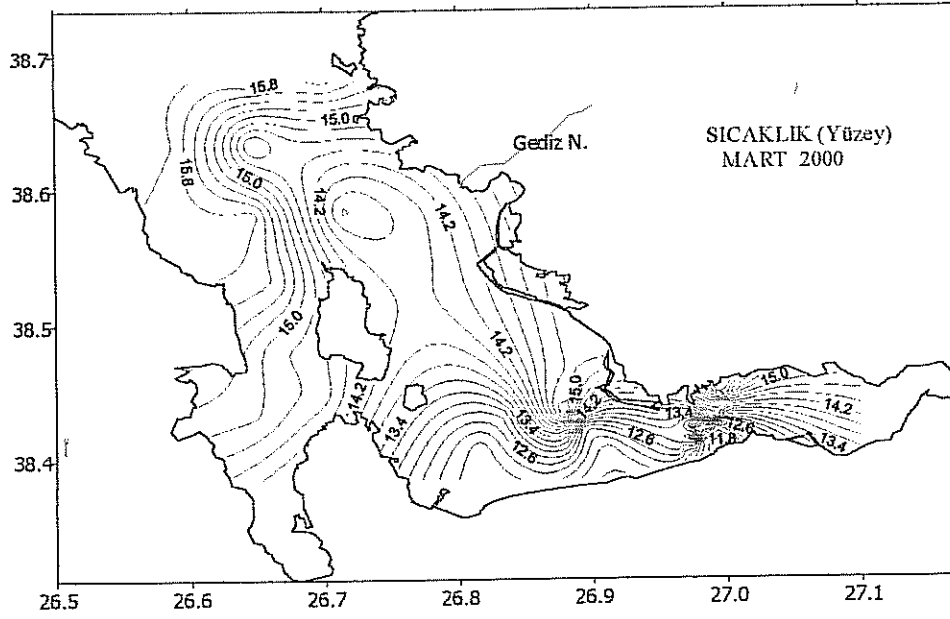
4.1 Fiziksel bulgular ve değerlendirilmesi

İzmir Körfezi'nde partikül maddenin kimyasal bileşimini ve mevsimsel dağılımını açıklamadan önce fiziksel özelliklerini incelemek verilerin yorumuna katkıda bulunacaktır. Bu amaçla örnekleme dönemlerinde toplanan sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, ışık geçirgenliği verileri aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir:

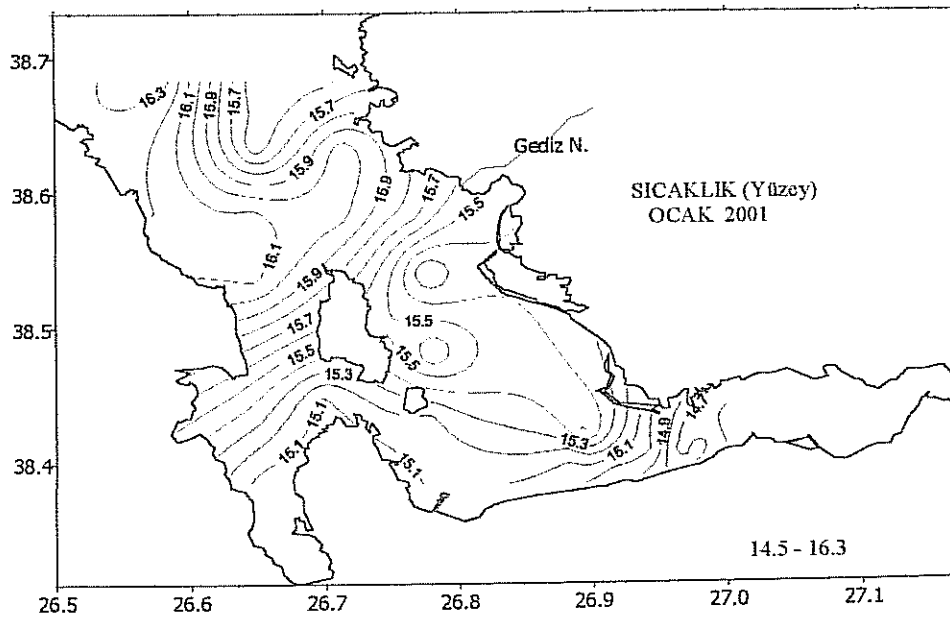
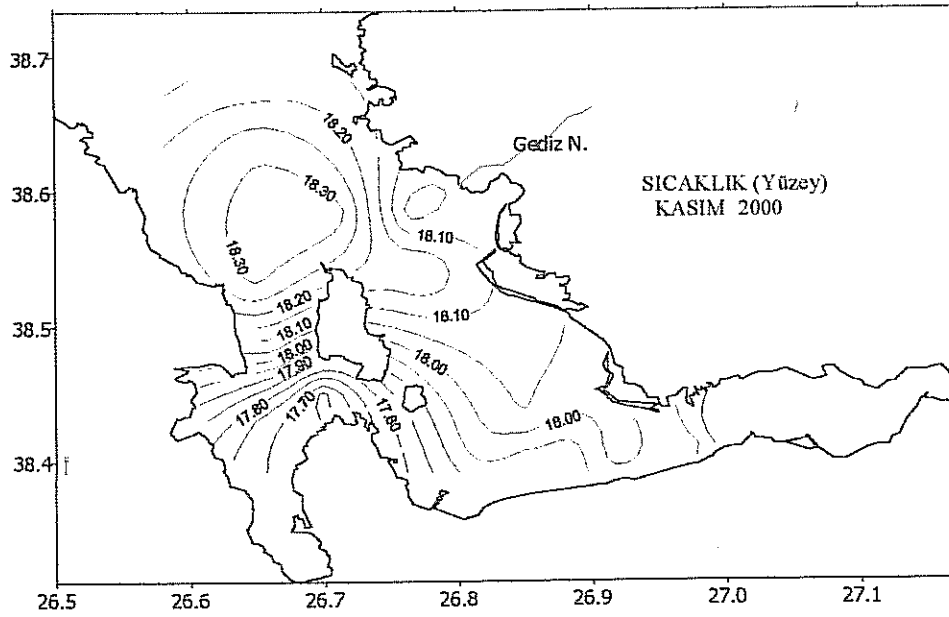
- ◆ Tuzluluk ve sıcaklık parametrelerinin yüzey dağılımlarını açıklamak için yüzey eşdeğer eğrileri çizilmiştir,
- ◆ Fiziksel parametrelerin su kolonu içerisindeki derinlik boyunca değişimlerini inceleyebilmek için dikey profiller kullanılmıştır,
- ◆ Körfez'in su kütlesindeki değişimleri izlemek için TS-diagramlarından yararlanılmıştır.

Yüzey suyu eşsıcaklık eğrilerine bakıldığında Mart ayında Orta Körfez'de Çiğli arıtma tesisi çıkışında diğer bölgelere göre yüksek sıcaklık bulunurken genel olarak tuzluluğun düştüğü görülmektedir (Şekil 2 ve 4). Ancak buna benzer sonuçlara arıtma tesisi yapılmadan önce 1998 Nisan ayında da rastlanması (IMST, 2000) bize sadece deşarjın yapıldığı 2000 yılında değil diğer yıllarda da zaman zaman anomalilere rastlandığı izlenimini vermektedir.

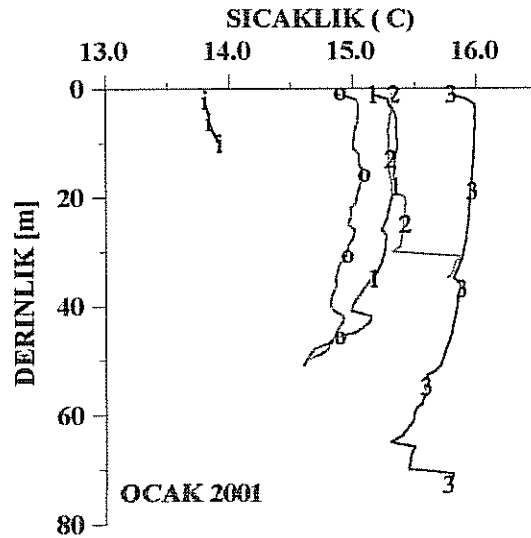
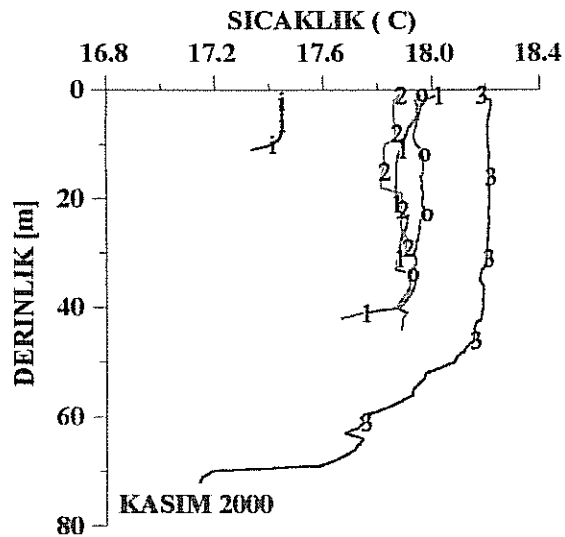
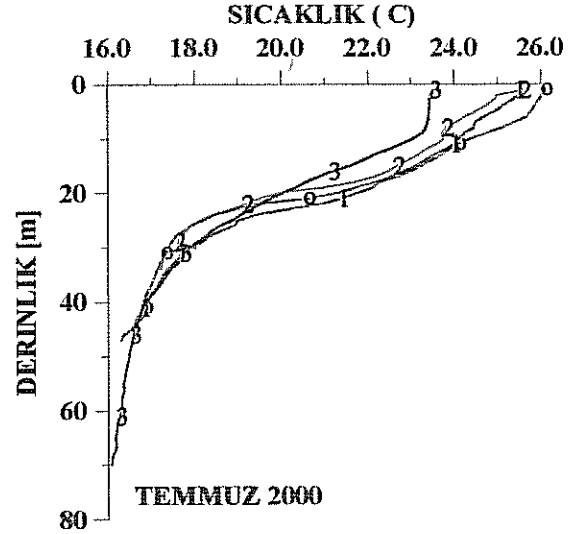
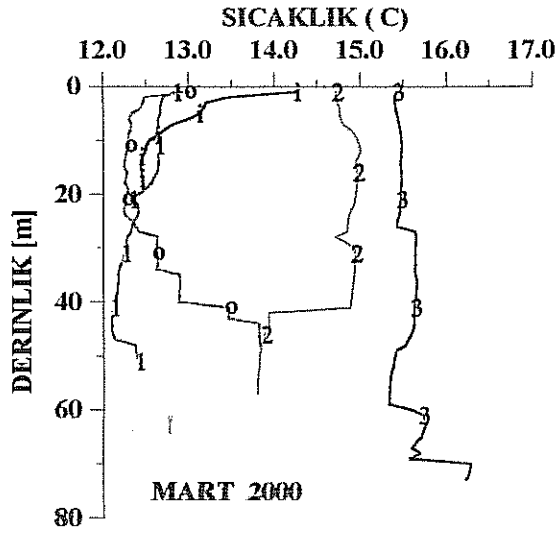
Kış aylarında Körfez'de su sıcaklığı Ege Denizi'ne göre daha soğukken, yaz aylarında tersine körfez olması nedeniyle daha sıcaktır. Geçiş dönemi ise bahar mevsimi olup bu dönemde Körfez suyu sıcaklığı ile Ege Denizi sıcaklıkları arasında belirgin bir farklılık yoktur. Kasım 2000 döneminde Orta Körfez suyu önceki yıllara göre hissedilir derecede daha sıcaktır. Ancak Orta Körfez'de görülen bu yüksek sıcaklık Dış ve İç Körfez için de geçerlidir. Bu yüksek su sıcaklıklarının, mevsim normalleri üzerinde seyreden hava sıcaklıklarından ileri geldiği söylenebilir. 2001 Ocak ayı sıcaklıkları da güz döneminde olduğu gibi önceki yıllardan biraz daha sıcaktır. Mart ayında Orta Körfez dip sularının, İç ve Dış Körfez'e göre daha sıcak olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Kasım 2000'de hava sıcaklıklarının mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi etkisiyle 2000 yılında bütün bölgelerde deniz suyu sıcaklıkları diğer yıllara göre artmıştır. Bunun yanında Temmuz 2000 yılı ile diğer yılların Temmuz ayı sıcaklıkları kıyaslandığında herhangi bir anomali görülmemektedir.



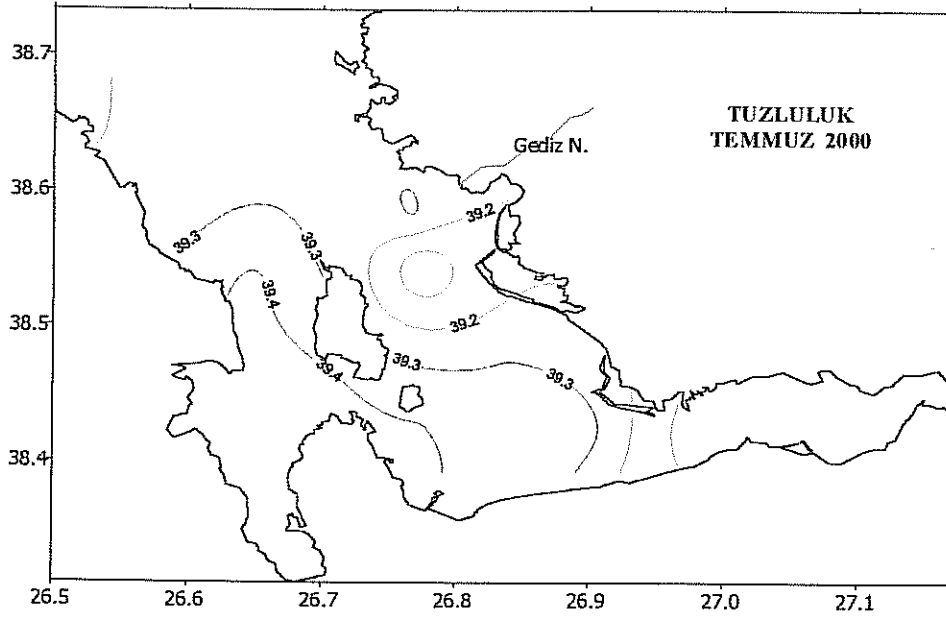
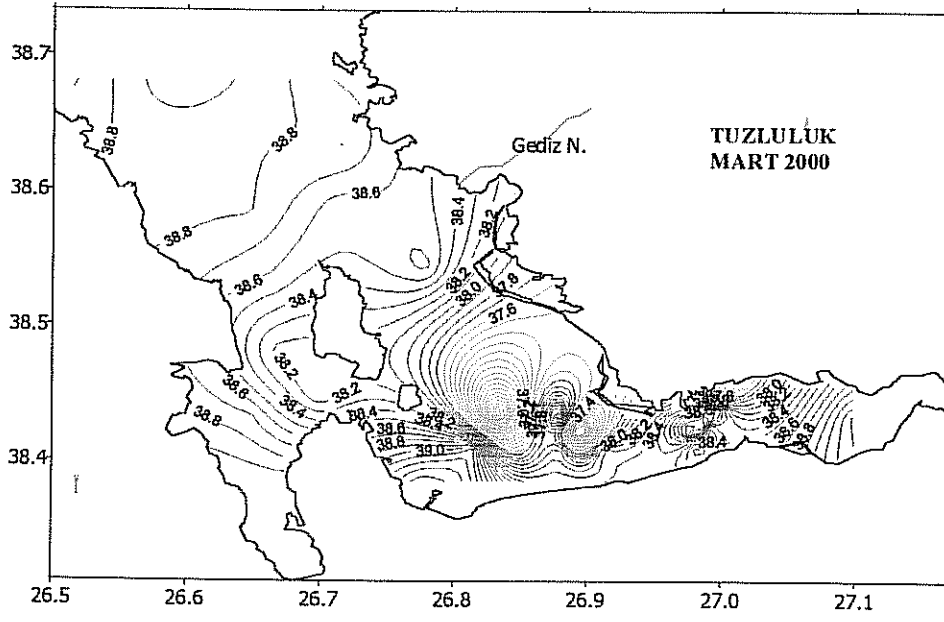
Şekil 2a. İzmir Körfezi Mart ve Temmuz 2000 dönemlerine ilişkin yüzey suyu sıcaklıkları



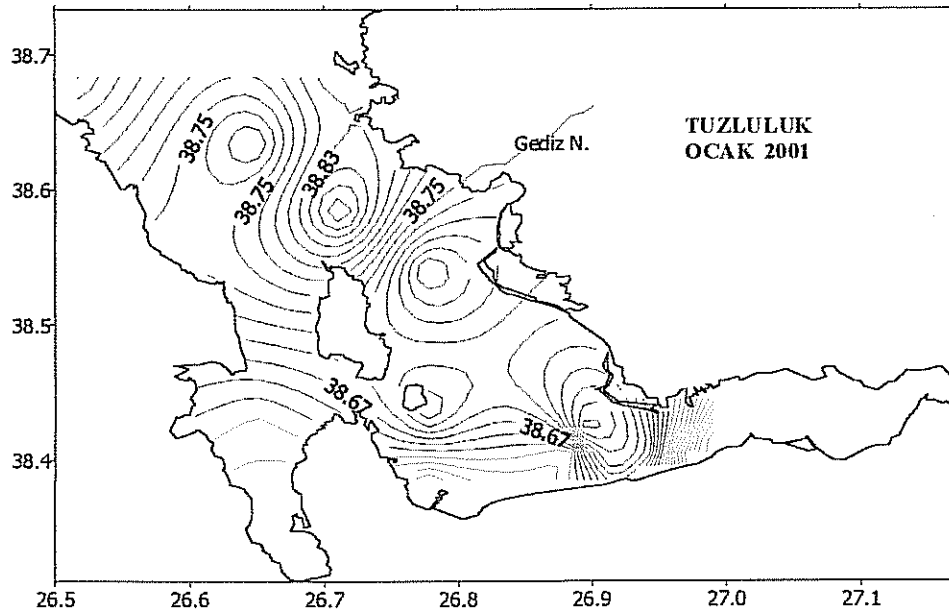
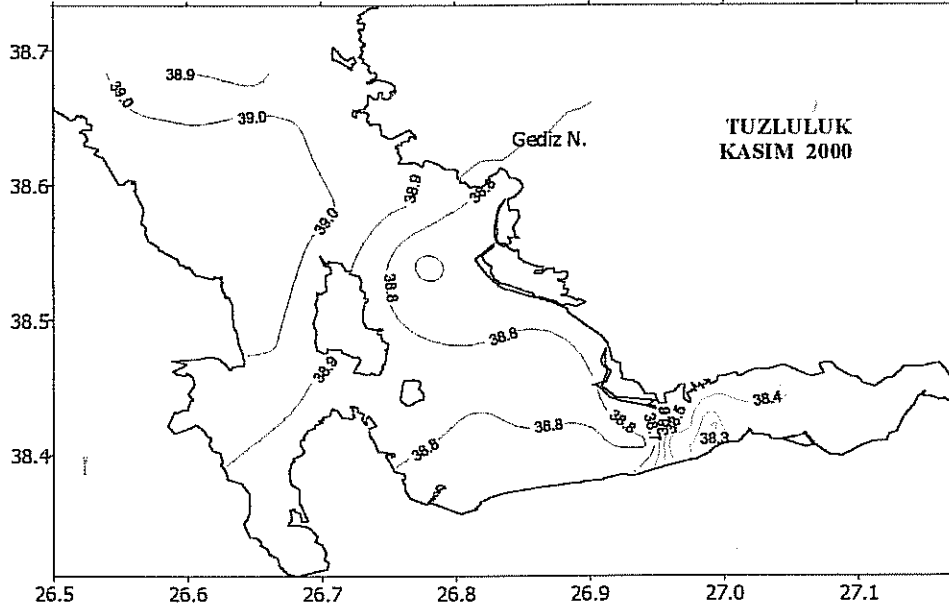
Şekil 2b. İzmir Körfezi Kasım 2000 ve Ocak 2001 dönemlerine ilişkin yüzey suyu sıcaklıkları



