

İZMİR KÖRFEZİ GEDİZ NEHRİ AĞZINDA PARTİKÜL VE ÇÖZÜNÜŞ MADDE TAŞINIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Kıyı Mühendisliği Programı

Ayşın SÜZAL PASTORE

Temmuz, 2008

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

AYŞIN SÜZAL PASTORE tarafından NİHAYET BİZSEL Doç. Dr. yönetiminde hazırlanan “İZMİR KÖRFEZİ GEDİZ NEHRİ AĞZINDA PARTİKÜL VE ÇÖZÜNÜMÜŞ MADDE TAŞINIMI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Nihayet BİZSEL

Danışman

Prof. Dr. Hüseyin Avni BENLİ

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Doç.Dr. İlgi KARAPINAR

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Doç. Dr. Nuray BALKIŞ

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Kemal Can BİZSEL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora dönemim boyunca benim için yeni olan pek çok konuda bilgisi ile destek olan günlük hayatta da ise arkadaşlığını esirgemeyen sevgili danışmanım Nihayet Bizsel'e ve bu doktora çalışmasında kaynak sağlayan projemizin yürütücüsü ve aynı zamanda fikir , öneri, güven ve desteği ile daima yanımda olan Can Bizsel' de çok teşekkür ederim. Bu proje benim içinde yürütücülüğünde çalıştığım ilk proje olduğundan kalbimde ayrı bir önem taşımaktadır.

Her türlü konuda her zaman yanımda yer alan ve moral, destek veren, bana inanan annem Tennur Süzal, babam Barış Süzal'a, eşim Davide Pastore'ye ve her daim yardımları için kuzenim Murat Özkan'a en içten teşekkürlerimi bir kez daha buradan iletmek isterim. İyi varsınız...

Bu araştırmada benimle birlikte gece gündüz çalışan, yeri gelip benimle birlikte üzülen, sevinen dostlarım Aylın Demirdağ, Burak Evren'e de kalpten sevgilerimi ve teşekkürlerimi iletmek isterim.

Bu çalışma TÜBİTAK ÇAYDAG grubu tarafından izlenen 104Y037 nolu proje kapsamında ve Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'nde yürütülen Körfez İzleme seferleri sırasında R.V. Koca Piri Reis Gemisi ile gerçekleştirilmiştir. Projemize gösterdikleri destekten dolayı TÜBİTAK' a ve ayrıca Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'ne ve çalışanlarına, seferlerde çalışmamıza yardımcı olan R.V. Koca Piri Reis Gemisi personeline ve özellikle bizimle her seferde Gediz Nehri ağzına kadar macera yaşayan usta gemici Günay Acartürk'e de ayrıca teşekkür etmek isterim.

Çalışma süremiz boyunca ihtiyaç duyduğumuz diğer verileri sağlayan Devlet Su İşleri İzmir Bölge Müdürlüğüne, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Aydın Bölge Müdürlüğüne, Devlet Meteoroloji İşleri İzmir Bölge Müdürlüğüne yardımlarından dolayıda çok teşekkür etmek isterim. Tezimin veri kaynağını sağlayan projemiz tek başına yürütülmesi oldukça zor bir çalışma idi, fakat bir ekip bilinci ve anlayış ile elele vererek ne mutlu ki sonunu getirebildik. Sunu söylemek isterim birlikte çalışmak çok keyifliydi.

Ayşın Süzal Pastore

İZMİR KÖRFEZİ GEDİZ NEHRİ AĞZINDA PARTİKÜL VE ÇÖZÜNMÜŞ MADDE TAŞINIMI

ÖZ

Bu çalışma ile Gediz Nehri'nin mevsimsel olarak partikül ve çözünmüş madde taşınımının tuzluluk dağılımı ile İzmir Dış körfezine etkisi 2004-2005 yılları içinde izlenmiştir. Partikül ve çözünmüş besin tuzları (C, N, P, Si), Chl-a ve toplam askıda katı madde ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmadan nehrin mevsimsel olarak bir kapan davranışı gösterdiği görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile Gediz Nehri'nin en çok kıyı bölgesini etkilediği özellikle Homa Lagünü ve güney kıyı şeriti boyunca ilerlediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gediz Nehri, Fizikokimyasal dinamikler, Partikül maddeler, Çözünmüş nutrientler, Östarin, İzmir Körfezi.

**PARTICLE AND DISSOLVED MATERIAL TRANSPORTATION FROM THE
MOUTH OF THE GEDİZ RIVER, İZMİR BAY, AEGEAN SEA**

ABSTRACT

This study is an attempt to elucidate the seasonality in the role of Gediz River, as a source, by tracing the concentration of particle and dissolved loads across the salinity gradient towards the outer section of the İzmir Bay in 2004 and 2005. Particle and dissolved parameters of nutrients (C, N, P, Si) and Chl-a and total suspended matter were measured and evaluated. As a conclusion, the river mouth usually seems to be acting as a trap rather than a source.

Thus the river's impact has been observed within the inshore zone and particularly on Homa Lagoon along the southern shoreline.

Keywords: Gediz River, Physicochemical dynamics, Particle matters, Dissolved nutrients, Estuarine, Izmir Bay.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
1.1 Nehirlerin Genel Özellikleri ve Bazı Genel Kimyasal Olaylar.....	1
1.1.1 Çözünmüş Maddeler.....	1
1.1.2 Besin Tuzları.....	2
1.1.3 Çözünmüş Ve Partikül Organik Maddeler	4
1.1.4 Askıda Katı Madde	5
1.2 Östarinin Tanımı ve Genel Özellikleri.....	6
1.2.1 Östarinlerin JeoFizikoKimyasal Özellikleri.....	7
1.2.2 Östarinlerin Sınıflandırılması.....	12
1.2.2.1 Jeomorfolojik Sınıflama	12
1.2.2.2 Akıntı Sistemine Göre Sınıflama.....	12
1.2.2.2.1 Yüzeiden İlerleyen Akıntı Sistemine Sahip Östarinler (Saltwedge)..	13
1.2.2.2.2 Yüksek Oranda Tabakalaşmış Akıntı Sistemine Sahip Östarinler....	14
1.2.2.2.3 Zayıf Tabakalaşma Gösteren Östarinler.....	15
1.2.2.2.4 Dikey Karışım Gösteren Östarinler.....	15
1.2.2.2.5 Ters Yönlü Akıntıya Sahip Östarinler.....	16
1.2.2.2.6 Süreksiz Bir Akıntı Yapısına Sahip Östarinler.....	17
1.3 Gediz Havzasının Ve Gediz Nehrinin Genel Özellikleri.....	18
1.3.1 Gediz Havzasının Genel Özellikleri.....	18
1.3.2 Gediz Nehrinin Özellikleri.....	22

1.4 Çalışmanın Amacı.....	26
BÖLÜM İKİ – METOD.....	28
2.1 Örneklemeye Yöntemleri.....	28
2.1.1 Yapılan Ön Hazırlıklar.....	28
2.1.2 Alan Çalışması.....	29
2.1.3 Laboratuvar Çalışması.....	29
2.2 İstatistiksel Yöntemler.....	30
BÖLÜM ÜÇ – SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	32
3.1 Meteorolojik Veriler Ve Debi.....	32
3.2 Fiziksel Ve Kimyasal Değişkenlerin Değişimi.....	33
3.2.1 Fiziksel Değişkenler.....	34
3.2.1.1 Ağustos 2004	36
3.2.1.2 Kasım 2004	40
3.2.1.3 Şubat 2005	44
3.2.1.4 Nisan 2005	48
3.2.1.5 Ağustos 2005	53
3.2.1.6 Çözülmüş Oksijen (DO), pH	57
3.2.2 Kimyasal Değişkenler.....	60
3.2.2.1 Partikül Madde Taşımını.....	60
3.2.2.1.1 Askıda Katı Madde (AKM).....	60
3.2.2.1.2 Klorofil-a (Chl-a).....	66
3.2.2.1.3 Partikül Fosfat (PP).....	68

3.2.2.1.4 Partikül Organik Azot (PON).....	71
3.2.2.1.5 Partikül Organik Karbon (POC).....	73
3.2.2.1.6 Partikül Madde Boyut Dağılımı.....	80
3.2.2.2 Çözünmüş Madde Taşınımı.....	82
3.2.2.2.1 Çözünmüş Azot Formları (NO ₂ , NO ₃ , NH ₄).....	85
3.2.2.2.2 Çözünmüş Fosfat Formları (TDP).....	90
3.2.2.2.3 Çözünmüş Organik Karbon (DOC).....	93
3.2.2.2.4 Silis (Si).....	95
3.2.2.3 Toplam Besin Tuzları Taşınımı.....	98
3.2.2.3.1 Suda Toplam Organik Karbon (TOC).....	98
3.2.2.3.2 Toplam İnorganik Azot (TIN).....	101
3.2.2.3.3 Toplam Fosfat (TPO ₄).....	101
3.2.2.4 Partikül Karbon:Azot:Fosfat Oranları (C:N:P).....	104
3.2.2.5 Çözünmüş Besin Tuzları Arasındaki Oranlar.....	107
3.2.2.6 Toplam Madde Taşınımı Hesabı	109
3.3 Temel Bileşen Analizi.....	111
BÖLÜM DÖRT – SONUÇ	115
4.1 Gediz Nehrinin İzmir Körfezi' ne Etkisi.....	115
4.2 Tüm Değişkenlere Genel Bir Bakış Ve Değerlendirme.....	123
4.3 Öneriler	127
KAYNAKLAR.....	128
EKLER.....	137

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Nehirlerin Genel Özellikleri ve Bazı Genel Kimyasal Olaylar

Nehirlerin dünya genelinde deşarj oranı (ort. Nehir deşarjı / ort yağış) 0,46 dır (Bianchi, 2007). Bu sonuç gelen yağmur sularının yaklaşık %50'sinin atmosfere buharlaşma yolu ile geri döndüğünü göstergesidir. Geri kalan % 50' lik kısım ise denizlere ve östarinlere taşınmaktadır. Östarinlere ve denizlere tatlı su kaynağı olan nehirlerde bulunan ana maddeler içeriğine bakıldığında şu şekilde bir gruplandırma yapılabilir: Su, askıda inorganik maddeler (Al, Fe, Si, Ca, K, Mg, Na ve P), çözünmüş materyaller (HCO_3^- , Ca^{+2} , SO_4^{-2} , H_4SiO_4 , Cl^- , Na^+ , Mg^{+2} , K^+), çözünmüş besin tuzları (N, P, Si), çözünmüş ve partikül organik maddeler, askıda katı madde, iz metalleridir.

Nehir suyunda bulunan önemli ana maddeleri incelersek:

1.1.1 Çözünmüş Maddeler

Deniz ve nehir suyu içerdiği çözünmüş tuzlar açısından farklıdır. Nehir suyundaki baskın iyon HCO_3^- ve Ca^{+2} , SiO_2 iken denizlerdeki baskın iyonlar Cl^- , Na^+ iyonlarıdır (Brown ve ark.,1989). Nehirlerde ve denizlerde bulunan ana iyonların miktarlarına bakarsak (Tablo1.1), denizlerde bulunan iyonların miktarı nehirlerde bulunan iyonlarından en az 200 kat fazladır.

Tablo 1.1 Denizlerde ve nehirlerde bulunan temel iyonlar ve miktarları bütün değerler için %0 ve g/kg^{-1} geçerlidir. Kaynak (Bianchi, 2007a) (Brown ve ark.,1989)

İyon Turu	Deniz	Nehir
Klor (Cl^-)	19	0,008
Sodyum (Na^+)	10	0,006
Sülfat (SO_4^{2-})	2,7	0,011
Magnezyum (Mg^+)	1,2	0,004

Kıyaslama yapılan temel iyonların kaynakları ve özellikleri incelendiğinde: klor çok çözülen bir elementtir. Diğer iyonlarla reaksiyona çok giremez ve su kütlesini izlemek için iyi bir değişkendir. Ana kaynağı kayalar, nehirler, deniz tuzları, yağmurdur. NaCl'un mineral formu yani kaya tuzundan çeşitli yollara aşınma sonucunda çözüdür. Sodyum denizlere atmosfer yolu ile ulaşır. Ayrıca kaya tuzundan sediment kayalıklarından. Kalsiyum ve Magnezyum kalsiyumkarbonatlı (CaCO_3) veya dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) karaların aşınması yolu ile oluşurlar. Ca^{+2} 'nin %65'i nehir sularında bulunur. Dolomit Mg için ana kaynaktır.

HCO_3^- kayalardan aşınma yolu ile ortama katılır. Silis'in %20'si karbonat (HCO_3^-) aşınmasından, %8'i karbonat kayalarındaki silisli sist' den, çözülmüş silikatın büyük bir kısmı tropikal bölgelerden, silis minerali kaolinit'in aşınmasından ve çok önemli bir kaynak sayılmayan biyogenik kaynaklar yolu ile okyanuslar için kaynak oluşturmaktadır. Sülfat %2'si tuzdan, %33'u aşınmadan, %54'u kirlilikten , %8'i volkanlardan, %3'u de biyolojik kaynaklardan ortama katılır.

1.1.2 Besin Tuzları

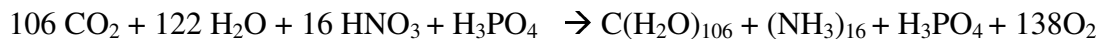
Nehirden taşınan besin tuzu miktarları, fiziksel karışım ve suyun östarinde kalış süresi bölgenin fitoplankton miktarını, dolayısıyla birincil üretimini belirler. Besin tuzu girişinin yüksek, suyun kalış süresinin fitoplankton generasyon süresinden daha uzun olduğu bölgelerde belirgin fitoplankton aşırı büyümesi (bloom) gözleendiği bilinmektedir (Hillman, Lukatelich ve Mc Comb 1990).

Suda bulunan çözülmüş besin tuzları Si, karbon, azot ve fosfat formları olarak tanımlanır. Azot; organik içerikli azot, üre ve amino asitlerin indirgenmiş halidir. NO_2 , NO_3^- , NH_4^+ formlarında bulunur. İnorganik amonyum ve nitrat formlarının her ikisi de fitoplanktonlarca talep edilen formlarıdır (McCarthy, Taylor, Taft 1977, McCarthy, Kaplan, Nevins 1984). Fosfat; orta, para ve meta fosfat bu üç yapısal hali bulunur. Silikat; alüminyum silikat killeri, kristalize silikat, çözülmüş silikat şekline suda bulunur. Doğadaki çeşitli sularda bulunan besin tuzları oranları Tablo1.2'da verilmiştir.

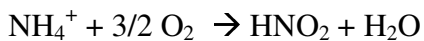
Tablo 1.2 Doğadaki çeşitli sularda bulunan çözülmüş besin tuzları (Millero, 1996).

	NO ₂ ⁻ , (μM)	NO ₃ ⁻ (μM)	NH ₄ ⁺ (μM)	Fosfat (μM)	SiO ₂ (μM)
Kıyı Suları	0,1 -1	0,1 - 15	0,1 -10	0,6 – 1,6	1 - 25
Östarin	0,1 - 25	0,1 -200	0,1 -200	0,3 – 3,0	1 - 150
Okyanuslarda Yüzey suyunda	0,03	0,05	0,1	~ 0,05	1 - 5
Okyanuslarda Dip suyunda	0,03	15 - 45	0,05	Maks. 1 – 3	125 - 180

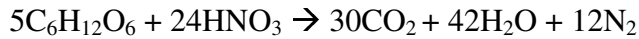
Organizmalar besin tuzlarını bünyesine alarak ortamdan uzaklaştırır veya ayrıştırarak (mineralizasyon) tekrar ortama katılmasını ve ortamdaki nutrientlerin yenilenmesini sağlarlar. Redfield (1963) fotosentez yapan canlılar için suda bulunan karbon, azot, fosfat arasında sabit bir oran bulmuştur. Bu oran (C:N:P) 106:16:1 şeklinde ifade edilir. Yapılan çalışmalar sonucunda bu oranı Atlantik okyanusunda 95:17:1 , Hint okyanusunda ise 119:14,9:1 olarak bulunmuştur (Miler, 2006).



Bakteriler atmosferde bulunan N₂' un sabitlenmesinde görev alırlar. Azot ile ilgili olarak diğer iki önemli olay nitrifikasyon ve denitrifikasyondur. Nitrifikasyon, NH₄⁺ un aerobik durum altında oksijen ile NO₃⁻ haline dönüşmesine denir. Nitrifikasyonu yapan bakteriler NH₄⁺ u bir enerji kaynağı gibi kullanırlar ve organik madde içindeki CO₂'i yakalarlar. Bu işlem iki basamak şeklindedir:



Genellikle atık sulara NH₄⁺ konsantrasyonunun fazla olmasından dolayı yüksek oranda nitrifikasyon meydana gelir. Denitrifikasyon ise bakterilerin NO₃⁻ yi bir elektron alıcısı olarak kullanarak organik maddenin anaerobik ortamda oksidasyon için kullanması ile oluşan reaksiyondur. Sonuçta N₂ gazı çıkacaktır.



Bu olayda limitleyici faktör NO_3^- iyonudur.

1.1.3 Çözünmüş Ve Partikül Organik Maddeler

Organik madde hem su kolonunda hem de bentik de aktif olarak mineralize olurlar. Özellikle organik azot denitrifikasyon yapan bakterilerce hızla ekosistemden uzaklaştırılırlar. (Seitzinger 1988). *Nitrifikasyon* ve *denitrifikasyon* hızları direk olarak bu maddelerin taşınma miktarlarına bağlıdır (McCarthy, Kaplan & Nevins 1984, Seitzinger & Nixon 1985). Bu yüzden nehirden taşınan maddelerin yüklerinin bilinmesi önemlidir.

Head (1976) göre nehirlerin taşıdığı çözünmüş organik karbon miktarı (DOC) ortalama 10-20 (50) mg/l' dir. Partikül organik karbon miktarı ise 5-10 mg/l, toplam karbon miktarı ise 15-30 (60) mg/l' dir. Bu durumda nehirlerde bulunan organik karbon formlarını diğer doğal sulardaki miktarlar ile kıyasladığımız da (Tablo1.3) nehirlerin sahip olduğu organik karbon konsantrasyonunun diğer doğal ortamlara göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Toplam organik karbon (TOC)= POC+DOC şeklinde ifade edilebilir. Diğer önemli bir nokta ise eğer nehirde yüksek oranda DOC varsa bu durumda Al ve Fe' de içeriyor demektir.

Tablo 1.3 Doğadaki çeşitli sularda bulunan organik karbon oranları (Head 1976; Kennish, 2001)

Org. Karbon Kons. (μM)	Nehir	Östarin	Kıyı Suyu	Açık Deniz		Atık Su
				Yüzey	Dip	
Çözünmüş	833–1665 (4160)	83,3-416 (1665)	83,3-416 (1665)	83,3-225	0,5-0,8	8330
Partikül	416,3-832,6	41,6-416	8,3-83,3	0,8-83,3	0,25-0,8	16653
Toplam	1249-2498 (4996)	83,3-832 (2082)	83,3-6 (1749)	83,3-208	0,5-0,8	24979

Millero'ya (1996) göre ise nehirlerde bulunan toplam çözünmüş organik madde miktarı $420 \mu\text{M}$, partikül organik madde miktarı $170 \mu\text{M}$ iken östarinlerde bulunan çözünmüş organik madde miktarı 8 ila $833 \mu\text{M}$ ve partikül organik madde konsantrasyonu ise 8 ila $833 \mu\text{M}$ arasında olduğu belirlenmiştir. Bu oranlar kıyı suları için ise çözünmüş organik madde için 60 ila $210 \mu\text{M}$ ve partikül organik madde için ise 4 ila $83 \mu\text{M}$ seviyesinde olduğu yapılan çalışmalar sonucunda bulunmuştur (Millero, 1996). Nehirlerin okyanuslara olan organik materyal katkısı 10^{15} g C/yıl buda toplam organik girdinin % 3,65'ini oluşturmaktadır (Millero, 1996). Okyanuslar için en büyük organik kaynak birincil üretimdir ($23,8 \times 10^{15} \text{ g C/yıl}$ - %90,6).

1.1.4 Askıda Katı Madde

Nehirler buldukları ortama çok fazla askıda katı madde taşırlar (Eisma ve Cadee, 1991). Askıda Katı madde (AKM) olarak sınıflandırılan partikül maddenin içinde organik ve inorganik orijinli maddeler bulunur. Bu maddelerin bazıları canlı formda iken, bazı partikül maddeler ise birbirine tutunmuş farklı moleküller (kil mineraline tutunmuş fosfat gibi) yada bir araya gelmiş ve topaklaşmış aynı türden moleküller olabilir. Canlı olmayan organik ve inorganik maddelerin kaynağı çevreden gelen endüstriyel ve evsel atık sular yada tarlalardan sulama suyu ile ortama katılan sular olabilir (Turner ve Millward, 2002; Che, He, Lin, 2003; Suzumura, Kokubun, Arata, 2004). Okyanuslara ulaşan askıda katı madde kaynakları ve yüzdeleri tabloda verilmiştir.

Tablo 1.4 Okyanuslara ve denizlere taşınan yıllık AKM kaynakları ve miktarları (Open University course team, 2001)

AKM Kaynakları:	Ton/yıl
Nehirler ile	$18,3 \cdot 10^9$
Kıyısal erozyonla	$0,25 \cdot 10^9$
Biojenik sedimantasyon yoluyla:	
CaCO ₃	$1,4 \cdot 10^9$
SiO ₂	$0,49 \cdot 10^9$
Rüzgarların taşıdığı tozlar ile	$0,6 \cdot 10^9$
Yeraltı suları ile	$<0,48 \cdot 10^9$

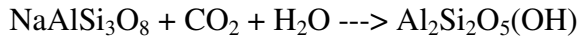
1.2 Östarinin Tanımı ve Genel Özellikleri

Östarin yarı kapalı, tatlı ve tuzlu suyun karıştığı, deniz ile zaman zaman bağımsız bağlantısı olan ve değişken değerlerde tuzluluğa sahip kıyı sularının bulunduğu alandır (Bianchi, 2007,b; Pritchard, 1967; UNESCO, 2006; Tomczak, 2000b). Geniş östarinler alçak tepelerin yer aldığı kıyı şeritleri boyunca bulunmaktadır. Östarinler hem doğal denge hemde insan hayatı açısından büyük öneme sahiptir. Bu alanlar pek çok canlıya hem besin kaynağını oluşturmakta, hemde ev sahipliği yapmaktadır. Birincil ve ikincil üretim yüksektir ve birincil üretim yapan canlılar bu bölgede güneş enerjisini en yüksek seviyede kullanırlar. Mikroorganizma faaliyetlerinin fazla olduğu ortamda bulunan mevcut besin tuzları, oldukça bol ve hızla kendini yenileyebilir özelliktedir. Bu yüzden ortam oldukça yüksek üretkenliğe sahiptir. Kıyı alanlarına ve okyanuslara taşınan partikül maddenin ana transferi östarinlerden ve nehirlerden kaynaklanır. Ayrıca dünya üzerindeki pek çok östarin ve çevresi insanlar tarafından da yerleşim yeri olarak kullanılmaktadır. Pek çok büyük şehir östarinlerin kıyılarına kurulmuşlardır (Tokyo, Londra, NewYork, Buenos Aires..vs).

1.2.1 Östarinlerin JeoFizikoKimyasal Özellikleri

Dünya yüzeyinde bulunan kara parçalarından yılda toplam 40.000 km^3 su deşarj olmaktadır. Karalardan kaynaklanan bu deşarj sırasında pek çok materyalde sucul ortamlara ulaşmaktadır. Karaların ve deniz tabanını oluşturan sedimentin içeriğine

bakıldığında tuzlara, çözülmüş organik maddelere ve çözünmemiş, askıda olan materyallere rastlanır. Dünya kabuğunu oluşturan litosferde en çok bulunan mineral grubu feldispat'dir. Bu mineral grubu yer kabuğunun % 60'ini oluşturur. İçeriğinde ana element $KaSi_3O_8$, $NaAlSi_3O_8$, $CaAl_2SiO_8$. Na feldispat'ın erozyonu ile oluşan kaolindir (hidrat Alümin Silikat) (Bianchi, 2007c). Kaolin ($Al_2Si_2O_5(OH)$) bir tür kil minerali olup ve kilin en saf hali olarak tanımlanır (Wikipedia, 2007a).



Kil mineralleri $2\mu m$ 'den daha küçük çaplıdır. Kilin yapısı itibari ile su çekme özelliği vardır. Kil minerallerinin östarinlerdeki yüzdeleri bölgenin özelliğine bağlıdır. Fakat nehirler yolu ile östarine taşınımın büyük olduğu bu alanda oldukça yüksek oranda bulunur.

Karasal kaynaklı sedimentin denizlere taşınımı dalgaların, akıntıların ve yerçekimi kuvvetinin etkisinde gerçekleşir. Dalgalar sığ suda sedimentin karışmasını ve havalanmasını sağlarlar. Akıntılar genellikle bölgenin dip yapısına bağlı olarak yada östarinlerde olduğu gibi bazı kuvvetlerin etkisinde şekillenir ve su kütlelerinin hareketini şekillendirir. Yerçekimi kuvveti ise su kolonunda taşınan materyallerin sediment'e geçmesinde etkin bir kuvvettir ve düz bir eğime sahip dip alanında etkisi düşüktür. Tatlı su kaynağı olan nehirlerin debisi taşınan sediment ve askıda katı madde miktarı üzerinde etkilidir. Değişik boyutlardaki sediment partiküllerinin çökme hızları Tablo 1.5'de verilmiştir. Bu Tablodan da görüldüğü gibi kil partikülleri oturma hızları en düşük olan partiküllerdir (King, 1975).

Östarin tabanında bulunan sediment kayalıkları litosferin ve biyolojik etkilerin sonucunda oluşan karakteristik bir yapıdır ve bölge hakkında fikir sahibi olmaya yardımcı olur. Östarinlerde sedimentasyon

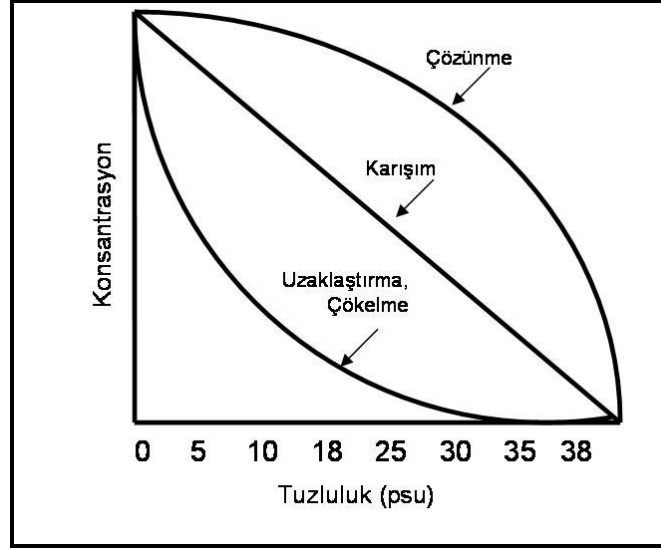
- a: Ortama katılan sedimentin türü ve oranından
- b: Akıntı bölgesinin hassaslığı
- c: Deniz suyu seviyesinin değişimi
- d: İklim
- e: Canlı ile sedimentasyon arasındaki ilişki

f: Kimyasal faktörlerden etkilenecek şekillenir.

Tablo 1.5 Sediment partikülerinin çökme hızları (King 1975)

Sediment	Ortalama Çap (μM)	Oturuşma Hızı (m/gün)
İri kum	250-125	1040
Kum	125-62	301
Silt	31,2	75.2
	15,6	18.8
	7,8	4,7
	3,9	1,2
Kil	1,95	0,3
	0,98	0,074
	0,49	0,018
	0,25	0,004
	0,12	0.001

Östarinlerde meydana gelen kimyasal olaylar tatlı ve tuzlu su ile taşınan maddelerin türüne ve kalitesine bağlıdır. Tatlı suda ve tuzlu suda meydana gelen kimyasal reaksiyonlar farklıdır (Elliott ve McLusky, 2002; T.Bianchi, 2007a). Ayrıca bu bölgede meydana gelen kimyasal reaksiyonlar tatlı suyun alanda kalma süresinden de etkilenir. Östarine giren sudaki çözülmüş maddenin tuzluluk değişimine bağlı olarak değişimi ya östarin proseslerden etkilenmeyecekler, sadece fiziksel karışıma maruz kalacaklar, ya materyaller organizmalar tarafından uzaklaştırılacaklar yada östarinde çözüneceklerdir (Şekil 1.1). Suda çözülmüş oksijen (DO) ve nitrat iyonu (NO_3^-) genellikle fiziksel kuvvetlerin bağlı olarak bir gün içinde değişim gösterirler. Örneğin gelgitin artması ile ortamdaki çözülmüş oksijeni seviyesi artarken, azot seviyesinde düşme meydana gelir. Fitoplanktonlar gece boyunca suda çözülmüş azot seviyesini arttırırlar. Fitoplankton patlaması olduğu dönemlerde NO_3^- ve NH_4^+ neredeyse yok denecek kadar azalır, kaybolur. Bütün bunlar dinamik yapının değişken süreçleridir. Tuzlu ve tatlı su östarinde karşılaştıkları ve karışmaya başladıkları zaman partikül maddeler ile çözülmüş maddeler arasında pek çok



Şekil 1.1 Östarinlerde çözünmüş maddenin tuzluluk ilişkisi.

fiziksel ve kimyasal reaksiyon meydana gelir. Bu olaylar partikül maddenin yüzeyine yapışma (adsorpsiyon) veya partikül maddenin yüzeyinden ayrılma (desorpsiyon); çökeltme (precipitation), topaklanma (flucculation), yoğunlaşma (coagulation) veya canlılar tarafından sindirilme ve atık haline dönüştürülme olarak tanımlanabilir. Su içindeki maddelerin bir araya gelmesi yada ayrılmasında ortamda bulunan oksitlerin etkisinde kaynaklanır. Oksitler, özellikle Si, Al ve Fe yer kabuğunda fazlaca bulunan bileşenlerdir. Bu yüzden toprakta bulunan pek çok oksit ve hidroksit moleküller doğada bulunan sularda da bulunur. Anyonlar, katyonlar ve hidroksit yüzeyler arasındaki ilişki doğal su sistemleri ve kolloid kimyası açısından önemlidir. Linus Carl Pauling pek çok kil mineralinin zayıf asit özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur (Bianchi, 2007a). Asitler sulu çözeltilerinde H^+ iyonu içerirler. Kil mineralleri ve diğer doğadaki iyonlar iyon değişimi yaparlar. Genel olarak iyon değişimi yüzey değişimi tarafından belirlenir. Gouy teorisine göre toplam değişim katyon fazlalığından ve anyon eksikliğinden kaynaklanır (Bianchi 2007a). Partiküllerin (atom ve moleküllerin) Van der Waals kuvvetleri ile birbirlerine bağlanmaları veya kimyasal bağlarla yapışmaları topaklanma veya yoğunlaşma olarak tanımlanır. Kolloid çapı $2 \mu m$ 'den küçük partiküllere denir. Askıda partikülerdir. Biyokolloidlere virüsler ve bakteriler örnek verilebilir. Partiküllerin toplanması ve yığılması kolloidlerin sıklığına bağlıdır. Kolloidlere etki eden bu yığılma kuvvetleri östarinlerde maddenin taşınımı ve dağılımı açısından büyük bir

önem taşımaktadır. Tatlı su girdisi ile birlikte yüksek turbilans oluşur ve bu arada yüksek oranda Fe girdisi ve organik madde taşınır. Negatif yüklenen partiküller bu durumda dağılarak askıda kalırlar. Östarindeki partiküller nehir suyunun çökmesiyle daha alt seviyedeki tabakalara taşınır. Az tuzlu su (0.5-5 psu) maksimum turbidite alanında konsantrasyonu en yüksek değere ulaşır. Negatif olarak yüklenmiş kil mineralleri az tuzlulukla stabil olmayan bir durumda bulunurlar. Tuzluluk arttıkça partiküller arasındaki kuvvetler hareketlenir. Örneğin, östarinde nehir sınırında suda çözülmüş demir, demiroksit formundadır. Ayrıca organik madde kolloid formundadır ve 4µm'den küçük ise ve DOC tarafından stabilize edilir (Bianchi, 2007a). Deniz suyunda bulunan Mg^{+2} ve Ca^{+2} gibi negatif iyonları nötr hale getiren kationlar demir taşıyan kolloidleri hareketli hala geçirdiği için karışma alanında bir yoğunlaşma gözlenir. Buda partiküllerin çarpışmasının yani sıra Van der Waals kuvvetlerinin de baskın olmasına sebep olur. Suyun içerisindeki moleküller arasındaki çekimin 1/3'u Van der Waals kuvvetlerinden kaynaklanan yüzey geriliminden meydana gelir. Genel olarak nehirden sonra östarine girişte ve tuzlu suya geçişte bir kapan mekanizması vardır (Bianchi, 2007c).

Çok değişken olan bu alanlarda dikey düzlemde, gelgitten etkilenen bölgede dinamik bir akış mevcuttur. Bu bölgede yaşayan organizmalar dinamik ortama adapte olmuş türlerdir. Suda çözülmüş olarak bulunan oksijen ise su kolonu boyunca genellikle aerobik özellik gösterir. Anoksit bölge genellikle organik madde akışı ve oksijen tüketimi tarafından kontrol edilir. Dikey düzlemde sediment genellikle anoksit özellik gösterir (Bianchi, 2007a). Yatay düzlemde ise; oksijen seviyesi ve tuzluluk değerleri östarin ağzından denize doğru veya iç kesimlere doğru ilerledikçe değişmeye başlar. Tuzluluğun tatlı su seviyesinden deniz suyu tuzluluğuna ulaşmaya kadar geçirdiği değişim evrelerini kapsayan alan hafif tuzlu su alanı (brackish water) olarak tanımlanmaktadır. Hafif tuzlu su alanı da kendi içerisinde tuzluluk sınıflandırmasına göre üçe ayrılır. Eğer tuzluluk değerleri 0,5 ila 5 psu arasında ise bölge az tuzlu bölge (oligohaline) ; 5 ila 18 psu arasında ise orta tuzlu bölge (mesohaline), 18 ila 30 psu arasında ise çok tuzlu bölge (polyhaline) olarak adlandırılır (Algae Glossory, 2006; Wikipedia, 2007 b).

Östarinlerde karışım dört temel kuvvetten etkilenir. Bunlar gelgit kuvvetleri, rüzgar yarattığı yüzey stresi, dalga hareketleri ve nehir akışı ile gelen suların etkisidir. Karışım iki genel başlığa ayrılabilir:

Adveksiyon karışım (advective mixing), saçılma ve yayılma yolu ile karışım (dispersive mixing). Adveksiyon karışım uzun zaman periyodunda ve dikey formda meydana gelir. Dikey karışım ögeleri konservatif özellik gösterir. Konsantrasyon biyojeokimyasal değişimlerden etkilenmez. Pek çok östarin deniz suyundan 35 psu tuzluluğa sahip olduğu anda ayırt edilebilir. Bu olayı izlemek için tuzluluğu izleme ögesi olarak kullanmak hem kolay hemde ucuz bir yöntemdir.

Saçılma ve yayılma yolu ile karışım ise suda çözünmüş maddelerin bulunduğu ve partiküllerin saçıldığı östarin bölümünde meydana gelir. Çeşitli sebepleri vardır. Bunlar birinci olarak gelgitin yarattığı çalkalanma etkisidir. Bu etki sonucunda partiküller ortalama bir akış değerine sahip olurlar. Daha çok boyuna karışımlarda etkilidir. İkinci etki ise değişik hızlara sahip paralel akıntılardan kaynaklanır. Üçüncü etki moleküllerin rastgele hareketinden veya eddy durumundan dolayı partiküllerin ve moleküllerin rastgele saçılmalıdır. Diğer bir etken, turbilans değerinden daha düşük bir değerde fakat daima var olan moleküle difüzyon etkisidir. Son olarak ise gelgit tuzağıdır. Bu durumda su, koyun kıyı çizgisi arasındaki bir alanda kalır ve böylelikle gelgit tarafından tuzağa düşürülmüş olur.

Östarinde değişimlere sebep olan ve dolaşan enerjinin kaynakları güneşin yaydığı ışınma enerjisi (sıcaklık farklılıkları rüzgarın ve ayrıca yağmurun oluşumuna sebep olur) ve ayrıca ay ve güneşin okyanus ve denizlerle arasındaki çekim kuvveti olarak sıralanabilir.

1.2.2 Östarinlerin Sınıflandırılması

Östarinler jeomorfolojik yapısına veya sahip olduğu akıntı sistemine göre farklı şekiller de sınıflandırılabilirler.

1.2.2.1 Jeomorfolojik Sınıflama

Jeomorfolojik yapı bakımından östarinler altı gruba ayrılabilir (Bianchi, 2007b). Kıyı düzlükleri genellikle 20 m den daha az bir derinliğe sahiptir. Erimiş buzullardan gelen yada nehir akıntılarında oluşmuş vadilerdir. Nehir tarafında sediment ile doldurulmuştur. Oldukça geniş ve tuzlu bataklıkları kapsar.

Ria, su altında kalmış nehir yatakları ve onları çevreleyen alanlar yada bataklıklardır. Bölgede su seviyesindeki değişiklik sırasında deniz suyu seviyesi kıyı çizgisinden daha yükseğe çıkar. Alan yüksek kabartılara sahip alanlardır.

Lagünler kıyıya paralel ve derinliği 2m'den az, düzgün bir şekilde sığlaşan kıyı şerididir. Bu alanlarda rüzgar baskın kuvvet olarak gözlenir. Kıyı çizgisi denizden kıyıya 6 m uzaklıktan itibaren paralel kum tepeleri ile stabilize edilmiştir.

Fiyortlar buzulların yeryüzü şeklini değiştirme etkisi ile oluşurlar. Alüvyon ve çamurun depolandığı alanlardır. 10-90 m 'lik bir genişliğe sahiptirler. Çok geniş ve oldukça sığ bir kıyı eğimi (continental shelf) vardır. Bu alanlar alçak kum tepelikleri içerir.

Yer hareketleri ile oluşmuş kıyı alanları.

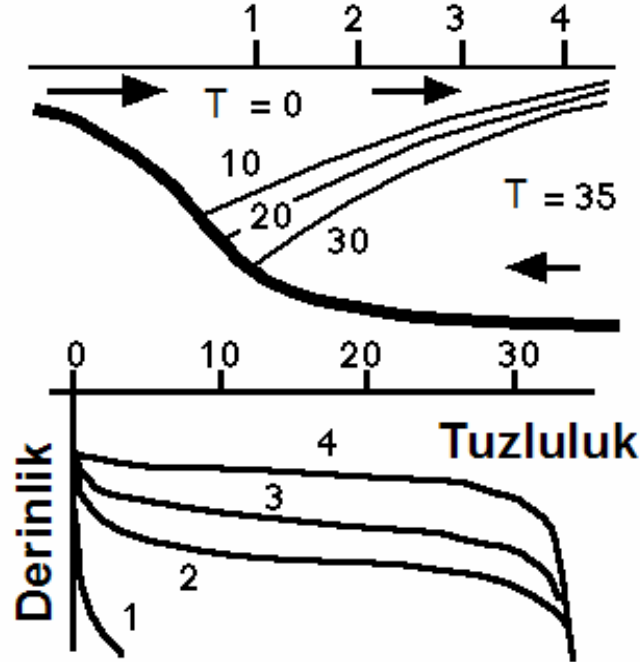
Deltalar, nehir sularının denize ulaştığı ve deniz ile sürekli değişim; alışveriş içinde olan alanlardır. Yüksek oranda sediment girdisi gözlenir

1.2.2.2 Akıntı Sistemine göre Sınıflama

Östarinler sahip oldukları karışım ve akıntı sistemine göre de altı gruba ayrılır.

1.2.2.2.1 Yüzeyden İlerleyen Akıntı Sistemine Sahip Östarinler (Saltwedge). Bu sistemlerde tatlı nehir suyu tuzlu deniz suyunun üzerinde ince bir tabaka şeklinde ve dışarıya doğru akar. Eğer nehrin debisi R ile, gelgitten dolayı hareket eden su hacminde V ile ifade edersek R değeri V hacminden oldukça büyük bir değere sahiptir veya bölgede gelgit etkisi yoktur. Bütün karışım olayı bu ince tatlı su tabakası ($T \geq 0$ ppt) ile aşağıda ilerleyen tuzlu su ($T \geq 35$ ppt) tabakası arasında bir geçiş tabakasında gerçekleşir. Bu geçiş tabakasının derinliği östarin ağzından uzaklaştıkça yavaşça azalır (Şekil1.2)(Estuaries and Deltas, 2007; Tomczak, 2000a;

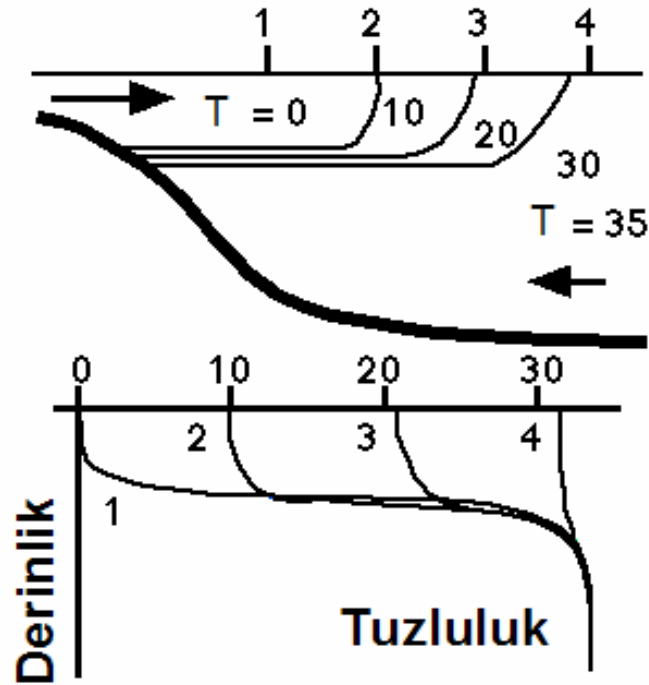
Waldron, 2007). Mississippi ve Amazon nehirlerinin bulunduğu östarinler bu sisteme güzel birer örnektirler (M.Tomczak 2000a).



Şekil 1.2 Yüzeyle ilerleyen akıntı sistemine sahip östarinlerde derinlik boyunca tuzluluğun değişimi. 1,2,3,4 numaralar tatlı su kaynağı olan nehir ağzından denize doğru seçilmiş istasyonları göstermektedir (Şekil M. Tomczak, 2000b' dan alınmış).

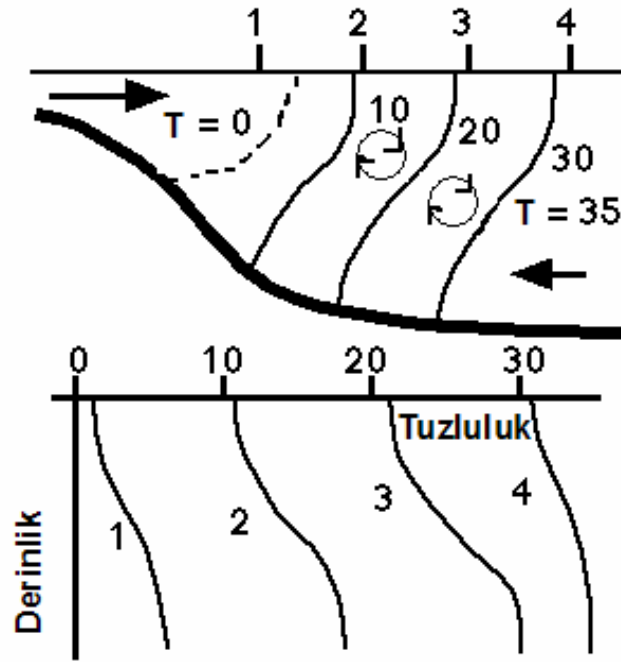
1.2.2.2.2 Yüksek Oranda Tabakalaşmış Akıntı Sistemine Sahip Östarinler. Bu östarinlerde nehrin katkısı (R) gelgit etkisi ile taşınan su hacminden (V) büyüktür. Güçlü akış geçiş bölgesinde meydana gelebilecek değişimi engeller. Yüzeyle kırılan dalgalar dipten gelen tuzlu suyun yukarı çıkmasına sebep olur. Fakat bu hareket tek yönlüdür. Yani tatlı suda aşağıya doğru ilerlerken alttaki su ile karışmaz. Bunun sonucunda üst seviyede tuzluluk artmaya başlarken altta bulunan suyun tuzluluk değerinde bir değişim olmaz (Şekil 1.3). Bu arada dip suyunun girdisi yüzeydeki tatlı su girdisinden daha fazladır ve dipten ilerleyen suyun böylece sürekli bir kaynağı bulunmaktadır. Bu tip östarin akıntıları genelde derinliği fazla olan ve geniş bir tuzlu su kaynağına sahip östarin turu olan fiyortlarda sıkça rastlanır. Oldukça derin nehir

yataklarında da nehrin deşarjı azaldığı zamanlarda rastlanabilir. Bu tür östarinlere Hardanger Fiyordu (Norveç) örnek gösterilebilir.



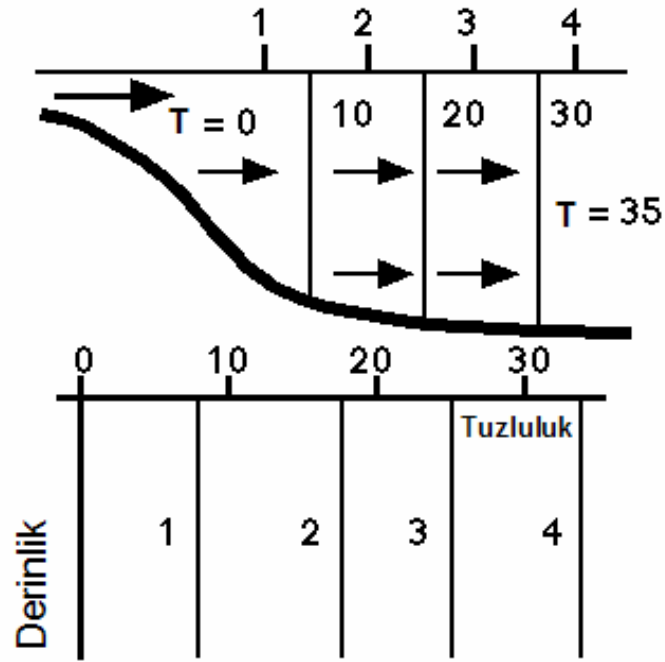
Şekil 1.3 Yoğun tabakalaşmış östarinlerin profil ve yüzeyden tuzluluk değişimi. 1,2,3,4 numaralar tatlı su kaynağı olan nehir ağzından denize doğru seçilmiş istasyonları göstermektedir (Şekil M. Tomczak, 2000b'dan alınmış).

1.2.2.2.3 Zayıf Tabakalaşma Gösteren Östarinler. Nehrin su hacmi R değeri, gelgitin etkisini gösterdiği su hacmi olan V'den daha küçüktür. Gelgit akıntısı su kolonu boyunca türbülansa sahiptir. Özellikle türbülans dipte meydana gelir. Sonuçta tuzlu su yüzey suyu ile, tatlı yüzey suyu da tuzlu su ile karışmış olur. Bu durumda tuzluluk iki tabaka içinde hem dikey boyutta hemde yatay boyutta değişime uğrar (Şekil1.4). Dünyanın pek çok yerinde ve değişik iklimlerde bu tür östarinlere rastlanır. Örneğin Chesapeake Bay.



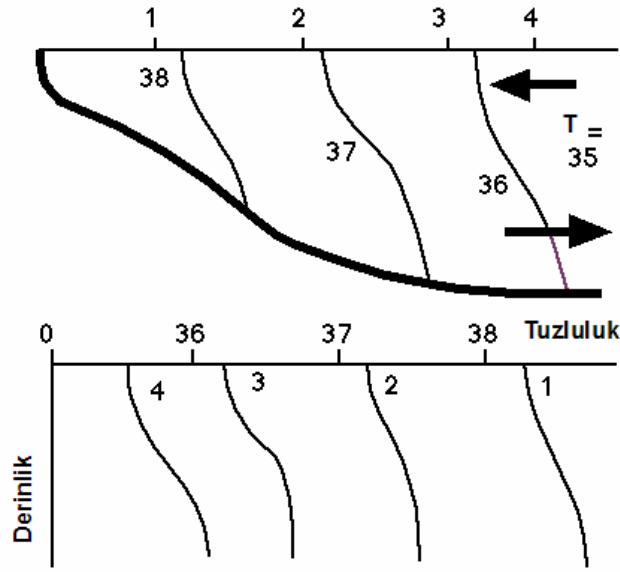
Şekil 1.4 Zayıf tabakalaşma gösteren östarinlerde derinlik boyunca ve profilden tuzluluk değişiminin gösterimi. 1,2,3,4 numaraları östarin ağzından açık denize doğru uzanan istasyonların yerleşimini göstermektedir (Şekil Tomczak, 2000b'dan alınmış).

1.2.2.2.4 Dikey Karışım Gösteren Östarinler. Bu tür östarinler de nehrin getirdiği su hacmi R, gelgitin hareket ettirdiği su hacmi yanında önemsiz kalır. Bütün östarinde karışım gelgit tarafından yönetilir. Böylece yatay düzlemde bütün tabakalar ortadan kalkarken yüzey ve dip arasındaki su tamamen karışır (Şekil 1.5). Bunun sonucunda dikey tuzluluk değişimi sabit bir değeri gösterir. Buna karşılık tuzluluk bir istasyondan diğerine yatay değişim gösterir. Bu tür östarinler genellikle İngiltere'deki Severn nehri güçlü gelgit etkisinin bulunduğu yerlerde gözlenir.



Şekil 1.5 Dikey karışıma sahip östarinler de derinlik boyunca ve profilden tuzluluk değişiminin gösterimi. 1,2,3,4 numaralar östarin ağzından açık denize doğru uzanan istasyonları ifade etmektedir (Şekil M. Tomczak, 2000b'dan alınmıştır).

1.2.2.2.5 Ters Yönlü Akıntıya Sahip Östarinler. Bu alanlarda tatlı su girdisi yoktur ve bölgede çok fazla buharlaşma gözlenir. Yüzeysel tuzluluğu okyanustan östarinin iç kısımlarına ilerledikçe azalmaz. Fakat buharlaşma hızı artar ve östarinin iç kısımlarına doğru ilerledikçe tuzluluk değeri artar. Bu yüzden suyun hareketi yüzeysel östarinin içine doğru iken, dipte denize doğru olur ve östarinin iç kısmında son noktada batır, dibe doğru hareket eder (Şekil 1.6). Bu tarz östarinlere bir örnek ise Avustralya'daki Spencer Körfezi gösterilebilir.



Şekil 1.6 Ters yönlü akıntıya sahip östarinler de derinlik boyunca ve profilden tuzluluk değişiminin gösterimi. 1,2,3,4 numaralar östarin ağzından açık denize doğru uzanan istasyonları ifade etmektedir (Şekil M. Tomczak, 2000b'dan alınmış).

1.2.2.2.6 Süreksiz Bir Akıntı Yapısına Sahip Östarinler. Pek çok östarinin sirkülasyon sisteminde, nehrin östarine katıldığı alana çok fazla yağmur suyu düşmesi nedeniyle belirli dönemlerde sirkülasyon sisteminde değişiklikler gözlenebilir. Bu dönemde nehrin debisi düşük, fakat başka bir yolla ortama giren tatlı suyun miktarı çok yüksek olabilir. Böyle bir durumda yüzeysel yayılım gösteren östarinlerde bu akıntı sistemi değişmez. Şayet nehrin katkısı tamamen sonlanırsa ve kurak dönem uzun süre hüküm sürerse bu durumda östarin alanı normal deniz alanlarında bulunan bir körfeze dönüşecektir. Bu tür östarinlere bir örnek ise Sydney'in güneyinde yer alan Hacking limanının güney batı kolu örnek verilebilir (Waldron, 2007). Bu alan yüksek oranda tabakalaşmış akıntı sistemine sahip iken yağış miktarının çok fazla artmasından dolayı bir değişim göstermiştir.

1.3 Gediz Havzasının Ve Gediz Nehrinin Genel Özellikleri

1.3.1 Gediz Havzasının Genel Özellikleri

Gediz havzası Türkiye'nin batısında, Ege bölgesinde $38^{\circ}.04'$ - $39^{\circ}.13'$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ}.35'$ doğu boylamları arasında yer alan Türkiye yüz ölçümünün %2,2'sini oluşturacak büyüklükte bir havzadır. Havzanın büyüklüğü 17500 km^2 'dir. Havzanın büyük bir kısmı sarp ve dağlıktır. Fakat havzanın %30'luk bir kısmında doğu-batı doğrultusunda uzanan alüvyonlu topraklar tarım yapmaya elverişli araziye sahiptir (Gediz havzası toprakları, 1974). Havzanın metamorfik kayaları mermer, kuvarsit içerir. Doğuda Kocaçay kuzeydoğusundan inip havzanın batı ucuna kadar uzanan Gediz Nehrini ve kuzeyden inerek Gediz Nehrine karışan Kum çayının içeren alüvyon sahası bütün jeolojik serileri ihtiva eder. Doğuda daha ince tanecikleri içeren alüvyon batıya doğru gidildikçe daha incelikler. Havzada nadiren görünen tortul kayalar alçak tepeler şeklindedir. Genellikle kırmızı renkte olan oligosen kum, kil, silt ve çakıl' dan oluşur. Menemen havzası neojen killi, kumlu ve ince tabakalı seriler halindedir. Eski Foçaya doğru yaklaştıkça andezitler daha koyu renkte ve bazı yerlerde geniş bazaltlar yer almaktadır (Gediz havzası toprakları, 1974). Gediz havzasının topraklarının % 90'i erozyona müsait olduğu belirlenmiştir (Yumurtacı, 2004). Havzada Gediz Nehrinin denizle buluştuğu alana yakın, Menemen bölgesinde 2003 yılında yapılan bir çalışmaya göre 22-26 t/y h erozyon olduğu bulunmuştur ve bu erozyonun büyük bir kısmının su erozyonu olduğu belirlenmiştir. Bölgede rüzgardan kaynaklanan erozyon oranı düşüktür (Yumurtacı, 2004). Erozyona sebep olan yağışlar 10 mm üstünde olan ve yılda ortalama 21-24 gün arasında meydana gelen yağışlar olarak belirlenmiştir (Yumurtacı, 2004). Havza topraklarının verimliliğine bakıldığında, toprakların fosfatça %46'si fakir, %34'u orta, %20'si iyi durumdadır. Organik madde olarak nitrojen bakımından havzanın %53'u fakir, %30'u orta, %17'si iyi durumdadır (Gediz havzası toprakları, 1974). 2003 yılında havzada Manisa-Uşak-Kütahya illerinde toplam 573.742 ton gübre kullanılmıştır. Bu gübrenin 346.181 ton'u %21 azotlu gübre; 213.880 ton'u % 16-18 fosforlu; 13.681 ton'u % 48-52 potaslı gübredir (DIE,2007). 1974 yılında yayınlanan Gediz toprakları adlı kitapta o dönemde tarım için kullanılan havza topraklarının ihtiyaç

duyduğu gübre miktarı 190.880 ton amonyum sülfata (%20 N), 202.207 ton süperfosforata (%18 P₂O₅) ve 2.000 ton potasyum sülfata (%50 K₂O) şeklinde belirtilmiştir ve genel toplam olarak 395.087 ton ticari gübreye ihtiyacı olduğu belirtilmiştir. 29 yılda toplam kullanılan gübrede yaklaşık 180.000 ton artış olmuştur. Havzada geçim kaynağı olarak tarım yapılmakta ve 400'den fazla çeşitli (deri, gıda, tekstil, madencilik vb.) sanayi kuruluşu çalışmaktadır. Sebze, meyve, tütün, pamuk, buğday, arpa, üzüm ve zeytin ürünleri fazla miktarda yetiştirilmektedir. 2003 yılı istatistiklerine bakıldığında en fazla yetiştirilen ürün buğdaydır (DİE, 2007). Ayrıca bölgede yetiştirilen tarım ürünlerine bağlı sanayi kuruluşları da işlevlerini sürdürmektedir. Sanayi daha çok Uşak ve Manisa gibi büyük yerleşim merkezlerinde toplanmıştır. Ayrıca Salihli, Akhisar, Gördes, Demirci, Kula, Turgutlu ilçe merkezleri ve pek çok belde de küçük ve orta çapı işletme bulunmaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsü 2001 yılı istatistiklerine göre havzada bulunan dört il çapında maden sektöründe çalışan işletme sayısı 152'dir. Bunların 28'i İzmir il sınırı içinde iken 128'i Manisa, Aydın, Uşak, Kütahya il sınırları içerisindedir (DİE, 2007). Halen aktif olan Alaşehir'de civa, Turgutlu'da demir, Akhisar'da linyit, Gördes'de ise uranyum işletmesi mevcuttur. Gediz havzası içinde bulunan 4 büyük il sınırları içerisinde 2002 yılı istatistiklerine göre İzmir'de 89 adet, Manisa-Uşak-Kütahya'da , toplam 293 adet belediye bulunmaktadır. Bunlardan İzmir ili içindeki belediyelerin toplam 13, Manisa-Uşak-Kütahya'da belediyelerin ise 4 adet arıtma tesisi hizmet vermektedir (DİE, 2007).

Havzada Gediz Nehrin üzerinde 1960 yılında işleme açılmış ve nehrin debisi üzerinde büyük bir söz hakkına sahip Demirköprü barajı bulunmaktadır. Baraj santralinden çıkan sular yaz aylarında sulama için kullanılmakta kış aylarında ise Göl Marmara'ya verilmektedir. Baraj gölü senede $1666 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ su depo etmektedir (DSİ, 2007).

Yeraltı suyu bakımından havzada Menemen ovası ile Kemalpaşa civarı, Selendi ve Demirci civarı kil, kum ve çakıl formasyonunda olduğu için orta verimli yeraltı sularına sahiptir. Menemen ovasında ilerleyen Gediz Nehrinin yatağı günümüze kadar pek çok kez yer değiştirildiği için aküferler birbirleri ile ilişki yoktur.

Gediz havzasını Türkiye'deki diğer havzalarla kıyaslamak olursak Gediz havzası Türkiye'de yer alan havzaların yanında % 2,23'luk bir alanı kaplamaktadır. Havzadaki gözlemlenen yıllık ortalama debi ise ($\sim 60 \text{ m}^3/\text{sn}$) Türkiye genelindeki diğer nehirlerin toplam yıllık ortalama debisinin %0,99'luk bir kısmını oluşturmaktadır. Türkiye'de yer alan havzalar hakkındaki bilgiler Tablo 1.5'de gösterilmektedir.

Gediz havzası genel olarak Akdeniz iklimine sahip bir bölgedir. Havzada genel rüzgar yönü Doğu (E), Kuzey (N), Kuzeydoğu (NE) doğrultularındadır (Gediz havzası toprakları, 1974). Gediz Nehrinin İzmir körfezine döküldüğü bölgedeki Çiğli meteoroloji istasyonundan alınan değerlere göre ortalama rüzgar yönleri mevsimsel olarak kışın Doğu-Güneydoğu (DGD) ilkbaharda, yazın ve sonbaharda ise Kuzey-Kuzeybatı (KKB), olarak belirtilmiştir (Uslu, 1994).

Tablo 1.5 Havzaların Su Potansiyelleri (Kaynak: DPT Ulusal Çevre Eylem Planı, Su Kaynakları Yönetimi 1997; DSİ, 1996 Ajandası ,)

Havza Adı	Yağış Alanı (km²)	Yıllık Ort. Akım (10⁶ m³)	Yıllık Ort. Debi (m³/sn)
MERİÇ-ERGENE	14560	1,33	38,5
MARMARA	24100	8,33	255,2
SUSURLUK	23765	5,43	161,0
K.EGE	9032	2,09	66,2
GEDİZ	17118	1,95	58,6
K.MENDERES	7165	1,19	35,8
B.MENDERES	24903	3,06	97,1
BATI AKDENİZ	22615	8,93	321,1
ANTALYA	14518	11,06	335,1
BURDUR-GÖL	8764	0,50	14,3
AKARÇAY	8377	0,49	14,0
SAKARYA	56504	6,40	188,7
B KARADENİZ	29682	9,93	317,9
YEŞİLIRMAK	36129	5,80	182,8
KIZILIRMAK	7546	6,48	197,4
KONYA K.HAV	55554	4,52	154,2
DOĞU AKDENİZ	22484	8,07	345,7
SEYHAN	20731	8,01	229,5
ASİ	10885	1,17	37,0
CEYHAN	21222	7,18	224,0
FIRAT	120917	31,61	992,3
D KARADENİZ	24022	14,90	521,3
ÇORUH	19894	6,30	208,3
ARAS	27548	4,63	149,8
VAN	15254	2,39	82,9
DİCLE	51489	21,33	700,8
TOPLAM	766878	186,05	5929,3

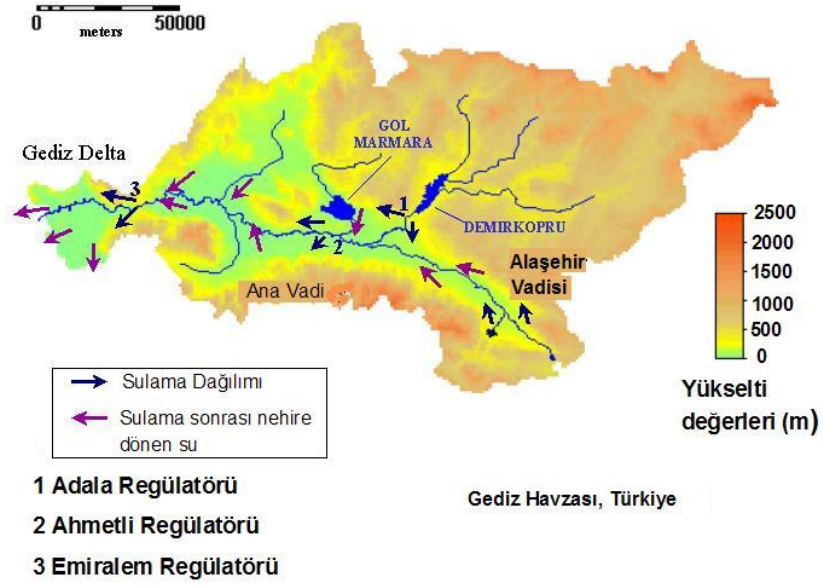
1.3.2 Gediz Nehrinin Özellikleri

Gediz Nehri Ege bölgesinin ikinci büyük, Gediz havzasının en büyük tatlı su kaynağıdır. İzmir körfezinin kuzeyinden Foça ile Homa lagünü (Kuş Cenneti: RAMSAR sözleşmesi listesine dahil edilmiş koruma altında olan bir alandır) arasından denize dökülür ve toplam 401 km uzunluğa sahiptir. Gediz Nehri'nin yan kolları kuzeyde Selendi, Delliniş, Dermek, Gördes, Medar, Kocaçay, Kumçayı, Karacay; güneyde Alaşehir, Derbent ve Nif çaylarıdır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Gediz Nehri ve yan kolları, Gediz Deltası ve yerleşim planı.

Nehir'in debisi üzerinde etkin role sahip olan, bünyesinde 1 milyar 125 bin m³ su tutabilen Demirköprü barajında kış ve bahar aylarında su depolanırken, Haziran-Ağustos arasında mevcut suyu çevre havzada bulunan tarlaların sulaması için kullanılmaktadır (DSİ, 2007). Tarla sulamalarından artan su nehir yatağına bırakılmakta ve denize ulaşmaktadır (Şekil 1.8). Barajdan yaz aylarında toplam bırakılan su debisi 60-70 m³/sn'dır. Yıl boyunca diğer aylarda nehrin debisini gelen yağış miktarı belirlemektedir.



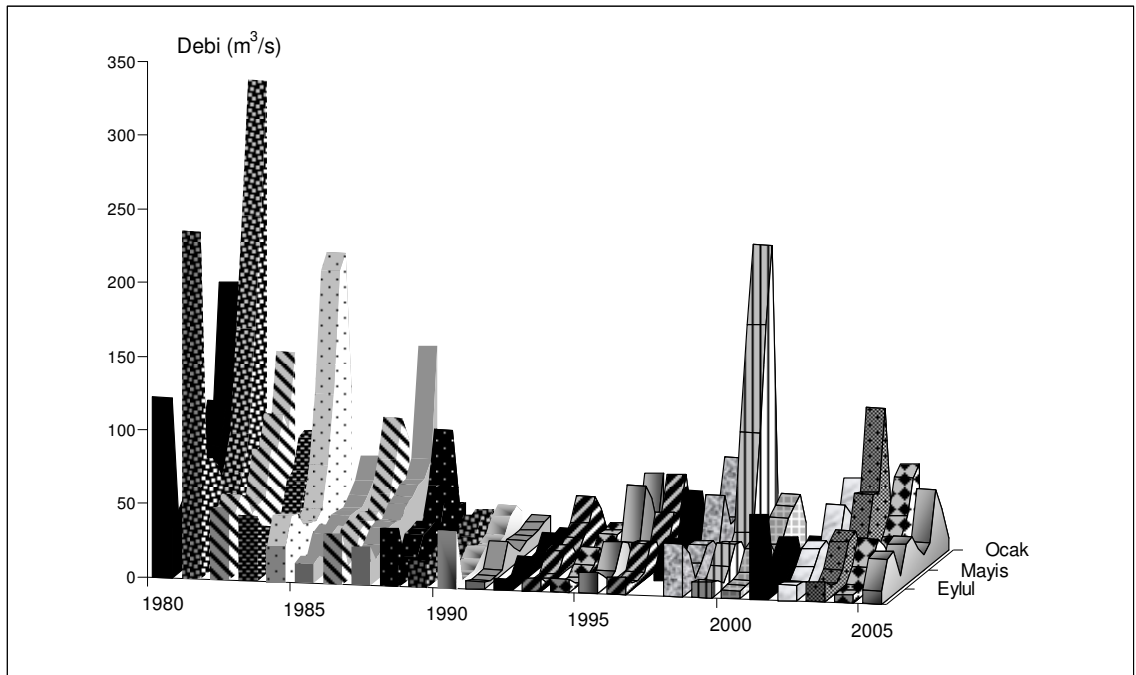
Şekil 1.8 Gediz havzası sulama suyu ve drenaj suları akış yolları (Kaynak: Enviroment software and services SMART)

Gediz havzasının bitki örtüsüne bakıldığında, özellikle Gediz Nehri'nin geçtiği alanın büyük bir kısmı mera ve tarım alanıdır. Nehrin üzerinde yer alan Demirköprü Barajı ve Marmara gölünün yakınında ise kızıl çam, meşe, palamut meşesi doğal bitkisi örtüsünü oluşturmaktadır (Gediz havzası toprakları, 1974)

Nehir yolculuğu boyunca toplam 4 il ve 17 ilçe, 32 belde, 74 köy ve 400'den fazla endüstri merkezi merkezinden geçmekte ve bu bölgelerin atıklarını toplamaktadır. Özellikle Manisa ile Menemen arasında bulunan Karaçay ile Gediz Nehrinin birleştiği nokta 1995-1996 yıllarında yapılan bir araştırmaya göre kirliliğin en yoğun yaşandığı bölge olarak gözlenmiştir (Bayar ve Oğuz,1990; Okur,1997;Tuğrul, 1992; Sunar, 1989). Bu sebeplerden dolayı, Gediz Nehri bu zamana kadar üzerinde yapılan çeşitli çalışmaların sonucuna dayanılarak İzmir körfezini kirleten bir kaynak olarak kabul edilmiştir (Aksu, Yaşar ve Uslu, 1998; Batkı 2002; Gündoğdu, Torusdağ ve Sarıkaya, 2005; Murathan, 1999; Uslu, 1994).

Havza genelinde yağış ve akış ölçüm istasyonlarına ait verilerin değerlendirilmesini yapan Üstüner'e (2004) göre özellikle Gediz Nehrinin denize

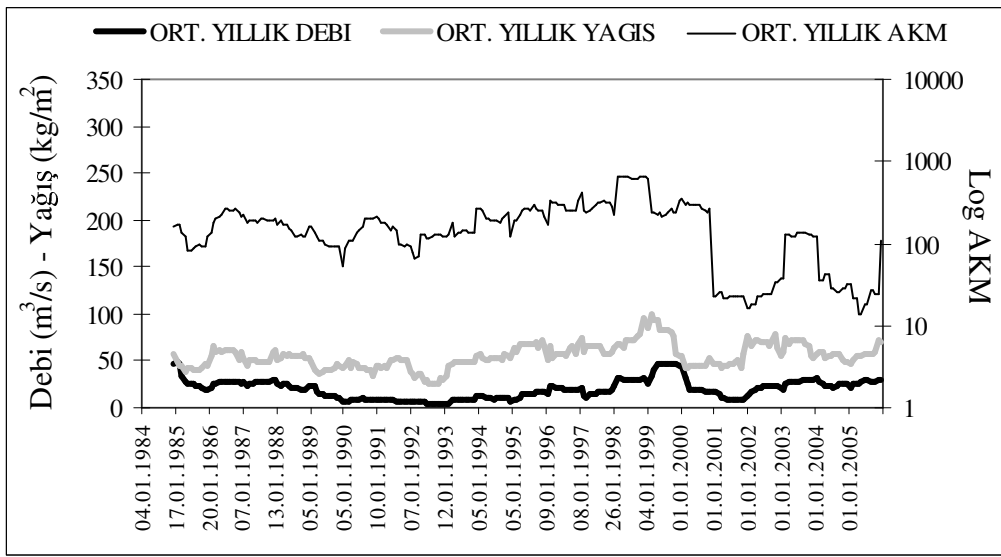
döküldüğü, Manisa Köprüsü ve Muradiye köprüsünde bulunan istasyonlara ait yağış ve akış verilerinin homojen olmadığı bu yüzden bu istasyondaki verilere dayanarak kesin bir artış yada azalma trendi gösteriyor şeklinde bir açıklama yapmanın yanlış olacağı ifade etmiştir. 2004 yılında yapılan, geriye dönük 24 ila 38 yıllık akım ve 25 ila 40 yıllık yağış değerlerinin kapsayan toplam 21 yağış ve 11 akım istasyonuna ait bu çalışmanın ışığında havza genelinde toplam yağışta bir azalış trendi olduğu da belirlenmiştir (Ustuner, 2004). DSI ve Elektrik İşleri Etud İdaresi (EİEİ)' den alınan verilere göre Gediz Nehri'nin üstünde yer alan Manisa köprüsü ve Menemen köprüsünde bulunan akım istasyonlarından aylık ortalama ölçülen akış değerlerine incelendiğinde genel olarak Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında nehrin debisinin yüksek olduğu gözlenirken, 1980 yıllarda sonra 1990'lı yıllarda yağışın çok olduğu aylarda bile debinin azaldığı görülmektedir (Şekil1.9). Nehrin İzmir körfezine dökülmeden önce ölçülen son akım istasyondaki ortalama debisi 70'li yıllardaki $45,31 \text{ m}^3/\text{sn}$, 80'li yıllarda $47,40 \text{ m}^3/\text{sn}$, 90'li yıllarda $16,70 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve 2000'lerde ise $20,27 \text{ m}^3/\text{sn}$ olmuştur. 1981 yılı taşkın yılı olmuştur (DSI).



Şekil 1.9. 1981-2005 yılları arasında Gediz Nehrinin aylık ortalama debisi

1984'den 2006'a kadar 22 yıllık süreç boyunca nehrinin debisi, bölgeye düşen yağış miktarı ve nehrin taşıdığı AKM (askıda katı madde) miktarı karşılaştırıldığında

dönem dönem değişiklikler gösterdiği gözlenmektedir (Şekil 1.10). 22 yıllık süreç boyunca yağış ve debi değerlerindeki artış ve azalışlar genellikle paralellik göstermektedir. 90'ların başından ortasına doğru yağış değerleri biraz azalırken, debi değeri daha fazla bir düşüş göstermiştir. 80' li yıllarda toplam ortalama yağış miktarı $57,16 \text{ kg/m}^2$, 90'lı yıllarda toplam ortalama yağış miktarı $56,01 \text{ kg/m}^2$, 2000'lerde ise $58,12 \text{ kg/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Nehrin taşıdığı AKM miktarında 2000'li yılların başında bir düşüş gözlenmiştir. Beş yıllık süreç boyunca genel olarak 80'li ve 90'li yıllardan daha düşük bir oranda taşınım olmuştur.



Şekil 1.10 1984 den 2004' e kadar Gediz Nehrinin yağış, debi ve AKM değişimi. Bu şeklin oluşmasında kullanılan veriler DSI, EIEI, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden (DMIGM) temin edilmiştir.

Havzanın batı tarafında, Gediz Nehrinin deniz ile buluştuğu bölgede hakim rüzgar yönü kışın Doğu-Güneydoğu (DGD) ilkbaharda, yazın ve sonbaharda ise Kuzey-Kuzeybatı (KKB), olarak belirtilmiştir (Batki, 2002; DMIGM, 2007; Uslu, 1994). Karahanlı (2002) ve Sayın'ın (2003) İzmir Körfezi ile ilgili yaptığı modelleme çalışmalarında körfezde 5 m/s veya daha şiddetli KKB yönünde bir rüzgar estiğinde, nehrin denizle buluştuğu kıyı kesiminin açıklarında antisiklonik bir akıntı sistemi oluşacağını göstermiştir. Benzer şekilde körfezde 5m/s hızla GGD yönünden rüzgar estiğinde ise nehrin döküldüğü bölgenin açıklarında siklonik bir akıntı sistemi oluşacaktır (Pazı ve Sayın, 2005). Dış körfez olarak tanımlanan bu bölgede genellikle

akıntının sadece orta körfez olarak tanımlanan bölgeye kadar ulaştığı modellenme çalışmaları ile gösterilmiştir (Karahana, 2002).

Gediz Nehrinin İzmir körfezine döküldüğü bölgenin yakınında yer alan Homa Lagün'ün de Polat'ın (1998) yaptığı bir çalışmada ise suyun tuzluluk değerlerinde nehrin etkisi yağışın çok ve debinin yüksek olduğu kış aylarında (özellikle Şubat ayında) Taş Lagün'e (Gediz Nehrinin eski yatağı) kadar ulaştığı görülmektedir. Bölgeye nehrin başka türlü bir taşınımında geniş sulama kanalları ile de olmaktadır. Debinin ve yağışın kısmen azaldığı bahar döneminde ise nehrin tatlı su etkisi Kırdeniz Lagün'üne (Şekil1.11) kadar gelmiştir.



Şekil 1.11 Gediz Nehrinin İzmir Körfezi ile buluştuğu bölgenin gösterimi
(İzmir Kuş Cenneti web sitesi.)

1.4 Çalışmanın Amacı:

Bu araştırmanın amacı, bugüne kadar yapılan incelemelerle kirliliği belirlenmiş olan Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi ile buluştuğu ve karıştığı noktadan itibaren davranışını incelemek ve ortamda birbirine bağlı karışık biyo-jeo-fiziko-kimyasal olayları açıklamaya çalışmaktır. İzmir Körfezi ile ilgili yapılan araştırmalarda Gediz Nehrinin kirlenici bir kaynak belirtilmiştir. Fakat yapılan çalışmalarda Gediz

Nehri'nin ne boyutta ve hangi dönemlerde kirletici bir kaynak olduğu sayısal verilerle gösterilmemiştir. Gediz Nehri'nin denizle birleştiği noktadan itibaren ilerleyişi ve karakteri daha önceki çalışmalarda ne yazık ki incelenmemiştir. Gayet dinamik bir yapıya sahip olan bölgenin gerçekte körfeze etkisi nedir? Gediz Nehri körfez için kirletici bir kaynak mıdır, yoksa bu bölge bir kapan görevi mi üstlenmektedir? Nehirden gelen tatlı su körfeze karışmadan karışım alanında çökmektedir? Üzerinde son yıllarda pek çok temizleme ve havza yönetim çalışmaları yapılmaya çalışılan ve basında son günlerde tekrar toplu balık ölümleri ile gündeme gelen Gediz Nehri, son yıllardaki durumu nedir? Özellikle dış körfez için önemli bir tatlı su girdisi kaynağı olan Gediz Nehri ile ilgili yukarıda değinilen sorulara yanıt bulunmaya çalışılacaktır.

BÖLÜM İKİ

METOD

2.1 Örneklemeye Yöntemleri

Çalışma toplam beş dönemlik mevsimsel örnekleme sürecini içerecek şekilde Ağustos 2004, Kasım 2004, Şubat 2005, Nisan 2005 ve Ağustos 2005 tarihlerinde yapılmıştır. Örnekleme biri tatlı su kaynağı olmak üzere nehir ağzında (Gediz ist.), diğeri dış körfezde (11 ve/veya 11X) olmak üzere sabit referans istasyonlarında ve tuzluluk değişimine bağlı olarak konumu her mevsim değişen 6 istasyonda yapılmıştır. 6 istasyonunun oluşturduğu karışım alanı ise K1 (11D, 11E, 11F istasyonlarını içeren) ve K2 (11A, 11B, 11C istasyonlarını içeren) iki karışım hattına ayrılmış ve bu gruplandırmaya çalışma süresinde devam edilmiştir. Fiziksel parametreler için yerinde ölçüm yapılırken, kimyasal parametreler için ise su örnekleri alınmıştır ve laboratuarda en kısa sürede ölçülmüştür. Örnekleme derin istasyonlarda su kolonu boyunca, tuzluluk değerine bağlı olarak değişen istasyonlar da ise, yağışın ve debinin düşük, sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde istasyonların sığlaşması nedeniyle sadece yüzey suyunda yapılmıştır. Alınan örnekler eş zamanlı yapılan Körfez İzleme Seferleri sırasında R/V K.Piri Reis gemisinde süzölmüş ve derin dondurucuda saklanmış ve ölçüm için hazır hale getirilmiştir.

2.1.1 Yapılan Ön Hazırlıklar

Örnek alımı için ağız geniş, kapaklı ve plastik 10 litrelik bidonlar kullanılmıştır. Örnekleme yapılacak kaplar sefer öncesinde önce HCl asit ile yıkanmış, sonra saf su ile iyice çalkalanmıştır. Örnek suların süzöldükten sonra konacakları polietilen şişeler içinde aynı işlem uygulanmıştır. Sefer öncesinde gemide süzüm işlemi için kullanılacak olan bütün sistemler asit ve saf su ile temizlenmiştir. Özellikle partikül organik madde süzümü için kullanılacak 200 µm göz açıklığına sahip mesh alkol ile, süzüm sistemi %10'luk derişime sahip HCl asit ve saf su ile temizlenmiştir.

2.2.1 Alan Çalışması

İstasyonlara ait tuzluluk, sıcaklık değerleri Körfez referans istasyonu (11-11X için) R/V K. Piri Reis gemisinde bulunan CTD ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüş ve ölçüm yapılan derinliklerden CTD' nin polietilen şişeleri ile örnek su alınmıştır. Sığ istasyonlarda önce istasyonlar YSI 556 Multiprobe system (tuzluluk, sıcaklık ve çözülmüş oksijen (DO) ölçer aletle) ile tuzluluk değişimine bağlı olarak belirlenmiştir. Yerinde bu değerler kaydedilmiştir. Aynı nokta pH ölçümü WTW pH/Cond 304i/Set cihazı ile yapılmış ve kaydedilmiştir. Belirlenen istasyonlardan alınan sular önceden temizlenmiş bidonlara alınmış ve gemide süzümüleri yapılmıştır. Bu işlem sırasında partikül organik madde için alınan örnek suyu önce yaklaşık 220 µm'lik göz açıklığına sahip mesh'den geçirilmiş, daha sonrasında 450C⁰ de 2 saat yanmış 25mm'lik GF/F filtreden süzülmüştür. Süzme sonunda filtreler 450C⁰ de 2 saat yanmış aliminyum folyalara sarılarak derin dondurucuda ölçüm işlemine kadar saklanmıştır.

Örnek suyu partikül fosfat için önceden yakılmış (450C⁰ de 2 saat) hazırlanmış 47mm'lik GF/F filtreden süzülmüş, süzüm biterken önceden hazırlanmış Na₂SO₄ çözeltisinden 4ml eklenmiş ve filtre yanmış folyoya (450C⁰ de 2 saat) sarılarak dondurucuda saklanmıştır.

Klorofil-a için su önce 200 µm'lik meshten geçirilmiş, devamında 47mm'lik GF/F filtreden süzülmüş süzüm biterken %1'lik önceden hazırlanmış MgCO₃ çözeltisinden 2ml eklenmiş ve folyoya sarılarak dondurulmuştur.

Askıda katı madde (AKM) için örnekler önceden etüvde kurutulmuş ve boş tartımları alınmış 47mm'lik GF/F ve 0,45µ 'lik göz açıklığına sahip filtrelerden süzülmüş. Çözülmüş besin tuzu ölçümleri için GF/F filtrelerden süzülmüş sular temiz polietilen şişelere alınmış ve ölçüm zamanına kadar derin dondurucu saklanmıştır.

2.1.2 Laboratuvar Çalışması

Yapılan örnekleme sonucu toplanan ve ilk işleme tabi tutulmuş örnekler Tablo 2.2' deki yöntemler ve cihazlarla analiz edilmiştir.

Tablo 2.2 İncelemem sırasında toplanan kimyasal örneklere laboratuvar aşamasında uygulanan ölçüm methodlar ve cihazlarının listesi.

Değişkenler	Kaynak	kullanılan Alet
POC, PON ve Sedimentte TOC Ölçümü	Verardo, Froelich ve McIntyre 1990	CHN Carlo ERBA NC2500 Elementel Analiz cihazı
Partikül Sayım Analizi	ASTM-D 4438-85 (1997) ASTM C690-86 (1997)	Coulter Counter Z Series
Chl-a Ölçümü	Strickland ve Parsons (1972)	Sequoia–Turner Fluorometre
PP Ölçümü	Solorzano ve Sharp (1980)	Spektrofotometre
AKM Ölçümü	-	Hassas Terazi
Reaktif Silis Ölçümü	Grasshoff, Ehrhardt ve Kremling (1983)	Spektrofotometre
Nitrit Analizi	Grasshoff, Ehrhardt ve Kremling (1983)	Spektrofotometre
DOC, OPO ₄ P, NO ₃ NO ₂ Ölçümü	EPA (1983), Grasshoff, Ehrhardt, Kremling (1983), Strickland ve Parsons (1972)	2 Channel Scalar Autoanalyzer
Amonyum Azotu Analizi	Strickland ve Parson (1972).	Spektrofotometre
Toplam Çözünmüş Fosfat Analizi	Solorzano ve Sharp (1980)	Spektrofotometre

2.2 İstatistiksel Yöntemler

Ölçümlerden elde edilen veriler üzerine korelasyon ve regresyon uygulanarak partikül ve çözünmüş besin tuzlarının oranları bulunmuştur. Belirli güvenlik aralıklarında hangi değişkenler arasında nasıl bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin istatistiksel anlamda ne kadar anlamlı bir değerde olduğu tespit edilmesi içinde

korelasyon yapılmıştır. Bu işlemler STATISTICA 6.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca elde edilen veriler kullanılarak yüzey suyu için önce tüm değişkenler arasındaki korelasyona bakılarak, aralarında korelasyon ilişkisi olanlar için Temel Bileşen Analizi yapılmış ve istasyonlar arasında en büyük varyasyonu yaratan değişkenler bulunmuştur. Aynı işlem yüzey suyu değerlerinde verilerin partikül ve çözünmüş olarak gruplandırılması ve ayrıca Gediz ve referans istasyonları içinde tüm değişkenler göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Bu işlemler için ayrıca PRIMER 5. programı kullanılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1 Meteorolojik Veriler Ve Debi

Örnekleme dönemindeki meteorolojik ve akış özelliklerine toplu bir bakış yapıldığında, (Tablo3.1) iki farklı yılın aynı ayına (Ağustos 2004, Ağustos 2005) ait sıcaklık değerlerinde bir önceki yıla göre bir artış gözlenmiştir. Buna bağlı olarak debi değerinde azalma, solar radyasyon değerinde ise bir artış görülmüştür. Mevsimsel olarak ise hava sıcaklıkları ve yağış değerleri değişkendir. Doğal olarak solar radyasyonun en yüksek olduğu mevsim yazdır (12,2 ile Ağustos 2005). Yağışın en yüksek olduğu (123 kg/m^2) dönem ise Şubat 2005'dir. Nehrin debisinin de buna bağlı olarak en yüksek olduğu dönem yine kış (Şubat 2005) örnekleme olmuştur.

Tablo 3.1 Örnekleme günlerine ait meteorolojik veriler ve nehrin debi değerlerine genel bir bakış.

Tarih	6 Ağustos 2004	6 Kasım 2004	18 Şubat 2005	16 Nisan 2005	1 Ağustos 2005
Günlük güneşten gelen radyasyon	11,7	7,2	6,9	9,9	12,2
Bir hafta için ort. günlük radyasyon	11,79	3,93	4,29	9,47	12
Günlük toplam yağış miktarı (kg/m^2)	0	0	15,4	0	0
Bir haftalık toplam yağış miktarı (kg/m^2)	0	0	117,1	6,7	0
Günlük hava sıcaklığı	26	14	10	16	29
Bir hafta için ort. günlük sıcaklık	27	19	10	21	30
Ort. rüzgar şiddeti	9,7	2,03	3	11	10
Baskın rüzgar yönü	KB	K	Değişken	GGD	K
Debi (m^3/sn)	44,3	5,2	123	18,7	30,6

3.2 Fiziksel Ve Kimyasal Değişkenlerin Değişimi

Çalışma süresince (2004-2005) örnekleme sonrasında elde edilen verilerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo3.2’de tüm derinlikler ve Tablo3.3’de sadece yüzey suyunda olmak üzere iki grup halinde gösterilmektedir. Tablolarda yer alan yoğunluk değerleri ölçülen tuzluluk ve sıcaklık değerleri kullanılarak Fofonoff ve Millard Jr’in yöntemlerine göre (1983) hesaplanmıştır.

Tablo 3.2 Çalışma bölgesi su kolonunda ölçümlen değişkenlerin dağılım aralıkları ve ortalama değerleri. (Ort= Ortalama , SS= Standart Sapma, Min= Minimum , Maks= Maksimum, N=örnek sayısı)

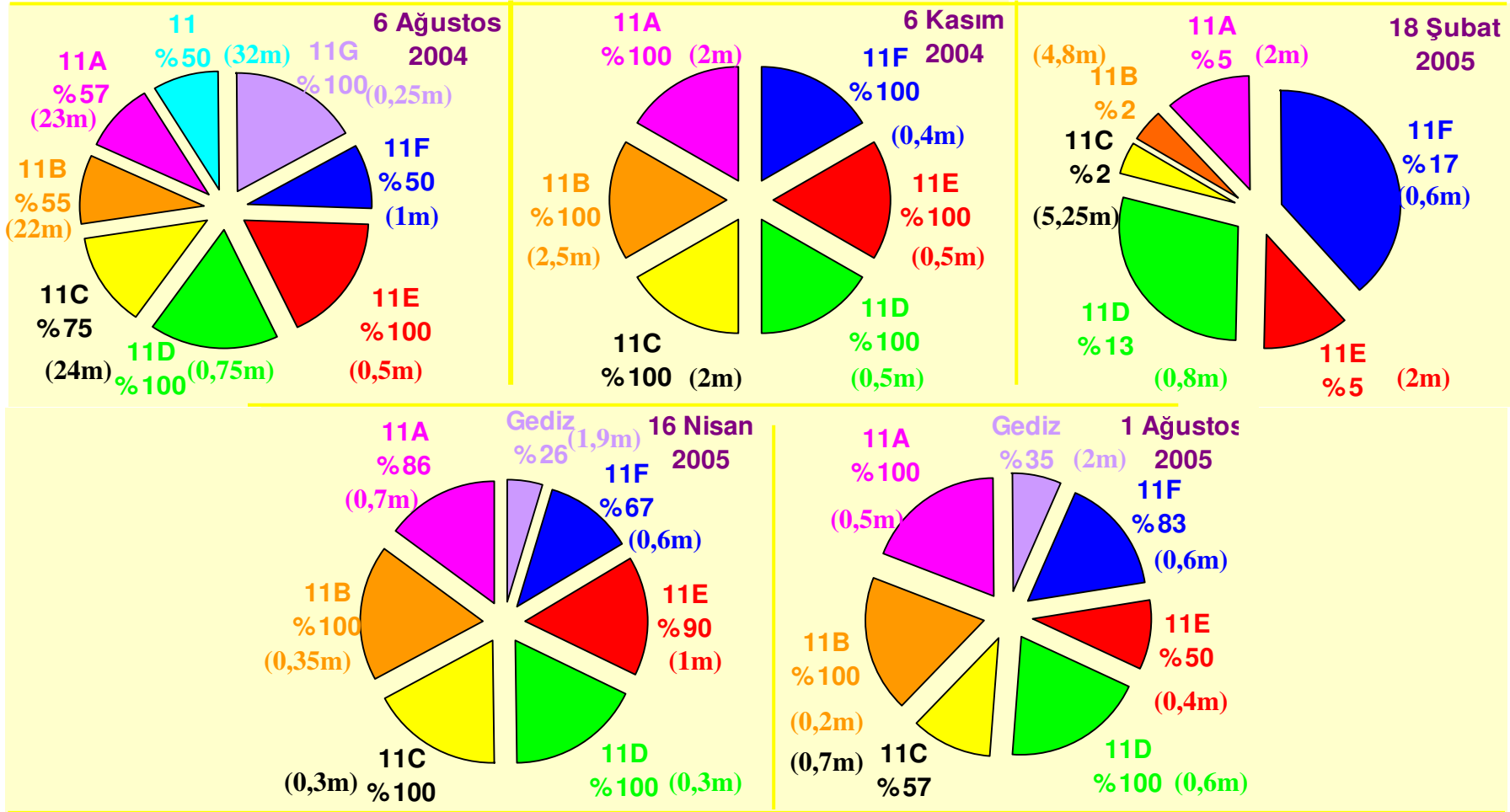
	Min-Maks	Ort ±SS	N
Tuzluluk (psu)	0,29 – 41,61	30,76 ± 13,17	103
Sıcaklık(C)	9,95 – 28,90	19,86 ± 5,1	98
Yoğunluk	998,03 – 1029,79	1021,47 ± 9,8	43
pH	6,52 – 8,85	7,95 ± 0,75	31
DO	1,52 – 9,63	6,33 ± 1,8	91
Debi (m3/snn)	5,2 – 123	44,4 ± 46,3	5
AKM (mg)	0,13 - 526	23,31 ± 77,07	102
Chl-a (µg/l)	0,0 – 8,51	0,71 ± 1,48	102
POC (µM)	0,08 - 431,91	62,13 ± 92,88	86
PON (µM)	0,16 – 598,78	36,90 ± 84,98	85
PP (µM)	0,01 – 4,21	0,46 ± 0,91	96
DOC (µM)	39,3 – 2327	283,3 ± 479,3	101
OPO₄P(µM)	0,02 – 26	2,18 ± 4,97	101
DOP (µM)	0 – 11	0,6 ± 1,25	101
NO₂ (µM)	0,01 – 12	1,5 ± 2,9	101
NO₃(µM)	0,02 – 156	14 ± 30,04	101
NH₄(µM)	0 – 237	26 ± 54,7	101
Si (µM)	0,9 – 293	36,7 ± 71,13	101
TDP(µM)	0,0 – 37	2,15 ± 4,74	102
Suda TOC(µM)	18,6 – 2392,1	400,3 ± 608,3	101
TP(µM)	0,05 – 37,9	2,6 ± 5,01	101
TIN (µM)	0,2 – 272	41,5 ± 81,3	101

Tablo 3.3 Çalışma bölgesi yüzey suyunda ölçümlen değişkenlerin dağılımaralıkları ve ortalama değerleri. (Ort= Ortalama , SH= Standart hata , SS= Standart Sapma, Min= Minimum , Maks= Maksimum, N=örnek sayısı)

	Min - Maks	Ort±SS	N
Tuzluluk (psu)	0,29 - 39,6	21,1 ± 14,49	43
Sıcaklık (C*)	9,95 - 28,9	20,01± 5,91	43
Yoğunluk	998 - 1029	1013,96 ± 10,39	43
pH	6,5 - 8,5	7,78 ± 0,69	26
DO	1,52 - 9,6	6,4 ± 2,16	41
Chl (µg/l)	0 - 8,5	1,48 ± 2,05	43
PP (µM)	0.013 - 4,21	0,94 ± 1,21	42
POC (µM)	1.4 - 432	110,5 ± 113,78	40
PON (µM)	0,24 - 598,8	63,19 ± 118,16	39
AKM (mg/l)	0,8 - 526	50,46 ± 113,82	43
TDP (µM)	0,18 - 37	4,88 ± 7,45	33
OPO₄P (µM)	0,02 - 26	4,81 ± 6,82	43
DOP (µM)	0,16 - 11	1,39 ± 1,96	33
DOC (µM)	57,2 - 2327	577,56 ± 626,3	43
N₀₂ (µM)	0,02 - 12	3,3 ± 3,75	43
NO₃ (µM)	0,035 - 156	32,0 ± 39,62	43
NH₄ (µM)	0 - 237	58,2 ± 72,46	43
Si (µM)	1 - 293	80,54 ± 92,64	43
TPO₄ (µM)	0,14 - 37,9	5,9 ± 7,54	33
Suda TOC (µM)	67,08 - 2392	760,69 ± 744,12	41
TIN (µM)	0,2 - 272	93,52 ± 104,29	43

3.2.1 Fiziksel Değişkenler

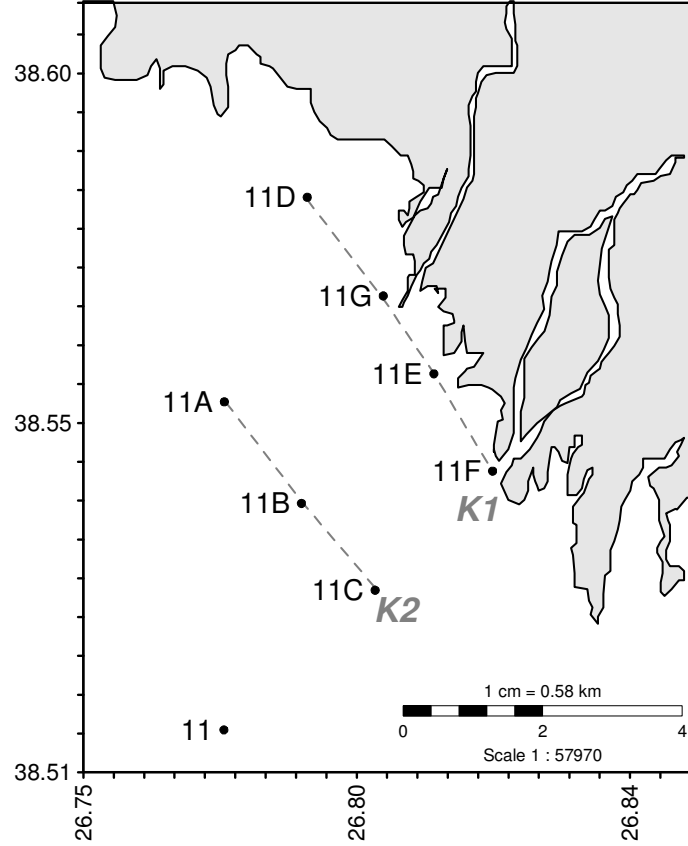
Gediz Nehri, İzmir körfezine dökülmeye başladığı andan itibaren yüzeyden ilerleyen bir östarinin akıntı sisteminin gösterdiği özellikleri göstermeye başlar. Bu sırada nehrin deniz içinde ilerleyişi o anki mevsim rüzgarlarının ve debinin etkisi ile dar veya geniş bir alana kapsamaktadır. Şekil 3.1' de örnekleme döneminde istasyonların derinlikleri ve secchi disk derinliklerinin istasyon derinliğe göre yüzde değerleri mevsimsel olarak gösterilmiştir.



Şekil3.1 Çalışma istasyonlarının derinlikleri ve secchi disk derinliklerinin istasyon derinliğe göre yüzde değerlerinin mevsimsel gösterimi.

3.2.1.1 Ağustos 2004

İlk örneklemenin yapıldığı 6 Ağustos 2004 tarihinde seçilen istasyonların yerleşimi Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Bu sefer daha çok bölgeyi tanıma amaçlı olmuştur.

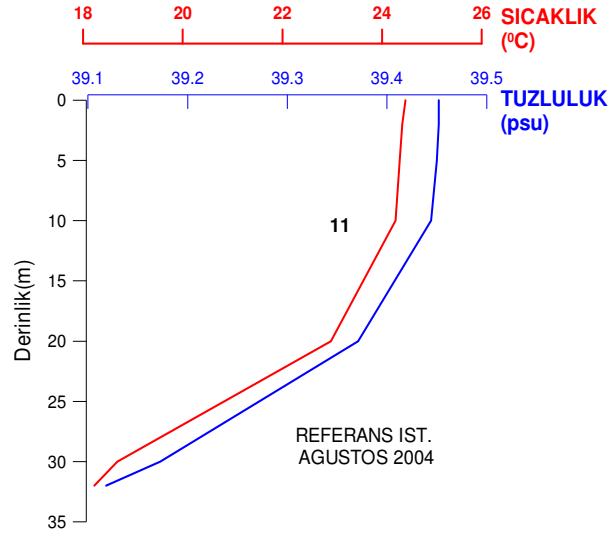


Şekil 3.2 6 Ağustos 2004 örnekleme gününde seçilen istasyonların konumları

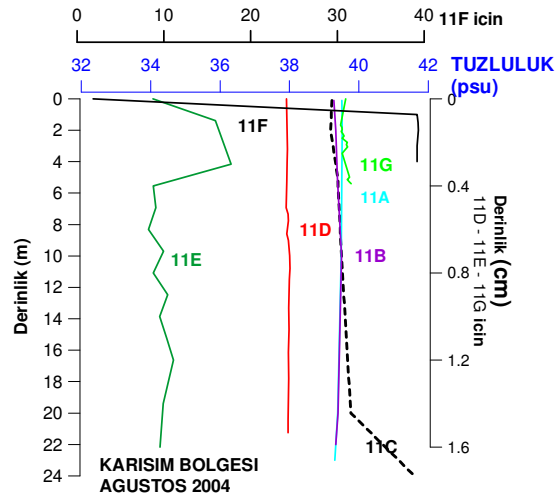
Örnekleme yapılan istasyonlara ait su kolonu boyunca tuzluluk ve sıcaklık değişimi Şekil 3.3’de görülmektedir. Referans istasyonu olarak adlandırılan istasyon 11 Şekil 3.3a’de derinlik boyunca tuzluluk ve sıcaklık değişimi birbirine paralellik göstermiştir. İlk 10 m’den sonra yavaş 20 m’den sonra hızlı bir şekilde azalmıştır. Şekil3.3b’de karışım alanı olan K1 ve K2 ’deki dikey tuzluluk değişimi verilmiştir. Bu dönemde karışım alanında sıcaklık belirgin bir dikey değişim gözlenmezken (Şekil 3.3c), 11A ve 11B istasyonlarında tuzluluk belli derinliklerde azalma göstermektedir. İstasyon 11F’de, yüzeyde Gediz Nehri’nden gelen tatlı suyun ilk

yakalandığı istasyon olup, dibe doğru indikçe dış körfez suyunun etkisinde görülmektedir. Seçilmiş diğer istasyonların (11A-11B-11C-11D-11E-11G) yüzey değerleri, deniz suyuna yakın tuzluluk değerine sahiptir (≥ 35 psu) ve ne yazık ki bu istasyonlar karışım hattının dışında nehir ağzının solunda kalmıştır. Nehir ağzına en yakın akım gözlem istasyonunda ölçülen günlük debi değeri Ağustos 2004 için 44,3 m³/sn'dir (DSI-EIEI). Bu debi değeri 1960'dan bugüne alınan ortalama değerinin (~60m³/sn) altındadır.

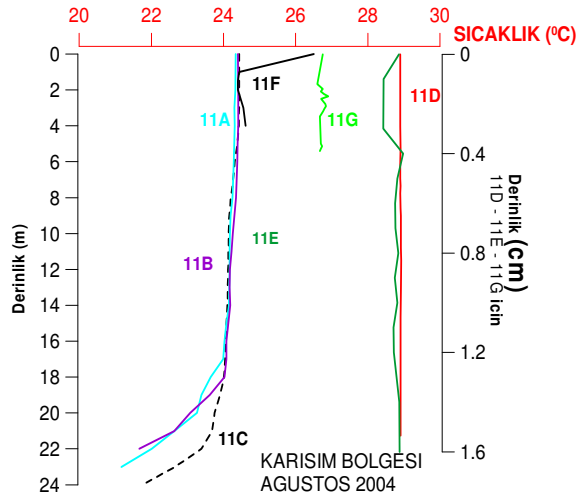
Bölgede gözlenen hakim rüzgarın yönü 9,7 km/saat ortalama hızla batı iken genellikle rüzgar Kuzey ve Batı aralığında esmiş ve en şiddetli rüzgar hızı da (24km/saat) gene Batı yönünde ölçülmüştür (Şekil 3.4a) (DMIGM). Rüzgar yönünün etkisini örnekleme bölgesinde tuzluluğun yayılımı üzerinde gözlenmektedir (Şekil 3.4b). O gün Batı yönünde esen rüzgar yüzey suyunu Doğu'ya doğru itmiştir ve nehir ağzından çıkan tatlı suyun kıyı çizgisi doğrultusunda Doğu'ya doğru ilerlediği gözlenmiştir. Rüzgar ve tuzluluk verileri bu ayda seçilen istasyonların daha Güneydoğuya doğru seçilmesi gerektiğini göstermiştir. Aynı gün ölçülen sıcaklık verileri incelendiğinde ise yüzey suyunda ölçülen sıcaklık dağılımının rüzgarın anlık esişinden çok etkilenmediğini görülmektedir (Şekil3.4c). Eski Gediz Nehri ağzı ile şu anki nehrin ağzı arasında kalan sığ bölgedeki (11G ve 11E istasyonları) suyun sıcaklığının bölge geneline göre daha fazla olduğu göze çarpan bir sonuç olmuştur. Derinliğin biraz daha fazla olduğu (11D'deki) istasyonlarda su sıcaklığı daha düşük gözlenmiştir.