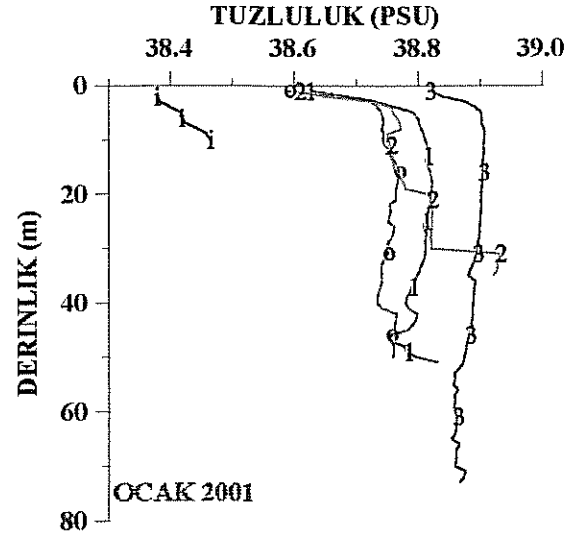
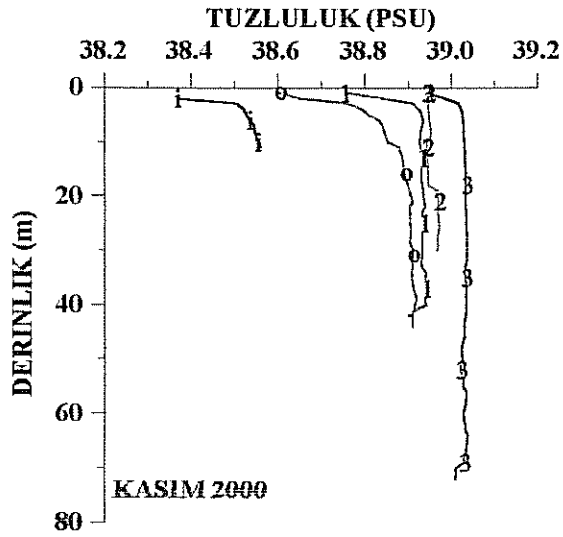
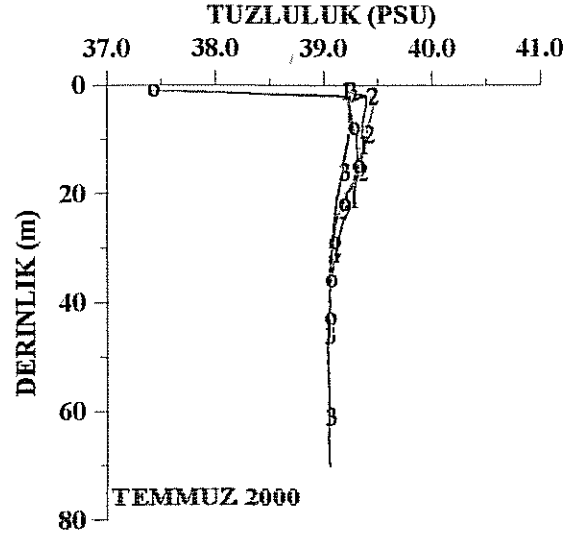
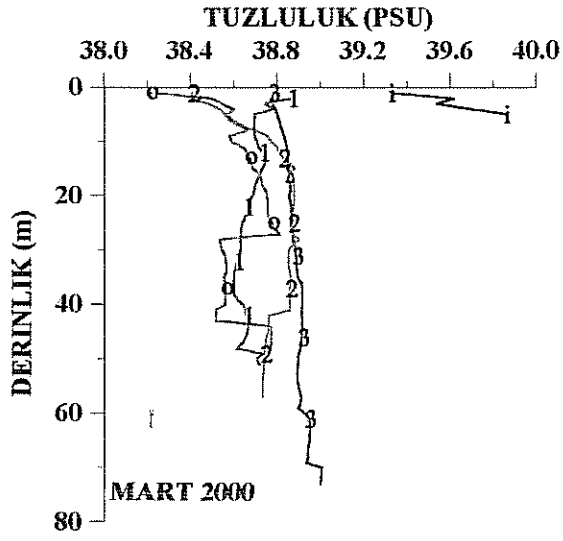
Şekil 3. Bölgelere göre İzmir Körfezi ortalama sıcaklık değerleri dikey dağılımı (i- İç Körfez, o- Orta Körfez, 1- Dış I, 2- Dış II ve 3- Dış III olarak gösterilmiştir)



Şekil 4a. İzmir Körfezi Mart ve Temmuz 2000 dönemlerine ilişkin yüzey suyu tuzlulukları



Şekil 4b. İzmir Körfezi Kasım 2000 ve Ocak 2001 dönemlerine ilişkin yüzey suyu tuzlulukları

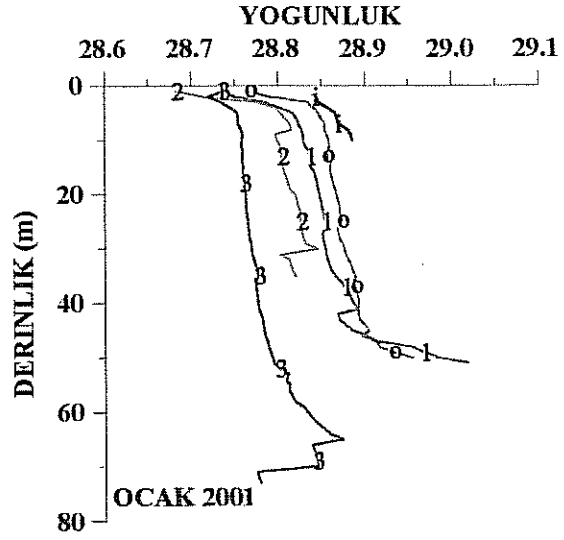
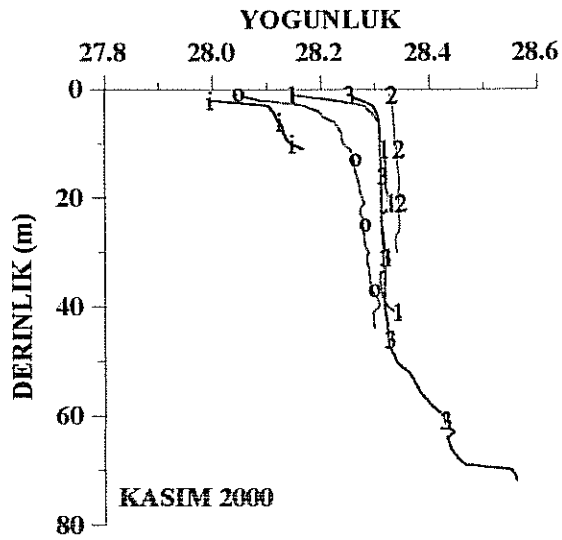
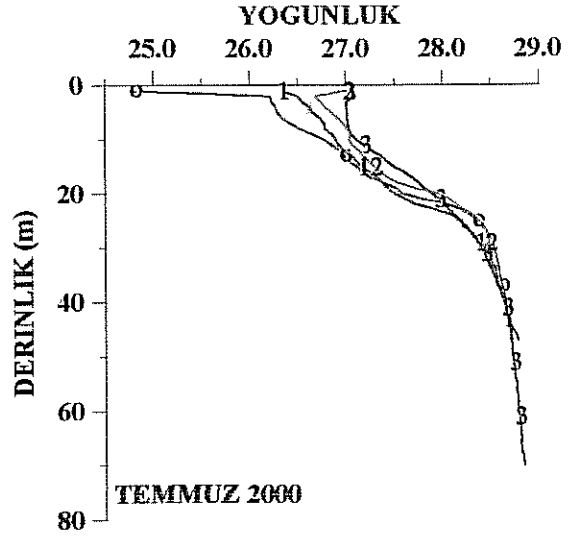
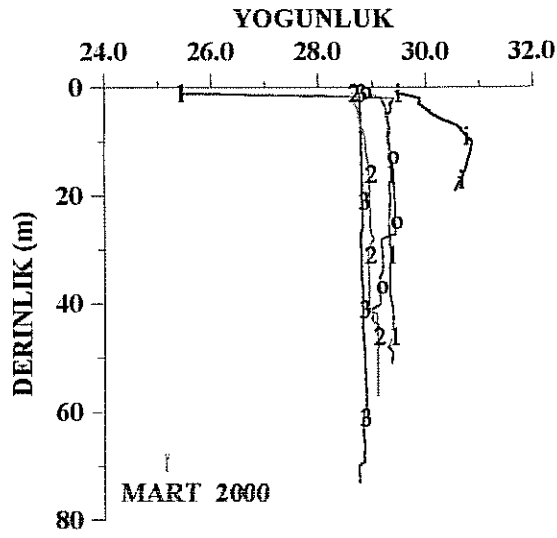


Şekil 5. Bölgelere göre İzmir Körfezi ortalama tuzluluk değerleri dikey dağılımı (i- İç Körfez, o- Orta Körfez, 1- Dış I, 2- Dış II ve 3- Dış III olarak gösterilmiştir)

İzmir Körfezi'nin tuzluluk değerleri incelendiğinde Orta Körfez'de suyun tuzluluğu diğer bölgelere göre daha düşük seviyededir ve önceki yılların bahar değerlerine benzerlik göstermektedir (Şekil 4). Orta Körfez'de aylar arasında her hanangi bir farklılık yoktur. En yüksek seviyede tuzluluk İç Körfez'de bahar ve yaz aylarında saptanmıştır. Orta ve İç Körfez Mart ayı deniz suyu tuzluluklarının dikey dağılımı Şekil 5'te görülmektedir. İç Körfez'de Kasım ve Ocak aylarında yaz ve bahar aylarına oranla tuzluluk düşmektedir. En yüksek tuzluluk Kasım ayında Dış Körfez'de gözlenmektedir. Temmuz 2000 tuzlulukları, önceki yıllara göre daha düşük olsa bile bahar aylarında olduğu gibi farklılık göstermemektedir.

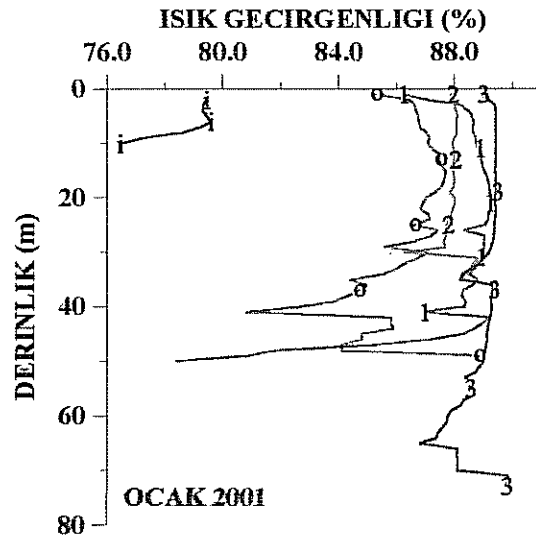
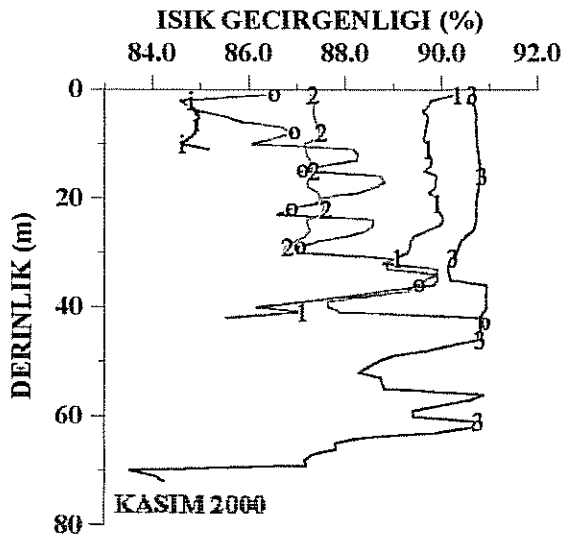
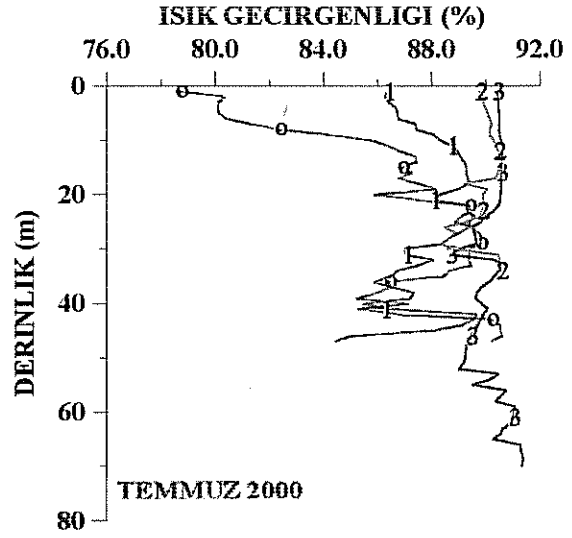
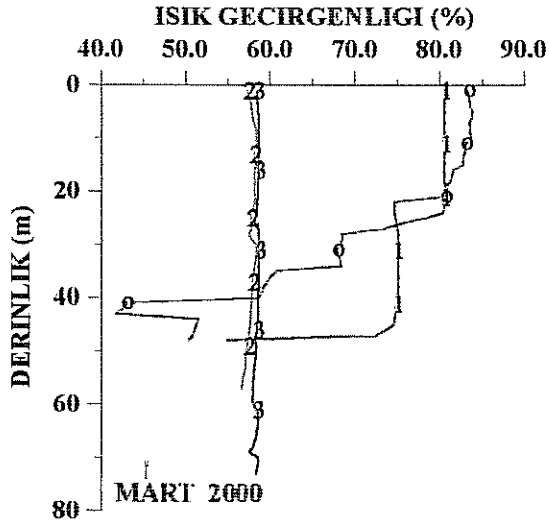
2000 yılı Mart, Temmuz ve Kasım ve 2001 yılı Ocak ayı ışık geçirgenlik ortalama değerlerinde pozitif değişmelerin olduğu görülmektedir. Bu değişmeler su kolonundaki görünürlüğün artması yani bulanıklılığın azalması anlamına gelmektedir. Dış Körfez'de Mart 2000 ile Temmuz 2000 arasında belirgin bir artış vardır. Mart 2000'de Orta Körfez'de ışık geçirgenliğinde derinlikle bir azalma gözlenirken Temmuz 2000'de derinlikle bir artış saptanmıştır. Bunun yanında Orta Körfez'de yüzey suyu bakımından Mart ve Temmuz ayları arasında belirgin bir farklılık yoktur. Temmuz ayında en yüksek ışık geçirgenliği Dış Körfez'de gözlenmektedir. Kasım 2000 ve Ocak 2001'de en düşük değerler İç Körfez'de bulunmuştur. Dış Körfez'de yine bu aylarda en yüksek değerler ölçülmüştür. Körfez genelinde ışık geçirgenliği değerleri Şekil 7'de görülmektedir. Bulunan sonuçlar Körfez'de arıtma tesisi yapılmadan önceki değerlerle karşılaştırıldığında pozitif değişimin sadece Orta Körfez ile sınırlı kalmayıp Körfez'in diğer bölgelerinde de hissedildiği görülmüştür.

Örnekleme dönemlerine ait TS Diagramlarında (Şekil 8 ve 9) sıcaklıkların arttığı ancak tuzluluklarda herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir. Sıcaklık ve tuzluluk su kütlelerinin değişiminde önemli rol oynamaktadır. Son zamanlarda sıcaklık değişmesine karşılık Körfez'deki su yoğunluklarında ve dolayısıyla su kütlelerinde önemli bir değişim görülmemiştir (Şekil 6). Sıcaklıktaki artışlar yoğunluğu azaltıcı bir etkisi olsa da bu değişiklik çok azdır. Yoğunluktaki bu çok küçük değişim arıtma yapılmadan önceki yıllara göre büyük bir farklılık göstermemektedir.

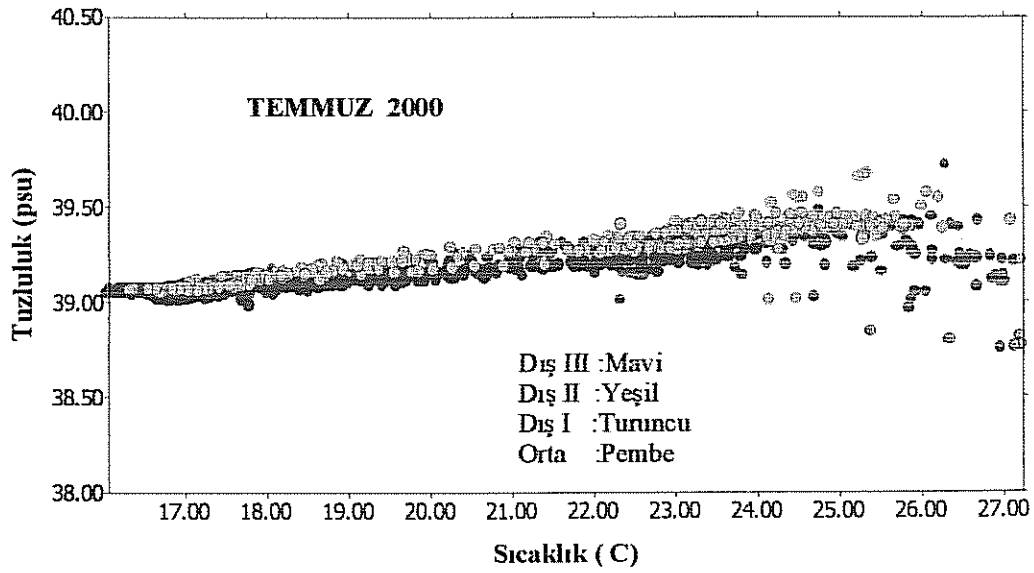
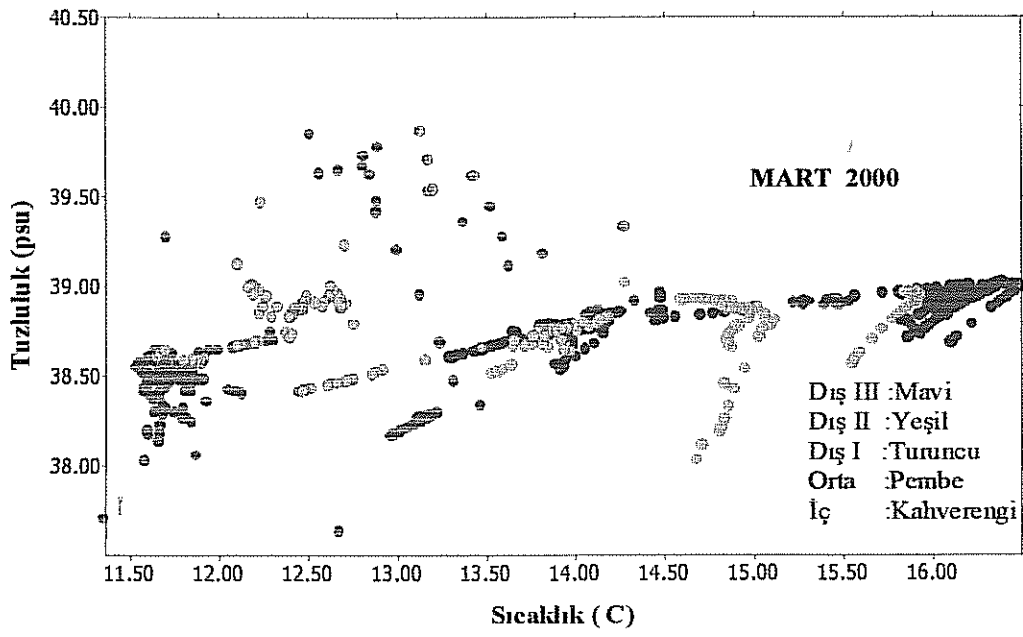


Şekil 6. Bölgelere göre İzmir Körfezi ortalama yoğunluk değerleri dikey dağılımı

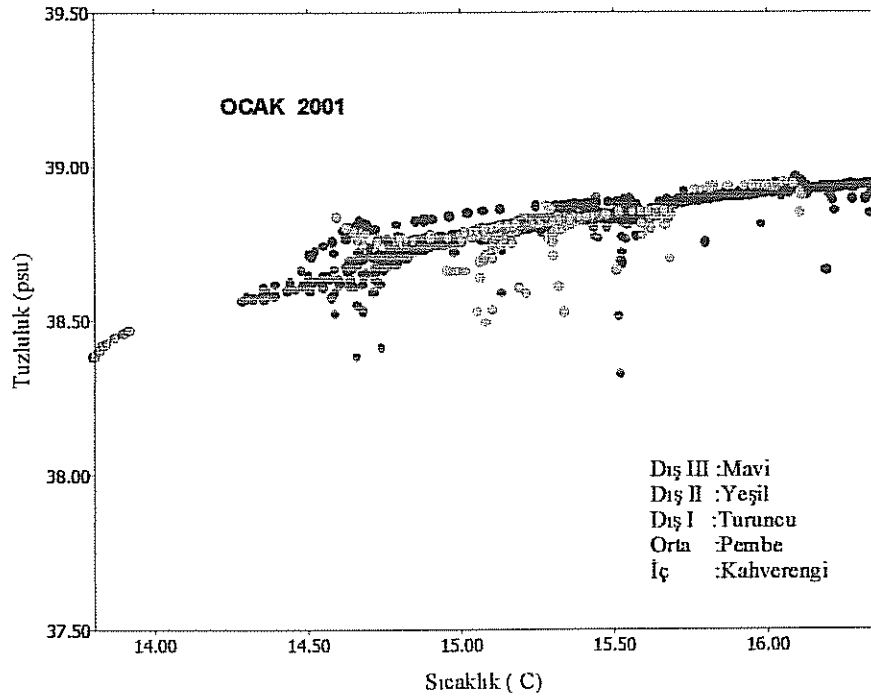
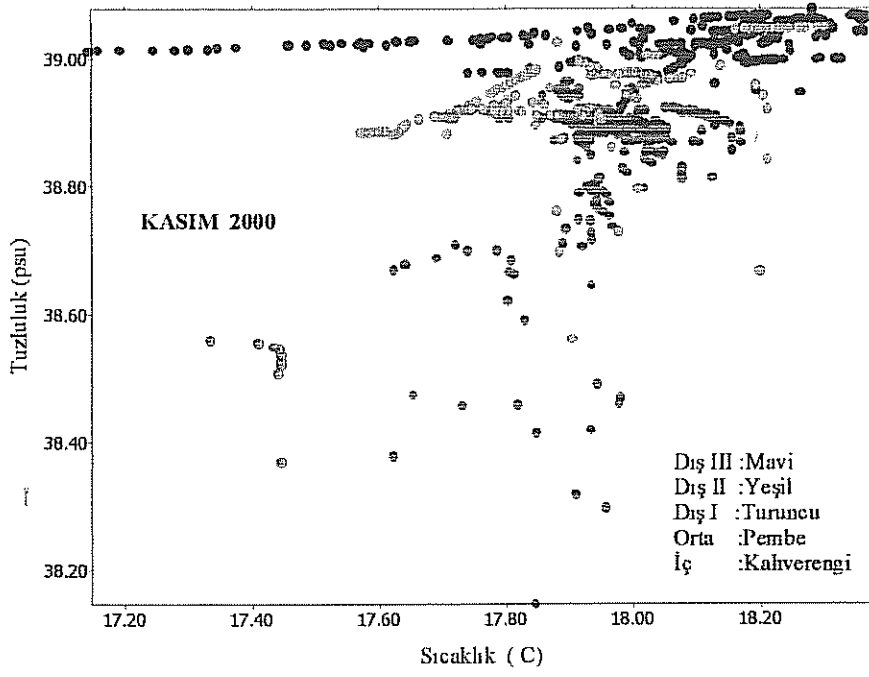
(i- İç Körfez, o- Orta Körfez, 1- Dış I, 2- Dış II ve 3- Dış III)



Şekil 7. Bölgelere göre İzmir Körfezi ortalama ışık geçirgenliği değerleri dikey dağılımı (i- İç Körfez, o- Orta Körfez, 1- Dış I, 2- Dış II ve 3- Dış III)



Şekil 8. İzmir Körfezi Mart ve Temmuz 2000 dönemlerine ilişkin T-S Diagramları

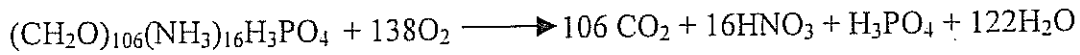


Şekil 9. İzmir Körfezi Kasım 2000 ve Ocak 2001 dönemlerine ilişkin T-S Diagramları

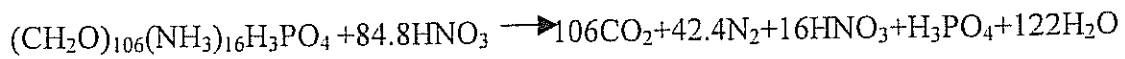
Sonuç olarak İç, Orta ve Dış I'de su kolonu boyunca ve yıllara göre yapılan incelemelerde deşarj suyunun Körfez'in fiziksel özelliklerini değiştirmediği gözlenmiştir. Yapılan incelemelerde elde edilen sıcaklık ve tuzluluk değerlerindeki hafif değişimler 2000 yılından önceki dönemlerdeki seviyededir.

4.2 Kimyasal bulgular ve değerlendirilmesi

Bu bölümde İzmir Körfezi örnekleme noktalarında mevsimsel olarak ölçülen çözünmüş ve partikül maddedeki besin elementlerinin değişimi derinlik boyunca izlenerek tartışılacaktır. Değerlendirme yapılırken gerek deniz suyunda gerekse partikül maddede C:N:P oranlarının mevsimsel değişimi ortaya konulacaktır. Organik maddenin bileşimi ilk defa Redfield ve arkadaşları tarafından ortaya atılan modelle açıklanmıştır (Redfield et al., 1963). Bu model deniz suyu ile biokütle arasındaki elementlerin değişimini ortaya koymaktadır. Bu proses sentezleme ve rejenerasyon olmak üzere iki basamaktan oluşmaktadır. Fotosentetik olarak oluşan organik maddenin bileşimi: $(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}H_3PO_4$ olarak verilmiş olup Redfield oranı bu formülden çıkmıştır (C:N:P=106:16:1). Işıklı zondan aşağıya doğru inen partikül maddenin bakteriyel ayrışması sonucu CO_2 , NO_3 ve PO_4 deniz suyuna geçmektedir. Bu olay oksijenli ortamda aşağıdaki gibi meydana gelmektedir (Redfield et al., 1963; Richards, 1965; Brewer and Murray, 1973).



Oksijenin 10-20 μM 'ın altında olduğu ortamlarda oksijenin yerini alan nitrat iyonları elektron alıcısı olarak davranır ve reaksiyon aşağıdaki gibi olur:



Teorik olarak dünya okyanuslarının yüzey sularında biokütleyi kapsamakta olan planktonlarla ilgili ilk araştırmalar Redfield et al. (1963) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar fito (108:15.5:1) ve zooplanktonlar (103:16.5:1) için birbirine çok benzer C:N:P oranları vermişlerdir. Sonuçta biokütlenin bileşimi zaman, konum ve ortamdaki beslenme koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Ortamdaki besin elementlerinin birinin azalması halinde oran ideal haline göre farklılık gösterecektir. Yapılan araştırmalar primer üreticilerin bileşimi ile sudan besin elementlerinin alım (uptake) hızları arasında iyi bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Dünyanın farklı denizlerinde bulunan elementel oranlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Dünyanın değişik denizlerinde partikül maddede bulunan Redfield oranları

	C:N	C:P	N:P
Hint Okyanusu*	5.5	100	18.5
Akdeniz*	6.1	138	23.0
	12.7	168	20.1
Baltık Denizi**	9.0	130	14.4
Ligurian Denizi*	6.0	126	21.0
Karadeniz (Near-shore)***	8.5-14.2	128-249	9.0-27.0
Marmara Denizi***	7.2-16.0	86-112	7.0-12.0

* Montégut and Montégut, 1983

** Shaffer, 1987

*** Yıldız et al., 2000

4.2.1 İzmir Körfezi'nde Partikül Maddenin Kimyasal Bileşimi

Mart, Temmuz, Kasım 2000 ve Ocak 2001'de ölçülen POC, PON, PP, klorofil-a ve DOC konsantrasyonları Tablo 2'de verilmiştir. Dış Körfez'de referans olarak seçilen 6 numaralı istasyona ait partikül maddede ölçülen en yüksek POC, PON ve PP konsantrasyonları Mart ayında görülürken diğer dönemlerde birbirine yakın bir dağılım izlenmiştir. POC, PON ve PP konsantrasyonlarının tersine DOC'nin yüksek değerleri Kasım ve Ocak dönemlerinde gözlenmiş olup en düşük değerler ise Mart ayında saptanmıştır (Şekil 10). Bahar mevsiminde üretim artışı ile partikül madde artışına bağlı olarak POC, PON ve PP değerleri yükselirken çözünmüş organik karbon tüketim nedeni ile azalmaktadır. Mart ayında 6 nolu noktada ışık geçirgenliğinin düşmesi de partikül madde miktarının artışı desteklemektedir (Şekil 7). Partikül madde miktarı yine ışık geçirgenliğine bağlı olarak sadece Mart ayında 40 metreden sonra düşme göstermektedir. Klorofil-a'nın derinliğe bağlı olarak değişimi de üretime bağlı olarak POC, PON ve PP'a benzerlik göstermektedir (Şekil 10).

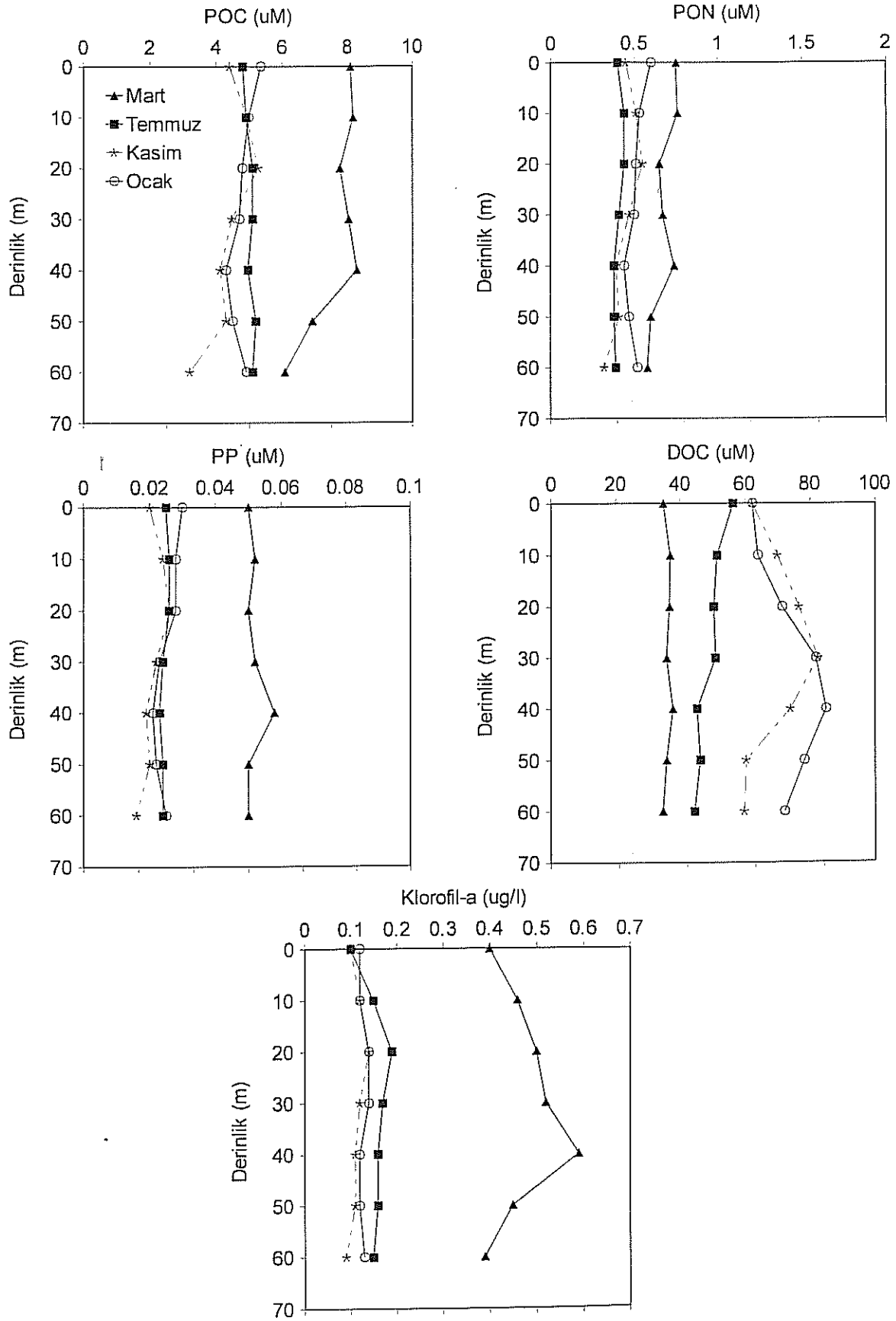
POC:PON oranı Temmuz döneminde PON değerleri düşük olduğu için artarken kış aylarında POC'nin düşmesiyle birlikte bu oran azalmaktadır (Şekil 11). Mart ayında PP'nin yüksek değerlerde olması nedeniyle POC:PP ve PON:PP oranları düşmektedir.

Tablo 2. DOC ve Partikül Maddede ölçülen karbon, azot, fosfor derişimleri (μM)

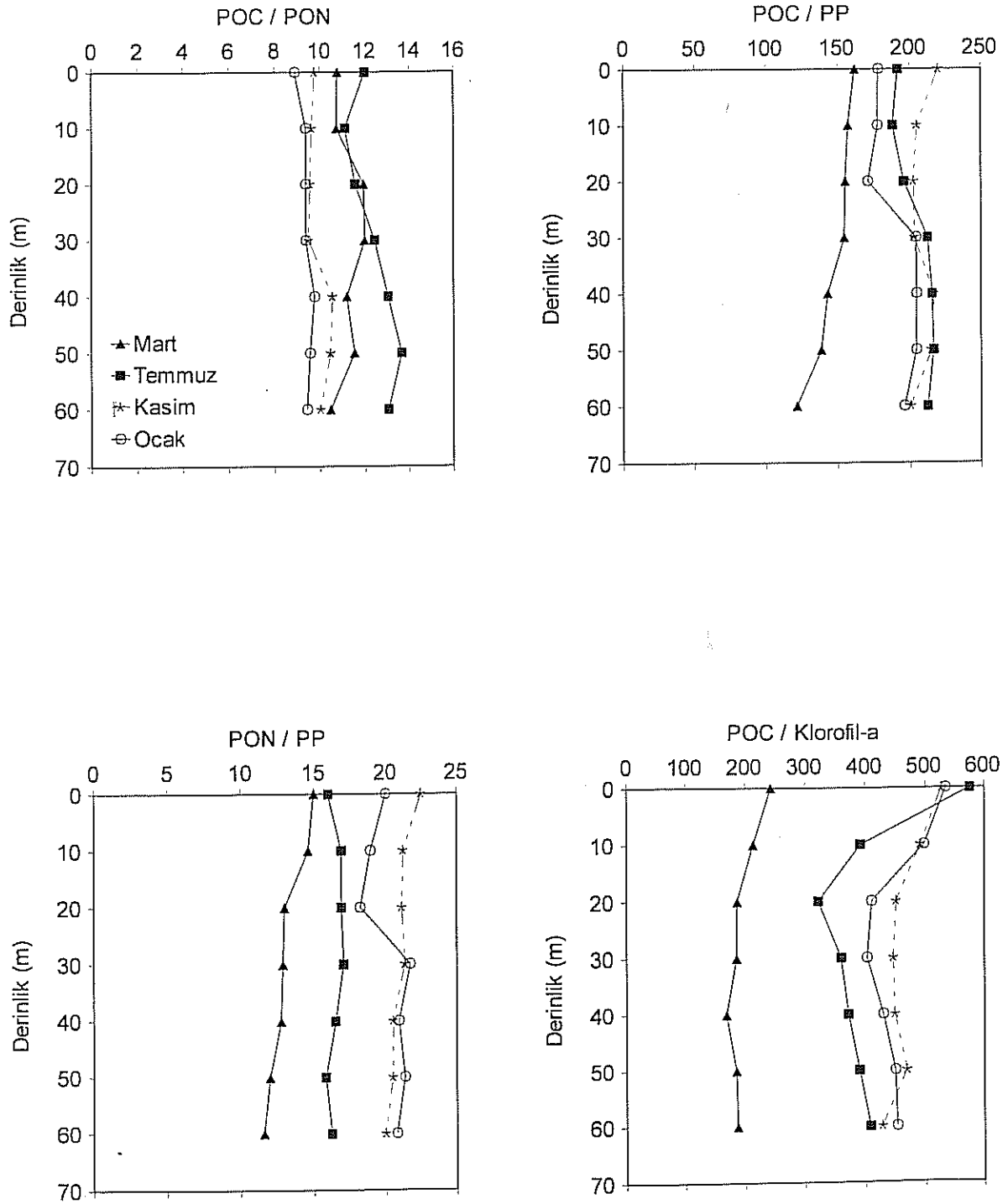
İst.No	DOC μM	Klorofil-a $\mu\text{g/l}$	POC μM	PC μM	PON μM	PN μM	PP μM	
08/3/00								
6	0	34.8	0.40	8.10	8.98	0.75	0.78	0.050
	10	36.9	0.46	8.18	9.32	0.76	0.78	0.052
	20	36.7	0.50	7.77	8.88	0.65	0.66	0.050
	30	35.8	0.52	8.04	9.04	0.67	0.71	0.052
	40	37.7	0.59	8.30	9.28	0.74	0.80	0.058
	50	35.8	0.45	6.93	7.99	0.60	0.62	0.050
	60	34.6	0.39	6.08	8.21	0.58	0.60	0.050
11	0	53.4	0.44	7.71	9.18	0.75	0.94	0.070
	10	40.3	0.50	9.27	12.73	0.77	0.84	0.070
	20	37.3	0.36	7.67	11.27	0.70	0.72	0.060
17	0	34.8	0.20	10.19	11.71	0.95	1.2	0.060
	10	35.9	0.34	16.34	17.68	1.3	1.4	0.080
	20	42.5	0.37	17.00	19.10	1.2	1.4	0.080
	25	52.2	0.39	17.90	19.25	1.2	1.4	0.080
20	0	37.2	0.35	15.92	22.85	1.85	2.66	0.190
	10	43.3	0.44	17.91	18.11	2.01	2.14	0.210
	20	42.9	0.42	12.54	13.41	1.63	1.93	0.150
	30	42.0	0.41	12.54	13.25	1.57	1.68	0.110
	40	39.5	0.38	12.80	13.15	1.60	1.70	0.110
22	0	67.9	1.5	38.29	61.67	4.67	7.71	0.580
	10	49.5	0.94	23.55	25.61	2.77	3.54	0.230
	18	42.3	5.9	13.53	15.18	1.67	1.80	0.190
24	0	81.8	1.4	181.22	192.96	27.43	28.08	0.630
	10	53.8	1.4	41.68	49.81	5.86	6.49	0.360
11/7/00								
6	0	56.4	0.10	4.80	5.55	0.40	0.45	0.025
	10	51.5	0.15	4.90	5.86	0.44	0.48	0.026
	20	50.5	0.19	5.10	7.05	0.44	0.52	0.026
	30	51.0	0.17	5.10	6.76	0.41	0.47	0.024
	40	45.3	0.16	4.96	6.68	0.38	0.41	0.023
	50	46.3	0.16	5.20	6.75	0.38	0.41	0.024
	60	44.5	0.15	5.10	6.42	0.39	0.44	0.024
11	0	47.1	0.18	5.73	7.76	0.53	0.66	0.034
	10	54.6	0.16	6.35	7.07	0.56	0.69	0.036
	20	54.3	0.16	5.96	7.57	0.59	0.63	0.038
17	0	56.4	0.20	9.47	10.50	0.75	0.89	0.059
	10	53.1	0.18	6.47	7.45	0.55	0.65	0.044
	20	53.6	0.27	9.14	9.98	0.77	0.98	0.057
	25	54.1	0.29	11.79	12.51	1.18	1.25	0.073
20	0	65.4	0.40	22.56	23.99	2.14	2.47	0.145
	10	56.9	0.38	15.89	18.81	1.65	2.19	0.114
	20	55.6	0.23	9.30	9.71	1.17	1.34	0.098
	30	55.6	0.25	8.80	10.07	0.90	1.77	0.090
	40	53.0	0.19	6.38	8.09	0.72	1.02	0.074
22	0	76.8	3.8	110.61	123.50	13.89	17.92	0.888
	10	61.0	1.8	45.65	51.46	7.63	8.88	0.452
	18	56.1	0.97	29.27	34.40	4.22	5.25	0.350
24	0	121.0	10	197.08	210.39	29.58	30.13	1.924
	10	60.8	1.6	30.12	31.68	4.79	5.50	0.379

Tablo 2. DOC ve Partikül Maddede ölçülen karbon, azot, fosfor derişimleri (μM)

İst.No	DOC μM	Klorofil-a $\mu\text{g/l}$	POC μM	PC μM	PON μM	PN μM	PP μM	
14/11/00								
6	0	62.3	0.10	4.40	4.93	0.45	0.49	0.020
	10	70.0	0.12	4.92	5.12	0.51	0.55	0.024
	20	76.6	0.14	5.27	5.59	0.55	0.65	0.026
	30	82.5	0.12	4.47	4.70	0.47	0.57	0.022
	40	74.0	0.11	4.12	4.41	0.39	0.44	0.019
	50	60.4	0.11	4.30	4.90	0.41	0.61	0.020
	60	59.8	0.09	3.21	3.41	0.32	0.47	0.016
11	0	76.9	0.44	9.45	9.69	0.98	1.15	0.055
	10	80.1	0.37	7.87	8.83	0.77	1.10	0.047
	20	73.7	0.42	8.00	8.58	0.78	1.05	0.050
17	0	86.8	0.28	10.00	10.71	1.10	1.23	0.052
	10	85.2	0.29	10.03	11.56	0.90	1.41	0.045
	20	88.3	0.28	10.09	10.35	0.91	1.22	0.058
	25	90.8	0.28	12.09	13.98	0.90	1.29	0.063
20	0	96.8	0.53	16.54	17.70	1.87	1.96	0.100
	10	88.3	0.54	13.55	14.65	1.74	1.87	0.100
	20	88.7	0.38	7.62	10.02	1.01	1.35	0.060
	30	95.5	0.4	8.43	8.69	1.14	1.26	0.066
	40	96.2	0.41	8.78	9.79	1.21	1.41	0.068
22	0	113	1.7	46.53	52.99	5.98	6.97	0.343
	10	99.2	0.78	18.39	21.20	2.50	2.70	0.160
	18	93.2	0.46	12.27	15.25	1.70	1.59	0.110
24	0	172	4.1	144.47	149.97	20.24	21.29	0.950
	10	164	1.3	40.26	49.43	6.11	6.74	0.418
10/01/01								
6	0	62.4	0.12	5.35	6.90	0.60	0.76	0.030
	10	64.1	0.12	4.98	6.40	0.53	0.68	0.028
	20	71.5	0.14	4.79	5.32	0.51	0.60	0.028
	30	81.9	0.14	4.70	5.54	0.50	0.77	0.023
	40	84.9	0.12	4.30	4.56	0.44	0.58	0.021
	50	78.3	0.12	4.50	5.61	0.47	0.61	0.022
	60	72.2	0.13	4.91	5.96	0.52	0.65	0.025
11	0	66.0	0.14	5.32	5.79	0.68	0.72	0.033
	10	67.1	0.18	6.00	6.33	0.68	0.74	0.035
	20	69.7	0.17	5.55	6.20	0.58	0.67	0.030
17	0	65.9	0.20	7.00	7.61	0.70	0.92	0.040
	10	55.7	0.10	7.52	7.99	0.80	1.07	0.045
	20	59.0	0.11	7.98	9.49	0.83	1.13	0.050
	25	60.7	0.11	8.50	10.17	0.88	0.99	0.055
20	0	72.9	0.15	8.19	10.13	0.92	1.45	0.050
	10	69.0	0.20	8.22	10.09	0.93	1.26	0.050
	20	63.2	0.18	7.45	8.55	0.73	1.13	0.040
	30	63.0	0.20	6.87	6.42	0.65	0.77	0.035
	40	59.8	0.16	5.14	5.48	0.48	0.76	0.028
22	0	85.8	0.89	28.10	37.43	2.76	4.00	0.210
	10	75.2	0.80	22.09	27.14	2.30	3.13	0.200
	18	84.6	1.0	30.36	31.34	2.90	2.66	0.230
24	0	156.0	3.2	120.06	129.15	15.71	16.4	0.470
	10	76.2	2.0	57.90	59.3	8.04	9.16	0.340