(a)

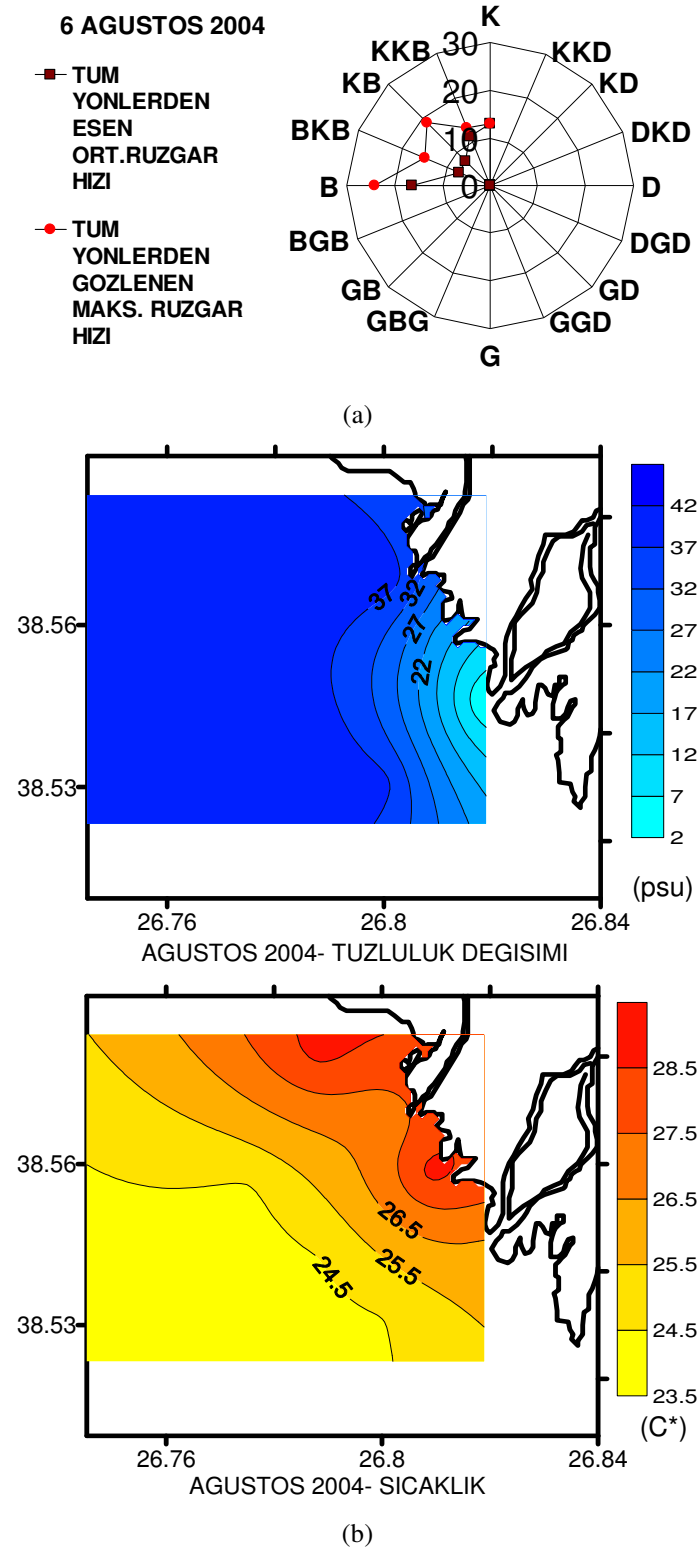


(b)



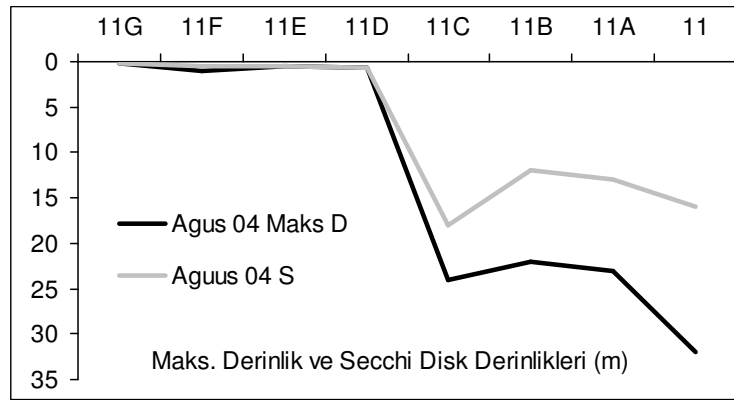
(c)

Şekil 3.3 6 Ağustos 2004 de su kolonu boyunca a: Referans ist. ait, b, c: Karışım alanı ist. ait tuzluluk değişimi ve sıcaklık değişimi



Şekil 3.4 6 Ağustos 2004 örnekleme a: Gözlenen ana rüzgar yönü-şiddeti ile maksimum rüzgar yönü-şiddetinin değişimi b: Yüzeysel su için tuzluluk ve sıcaklık dağılımı

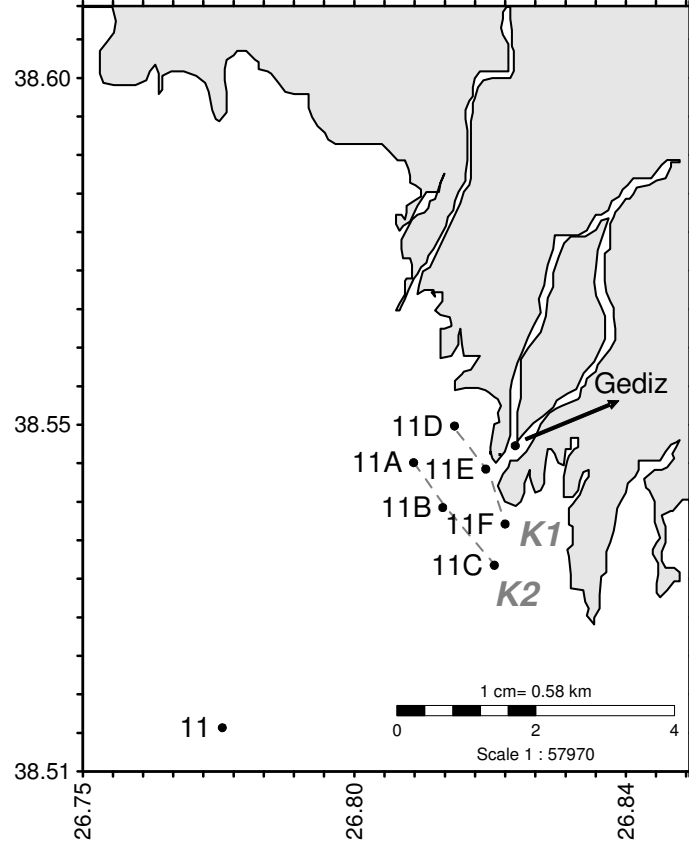
11,11A,11B,11C istasyonları 2,5 m'den daha derinken, 11D, 11E, 11F, 11G istasyonlar sığdır. 11D, 11E, 11G istasyonlarında secchi derinliği dip derinlik değerindedir. Bu istasyonlarda ışık tüm su kolonunda ilerlemiştir. 11F istasyonunda secchi derinliği toplam derinliğin % 50'dir (Şekil3.1). K2 hattında ise % 50-80 arasında değişmektedir. Şekil3.5'de seçilen istasyonlara ait maksimum derinlik değerleri ve ölçüm günündeki secchi disk derinliği değişimi verilmiştir



Şekil 3.5 İstasyonlara ait maksimum ve secchi disk derinliklerinin değişimi

3.2.1.2 Kasım 2004

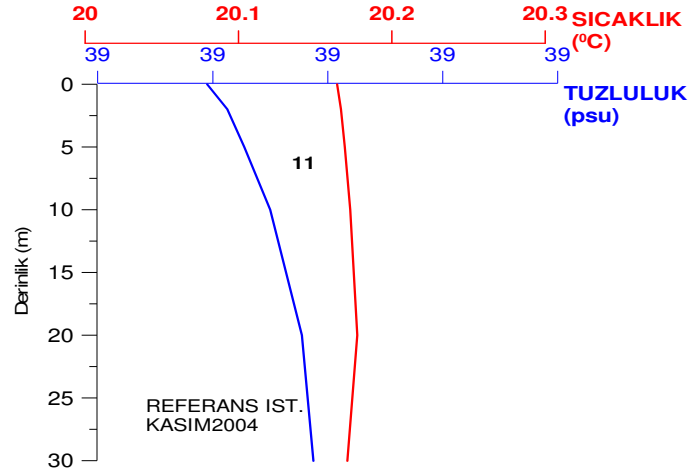
6 Kasım 2004 tarihinde yapılan örneklemeye ait istasyonların yerleşim düzeneği Şekil 3.6'de verilmiştir. İstasyonların su kolonu boyunca tuzluluk ve sıcaklık değişimleri incelendiğinde, referans istasyonu (istasyon 11) tuzluluğu derinlik arttıkça küçük bir oranda artmış ve 20 m derinlikte sabitlenmiştir (Şekil3.7 a). Referans istasyonunda dikey karışım gözlemiştir. Sıcaklık değişimi de buna paralellik göstermiştir. Karışım hatlarındaki istasyonlarda ise yüzey suyu ve ilk 10 cm'lik su kolonu boyunca orta tuzlu su (5-18 psu) olarak tanımlanan tuzluluğa (10-14 psu) sahiptir (Şekil3.7 b). 11F istasyonu ilk 10 cm'lik su kolonunda tuzluluk değerinde küçük bir artış göstermiştir. 10 cm'lik su kolonu boyunca karışım alanındaki sıcaklık değişimine incelendiğinde, 11F istasyonunda tuzluluk değişimine paralel bir değişim gözlenirken, 11A ve 11B istasyonlarında tuzluluk artışına ters yönlü bir sıcaklık artışı gözlenmektedir (Şekil 3.7c). Diğer istasyonlar için ilk 10 cm'de sıcaklık değişimi görülmemiştir.



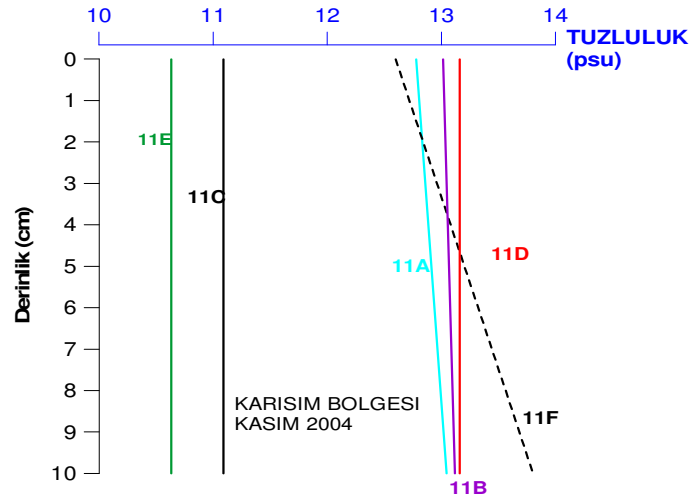
Şekil 3.6 6Kasım2004 örneklemesinde örnek alınan istasyonların yerleşim düzeneği

Örnekleme zamanında nehrin çıkış ağzına en yakın akım gözlem istasyonunda debi $5,2 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak ölçülmüştür. Çalışma süresinde akım gözlem istasyonunda ölçülen en düşük debi bu döneme gözlenmiştir. Ancak Eylül 1994'de debinin günlük değerinin $0,03 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak ölçüldüğü DSI'nin kayıtlarında da görülmektedir.

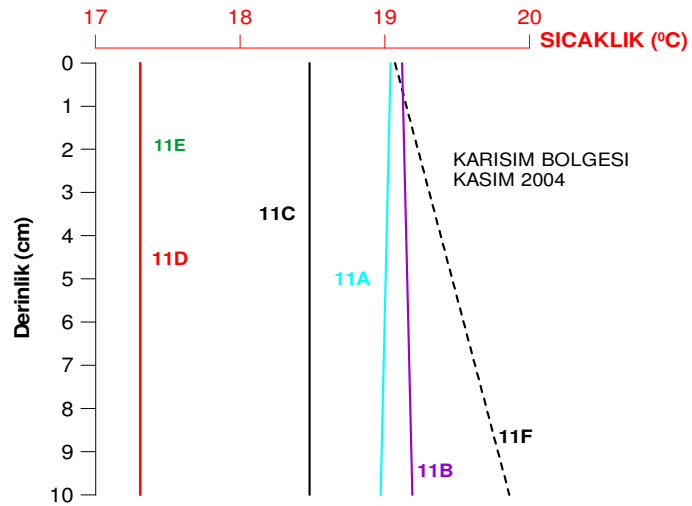
6 Kasım 2004'de gözlenen ortalama rüzgar hızı $2,03 \text{ km/saat}$ ile Kuzey yönünden gözlenirken maksimum rüzgar ise Kuzey-Kuzeybatı yönünden $7,4 \text{ km/saat}$ değerinde gözlemlenmiştir (Şekil 3.8a) (DMIGM). Kuzey-Kuzeybatı aralığında esen rüzgarın etkisi yüzey tuzluluk dağılımında görülmektedir (Şekil3.8b). Debi değerinin az olduğu bu dönemde nehir ağzından yayılan suyun tuzluluğu 4-13 psu aralığındadır. Debinin azlığından dolayı Kuzey-Kuzeybatı rüzgarı ile Güneydoğuya doğru taşınan tatlı suyun yayılımı da çok etkin olmuştur. Aynı anda sıcaklık değişime incelediğimizde nehir ağzından çıkan suyun, deniz suyu yanında soğuk kaldığı gözlenmektedir (Şekil 3.8c).



(a)

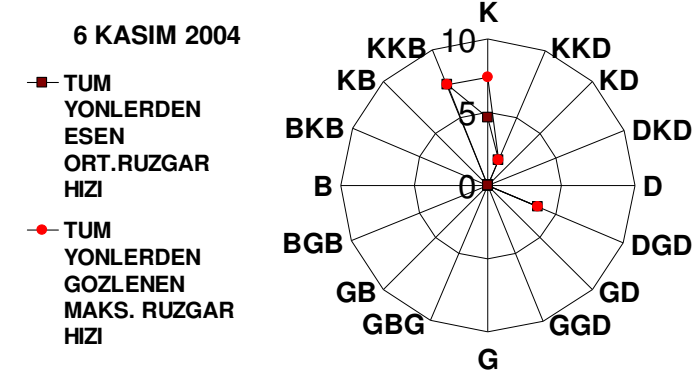


(b)

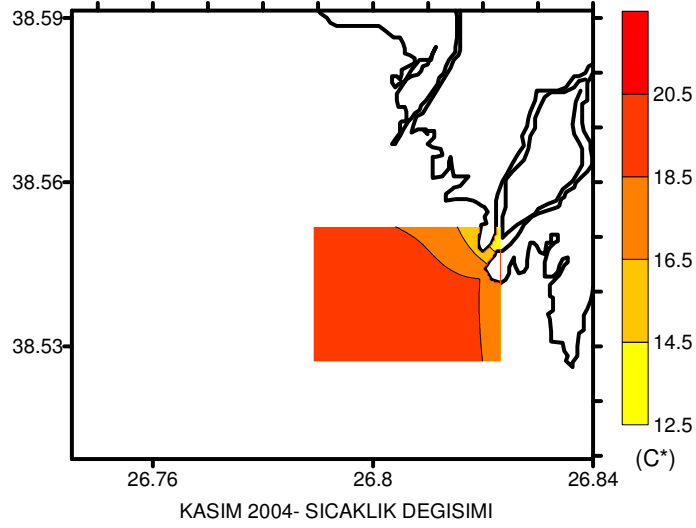
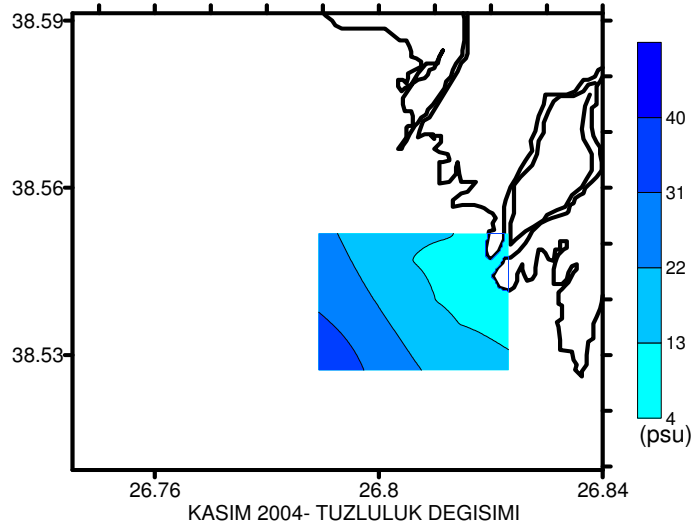


(c)

Şekil 3.7 6Kasım2004 de su kolonu boyunca a: Referans ist. ait, b, c: Karışım alanı ist. ait tuzluluk değişimi ve sıcaklık değişimi



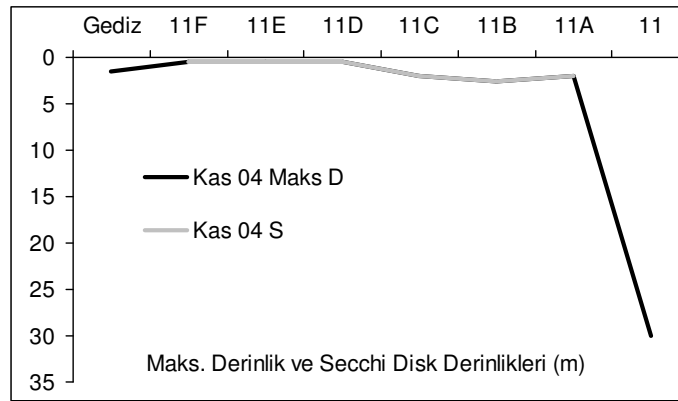
(a)



(b)

Şekil 3.8 6 Kasım 2004 örnekleme a: Gözlenen ana rüzgar yönü-şiddeti ile maksimum rüzgar yönü-şiddetinin değişimi b: Yüzeysel su için tuzluluk ve sıcaklık dağılımı

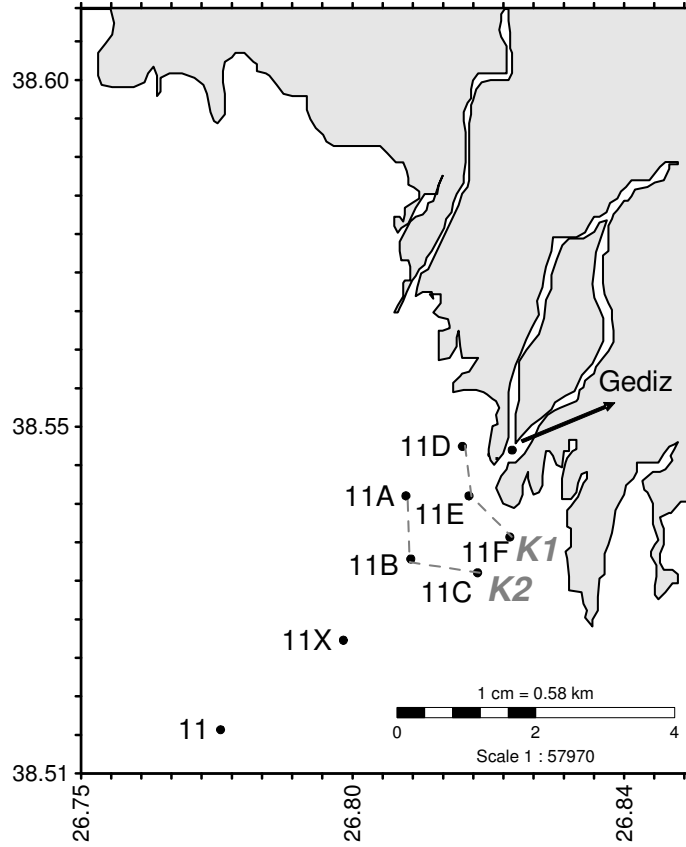
İstasyonların derinlik değişimi ve secchi disk değişimlerine bakıldığında (Şekil 3.9) Karışım alanındaki istasyonlar için maksimum derinliğinin (11B’de) 2,5m olduğu görülmektedir (Şekil 3.9). Örneklemede iki derinliğe sahip karışım alanında 3 istasyon varken (11A-11B-11C) diğer istasyonlar tek derinliğe inmiştir. Secchi disk derinliği K1 ve K2 alanında bütün istasyonlar için dip derinlik değerindedir ve örnekleme günü yapılan gözleme göre 11D istasyonundan 11F’ye doğru ilerlendikçe su berraklığı azalmıştır. 11A istasyonun da K1 hattındaki diğer istasyonlara göre daha berrak olarak gözlenmiştir. Buna rağmen bu dönem secchi disk derinliğinin referans istasyonu dışında tüm istasyonlarda %100 olduğu tek dönem olmuştur (Şekil3.1).



Şekil 3.9 6Kasım2004 istasyonlara ait maksimum ve secchi disk derinliklerinin değişimi

3.2.1.3 Şubat 2005

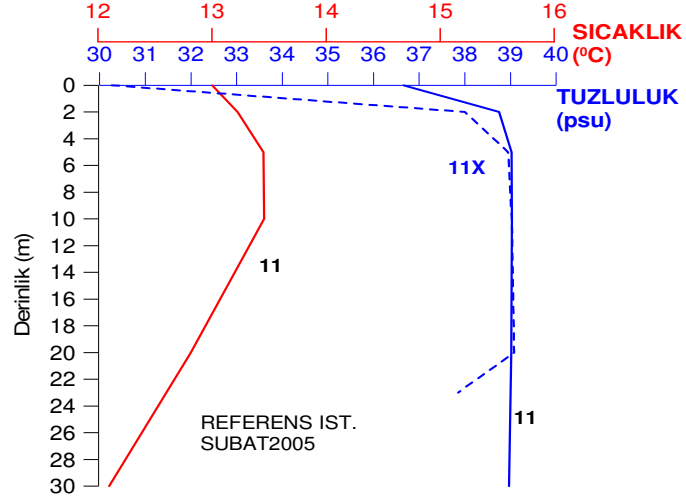
18 Şubat 2005 örneklemesine ait istasyonların yerleşimleri Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Örneklemenin yapıldığı gündeki nehrin debisi $123\text{m}^3/\text{sn}$ 'dir. Bu ay çalışma sürecinde debinin en yüksek olduğu örnekleme günüdür (debi Ağustos 2004 örneklemesinde $44,3\text{ m}^3/\text{sn}$, Kasım 2004 örneklemesinde ise $5,2\text{ m}^3/\text{sn}$ idi). Tuzluluğa bağlı olarak yerleşimi değişen istasyonlar içinde 11E ve 11B diğer aylara göre nehir ağzından daha uzakta seçilmişlerdir. Tuzluluk ve sıcaklık dikey değişimine baktığımızda, su kolonu boyunca referans istasyonunun tuzluluk artışı 4 m'den sonra sabitlenirken, sıcaklık değerleri 10 m'den sonra hızla azalmıştır (Şekil 3.11a). Referans istasyonlarından ikincisinin (11X) 0-2m arasındaki tuzluluk değeri ise 11 yanında daha düşüktür ($30,26\text{ psu}$). 2m'den sonra tuzluluk değeri $\sim 38\text{ psu}$ dır.



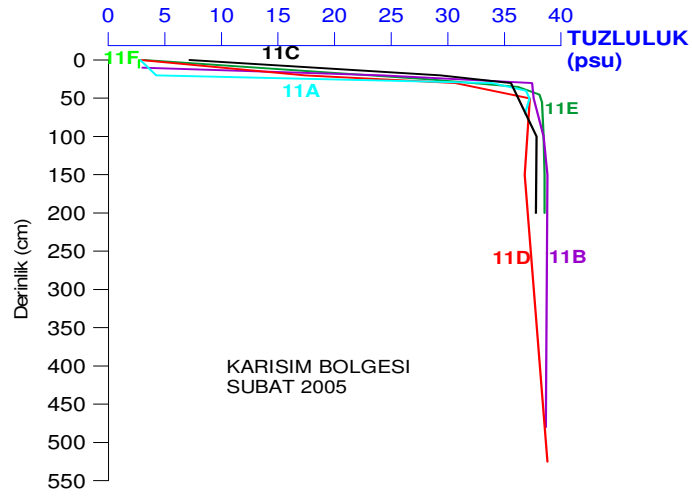
Şekil 3.10 18 Şubat 2005 örneklemesine ait istasyonların yerleşim planı

Özellikle yoğun ve hızlı tatlı su girdisinin 11X referans istasyonuna kadar ulaştığı buradan görülmektedir. K1 ve K2 hattına ait istasyonların tuzluk değişimine bakıldığında, yoğun yüzey suyu akıntısı Şekil 3.11 b'de açıkça görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi ilk 50 cm derinlikten sonra yoğun tuzlu deniz suyu su kolonunda yerini alırken, yüzeyde az tuzlu su (0 ila 5 psu arası tuzluluk, 11A-11B-11D-11E) ve orta tuzlu suya (5 ila 18 psu arası tuzluluk, 11C-11F) karışım istasyonlarında rastlanmıştır. Yüzeyden ilerleyen akıntı sisteminin (Saltwedge) ve tabakalaşmanın en fazla gözlemlendiği çalışma dönemidir. Tuzluluk değerleri benzer şekilde değişen karışım alanındaki istasyonların, sıcaklık değişimleri benzer bir şekilde azalmamaktadır (Şekil 3.11c). 11D, 11C, 11A'da sıcaklık ilk 50 cm'de azalırken, 11B ve 11E'de ise artmaktadır.

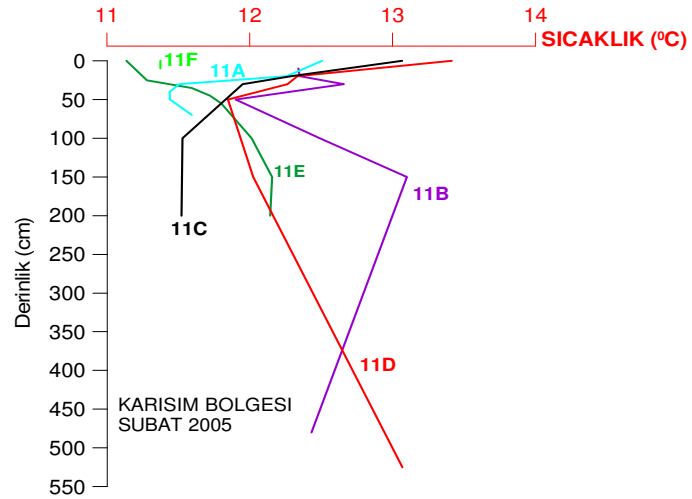
Şubat örneklemesinde baskın rüzgar yönü değişkendir (Şekil 3.12a). Rüzgar Batı-Kuzeybatı ve Kuzey-Kuzeydoğu aralığı ve Güney-Güneydoğu ve Doğu-Güneydoğu olmak üzere iki ana aralık arasında esmiştir. Ortalama rüzgar şiddeti 3 km/saat olarak



(a)

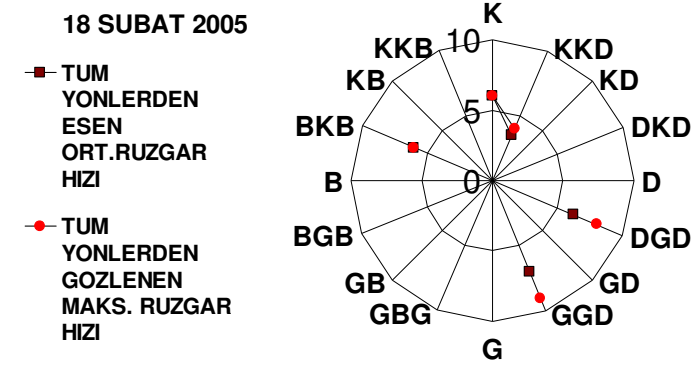


(b)

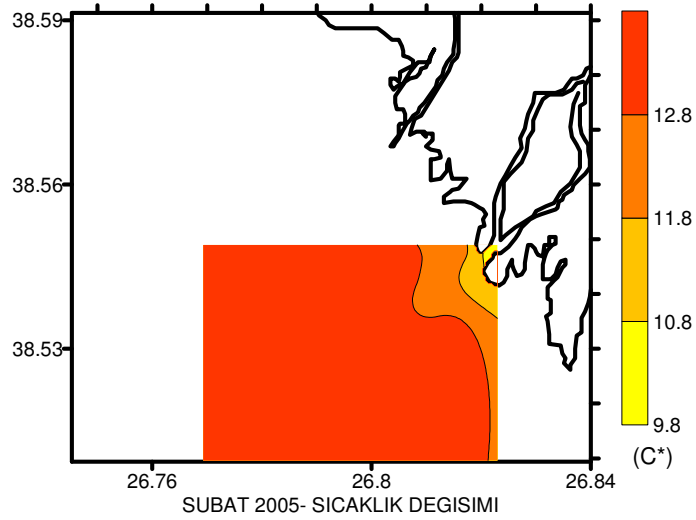
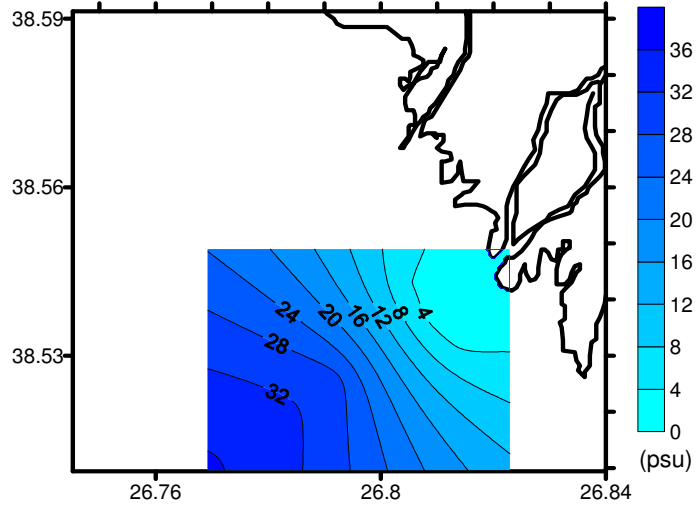


(c)

Şekil 3.11 18 Şubat 2005 de su kolonu boyunca a: Referans ist. ait, b, c: Karışım alanı ist. ait tuzluluk değişimi ve sıcaklık değişimi



(a)

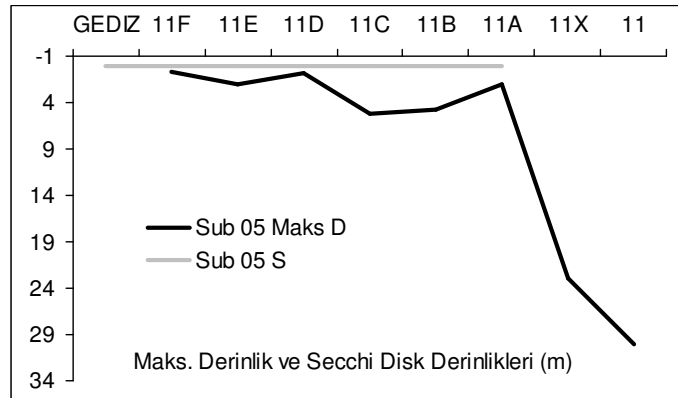


(b)

Şekil 3.12 Şubat 2005 örneklemesinde a: Gözlenen ana rüzgar yönü-şiddeti ile maksimum rüzgar yönü-şiddetinin değişimi b: Örnekleme alanına ait yüzey suyunda tuzluluk ve sıcaklık değişimi

ölçülürken, en şiddetli rüzgar Güney-Güneydoğudan 9 km/saat şiddetinde esmiştir (DMIGM). Buna bağlı olarak yüzey suyunda gözlenen tuzluluk değişimi rüzgarın etkisinden çok gelen suyun yüksek debisinin etkisi ($123\text{m}^3/\text{sn}$) altında kalmış. Yüzeiden ilerleyen tatlı suyun 11X referans istasyonuna kadar (3,16 km) etkisi göstermiştir. Sıcaklık değişimine baktığımızda diğer iki aya nazaran sıcaklığın oldukça düşük ($9,8 - 13,58\text{ C}^\circ$) olması beklenen bir durumdur.

Bu dönemde seçilen istasyonların derinliklerini incelediğimizde karışım alanında seçilen istasyonların bir kısmı (11D-11E-11F) tek örnek alabilecek kadar derinken, bir kısmı da (11A-11B-11C) yüzey ve dip su örneği alınabilecek derinliğe ulaşmıştır.



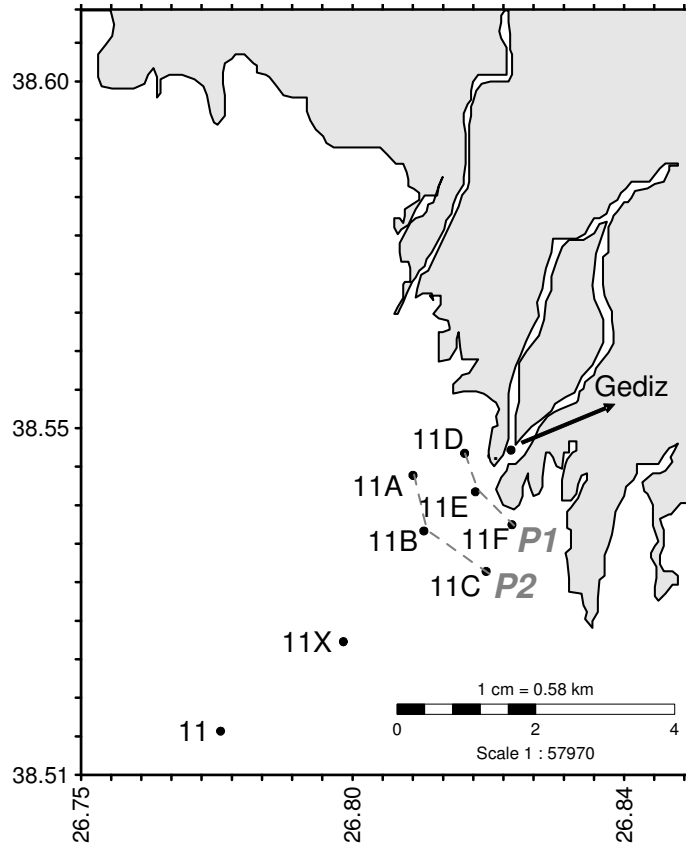
Şekil 3.13 18 Şubat2005 örneklemesinde istasyonlara ait maksimum derinlik ve secchi disk derinliği değişimi

Secchi disk derinliklerini incelediğimizde, secchi disk derinliğinin yüzeyine çok yakın olduğu görülmektedir (yaklaşık ilk 10 cm) (Şekil3.13). Örnekleme yapılan sulardan da kolayca gözlendiği gibi dip suyu oldukça berrak, yüzeyde partikül madde yoğunluğu çok fazla gözlenmiştir. Karışım alanındaki istasyonlar için Secchi disk değerinin su kolonu değerine göre yüzde değişimi bütün inceleme içinde en düşük yüzdeye bu dönemde sahip olmuştur (Şekil 3.1).

3.2.1.4 Nisan 2005

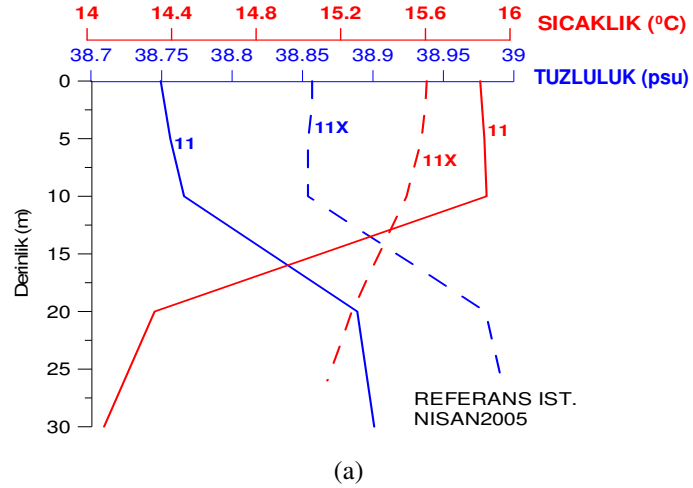
16 Nisan 2005'de yapılan bahar örneklemesinde karışım hattındaki istasyonlar her örneklemede olduğu gibi tuzluluk değişimine dikkate alınarak Şekil 3.14'deki

gibi seçilmişlerdir. Referans istasyonlarının su kolunu boyunca tuzluluk ve sıcaklık değişimleri Şekil 3.15a’da gösterilmiştir.

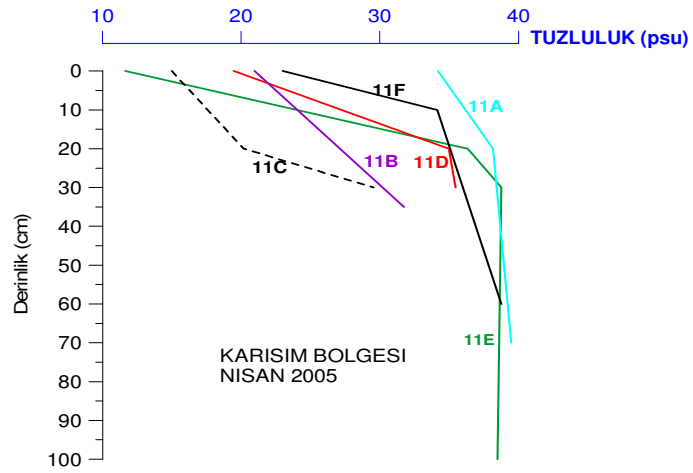


Şekil 3.14 16 Nisan 2005 örneklemesinde istasyonların lokasyonları

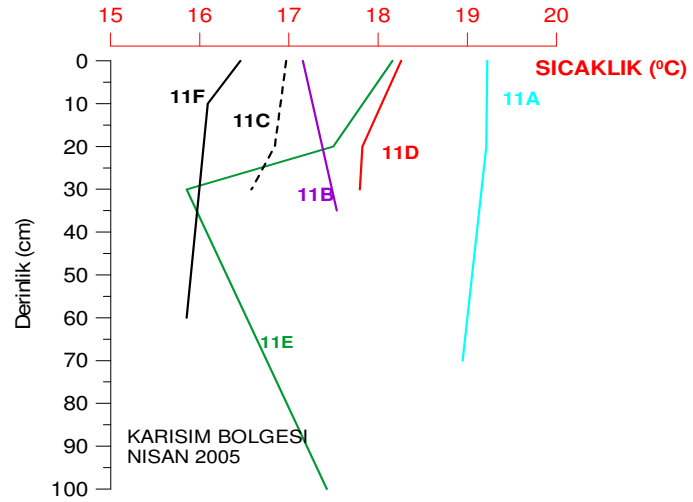
Bu mevsimde beklenen tabakalaşma hem tuzluluk hemde sıcaklık dikey değişimlerinde, her iki referans istasyonunda da gözlenmiştir. 10 m’den sonra referans istasyonlarında halokilin tabakası gözlenirken, 20 m’den sonra tuzluluk değerlerinde iki istasyon içinde bir değişim olmadığı gözlenmektedir. Sıcaklık içinde değişim benzer derinliklerde de gözlenmektedir. Karışım bölgesinde suyun karakteri orta tuzlu su olarak tanımlanabilir (Şekil 3.15 b). 11F istasyonunda ilk 10 cm’de, diğer istasyonlarda (11A-11B-11C-11D-11E) ise 20 cm’de bir tuzluluk geçişi olmuştur. Bu dönemde tabakalaşma nehrin ağzında bariz olarak oluşmuştur. Karışım alanındaki istasyonların su kolunu boyunca sıcaklık değişimleri incelendiğinde (Şekil 3.15c), 11A ve 11B istasyonları dışındaki istasyonlarda derinlik artışına paralel bir sıcaklık azalışı ilk 30 cm’e kadar gözlenmektedir.



(a)

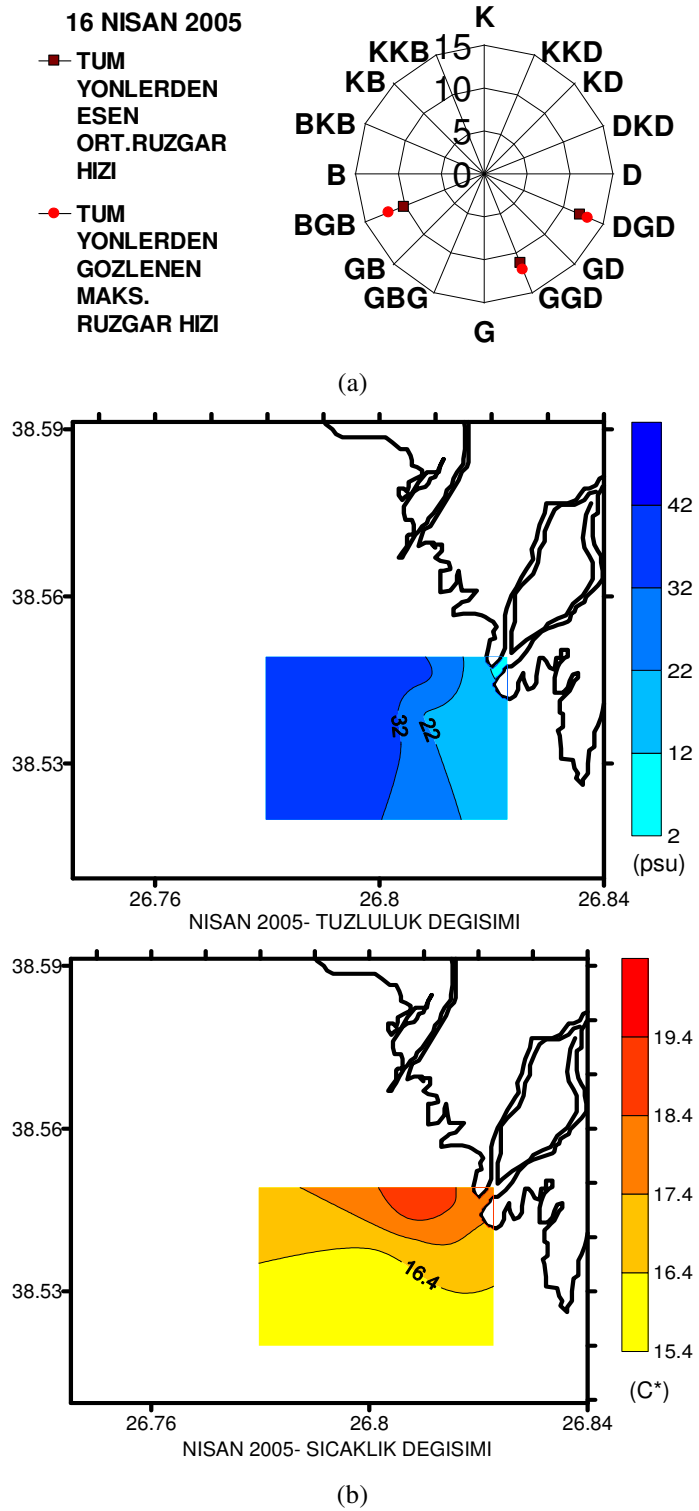


(b)



(c)

Şekil 3.15 16Nisan2005 de su kolonu boyunca a: Referans ist. ait, b, c: Karışım alanı ist. ait tuzluluk değişimi ve sıcaklık değişimi

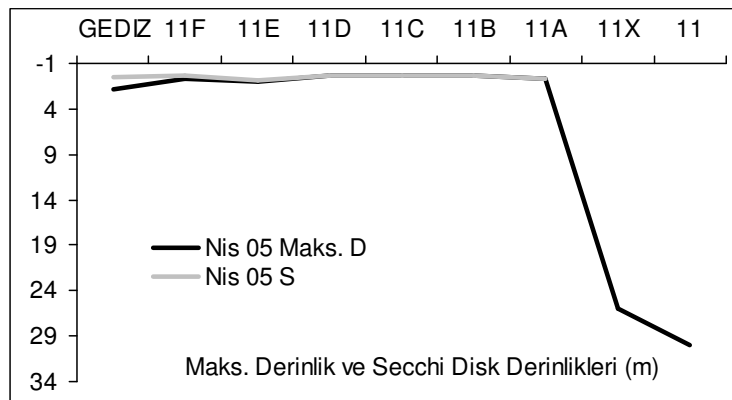


Şekil 3.16 16 Nisan2005 örneklemesinde a: Gözlenen ana rüzgar yönü-şiddeti ile maksimum rüzgar yönü-şiddetinin değişimi b: Bölgede yüzey suyunda gözlenen tuzluluk ve sıcaklık değişimi

Örnekleme günü rüzgar 11 km/saat ortalama hızla Doğu-Güneydoğu yönünden esmiştir. Aynı gün içinde en şiddetli rüzgarın ise 13 km/saat hızla Doğu-Güneydoğu yönünden esmiştir (Şekil 3.16 a) (DMIGM). Doğu-Güneydoğu yönünden esen rüzgarın, $18,7 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile nehirden gelen suyu Batı'ya doğru sürüklediği yüzey suyu tuzluluk değişim grafiğinde görülmektedir (Şekil 3.16 b).

Benzer şekilde rüzgarın yüzey suyu sıcaklığı üzerindeki etkisinde gözlenmiştir. Körfezden gelen soğuk su Doğu-Güneydoğu rüzgarında etkisi ile Kuzey'e doğru taşınmıştır. Nehir ağzından gelen orta sıcaklıktaki suda Kuzey'e doğru sürüklenmiştir (Şekil 3.16 b).

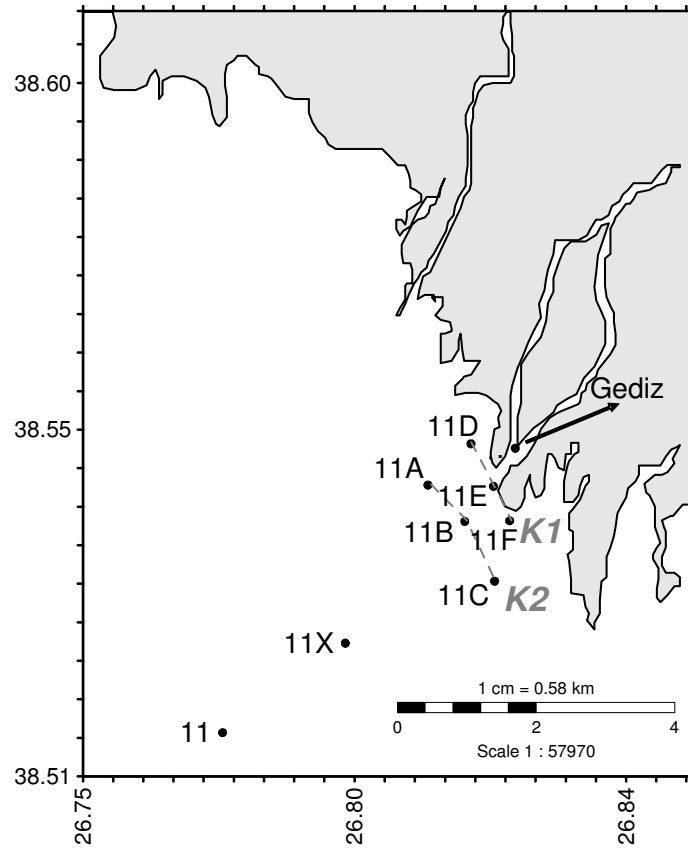
İstasyonlarının derinlik değerlerine baktığımızda karışım alanında yer alan istasyonların tek derinliğe düştüğü gözlenmektedir (Şekil 3.17). Karışım alanının oldukça sığ olduğu Nisan 2005 örnekleme sırasında nehrin gözlenen debisi $18,7 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Secchi disk derinlikleri Gediz ve 11F istasyonlarının dışında genellikle dip değerdedir. K2 hattındaki 11B,11C ve K1 hattındaki 11D istasyonunda secchi disk derinliğinin istasyonun derinliğine oranı %100'dur. Güneş ışığı su kolonu boyunca etkisini gösterebilmiştir (Şekil3.1). Bu örnekleme Kasım 2004 döneminden sonra en yüksek ışık geçirgenliğinin gözlemlendiği ikinci örnekleme dönemi olmuştur. Dönemin üretkenlik bakımından aktif olduğu bir dönem olduğu göz önüne alınırsa bu sonuç önemlidir.



Şekil 3.17 16 Nisan 2005 örnekleme sırasında seçilen istasyonlara ait maksimum derinlik ve secchi disk derinlikleri

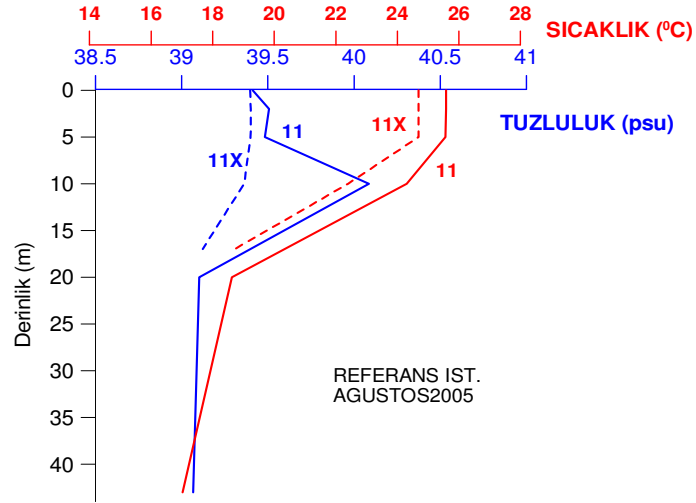
3.2.1.5 Ağustos 2005

1 Ağustos 2005 örneklemesine ait koordinatların yerleşimleri Şekil 3.18'de verilmiştir. Hava sıcaklığın arttığı (min 24 C°-maks 34 C°) bu günlerde nehrin debisi Demirköprü barajının etkisi ile nehrin ortalama bir debisinin altında bir değere sahip olmuş ve EIEI'nin en son ölçüm istasyonundan körfeze doğru 30,6 m³/sn'lik bir debi hareket etmiştir. Fakat buharlaşmanın hızlı olduğu yaz mevsiminde nehir ağzında gözlenen akım oldukça düşüktür ve bu yüzden tatlının yayılım alanı pek geniş olamamıştır. Karışım alanı içinde seçilen istasyonların mevkileri kıyıya oldukça yakın olmuştur. Karışım hattındaki istasyonlar tek derinliğe inmiştir.

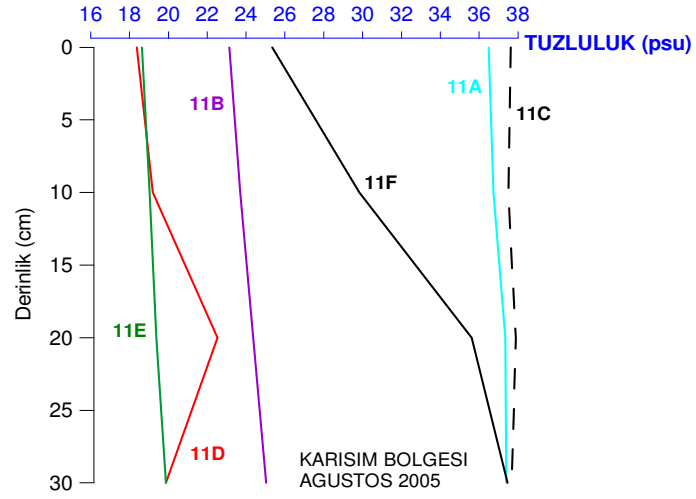


Şekil 3.17 1 Ağustos 2005 örneklemesindeki istasyonların konumları.

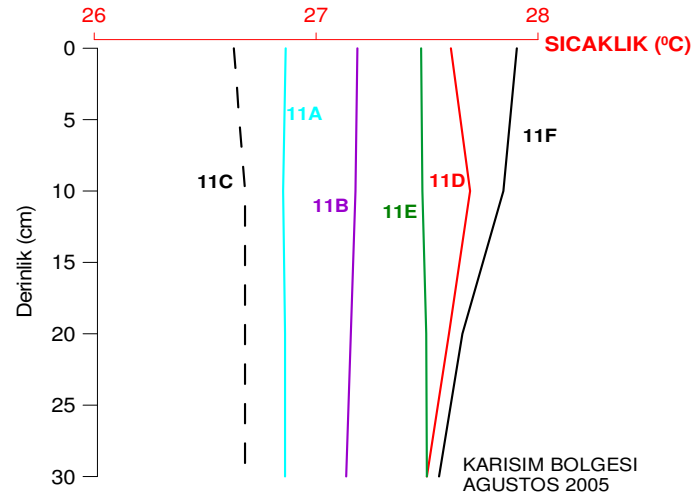
Tuzluluk ve sıcaklığın dikey dağılımlarına bakıldığında (Şekil 3.19a), 11X'de tuzluluğun 5 m'den sonra küçük bir azalış gösterdiği, 11 numaralı istasyonda ise 15 m'den sonra tuzluluk da küçük bir azalış olduğu görülmektedir. İki referans



(a)



(b)

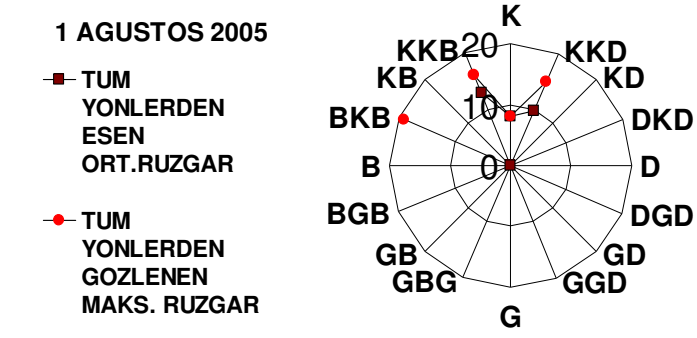


Şekil 3.19 1 Ağustos 2005 de su kolonu boyunca a: Referans ist. ait, b, c: Karışım alanı ist. ait tuzluluk değişimi ve sıcaklık değişimi

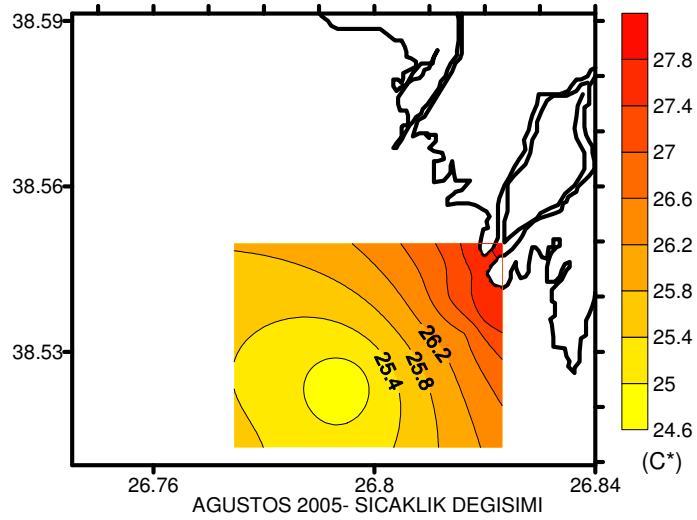
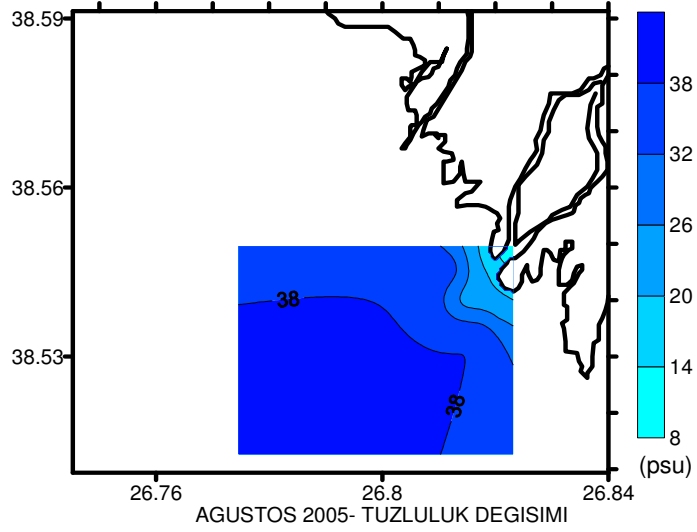
istasyonu için aynı zamanda 5m'den sonra sıcaklığın 6C° azaldığı gözlenmektedir. Karışım hattında yer alan 11B, 11D, 11E, 11F istasyonları çok tuzlu su tabakasına sahiptirler (Şekil 3.19b). 11F istasyonunda ise ilk 20 cm'den sonra az tuzlu deniz suyu (35 psu) rastlanmaktadır. Alanda 11F dışında diğer istasyonlarda ilk 30 cm içinde tabakalaşma olmamıştır. Bu dönemde karışım istasyonlarındaki toplam derinlik 20 ila 60 cm arasındadır. Referans istasyonlarında gözlenen tabakalaşma karışım alanında gözlenmemiştir. Karışım alanındaki sıcaklığın derinlik artışı boyunca değişimine bakıldığında sıcaklık 11D ve 11F istasyonlarında daha belirgin diğer istasyonlarda daha az belirgin bir azalma gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 3.19c).