Şekil 10. POC, PON, PP, DOC ve Klorofil-a'nın 6 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri

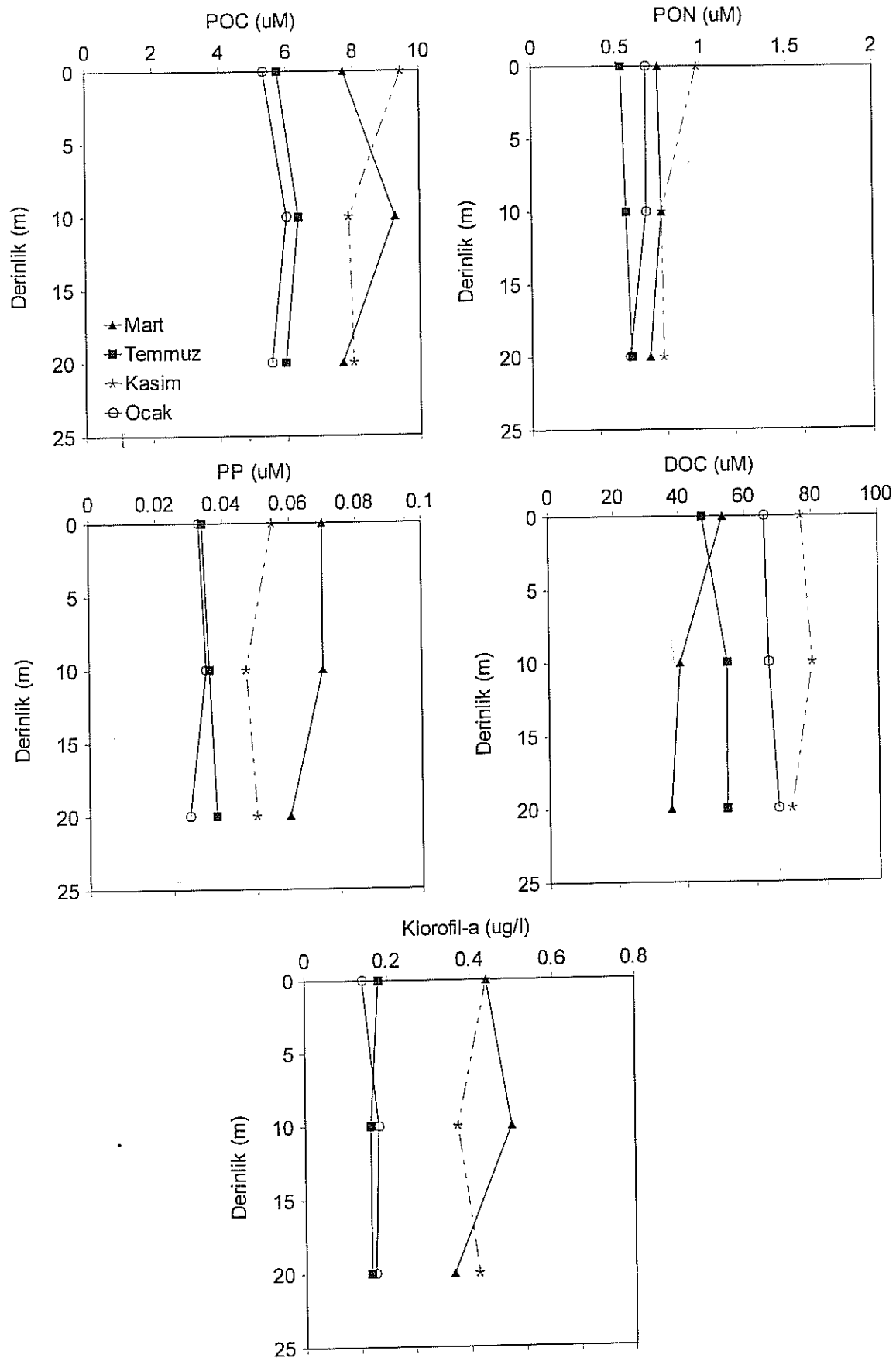


Şekil 11. POC:PON, POC:PP, PON:PP, POC:Klorofil-a oranlarının 6 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri

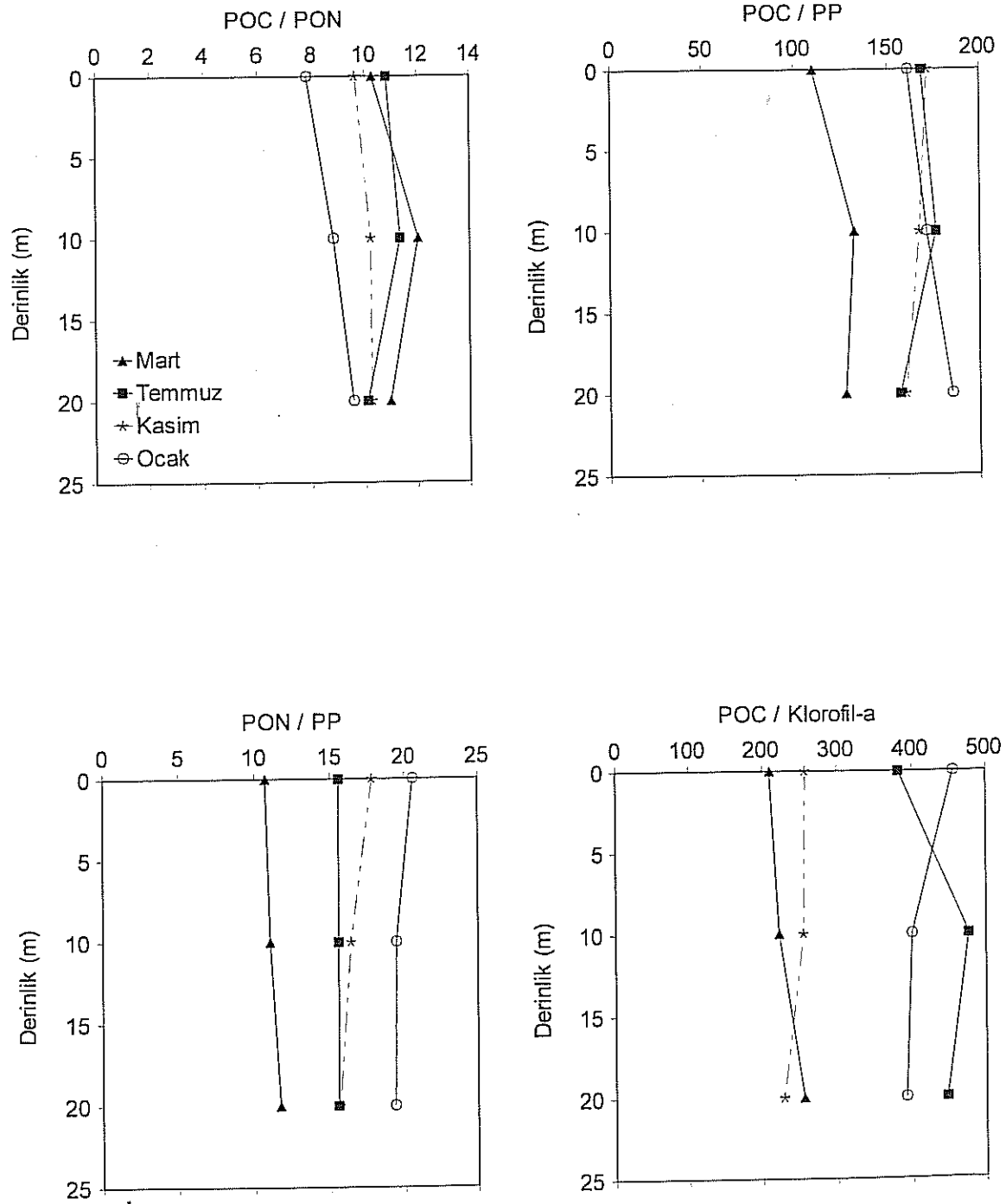
POC:Klorofil-a oranı partikül maddenin elementel bileşim oranından (C:N:P=106:16:1) daha yüksektir. POC:Klorofil-a oranı Mart döneminde yine üretim artışı ile klorofil-a değerlerinin yükselmesi (maksimum 0.6 µg/l) sonucunda azalmakta olup 168-243 arasında bulunmaktadır. Bu dönemde POC:Klorofil-a derinlik boyunca fazla değişmezken diğer dönemlerde yüzeyden yaklaşık 20 metreye kadar klorofil-a'nın artıp daha sonra sabit kalması sonucu önce düşmüş 20 m'den sonra fazla bir değişim göstermemiştir (Şekil 11). Dikey profilde en fazla değişim Temmuz döneminde izlenmiştir.

Dış Körfez'de Gediz Nehri'nin etkisini görmek için 11 numaralı istasyonda örnekleme yapılmış olup partikül maddenin bileşimini izlemek amacıyla dikey profiller hazırlanmıştır. Temmuz ve Ocak aylarında POC, PON, PP'nin dikey dağılımı birbirine paralellik göstermektedir (Şekil 12). Mart ayında 10 m'de artış izlenirken Kasım döneminde yüzey suyunda yüksek değerler ölçülmüştür. Bu dönemde yüzeydeki artışın yağışlardan ileri geldiği ve partikül madde miktarının artması sonucu Gediz Nehri'nin 11 numaralı noktadaki suyun özelliklerini etkilediği düşünülmektedir. En yüksek değerler genellikle bahar mevsiminde izlenmiştir. DOC değerleri ise POC ve PP'nin tersine Mart ayında minimum seviyededir. Klorofil-a sonuçları Dış Körfez'in genel özelliklerini yansıtmakta olup üretimin yoğun olduğu Mart ayında artış göstermiştir. Klorofil-a, ışık geçirgenliğine bağlı olarak 10 m'e kadar artmakta daha sonra Gediz Nehri'nin ağzındaki sediment yapısının (% 17 kil, % 35 silt ve % 48 kum) etkisiyle de partikül madde artışı sonucunda derinlikle azalmaktadır. Üretimin azaldığı kış ve yaz dönemlerinde ise yaklaşık 0.2 µg/l seviyesinde klorofil-a ölçülmüş olup derinlik boyunca değişim çok azdır.

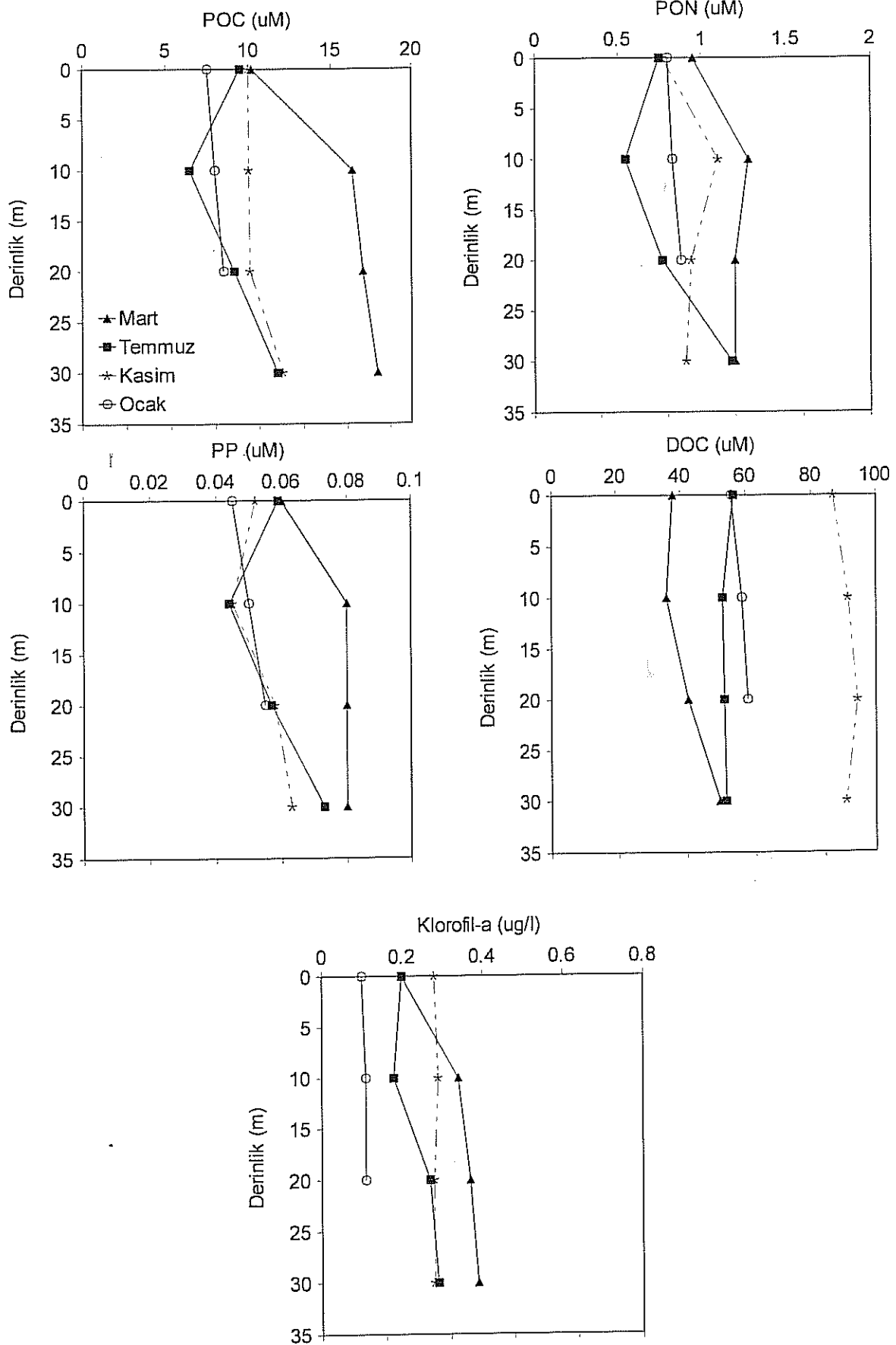
POC:PON oranı bahar döneminde artan POC nedeniyle yükselmekte Ocak ayında düşmektedir. Bu oranın dikey profili POC'nin dikey profiline büyük bir benzerlik göstermektedir (Şekil 13). Sadece Kasım ayında yüzey suyunda PON de arttığı için derinlik boyunca homogen bir dağılım söz konusudur. POC:PP, PON:PP oranları ise PP'nin Mart ayında yükselmesi nedeniyle azalmaktadır. Aynı şekilde baharda üretim artışı klorofil-a'nın yükselmesine yol açtığı için POC:Klorofil-a oranı 200 civarına kadar inmektedir.



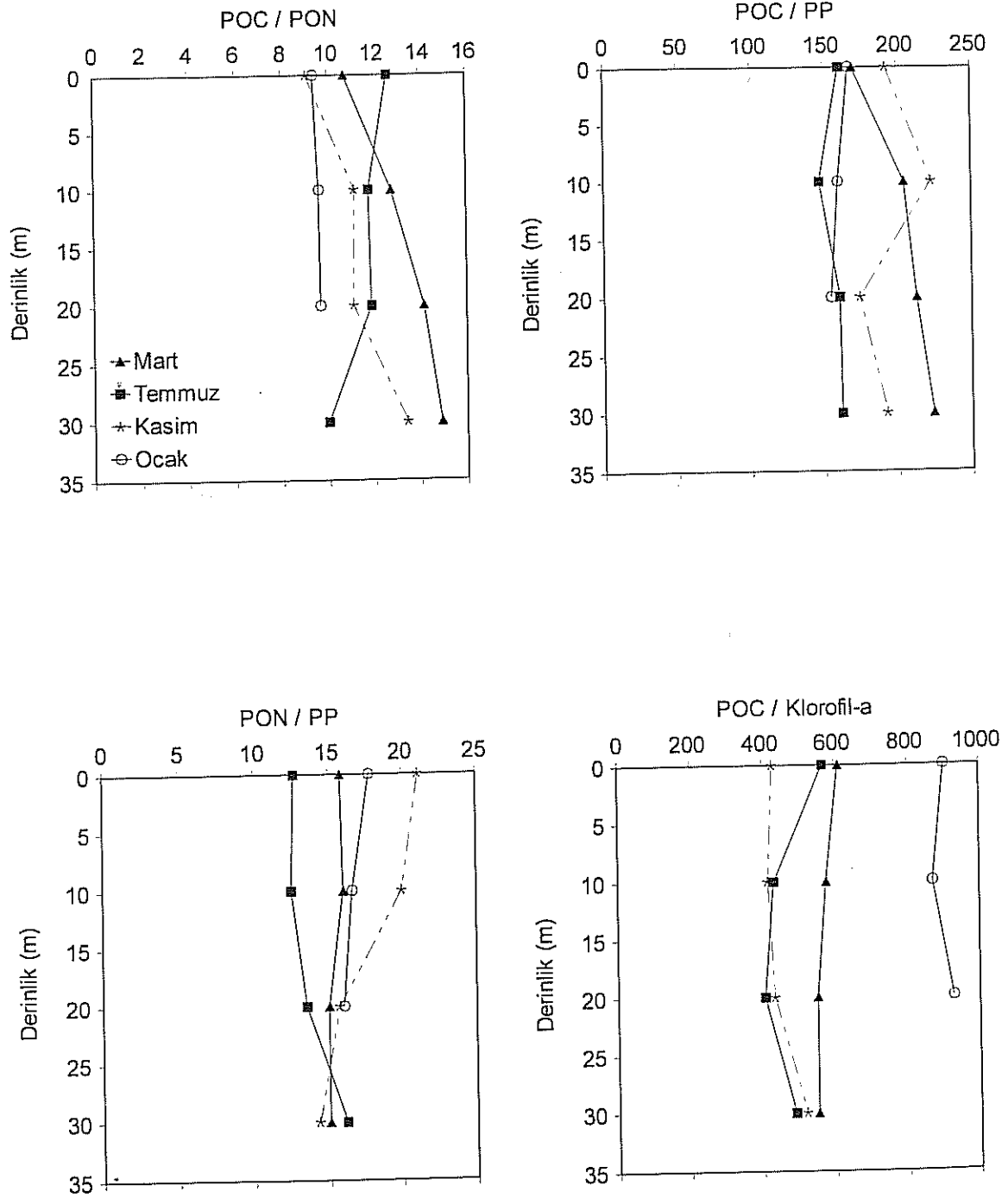
Şekil 12. POC, PON, PP, DOC ve Klorofil-a'nın 11 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 13. POC:PON, POC:PP, PON:PP, POC:Klorofil-a oranlarının 11 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 14. POC, PON, PP, DOC ve Klorofil-a'nın 17 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 15. POC:PON, POC:PP, PON:PP, POC:Klorofil-a oranlarının 17 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri

Körfez'in Dış II bölümünde (Gülbahçe Koyu) yer alan 17 numaralı noktada POC, PON ve PP değerleri Mart ayında maksimum seviyeye ulaşmış olup 10 m derinlikte artış göstermektedir (Şekil 14).

Bu dönemde üretim artışına paralel olarak 6 numaralı istasyonda olduğu gibi 10 m derinlikte partikül madde miktarı artmakta ve ışık geçirgenliği azalmaktadır. Genel olarak Kasım ve Ocak aylarında dikey olarak homojen bir dağılım izlenmiştir. Temmuz döneminde üretim azalması sonucunda azalan klorofil-a değerleri ile birlikte 10 metre civarında POC, PON ve PP değerleri de düşmüştür.

POC:PON, POC:PP oranları bahar mevsiminde su kolonunda üretim artışı sonucu derinlik boyunca yükselmektedir (Şekil 15). Bu sonucu klorofil-a dikey profili de doğrulamaktadır (Şekil 14). Ocak ayında ise oranlar derinlik boyunca değişim göstermeyip azalmaktadır. Aynı şekilde klorofil-a değerleri bu dönemde azaldığından POC:Klorofil-a oranı (mak. 927) diğer örnekleme dönemlerine göre artmaktadır.

İzmir Körfezi'nin Dış III bölümünde yer alan 20 numaralı istasyonda diğer Dış Körfez noktalarında olduğu gibi POC, PON, PP değerleri Mart ayında artarken DOC konsantrasyonları azalmaktadır. Bu noktada üretimin azaldığı Ocak ayı dışında POC, PON, PP ve klorofil-a değerleri 20 metrede ani bir düşüş göstermektedir. Kış mevsiminde ise homojen bir dağılım söz konusudur (Şekil 16).

POC:PP oranı tüm örnekleme dönemlerinde homojen bir şekilde dağılırken, POC:PON ve PON:PP oranları derinlik boyunca değişkenlik göstermektedir (Şekil 17). POC:Klorofil-a oranları ise Kasım ayında diğer üç döneme göre klorofil-a değerlerinin artmasına paralel olarak düşmektedir.

Orta Körfez'de bulunan 22 (mak. 20 m derinlik) ve 24 (mak. 10 m derinlik) numaralı noktalarda partikül madde bileşimi Dış Körfez'e göre büyük bir farklılık göstermektedir.

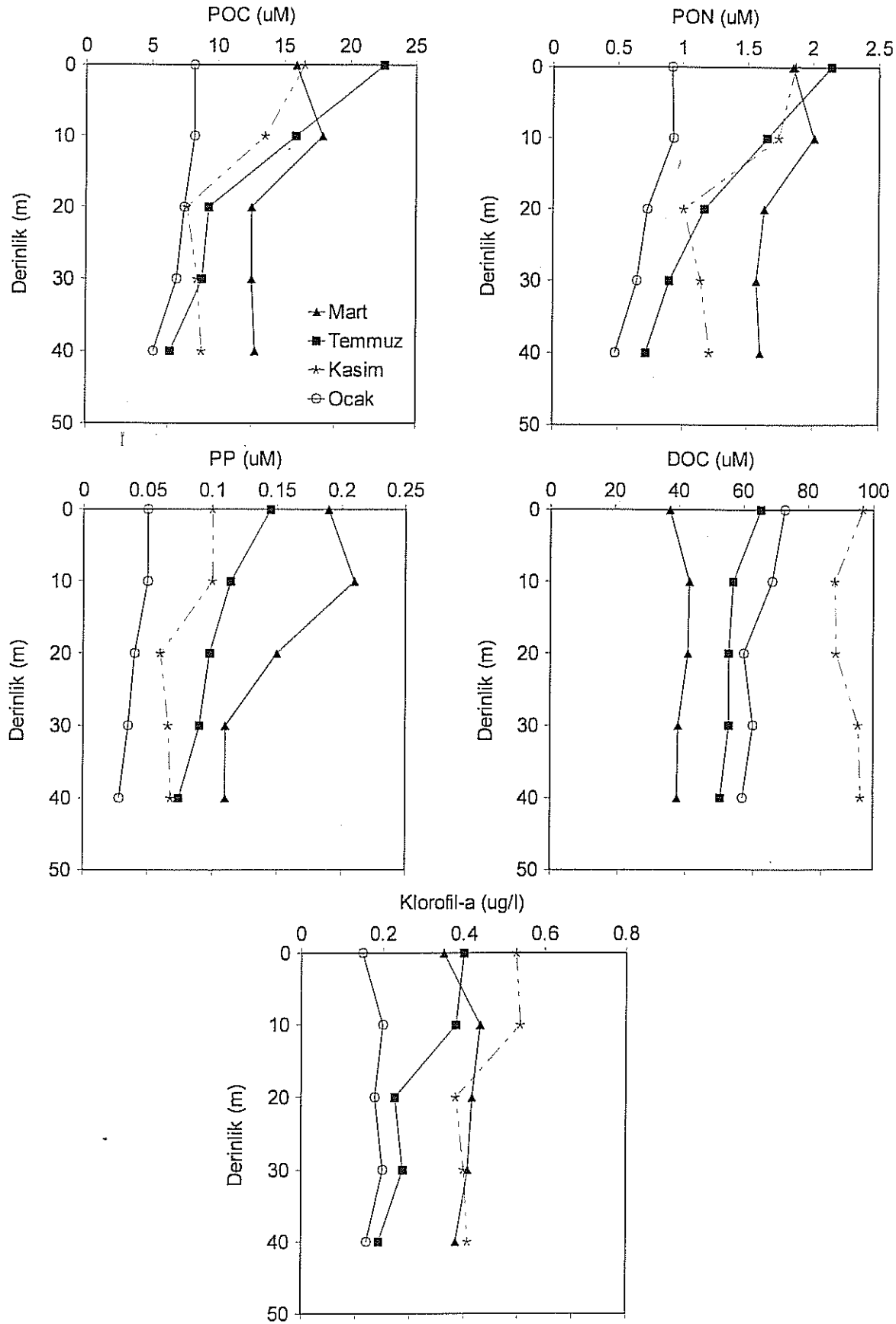
22 numaralı istasyonda POC, PON, PP ve klorofil-a değerleri Temmuz ayında artarken DOC azalmaktadır (Şekil 18). Bu dönemde yüzey sularında en yüksek konsantrasyonlar ölçülmüş olup dibe doğru ani bir azalma gözlenmektedir. Bu azalma çözünmüş oksijen değerlerinde de izlenmiştir (Tablo 3). Bu sonuç yaz aylarında üretimin dip sularında yüzeye oranla daha fazla düştüğünü de göstermektedir. Diğer dönemlerde ise konsantrasyonların derinlikle değişimi daha azdır. POC:PP, PON:PP ve POC:Klorofil-a oranları Mart döneminde en düşük seviyededir (Şekil 19).

İç Körfez'de yer alan 24 numaralı istasyonda 22'de olduğu gibi yaz döneminde partikül madde bileşimi ve klorofil-a değerleri en yüksek seviyede ölçülmüştür (Şekil 20). Konsantrasyonlar Ocak ayında en düşük seviyededir.

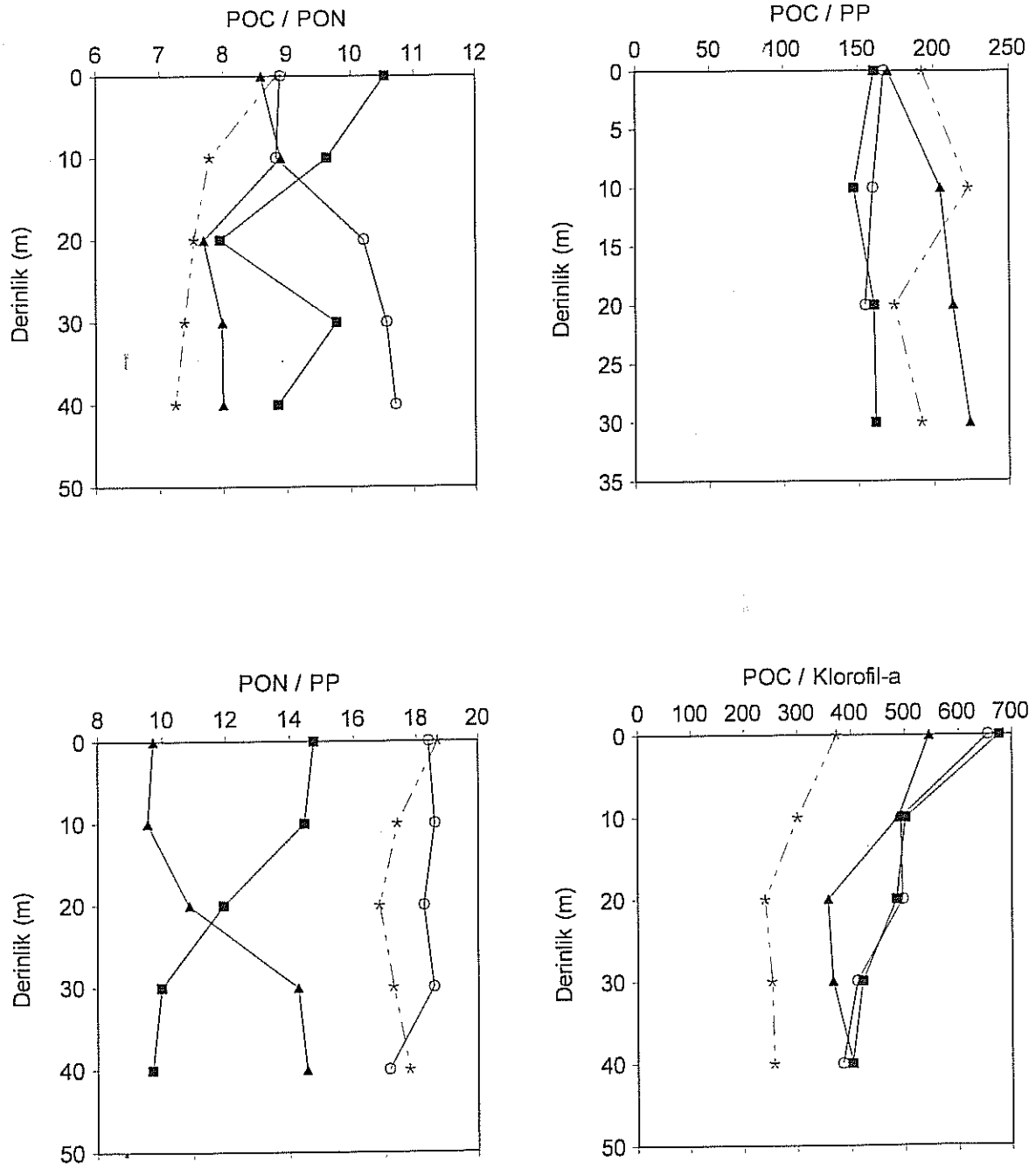
Dip sularında Temmuz ayında organik maddenin parçalanması nedeniyle çözünmüş oksijen konsantrasyonları çok düşük ölçülmüştür. POC:PON, POC:PP, PON:PP ve POC:Klorofil-a oranları tüm örnekleme dönemlerinde genellikle dibe doğru azalmaktadır (Şekil 21).

İzmir Körfezi'nin farklı bölgelerinde POC, PON ve PP'nin mevsimsel değişimini izlemek için hazırlanan grafikler Şekil 22'de verilmiştir. Dış Körfez'de ölçülen parametreler için varyans analizi yapılmış olup POC'nin değişiminin anlamlı olduğu görülmüştür. Ancak varyansların homojenliği test edildiğinde (Levene's Tests for Homogeneity of Variance) homojen dağılmadığı saptanmıştır. Dış Körfez'deki PON, PP parametreleri ile İç Körfez'deki POC, PON ve PP verilerinin mevsimsel değişimleri ise anlamlı bulunmamıştır. Dış Körfez'deki POC değerleri dışında diğer parametrelerin ortalamalarının zamana bağlı olarak düzenli değişmediği görülmüştür.

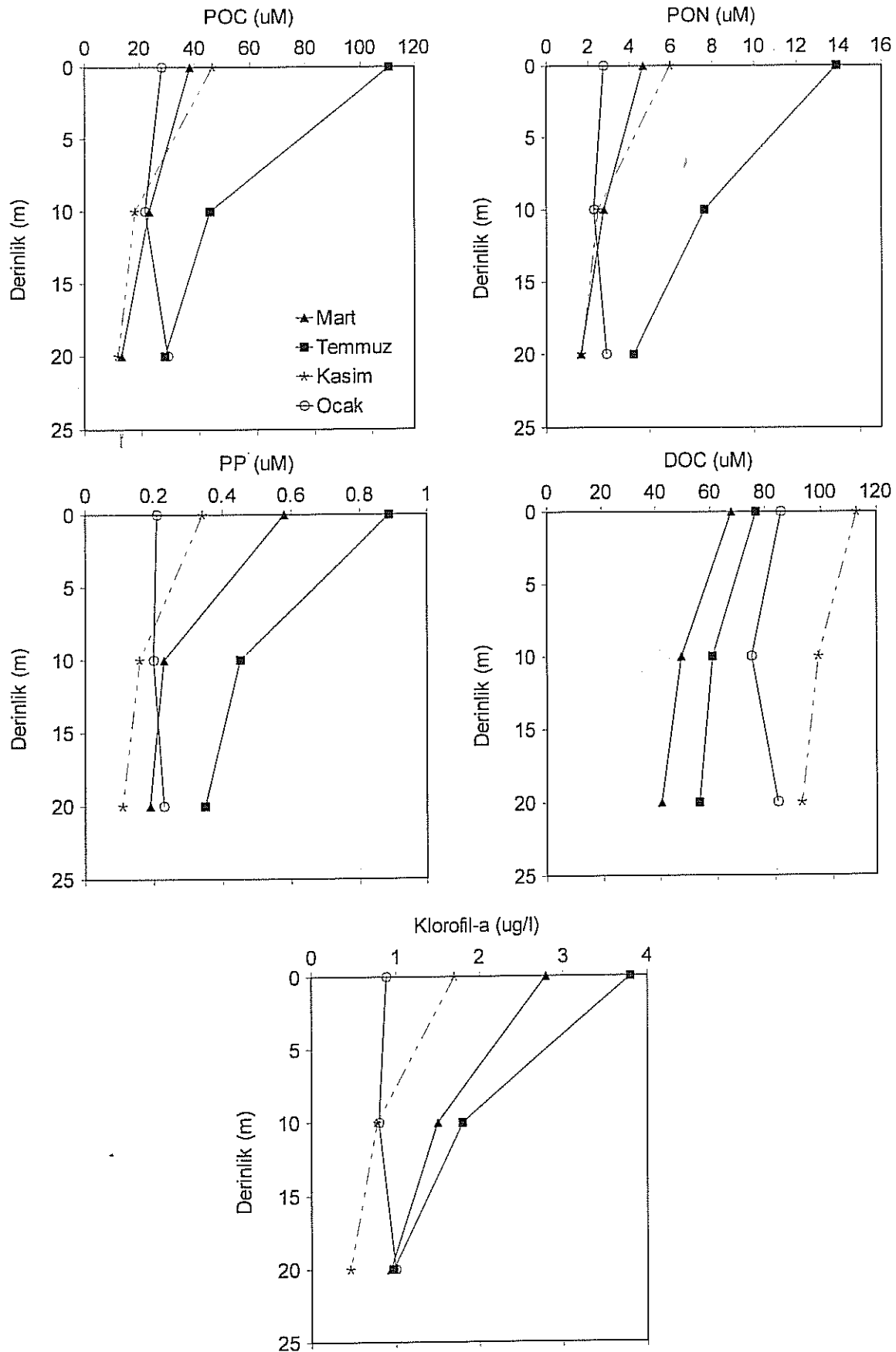
Partikül maddenin bileşimine ilişkin hesaplanan istatistiksel (ortalama, median, standart sapma, minimum ve maksimum) değerler Tablo 3'te görülmektedir.



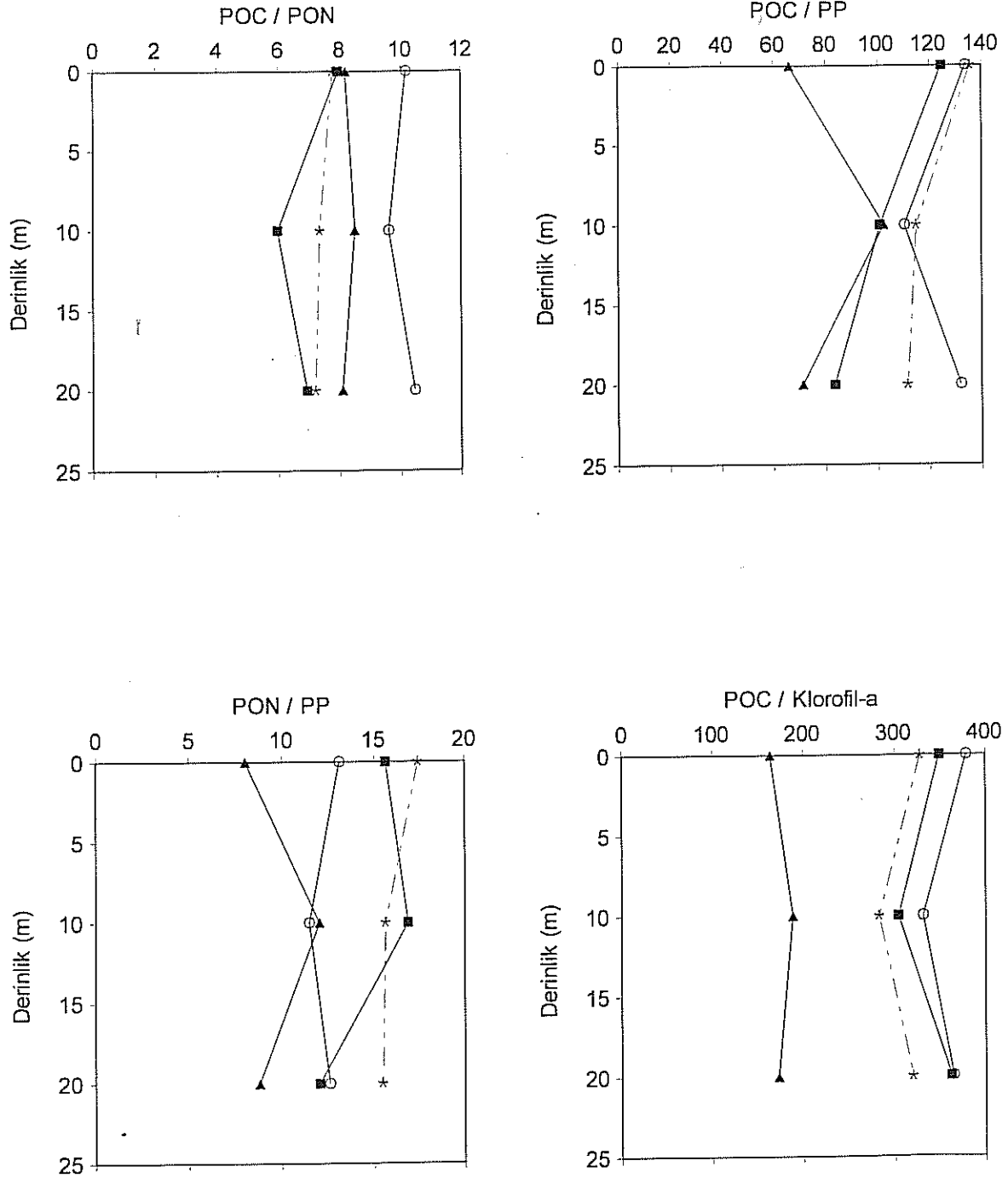
Şekil 16. POC, PON, PP, DOC ve Klorofil-a'nın 20 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



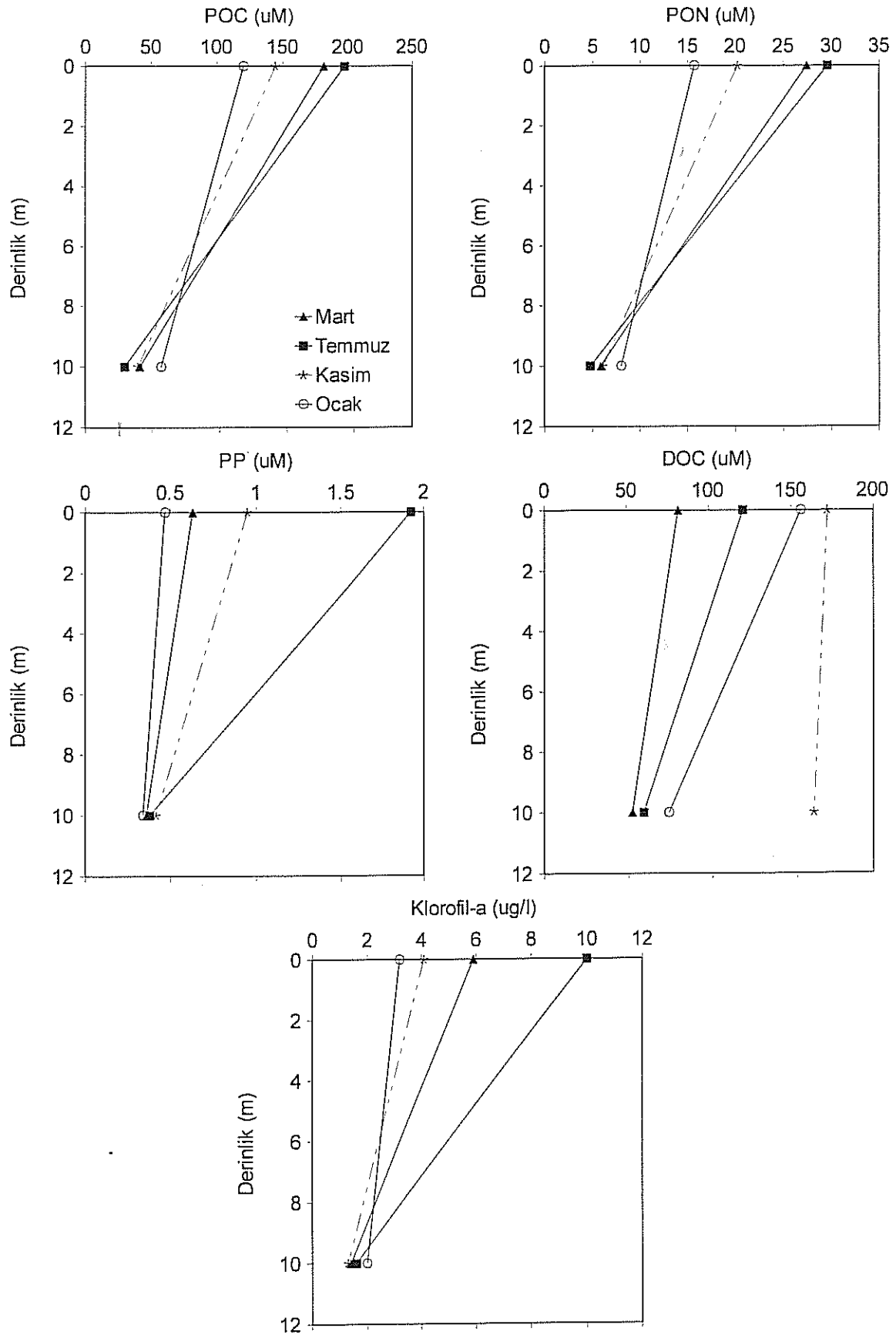
Şekil 17. POC:PON, POC:PP, PON:PP, POC:Klorofil-a oranlarının 20 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