1 Ağustos 2005 örneklemesinin yapıldığı gün bölgede gözlenen ortalama rüzgar 10 km/saat hızla Kuzey-Kuzeydoğu yönündendir. Gözlenen maksimum rüzgar ise Batı-Kuzeybatı yönünden 19 km/saat hızdadır. Rüzgar genel olarak Batı-Kuzeybatı ile Kuzey-Kuzeydoğu aralığında esmiştir (Şekil 3.20 a). Hava sıcaklığın 24-34 C° arasında olduğu bu günde buharlaşmanın etkisi ile bölgede daha çok tuzlu su hakimiyetini kurmuş ve denizsuyu Gediz Nehri'ne doğru ilerleyişi artmıştır. Bu dönemde Gediz referans istasyonundan alınan suyun tuzluluğunun bile 8 psu'dur. Bu değer bütün inceleme dönemi içinde Gediz istasyonunun sahip olduğu en yüksek tuzluluk değeridir. Ağustos 2004 örneklemesinde bile nehri referans eden 11F istasyonunun tuzluluk değeri 1,83 psu olarak ölçülmüştür. Yıllar arasındaki bu değişime iki yıl arasında hava sıcaklığındaki 10 C°'lik artış ve Demirköprü barajı tarafından salınan suyun debisindeki yaklaşık 14 m³/sn'lik azalışın yol açtığı düşünülebilir. Ağustos 2005 örneklemesinden itibaren 1 haftalık süreçte bölgeye düşen solar radyasyon değeri 12 iken, Ağustos 2004'de örnekleme günü son gün olmak üzere bir haftalık süreçteki solar radyasyon değeri 11,79'dur. Denizsuyu sıcaklığına bakıldığında ise Ağustos 2004'de ölçülen su sıcaklığı değerleri (Şekil 3.4b) ile Ağustos 2005' de ölçülen sıcaklık (Şekil 3.20b) arasında ~2⁰C'lik farka rastlanmaktadır.

Seçilen istasyonlar derinlik değerine ve secchi disk derinlikleri Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Suyun bulanık görüntüsü halen devam ederken, nehrin ilerlediği yol üstünde bulunan Gediz, 11E, 11C istasyonlarının diğer istasyonlara göre görünür derinliğinin azaldığı, diğer istasyonlarda ise görünür derinliğin dip değerine eşit olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.1). 2004 Ağustos örneklemesi ile istasyonların



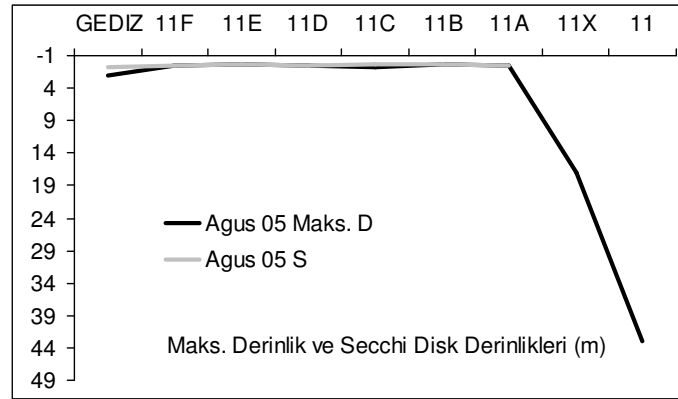
(a)



(b)

Şekil 3.20 1 Ağustos 2005 örneklemesinde a: Gözlenen ana rüzgar yönü-şiddeti ile maksimum rüzgar yönü-şiddetinin değişimi b: Bölgede yüzey suyunda gözlemlenen tuzluluk ve sıcaklık değişimi

konumları gözönünde tutularaktan kıyaslandığında ise bu iki mevsim arasında yaklaşık olarak aynı bölgeye düşen istasyonlardaki görünür derinlik yüzdesinin pek değişmemiş olduğu ortadadır. 2004 Ağustos’unda 11F istasyonu 2005 Ağustos’unda 11E istasyonunun olduğu bölgeye denk gelmekte ve iki istasyonunda görünür derinlik yüzdesi %50’dir. Dikkat edilmesi gereken K1 hattındaki istasyonların oldukça sığ olmasıdır. Bazı bölgelerde taşınımın oluşmuş kum tepeleri üzerinde denizden gelen suyun dalgalar yarattığı gözlenmiştir.



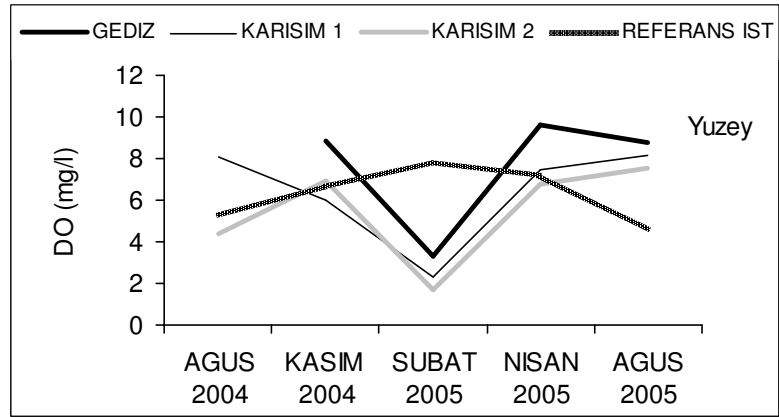
Şekil 3.21 1 Ağustos 2005 örneklemesine ait maksimum ve secchi disk derinlikleri değişimi

3.2.1.6 Çözünmüş Oksijen (DO), pH

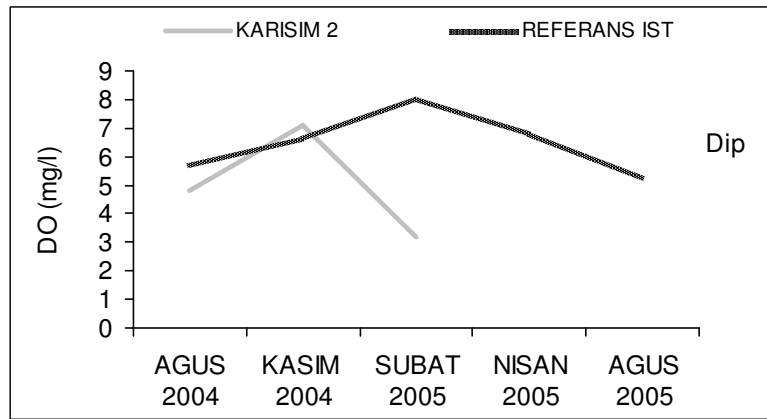
Çalışma süresince, araştırma alanında çözünmüş oksijen (DO) değerindeki değişimi iki ana bölümde (yüzey ve dip suyu) ve 4 gruba ayırarak değerlendirebilirsek (Gediz nehir hattı, K1 hattı, K2 hattı, Körfez referans hattı): Gediz, K1 ve K2 hatlarının yüzey suyunda özellikle Şubat 2005 örneklemesinde en düşük oksijen değerine (1,7 ila 3,3 mg/l arasında) sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.22a). Aynı tarihte referans hattındaki istasyonlar için ise en yüksek oksijen değeri (7,85 mg/l) göze çarpmaktadır. Gediz, K1, K2 hatları için en yüksek oksijen girdilerine ise Kasım 2004 ve Nisan 2005’deki bahar seferlerinde rastlanmıştır. Şubat, Nisan ve Ağustos 2005 örneklemesinde Gediz’den körfeze doğru, K1, K2 hatları doğrultusunda hareket ettikçe, sudaki DO oranı düşmektedir. Sadece iki derinlik değerine sahip olabilen K2 hattı için Ağustos 2004, Kasım 2004, Şubat 2005 örneklemelelerinde dipte bulunan DO değeri yüzeydeki değişime paralellik

göstermektedir. Benzer şekilde körfez referans istasyonuna ait dipteki çözünmüş oksijen değişiminde yüzeye paralellik göstermiş. Referans istasyonu için dipte en yüksek oksijen değeri 8,04 mg/l ile Şubat ayında gözlenmiştir (Şekil3.22 b).

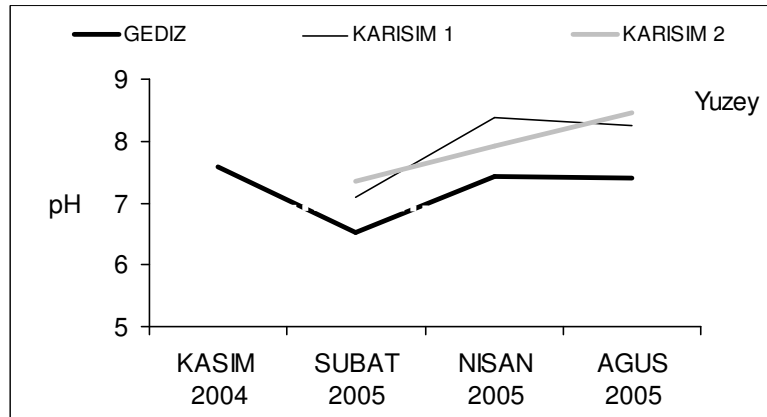
Bölgenin pH değerini incelersek, Gediz istasyonunun sadece Şubat 2005 örneklemeinde asitik karakter ($pH < 7$) gösterdiği, diğer örnekleme dönemlerinde bazik karakter ($pH > 7$) gösterdiği gözlenmektedir (Şekil3.22 c). Karışım hattındaki istasyonlarda ise bazik karakter rastlanırken, Gediz'in asidik özellik gösterdiği Şubat ayında körfeze doğru ilerledikçe suyun yapısının önce nötr, sonra bazik yapıya dönüştüğü görülmektedir. K1 hattındaki mevsimsel değişimler artışlar ve azalışlar Gediz hattındaki değişimlere paraleldir. Gediz'de pH 6,52 ile 7,58 arasında, K1 hattında 6,84 ile 8,57 arasında değişmiştir. K2 hattında ise bazik oran kıştan yazaya doğru artış göstermiştir. K2 hattında ise pH 7,07 ile 8,54 arasında değişmiştir. Üretimin çok olduğu Nisan ayında ise pH 7,07 ile 8,57 arasında değiştiği gözlenmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.22 a: Çözünmüş oksijen değerinin yüzeydeki mevsimsel ve bölgesel değişimi. b: Çözünmüş oksijen değerinin dip derinlikte mevsimsel ve bölgesel değişimi. c: pH değerinin 0m'deki mevsimsel ve bölgesel değişimi.

3.2.2 Kimyasal Değişkenler

İncelemede ölçülen bütün parametrelere ait korelasyon sonuçları Tablo 3.4 ve Tablo 3.5’de verilmiştir. Ayrıca Ek1’de ana parametrelerin mevcut istasyonlar için derinlik boyunca mevsimsel değişimi, Ek 2 ve Ek 3’de ise yüzey değişimleri verilmiştir. Kimyasal parametrelerin uygun istasyonlar için derinlik boyunca değişiminde, karışım hattında yer alan istasyonların dipte daha düşük, yüzeyde ise dibe göre daha yüksek bir konsantrasyona sahip olduğu görülmüştür. Yüzeysel taşımının gözlemlendiği alanda bu durum beklenen bir olgudur. Tuzlu suya geçişin olduğu bölgelerde partikül ve çözünmüş madde konsantrasyonları oldukça azalmıştır. Referans istasyonlarında ise su kolonu boyunca artışın yada azalışın 5 ila 20 m arasında meydana geldiği görülmüştür. Ek 5’de besin tuzlarının (partikül/çözünmüş) tuzlulukla değişimleri mevsimsel olarak gösterilmiştir. Genel olarak bütün besin tuzlarının östarinde çökelerek yada sistem tarafından yakalanarak kullanıldığı (non-conservative) gözlenmiştir.

3.2.2.1 Partikül Madde Taşınımı

Çalışma süresinde istasyonların yüzey sularında ölçülen partikül maddelerin konsantrasyonları Tablo 3.6’de gösterilmiştir.

3.2.2.1.1 Askıda Katı Madde (AKM). Su kolonu boyunca askıda bulunan partikül maddelerin içeriği çeşitlidir. Bu içerikte canlı partiküller (fitoplanktonlar , zooplanktonlar, bakteriler), cansız formda bulunan maddeler, çevreden kanalizasyon veya atık su ile yada tarlalardan sulama suyu ile ortama taşınan organik maddeler, inorganik maddeler ve sedimentten geri havalanarak ortama katılan maddeler yer almaktadır (Turner, 2002). Partikül organik karbon, partikül organik azot, klorofil-a , toplam partikül fosfat su kolonunda askıda bulunan partikül maddelerdir. AKM’nin mevsimsel değişiminde, debinin en yüksek ($123 \text{ m}^3/\text{sn}$) olduğu dönemde (Şubat 2005) taşınan partikül madde miktarının de en yüksek (526 mg/l) değerdedir (Şekil 3.23a.). Diğer dönemlerde AKM miktarının nehri ağzından karışım hattı boyunca maksimum $22,7 \text{ mg/l}$ olduğu görülmektedir.

Tablo 3.4 Yüzey suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki korelasyon katsayıları. (n=18, p<0.05). (İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar koyu olarak belirtilmiştir)

	Tuzluluk	sıcaklık	yoğunluk	ph	DO	Chl	PP	POC	PON	AKM	TDP	OPO4P	DOP	DOC	N02	NO3	NH4	Si
Tuzluluk	1.00																	
sıcaklık	0.51	1.00																
yoğunluk	0.99	0.41	1.00															
ph	0.45	0.37	0.44	1.00														
DO	0.37	0.61	0.32	0.55	1.00													
Chl	-0.13	0.02	-0.13	0.26	0.41	1.00												
PP	-0.75	-0.75	-0.71	-0.62	-0.83	-0.06	1.00											
POC	-0.61	-0.54	-0.57	-0.39	-0.35	0.37	0.68	1.00										
PON	-0.51	-0.64	-0.47	-0.60	-0.53	-0.26	0.69	0.53	1.00									
AKM	-0.50	-0.62	-0.46	-0.53	-0.67	-0.36	0.77	0.59	0.86	1.00								
TDP	-0.11	-0.11	-0.10	0.06	0.40	-0.15	-0.27	-0.35	-0.07	-0.22	1.00							
OPO4P	-0.11	-0.09	-0.10	0.07	0.40	-0.15	-0.28	-0.35	-0.08	-0.24	1.00	1.00						
DOP	-0.12	-0.15	-0.11	0.05	0.39	-0.16	-0.24	-0.32	-0.05	-0.18	0.98	0.97	1.00					
DOC	-0.63	-0.76	-0.57	-0.45	-0.36	-0.25	0.60	0.44	0.65	0.66	0.47	0.45	0.50	1.00				
N02	-0.47	-0.52	-0.42	0.08	-0.18	0.51	0.45	0.55	0.13	0.15	-0.07	-0.09	-0.04	0.28	1.00			
NO3	-0.48	-0.43	-0.44	-0.04	-0.11	0.62	0.45	0.69	0.28	0.28	-0.31	-0.32	-0.29	0.21	0.80	1.00		
NH4	-0.62	-0.85	-0.55	-0.37	-0.48	-0.20	0.65	0.27	0.55	0.53	0.46	0.44	0.51	0.87	0.47	0.25	1.00	
Si	-0.73	-0.73	-0.69	-0.59	-0.75	-0.40	0.85	0.34	0.68	0.73	0.12	0.12	0.14	0.78	0.20	0.16	0.81	1.00

Tablo 3.5 Tüm derinlik değerleri için bazı fiziksel ve kimyasal parametreler arasında korelasyon katsayıları (n=55, p<0.05). (İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar koyu olarak belirtilmiştir. Gölgeleştirme yapılan hücreler ise 0m'de anlamlı yada anlamsızken derinlik boyutu hesaba katılmadığında istatistiksel özelliği değişen parametrelerdir.)

	Tuzluluk	sıcaklık	yoğunluk	Chl	PP	POC	PON	AKM	TDP	OPO4P	DOP	DOC	N02	NO3	NH4	Si
Tuzluluk	1.00															
sıcaklık	0.32	1.00														
yoğunluk	1.00	0.23	1.00													
Chl	-0.59	-0.18	-0.58	1.00												
PP	-0.74	-0.51	-0.72	0.48	1.00											
POC	-0.71	-0.45	-0.69	0.68	0.86	1.00										
PON	-0.50	-0.51	-0.48	0.16	0.76	0.68	1.00									
AKM	-0.53	-0.46	-0.51	0.10	0.81	0.68	0.89	1.00								
TDP	-0.45	-0.14	-0.45	0.26	0.12	0.12	0.09	0.00	1.00							
OPO4P	-0.44	-0.12	-0.44	0.26	0.09	0.11	0.07	-0.01	0.99	1.00						
DOP	-0.44	-0.18	-0.43	0.25	0.17	0.16	0.14	0.06	0.95	0.91	1.00					
DOC	-0.70	-0.50	-0.67	0.37	0.82	0.73	0.73	0.75	0.46	0.41	0.57	1.00				
N02	-0.76	-0.36	-0.74	0.77	0.71	0.76	0.39	0.42	0.46	0.46	0.42	0.63	1.00			
NO3	-0.71	-0.35	-0.69	0.82	0.77	0.86	0.52	0.53	0.18	0.17	0.20	0.66	0.88	1.00		
NH4	-0.77	-0.45	-0.75	0.47	0.73	0.61	0.55	0.57	0.70	0.69	0.68	0.80	0.83	0.65	1.00	
Si	-0.79	-0.47	-0.77	0.31	0.86	0.65	0.70	0.74	0.47	0.47	0.46	0.83	0.69	0.61	0.90	1.00

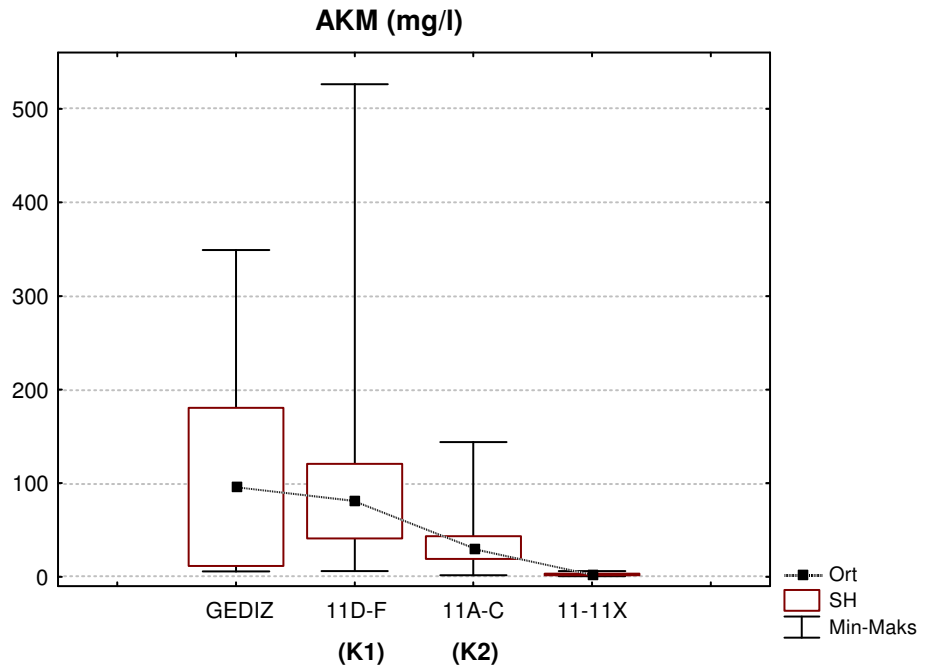
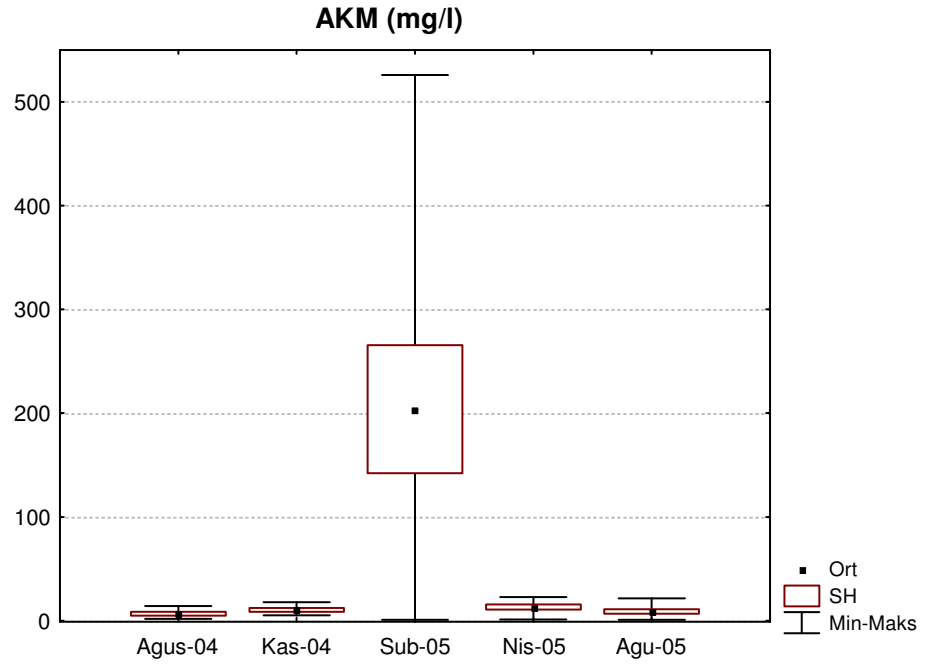
Tablo 3.6 Yüzeý suýu için istasyonların tuzluluk, sıcaklık ve partikül madde deęerleri.

MEVSİM	BOLGE	ISTASYON	TUZLULUK (psu)	SICAKLIK (C)	POC (µM)	PON (µM)	PP (µM)	Chl-a (µg/l)	AKM (mg/l)
YAZ (06.08.2004)	K1	11D	37,92	28,89	x	x	0,29	0,12	7,4
		11E	21,53	28,81	47,3	8	0,47	0,04	14
		11F	1,83	26,50	109	14,9	1	3	11,8
		11G	39,62	26,75	114	16,1	X	0,24	11,6
	K2	11A	39,52	24,33	5,5	0,24	0,04	0,08	3,4
		11B	39,28	24,40	5,7	1,08	0,05	0,01	2,4
		11C	39,22	24,43	x	x	0,04	0,2	1,9
KRF.REF	11	39,45	24,47	6,1	6,11	0,02	0,03	1,9	
SONBAHAR (06.11.2004)	Gediz	Gediz	4,96	12,77	52,1	111	0,94	0,8	6,7
	K1	11D	13,16	17,31	16,8	2,09	0,12	0,14	6,1
		11E	10,63	17,31	85,1	11,8	0,48	2,66	17,7
		11F	11,09	18,48	72,3	10,8	0,42	2,71	15,6
	K2	11A	12,78	19,04	45,9	6,3	0,28	1,19	5,2
		11B	13,01	19,12	20,9	3,8	0,15	0,83	12,3
		11C	13	19,07	22,1	4,01	0,18	0,87	13,5
KRF.REF	11	39,31	20,16	13,9	1,8	0,03	0,19	6,1	
KIS (18.02.2005)	Gediz	Gediz	0,29	9,95	340	599	3,7	2,43	349
	K1	11D	2,82	12,51	275	157	3,14	2	199
		11E	3,02	11,14	361	279	3,32	0,36	409
		11F	2,7	11,38	290	405	3,61	1,29	526
	K2	11A	4,1	13,19	114	116	3,03	3,71	64
		11B	1,5	12,35	273	85,5	4,21	4,28	137
		11C	2,5	13,58	231	78	2,98	0,43	144
KRF.REF	11X	30,3	13,41	20,9	3,9	0,13	0,08	5,8	
11	36,7	13,0	6,7	5,9	0,01	0,32	0,9		
ILKBAHAR (16.04.2005)	Gediz	Gediz	20,7	17,48	432	51,9	1,83	8,51	22,7
	K1	11D	18,2	18,21	246	33,3	1,12	4,51	16,7
		11E	14,41	18,22	198	26,1	1,15	6,08	18
		11F	17,5	16,68	204	27,8	0,95	5,51	12,7
	K2	11A	34,2	19,22	110	23,4	0,73	2,02	11,1
		11B	20,9	17,16	126	16,9	1,06	3,71	18
		11C	15	16,97	112	18,1	1,13	4,6	16
KRF.REF	11X	38,86	15,61	1,36	BDL	0,04	0,13	1,3	
11	38,75	15,86	17,1	3,1	0,07	0,16	1,5		
YAZ (01.08.2005)	Gediz	Gediz	8,54	28,74	82,5	46	0,26	0,12	5,7
	K1	11D	18,36	27,6	2048	219	0,53	0,07	6
		11E	18,86	27,47	58,5	45	0,53	0,03	15,3
		11F	32,06	27,9	121	44	0,47	0,06	9,3
	K2	11A	36,49	26,86	30,6	55	0,36	0,04	21,4
		11B	23,15	27,18	35,7	53	0,21	0,05	6
		11C	37,67	26,63	30,5	23	0,46	0,01	12,7
KRF.REF	11X	39,4	24,69	38,7	103	0,07	0	0,8	
11	39,41	25,58	49,2	36	0,07	0,01	2,4		

25 mg/l ve daha düşük AKM değerine sahip suların normal temiz su olarak kabul edildiği düşünülürse (Egemen, 2005) Şubat ayı dışındaki diğer dönemlerde nehirden taşınan su AKM bakımından limitler dahilindedir. Özellikle taşımın yüksek olduğu Şubat örneklemesinde ise nehirde taşınan tatlı suyun balıkların yaşaması için gerekli standartın üstünde olduğu görülmektedir (AKM > 80 mg/l) (Edmondson, 1991; Egemen, 2005). Şubat 2005 örnekleme dışında referans istasyonlarında ölçülen AKM miktarı (su kolonunda maks. 7,02 mg/l , yüzeyde maks. 6,01 mg/l) ise deniz balıkları için seçilen limitlerin (2mg/l) üstünde olduğu gözlenmiştir (Equinox, 1990).

AKM miktarında nehir ağzından referans istasyonuna doğru uzaklaştıkça azalma görülmektedir (Şekil 3.23 b). Ayrıca AKM' nin tuzluluk değişimi ile arasında negatif ve anlamlı bir ilişki olduğunda korelasyon tablosundan (Tablo3.5) görülmektedir. Bölgede taşınımında ikinci etki ise tuzluluk dağılımında da gözlemlendiği gibi rüzgarın esiş yönü ve şiddetidir. Rüzgarın AKM üzerindeki etkisi EK 3'den görülmektedir. Fakat bu konudaki en büyük rolü tabiki debi üstlenmektedir.

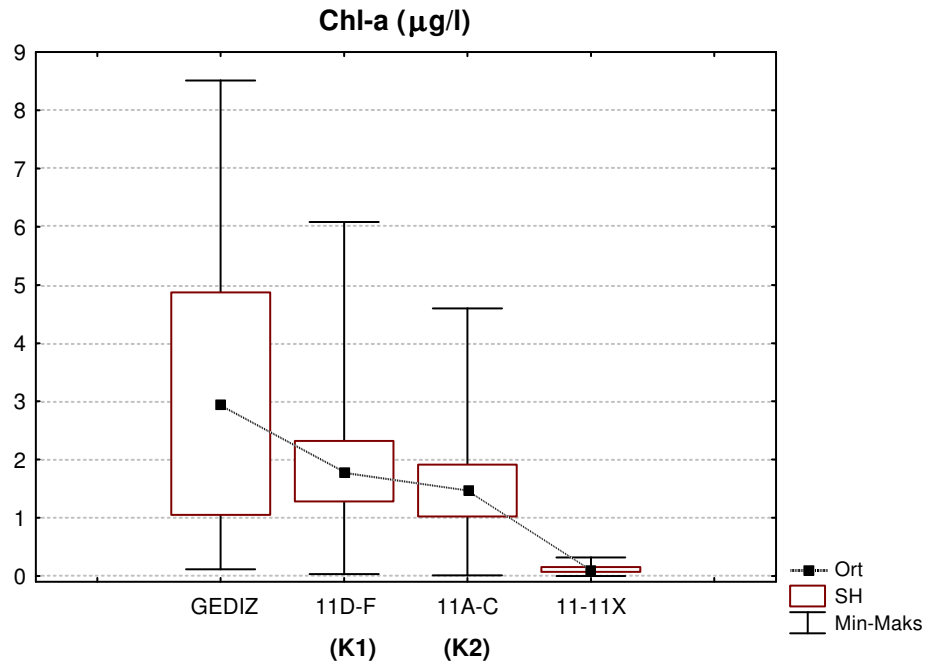
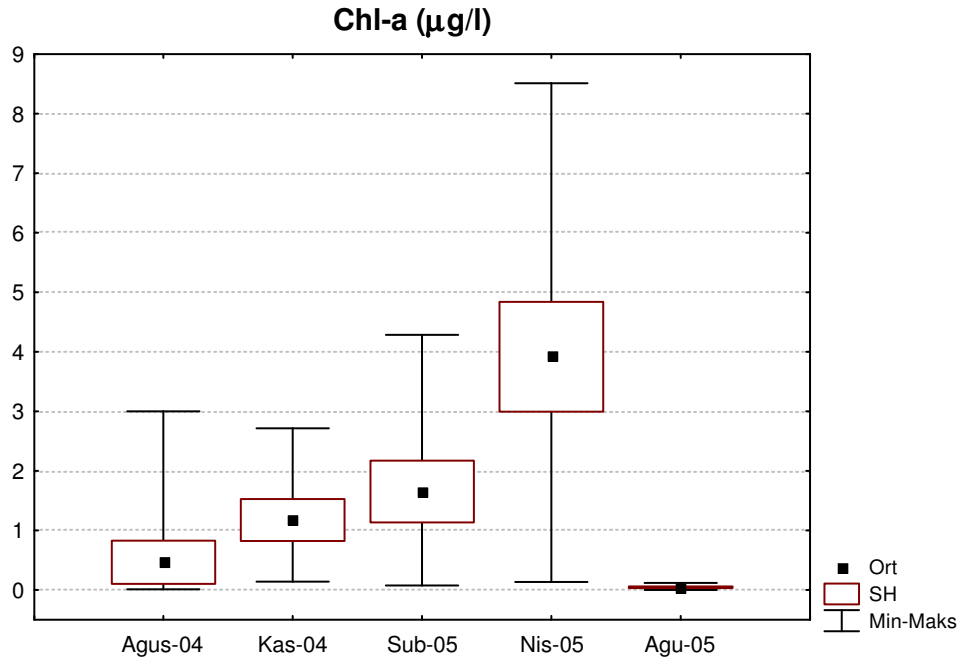
Daha önceki yıllarda nehrin üzerinde yapılan çalışmalarda Gediz Nehri'ni temsil eden, istasyonumuza en yakın konumda seçilmiş noktadan (Menemen Köprüsünden) alınan örneklerde AKM miktarı ortalama 38,3 mg/l (Maks. 89,6 mg/l) olarak bulunmuştur (Batki, 2002). Bu değer, çalışma süresince Şubat 2005 örnekleme hariç Gediz ağzında ölçülen ortalama değer (~ Ort 11,68 mg/l) oldukça üstündedir. Gediz ağzında Şubat 2005 örnekleme dahil ölçülen ortalama değer ise 96,01 mg/l'dir.



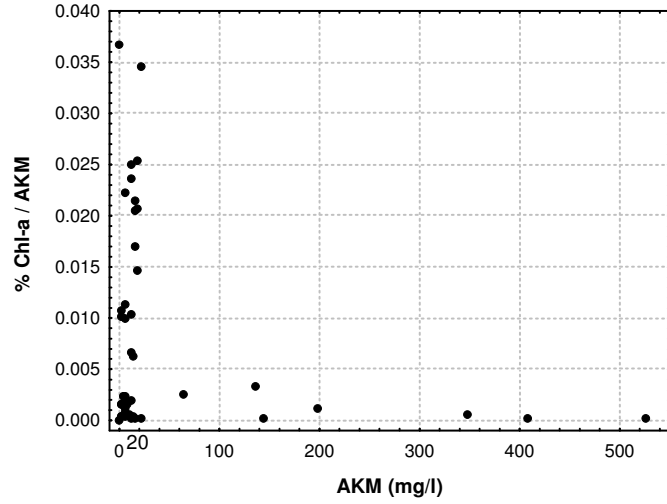
Şekil 3.23 a: AKM değerlerinin yüzey suyuındaki mevsimsel minimum, maksimum, ortalama dağılımı. b: AKM' nin inceleme periyodu içinde bölgesel değişimi. K1- K2 karışım hatlarıdır.

3.2.2.1.2 *Klorofil-a (Chl-a)*. Genellikle yüzeyden yayılarak körfeze doğru ilerleyen az tuzlu su için en yüksek Chl-a değerine (8,51 µg/l Gediz istasyonu) canlı organizma faaliyetlerinin arttığı Nisan 2005 örneklemede rastlanmıştır (Şekil 3.24 a). Şubat ve Kasım örneklemede bir haftalık radyasyon miktarı ve hava sıcaklıkları arasında çok fazla farklılık gözlenmezken, Şubat'ta secchi disk derinliği yani ışığın ilerleyebildiği derinlik değeri (%2 - %17) oldukça düşmüştür (Şekil3.1). Buna rağmen Şubat ayında Kasım'a göre daha yüksek klorofil değerine rastlanmaktadır. Bölgesel olarak en yüksek ortalama Chl-a değeri (3 µg/l) ise Gediz istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3.24 b). K1 ve K2 hattı boyunca referans istasyonuna doğru ilerledikçe ortalama klorofil değerinin düştüğü görülmektedir. Chl-a yayılımının nehir ağzından itibaren karışım hattı boyunca tuzluluk değişimine benzer, fakat ters orantılı olarak değiştiği görülmüştür (Bakınız Ek2). Atık su deşerjının yapıldığı bölgelerde ortama fazla nutrient girişi sonucu yüksek oranda fotosentetik aktivite olacağından buna bağlı olarak bu bölgelerde yüksek Chl-a sonuçlarına da rastlanabileceği ifade edilmiştir (Uslu ve Turkman 1987). Nehir suyuyla taşınan makro ve mikro besin tuzlarının yüksek miktarda olmasına karşın, Chl-a göreceli olarak yüksek olmasına rağmen, beklenen seviyenin altında ölçülmüştür.

Chl-a' nin AKM miktarı ile değişimine bakıldığında iki parametre arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmazken (Tablo 3.5), AKM miktarındaki artışa paralel bir artışın AKM içindeki Chl-a yüzdesinde gözlenmediği görülmektedir (Şekil 3.25).

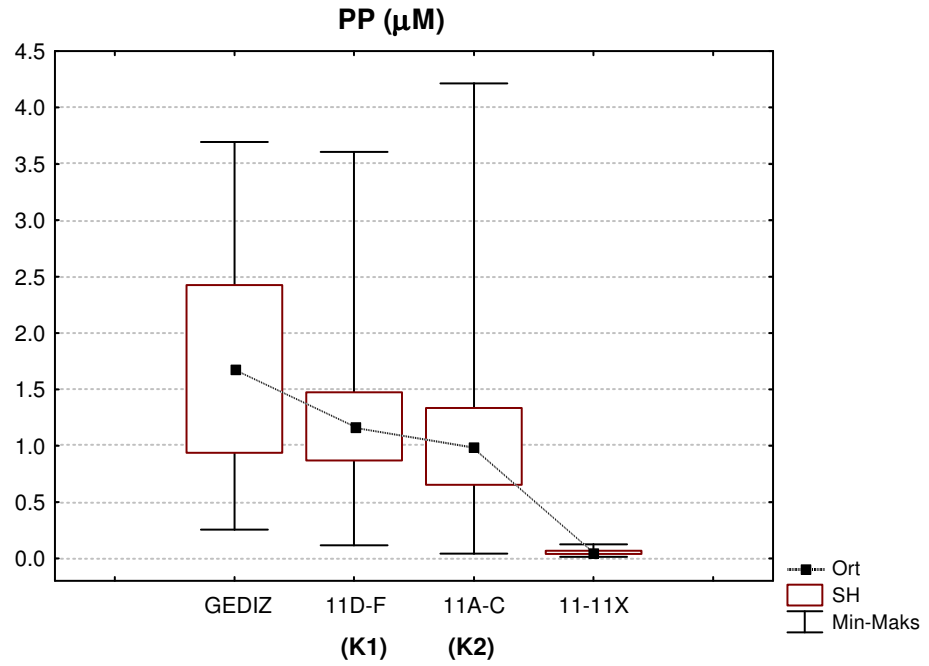
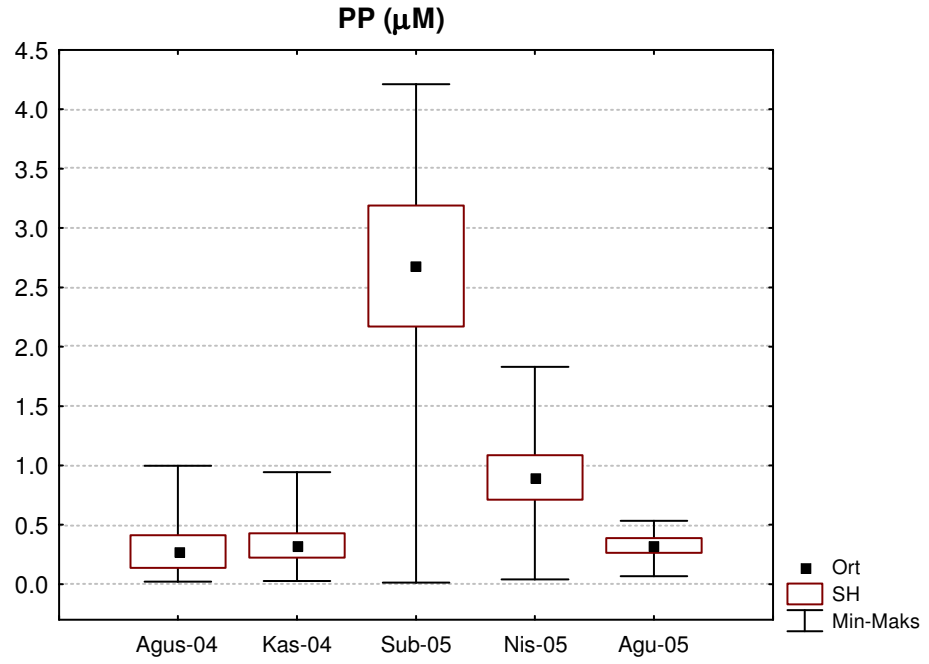


Şekil 3.24 a: Klorofil-a değerlerinin yüzey suyunda mevsimsel minimum, maksimum ve ortalamaların dağılımı. b: Klorofil-a'nın bölgesel değişimi. K1- K2 karışım hatlarıdır.



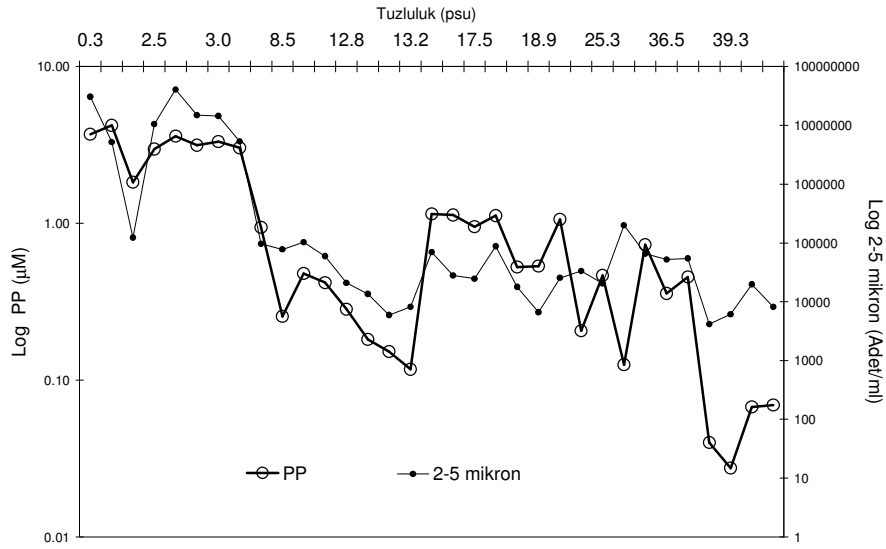
Şekil 3.25 AKM içerisindeki Chl-a yüzdesinin AKM miktarı ile değişimi

3.2.2.1.3 *Partikül Fosfat (PP)*. Canlılar için önemli bir parametre olan fosfatın partikül formunun değişimini incelediğimizde, bölgeye en yüksek girdinin ($4,2 \mu\text{M}$) Şubat 2005 örnekleme sırasında olduğu görülmüştür (Şekil 3.26a). Bölgede taşınımı belirleyen en önemli faktör olan debi değerlerine Tablo 3.1' den baktığımızda bu dönemin en yüksek debi değerinin ve aynı zamanda en yüksek yağışın olduğu dönem olduğu görülmektedir. Havzayı çevreleyen tarlaların yağmur suları ile yıkanması ve bu suların nehre karışarak yüksek debi ile nehrin ağzına kadar taşınması, gözlenen yüksek partikül fosfat konsantrasyonu açıklamaktadır. Bölgesel bağlamda partikül fosfatın değişimini incelediğimizde, en yüksek ortalama değere ($1,6 \mu\text{M}$) Gediz Nehri'nin ağzında rastlarken, referans istasyonuna doğru konsantrasyonun azaldığı görülmektedir (Şekil 3.26b). Referans istasyonunda bulunan en yüksek PP değeri 11X' de ve Şubat ayında $0,13 \mu\text{M}$ 'dur. Bu değer önceden İzmir körfezinde yapılan çalışmalarda dış körfez için verilen ortalama PP değeri aralığından ($0,01-0,1 \mu\text{M}$) (Bizsel, 2000) göreceli olarak yüksektir. Fakat bu dönemde referans istasyonu olarak seçilen 11X istasyonu yüksek debisinde etkisi ile nehrin etkisi altında kalmıştır. Zira bir sonraki referans istasyonu olan ist 11' de PP değeri $0,01 \mu\text{M}$ değerine düşmüştür. Bu durum dışında genel olarak referans istasyonlarında rastlanan en yüksek PP değeri $0,07 \mu\text{M}$ 'dur. Bu daha önceden İzmir körfezinde yapılan çalışmalarda dış



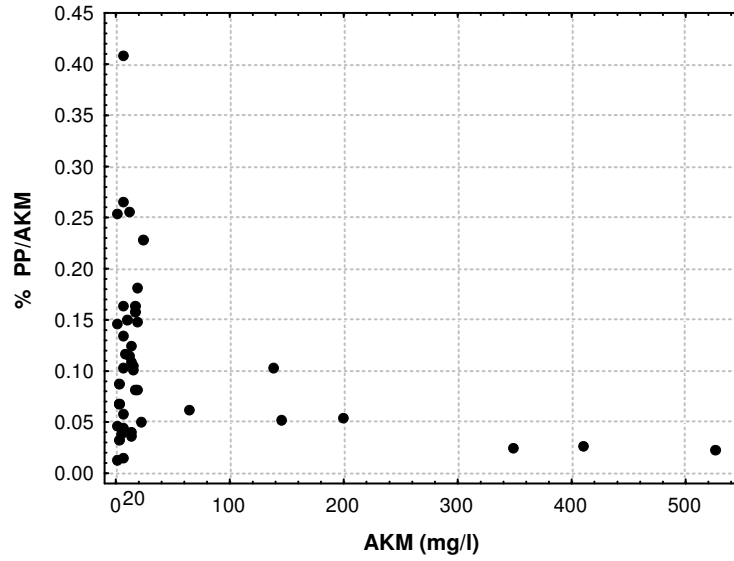
Şekil 3.26 a: Partikül fosfat değerlerinin yüzeysuyu için mevsimsel değişimi. b: Partikül fosfat değerlerinin yüzeysuyu için bölgesel değişimi.

körfez için verilen ortalama PP değeri aralığındadır. PP'nin kil mineralleri ile (2 - 5 μ boyutundaki partiküller) ile tuzluluk değişime bağlı olarak davranışları izlendiğinde (Şekil 3.27), aralarında paralel bir değişimin olduğu ve PP'nin taşınımın da kil minerallerinin etkisi olduğu görülmektedir.



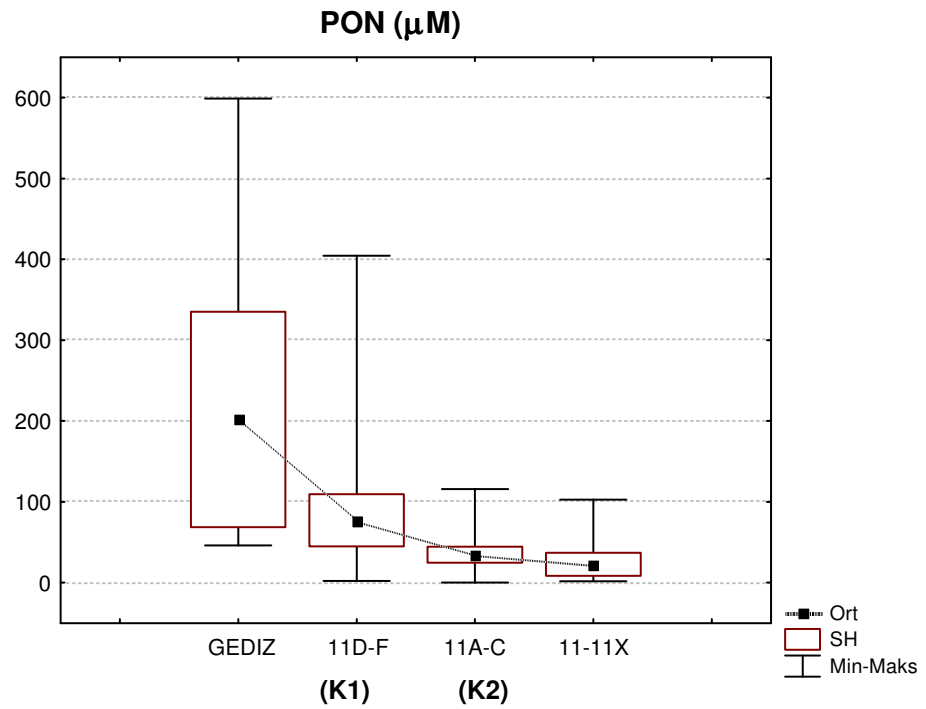
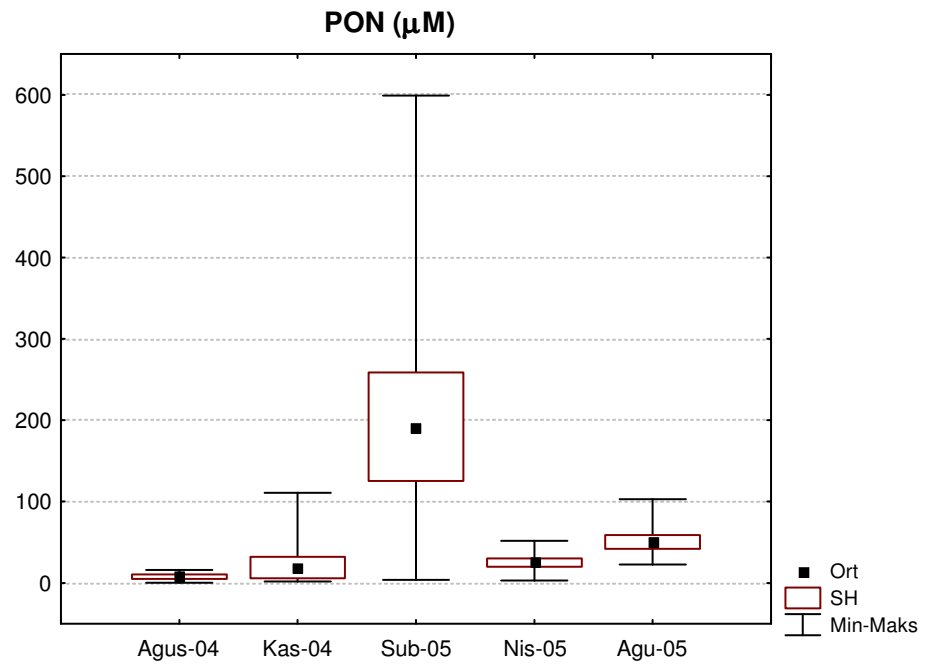
Şekil 3.27 PP'nin 2-5 mikron boyutundaki partiküllerin miktarı ile tuzluluk artışına bağlı olarak değişimi

PP'nin AKM içindeki yüzde değişimine bakıldığında ise AKM değeri ne kadar artarsa artışın içeriğindeki PP yüzdesinin belli bir oranda kaldığı (Ort. % 0,11 ± 0,08) görülmektedir. Şubat örneklemede artan AKM miktarına karşın (>40 mg/l) içeriğindeki PP yüzdesi azaldığı gözlenmektedir. Bu durum korelasyon tablosunda da (Tablo 3.5) görüldüğü gibi PP'nin AKM ile pozitif yönlü bir ilişki içermesine rağmen, tuzlulukla arasında negatif yönlü bir ilişki göstermesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 3.28). Özellikle AKM miktarındaki artışa rağmen eğer ortamın tuzluluk değeri aynı oranda artmıyorsa, bu durumda birbirini frenliyen bir mekanizma gözlenmektedir.