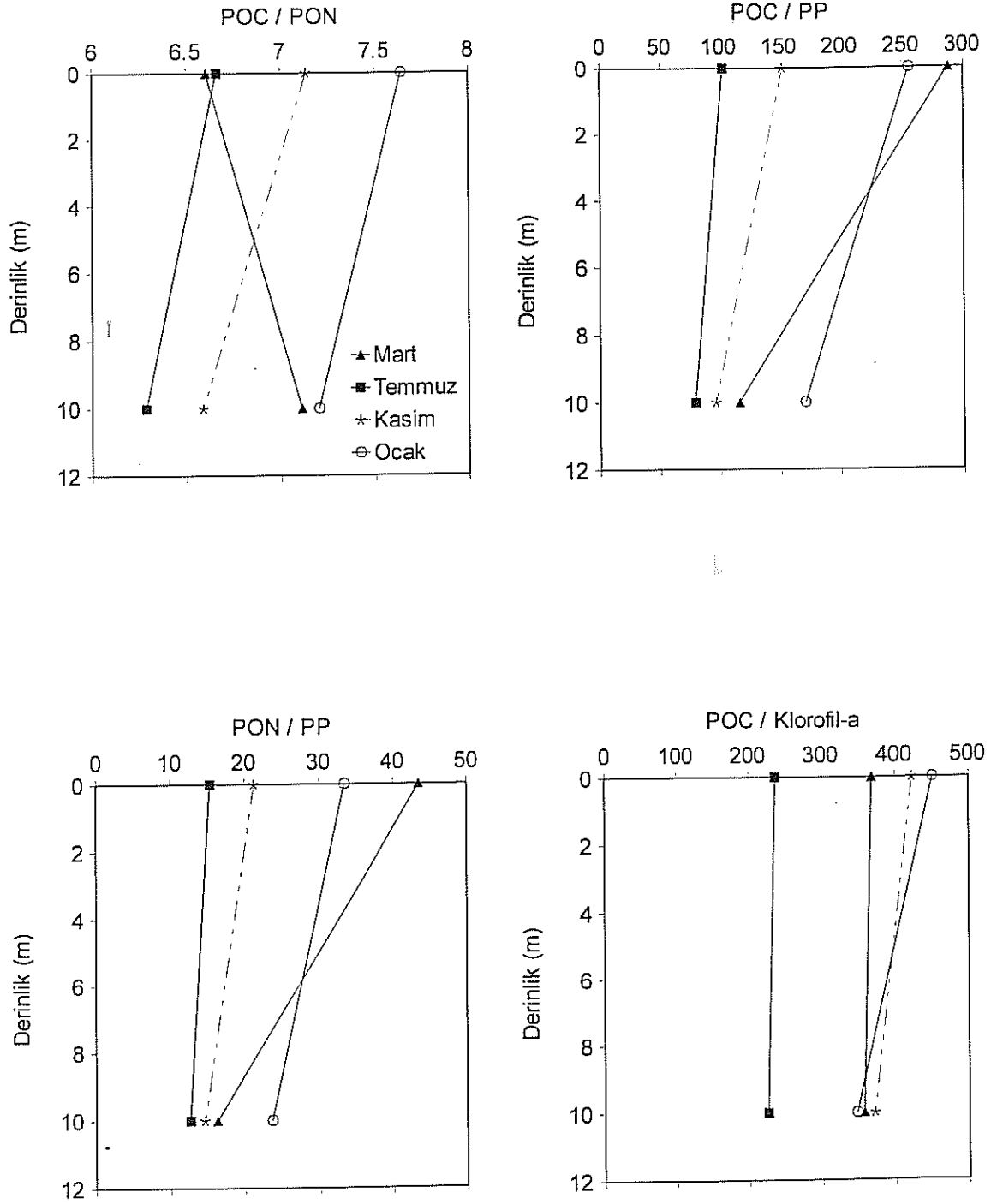
Şekil 18. POC, PON, PP, DOC ve Klorofil-a'nın 22 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



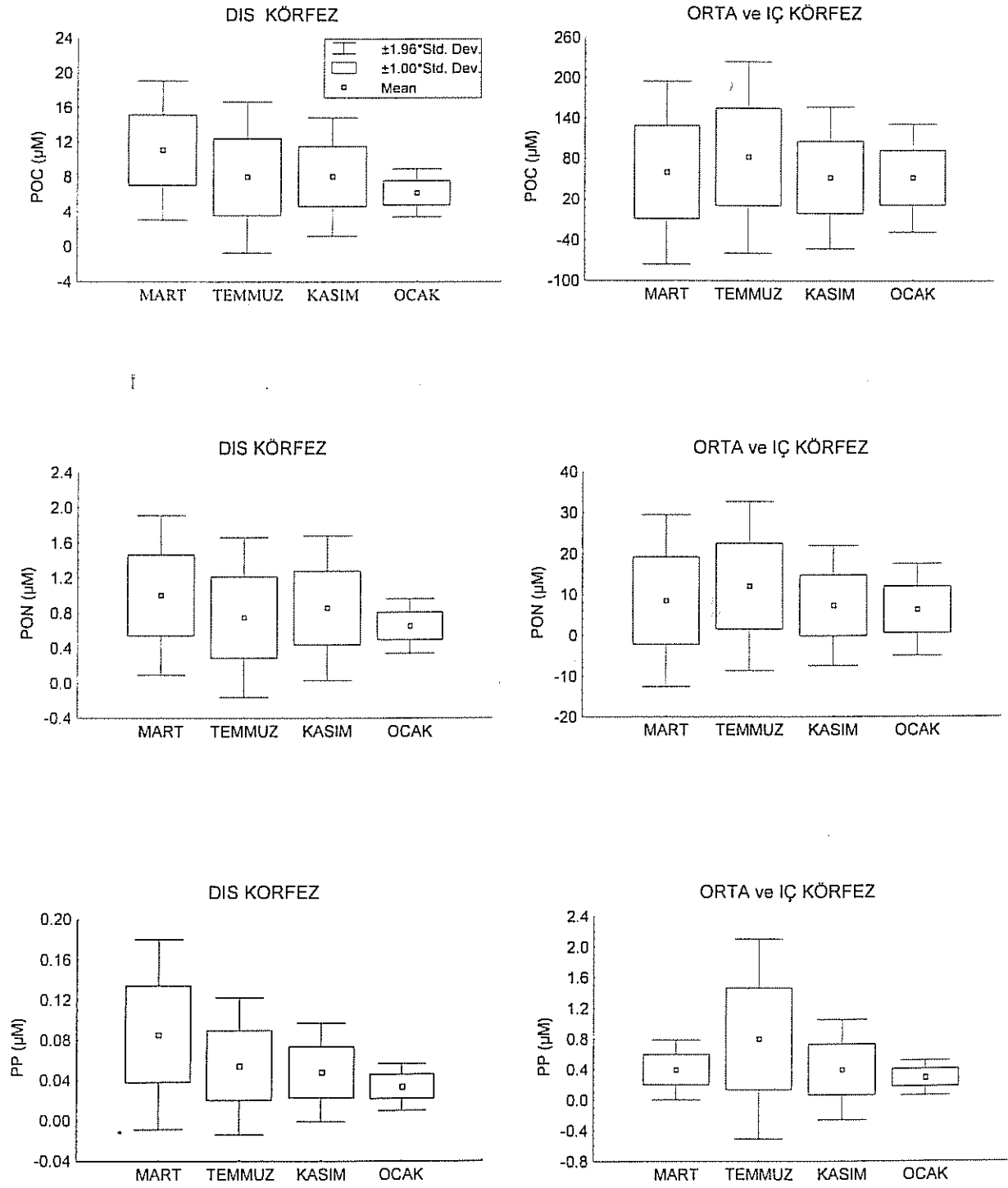
Şekil 19. POC:PON, POC:PP, PON:PP, POC:Klorofil-a oranlarının 22 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 20. POC, PON, PP, DOC ve Klorofil-a'nın 24 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 21. POC:PON, POC:PP, PON:PP, POC:Klorofil-a oranlarının 24 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 22. İzmir Körfezi'nde partikül madde bileşiminin mevsimsel değişimi

4.2.2. İzmir Körfezi'nde su kolonunda besin elementlerinin dağılımı

Su kolonu boyunca çözülmüş TNO_x-N ve $o.PO_4-P$ değerleri derinlikle artış gösterirken NH_4-N azalmaktadır (Şekil 23-26). Dış Körfez'de bulunan noktalarda besin elementi konsantrasyonlarında üretim artışı nedeniyle Mart ayında düşük değerler izlenmiştir. Genel olarak Kasım döneminde ise konsantrasyonlarda artış olmaktadır. Dış Körfez'de $TNO_x:PO_4$ oranları kış aylarında TNO_x tüketimi azaldığından artmaktadır.

Tablo 3. İzmir Körfezi'nde ölçülen parametrelere ilişkin özet istatistiksel veriler

DİŞ KÖRFEZ	DO	TNO_x	NO_2	NH_4	PO_4	TPO_4	N:P	POC	PON
Ort.	235	0.57	0.05	0.27	0.07	0.37	9.0	8.3	0.82
Median	238	0.48	0.04	0.23	0.05	0.36	9.2	7.7	0.73
St. Sap.	16	0.34	0.05	0.17	0.07	0.18	1.9	3.9	0.41
Min	206	0.12	0.01	0.10	0.01	0.08	4.5	3.2	0.32
Mak	265	2.0	0.32	0.95	0.40	0.85	13	22.6	2.1
Örnek	78	78	78	78	78	78	78	78	78
	PP	DOC	POC:PON	POC:PP	PON:PP	Klo-a	POC:Klo	PON:Klo	PP:Klo
Ort.	0.06	60.3	10.3	166	16.2	0.26	424	3.5	0.22
Median	0.05	57.9	10.1	167	16.2	0.20	425	3.5	0.19
St. Sap.	0.04	17.2	1.6	36.5	3.3	0.14	153	1.4	0.10
Min	0.02	34.6	7.3	83.6	9.6	0.09	169	1.2	0.10
Mak	0.21	96.8	14.9	224	22.5	0.59	927	8.0	0.54
ORTA/İÇ KÖRFEZ	DO	TNO_x	NO_2	NH_4	PO_4	TPO_4	N:P	POC	PON
Ort.	219	3.4	1.7	3.9	1.5	2.6	2.5	61.6	8.5
Median	229	2.6	0.59	1.8	1.1	1.9	2.4	39.3	5.3
St. Sap.	75	4.4	3.6	5.2	1.1	2.0	1.7	56.7	8.4
Min	53	0.25	0.05	0.11	0.14	0.20	0.15	12.3	1.7
Mak	332	18.0	12.0	21	3.8	6.9	5.6	197	29.6
Örnek	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	PP	DOC	POC:PON	POC:PP	PON:PP	Klo-a	POC:Klo	PON:Klo	PP:Klo
Ort.	0.47	89.5	7.7	127	17.0	2.3	316	3.5	0.22
Median	0.35	79.3	7.3	113	15.4	1.5	332	3.6	0.23
St. Sap.	0.41	37.9	1.2	56.0	8.4	2.3	80.6	1.0	0.06
Min	0.11	42.3	6.0	66.0	8.1	0.46	164	1.7	0.11
Mak	1.9	172	10.5	288	43.5	10	450	4.9	0.36

Su kolonunda mevsimsel olarak ölçülen parametrelere ilişkin özet istatistiksel veriler Tablo 3, ölçülen besin elementi konsantrasyonları, çözünmüş oksijen miktarları ve $TNO_x:PO_4$ oranları Tablo 5'te verilmiştir.

Derin istasyonlarda besin elementi konsantrasyonları derinliğe bağlı olarak artarken organik maddenin parçalanmasında kullanılan çözünmüş oksijenin düştüğü saptanmıştır. Körfez'de çözünmüş oksijen değerleri incelendiğinde kış aylarında yaz aylarına oranla daha yüksek değerler bulunmuş olup İç Körfez'den Dış Körfez'e doğru azalma saptanmıştır. Buna karşılık yaz aylarında iç kısımdaki bakteriyel parçalanma nedeniyle çözünmüş oksijen kullanıldığından tam tersine Dış Körfez'e doğru değerlerde artma görülmüştür. Dış Körfez'de yaklaşık 70 m derinliğe sahip olan 6 numaralı noktada çözünmüş oksijene karşılık TNO_x ve PO_4 arasındaki regresyon analizi, azalan DO konsantrasyonları ile ölçülen besin elementi konsantrasyonlarının lineer olarak arttığını göstermektedir. Genel olarak Körfezde DO ile TNO_x ve PO_4 arasında pozitif bir ilişki saptanamamıştır.

Su örneklerinde orto fosfatla birlikte özellikle kirletilmiş istasyonlarda önem kazanan toplam fosfat konsantrasyonları da ölçülmüştür. Total fosfat fosforu 0.08-0.85 μM arasında değişmektedir.

Orta ve İç Körfez'de su kolonunda ölçülen besin elementlerinden TNO_x değerleri Kasım ayında yükselirken $o.PO_4-P$ ve NH_4-N yaz döneminde artış göstermiştir (Şekil 27-28). Gerek çözünmüş oksijenin azalması gerekse amonyum ve fosfat konsantrasyonlarının yükselmesi yaz aylarında İç ve Orta Körfez'deki bakteriyel faaliyetlerden ileri gelmektedir. Her iki noktada da Temmuz ayında düşük TNO_x-N ve yüksek PO_4 saptandığından $TNO_x:PO_4$ oranları azalmaktadır.

İzmir Körfezi su kolonunda TNO_x ve PO_4 konsantrasyonları için lineer regresyon eşitlikleri hesaplanmış olup Dış Körfez'de ($r=0.93$, $n=78$, $TNO_x = 0.24 + 4.37 PO_4$), Orta ve İç Körfez'de ise ($r=0.51$, $n=20$, $TNO_x = 0.51 + 1.99 PO_4$) olarak verilmiştir. $TNO_x:PO_4$ oranları da sırasıyla Dış Körfez'de 4.5-12.5, Orta ve İç Körfez'de ise 0.15-

5.6 arasında değişmektedir. Bulunan oranlar Redfield oranlarının altındadır. Bu sonuç Körfez'de fosfat girdisinin özellikle iç ve orta kısımda çok fazla olduğunu göstermektedir. Ocak 2000 yılında çalışmaya başlayan Çiğli Arıtma Tesisinde giriş suyu fosfat konsantrasyonunun beklenen değerin üstünde olması nedeniyle Körfez'e fosfat girdisi henüz istenilen seviyeye düşürülemediği görülmüştür. Bu nedenle Orta ve İç Körfez'de $TNO_x:PO_4$ oranlarının düşük seviyede olduğu görülmüştür.

Tablo 4: İzmir Körfezi'nde inorganik, partikül ve çözülmüş organik besin elementleri ile partikül ve çözülmüş organik karbonun yıllık ortalama konsantrasyonları (μM)

Parametre	Dış Körfez	Orta ve İç Körfez
DIP	0.07	1.5
DTP	0.37	2.6
PP	0.06	0.47
DOP	0.30	1.1
TP	0.43	3.1
NH_4-N	0.27	3.9
$(NO_3+N0_2)-N$	0.57	3.4
$DIN (NH_4+NO_3+N0_2)-N$	0.84	7.3
PON	0.82	8.5
DON	6.5	61.7
PN	0.99	9.5
TN	8.3	78.5
DOC	60.3	89.5
POC	8.3	61.6
TOC	68.6	151.1
PC	9.5	68.5

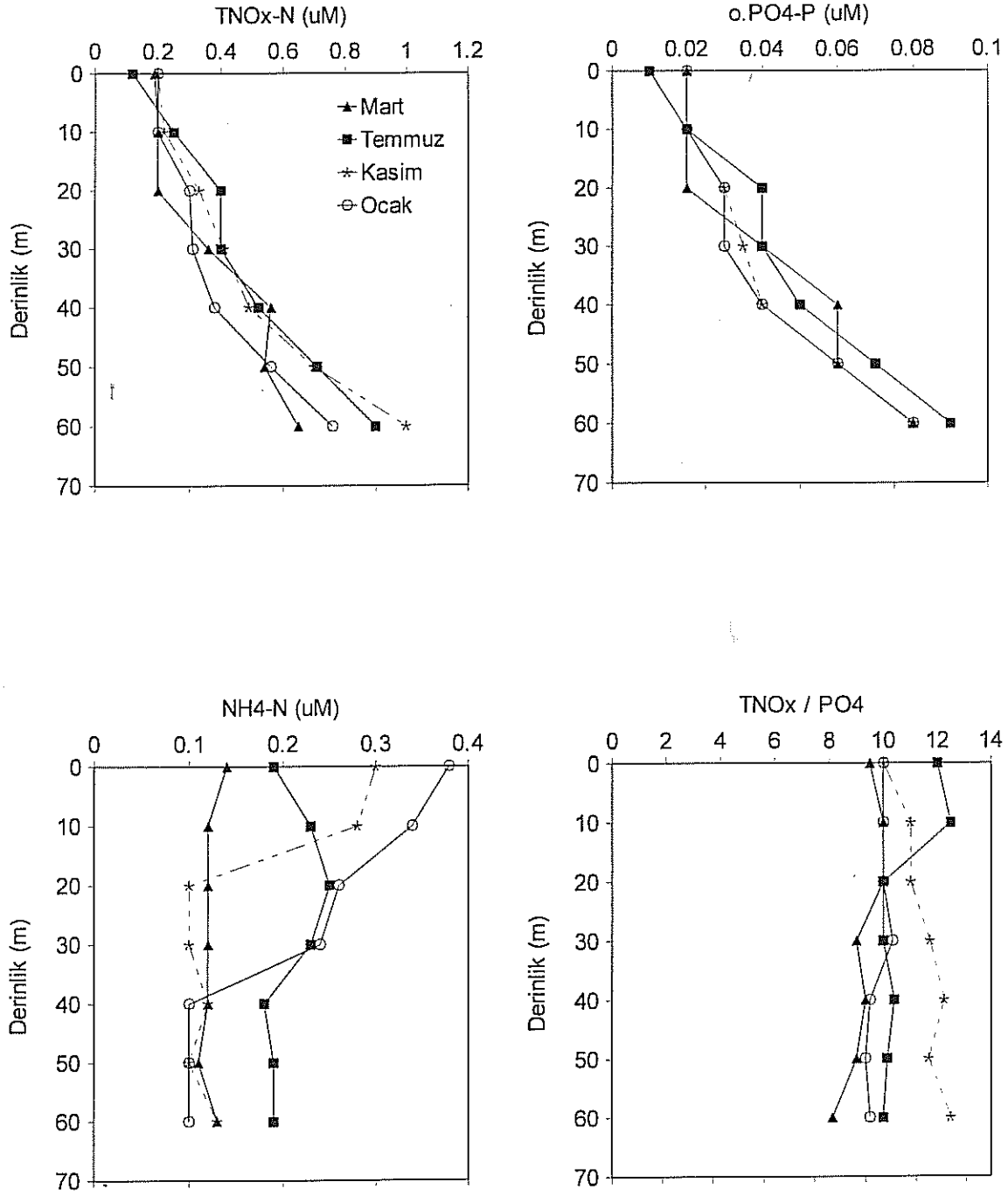
İzmir Körfezi'nin farklı bölgelerinde yıllık ortalama olarak ölçülen çözülmüş ve partikül haldeki besin elementi konsantrasyonları Tablo 4'te verilmiştir. DTP konsantrasyonundan DIP çıkarılarak çözülmüş organik fosfor (DOP) konsantrasyonu bulunmuştur. Toplam azot (TN) ise $DON+DIN+PN$ verilerinin toplamından ibarettir. Biyolojik olarak çok çabuk dönüşebilen $DIN+PON$ parametreleri total azotun % 20'sini oluşturmaktadır (Polat and Tugrul, 1995). Bu şekilde önce TN ona bağlı olarak da DON hesaplanmış olup azotun en büyük bölümünü DON'nin oluşturduğu görülmüştür.