Şekil 3.28 AKM içindeki PP yüzdesinin yüzey suyu için AKM miktarı ile değişimi

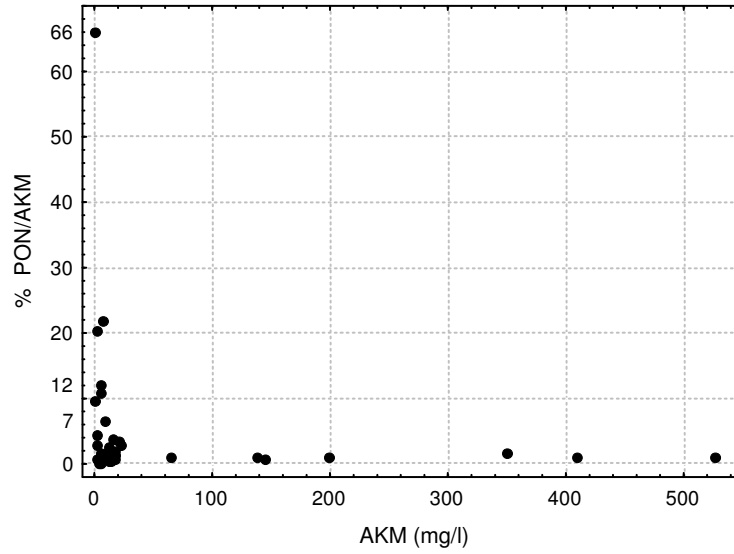
3.2.2.1.4 *Partikül Organik Azot (PON)*. Örnekleme döneminde yapılan ölçümler sonucunda ortama en yüksek partikül organik azot (PON) girdisi (maks. 598,78 μM ; ort. 192,04 μM) Şubat döneminde gözlenmiştir (Şekil 3.29 a). Bu dönem debinin ($123\text{m}^3/\text{sn}$) ve bir haftalık periyotta en fazla yağışın ($117,2\text{ kg/m}^2$) gözlendiği dönemdir. Böylece çevre tarlardan taşınan ve nehre ulaşan taze girdiyi (azot bazlı organik gübrenin) örnekleme yaptığımız günde bozunmadan, yeni girdi şeklinde hemen yakalandığı düşünülmektedir. Fakat yüksek azot değerlerinin CHN aletinden kaynaklanan bir hatadan yüksek ölçülebilmeye olabileceği de gözönüne alınmalıdır. Ayrıca AKM ile PON arasındaki pozitif yönlü anlamlı ilişki ve tuzlulukla PON arasındaki negatif yönlü anlamlı ilişki, tatlı su girdisinin fazla, taşınan AKM miktarının fazla olduğu bu dönemde taşınımın bozunma sürecinden hemen önce gerçekleşebileceğini açıklamaktadır (Tablo 3.5). Bölgesel olarak PON dağılımını incelediğimizde ise diğer partiküllerde gözlenen benzer davranış PON içinde gözlenmektedir. Nehir ağzından referans istasyonuna doğru ilerledikçe ortamdaki ortalama PON miktarı azalmaktadır (Şekil 3.29 b). Yalnız ortalamadaki bu azalış PP ve Chl-a' daki gibi giderek hızla artan bir eğimle değil tersine giderek yavaşlayan bir eğimlidir.



Şekil 3.29 a: PON değerlerinin yüzey suyu değerlerinin mevsimsel değişimi.

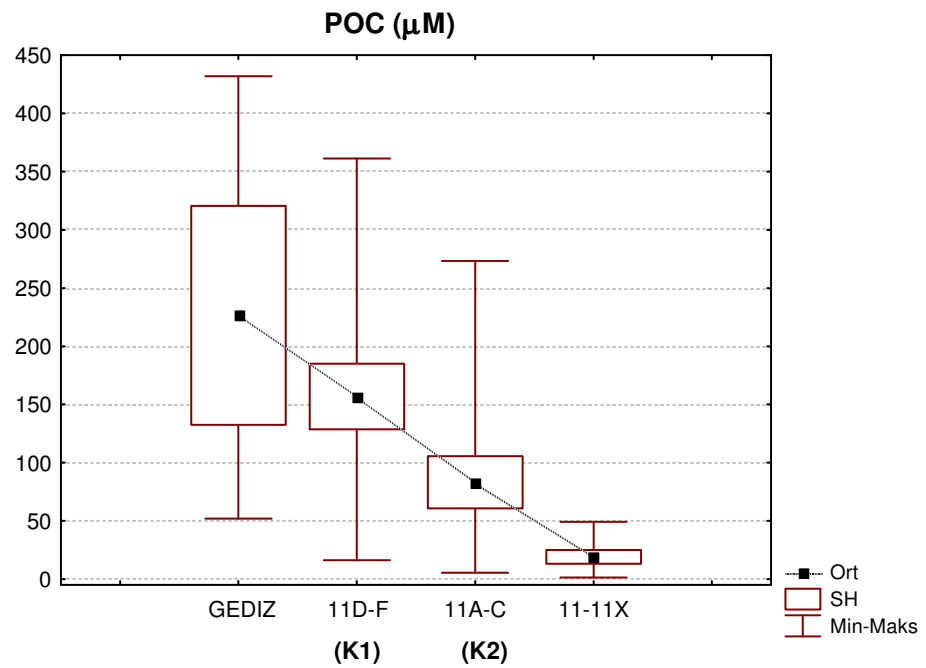
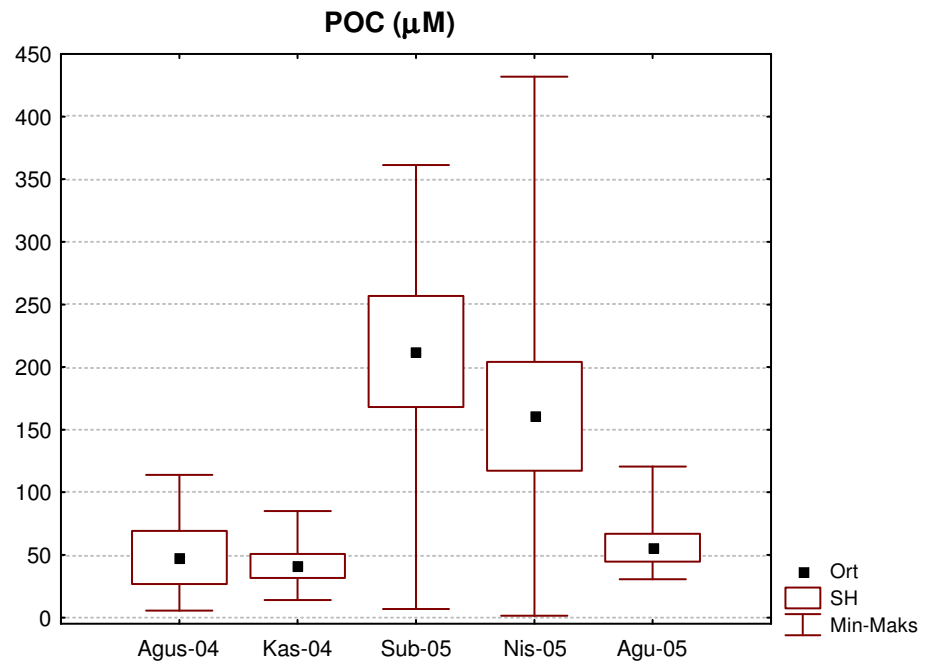
b: PON değerlerinin yüzey suyu değerlerinin bölgesel değişimi

AKM'nin içerisinde yer alan PON miktarına ve bu dağılımın değişimine baktığımızda %66'lık 11X Ağustos 2005 örnekleme dışında, AKM içindeki PON yüzdesinin ortalama $\% 5,04 \pm 11,2$ olduğu görülmektedir (Şekil 3.30) (Bakınız Ek 5).



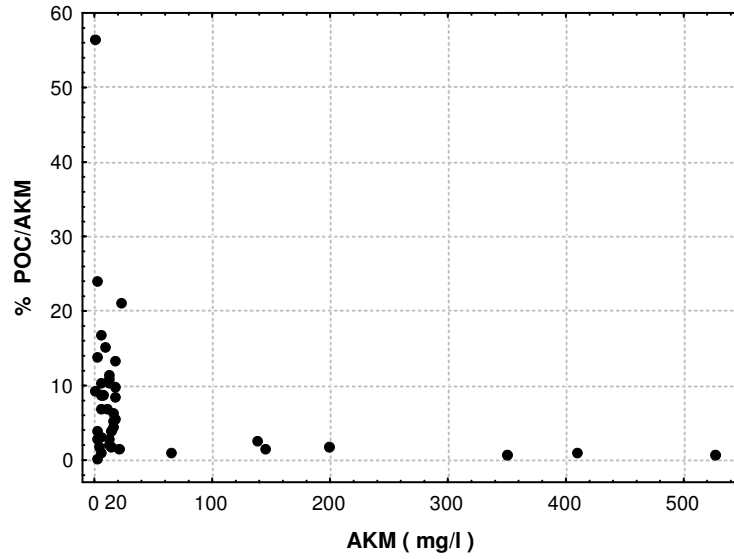
Şekil 3.30 PON'in AKM içerisindeki yüzdesinin AKM ile değişimi.

3.2.2.1.5 Partikül Organik Karbon (POC). POC mevsimsel olarak değişimini incelediğimizde, en yüksek ortalama değer ($212 \mu\text{M}$) Şubat 2005 örnekleme tarihinde ölçülürken, izleme boyunca en yüksek POC değeri ise Nisan 2005' de ($431 \mu\text{M}$ Gediz ist.) ölçülmüştür (Şekil 3.31a). Bu değer Head'in (1976) ve Millero'nun (1996) tanımlamasına ($832 \mu\text{M}$) göre düşük bir sonuçtur. POC' nin nehir ağzından referans istasyonuna doğru yayılımına bölgesel olarak baktığımızda ise oldukça azalarak ilerlediği gözlenmiştir (Şekil 3.31 b). Referans istasyonunda ölçülen maks. AKM değeri ($49,16 \mu\text{M}$), Head'in (1976) östarinlerde bulunan POC miktarı tanım aralığında ($41,6-416 \mu\text{M}$), Millero'nun (1996) tanım aralığının ($8-832 \mu\text{M}$) ise altında gözlenmiştir. Taşınan AKM içindeki POC yüzdesine hesapladığımızda ise AKM' nin ortalama $\% 7,99 \pm 9,8$ 'i POC'nin oluşturduğu görülmektedir (Şekil 3.32). AKM içerisindeki en büyük partikül madde yüzdesine POC sahiptir. Daha sonra ise ikinci büyük yüzde değerine PON oluşturmaktadır (Bakınız Ek 5).



Şekil 3.31 a: POC' nin yüzey suyunda mevsimsel olarak değişimi.

b: POC' nin yüzey suyunda bölgesel olarak değişimi.



Şekil 3.32 AKM içindeki POC yüzdesinin AKM ile değişimi.

AKM miktarı 40 mg/l' den fazla olduğu durumda ise bu yüzde değer ortalama % 1,4'e düşmektedir. Yani POC miktarı taşınan AKM miktarı ne kadar çok artarsa aynı orandan artış göstermemiştir. Yüksek AKM değerine sahip partiküllerin içeriğindeki düşük POC yüzdesi aynen PP'de de gözleendiği gibi POC' nin AKM ile pozitif , tuzluluk ile negatif yönlü anlamlı bir ilişkiye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum AKM arttıkça POC' nin belli bir oranda arttığı, fakat tuzluluk arttıkça POC' nin azalması şeklinde de ifade edilebilir.

POC içeriğine bakıldığında, hem fitoplanktonik hemde fitoplanktonik olmayan organik karbon olarak ayrılabilceği önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Suzumura ve ark., 2004; Wienken ve Cloern, 1987; Meybeck, Cauwet, Dessery, Somville, Gouleau, Bilen, 1988). Fitoplanktonik olmayan organik karbon; ölü organizmalar veya ortama katılan organik karbon içerikli partiküller yada fitoplanktonları yemiş zooplanktonları olabilir. Bu durumda fitoplanktondan kaynaklanan POC değerini hesaplamak mümkündür. Bu hesaplama çeşitli yöntemlerle (Suzumura ve ark., 2004; Wienken ve Cloern, 1987) yapılabilir. POC ile Chl-a arasında yapılan regresyon sonucunda Chl-a'nin 0 olduğu andaki gözlenen POC değeri detrital karbon yani fitoplankton olmayan organik karbon değerini vermektedir (Suzumura ve ark., 2004; Meybeck ve ark, 1988). Bu regresyon işleminden önce veriler ortamın özelliğine göre veriler çeşitli gruplara ayrılır (örneğin tuzluluğa, mevsime göre, derinliğe göre

vs.). Bu çalışmada hesaplamalar sırasında nehrin özellikle yüzeyden yayıldığını gözönüne alarak ilk sadece yüzey suyunda bulunan değerler kullanılarak bir sınıflandırma yapılmıştır. Sonrasında yüzey verileri birinci olarak belli tuzluluk değerlerine, bir başka hesaplamada ise mevsimsel olarak ayrılarak fitokarbon (PhytoC) değerleri hesaplanmıştır. PhytoC’u hesaplayabileceğimiz bir başka yöntem ise Wienken ve Cloern’un (1987) yöntemidir. Burada veriler belirli AKM değerlerine göre gruplandırılır ve seçilen gruplar için POC ile Chl-a arasında korelasyon yapılır. Fakat bu son yöntemde işleme devam etmek için her basamakta hesaplanan korelasyon sonuçları anlamlı çıkmalıdır. Örneklem verileri ile yapılan hesaplamada bazı gruplarda korelasyonda anlamlı ilişki gözlenemediği için Wienken ve Cloern’un (1987) yöntemi ile Phyto C hesabı yapılmaktan vazgeçilmiştir. Ayrıca Wienken ve Cloern’un (1987) yöntemi için daha çok veriye ihtiyaç olduğu da bir başka noktadır. Phyto C hesabında sadece iki farklı gruplandırma ile regresyon sonuçlarına bakıldığında R^2 değerinin mevsimsel sınıflandırma için istatistiksel bakımdan çok daha yüksek anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Phyto C hesabı sonucunda bulunan regresyon değerleri. İstatistiksel olarak anlamlı olan sonuçlar koyu olarak ifade edilmiştir.

Tuzluluk (psu)	R^2	n	Mevsimsel	R^2	n
0-8	0.55	6	Sonbahar	0.84	8
8-20	0.74	12	Kış	0.70	9
20-38	0.84	7	İlkbahar	0.85	9
38>	0.46	7	Yaz	0.84	13

Buna bağlı olarak mevsimsel olarak sınıflandırma yapılarak yüzey suyunda yer alan POC’nin her mevsim ne kadarının Phyto C olduğu hesaplanmıştır (Şekil 3.33). Phyto C’u mevsimsel ve bölgesel olarak değişimide Tablo 3.8’de gösterilmiştir. Phyto C’un bölgesel ve mevsimsel değişime bakıldığında, sonbaharda K1 hattı dışında, Gediz ağzından dış körfeze kadar ortamda bulunan Phyto C’un azalarak ilerlediği bazı mevsimlerde referans istasyonunda 0 değerine kadar düştüğü görülmektedir. Sonbaharda K1 hattında hesaplanan yüksek Phyto C Gediz ağzından gelen yüksek nutrient girişinden kaynaklanabilir. Yaz döneminde POC içindeki Phyto C değeri K1 hattından K2 hattına geçerken yarıdan fazla bir düşüş gösterirken, sonbahar ve kış

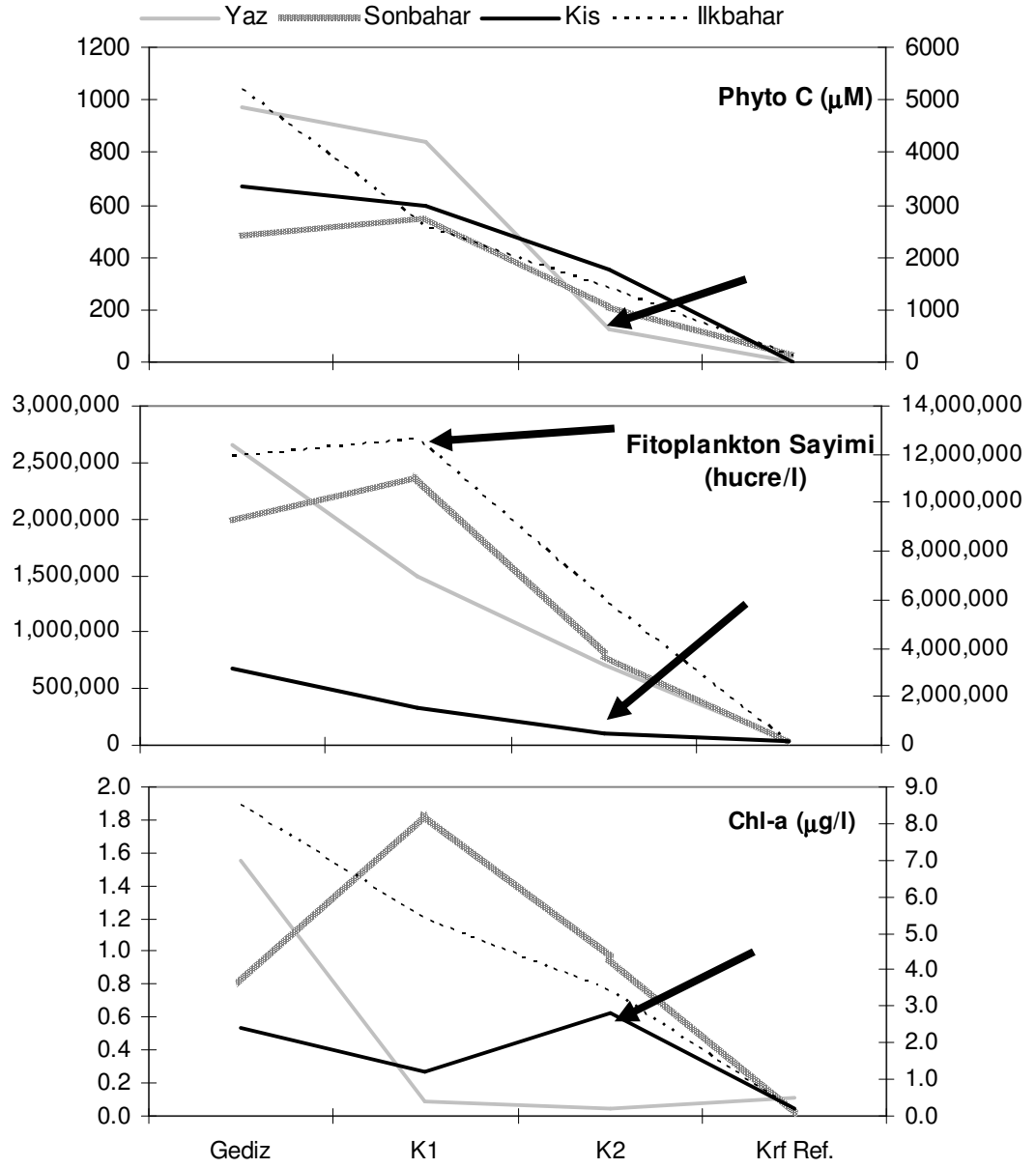
aylarında K1'den K2'ye geçişte daha yavaş bir düşme eğimi gözlenmiştir. Sıcaklığın düştüğü kış mevsiminde karışım hattında hesaplanan yüksek Phyto C değeri partikül madde ve besin tuzlarının o dönemde bölgeye fazla taşınması ile açıklanabilir. Nisan örneklemede ortamdaki POC' nin tamamının Phyto C olduğu yapılan hesaplamalarda bulunmuştur.

Tablo 3.8 Mevsimsel ayırma yöntemi ile hesaplanan Phyto C değerleri ve Phyto C'un POC içerisindeki yüzdesinin mevsimsel ve bölgesel değişimi

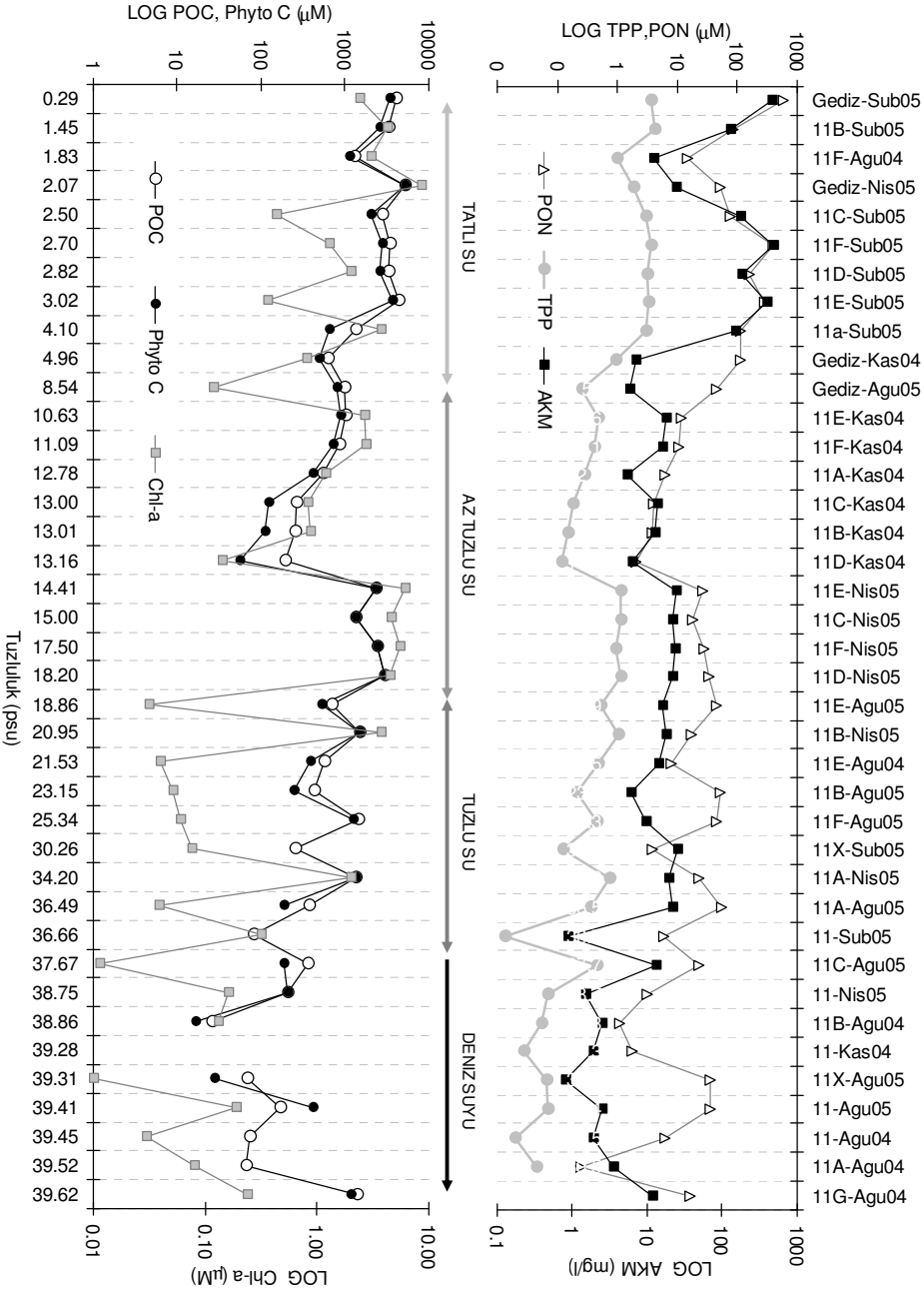
Mevsim	Gediz	K1	K2	Krf Ref.
Yaz	972 (μM) % 84	842 (μM) % 82	125 (μM) % 41	0 (μM) % 0
Sonbahar	485 (μM) % 78	555 (μM) % 80	216 (μM) % 61	27 (μM) % 40
Kış	3367 (μM) % 83	2991 (μM) % 81	1762 (μM) % 71	0 (μM) % 0
İlkbahar	5183 (μM) % 100	2590 (μM) % 100	1394 (μM) % 100	111 (μM) % 96

Elde edilen hesaplama sonuçlarını ortamdaki Chl-a ve fitoplankton sayımları (Bizsel 2008) ile kıyaslandığında, (Şekil 3.33) ilkbaharda K1 hattında fitoplankton sayısının artmasına rağmen ortamdaki Chl-a'nin düşmesinden dolayı Phyto C' değeri düşüktür. Kış döneminde K2 hattında ortamdaki Chl-a değerinin artışından dolayı fitoplankton sayımlarındaki azalmaya benzer olmayan bir eğimle azalma gözlenmiştir. Yaz döneminde ise K2 hattından referans istasyonlarına geçerken Chl-a miktarındaki artışa rağmen hesaplanan Phyto C değerinde ve fitoplankton sayımında benzer bir artış olmadığı Şekil 3.33'de görülmektedir.

Regresyon sonucunda hesaplanan Phyto C ve partikül maddelerin tuzluluk değişimine göre dağılımına baktığımızda, PON, PP, AKM, POC, Chl-a ve Phyto C' nin genel olarak benzer bir değişim gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.34). Chl-a ise daha çok 10 psu tuzluluktan sonra diğer partiküllerle benzer davranışlar göstermiştir. Partikül formda olan maddenin genel olarak tuzluluk değeri arttıkça azaldığında grafiklerden izlenmektedir.



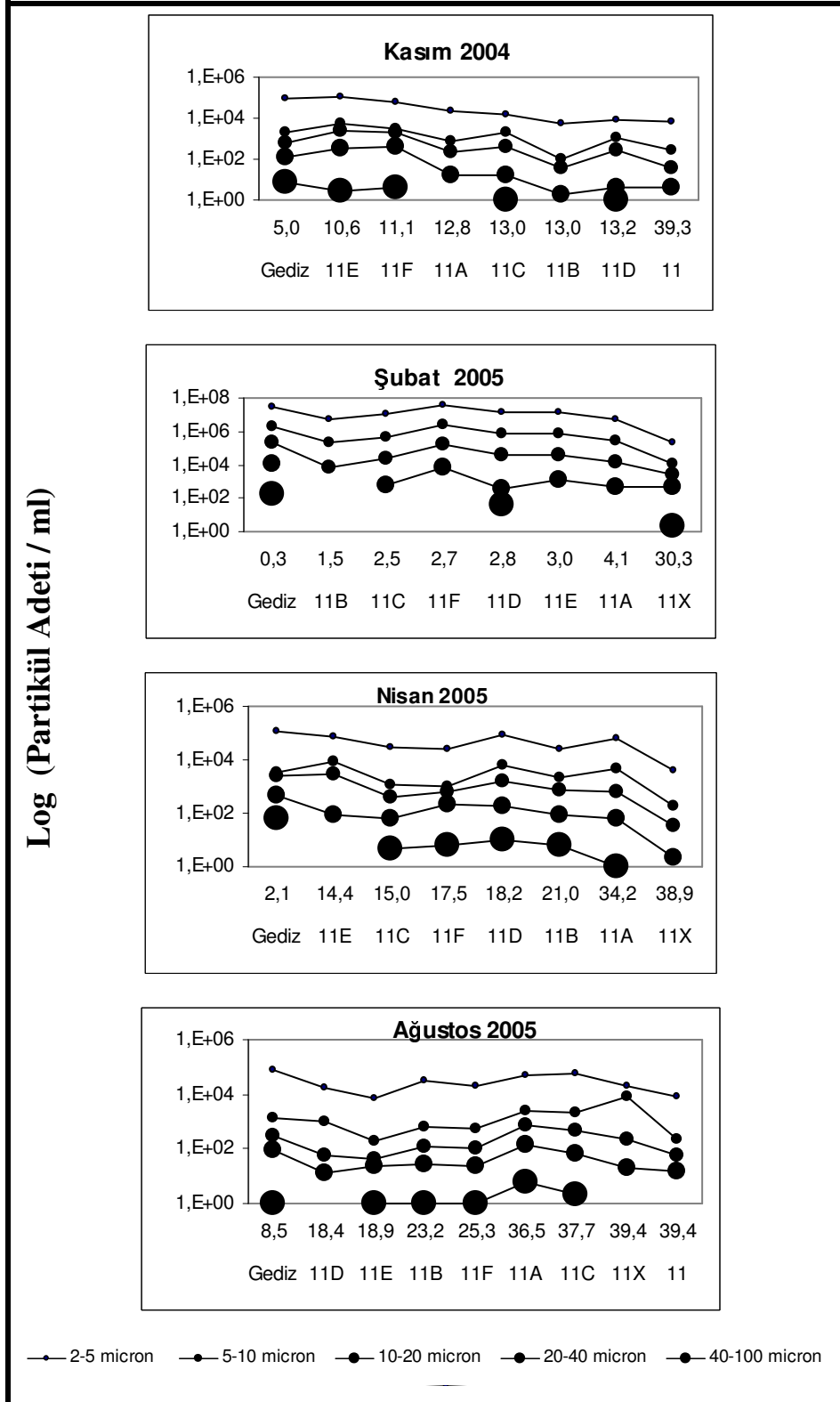
Şekil 3.33 Phyto C, fitoplankton sayımı ve Chl-a 'nin yüzey suyunda bölgesel ve mevsimsel değişimi (Fitoplankton Sayım sonuçları TUBITAK CAYDAG 104Y037 nolu projeden alınmıştır).



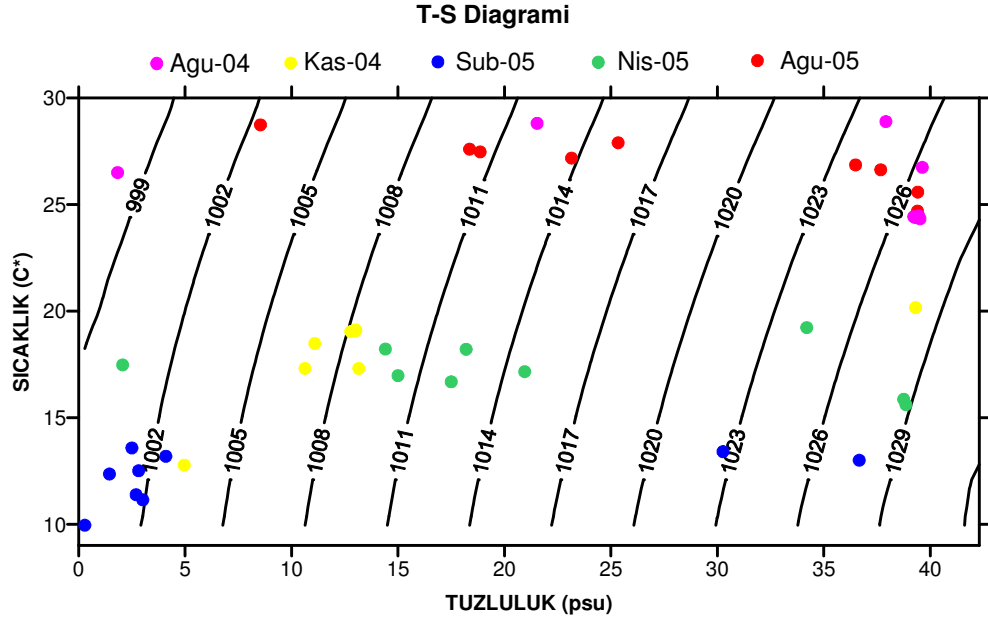
Şekil 3.34 Partikül maddelerin (PP, PON, AKM, POC, Phyto C ve Chl-a) tüm gelişme dönemi boyunca tuzluluk ile değişimi.

3.2.2.1.6 *Partikül Madde Boyut Dağılımı*. Örnekleme dönemi boyunca nehir ağzından yayılan suyun içerdiği farklı boyutlardaki partiküllerin sayılarına bakıldığında, en yüksek AKM girdisinin gözlemlendiği Şubat örneklemesinde, beklenildiği gibi diğer dönemlerden çok daha fazla sayıda partikül sayılmıştır. Partikül sayımı belirli boyut aralıkları için yapılmıştır. Büyük boyutlu partiküllerin (40-100 mikron) genellikle nehir ağzında çökelindiği en küçük boyuttaki partiküllerin ise referans istasyonlarına kadar azalan bir sayı ile taşındığı gözlenmiştir (Şekil 3.35) (Bakınız Ek3).

Kasım ve Şubat aylarında 40 mikrondan küçük partiküllerin; Nisan'da 20 mikrondan küçük partiküllerin; Ağustos 2005'de ise 20 mikrondan büyük partiküllerin AKM dağılımını şekillendirdiği görülmüştür (Bakınız Ek3). Aynı zamanda Ağustos 2005'de 5-10 mikron boyutundaki partiküllerin deniz kaynaklı olduğu ve deniz tabanından havalandırılarak (resuspention) ortama katıldığı görülmüştür. Nisan örneklemesinde büyük (göreceli) boyuttaki partiküllere karışım hattında rastlanmıştır. Nisan örneklemesinde suyun karakterini incelediğimizde, yoğunluğunun Şubat dışındaki diğer aylara göre daha düşük olduğu Şekil 3.36'daki T-S diagramından görülmektedir. Suyun az yoğun olduğu ve debinin de yüksek olduğu dönemlerde büyük boyuttaki partiküllerin karışım alanına kadar taşınma olasılığında artmaktadır. Suyun yoğunluğunun arttığı diğer mevsimlerde ise büyük boyuttaki partiküllerin nehrin ağzında çökmeleri beklenen bir durumdur. Partiküllerin taşınımında su kütlesinin yoğunluğunun önemi olduğu kadar partiküllerin ağırlıklarında önemi vardır. Yoğunluğunun benzer düzeyde olduğu iki dönemde (Kasım ve Nisan: 10-15 psu tuzluluk aralığında) ortamda sayılan büyük boyuttaki bir yada iki tane partikül ya daha hafif olmalarından, yada suyun akış hızının yüksek olmasından dolayı ortamda gözlenmiş olabilir.



Şekil 3.35 Farklı boyutlardaki partiküllerin istasyonlara ve tuzluluğa göre yayılımları.



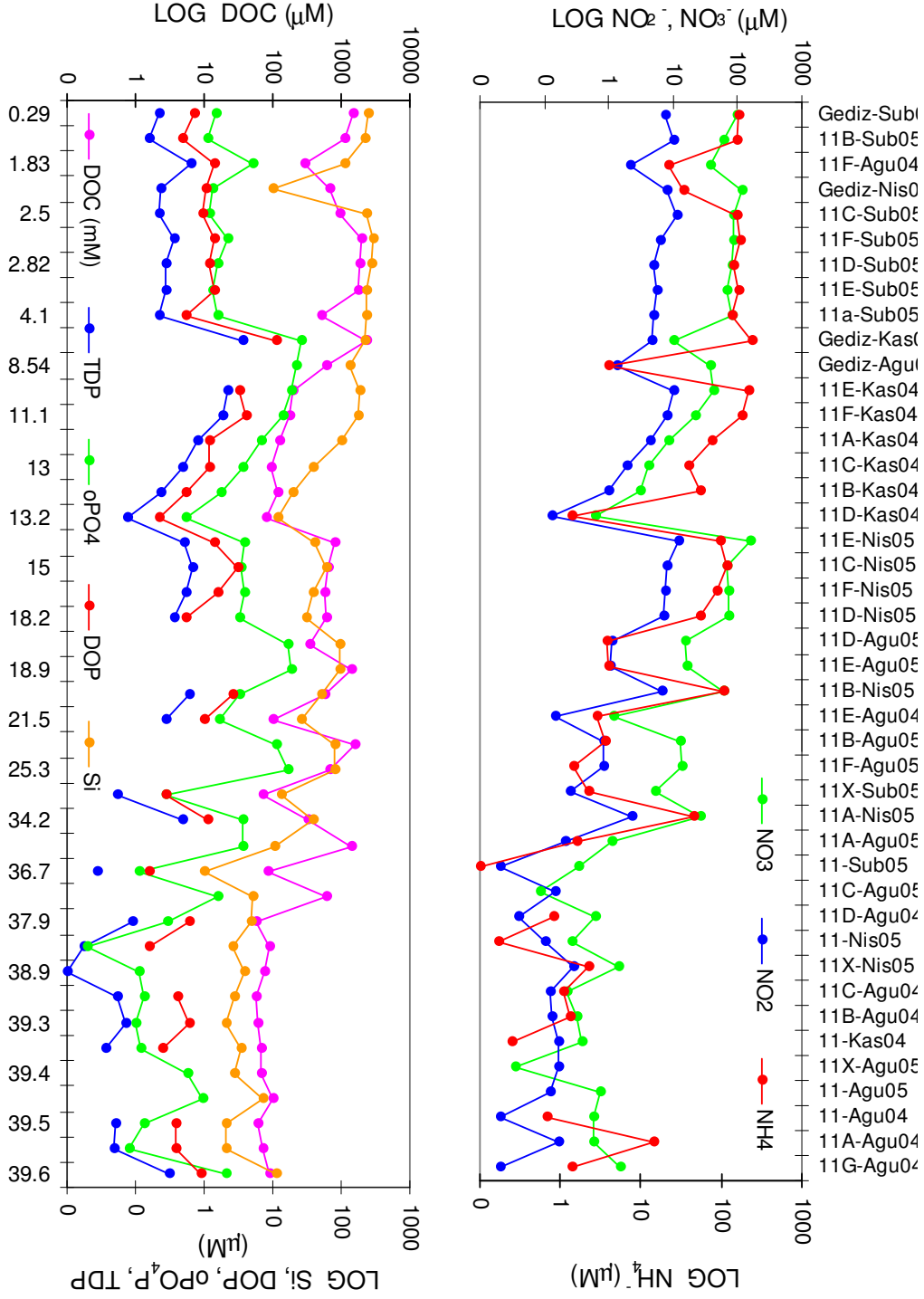
Şekil 3.36 Çalışma dönemi boyunca nehrin ağzından İzmir Körfezi'ne doğru yayılan yüzey suyunun sıcaklık ve tuzluluk değişimine bağlı olarak değişen yoğunluk değeri eğrileri (T-S Diagramı).

Su kolonunda sayılan, tam içeriğini bilemediğimiz değişik boyuttaki askıdaki maddelerin davranışını anlamak için Tablo 1.5'deki sediment çökme süreleri ile kıyasladığımızda bölgenin derinliğinde göz önüne alındığında, 2-5 ve 5-10 mikron boyutlarındaki partiküllerin daha uzun süre, daha uzağa taşınılabileceklerini görürüz. İnceleme dönemi boyunca su kolonunda yapılan sayımlar da 10-20 mikron boyutundaki partiküllerin de oldukça fazla miktarda karışım hattında gözlenmeleri partiküllerin hafif olduklarının da göstergesidir.

3.2.2.2 Çözünmüş Madde Taşınımı

Çözünmüş madde formlarının tuzluluk boyunca değişimine genel bir bakış Şekil 3.37'de gösterilmiştir. Bütün fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki korelasyon sonuçları da Tablo 3.5' de, yüzey suyu için çözünmüş değişkenlerin mevsimsel ve istasyonlara göre değişimleri de Tablo 3.9 'da verilmişti.

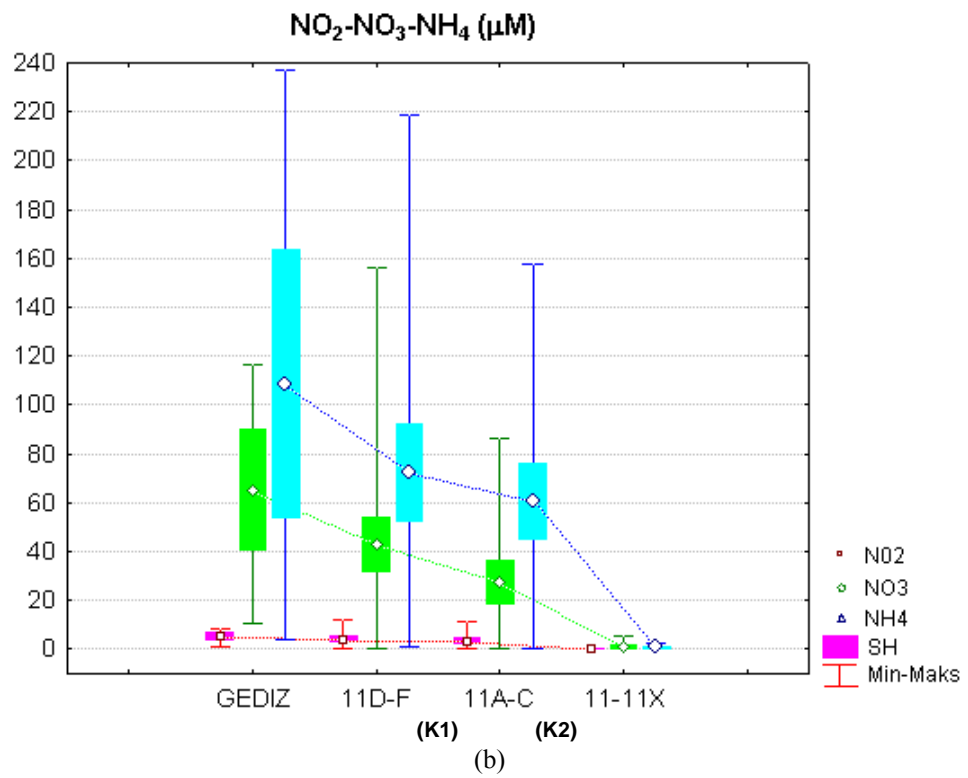
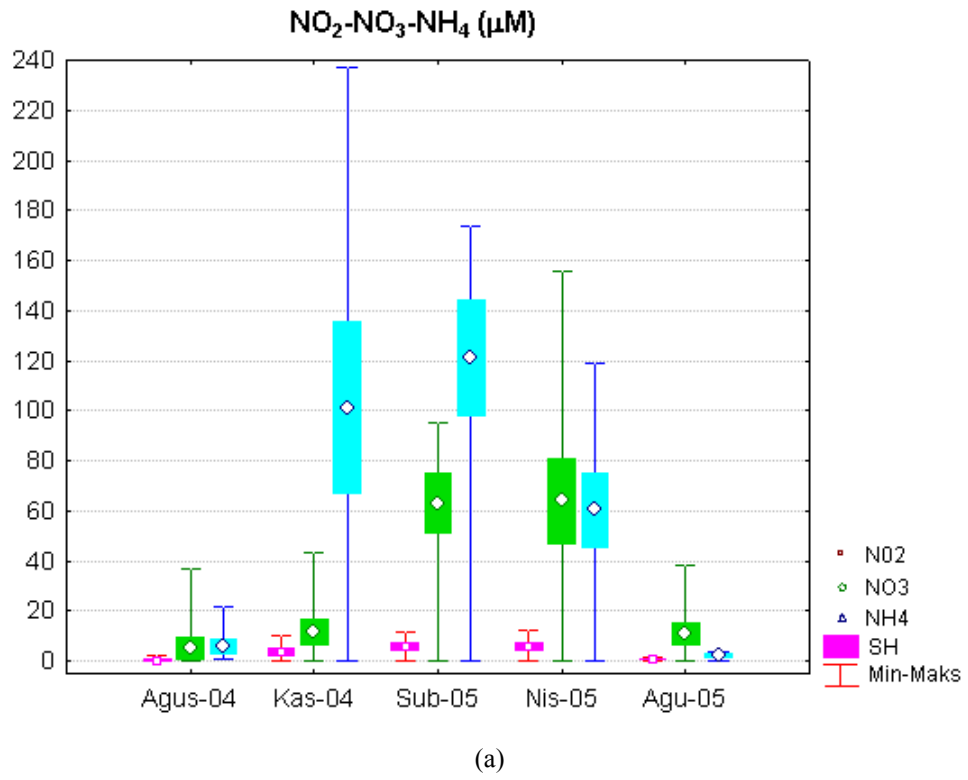
Şekil 3.37 Çözünmüş maddelerin tuzluluk boyunca değişimi.



Tablo 3.9 Yüzeysel suyu için çözünmüş değişkenlerin mevsimsel ve istasyonlara göre değişimi.

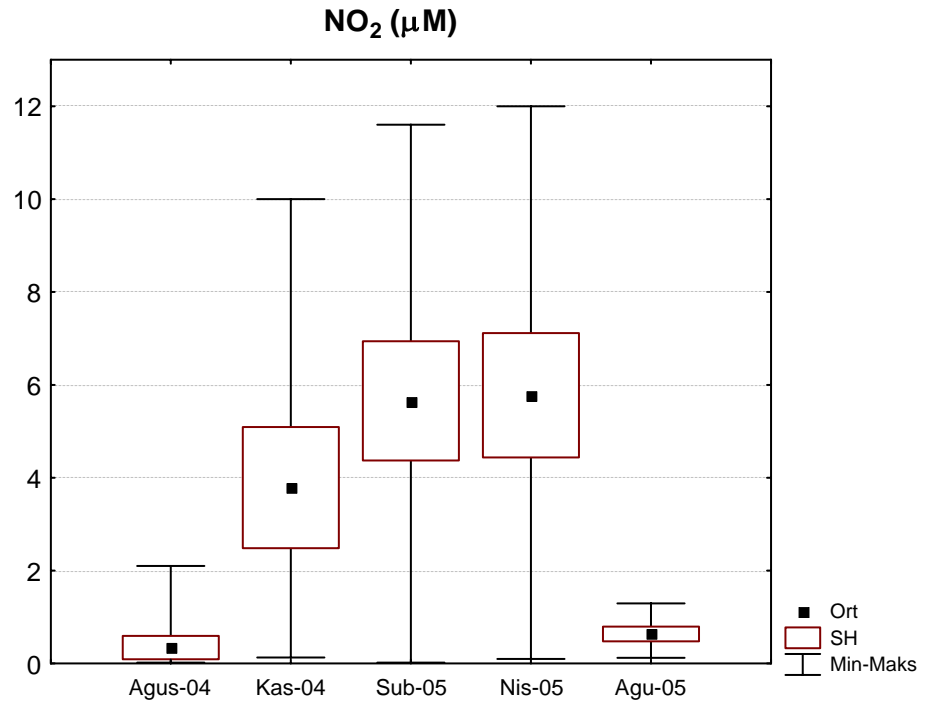
MEVSİM	BOLGE	ISTASYON	DOC (μM)	DOP (μM)	oPO_4 (μM)	TDP (μM)	NO_2^- (μM)	NO_3^- (μM)	NH_4^+ (μM)	Si_2O (μM)
YAZ (06.08.2004)	K1	11D	57.7	0.59	0.29	0.88	0.04	0.60	0.8	4.7
		11E	101.0	1.00	1.7	2.70	0.15	1.15	2.8	26.0
		11F	290.0	1.40	5	6.40	2.1	36.90	22.0	111.0
		11G	87.9	0.90	2.1	3.00	0.02	1.48	1.4	11.0
	K2	11A	71.9	0.39	0.08	0.47	0.17	0.58	14.4	2.1
		11B	61.4	0.60	0.1	0.70	0.13	0.32	1.3	2.1
		11C	57.2	0.41	0.13	0.54	0.12	0.22	1.1	2.8
		11	61.3	0.38	0.13	0.51	0.02	0.58	0.7	2.1
SONBAHAR (06.11.2004)	Gediz	Gediz	2327.0	11.00	26	37.00	4.7	10.30	237.0	220.0
	K1	11D	77.7	0.22	0.53	0.75	0.13	0.63	1.4	12.0
		11E	196.0	3.16	19	22.16	10	43.00	219.0	188.0
		11F	172.0	4.05	14	18.05	8	22.00	183.0	175.0
	K2	11A	126.0	1.20	6.8	8.00	4.4	8.60	75.0	98.0
		11B	119.0	0.53	1.8	2.33	1	3.00	55.0	20.0
		11C	93.6	1.20	3.7	4.90	1.9	4.10	39.0	38.0
		11	67.0	0.24	0.12	0.36	0.17	0.38	0.3	3.4
KIS (18.02.2005)	Gediz	Gediz	1521.0	0.73	1.5	2.23	7.3	95.20	161.0	249.0
	K1	11D	1815.8	1.18	1.6	2.78	4.9	83.10	143.0	279.0
		11E	1736.0	1.38	1.3	2.68	5.7	70.30	160.0	226.0
		11F	1927.8	1.37	2.2	3.57	6.3	86.70	174.0	293.0
	K2	11A	512.7	0.53	1.6	2.13	4.94	81.06	134.0	238.0
		11B	1126.3	0.49	1.1	1.59	9.9	59.10	156.0	225.0
		11C	949.0	0.93	1.2	2.13	11.6	86.40	158.0	233.0
KRF.REF	11X	70.9	0.28	0.27	0.55	0.25	5.35	2.3	13.0	
		11	83.6	0.16	0.11	0.27	0.02	0.33	0.1	1.0
ILKBAHAR (16.04.2005)	Gediz	Gediz	688.4	1.07	1.3	2.37	8.2	116.80	33.0	10.0
	K1	11D	594.0	0.54	3.2	3.74	7	71.00	55.0	31.0
		11E	781.5	1.38	3.8	5.18	12	156.00	97.0	41.0
		11F	573.5	1.60	3.8	5.40	7.3	72.70	88.0	38.0
	K2	11A	332.1	1.10	3.7	4.80	2.3	25.70	44.0	38.0
		11B	556.3	2.61	3.3	5.91	6.7	62.30	104.0	51.0
		11C	633.5	3.08	3.5	6.58	8.1	69.90	119.0	61.0
KRF.REF	11X	75.0	0.00	0.11	0.1	0.29	1.41	2.2	3.9	
		11	87.3	0.16	0.02	0.18	0.1	0.26	0.2	2.6
YAZ (01.08.2005)	Gediz	Gediz	618.1		22.2		1.29	38.45	4.0	134.5
	K1	11D	343.8		16.4		1.11	14.97	3.8	96.2
		11E	1390.6		18.4		1.05	16.47	4.0	96.0
		11F	667.8		16.7		0.82	13.72	1.5	81.0
	K2	11A	1428.1		3.62		0.21	1.10	1.6	10.6
		11B	1569.4		11.39		0.82	13.13	3.6	80.4
		11C	618.5		1.56		0.14	0.09		5.1
KRF.REF	11X	66.6		0.56		0.16	0.03		2.7	
		11	100.9		0.93		0.12	0.74		7.0

3.2.2.2.1 *Çözünmüş Azot Formları* (NO_2N , NO_3N , NH_4N). NH_4^+ , NO_3^- çözünmüş azot formları fotosentetik aktivitenin sucul ortamda gerçekleşmesi için belli bir değerin üstünde olması gereken temel elementlerdendir. Bu elementler genellikle östarinlere atık su taşınımı ile karışmaktadır. Diğer bir çözünmüş azot formu olan NO_2^- ise ortamda NH_4^+ 'un NO_3^- 'e dönüşümü (nitrifikasyon) sırasında çıkan bir ara üründür ve değişimi ile bölgedeki bakteriyal aktivite hakkında da bilgi verir. Çözünmüş azot formlarının inceleme dönemi içinde mevsimsel değişimine baktığımızda (Şekil 3.38 a), en yüksek toplam çözünmüş azotun Şubat 2005 tarihinde ölçüldüğü gözlenmiştir. Aynı zamanda Kasım 2004 ve Nisan 2005 tarihlerinde gözlenen toplam çözünmüş azot miktarı oldukça yüksektir. NH_4^+ ve NO_3^- 'nin ortamdaki değişimini fitoplanktonlar ve suda bulunan oksijen miktarı (DO) etkiler. Karışım hattında ortalama fitoplankton sayısı (2.544.698) referans istasyonlarına (107.583) göre oldukça fazladır (Bizsel 2008). Buna bağlı olarak fitoplanktonların ortamdaki öncelikli olarak NH_4^+ 'u ve daha sonra NO_3^- 'u kullanmalarından (Egemen 2005) ve ayrıca oksijenle çözünmüş azot formlarının tepkimeye girerek nitrifikasyon yapmalarından çeşitli zamanlarda ortamdaki çözünmüş azot formlarının azalmasına sebep olduğu görülmüştür (Bakınız Ek 5). Şubat örnekleme sırasında suda bulunan DO seviyesi diğer aylara göre daha düşüktür buda niktifikasyon basamağı için bir engeldir. Şekil 3.38 a'de Şubat ayının azot formlarının dağılımına baktığımızda ortamda en fazla NH_4^+ olduğu görülmektedir. Kasım, Şubat ve Nisan'da Gediz'den gelen çözünmüş azot girdisi Ağustos aylarına göre daha yüksektir. Bu üç ay nehrin baraj etkisi olmadan kendi debisi ile aktığı dönemlerdir. Ağustos ayların ise nehrin barajdan bırakılan su ile akışının sağlandığı sıcak dönemlerdir. Özellikle bu dönemde nehrin debisinin tarlalardan dönen sulama suyu tarafından belirlendiği unutulmamalıdır. Önceki dönemlerde yapılan çalışmalarda nehrin içlerinde yer alan inceleme istasyonlarında endüstriyel ve evsel atıkların nehre boşalımı sonucunda yüksek oranda çözünmüş azot girdisine (Ocak 1996' de 626,1 μM , Şubat 1996' da 251,4 μM , Şubat 1999' da 60 μM) rastlanmıştır (Batkı, 2000; Okur, Hakerlerler, Anaç, Dorsan, Yağmur 1997). Çözünmüş azot formlarının bölgesel olarak değişimi incelendiğinde en fazla girdinin olduğu Gediz istasyonundan referans istasyonuna

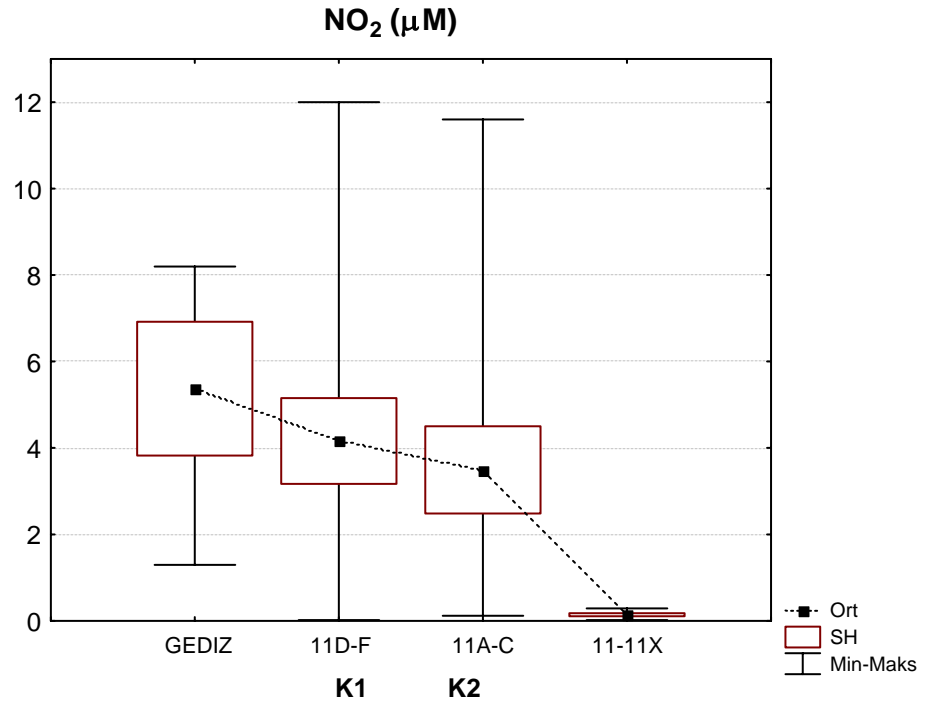


Şekil 3.38 NH₄-NO₂-NO₃ bileşiklerin yüzey suyunda a: mevsimsel değişimi b: bölgesel değişimi.

doğru hareket edildiğinde, azalan bir konsantrasyon değişimi gözlenmiştir (Gediz'den çıkış 43,7 - 263,5 μM , referans istasyonundaki ise 0,2 – 7,85 μM) (şekil 3.38 b). Çözünmüş azot formları içinde bölge genelinde en baskın olanı NH_4^+ formudur (min: 0,1 - maks: 237 μM). Maksimum NH_4^+ seviyesi Gediz ve K1-K2 hattı boyunca kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine göre 3 ve 4'cu dereceden su (142,76 $\mu\text{M} \geq$) sınıfına, ortalama NH_4^+ miktarına göre ise 2. kalite su sınıfına (71,38 μM) girmektedir. NO_2^- miktarı beklenildiği gibi diğerlerine göre oldukça düşüktür. En yüksek NO_2^- 'nin gözlendiği dönem şubat ve Nisan olmuştur (şekil 3.39 a). NO_2^- 'nin bölgesel değişimine bakıldığında diğer azot formlarına benzer bir değişim (Gediz'den referans istasyonlarına doğru azalış) görölmektedir (şekil 3.39 b). Maksimum NO_2^- 'nin (12 μM) gözlendiği alan K1 hattı olmuştur. K1 ve K2 hatlarının değişim aralığı Gediz'den büyüktür. Örnekleme dönemi boyunca $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ toplamının ortalama en fazla (69 μM) gözlendiği dönemler şubat ve Nisan dönemleri olmuştur (şekil 3.40a). Bu iki dönemde ortama giren $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ toplamı ortalama değerler gözönüne alındığında aynıdır. Fakat Nisan da ortamdaki madde miktarı yüksek değerde (168 μM) gözlenmiştir. Su kalitesi sınıflandırmasına göre $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ toplamı 69 μM ise değeri 1. sınıf su kalitesine sahip olduğu söylenir (357,03 μM) (Bakınız Ek 5). En az toplam nitrit ve nitratın toplamının gözlendiği dönemler ise Ağustos 2004, Ağustos 2005 olmuştur. Bölgesel olarak $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ toplamının değişimini incelediğimizde Gediz istasyonundan K1, K2 karışım hattına ve körfez referans istasyonlarına doğru toplam konsantrasyonun azalarak yayıldığı görölmektedir (şekil 3.40 b). şekil 3.39 b ile şekil 3.40 b kıyaslandığında, NO_2^- K2 hattında Gediz'den daha büyük bir değişim aralığına sahip iken, $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ için bu bölgede böyle bir farklılık gözlenmemektedir. Referans istasyonunda ölçülen toplam çözünmüş azot miktarı (Maks. 7,85 μM) Millero'nun (1996) kıyı suları için verdiği değerin (4 - 60 μM) altındadır. K1 hattındaki $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ konsantrasyon değerinin değişim aralığının büyüklüğu ise göze çarpan bir başka durumdur ki aslında nehir ağzından sonra derinliğin hızla azaldığı ve akışında yavaşladığı bu bölgede daha çok rüzgar etkisi ile oluşan dinamik yapının sığ olan K1 hattında yer alan bazı istasyonlarda dip taşınımına yolaçmış olabileceği düşünölmektedir.

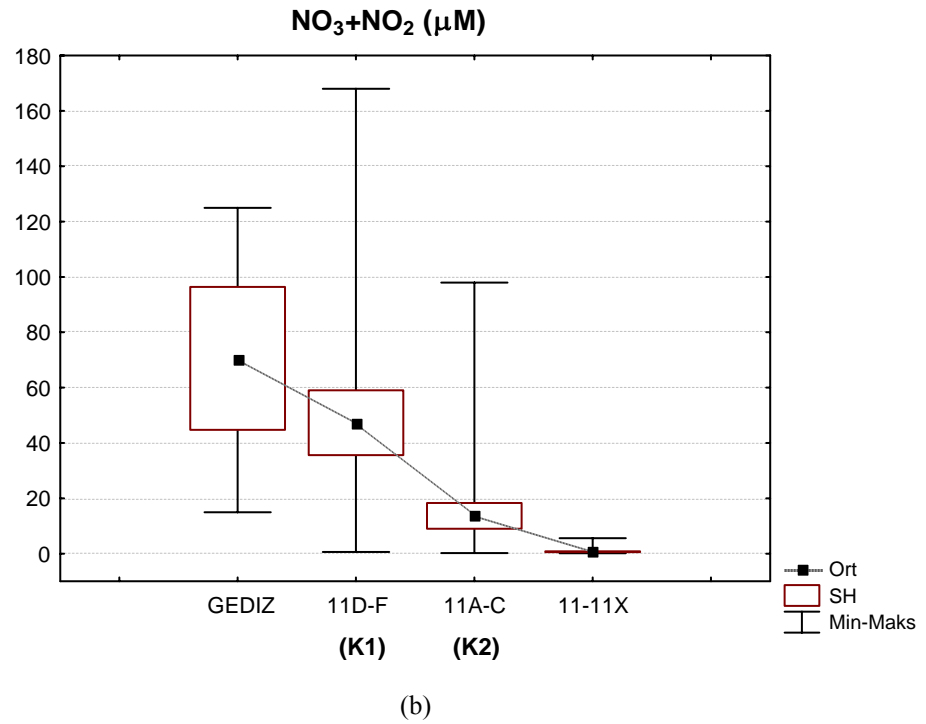
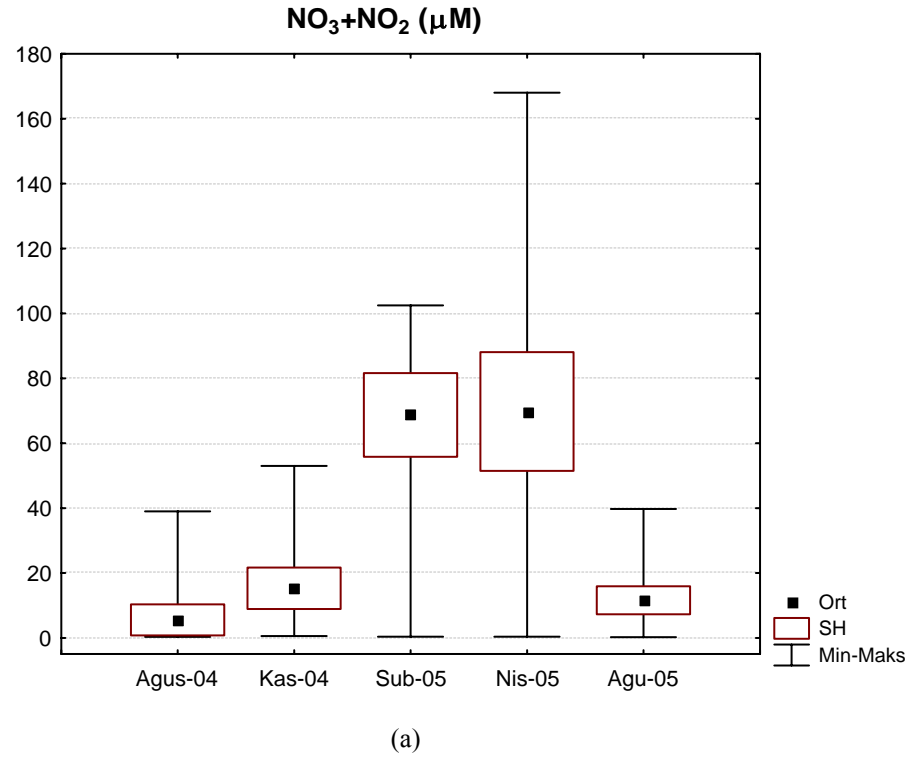


(a)



(b)

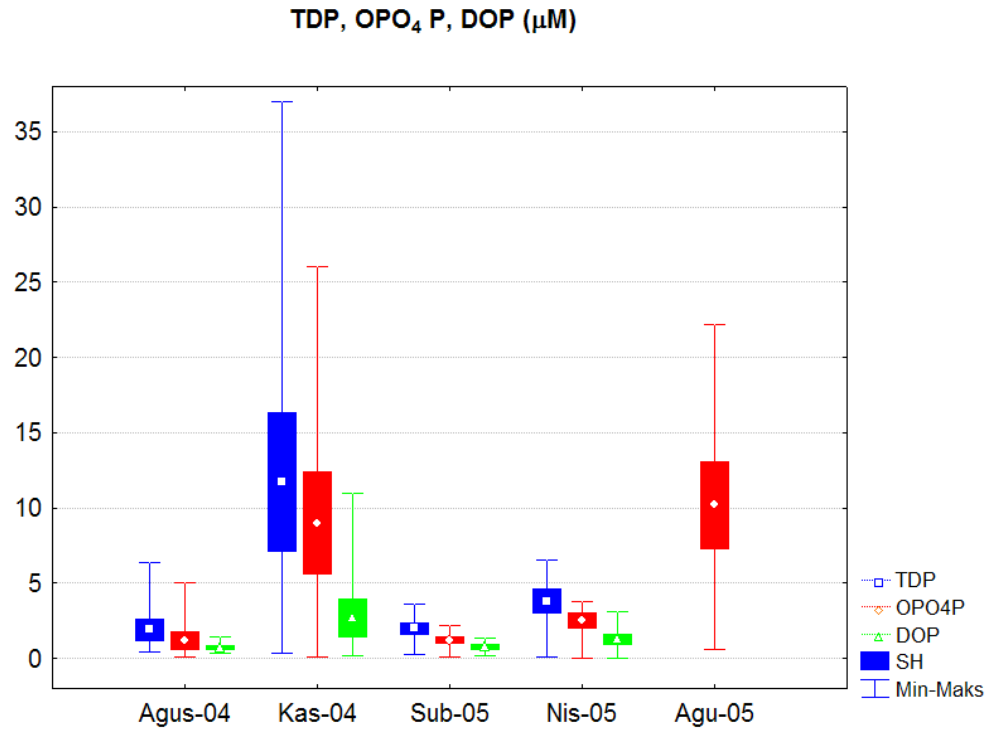
Şekil 3. 39 a: NO₂' nin yüzey suyunda mevsimsel değişimi. b: NO₂' nin yüzey suyunda bölgesel değişim.



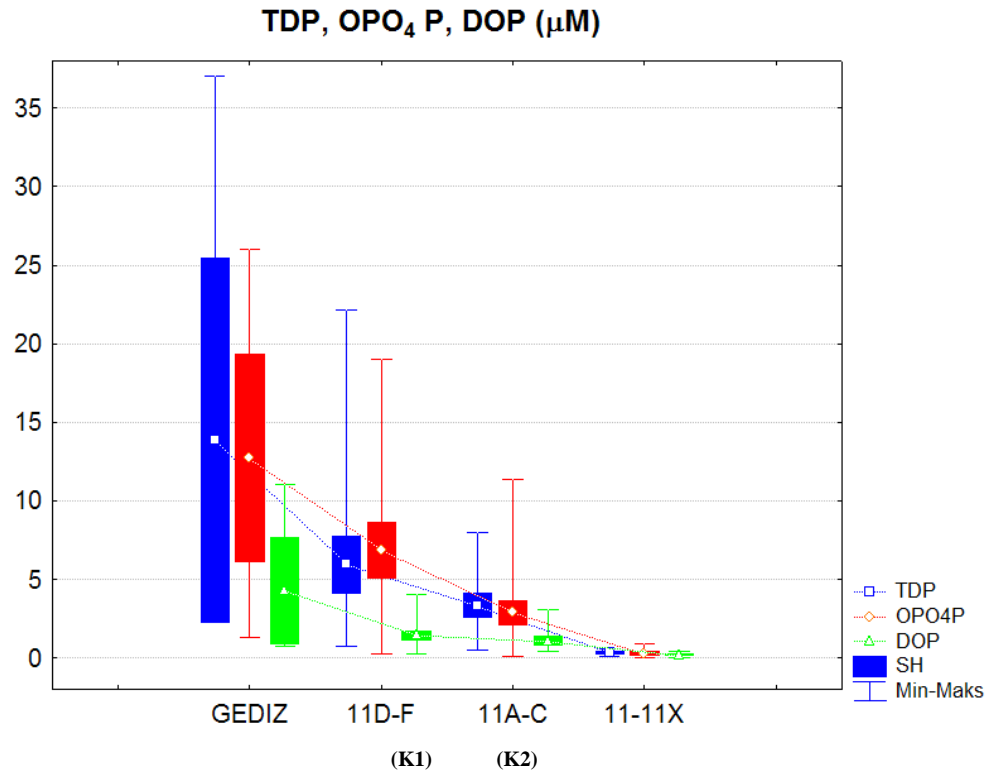
Şekil 3. 40 a: NO₂+NO₃' un yüzey suyunda mevsimsel değişimi.

b: NO₂+NO₃' un yüzey suyunda bölgesel değişim.

3.2.2.2.2 *Çözünmüş Fosfat Formları (TDP)*. Fotosentez açısından, doğal olarak canlılar açısından azot kadar önemli diğer bir element olan fosfatın çalışma dönemindeki çözünmüş formlarının (oPO_4 , DOP ve TDP) değişimini incelediğimizde, TDP'nin en yüksek Kasım 2004, en düşük Ağustos 2004 ve Şubat 2005 örneklemede gözlendiği Şekil 3.41 a'da görülmektedir. Çözünmüş fosfat formlarından ortafosfatın (oPO_4) en yüksek değeri Ağustos 2005 döneminde, diğer bir TDP formu olan çözünmüş organik fosfatın (DOP) en yüksek değeri ise Kasım 2004 döneminde ölçülmüştür. Ağustos 2005'de TDP değeri ölçülememiştir. Bu yüzden DOP değeri de hesaplanamamıştır. Genel olarak dağılımı incelediğimizde TDP'in büyük bir kısmını oPO_4 oluşturmaktadır. Ayrıca iki farklı yıla ait Ağustos dönemlerinde ortamda bulunan oPO_4 miktarının farklıdır. İstasyon 11F Ağustos 2004'de $5 \mu\text{M}$, Ağustos 2005'de aynı nokta yaklaşık 11D ile 11E istasyonları arasında bir yerdir ve değeri $\sim 17 \mu\text{M}$ dur. Yaz döneminde nehir ile taşınan su tarlaların drenaj suyundan artakalandır. Bu iki dönem arasındaki farklılığın nedenlerinden bir diğeri ise iki yıl arasında hava sıcaklığının artması ile su seviyesinin azalması ve denizden gelen dalgalarla sığ bölgedeki (K1 , K2 hattı maks.derinlik 30cm) fosfatın sedimentten havalanarak ortama katılmasından kaynaklanabilir. TDP'nin Gediz istasyonundaki ortalama değeri yaklaşık olarak $14 \mu\text{M}$ 'dur ve bu değer körfez referans istasyonlarına ulaştığında ortalama $0,37 \mu\text{M}$ değerine düşmektedir (Şekil 3.41b). Referans istasyonlarına doğru ilerledikçe fosfatın bütün çözünmüş formlarının azaldığı gözlenmiştir. oPO_4 ve DOP'un $2-5 \mu$ boyuttaki partiküllerin sayımları ile tuzluluk boyunca değişimi incelendiğinde, oPO_4 ve DOP'un $18-37$ psu tuzluluk aralıklarında partikül sayımları ile zıt; $0-18$ psu ve $37\text{psu} >$ tuzluluk değerlerinde ise partikül sayımları ile paralel olarak değiştikleri Şekil 3.42'den görülmektedir. $2-5 \mu$ arasındaki partiküllerin kil minerallerini de temsil ettiği düşünülürse $18-37$ psu tuzluluk aralığında ortamdaki kil mineralleri azalırken, oPO_4 ve DOP miktarda benzer şekilde artmaktadır. Dağılımın genel şekillenimine bakıldığında ise kil minerallerini temsil eden $2-5$ mikron partiküller ve çözünmüş fosfat formları azalmaktadır.

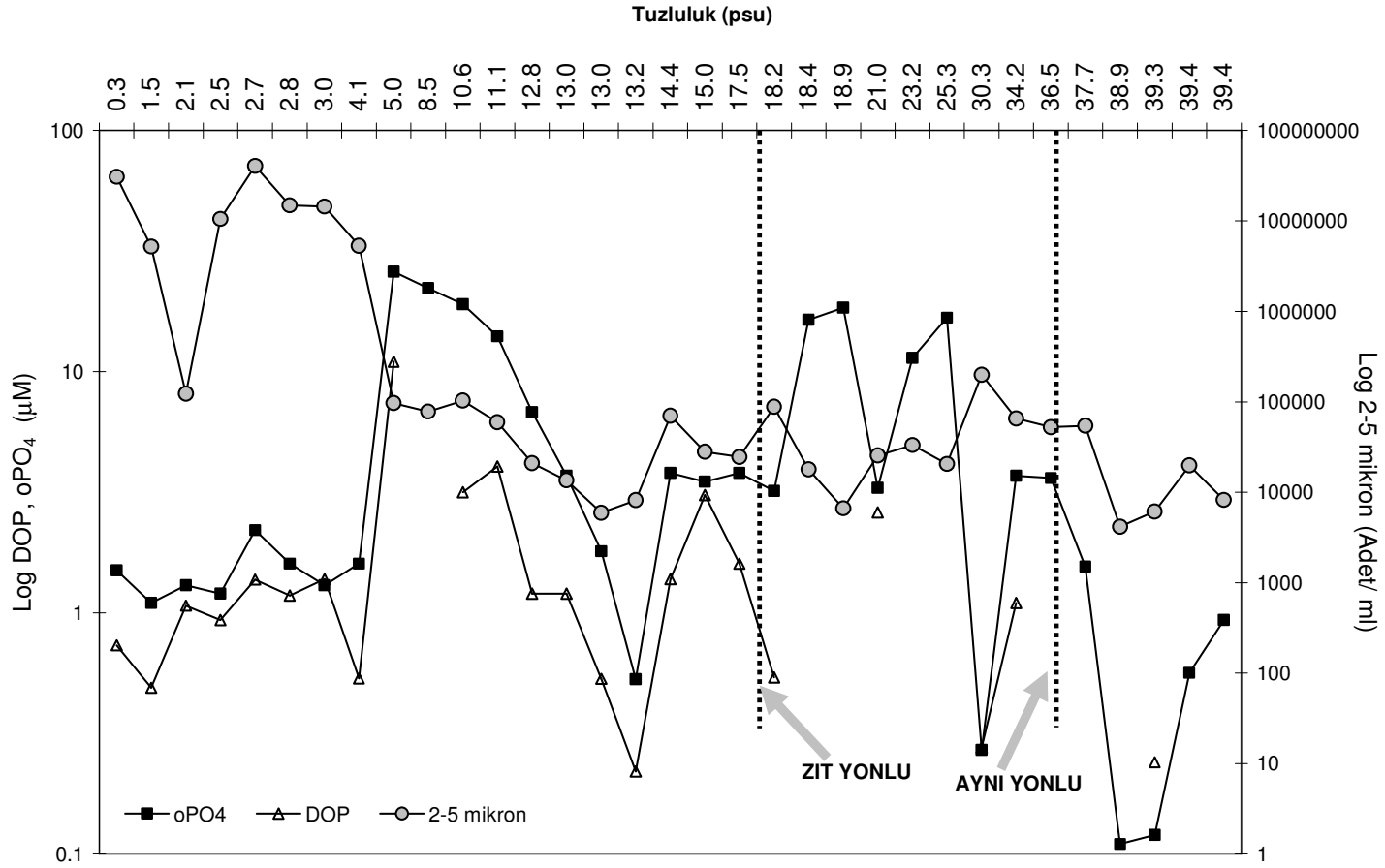


(a)



(b)

Şekil 3.41 a: TDP, oPO₄ P ve DOP' un yüzey suyunda a: mevsimsel, b: bölgesel değişimi

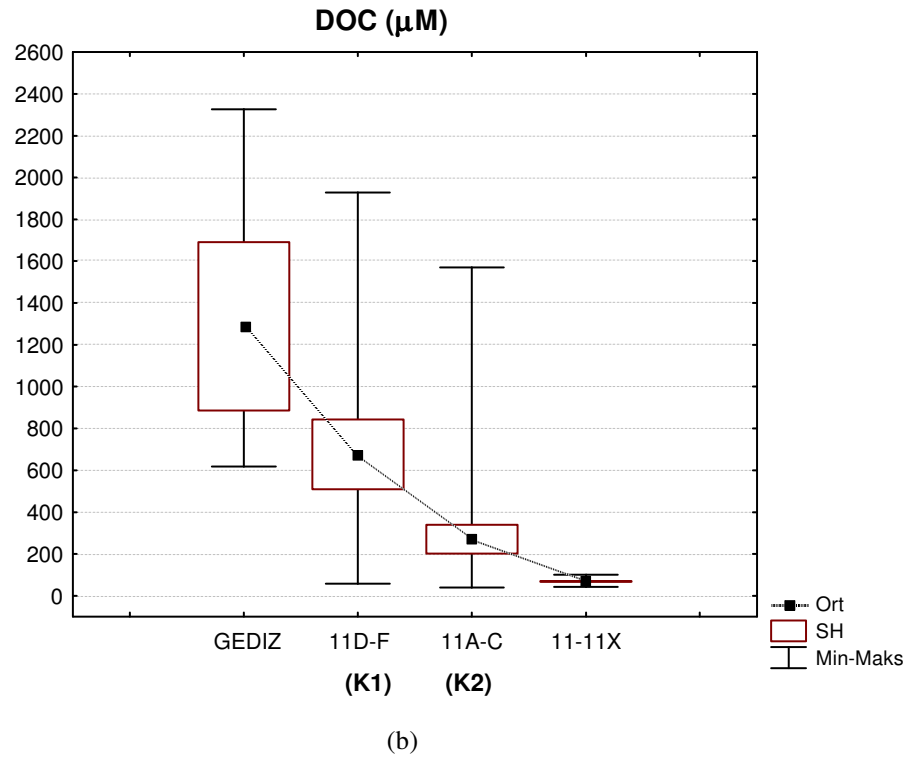
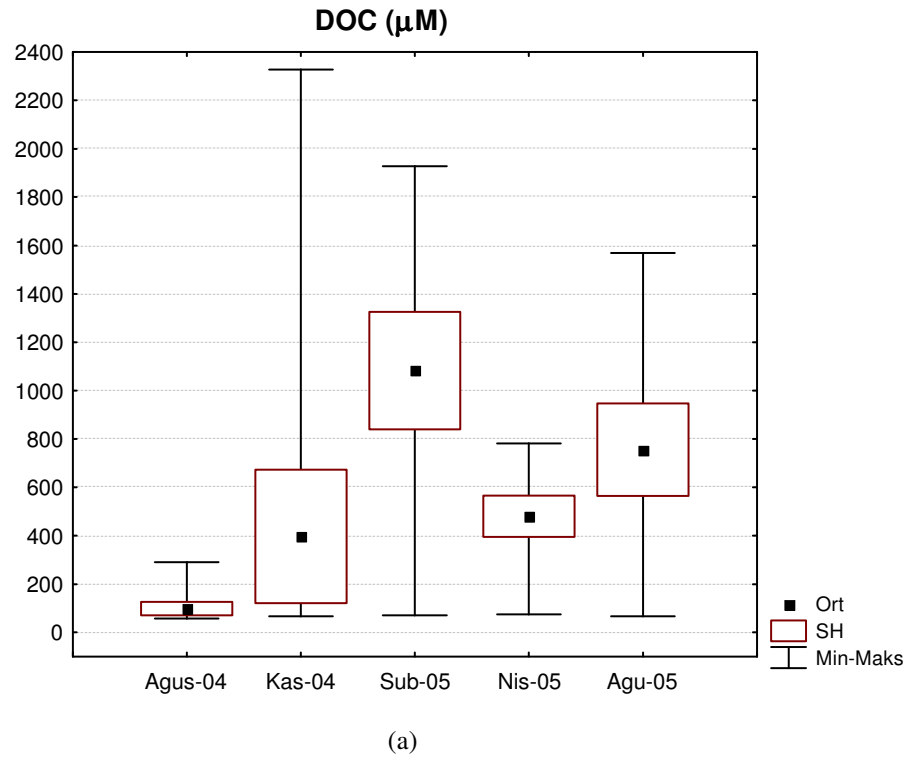


Şekil 3.42 oPO₄, DOP ve 2-5 mikron boyutundaki partiküllerin miktarının tuzluluk boyunca değişimi.

3.2.2.2.3 *Çözünmüş Organik Karbon (DOC)*. DOC' nin mevsimsel değişimini incelediğimizde en yüksek ortalama değer Şubat örneklemeğinde (1100 μM) gözlenmektedir (Şekil 3.43 a). Ayrıca DOC' nin en geniş maksimum ve minimum değer aralığına sahip olduğu dönem ise Kasım örneklemesine denk gelmiştir (maks. 2300 μM). İklimin ve bölge sıcaklığının DOC üzerindeki etkisi mevcuttur. Ortam sıcaklığı ne kadar artarsa ortamda bulunan DOC miktarda o kadar artmaktadır (Spitzzy ve Leenheer, 1985). Bu etki Ağustos 2005'de gözlenen ikinci en yüksek ortalama DOC değerini de açıklamaktadır.

Bölgesel olarak DOC' nin davranışını incelediğimizde (Şekil 3.43 b), Gediz ağzından ölçülen yüksek orandaki DOC miktarı referans istasyonuna doğru ilerledikçe azalmaktadır (11 ve 11X'de ort 77,97 μM). DOC ile ilgili yapılan çalışmalarda DOC'nin tuzluluk artışına karşın hızla azaldığını göstermiştir (Millero 1996, Taylor 1975). DOC'nin su kolonundaki davranışında moleküllere tutunma, yapışma, sedimantasyona uğrama veya biyolojik prosesler etkilidir (Degens ve Ittekkot, 1983). Tabi ki bu durum ortamdaki DOC miktarına göre de değişir (Eisma, Cadde, Laane, Kalf, 1982). Ayrıca DOC nehir ağzından çıktıktan sonra karışım alanında çok yüksek değerlerde alabilmektedir (Brogden 1971). Bizim örnekleme dönemimizde nehir ağzından gelen sudaki DOC miktarı nehirlerde bulunan çözünmüş organik karbon miktarından (832,6 μM) (Head 1976, Degens ve Ittekkot 1983) oldukça fazladır (Gediz ist. Ort.1300 μM).

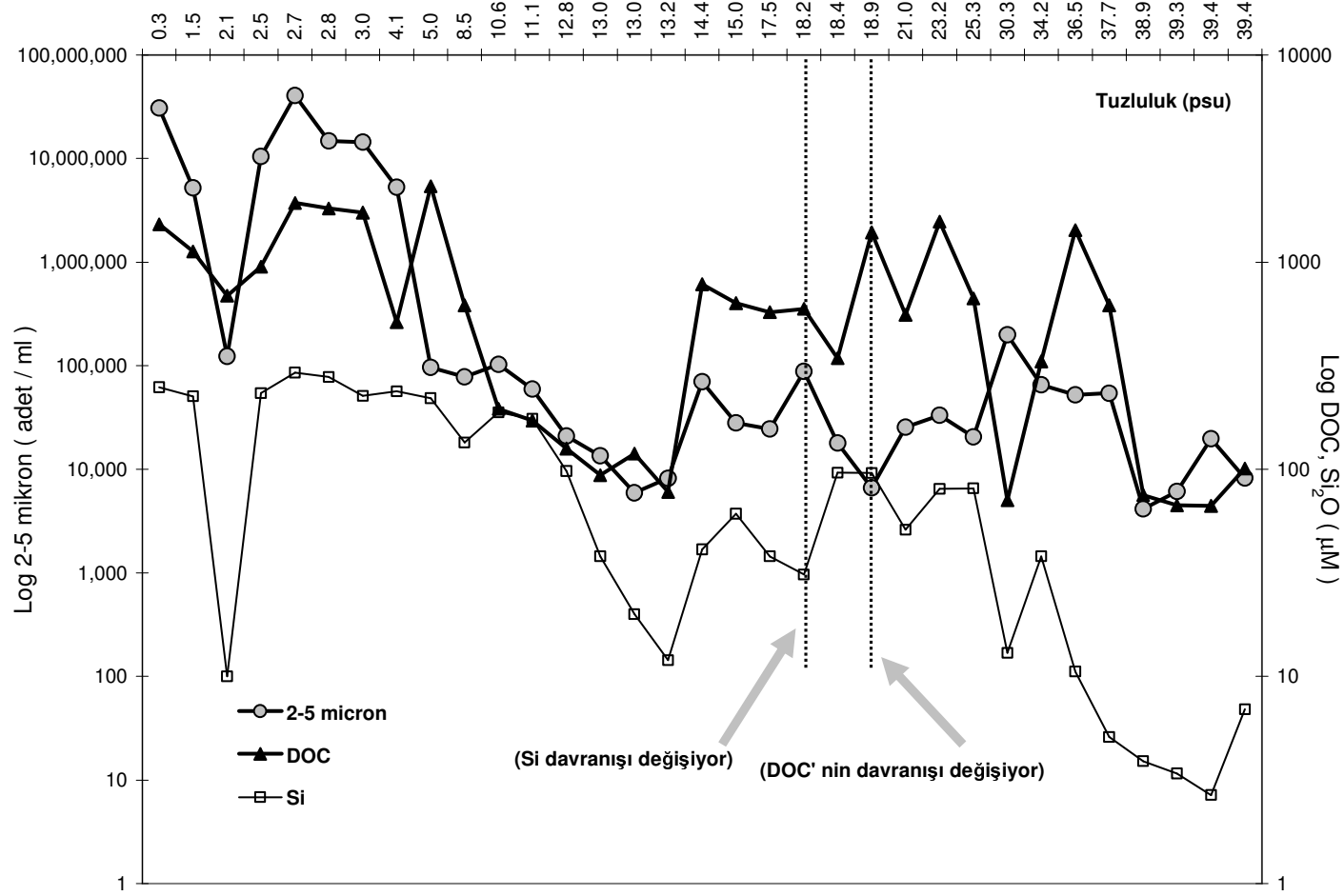
DOC ile ilgili yapılan çalışmalar göstermektedir ki nehirlerle taşınan organik maddenin ana kaynağı antropojenik atıklardır (Lamar,1968). Gediz Nehri de inceleme bölgesine ulaşmadan önce yüksek oranda endüstriyel ve evsel atıkları taşıyan özellikle Nif çayı ve Karaçay gibi sularla birleşmektedir (Okur ve ark., 1997). Buda nehir ağzındaki bulunan aşırı DOC' yi açıklamaktadır. DOC' nin tuzluluk artışı ile azalmasında ve çökmesinde kil minerallerinin rolü bulunmaktadır (Bianchi, 2007a). Çalışma alanında yapılmış önceki çalışmalara göre, karışım hatlarına yakın alanlardan alınan sediment örneklerine göre bölgenin %50'si yaklaşık olarak kil olduğu tespit edilmiştir (Aksu ve ark., 1998). Kil mineralleri boyut olarak 2 mikron ve daha küçük bir boyuta sahiptir. Su kolonunda sayılan 2-5 mikron arasındaki partiküllerle DOC' nin değişimine bakıldığında (Şekil 3.44), tuzluluk artışına bağlı



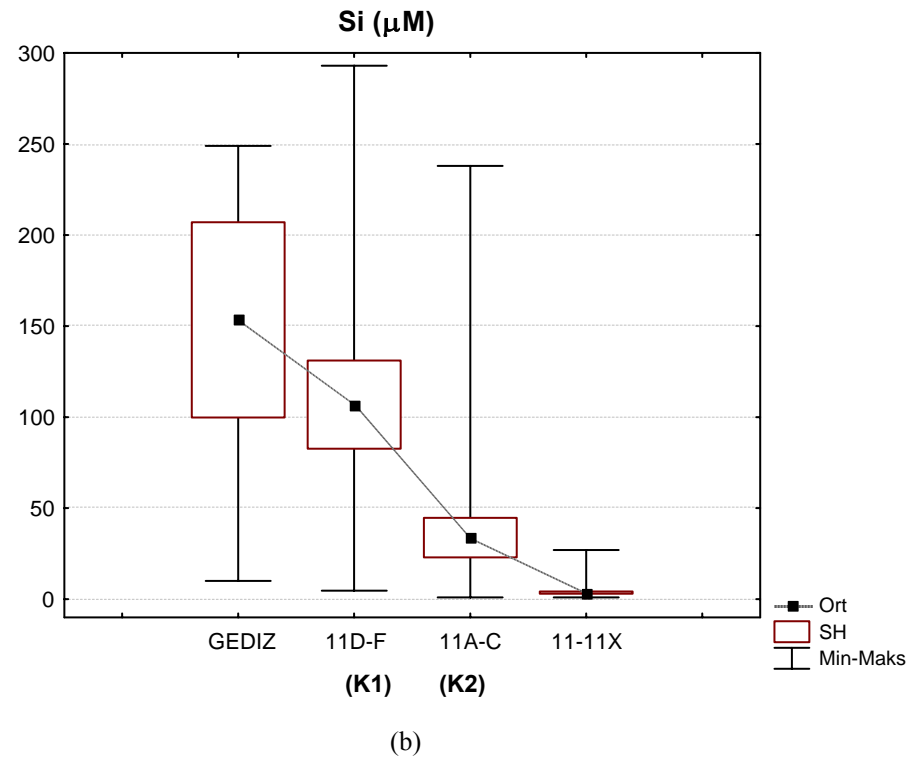
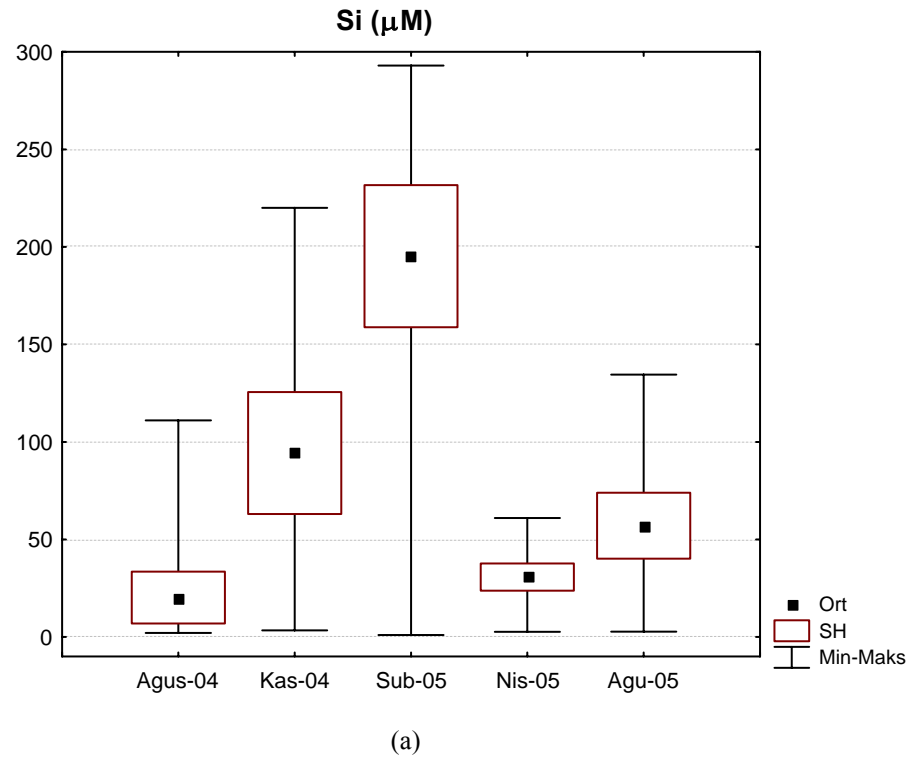
Şekil 3. 43 DOC'in yüzey suyunda a: Mevsimsel değişimi, b: Bölgesel değişimi.

olarak belli bir tuzluluk (~ 18 psu) değerine kadar bu iki değişken aynı şekilde azalmış, fakat tuzluluk değeri arttıktan sonra birbirlerine göre ters yönlü bir değişim göstererek azalmaya devam etmişlerdir. 18 psu tuzluluğa kadar kil mineralleri içeren su kolonu DOC' nin değişiminde rol oynamış olabilir.

3.2.2.2.4 *Silis (Si₂O)*. Kil minerallerinin bulunduğu ortamdan etkilenen bir baksa çözülmüş değişkende Si₂O' dir. Si kil minerallerine veya organik maddeye bağlanarak taşınır yada çöker (Egemen, 2005). Si₂O' in 2-5 mikron boyutundaki partiküllerin dağılımı ile değişime baktığımızda (Şekil 3. 44) tuzluluk değeri ~ 18,2 psu olana kadar partikülün değişimi ile birlikte değiştiği ve tuzluluk değeri artmaya devam ettikçe aralarındaki benzer ilişkinin kaybolduğu görülmektedir. Si₂O genel olarak tuzluluk değeri arttıkça azalmaktadır. Si₂O' in mevsimsel değişimi izlendiğinde ise en yüksek girdinin Şubat ayında olduğu görülmektedir (Ort. 195,2 µM) (Şekil 3.45 a). En düşük Si₂O miktarına ise nisan ayında gözlenmiştir (Ort. 30.72 µM). Si₂O' in bir besin elementi olduğu mevsimsel ve bölgesel olarak değiştiği ve özellikle bahar döneminde artan üretkenlikle ortamda azaldığı ve kış aylarında ise azalan fotosentetik aktiviteden dolayı ortamda daha çok gözlendiği yapılan çalışmalar sonucunda gösterilmiştir (Egemen, 2005). Gediz Nehri ağzından çıkan yüksek Si₂O değerine sahip (Ort. 153 µM) olan suyun tuzluluk artışına bağlı olarak K1, K2 hatlarına doğru önce göreceli bir azalma oranı ile ilerlediği daha sonrasında artan bir azalma oranı ile referans istasyonuna (Ort. 4,4 µM) ulaştığı bölgesel inceleme sonucunda gözlenmiştir (Şekil3.45b).



Şekil 3.44 DOC, Si ve 2-5 mikron boyutundaki partiküllerin miktarının tuzluluk boyunca değişimi.



Şekil 3. 45 Si'in yüzey suyuunda a: mevsimsel, b: bölgesel değişimi

3.2.2.3 Toplam Besintuzu Taşınımı

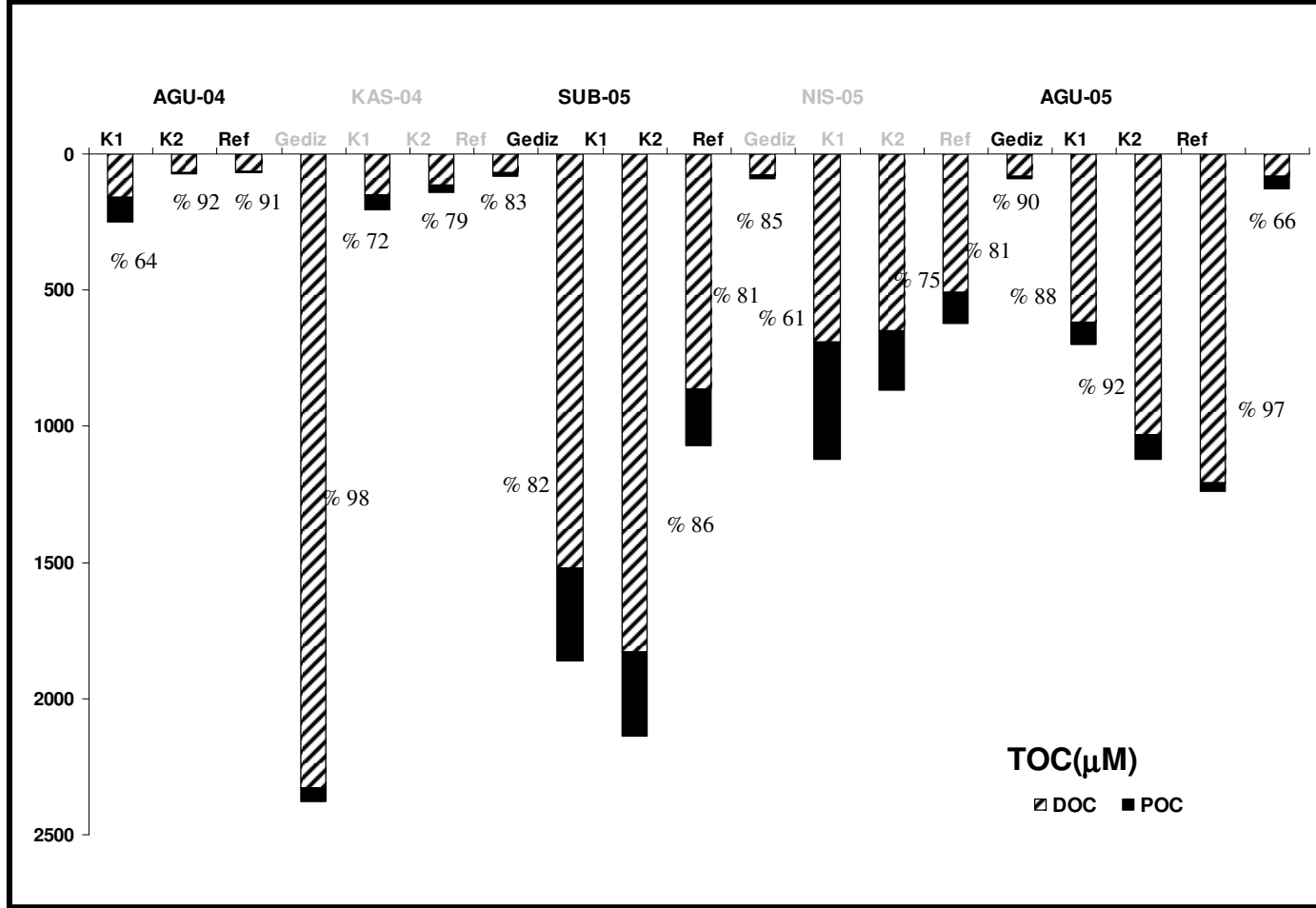
Ayrı ayrı ölçümleri yapılan POC ve DOC'nin toplamını TOC; NO₂, NO₃ ve NH₄'nin toplamını TIN ve TDP, PP'nin toplamını TPO₄ olarak aldığımızda, tüm fiziksel ve kimyasal değişkenlerle aralarında anlamlı bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır (Tablo 3.10). Sonuçlardan yüzeysuyu için ise TPO₄ fosfat formları, NH₄, DOC ve TOC ile anlamlı gözlenmiştir (Tablo 3.10 a). TIN ve TOC' nin ise tüm derinlik değerleri gözönüne alındığında oPO₄ dışında değişkenlerin hepsi ile anlamlı bir ilişki verdiği gözlenmiştir. Su kolonu boyunca yapılan hesaplama, yüzey suyu değerleri ile karşılaştırıldığında, bazı parametreler arasında daha önceden gözlenmeyen istatistiksel bakımdan anlamlı ilişki gözlenmiştir. Toplam nutrientlerin (TOC, TIN, TPO₄) yüzeysel olarak yayılımı incelendiğinde Kuzey-Kuzeybatı rüzgarlarının baskın olduğu bölgede genellikle nehrin ağzından doğuya doğru bir yayılımın baskın olduğu gözlenmektedir (Bakınız Ek 8).

3.2.2.3.1 Suda Toplam Organik Karbon (TOC). TOC iki bileşenden oluşmaktadır, bunlar POC ve DOC'dir. Fakat bu iki form her zaman için aynı şekilde değişmeyebilir. Mevsimsel olarak bölgede bulunan organik karbonun değişimini incelediğimizde, ortalama en yüksek TOC Şubat örneklemesinde (~1295 µM) görülmektedir (Şekil 3.46). Buna karşın nehir ağzından en yüksek girdinin olduğu dönem ise Kasım 2004 olmuştur. Kasım ayında nehir ağzında ölçülen yüksek DOC değerinden (2327 µM) dolayı TOC değeri oldukça büyüktür. Fakat referans istasyonuna doğru ilerledikçe bu değer çok düşmüştür. Genel olarak bölgede izlenen TOC'nin büyük bir yüzdesini (> %54) DOC oluşturmaktadır. Bölgesel değişim incelendiğinde ise nehir ağzından çıkan yüksek orandaki TOC referans istasyonuna doğru bir hayli azalmaktadır. Zira yapılan korelasyon işlemlerinde de TOC' nin tuzluluk ile arasında ters yönlü bir ilişki olduğunda görülmüştür (Tablo 3.10). Head'in (1976) çeşitli sular için verdiği TOC konsantasyonları (Tablo 1.3) ile bölgedeki değişim kıyaslandığında, Gediz ağzında ölçülen TOC değeri (700-2400 µM) nehir için verilen TOC aralığında (1249 – 2498 µM) ve hatta altında olduğu, karışım hattı için hesaplanan TOC değerini (ortalama

Tablo 3.10 Ölçülen tüm parametreler ile TOC, TIN ve TPO4 için a: Yüzey suyunda b: Tüm derinlik değerleri dahil edilerek aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon tablosu. (Koyu yazılmış olanlar istatistiksel olarak anlamlı olanları, gölgelendirme yapılmış olanlar ise iki bölüm arasında anlamlılığı değişenleri göstermektedir).

	(a)			(b)		
	TOC	TPO ₄	TIN	TOC	TPO ₄	TIN
Tuzluluk	-0.67	-0.24	-0.70	-0.73	-0.57	-0.82
sıcaklık	-0.79	-0.24	-0.85	-0.51	-0.22	-0.45
yoğunluk	-0.62	-0.22	-0.63	-0.70	-0.56	-0.80
Chl	-0.17	-0.17	0.15	0.43	0.34	0.65
PP	0.66	-0.11	0.71	0.85	0.29	0.81
POC	0.56	-0.24	0.54	0.81	0.27	0.77
PON	0.68	0.05	0.54	0.75	0.22	0.58
AKM	0.71	-0.10	0.53	0.77	0.15	0.60
TDP	0.38	0.99	0.20	0.42	0.98	0.56
oPO₄	0.36	0.98	0.18	0.38	0.97	0.55
DOP	0.41	0.97	0.25	0.52	0.94	0.55
DOC	0.99	0.59	0.76	0.99	0.59	0.81
NO₂⁻	0.35	0.00	0.76	0.67	0.57	0.93
NO₃⁻	0.30	-0.25	0.67	0.72	0.31	0.85
NH₄⁺	0.84	0.58	0.89	0.80	0.81	0.95
Si₂O	0.77	0.27	0.70	0.83	0.61	0.87
Suda TOC	1.00	0.50	0.79	1.00	0.56	0.84
TPO₄		1.00	0.33		1.00	0.68
TIN			1.00			1.00

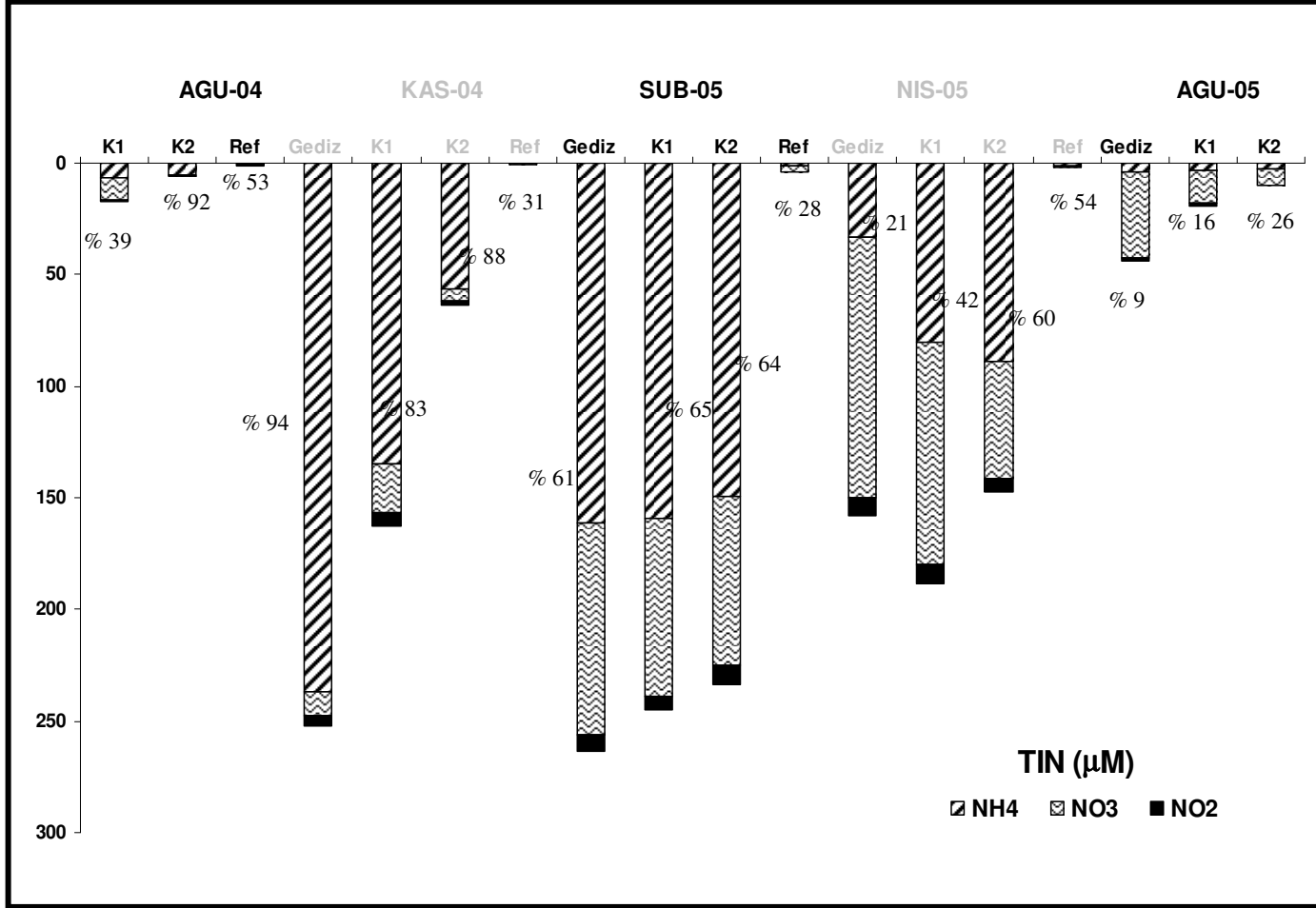
~700 μM , maksimum 2400 μM) östarinler için verilen TOC aralığının (83,3-832 (2082) μM) üstünde, referans istasyonları için hesaplanan TOC (ortalama 96 μM , maksimum 150 μM) değerinin ise açık denizde yüzey suyu için verilen TOC aralığında (83,3- 208 μM) olduğunda görülmektedir. TOC içerisinde POC yüzdesinin mevsimsel dağılımına baktığımızda en yüksek ortalamanın (% 25 POC) birincil üretimin yoğun olduğu Nisan ayına karşılık geldiği gözlenmektedir. Alanda kabaca %10-20 arasında değişen % POC ortalama dağılımı, genelde referans istasyonlarında yüksek (% 20), K2 bölgesinde düşüktür (%13). Bu oranlar Gediz ağzı için % 15, K1 bölgesi için ise % 18 olarak bulunmuştur (Bakınız Ek4).