Tablo 5. Mart/Temmuz 2000'de deniz suyunda ölçülen besin elementleri derişimleri

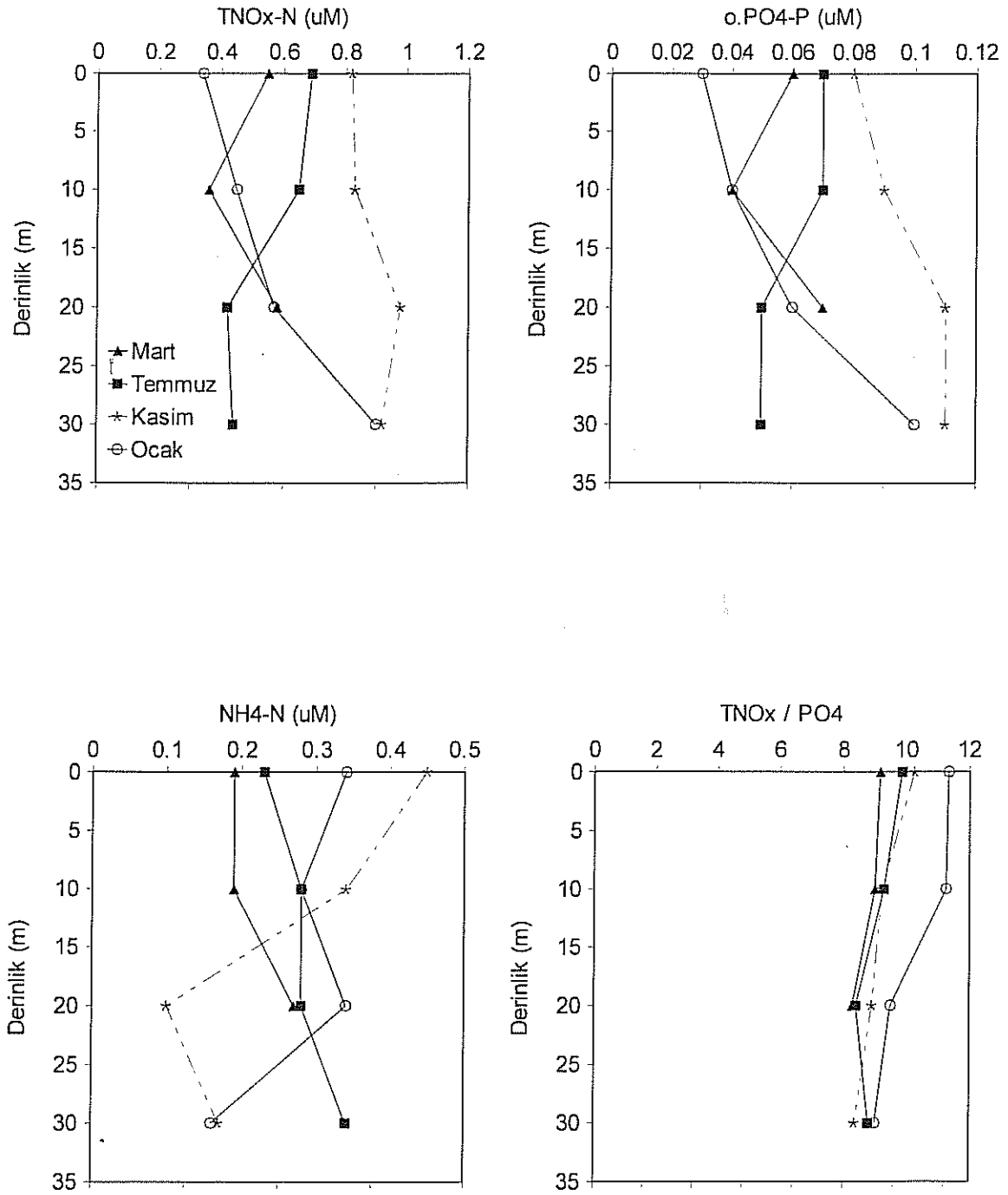
İst.No	DO	(NO ₃ +NO ₂)N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	o.PO ₄ -P	T.PO ₄ -P	TNOx/PO ₄
	µM	µM	µM	µM	µM	µM	
8/3/00							
6 0	255	0.19	0.01	0.14	0.02	0.12	9.5
10	255	0.20	0.02	0.12	0.02	0.08	10.0
20	253	0.20	0.02	0.12	0.02	0.12	10.0
30	250	0.36	0.03	0.12	0.04	0.16	9.0
40	249	0.56	0.04	0.12	0.06	0.24	9.3
50	247	0.54	0.06	0.11	0.06	0.24	9.0
60	247	0.65	0.08	0.13	0.08	0.56	8.1
11 0	259	0.55	0.12	0.19	0.06	0.20	9.2
10	259	0.36	0.04	0.19	0.04	0.20	9.0
20	262	0.58	0.06	0.27	0.07	0.28	8.3
17 0	262	0.39	0.02	0.15	0.04	0.36	9.7
10	262	0.46	0.02	0.13	0.05	0.28	9.2
20	262	0.19	0.02	0.13	0.02	0.16	9.5
25	266	0.18	0.06	0.17	0.02	0.20	9.0
20 0	242	0.33	0.02	0.23	0.04	0.32	8.2
10	240	0.30	0.02	0.17	0.04	0.32	7.5
20	243	0.45	0.04	0.19	0.06	0.40	7.5
30	249	0.48	0.06	0.17	0.06	0.60	8.0
40	243	0.62	0.06	0.19	0.08	0.60	7.7
22 0	250	0.75	0.18	0.44	0.36	0.52	2.1
10	287	0.84	0.16	0.4	0.40	0.52	2.1
18	279	3.4	0.96	4.1	1.2	3.6	2.8
24 0	269	2.5	0.56	2.2	1.0	2.0	2.5
10	206	2.5	0.56	2.2	1.0	2.0	2.5
11/7/00							
6 0	212	0.12	0.01	0.19	0.01	0.14	12.0
10	213	0.25	0.01	0.23	0.02	0.24	12.5
20	224	0.40	0.01	0.25	0.04	0.31	10.0
30	245	0.40	0.01	0.23	0.04	0.39	10.0
40	250	0.52	0.02	0.18	0.05	0.44	10.4
50	250	0.71	0.02	0.19	0.07	0.58	10.1
60	246	0.90	0.02	0.19	0.09	0.61	10.0
11 0	206	0.69	0.08	0.23	0.07	0.58	9.8
10	209	0.65	0.04	0.28	0.07	0.70	9.3
20	235	0.42	0.06	0.28	0.05	0.85	8.4
30	232	0.44	0.12	0.34	0.05	0.78	8.8
17 0	216	0.30	0.02	0.34	0.03	0.24	10.0
10	222	0.38	0.02	0.17	0.04	0.42	9.5
20	246	0.40	0.06	0.19	0.05	0.53	8.0
25	247	0.59	0.06	0.19	0.07	0.68	8.4
20 0	219	0.85	0.02	0.60	0.15	0.56	5.7
10	215	0.79	0.02	0.34	0.16	0.48	4.9
20	217	0.78	0.02	0.48	0.14	0.48	5.6
30	232	0.85	0.04	0.39	0.17	0.55	5.0
40	247	0.82	0.10	0.29	0.16	0.54	5.1
22 0	231	0.36	0.08	1.5	1.8	4.3	0.20
10	100	0.25	0.08	6.4	1.4	3.6	0.18
18	65	0.26	0.10	6.9	1.7	4.8	0.15
24 0	219	1.0	0.18	14	3.5	3.8	0.28
10	53	2.4	0.14	21	3.8	3.5	0.63

Tablo 5. Kasım 2000/Ocak 2001'de suda ölçülen besin elementleri derişimleri

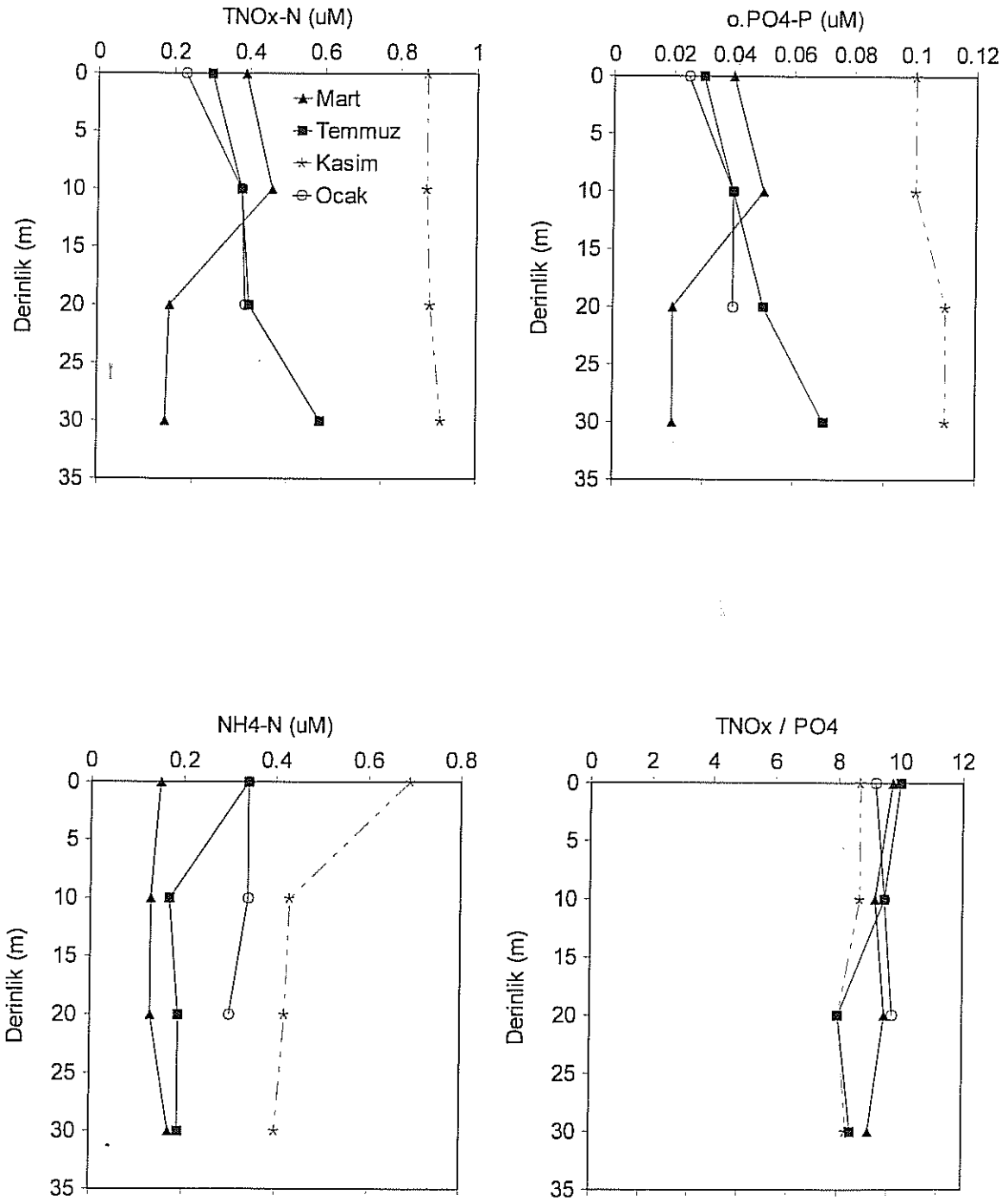
İst.No	DO	(NO ₃ +NO ₂)N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	o.PO ₄ -P	T.PO ₄ -P	TNOx/PO ₄
	µM	µM	µM	µM	µM	µM	
14/11/00							
6 0	219	0.20	0.01	0.30	0.02	0.11	10.0
10	220	0.22	0.01	0.28	0.02	0.11	11.0
20	222	0.33	0.02	0.10	0.03	0.18	11.0
30	218	0.41	0.02	0.10	0.035	0.23	11.7
40	218	0.49	0.02	0.12	0.04	0.24	12.2
50	216	0.70	0.02	0.10	0.06	0.26	11.7
60	218	1.0	0.06	0.13	0.08	0.30	12.5
11 0	218	0.82	0.10	0.45	0.08	0.47	10.2
10	225	0.83	0.08	0.34	0.09	0.47	9.2
20	219	0.98	0.12	0.10	0.11	0.40	8.9
30	212	0.92	0.08	0.17	0.11	0.44	8.4
17 0	215	0.87	0.01	0.69	0.10	0.42	8.7
10	218	0.87	0.02	0.43	0.10	0.44	8.7
20	215	0.88	0.02	0.42	0.11	0.56	8.0
25	215	0.91	0.08	0.40	0.11	0.58	8.3
20 0	218	2.0	0.30	0.86	0.40	0.68	5.0
10	220	1.8	0.32	0.95	0.38	0.67	4.7
20	222	1.3	0.14	0.65	0.28	0.44	4.6
30	220	1.0	0.12	0.45	0.22	0.49	4.5
40	244	1.1	0.14	0.48	0.24	0.43	4.6
22 0	225	3.7	1.2	1.2	1.2	2.5	3.1
10	228	3.3	0.62	1.1	1.0	1.9	3.3
18	196	4.0	0.83	0.69	0.90	1.4	4.4
24 0	198	18	12	6.1	3.2	6.8	5.6
10	156	13	12	3.8	3.5	6.9	3.7
12/1/01							
6 0	239	0.20	0.01	0.38	0.02	0.12	10.0
10	242	0.20	0.02	0.34	0.02	0.16	10.0
20	232	0.30	0.02	0.26	0.03	0.2	10.0
30	240	0.31	0.03	0.24	0.03	0.23	10.3
40	239	0.38	0.04	0.10	0.04	0.24	9.5
50	233	0.56	0.05	0.10	0.06	0.25	9.3
60	229	0.76	0.06	0.10	0.08	0.31	9.5
11 0	238	0.34	0.02	0.34	0.03	0.26	11.3
10	242	0.45	0.05	0.28	0.04	0.24	11.2
20	239	0.57	0.05	0.34	0.06	0.36	9.5
30	242	0.90	0.04	0.16	0.10	0.48	9.0
17 0	237	0.23	0.02	0.34	0.025	0.16	9.2
10	239	0.38	0.02	0.34	0.04	0.23	9.5
20	238	0.39	0.04	0.30	0.04	0.20	9.7
20 0	248	0.28	0.05	0.54	0.03	0.28	9.3
10	246	0.36	0.05	0.56	0.04	0.36	9.0
20	234	0.39	0.04	0.25	0.04	0.39	9.8
30	243	0.52	0.04	0.10	0.06	0.39	8.7
40	240	0.60	0.07	0.10	0.07	0.37	8.6
22 0	273	4.0	0.91	1.0	1.0	1.2	4.0
10	254	0.34	0.06	0.45	0.16	0.3	2.1
18	272	0.30	0.05	0.11	0.14	0.2	2.1
24 0	332	3.9	1.1	2.1	0.75	1.2	5.2
10	280	2.7	1.3	3.9	0.69	1.0	3.9



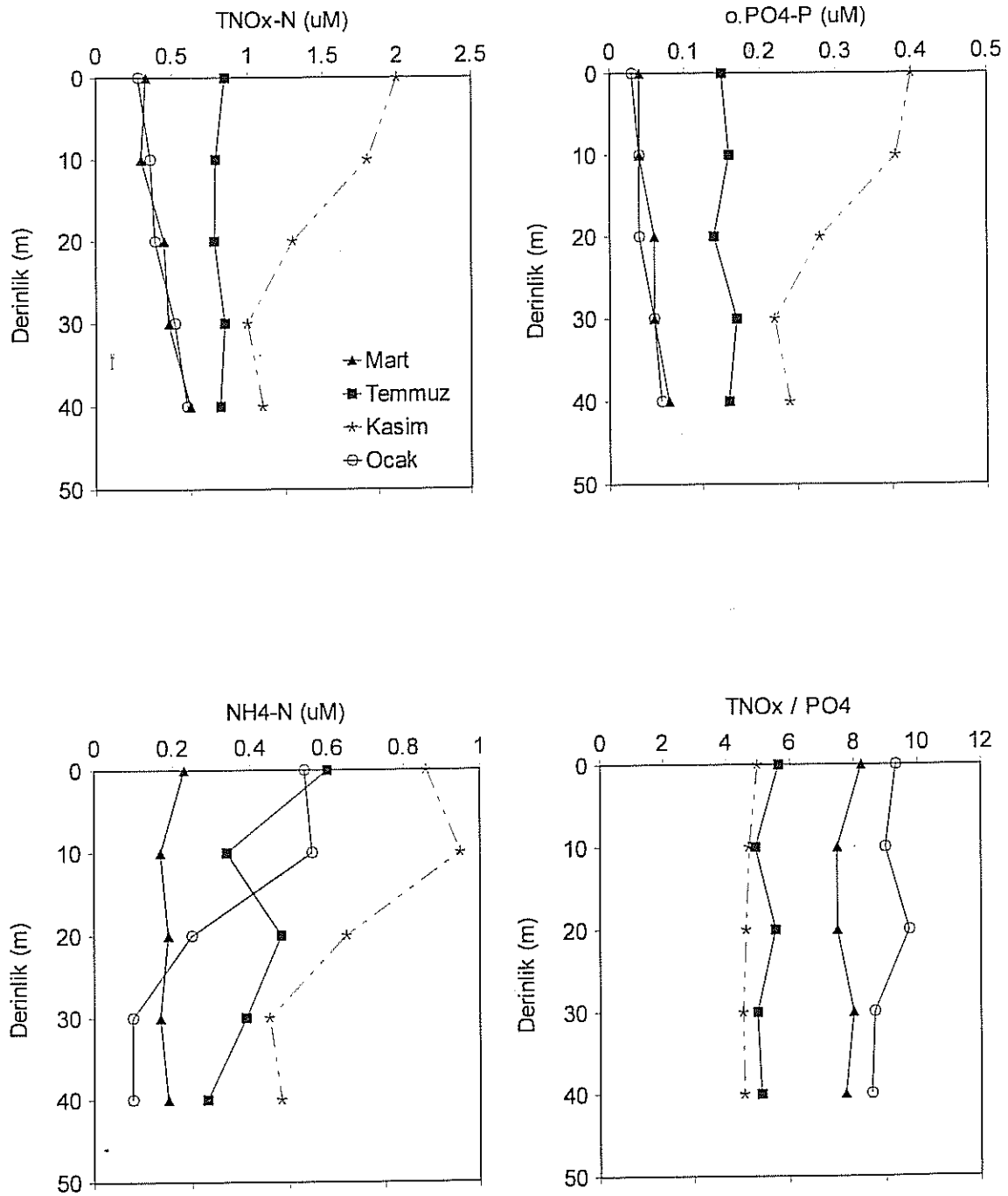
Şekil 22. Besin Elementlerinin TNO_x:PO₄ oranlarının 6 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



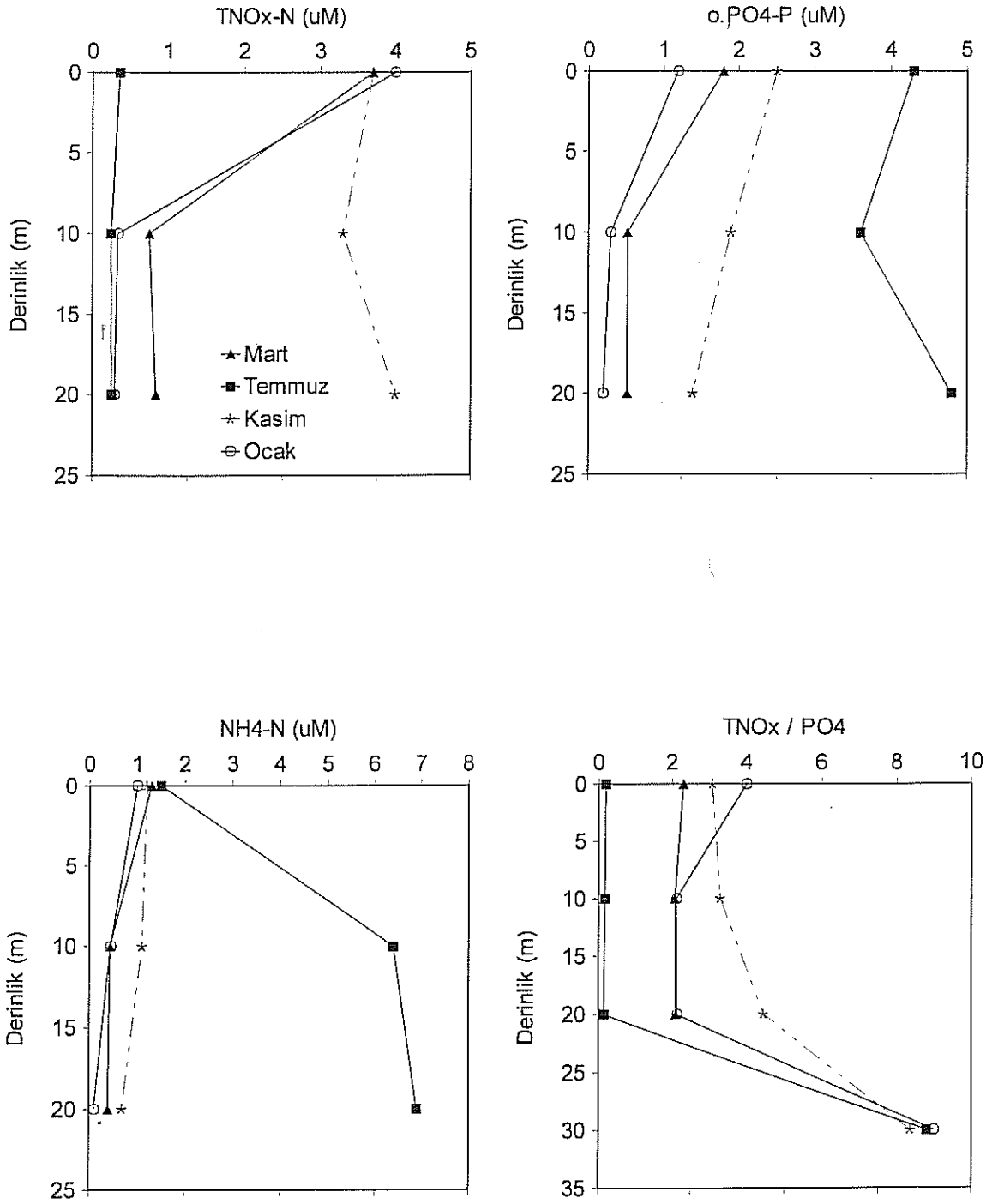
Şekil 23. Besin Elementlerinin ve TNO_x:PO₄ oranlarının 11 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



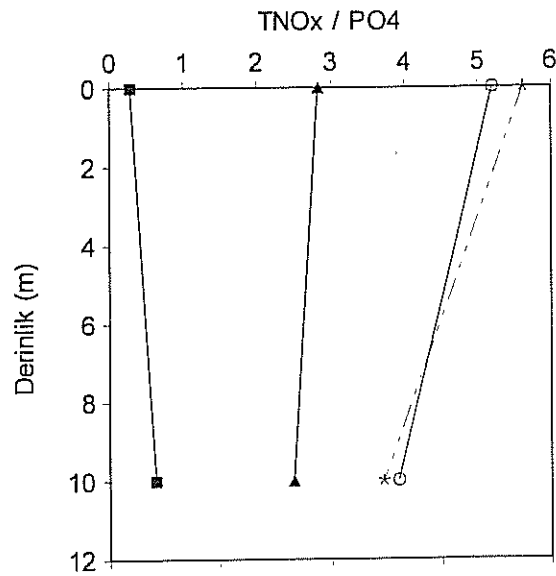
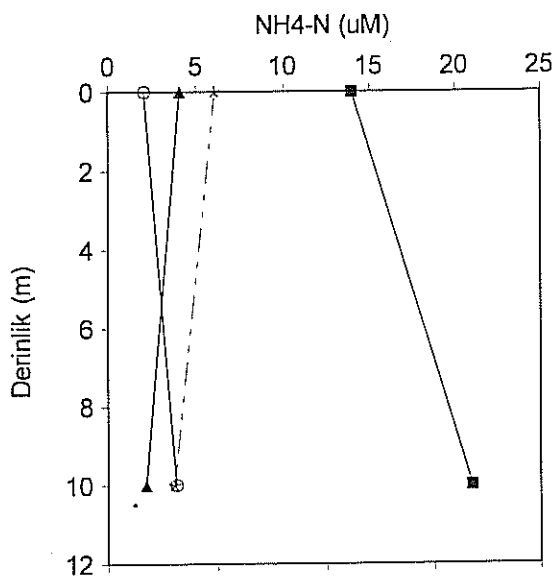
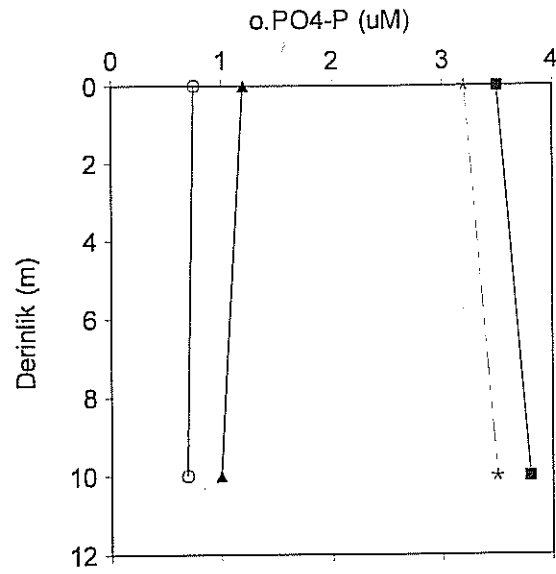
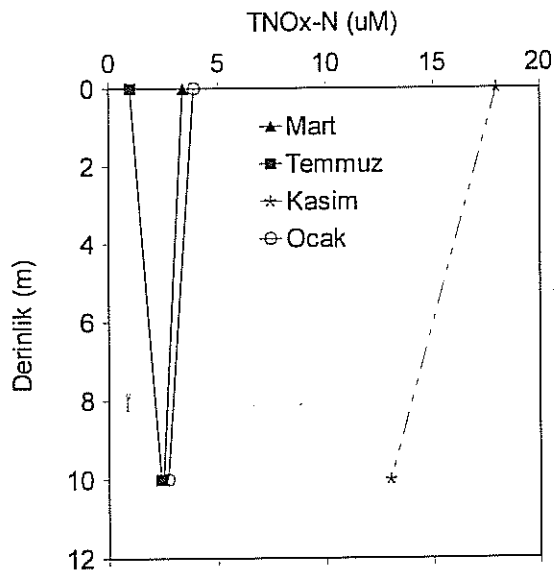
Şekil 24. Besin Elementlerinin ve TNO_x:PO₄ oranlarının 17 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 25. Besin Elementlerinin ve TNO_x:PO₄ oranlarının 20 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 26. Besin Elementlerinin ve TNO_x:PO₄ oranlarının 22 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri



Şekil 27. Besin Elementlerinin ve TNO_x:PO₄ oranlarının 24 numaralı istasyonda dikey dağılım profilleri

4.2.3. İzmir Körfezi'nde Regresyon Analizi sonucu süspans partikül maddenin Redfield Oranları

Bir çok araştırmacı, partikül madde ve klorofil-a verilerini yorumlarken regresyon tekniklerini uzun süreden beri kullanmaktadır. İzmir Körfezi'nin farklı bölümlerinde regresyon analizi sonucunda elde edilen partikül maddenin molar oranları Tablo 6'da verilmiştir. POC-PON regresyon eşitlikleri Dış Körfez'de 7.3-9.3 arasında bulunurken Orta ve İç Körfez'de ise 6.4-7.1 arasındadır. Bu eşitlikler çeşitli araştırmacılar tarafından Marmara Denizi'nde 6.5-8.7, Karadeniz'in kıyı bölgesinde 8.2-13.3, Karadeniz açık sularında 7.1-11.8, Doğu Akdeniz kıyılarında 6.4-9.7, Doğu Akdeniz kıyı açığı sularda ise 5.3-8.0 aralığında bulunmuştur (Polat and Tuğrul, 1995; Polat et al., 1998; Ediger et al., 1999; Coban-Yıldız et al., 2000). Partikül maddede ölçüm sonuçlarından bulunan ortalama POC:PON oranları Dış Körfez'de özellikle Mart ayında (11.7) lineer regresyondan türetilen değerden (7.3) yüksek olup bu sonuç üretkenliğin artması ile biyojenik partiküllerin çoğalmasından kaynaklanmaktadır. Diğer mevsimlerde ise bu oranlar (Temmuz: 11, Kasım: 9.7, Ocak: 9.4) regresyondan bulunan değerler ile uyum içindedir. Orta ve İç Körfez'de partikül maddedeki besin elementlerinden hesaplanan oranlar (Mart: 7.7, Temmuz: 6.8, Kasım: 7.2, Ocak: 9.0) regresyon analizinden türetilen oranlarla büyük bir uyum içindedir.

POC-PP regresyon eşitlikleri Dış Körfez'de 59-133 arasında değişirken Orta ve İç Körfez'de ise 107-348 arasındadır (Tablo 6). Ölçüm sonuçları ile bulunan POC:PP (Mart: 142, Temmuz: 164, Kasım: 179, Ocak: 179) oranlarının regresyon analizinden bulunandan yüksek olması Dış Körfez'de POC'nin özellikle bahar mevsiminde artması partikül maddenin bileşiminde karbonca zengin organik bileşiklerin baskın olmasından ileri gelmektedir. Ayrıca Mart ayı dışında POC:PP oranları Redfield (106:16:1) oranından da yüksektir. Orta ve İç Körfez'de ise regresyondan elde edilen oranlar mevsimsel farklılık göstermekte olup çok yüksektir. Su kolonundaki N:P oranının düşük olması ve buna bağlı olarak kara kaynaklı çözünmüş fosfor ve PP girdilerinin artması bu durumu açıklayabilir. Ölçüm sonuçlarından bulunan ortalama oranlar (Mart: 129, Temmuz: 98, Kasım: 122, Ocak: 160) ise Redfield oranına yakındır. Diğer araştırmacıların regresyondan elde ettiği sonuçlar Marmara Denizi için 86-112, Karadeniz kıyı bölgesi için 128-249, Karadeniz açık suları için 123-172,

Doğu Akdeniz kıyıları için 52-77, Doğu Akdeniz kıyı açığı suları için 105-113 aralığında bulunmuştur (Coban-Yıldız et al., 2000).

Regresyon analizi PON-PP eşitlikleri DışKörfez'de (8.6-16), Orta ve İç Körfez'de (16-50) arasında bulunmuştur. Dış Körfez'de partikül maddede ölçülen besin elementlerinden hesaplanan oranlar (Mart: 12, Temmuz: 14.5, Kasım: 18, Ocak: 19) regresyon analizinden türetilen oranlarla büyük bir uyum içindedir. Buna karşılık Orta ve İç Körfez'de ölçüm sonucu bulunan oranlar regresyondan türetilen oranlardan düşüktür. Özellikle Mart ve Ocak aylarında oranlardaki fark belirgin olup POC:PP 'de olduğu gibi İç Körfez'e dere ve evsel atıklarla taşınan kara kaynaklı fosfor girdileri bu durumu açıklamaktadır.

Regresyon analizinden elde edilen POC-Klorofil-a eşitlikleri Dış Körfez'de 19-53, Orta ve İç Körfez'de 19-39 olarak bulunmuştur. Dış Körfez'de Mart ve Ocak aylarında POC ile klorofil-a arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır ($p < 0.05$). İzmir Körfezi'nde tüm noktalardan elde edilen verilere dayanılarak bulunan oranlar POC'nin yüksek olması nedeniyle regresyondan türetilen oranlardan çok yüksektir (Şekil 28). Bu aşırı yüksek POC:Klo oranları Dış Körfez'de besin elementlerinin limitleyici etkisindeki nispeten düşük büyüme hızı ile açıklanabilir. Orta ve İç Körfez'deki durumun ise aşırı derecede fosfor ve organik madde girdisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Regresyondan bulunan PON:Klo ve PP:Klo oranları Dış Körfez'de üretimin düşük olduğu Temmuz ve Kasım ayları ile Orta ve İç Körfez'de tüm dönemlerde partikül madde ve klorofil-a ölçüm sonuçlarından bulunan oranlarla uyum içindedir (Tablo 6). İzmir Körfezi'nin farklı bölgelerinde POC, PON ve PP'nin klorofil-a'ya oranlarının mevsimsel değişimini izlemek için hazırlanan grafikler Şekil 28'de verilmiştir. Dış Körfez'de ölçülen oranlar için varyans analizi yapılmış olup POC:Klo ile PON:Klo'in mevsimsel değişimi anlamlı olduğu görülmüştür. Orta ve İç Körfez'de ise oranların mevsimsel değişmediği saptanmıştır.

Tablo 6. İzmir Körfezi'nde POC, PON, PP ve Klorofil-a'nın lineer regresyon analiz sonuçları ($p < 0.05$)

Mevsim	DIŞ KÖRFEZ		C:N:P		
Mart	POC= 7.3 PON + 3.3	r= 0.83	n= 19	59:9:1	
	POC= 58.6 PP + 6.1	r= 0.69			
	PON= 8.9 PP + 0.30	r= 0.93			
	Insignificant				
	Insignificant				
Temmuz	POC= 9.3 PON + 1.0	r= 0.98	n= 20	116:13:1	
	POC= 116 PP + 1.7	r= 0.91			
	PON= 12.8 PP + 0.06	r= 0.96			
	POC= 53.3 Klo - 2.9	r= 0.93			
	PON= 5.6 Klo - 0.40	r= 0.93			
	PP= 0.40 Klo - 0.03	r= 0.88			
Kasım	POC= 7.6 PON + 1.5	r= 0.92	n= 20	130:16:1	
	POC= 130 PP + 1.8	r= 0.93			
	PON= 16.4 PP + 0.07	r= 0.97			
	POC= 19.0 Klo - 2.6	r= 0.82			
	PON= 2.4 Klo + 0.15	r= 0.88			
	PP= 0.15 Klo + 0.004	r= 0.92			
Ocak	POC= 8.7 PON + 0.47	r= 0.96	n= 19	133:15:1	
	POC= 133 PP + 1.5	r= 0.98			
	PON= 14.6 PP + 0.14	r= 0.97			
	Insignificant				
	Insignificant				
ORTA ve İÇ KÖRFEZ			C:N:P		
	Mart	POC= 6.4 PON + 5.2	r= 0.99	n= 5	254:39:1
		POC= 254 PP + 41.6	r= 0.74		
		PON= 38.6 PP - 6.9	r= 0.72		
		POC= 32.8 Klo - 22.7	r= 0.96		
		PON= 5.1 Klo - 4.2	r= 0.95		
	PP= 0.08 Klo + 0.19	r= 0.85			
	Temmuz	POC= 6.8 PON + 0.81	r= 0.99	n= 5	107:16:1
		POC= 107 PP + 3.1	r= 0.99		
		PON= 15.8 PP - 0.59	r= 0.99		
		POC= 19.0 Klo - 13.4	r= 0.98		
		PON= 2.8 Klo + 1.8	r= 0.99		
	PP= 0.18 Klo + 0.15	r= 0.99			
Kasım	POC= 7.1 PON + 0.38	r= 0.99	n= 5	158:22:1	
	POC= 158 PP - 10.0	r= 0.99			
	PON= 22.2 PP - 1.5	r= 0.99			
	POC= 36.9 Klo - 9.3	r= 0.99			
	PON= 5.2 Klo - 1.3	r= 0.99			
PP= 0.23 Klo + 0.02	r= 0.98				
Ocak	POC= 7.0 PON + 7.0	r= 0.99	n= 5	348:50:1	
	POC= 348 PP - 49.0	r= 0.99			
	PON= 49.6 PP - 8.0	r= 0.99			
	POC= 39.1 Klo - 10.0	r= 0.99			
	PON= 5.6 Klo - 2.4	r= 0.99			
PP= 0.11 Klo + 0.11	r= 0.99				

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir Körfezi'nde Mart 2000-Ocak 2001 tarihleri arasında seçilmiş örnekleme noktalarında fiziksel parametreler ile birlikte su kolonunda ve partikül maddede besin elementleri mevsimsel olarak ölçülüp partikül maddenin elementel bileşimi saptanmıştır. Genel olarak Gediz Nehri dışında Ege Denizi özelliği taşıyan Dış Körfez'de mevsimsel olarak ölçülen tüm parametreler Orta ve İç Körfez'den daha düşük seviyededir. Partikül maddedeki besin elementi konsantrasyonları Dış Körfez'de bahar döneminde en yüksek değerde bulunurken Orta ve İç Körfez'de mevsimsel farklılık gözlenmemiştir.

İzmir Körfezi'nde regresyon analizinden türetilen partikül maddeye ilişkin N:P oranları Dış Körfez: 9-16, Orta ve İç Körfezde 16-50 arasında değişmektedir. Bu değerlerin Dış Körfez'de Redfield oranına çok yakın olmasına karşılık Orta ve İç Körfez'de çok üstünde olduğu görülmüştür. Orta ve İç Körfez'de özellikle Mart ve Ocak aylarında partikül maddedeki azot konsantrasyonları belirgin olarak yüksek iken fosfor düşmektedir. Ölçüm sonucu elde edilen PON:PP oranları sırasıyla Dış Körfez'de 9.6-22.5, Orta ve İç Körfez'de 8.1-43 olup regresyondan türetilen değerlerle uyum içindedir. Bu sonuç Körfez'in orta ve iç kısmında partikül maddenin canlı olmayan organizma kalıntıları ve karbon bileşiklerinden oluştuğunu göstermektedir. Mevsimsel ölçümler sonucunda bulunan partikül madde bileşimi Dış Körfez'de (Mart: 142:12:1, Temmuz: 164:15:1, Kasım: 179:18:1, Ocak: 179:19:1), Orta ve İç Körfez'de ise (Mart: 129:18:1, Temmuz: 98:15:1, Kasım: 122:17:1, Ocak: 160:19:1) olarak bulunmuştur. Dış Körfez'de regresyon analizi sonucu elde edilen oranlar Akdeniz'in açık sularına benzerken Karadeniz'in kıyı sularından düşüktür. Körfez'in iç kısmında ise Karadeniz'den yüksektir. İzmir Körfezi'nde POC:PP oranları da yukardaki eşitliklerden görüldüğü gibi Redfield oranından yüksektir.

Diğer yandan su kolonunda ise $\text{NO}_3:\text{PO}_4$ oranları Dış Körfez'de 4.5-13, Orta ve İç Körfez'de 0.15-5.6 arasında olup Redfield oranının altındadır ve bunun sonucunda azotun limitleyici element olduğu görülmüştür.

İzmir Körfezi'nde Çiğli atık su arıtma tesisinin etkisini görebilmek amacıyla en az yılda bir kez partikül maddenin bileşiminde bulunan elementlerin su kolonundaki besin elementleri ile birlikte ölçülerek değişim olup olmadığı saptanmalıdır. Bu şekilde daha sağlıklı bir istatistiksel değerlendirme yapılabilecektir. Ayrıca proje sonunda elde edilen sonuçların kullanıldığı bir doktora tez çalışması devam etmektedir. Bu tezde kıyısal bölgeler için hidrokimyasal-ekolojik bir model (Coherens Modeli) uygulaması gerçekleştirilecektir. Tez çalışmaları sonucunda fiziksel model yardımıyla deniz ortamında azot döngüsü açıklanacaktır. Daha sonra yapılacak diğer çalışmalarda da yine aynı model kullanılarak su kolonundaki remineralizasyon hızı ile mikroplanktonların biomass artışı da hesaplanması mümkün olabilecektir.

6. KAYNAKLAR

Berger W.H., V.S. Smetacek and G. Wefer (1989) Ocean productivity and paleo productivity-an overview. In: W.H. Berger, V.S. Smetacek and G. Wefer (Editors), *Productivity of the Ocean: Present and past*, Wiley, New York, pp. 1-34.

Brewer, P.G. and J.W. Murray (1973) Carbon, nitrogen and phosphorus in the Black Sea. *Deep Sea Research*, (20), pp. 803-818.

Coban-Yıldız Y., D. Fabri, D. Tartari, S. Tuğrul and A. F. Gaines (2000) Application of pyrolysis-GC/MS for the characterisation of suspended particulate organic matter in the Mediterranean Sea: a comparison with the Black Sea. *Organic Geochemistry*, (31), pp. 1627-1639.

Copin-Montegut C. and G. Copin-Montegut (1993) Stoichiometry of carbon, nitrogen and phosphorus in marine particulate matter. *Deep Sea Research*, 30 (1), pp. 31-46.

Doval M.D., F.F. Pérez and E. Berdalet (1999) Dissolved and particulate organic carbon and nitrogen in the northwestern Mediterranean. *Deep Sea Research*, 46 (1), pp. 511-527.

Ediger D., S. Tuğrul, Ç.S. Polat, A. Yılmaz, and İ. Salihoğlu (1999) Abundance and elemental composition of particulate matter in the upper layer of northeastern Mediterranean. In: P. Malanotte-Rizzoli and V.N. Eremeev (Editors), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 241-266.

Elderfield H. (1981) Metal organic associations in interstitial waters of Narragansett Bay sediments. *Am. J. Sci.*, 281, pp. 1184-1196.

Environmental Protection Agency (1983) *Methods for chemical analysis of water and wastes*.

Goldman J.C., J.J. McCarthy and D.G. Peavey (1979) Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. *Nature*, 279, pp. 210-215.

Henneke E. and G.J. De Lange (1990) The distribution of DOC and POC in the water column and brines of the Tyro and Bannock Basins. *Marine Chemistry*, 31, pp. 113-122.

Heggie D., C. Maris, A. Hudson, J. Dymond, R. Beach and J. Cullen (1987) Organic carbon oxidation and preservation in NW Atlantic continental margin sediments. *Geology and Geochemistry of Abyssal Plains. Geolog. Sosc. Spec. Publ.*, 31, pp. 215-236.

Tuğrul S. (1993) Comparison of TOC concentrations by persulphate-UV and HTCO techniques in the Marmara and Black Seas, *Marine Chemistry*, 41, pp. 265-270.

Karl D.M., J.E. Dore, D.V. Hebel, C. Winn (1991) Procedures for particulate carbon, nitrogen, phosphorus, and total mass analyses used in the US-JGOFS Hawaii Ocean Time-series Program. In: (D.C.Hurd, D.W. Spencer eds.) *Marine particles: Analysis and characterization, Geophysical Monograph*, 63, pp. 71-77.

Krom M.D. and E.R. Sholkovitz (1977) Nature and reactions of dissolved organic matter in the interstitial waters of marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41, pp. 1565-1573.

IMST (2000) Büyük kanal atık sularının İzmir Körfezi'nde izlenmesi projesi. Final raporu, 226p.

Methods of Seawater Analysis (1983) Second, Revised and Extended Edition, Edited by K.Grasshoff, M.Ehrhardt, K.Kremling, Verlag Chemie, 419p.

Polat, S. Ç., and S.Tugrul (1995) Nutrient and organic carbon exchanges between the Black and Marmara Seas through the Bosphorus Strait. *Continental Shelf Research*, 15 (9), pp.1115-1132.

Polat, S. Ç., S.Tugrul, Y. Çoban, O. Baştürk and İ. Salihoğlu (1998) Elemental composition of seston and nutrient dynamics in the Sea of Marmara. *Hidrobiologia*, 363, pp. 157-167.

Quality Assurance Pilot Study Selected Methods (1996) Handbook of Method Protocols.

Redfield, A.C., B.H., Ketchum and F.A. Richards (1963) The influence of organisms on the composition of sea-water. In: M.N. Hill (Editor) *The sea, ideas and observations on progress in the study of the seas*. Interscience. Vol:2, pp. 26-77.

Richards F.A. (1965) Anoxic Basins and fjords. In: J.P. Riley and G. Skirrow (Editors) *Chemical Oceanography*, Vol: 1, pp1-41. Academic Press.

Sakshaug E., K. Andersen, S. Mykkestad and Y. Olsen (1983) Nutrient status of phytoplankton communities in Norwegian waters (marine, brackish, fresh) as revealed by their composition. *J. Plankton Res.*, 5, pp. 175-196.

Strickland and Parsons (1972) *A practical Handbook of seawater Analysis*. 2nd edition Bulletin 167. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 310p.

Shaffer G. (1987) Redfield ratios, primary production and organic carbon burial in the Baltic Sea. *Deep Sea Research*, 34(5/6), pp. 769-784.

Vostokov S.V. (1996) Suspended mater as a measure of productivity in the western Black Sea. *Oceanology*, 36, pp. 241-247.

Yıldız Y.C., S.Tugrul, D.Ediger, A.Yilmaz and S.C. Polat (2000) A comparative study on the abundance and elemental composition of POM in three interconnected basins: The Black, The Marmara and Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 1(1), pp. 51-63.

Yilmaz, A., S. Tugrul, S.C. Polat, D. Ediger, Y. Coban and E. Morkoc, 1998, On the production, elemental composition (C,N,P) and distribution of photosynthetic organic matter in the southern Black Sea. *Hydrobiologia*, 363, pp. 141-156.