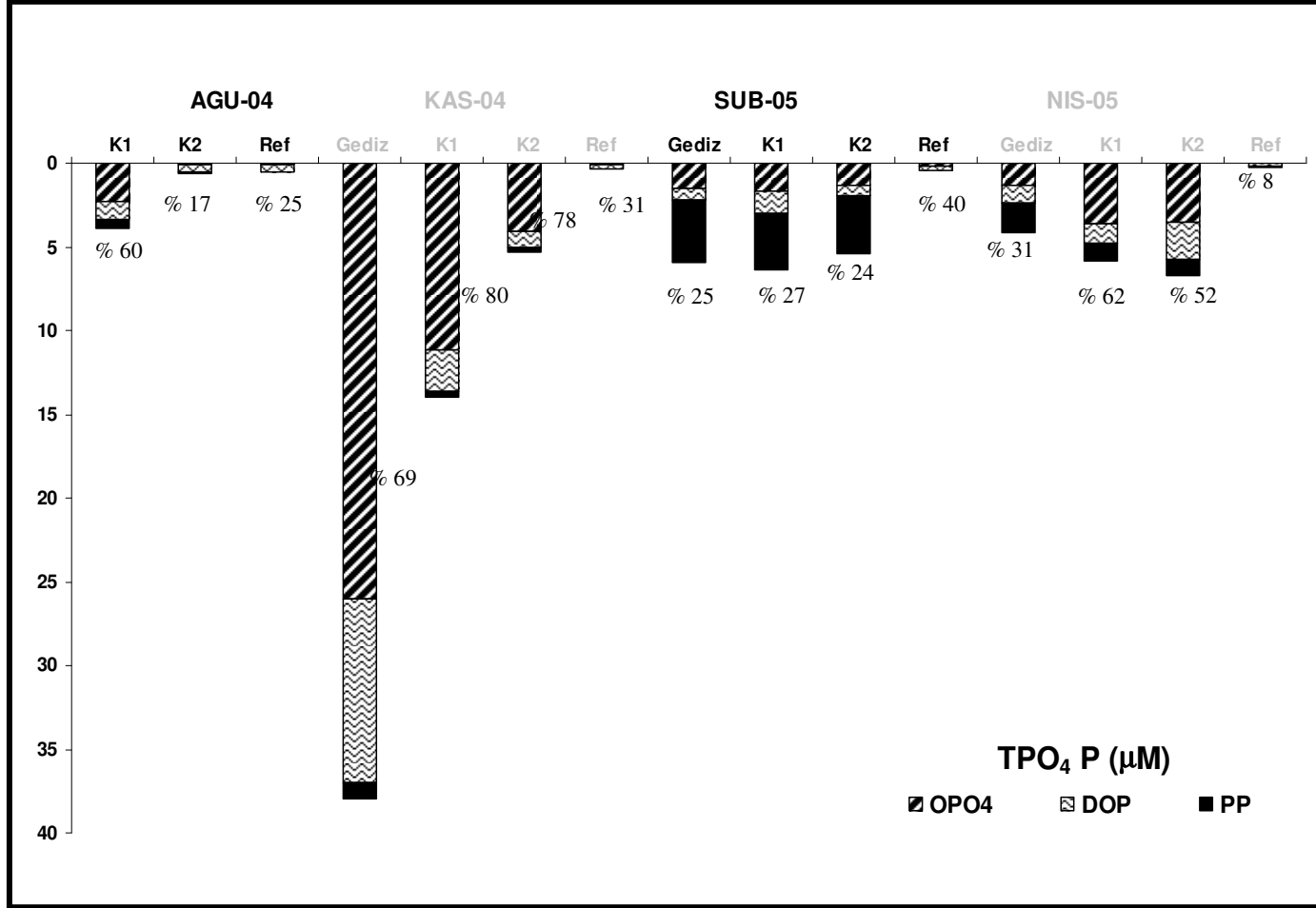
Şekil 3.46. TOC' nin bileşenleri olan POC ve DOC cinsinden mevsimsel ve bölgesel ortalama değişimi. yüzde değerler TOC içerisindeki DOC yüzdesini göstermektedir.

3.2.2.3.2 *Toplam İnorganik Azot (TIN)*. Toplam inorganik azotun bölge genelinde en yüksek (~190 μM) gözleendiği dönem Şubat 2005 dönemi olmuştur (Şekil 3.47). Kasım ayında Gediz Nehri'nden oldukça yüksek oranda TIN ortama taşınmış fakat karışım alanında hızlı bir şekilde ortamdan uzaklaştırılmış ve referans istasyonunda oldukça düşük değerlerde gözlenmiştir. Sıcaklığın yaza göre düşük olduğu Şubat ve Nisan aylarında TIN karışım hattında daha fazla süre kalmış, fakat referans istasyonuna ulaştığında çok düşük bir değerde ölçülmüştür. TIN'in referans istasyonlarında en yüksek gözleendiği dönem Ağustos 2005 olmuştur. TIN'in içeriğinin büyük bir bölümünü Kasım ve Şubat ayları için NH_4^+ (> %60) oluştururken, Ağustos ve Nisan aylarında ise NO_3^- (~ > %53) oluşturmuştur. Karışım alanındaki TIN değerinin (ortalama 94 μM , maksimum 272 μM) Millero'nun (1996) östarinler için verdiği TIN değeri ile kıyasladığımızda (0,3-425 μM) aralığın içinde bir değere sahip olduğu görülmektedir.

3.2.2.3.3 *Toplam Fosfat (TPO_4)*. Toplam fosfatın bölgede değişimini incelediğimizde nehirden gelen en büyük girdinin (~38 μM) gözleendiği dönem Kasım ayı olmuştur (Şekil 3.48). Nehrin yayıldığı karışım hattı ve referans hattında içine alan bölgede ise en yüksek ortalama (12 μM) yine Kasım örneklemeğinde gözlenmiştir. Kasım ayı bölge genelinde TPO_4 'un yüksek değere ulaştığı dönemdir. TPO_4 kıyaslamasına Ağustos 2005 örneklemeği dahil edilmemiştir. Çünkü çözünmüş bazı fosfat formlarının ölçümleri yapılamamıştır. TPO_4 'un bileşenlerine ve değişimine bakıldığında normal dağılımdan yani nehir ağzından karışım hattına doğru azalan değişime ters iki durumla karşılaşmıştır. Birinci durum Şubat'ta Gediz'den sonra K1 hattına doğru TPO_4 değeri artmış sonra K2'de tekrar nehir değerine düşmüştür. Diğer bir durum ise Nisan örneklemeğinde nehir ağzından K2 hattına doğru artan bir TPO_4 değerinin gözlenmesidir. Her iki durumda da referans istasyonuna ulaşmadan TPO_4 değeri düşmüştür. İlk durum sedimentte depolanmış fosfatın gelen tatlı su ile K1 hattında tekrar ortama katılması ve daha sonra tuzlu su ile buluşup tekrar çökmesi ile açıklanabilir.



Şekil 3.47 TIN'un bileşenleri olan NH₄, NO₂, NO₃ cinsinden mevsimsel ve bölgesel ortalama değişimi. yüzde değerler NH₄⁺⁺'un TIN içerisindeki yüzdesini göstermektedir



Şekil 3.48 TPO₄' un bileşenleri PP, oPO₄ ve DOP cinsinden mevsimsel ve bölgesel ortalama değişimi. Yüzde değerler oPO₄' un TPO₄ içerisindeki yüzdesini göstermektedir.

oPO₄, DOP ve PP'nin 2-5 mikron boyundaki partikül sayımları ile tuzluluk değişimini gösteren grafiklerde, karışım hattı tuzluluk değerlerinde bu değişimin gözlenmiştir (Şekil 3.27 ve Şekil 3.42). TPO₄'nin büyük bir yüzdesini Ağustos, Kasım ve Nisan aylarında TDP (> %80) oluşturmakta, Şubat ayında ise PP (referans istasyonu hariç; > %50) oluşturmuştur.

Genel olarak Millero'nun (1996) kıyı suları için verdiği TPO₄ değerini (0,3 – 1 µM) çalışma sürecinde referans istasyonuna ulaşan suyun değeri ile (ortalama 0,4 µM, maksimum 0,7 µM) kıyasladığımızda yaklaşık benzer değerlerde olduğu, karışım alanında ölçülen değerleri (ortalama 6 µM, maksimum 22 µM) östarinler için verdiği değişim aralığı (0,3 – 3,0 µM) ile kıyasladığımızda ise oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma döneminde Gediz ağzındaki fosfat değişimini (4,2-37,9 mM) Tablo 3.11' deki akarsular için fosfat değer aralığındadır. Tarım drenaj sularındaki fosfat değerinden ise fazladır.

Tablo 3.11 Çeşitli suların fosfat değişimi (Kaynak: Yıldız,1990)

	Toplam P (µM)	Mevcut Çöz. oPO ₄ yüzdesi
Evsel Atık Su	161,5 - 645,8	15-35
2. Derecede Arıtım Yapan Tesisin çıkış suları	96,9 - 322,9	50-90
Tarımsal Drenaj suları	1,62 -32,29	15-50
Akarsular	0,32 - 322,9	-
Okyanuslar için Ort. değer	2,26	-
Yağmur Suyu	0,13-0,97	-

3.2.2.4 Partikül Karbon:Azot:Fosfat Oranları (C:N:P)

Yapılan ölçümlerden elde edilen değerlerle partikülde besin tuzu oranlarının (C:N:P) tuzluluğa bağlı sınıflandırarak incelediğimizde, 0-8 psu (tatlı su) tuzluluk aralığında sadece POC ile PP arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir

ilişkiye rastlanmıştır (POC:PP=70). Ayrıca 8-20 psu (az tuzlu su) aralığında anlamlı ($R^2 > 80$) ilişki tüm partikül kompozisyonunda gözlenmiştir (POC:PON:PP=170:24:1 ve POC:Chl=359, $R^2 > 74$). Nehirden denize taşınımın olduğu ve bir çok karmaşık proseslerin olduğu alan olan az tuzlu su bölgesinde POC:PON oranı (~7) Redfield oranına ulaşmıştır. Bunun nedeninin bu bölgedeki fitoplankton sayımının yüksekliği (Bizsel 2008) ve bölgenin sık olması nedeni ile deniz tabanından havalanma yoluyla (resuspention) ortama katılan POC olabilir. Benzer şekilde tuzlu suda da (20-38 psu) yüksek anlamlı ilişkiler gözlenmiştir (POC:PON:PP=78:110:1, POC: Chl-a=351 $R^2 > 84$). 20-38 psu arasındaki tuzlulukta ise C:N oranı oldukça düşüktür. Eş zamanlı yapılan körfez seferlerinde benzer düşük orana rastlanmıştır.

Şubat ayında oldukça yüksek debi, düşük POC:PON oranına sebep olmuştur. Oranın mevsimsel dağılımına baktığımızda (Tablo3.12) düşük POC:PON oranının kış ayından kaynaklandığı gözlenmiştir. Şubat ayında nehir ağzında gözlenen, POC'e oranla daha yüksek PON taşınımının, yoğun yağış ve maksimum debiyle ortama katılan taze PON girdisinden kaynaklandığı söylenebilir. Havzanın bir tarım alanı olması ve aynı zamanda havzada bazı sanayi kuruluşlarının ve arıtma tesislerinin nehirle bağlantılı olması karasal PON kaynağını oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalara göre İzmir bölgesinde tarımsal alanlarda kullanılan toplam ticari gübre türleri ve kullanım miktarlarına bakıldığında: saf azotlu gübre kullanımı 30280.74 ton, saf fosfatlı gübre 7928,75 ton olarak 2004 yılında tespit edilmiştir (İzmir İli Çevre Durum Raporu 2004). Havzada kullanılan toplam gübre miktarın yaklaşık %65' ini azotlu gübre oluşturmaktadır (DIE,2007). PON ölçümlerinin yapıldığı CHN aletinden kaynaklanabilecek hatalarında yüksek PON sonuçlarına sebep olabileceği söz konusu olduğundan, bu dönemde gözlenen POC:PON oranındaki farklılık tam olarak açıklanamamaktadır. Yağışların devam ettiği ve havanın ısındığı bahar döneminde canlı faaliyetlerinin artması ile biyolojik kaynaklı karbon miktarda artmıştır ve bahar ayında POC:PON oranı Redfield oranına yaklaşıktır (POC:PON=8). Bu dönemde başlayan ve yaz boyunca devam eden balıkçılık ve midyecilik faaliyetleri ve kuş göçleri-konaklamaları da bölgede su seviyesinin oldukça düşmesi ile sığılmış olan deniz tabanından karbon

hareketlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu dönemde esen şiddetli rüzgarda bu karışımı oluşturan diğer bir faktördür.

Genel olarak bölgede her mevsimde partiküldeki N:P oranı fitoplanktonların ve alglerin gelişmesi için gerekli olan oranın, Topping (1976) tanımladığı oranın (5:1 - 15:1) oldukça üstündedir.

Tablo 3.12 Yüzey suyunda ve mevsimsel olarak sınıflandırılmış partikül maddeler için C:N:P oranı. (Koyu renkle yazılmış değerler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.)

Mevsim		R ²	n	C:N:P
Sonbahar	POC = 172 PP - 1.4	0.96	7	172:115:1
	PON = 115 PP - 19	0.81	8	
	POC = 7 PON - 2	0.98	7	
Kış	POC = 76 PP + 8	0.77	9	76:99:1
	PON = 99 PP - 40	0.51	8	
	POC = PON + 121	0.51	9	
İlkbahar	POC = 211 PP - 29	0.82	9	211:25:1
	PON = 25 PP - 0.4	0.78	8	
	POC = 9 PON - 35	0.96	8	
Yaz	POC = 93 PP + 19	0.49	13	93:13:1
	PON = 13 PP + 2	0.84	5	
	POC = 7 PON - 9	0.91	6	

Bölgede bulunan fazla oranda besin elementi de fitoplanktonların gelişimi açısından limitleyici değildir. Neal, Hilton, Wade, Neal ve Wickham (2006) C:N ve C:P oranının Redfield oranından küçük olduğunda, ortamdaki organik materyalin algal materyali temsil etmeyeceğini, Erstberger, Edwards ve Balls (2004) kirlenmiş nehirlerde C:P oranının çok yüksek olduğu söylemişlerdir. Bu durumda sonbahar ve ilkbaharda C:P oranının 106'dan büyük olması kirlilik yükünü ifade ettiği söylenebilir. Yazın C:N:P oranının Redfield oranına (106:16:1) en yakın değer gözlemlendiği dönem olmuştur.

3.2.2.4 Çözünmüş Besin Tuzları Arasındaki Oranlar

Örnekleme sırasında çözünmüş organik azot (DON) ölçümü yapılamadığı için çözünmüş besin elementlerinden sadece DOC ve DOP arasındaki oran mevsimsel olarak yüzeysel suyu için hesaplanmıştır (Tablo 3.13). Yapılan hesaplamalarda ilkbahar dönemi dışında her mevsim için hesaplanan korelasyon değeri istatistiksel açıdan anlamlı çıkmıştır. Buna bağlı olarak yazdan kışa doğru yağışların artması ve hava sıcaklıklarının düşmesi ile ortama giren DOC yüzdesi, DOP miktarına göre hızla artmıştır. Özellikle yaz aylarında artan sıcaklıkla buharlaşan nehir suyu ve içeriğindeki atık maddeler nehrin sedimantına çökerken, sıcaklıkların azaldığı ve nehrin tekrar kendi debisiyle akmaya başlaması sonucu ortama katılmakta ve nehir boyunca ilerlemektedir. Aynı zamanda nehre ulaşan atıksuyun da daha az seyrelerek ortama katılmaya devam ettiği düşünülürse ortamda rastlanan yüksek oranda çözünmüş organik madde açıklanabilir.

Tablo 3.13 Yüzeysel suyu mevsimsel olarak sınıflandırılmış çözünmüş organik maddeler için C: P oranı. (Koyu renkle yazılmış değerler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.)

Mevsim		R ²	n	C:P
Yaz	DOC=187,2DOP-34,2	0,74	8	187
Sonbahar	DOC=202,4DOP-149,4	0,89	8	202
Kış	DOC=1428DOP-37,9	0,81	9	1428
ilkbahar	DOC=104,6DOP+380	0,22	8	105

Mevsimsel olarak gruplandırılmış NO₃ ve oPO₄ arasındaki oranları incelediğimizde, bu iki değişken arasında yapılan korelasyonların sadece yaz ve kış dönemi için anlamlı çıktığı Tablo 3.14'de görülmektedir. NO₃:oPO₄ oranı kış döneminde yaz dönemine göre oldukça yüksektir (49,3) ve her iki oranda Redfield oranından oldukça farklıdır (16:1). Yaz döneminde ortamda NO₃ limitleyici görevi üstlenirken girdinin yüksek olduğu kış döneminde ise ortamdaki oPO₄ miktarı limitleyici görev üstlenmiştir.

Tablo 3.14 Yüzey suyunda mevsimsel olarak sınıflandırılmış $\text{NO}_3:\text{oPO}_4$ oranı. (Koyu renkle yazılmış değerler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.)

Mevsim		R^2	n	$\text{NO}_3:\text{oPO}_4$
Yaz	$\text{NO}_3=1,20 \times \text{oPO}_4 + 1,2$	0,53	17	1,2
Sonbahar	$\text{NO}_3= 0,99 \times \text{oPO}_4 + 2,6$	0,43	8	0,99
Kış	$\text{NO}_3= 49,3 \times \text{oPO}_4 + 3,5$	0,83	9	49,3
İlkBahar	$\text{NO}_3= 16,7 \times \text{oPO}_4 + 21,8$	0,27	9	16,7

Ortamda örnekleme dönemi boyunca ölçülen çözülmüş besin elementlerinden $\text{Si}:\text{NO}_3$ oranına bakıldığında (Tablo 3.15), ilkbahar dışında diğer bütün dönemlerde bir korelasyon gözlenmiştir. Sonbaharda oran en yüksek değere ulaşmıştır. Nehrin taşınımın en yüksek olduğu dönem olan kış da ise oran en düşük değerine ulaşmıştır. Bu sırada taşınım ile tüketimin aynı hızla değiştiği gösterebilir.

Tablo 3.15 Yüzey suyunda mevsimsel olarak sınıflandırılmış $\text{Si}:\text{NO}_3$ oranı. (Koyu renkle yazılmış değerler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.)

Mevsim		R^2	n	$\text{Si}:\text{NO}_3$
Yaz	$\text{Si} = 3,50 \times \text{NO}_3 + 10,6$	0,87	17	3,5
Sonbahar	$\text{Si} = 4,45 \times \text{NO}_3 + 43,1$	0,53	8	4,45
Kış	$\text{Si} = 2,96 \times \text{NO}_3 + 8,6$	0,94	9	2,96
İlkBahar	$\text{Si} = 0,16 \times \text{NO}_3 + 20,7$	0,15	8	0,16

$\text{Si}:\text{PO}_4$ oranına bakıldığında bütün mevsimlerde istatistiksel bakımdan anlamlı ilişkiye rastlanmıştır (Tablo 3.16). Kış dönemi oranın en yüksek, yaz dönemi ise en düşük değer sahip olduğu örnekleme dönemleri olmuştur. Kışın ortamdaki PO_4 limitleyici olmuştur. Diğer 3 dönem içi genelde yakın değerlere rastlanmıştır.

Tablo 3.16 Yüzey suyunda mevsimsel olarak sınıflandırılmış $\text{Si}:\text{NO}_3$ oranı. (Koyu renkle yazılmış değerler istatistiksel bakımdan anlamlıdır.)

Mevsim		R^2	n	$\text{Si}:\text{PO}_4$
Yaz	$\text{Si}=6 \text{ PO}_4+ 2$	0.97	18	6
Sonbahar	$\text{Si}=9 \text{ PO}_4+14$	0.95	8	9
Kış	$\text{Si}=146 \text{ PO}_4-21$	0.90	9	146
İlkBahar	$\text{Si}=12 \text{ PO}_4+0.47$	0.85	9	12

3.2.2.5 Toplam Madde Taşınımı Hesabı

Elde edilen ölçümlerden ve ölçüm yapılan günkü debi değerlerinden yola çıkarak bir günlük madde taşınımı hesapladığımızda, (Tablo 3.17) en yüksek debinin gözlemlendiği Şubat örnekleme dışında bölgeye gelen madde taşınımı göreceli daha düşüktür. Bazı parametreler için ise (örneğin DOC) nehrin kendi debisi ile aktığı Kasım ve Nisan dönemlerinde benzer değerlerde taşınımın olduğu görülmüştür. Fakat bu hesaplamalarda gözardı edilmemesi gereken bir nokta en yakın debi ölçüm istasyonunun nehir ağzında yaklaşık 60 km uzaklıkta (Menemen köprüsü) olmasıdır. Hava sıcaklığının çok arttığı dönemlerde nehrin ağzına ulaşan su miktarı ölçüm istasyonundan ölçülen değerden çok farklı olduğu örnekleme anındaki gözlemler esnasında tespit edilmiştir. Bu durumda özellikle Ağustos 2005’de hesaplanan madde taşınımının daha düşük olacağı düşünülebilir. Ağustos 2005’de deniz suyu iyice nehre doğru nüfus etmiştir. Tablodaki değerler genel olarak fikir vermesi açısından önemlidir. Özellikle yağışın çok ve hava sıcaklığının düşük olduğu kış aylarında

Tablo 3.17 Nehrin taşıdığı günlük madde miktarları. (MT=madde taşınımı).

Ton/gün						
	MT _{AKM}	MT _{TOC}	MT _{TIN}	MT _{TPO4}	MT _{PON}	MT _{Si}
Ağustos 2004	45	18,3	3,3	0,88	0,8	12
		MT _{POC} : 5	MT _{NH4} : 1,18	MT _{OPO4} : 0,6		
		MT _{DOC} : 13,3				
Kasım 2004	3	12,7	1,6	0,52	0,7	2,8
		MT _{POC} : 0,3	MT _{NH4} : 1,48	MT _{OPO4} : 0,4		
		MT _{DOC} : 12,4				
Şubat 2005	3709	237,5	39,2	1,95	89,2	74,3
		MT _{POC} : 43,4	MT _{NH4} : 24	MT _{OPO4} : 0,5		
		MT _{DOC} : 194,1				
Nisan 2005	37	21,7	3,6	0,21	1,17	0,45
		MT _{POC} : 8,4	MT _{NH4} : 0,75	MT _{OPO4} : 0,07		
		MT _{DOC} : 13,4				
Ağustos 2005	15	22,3	1,6	-	22,3	10
		MT _{POC} : 2,6	MT _{NH4} : 0,15	MT _{OPO4} : 1,82		
		MT _{DOC} : 19,6				

(Ocak, Şubat gibi) taşınım miktarı diğer büyük nehirlerin taşıdığı madde miktarları ile kıyaslanabilecek kadar büyüktür. Nehrin kendi debisi ile aktığı sonbahar, kış ve ilkbahar dönemlerinde elde edilen günlük AKM taşınımı (MT_{AKM}) ile diğer kimyasal parametrelerin taşınımı arasında yapılan regresyon sonuçları kullanarak madde taşınımı için Tablo 3.18'deki gibi tahmini formüller bulunmuştur. Böylelikle nehrin debisi ve AKM miktarları bilindiğinde ortama taşınan kimyasal maddelerin o gün ki taşınım miktarları hakkında fikir sahibi olunabilir.

Tablo 3.18 AKM taşınımı ile besin tuzlarının taşınımı arasındaki ilişkiler.

Tahmin (ton/gün)	R ²	n
$MT_{PON} = MT_{AKM} \times 0,02 + 0,46$	0,999	3
$MT_{DOC} = MT_{AKM} \times 0,049 + 11,92$	0,999	3
$MT_{TOC} = MT_{AKM} \times 0,059 + 16,02$	0,999	3
$MT_{NH_4} = MT_{AKM} \times 0,06 + 0,992$	0,992	3
$MT_{TIN} = MT_{AKM} \times 0,01 + 2,37$	0,999	3
$MT_{Si} = MT_{AKM} \times 0,0197 + 1,22$	0,999	3

Gediz Nehri'ni Akdeniz'e dökülen diğer nehirlerle kıyasladığımızda, debisi oldukça düşük kalmaktadır (Bakınız Ek 9). Yaklaşık olarak benzer debi değerlerine ($145 \text{ m}^3/\text{sn}$, $66,5 \text{ m}^3/\text{sn}$) sahip olan iki nehir (Ebro, Arno nehirleri) ile Gediz Nehri'ni kıyasladığımızda, Gediz'in taşıdığı TOC'nin diğerlerine oranla çok yüksek olduğu (Arno $0,0036 \text{ ton/gün}$) (Kepme, 1991), buna karşın taşınan TPO_4 miktarının (Arno $4,9 \text{ ton/gün}$) düşük, oPO_4 (Ebro $0,5 \text{ ton/gün}$) ve NH_4 (Ebro $2,13 \text{ ton/gün}$, Arno $6,9 \text{ ton/gün}$) madde taşınımının ise benzer olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada ise Gediz'in yüksek debiye sahip olduğu ($123 \text{ m}^3/\text{sn}$) anda taşıdığı AKM miktarının, benzer debiye sahip Ebro Nehri'nin ($\sim 350 \text{ ton/yıl}$) 10 katı kadar olduğu hesaplanmıştır (Go'mez-Gutie'rrez, Jover, Bodineau, Albaige's, Bayona, 2006, Guille'n, ve Palanques, 1992). Aynı anda Gediz'in taşıdığı günlük DOC ve POC miktarları Ebro Nehri'nin taşıdığı DOC ($\sim 30 \text{ ton/gün}$) miktarının $\sim 6,5$ katı ve POC ($\sim 3 \text{ Ton/gün}$) miktarlarının ~ 14 katı kadar fazla olduğu görülmüştür.

3.3 Temel Bileşen Analizi

Yapılan ölçümlerden elde ettiğimiz fiziksel ve kimyasal verileri kullanarak bölgede seçilen istasyonlar arasında varyasyona sebep olan değişkenleri bulmak için Principal Component Analysis (PCA) yapılmıştır. İlk önce örnekleme boyunca elde edilen tüm verilerden sadece yüzey suyu değerleri seçilmiş ve bu değişkenler arasında korelasyon olanları belirlenmiştir. Bazı istasyonların bir çok değişken için ölçüm sonuçları olmadığından bu istasyonlar işleme dahil edilmemiştir. İstasyonlar 11A=A, 11B=B, 11C=C, 11D=D, 11E=E, 11F=F, 11X=X, Gediz=G kısaltmaları ile gösterilmiştir. Aralarında korelasyon olan değişkenler için yapılan PCA'nın sonuçları Tablo 3.19 ve Şekil 3.49'da gösterilmiştir. İstasyonlar arasındaki farklılığı yaratan değişkenlerden ilki mevsimlerdir. Her mevsim için istasyonlar kendi aralarında gruplanmıştır. En büyük farklılığın olduğu mevsim Şubat dönemi olmuştur. Kasım döneminde 11E,11F ve Gediz istasyonu benzer bir karakter gösterirken, K2 hattı ve 11D'de benzer bir karakterdedir. Seçilen değişkenler gözönüne alındığında, istasyonlar arasında % 66,4'lük varyasyonu en fazla yaratan değişkenlerin PP, Si₂O, AKM, 2-5 mikron boyutundaki partiküllerin sayısıdır. İstasyonlar arasında % 11,6'lık varyasyona en fazla sebep olan değişkenler ise NH₄ ve yoğunluk iken % 8,3'lük varyasyona en fazla sebep olan değişken DOC çıkmıştır.

Tablo 3.19 Yüzeysuyunda ölçülen, aralarında korelasyon olan tüm değişkenler ile yapılan PCA sonuçlarına göre a:Eigenvalues ve % varyasyon değerleri. b: Varyasyon yaratan değişkenler. En fazla varyasyona sebep olmuş değişkenler koyu olarak yazılmıştır.

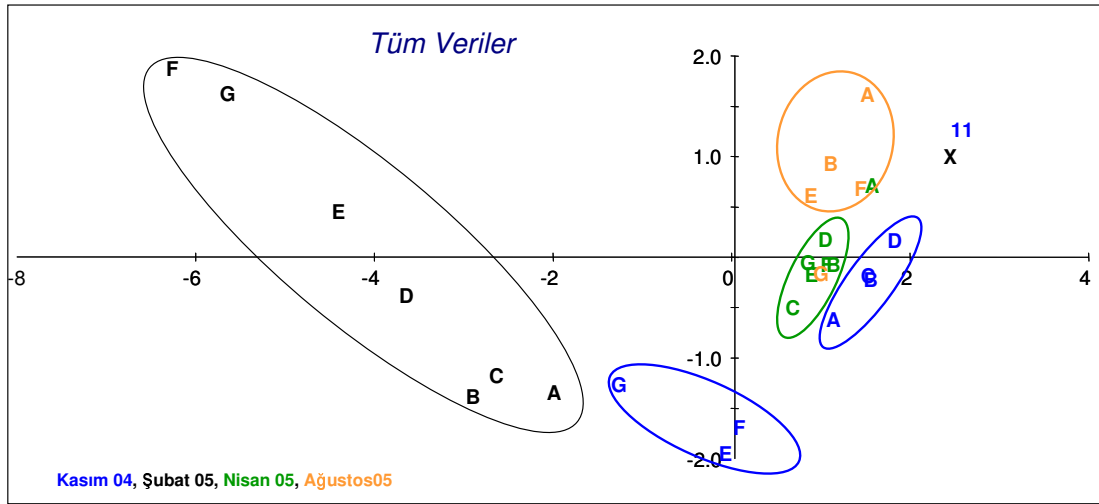
PC	Eigenvalues	% Varyasyon	Top.% Varyasyon
1	5.98	66.4	66.40
2	1.04	11.6	78.00
3	0.74	8.3	86.30

(a)

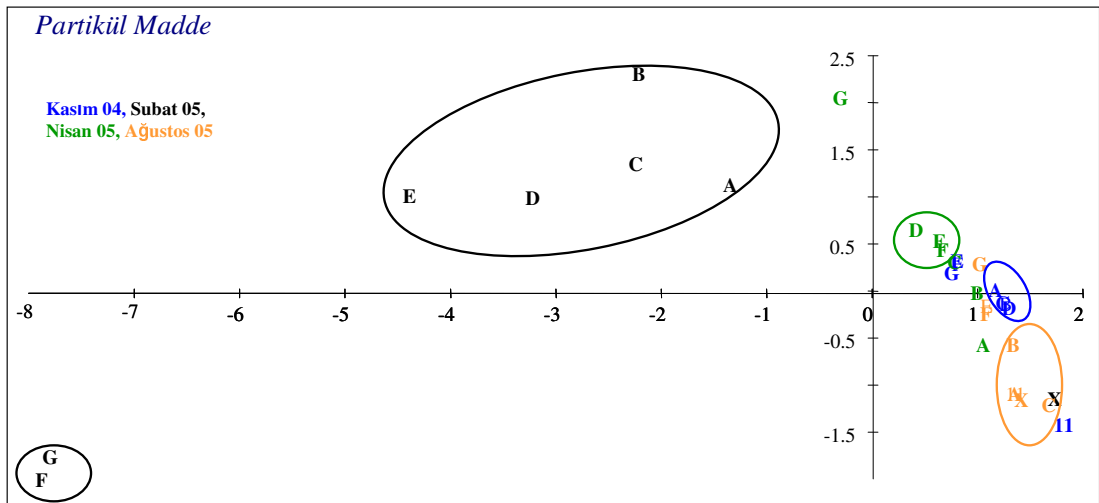
Değişken	PC1	PC2	PC3
Yoğunluk	0.28	0.446	-0.29
DO	0.31	0.135	0.63
PP	-0.37	-0.053	-0.19
DOC	-0.27	0.22	0.66
PON	-0.35	0.382	0.08
NH ₄	-0.29	-0.526	0.11
Si ₂ O	-0.37	-0.278	0.06
AKM	-0.37	0.318	-0.12
2-5mikron	-0.36	0.361	-0.09

(b)

Analize katılabilen Referans istasyonlarının, K1, K2 ve Gediz istasyonlarından daha farklı bir karakterde olduğu da Şekil 3.49'da görülmektedir. Çalışma sürecinde istasyonlar arasında gözlenen farklılığı sadece taşınan partikül madde ve bazı fiziksel değişkenler bakımından incelediğimizde, yüzey suyunda aralarında korelasyon çıkan değişkenler için yapılan PCA'in sonuçları Şekil 3.50 ve Tablo 3.20'de verilmiştir. PCA sonucuna göre istasyonlar arasında % 72,5'lik varyasyonu en çok AKM, 2-5 mikron ve 5-10 mikron boyundaki partikül sayısı sebep olurken, %12'lik varyasyona



Şekil 3.49 Yüzey suyunda aralarında korelasyon olan tüm veriler gözönüne alınarak çalışma bölgesinde yapılan PCA sonucu.



Şekil 3.50 Yüzey suyunda, partikül maddelerden aralarında korelasyon olanlar için çalışma alanında hesaplanan PCA sonucu.

en çok yoğunluk ve POC, %8'lik varyasyona ise en çok DO sebep olmuştur. Şubat ayında istasyonlar diğer aylara göre partikül madde ve bazı fiziksel değişkenler açısından farklı bir karakter göstermektedir. Kendi içinde de 11F ve Gediz istasyonları farklıdır. Ayrıca Nisan ayındaki Gediz istasyonu da çalışma sürecinde diğer istasyon değerlerinden partikül madde bakımından farklıdır.

Tablo 3.20 Yüzeysuyunda ölçülen, aralarında korelasyon olan partikül maddeler ile yapılan PCA sonuçlarına göre a:Eigenvalues ve % varyasyon değerleri. b: Varyasyon yaratan değişkenler. En fazla varyasyona sebep olmuş değişkenler koyu olarak yazılmıştır.

PC	Eigenvalues	% Varyasyon	Top.% Varyasyon
1	6.52	72.5	72.5
2	1.08	12	84.5
3	0.73	8.1	92.6

(a)

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
Yoğunluk	0.234	-0.573	0.415
DO	0.259	-0.174	-0.831
PP	-0.344	0.365	0.185
POC	-0.29	0.438	-0.202
PON	-0.364	-0.228	-0.136
AKM	-0.373	-0.093	0.069
2-5 mikron	-0.376	-0.228	-0.019
5-10 mikron	-0.372	-0.28	-0.076
10-20 mikron	-0.353	-0.353	-0.181

(b)

Sadece çözülmüş maddelerin ve bazı fiziksel değişkenler arasındaki PCA sonuçları Tablo 3.21 ve Şekil 3.51'de gösterilmiştir. Çözülmüş maddeler bakımından % 65,9'lük istasyonlar arasındaki varyasyona en çok sebep olan değişken Si_2O iken, % 16,4'lük varyasyona en çok etkisi olan DO ve % 9,8'lik varyasyona en çok etkisi olan değişken ise DOC olduğu yapılan analiz sonucunda bulunmuştur. Çözülmüş maddeler söz konusu olduğunda mevsimsel ayırimda daha rahat yapılabilmektedir. Şubat ve Kasım aylarında bütün istasyonlar benzer bir gruplanma oluştururken, Kasım ve Ağustos 2004'te K1 ve K2 hatları farklı gruplar oluşturmuş. Özellikle Ağustos 2004 daha çok deniz suyu özeliğine sahip Referans istasyonlarına yakın bölgede gruplanma olmuştur.

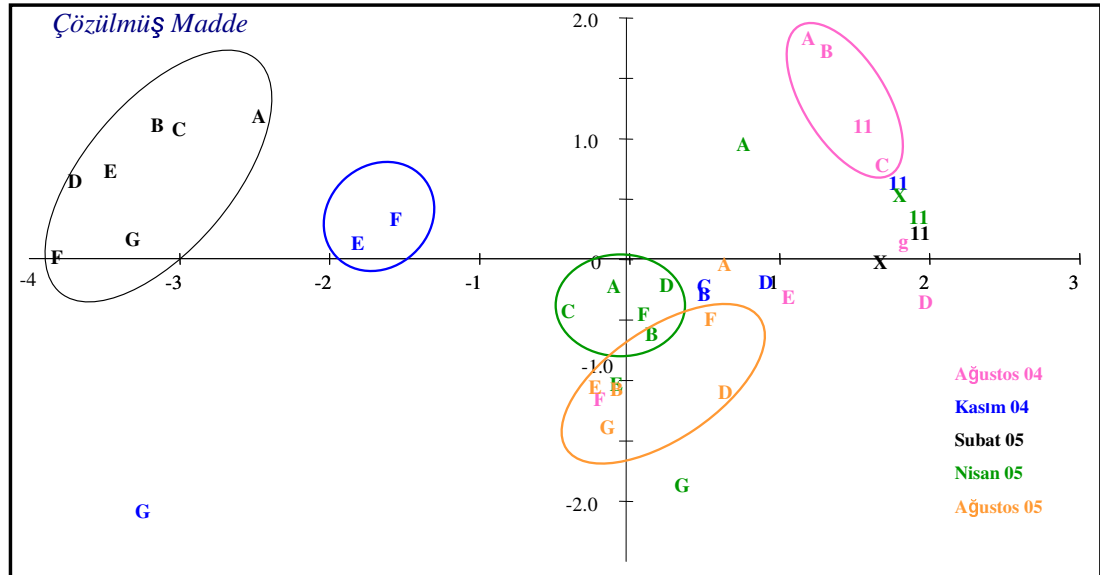
Tablo 3.21 Yüzeysuyunda ölçülen, aralarında korelasyon olan çözülmüş maddeler ile yapılan PCA sonuçlarına göre a: Eigenvalues ve % varyasyon değerleri. b: Varyasyon yaratan değişkenler. En fazla varyasyona sebep olmuş değişkenler koyu olarak yazılmıştır.

PC	Eigenvalues	% Varyasyon	Top. % Varyasyon
1	3.30	65.9	65.90
2	0.82	16.40	82.30
3	0.49	9.80	92.20

(a)

Değişken	PC1	PC2	PC3
Yoğunluk	0.44	0.426	-0.47
DO	0.34	-0.85	0.07
DOC	-0.42	-0.3	-0.83
NH ₄ ⁺	-0.48	0.024	0.28
Si ₂ O	-0.53	0.033	0.05

(b)



Şekil 3.51 Yüzeysuyunda, çözülmüş maddelerden aralarında korelasyon olanlar için PCA sonucu.

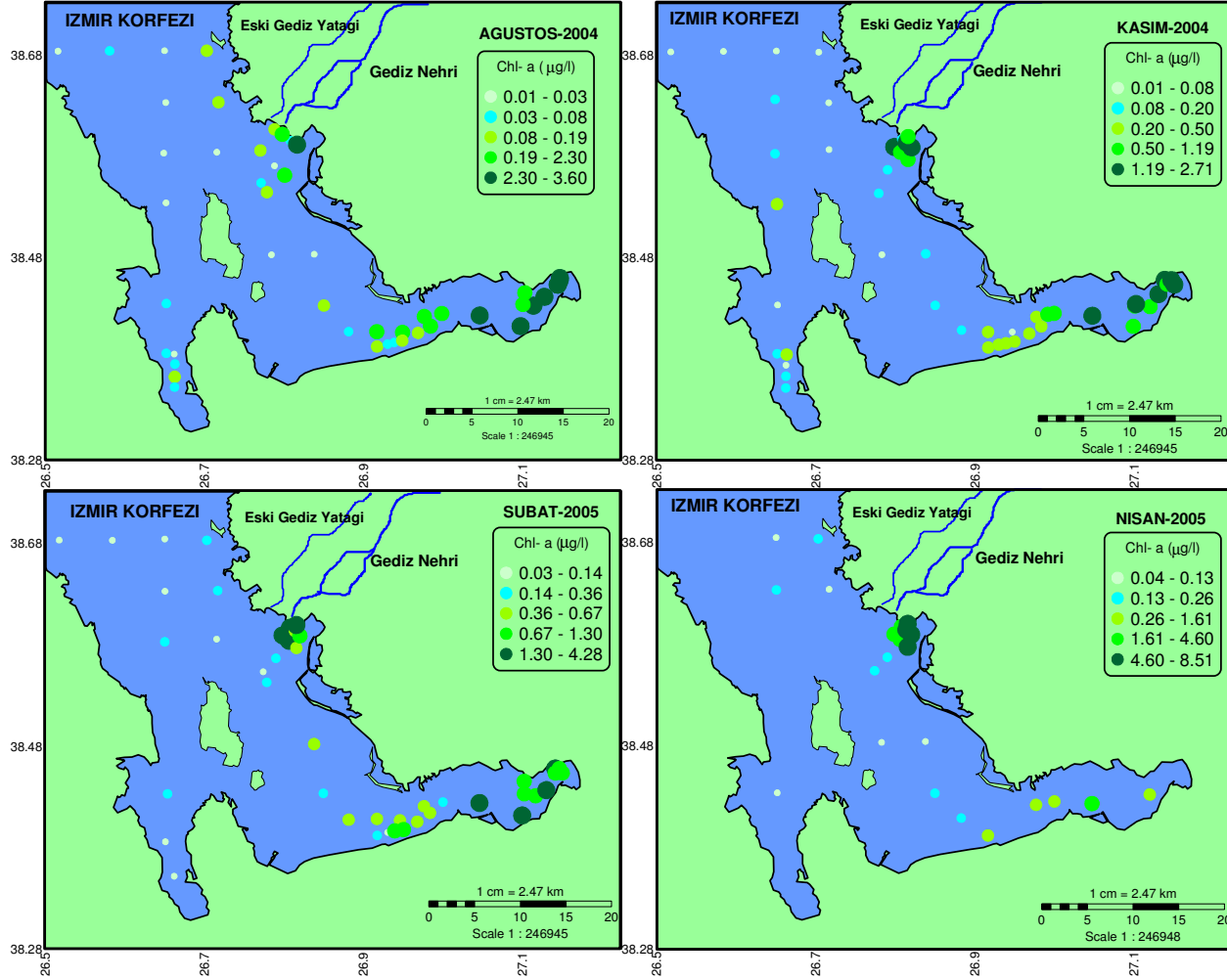
BÖLÜM DÖRT

SONUÇ

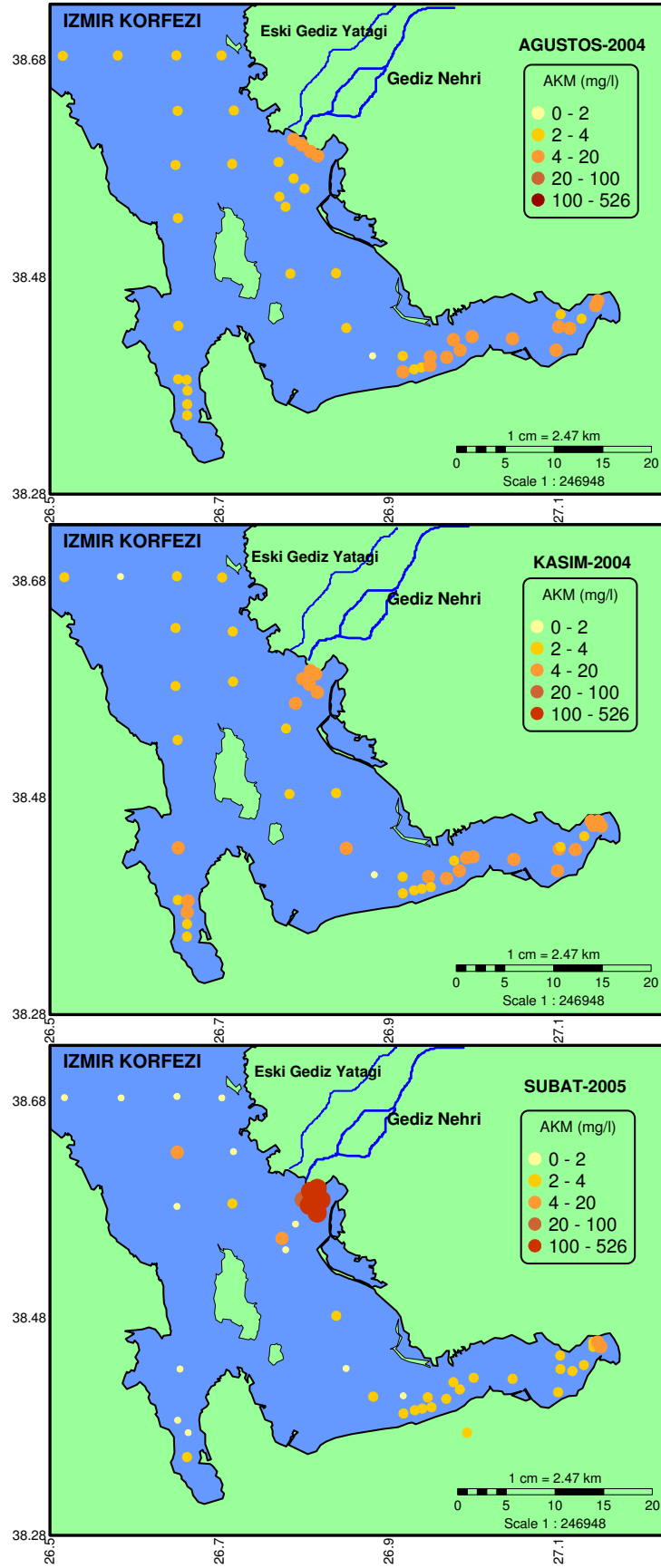
4.1 Gediz Nehrinin İzmir Körfezi' ne Etkisi

Önceki yıllarda körfezde yapılan çalışmalarda (1993-1994) AKM miktarı ortalama dış körfezde 4,9 ila 6,4 mg/l, orta körfezde 9,3 ila 15,4 mg/l ve iç körfezde 21,6 ila 33,6 mg/l arasında, değiştiği ölçülmüştür. Dış körfezde NO₂ (0,02-0,06), NO₃ (0,79 -1,25) ve NH₄ (0,32 - 1,77) µM arasında , orta körfezde NO₂ (0,22-0,54), NO₃ (0,75-0,81) ve NH₄ (2,07-4,9) µM arasında ve iç körfezde NO₂ (0,85-1,04), NO₃ (0,91-0,99) ve NH₄ (14,08-51,07) µM arasında ölçülmüştür. Fosfat formları, dış körfezde maksimum TDP (9,95 µM), PP (0,28) µM, orta körfezde maksimum TDP (2,1 µM), PP (1,66 µM) ve iç körfezde TDP (50,05 µM), PP (4,37 µM) değerlerinde ölçülmüştür (Bizsel, 1996). Gediz örnekleme günleri ile aynı tarihlerde yapılan Körfez seferlerine ait kimyasal parametrelerin bölgesel değişimi ise Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Bu seferlerde dış körfezde AKM (0,6-6,1mg/l) aralığında; NO₂ (0,01-0,31 µM), NO₃ (0,12-1,34 µM), NH₄ (0,1-0,83 µM) aralığında; TDP (0,1-0,82 µM) aralığında; orta körfezde AKM (1,27-6,6 mg/l), NO₂ (0,02-0,3 µM), NO₃ (0,14-1,03 µM), NH₄ (0,15-3,2 µM), TDP (0,19-4,82 µM) aralığında, iç körfezde ise AKM (2,7-13,3 mg/l), NO₂ (0,01-0,92 µM), NO₃ (0,29-5,28 µM), NH₄ (0,58-6,5 µM), TDP (2,57-6,41 µM) aralığında değişmiştir (DEU.DBTE, 2005). Daha önceden Mayıs 1993-Haziran1994 tarihinde Körfez'de yapılmış çalışmanın verilerini, Gediz örnekleme ile çakışan Ağustos 2004-Şubat 2005 Körfez izleme projesinin verileri ile kıyasladığımızda: Dış körfezde ölçülen AKM miktarında maksimum değerde az, minimum değerde göreceli fazla bir azalış gözlenirken, orta körfezde ölçülen AKM miktarında bir değişiklik olmamış, iç körfezde ölçülen AKM miktarında bir miktar azalma göstermiştir. İki çalışma arasında TIN değerlerini kıyasladığımızda Şubat örnekleme dışında genel olarak yıllar sonra bölgelerde bir azalma (özellikle iç körfezde) gözlenmektedir. Diğer bir parametre olarak ölçülen TPO₄ değeri kıyaslandığında iki çalışma dönemi arasında bir azalış görülmektedir. Bu iki tarih arasındaki fark özellikle 2004-2005 dönemi ve 2000'den itibaren arıtma tesisinin aktif olmasından kaynaklanabilir. 2004, 2005 Körfez izleme verilerini,

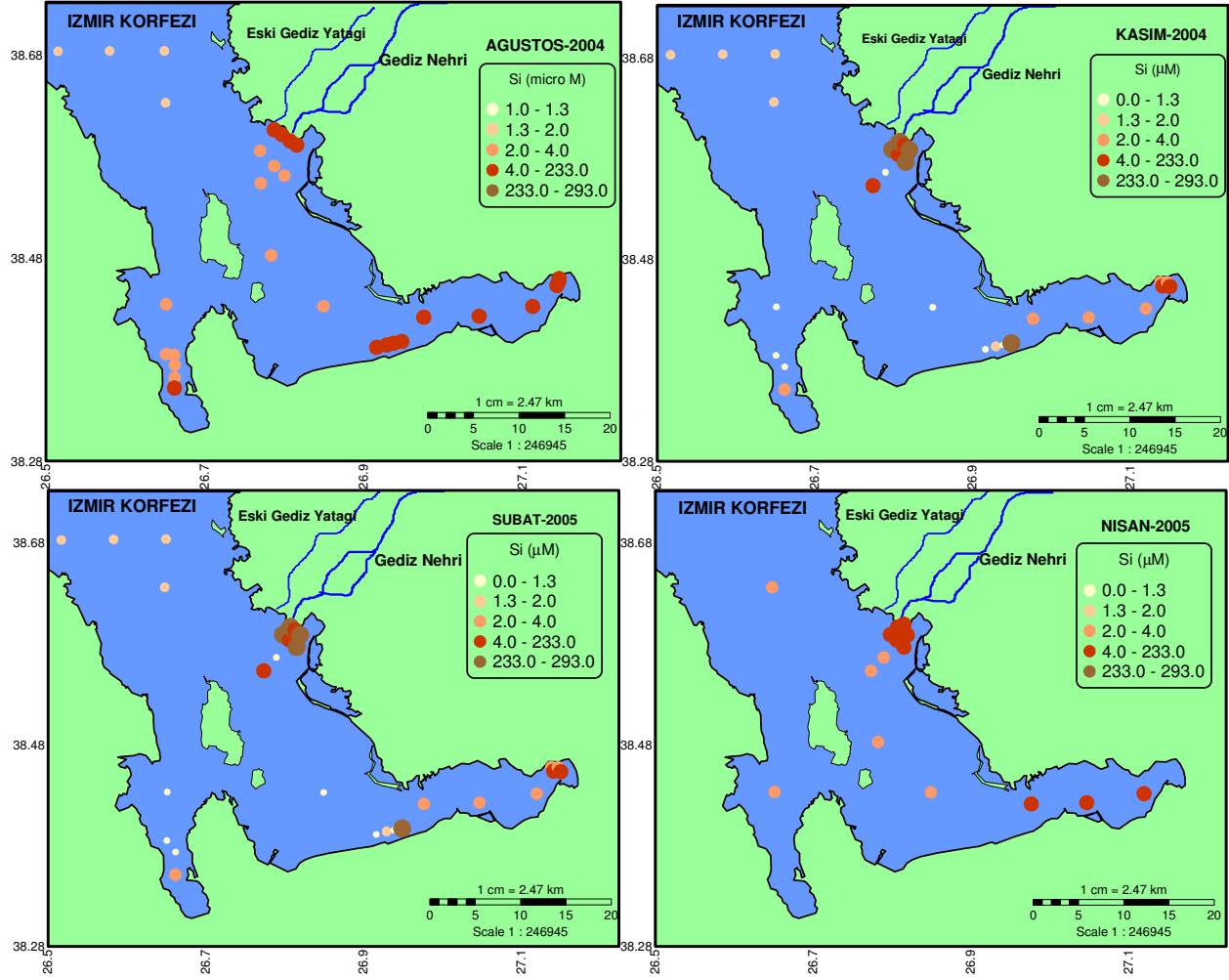
Gediz Nehri ile ilgili çalışmada referans istasyonu olarak seçilen 11 ve 11X istasyonlar ile kıyaslandığında, Chl-a ve DOC'nin her dönem için dış körfezdeki istasyonlarla yakın değerlere sahip hatta bazı dönemlerde DOC'nin biraz daha düşük değerlere sahip olduğu gözlenirken; TIN, AKM, TPO₄, Şubat örnekleme dışında dış körfezde seçilmiş istasyonlarla yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Sadece debinin ve tatlı su girdisinin çok fazla olduğu Şubat döneminde dış körfezdeki istasyonlarda biraz daha yüksek konsantrasyon değerlerine rastlanmaktadır. Buda nehrin sadece yüksek debiye sahip olduğu dönemlerde körfez açısından bir kaynak gibi davrandığını göstermektedir. Gediz Nehri'nden gelen yüksek konsantrasyondaki partikül besin tuzlarının karışım alanında (K1 ve K2 hattında) çöktüğü ve daha çok bu alanda biriktiği düşünülmektedir. Asıl tehlike altında olan bölgenin RAMSAR sözleşmesine göre koruma altındaki Kuş Cennetine yakın olan bölge olduğu düşünülmektedir. Bu bölgeye doğru istasyonun olmaması, partiküllerin bu bölgede nasıl davrandığı hakkında yorum yapmamızı engellemektedir. Gediz Nehri'nin ağız yoğun tatlı su girdisinin olduğu dönemler dışında bir kapan görevi üstlenmektedir.



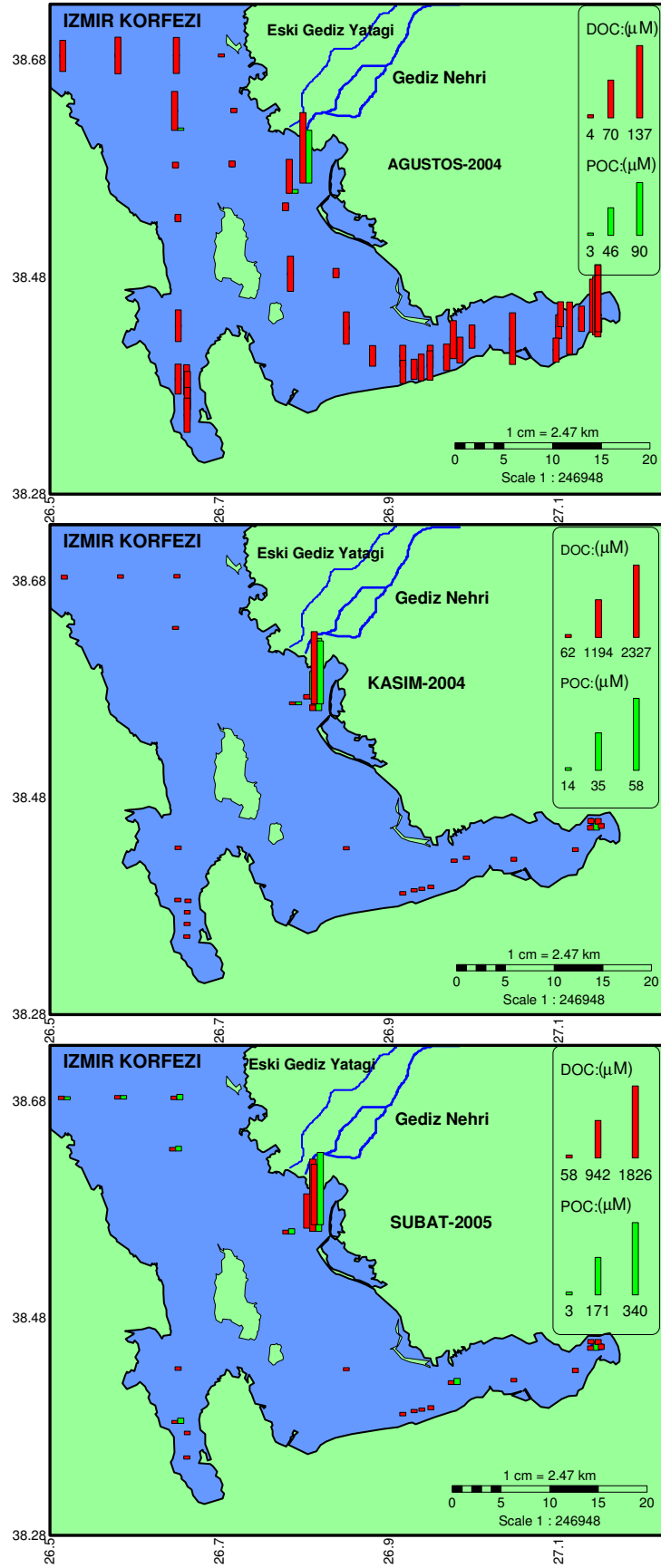
Şekil 4.1 Çalışmamız ile aynı dönemde yapılan DEU, DBTE –İzmir Belediyesi Körfez İzleme Projesi kapsamında elde edilen bazı kimyasal parametrelerin değerlendirilmesi



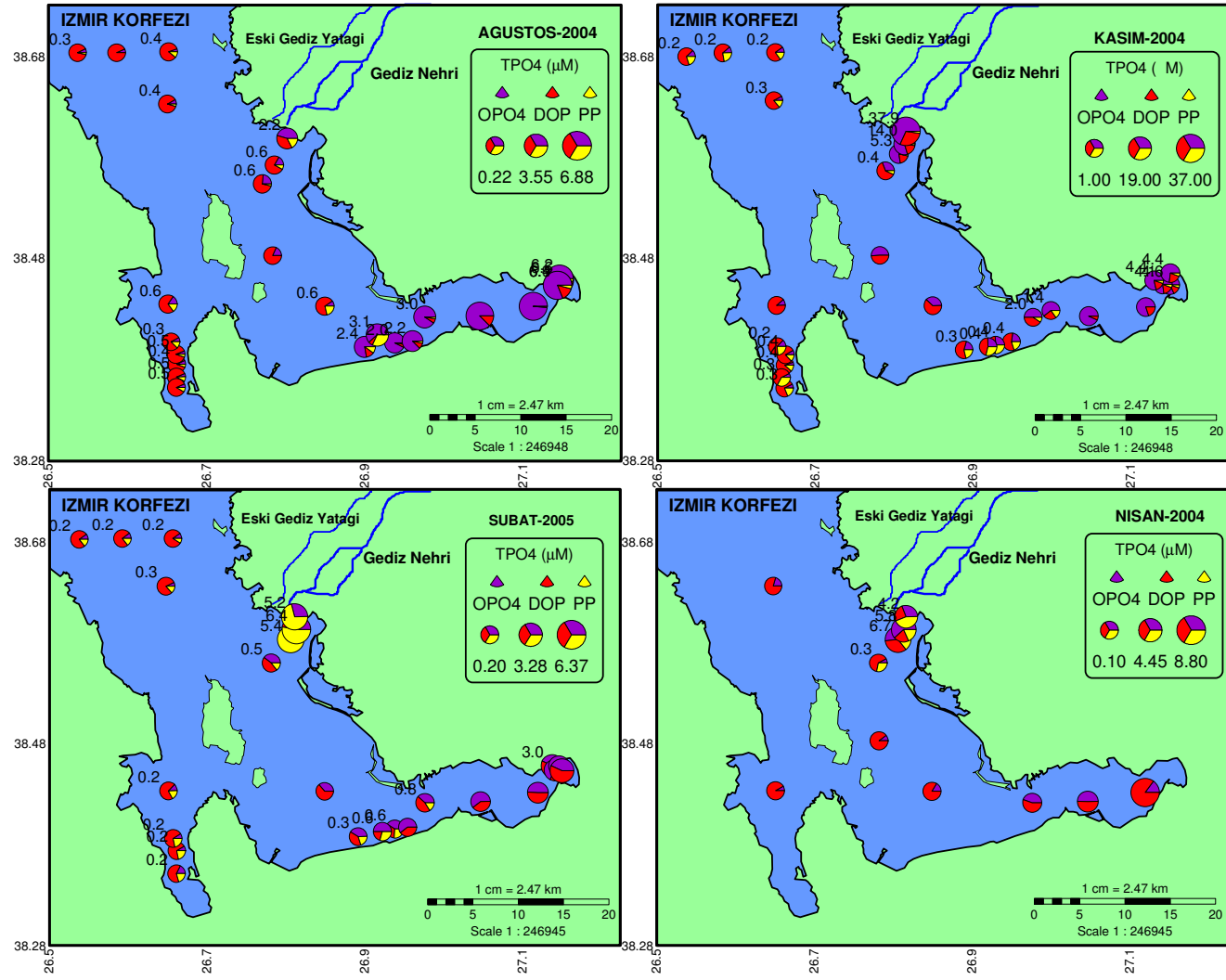
Şekil 4.1' i devamı



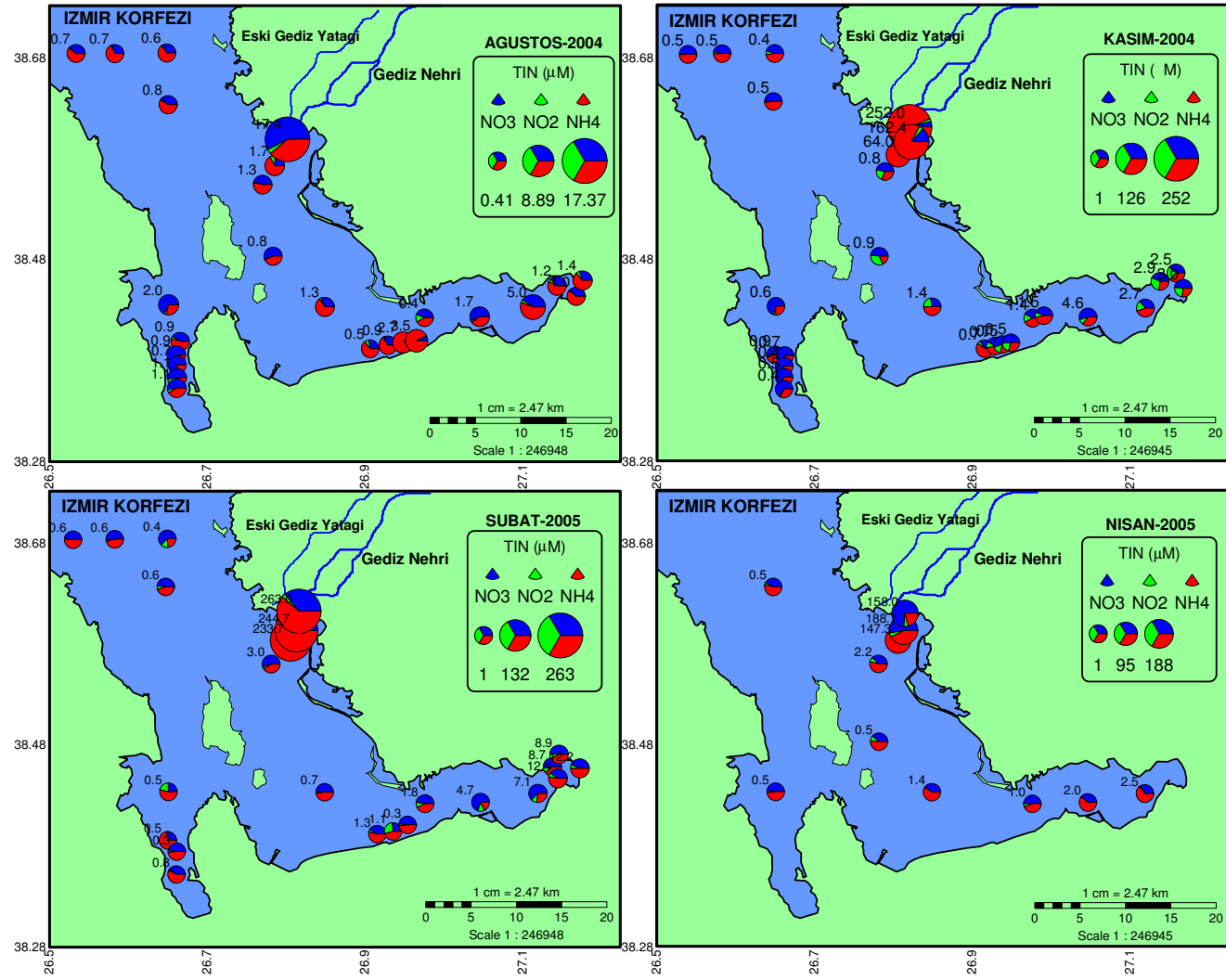
Şekil 4.1'in devamı



Şekil 4.1' in devamı



Şekil 4.1' in devamı

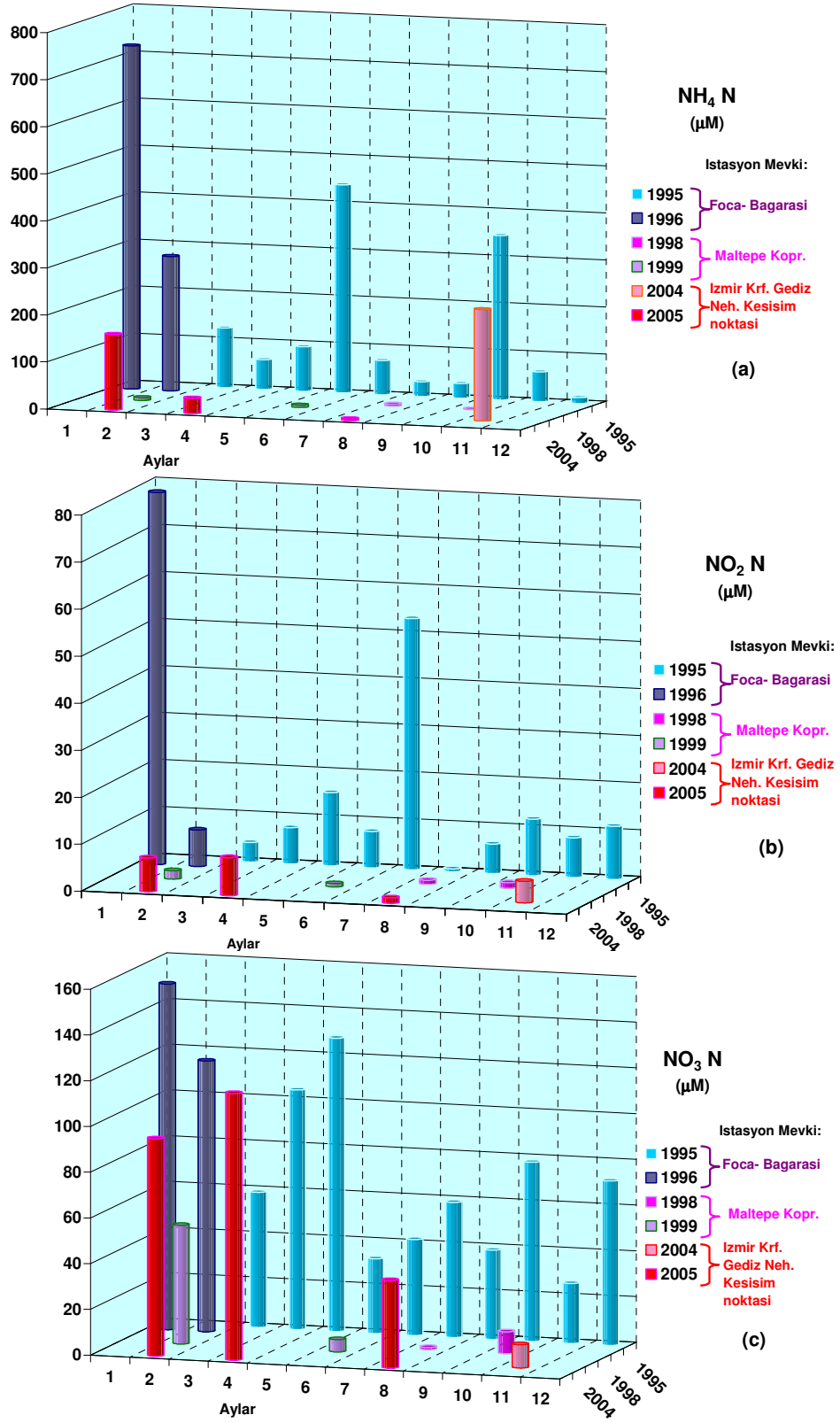


Şekil 4.1'in devam

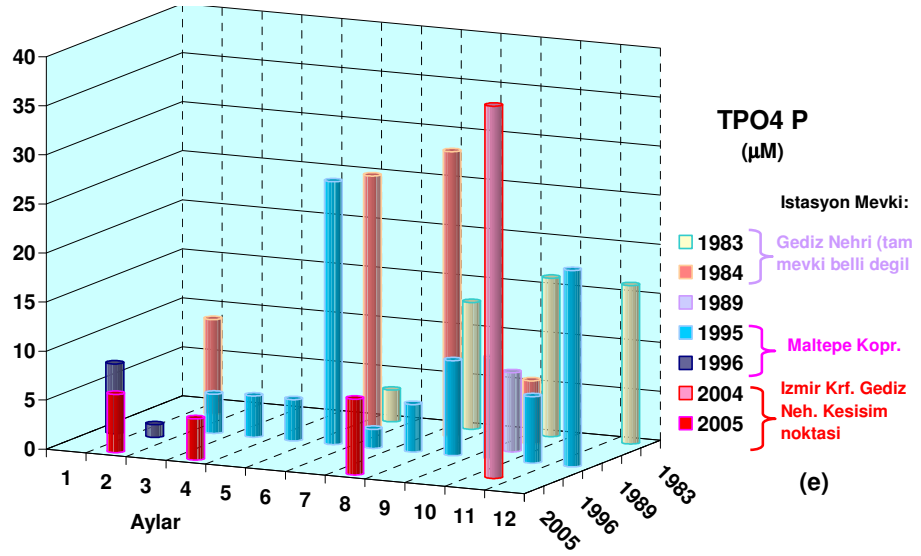
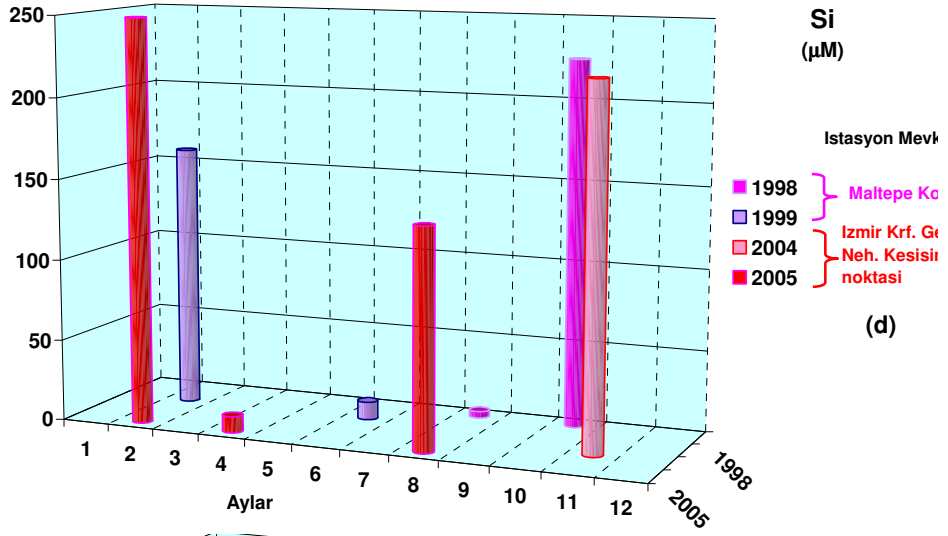
4.2 Tüm Değişkenlere Genel Bir Bakış Ve Değerlendirme

Gediz Nehri ile ilgili yapılan bu çalışma göstermektedir ki bütün besin tuzları (çözünmüş ve/veya partikül formda) tuzluluk artışına bağlı olarak azalmaktadır. Ortam genel olarak dört değişkenin etkisi altındadır. Bunlar debi, rüzgar, hava sıcaklığı, tuzluluk değişimi. Hava sıcaklıkları bölgede akan suyun miktarı ve su derinliği üzerinde etkilidir. Bazı dönemlerde Demirköprü barajı, bazı dönemlerde ise hava koşullarının kontrol ettiği debi, ortama taşınan AKM miktarının değişmesinde başrol oynamaktadır. Rüzgar yüzeyden taşınım yapan nehrin yayılımı üzerinde etkilidir. Ayrıca karışım alanında su seviyesinin azaldığı dönemde denizin yarattığı dalgalar ile sığ suda sedimentten havalanmaya yardımcı olmaktadır. Tuzluluk değişimi nehrin debisine bağlıdır. Tuzluluğun bölgedeki değişimi ile taşınan besin tuzlarının davranışını belirlemektedir. Bütün bu değişkenlerin etkisi altında bulunan Gediz Nehri'nin İzmir körfezi ile buluştuğu karışım alanı genel olarak partiküller için bir kapan görevi istenmektedir. Yapılan başka çalışmalar nehrin bünyesine katılan Nif çayı ve Karaçay'ın nehrin denizle buluştuğu noktaya yakın bölgedeki kirlilik üzerinde katkısı olduğunu göstermiştir (Okur ve ark., 1997). Nehrin taşıdığı yüksek derişime sahip su, karışım alanına geldikten ve tuzlu su ile karşılaştıktan sonra kontrantasyonu düşmektedir. Henüz tam olarak somut delillere dayandırılmasa da, nehir suyu kuzeyli rüzgarların etkisi ile Homa Lagününe doğru hareket etmekte ve Körfez için yapılan model çalışmalarına göre rüzgarın etkisi altında antisiklonik bir akıntı ile tekrar dış körfeze ve karışım bölgesinin açıklarına dönmektedir. Özellikle debinin arttığı ve tatlı suyun açıklara kadar çok ince bir tabaka şeklinde taşındığı dönemlerde Gediz Nehri kaynak görevi görebilmektedir. Fakat bu durumda da nehir ağzından çıkan yüksek konsantrasyonlu su nispeten etkisini azaltarak açıklara taşınmaktadır. Sıcaklığın arttığı yaz dönemlerinde nehrin debisini genellikle tarlaların sulamasından geri dönen su belirler. Gübrenmiş tarlaların sulama suyu ile yıkanması sonucu ortama fazla miktarda partikül azot formunun ulaştığı gözlemlenmiştir. Aynı dönemde evsel ve endüstriyel atıklarla kirletilmiş nehir suyunun konsantrasyonu, artan hava sıcaklıkları yüzünden daha da artmakta, nehirdeki su miktarı azalmaktadır. Bu esnada yüksek konsantasyondaki

besin elementlerinin nehir suyundan sedimente geçtiği düşülmektedir. Daha önceden yakın tarihte yapılan bir çalışmada nehrin sedimanında ölçülen toplam organik madde yüzdesinin düşük akışın gözleendiği dönemde (% 2,1) yüksek akışın gözleendiği dönemden daha fazla olduğu (% 0,5) tespit edilmiştir (Aydın, 2006). Nehrin kendi debisi ile akmaya başladığı ve hava sıcaklıklarının düştüğü dönemde ortama katılan atık sulara ek olarak yaz boyunca sedimentte biriken besin tuzlarını ortama katıldığı ve nehir ağzından karışım alanına kadar taşındığı düşünölmektedir. Böylece düşük debinin gözleendiği Kasım ayı gibi dönemlerde ortamda gözlenen yüksek konsantrasyonda açıklanabilmektedir. Örnekleme sırasında basında bu dönemde Gediz Nehrinde gözlenen balık ölümleri oldukça sıkça bahsedilmiştir. Gediz Nehri ile ilgili farklı yıllardaki yapılan çalışmaların Gediz istasyonuna en yakın istasyonları ile Gediz İstasyonunun değerlerini kıyasladığımızda NH_4^+ , NO_2^- ve NO_3^- miktarının azaldığı; TPO_4 ve Si_2O 'in ise artış gösterdiği görölmektedir (Şekil 4.2 a,b,c,d,e).



Şekil 3.43 Önceki yıllarda bölgede ölçülmüş kimyasal parametrelerle kıyaslama.



Şekil 3.43' un devamı

4.3 Öneriler

Gediz Nehri günümüze kadar pekçok araştırmacı tarafından izlenmiş ve izlenmeye devam edilmektedir. Murat Dağından başlayan yolculuğu boyunca pekçok kişinin yaşadığı ve endüstriyel bakımdan kalkınmaya çalışan illerden ve ilçeden çeşitli atık sularını bünyesine katarak ilerlemektedir. En nihayetinde Türkiye'nin üçüncü büyük ilinin sınırları içerinden denize ulaşmaktadır. RAMSAR sözleşmesine göre koruma alanı olan Kuş Cennetine yakınlığı ve İzmir körfezine bağlantısından dolayı oldukça büyük öneme sahip olan Gediz Nehrinin, denize ulaştığı noktadan itibaren ki dinamik davranışının daha iyi açıklanabilmesi ve nehrin Kuş Cenneti ve İzmir Körfezi açısından etkilerinin daha iyi çözümlenebilmesi için bu çalışma bir başlangıç olmuştur. Daha sonraki dönemlerde bölgede yapılacak çalışmalarda dikkat edilmesi gereken önemli noktalar istasyonların seçimi ve aralığı ve örnekleme döneminin uzunluğu olmalıdır. Bu çalışmada tuzluluk baz alınarak seçilmiş olan istasyonlardan elde edilen veriler de göstermektedir ki, özellikle Kuzey-Kuzeybatı rüzgarlarının etkisini gösterdiği bölgede seçilen bu istasyonlara ek olarak eski Gediz ağzından , Kuş Cenneti istikametine doğru (ki bu kıyı bölgesi münferik proje çalışmaları dışında Körfez incelemelerine dahil edilmemiştir) ilave istasyon eklenmelidir. Böylece rüzgarın etkisi ile nehir ağzından batıya doğru taşınan suyun hareketi de gözlenmiş olur. Diğer bir önemli noktada bölgenin aynı mevsimde farklı yıllarda farklı özellikler gösterebileceğidir. Örneğin Ağustos 2004 ve Ağustos 2005 örneklemesinde gözlemlendiği gibi. Bu bakımdan bölgenin dinamiğinin daha kesin temellerle açıklanabilmesi için daha uzun soluklu bir çalışma yapılmalıdır. Son olarak nehrin debisinin ölçüldüğü DSI ve EIEI'ye ait akım gözlem istasyonları nehrin ağzına göre uzak kaldığı için ayrıca bu verilere ek olarak nehrin ağzında akıntı ölçümünün yapılması için altyapı oluşturmak, hesaplanacak toplam madde taşınımı açısından daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

- Algae glossary (14 Ekim 2006). 10 Ocak 2007.
<http://www.dnr.state.md.us/Bay/cblife/glossary.html>
- Aksu, A.E., Yasar, D., Uslu, O. (1998). Assesment of marine pollution in İzmir Bay: Heavy metal and organic compound concentrations in surficial sediments. *Tr. J. of engineering and environmental science* 22, 387-415.
- ASTM C690-86 (1997). *Standard test methods for particle size distribution of alumina or quartz by electrical sensing zone technique*. ASTM.
- ASTM D 4438-85, (1997). *Standard Test Methods for Particle Size Distribution of Catalytic Material by Electronic Counting*, ASTM.
- Aydın S. (2006). *Investigation of heavy metal fractions in surface sediments from Bakırçay and Gediz Rivers*. DEU. Yüksek lisans tezi. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.
- Batkı, H. (2002). *Gediz Nehri'nin kimyasal parametrelerinin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri ABD.
- Bayar M ve Oğuz F, (1990). *Gediz havzasında akarsu kirliliğinin incelenmesi*. Bitirme projesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Bianchi T. (3 Ocak 2007, a). *Estuarine Circulation and chemistry*,
http://www.tulane.edu/~bianchi/Courses/Estuarine/eeob_669%20course%20page.htm.

- Bianchi, T. (3 Ocak 2007, b). *Geomorphology and physical mixing*.
http://www.tulane.edu/~bianchi/Courses/Estuarine/eeob_669%20course%20page.htm.
- Bianchi, T. (3 Ocak 2007, c). *Weathering and Elemental Cycling*.
http://www.tulane.edu/~bianchi/Courses/Estuarine/eeob_669%20course%20page.htm.
- Bizsel N. (1996). *Biogeochemical distribution of the phosphorus fractions in İzmir bay*. Doktora tezi. DEÜ, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.
- Bizsel, N. (2000). *Demir formları ve İzmir Körfezi fitoplankton ekolojindeki rolü*. TÜBİTAK Proje no: YDABSAG 618/G.
- Brown, J., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D., Wright, J., (1989). *Seawater: Its composition properties and behavior* (1 Baskı). Open University Pregamon Press.
- Brodgen , W.B.(1971). *Characterization of freshwater and estuarine humic acids by molecular weight distribution*. Ph.D Thesis Florida State University, Tallahassee.
- Che Y.,He,Q.,Lin,W.Q., 2003 The distributions of particulate heavy metals and its indication to the transfer of sediment in the Changjiang Estuary and Hangzhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin* 46, 123-131.
- Degens, E. T. Ve Ittekkot, V. (1983). Dissolved organic carbon—an overview. *Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers*, içinde 21–38. Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, SCOPE/UNEP Sonderband.
- Devlet İstatistik Enstitüsü (Ocak 2007). <http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do>
- Devlet Planlama Teşkilatı (1997). *Ulusal Çevre Eylem Planı, Su Kaynakları Yönetimi*. http://ekutup.dpt.gov.tr/cevre/106_eylempla/buraks.pdf

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (1996). 1996 yılı Ajandası.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2004, 2005). *Menemen ve Muradiye Köprüsü akım gözlem istasyonuna ait veriler.*

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (Ocak 2007).
<http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi2/manisa.htm>

Edmondson, J. (1991). *Environment and fish health water quality for aquaculture. MEDRAP-II Mediterranean Regional aquaculture Project basic level training course on disease, diagnosis and prevention for aquatic species.* Bodrum Turkey, 32.

Eisma D., Cadde G.C. , Laane R., Kalf H., (1982). *Preliminary results of Aurelia and Navicula cruises in the Rhine and Ems estuaries, Januar- February, 1982 içinde (633-654).* Mitt.Geol.Palaont.Inst.Univ.Hamburg.

Eisma D., Cadde C.G. (1991). Particulate matter process in estuaries. In Degens, E., Kempe, S., Richey J. E. (Ed.). *Biogeochemistry of major world rivers, Chapter 13.*, Scientific Committee On Problems of the Environment (SCOPE).

Egemen O. (2000). Çevre ve su kirliliği (3. baskı). *Ege Üniversitesi Su ürünleri fakültesi yayınları No:42* Bornova İzmir.

Egemen O. (2005). Su kalitesi (5. baskı). *Ege Üniversitesi Yayınları Su ürünleri fakültesi yayınları no:14* Bornova İzmir.

Elliott M., McLusky D. S. (2002). The Need for Definitions in Understanding Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 815–827.

Environment software and services SMART, *Turkey: Gediz River Basin, İzmir* (28 Ocak 2007). <http://www.ess.co.at/SMART/CASES/TR/turkey.html>.

Equinoxe (1990). *Le magazine des ressources vivan les de la mer. No.31* içinde (42-43) IFREMER Nantes-France.

Estaries and deltas (bt). 27 Ocak 2007.
<http://myweb.dal.ca/klouden/ocean5110/index.html>

EPA (1983). *Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes*.

Erstberger, Edwards, A.C., Balls, P.W. (2004). The distribution of phosphorus between soluble and particulate phases for seven Scottish East Coast Rivers. *Biogeochem* 67. 93–111.

Fofonoff, P. and R. C. Millard Jr (1983) Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. *Unesco Technical Papers in Marine Sciences* 44-53.

Gediz havzası Toprakları (1974). *Toprak Su genel müdürlüğü yayınları 302*, Raporlar serisi:86Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Yayınları 220, Toprak etudleri ve harita dairesi , toprak etütleri fen heyeti müdürlüğü.

Go´mez-Gutie´rrez A. I. , Jover E. , Bodineau L. , Albaige´s J., Bayona J. M. (2006). Organic contaminant loads into the Western Mediterranean Sea: Estimate of Ebro River inputs. Elsevier, *Chemosphere* ,1016.

Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K. (1983). *Methods of Seawater Analysis, Second revised and extended edition* içinde (418) Verlag Chemie, Berlin.

Guille'n, J., Palanques, A., (1992). Sediment dynamics and hydrodynamics in the lower course of a river highly regulated by dams: the Ebro River. *Sedimentology* 39, 567–579.

Gündoğdu, V., Torusdag, E., Sarikaya, D. (2005). İzmir kuş cenneti sulak alanının ekolojik yapısı ve su kirliliği izleme çalışması. *CEV.KOR 1991 Eko.* 14, 54, 31-36.

Head, P.C. (1976). *In estuarine chemistry*, (1.baskı) içinde (53) Academic Press, London.

Hillman, K., Lukatelich, R.J., McComb, A. J. (1990). The impact of nutrient enrichment on nearshore and estuarine ecosystems in Western Australia. *Proceedings of the ecological Society of Australia* 1, 39-53.

İzmir İli 2004 Çevre Durum Raporu (2004). İzmir Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü.

İzmir Kuş cenneti, *Gediz deltası* (29 Ocak 2007).
<http://www.izmirkuscenneti.org/?sayfa=nerede>

Karahan H. (2002). The impacts of sedimentation caused in İzmir Bay by Gediz River on circulation and water quality. *Coastal environment*. ISBN 1-85312-921-6.

Kempe S., Pettine M., Gustavecauwet (1991). Biogeochemistry of European Rivers. In Degens, E., Kempe, S., Richey J. E. (Ed.). *Biogeochemistry of major world rivers, Chapter 8.*, Scientific Committee On Problems of the Environment (SCOPE).

Kennish, M. L. (2001). *Practical handbook of marine science* (3. baskı). UK: CRC press.

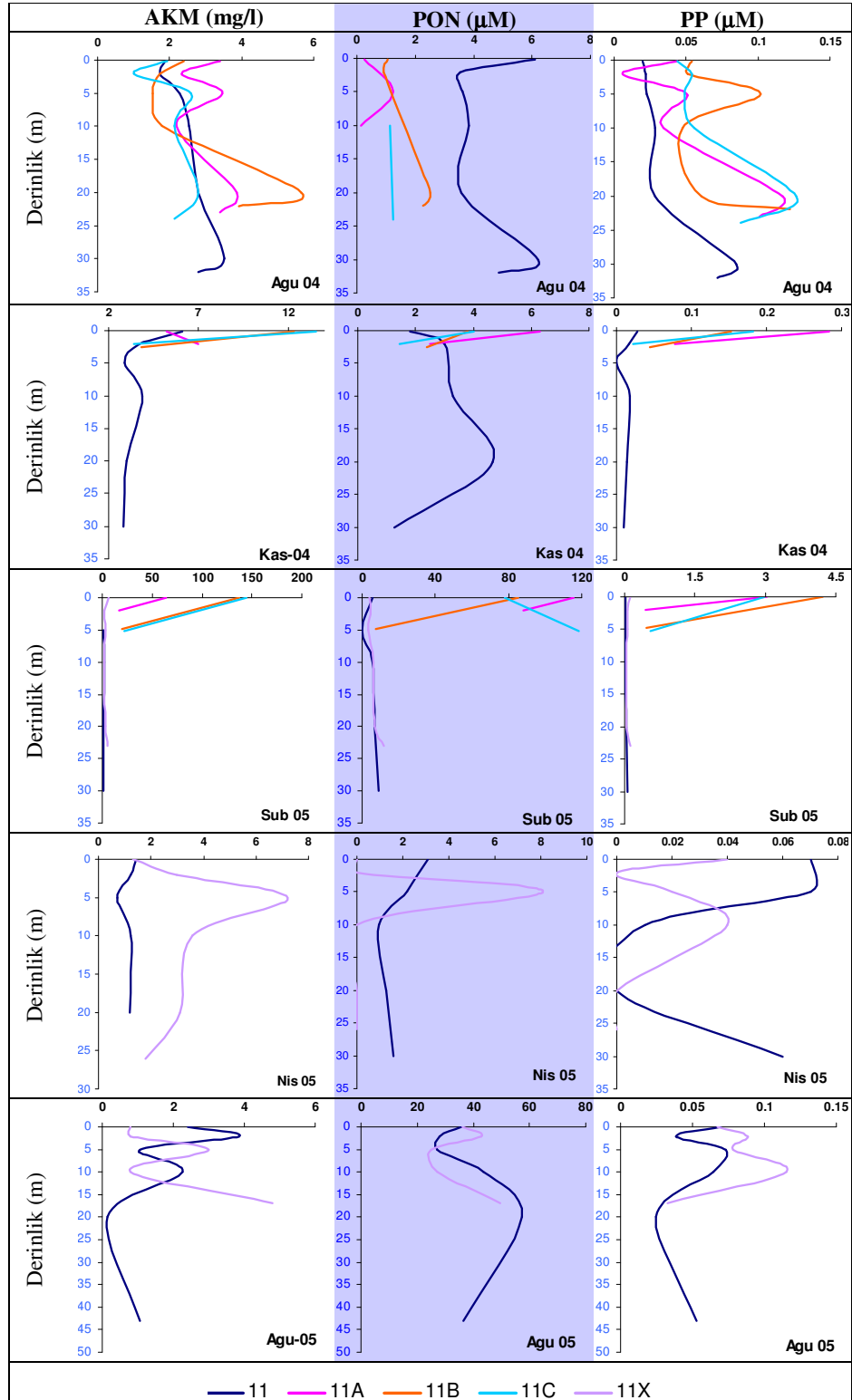
- King, C.A.M. (1975). *Introduction to marine geology and geomorphology*, Edward Arnold, London.
- Neal, C., Hilton, J., Wade, A.J., Neal, M., Wickham, H. (2006). Chlorophyll-a in the rivers of eastern England. *Science of the Total Environment* 365, 84–104.
- Lamar, W.L., (1968). Evaluation of organic color and iron in natural surface waters. *U.S. Geol.Surv. Prof. Pap. 600-D,D24-D29*.
- McCarthy, J., Taylor, W., Taft, J. (1977). Nitrogenous nutrition of the plankton in the Chesapeake Bay. *Limnol. Oceanography* 22, 996-1011.
- McCarthy, J., Kaplan, W., Nevins, J. L. (1984). Chesapeake Bay. nutrients and phytoplankton dynamics. 2. Sources and sinks of NO_2^- . *Limnol. Oceanography* 29, 84-98.
- Meybeck, M., Cauwet, G., Dessery, S., Somville, M., Gouleau, D., Billen, G. (1988). Nutrients (Organic C, P, N, Si) in the eutrophic river Loire (France) and its estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences* 27, 595-624.
- Millero, F.J. (1996). *Chemical Oceanography* (2. Baskı). Boca Raton, FL: CRC Press. 308, 344, 347, 348.
- Murathan, A. (1999). *Menemen ovası yeraltı su tabakası ile yüzeyde bulunan su kütleleri Kuş Cenneti ve Gediz nehri arasındaki ilişki*. Yüksek lisans tezi. DEU. DBTE.
- Okur, B., Hakerlerler, H., Anaç, D., Anaç, S., Dorsan, F., Yağmur, B. (1997). *Gediz nehriindeki kimi su kirlilik ögesi parametrelerin aylık ve mevsimsel olarak değişimi üzerine bir araştırma*. Ege Üniversitesi araştırma Fonu, araştırma Raporu, Proje No: 93- ZRF- 043.

- Open University course team (2001). *Principles and processes of sediment transport. Waves, Tides and Shallow-water Processes* (2. baskı) içinde (96-123). Singapore: The Open University.
- Pazı, I and Sayın, E. (2005). *Analysis of current system in the İzmir Bay*, (Unpublished report of DEU, IMST).
- Polat, I. (1998). *İzmir Körfezi kuzey lagüner sistemi zooplanktonu üzerine araştırmalar*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Temel Bilimler ABD.
- Pritchard, D.W.(1967). *What is an estuary? Physical viewpoint* (83 sayı) içinde (3-5). Estuaries. Amer. Assoc. Advance. Sci.
- Sayın E. (2003). Physical features of the İzmir Bay. *Continental Shelf Research* 23 957–970.
- Solorzano L., Sharp J. H. (1980). Determination of total dissolved phosphorus and particulate phosphorus in natural waters. *American society of limnology and oceanography* 25(4) , 754-758.
- Spitz A., Leenheer J. (1985). *Chapter 9: Dissolved Organic Carbon in Rivers*, SCOPE 42 - Biogeochemistry of Major World Rivers Chapter.
- Strickland, J.D.H., Parson, T.R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis* (2.baskı) içinde (167-310). Fisheries Research Board of Canada , Ottawa.
- Sunar M ve Ersan L. (1989). *Kemalpaşa Nif çayı kirlilik kaynakları ve kontrolü*. Bitirme projesi. D.E.Ü. Çevre Müh. Böl., İzmir.

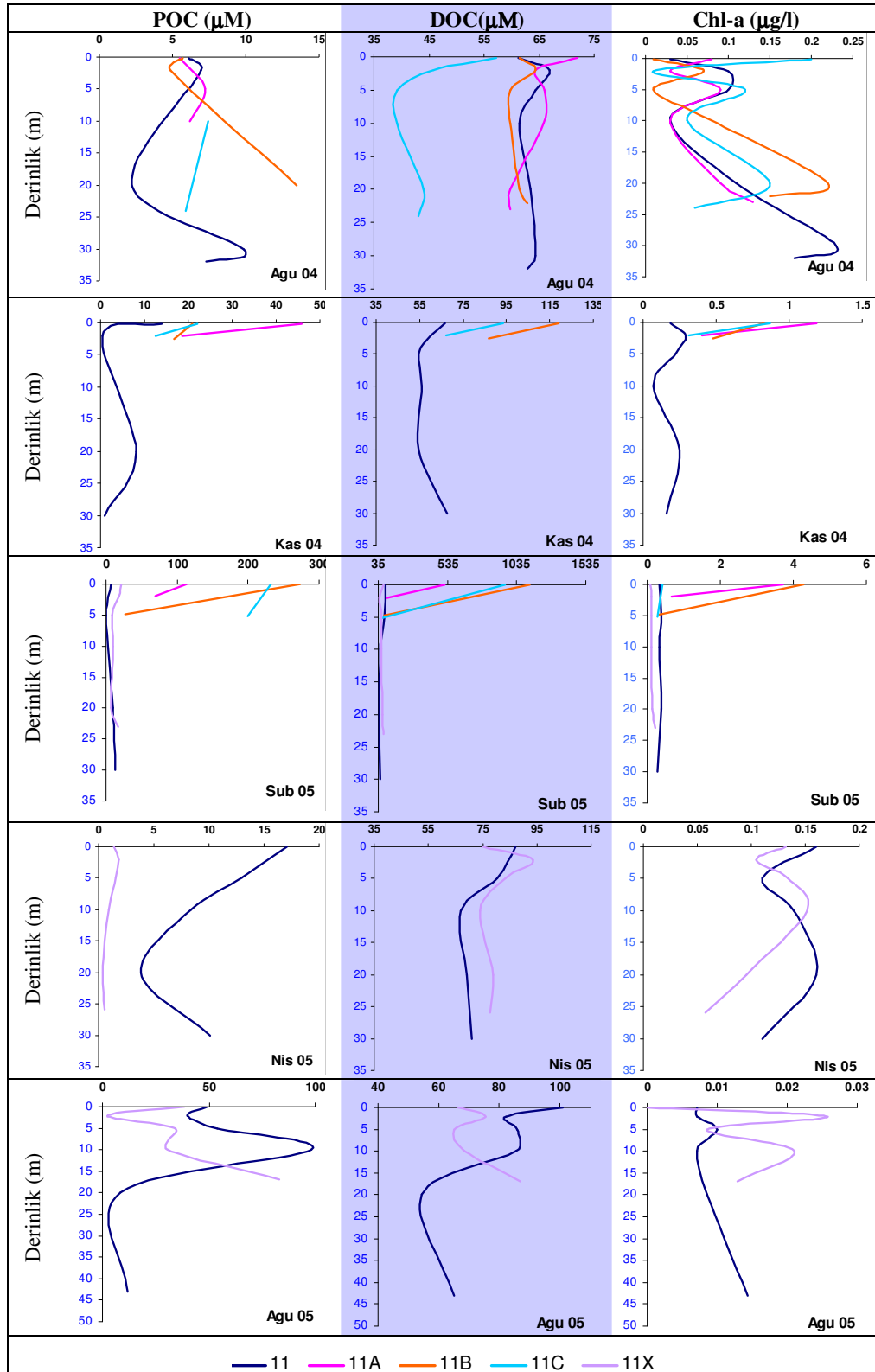
- Suzumura M., Kokubun H., Arata N. (2004). Distribution and characteristics of suspended particulate matter in a heavily eutrophic estuary, Tokyo Bay, Japan. *Marine pollution bulletin* 49, 496-503.
- Taylor, D.H. (1975). *Geochemistry of mercury in Mobile Bay, Alabama, following abatement of mercury pollution and effect of salinity on molecular weight distributions of dissolved humic and fulvic acids*. M.Sc. Thesis , Florida State University, Tallahassee.
- Tomczak, T. (2000a). *An Introduction to physical oceanography*. Ocak 2007, <http://www.egs.uct.ac.za/web±mirror/IntroOc/lecture12.html> .
- Tomczak, T. (2000b). *An Introduction to physical oceanography*. Ocak 2007, <http://www.egs.uct.ac.za/webmirror/ShelfCoast/index.html>.
- Topping, G. (1976). Sewage and the sea. *Marine Pollution* (1. baskı) içinde (304-351). Academic Press, London.
- Tuğrul, G. (1992). *Gediz Nehir Sisteminde Anyonik Deterjan Kirliliğinin İncelenmesi*. Yüksek lisans Tezi, Ege Üniversitesi Kimya.
- Turner A., Millward G.E. (2002). Suspended particles: Their role in estuarine biogeochemical cycles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 857-883.
- UNESCO (28 nisan 2006). <http://www.unesco.org/water/news/newsletter/137.shtml>
- Uslu O., Turkman A. (1987). *Su kirliliği ve kontrolü*. T.C.Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim dizisi 1, içinde (364) Ankara.

- Uslu O. (1990). Su kirliliği ve kontrol yönetmeliği. *Su kirlenmesi kontrol dergisi* 1. 7-14
- Uslu, O. (1994). *İzmir Körfezi'nin kirliliği*. MEDOCO 1994.
- Üstüner, H. (2004). *Gediz havzası yağış ve akım verileri analizi*. Yüksek Lisans Tezi Ege Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD.
- Wienke S.M., Cloern J.E. (1987). The phytoplankton component of seston in San Francisco Bay. *Netherlands Journal of Sea research* 21(1). 25-33.
- Waldron H. *Estuaries Module* (3 Ocak 2007).
www.sea.uct.ac.za/sea2002s/material/estuaries.ppt.
- Wikipedia, (Ocak 2007 a). <http://en.wikipedia.org/wiki/Clay>
- Wikipedia, (Ocak 2007 b). http://en.wikipedia.org/wiki/Brackish_water
- Verardo, D.J., Froelich, P.N., Mc Intyre, A. (1990). Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyser. *Deep Sea Research* 37, 157-165.
- Yıldız, O. (1990). *İzmir Körfezine dökülen nehir ve derelerdeki fosfor düzeyleri*. Diploma projesi. DEU. Mühendislik- Mimarlık Fak.
- Yumurtacı, E. (2004). *Radyoaktif izleyici kullanılarak Gediz havzası tarım alanlarından erozyon hızının saptanması*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Nükleer Bilimler ABD.

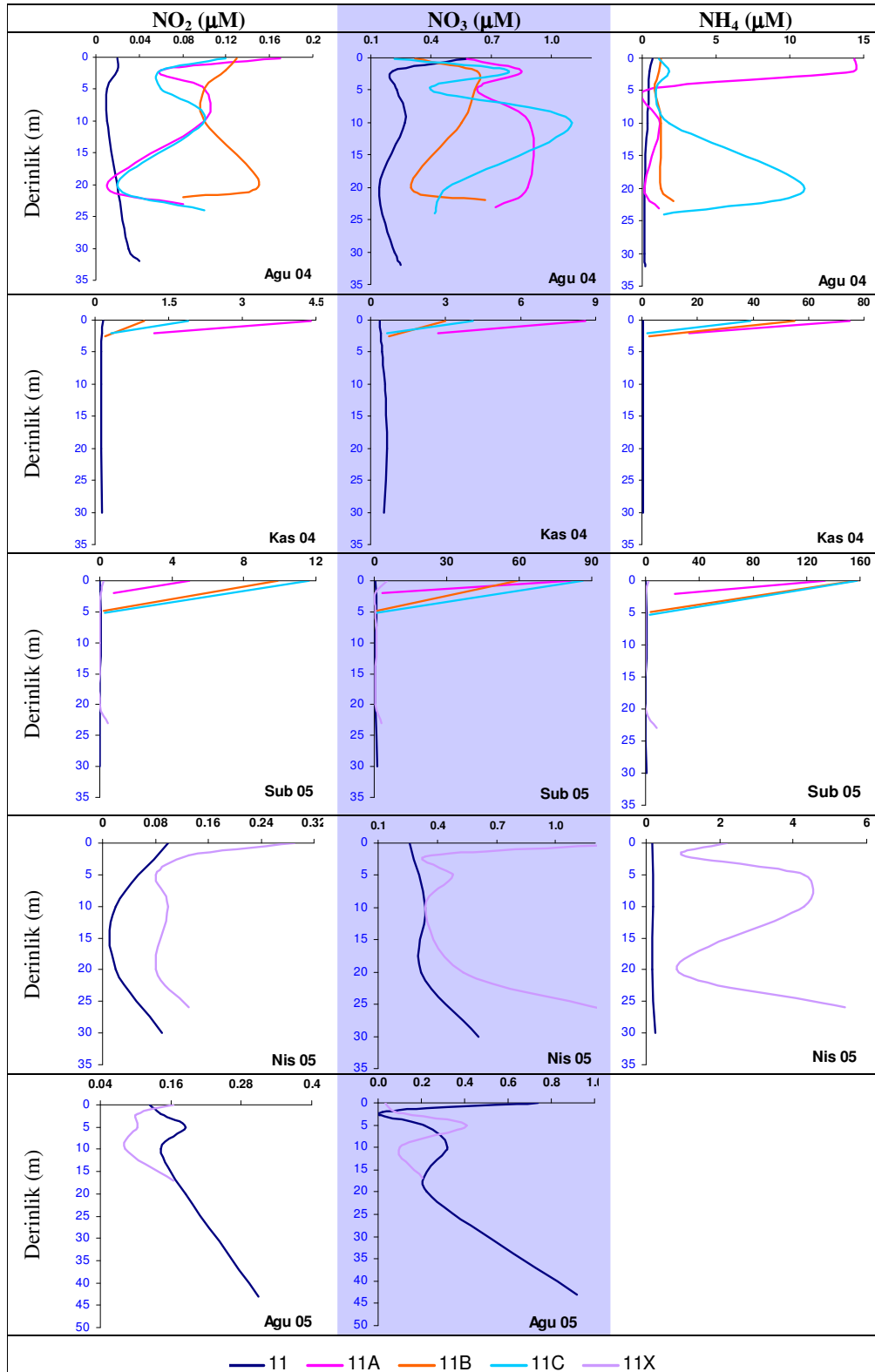
EKLER:



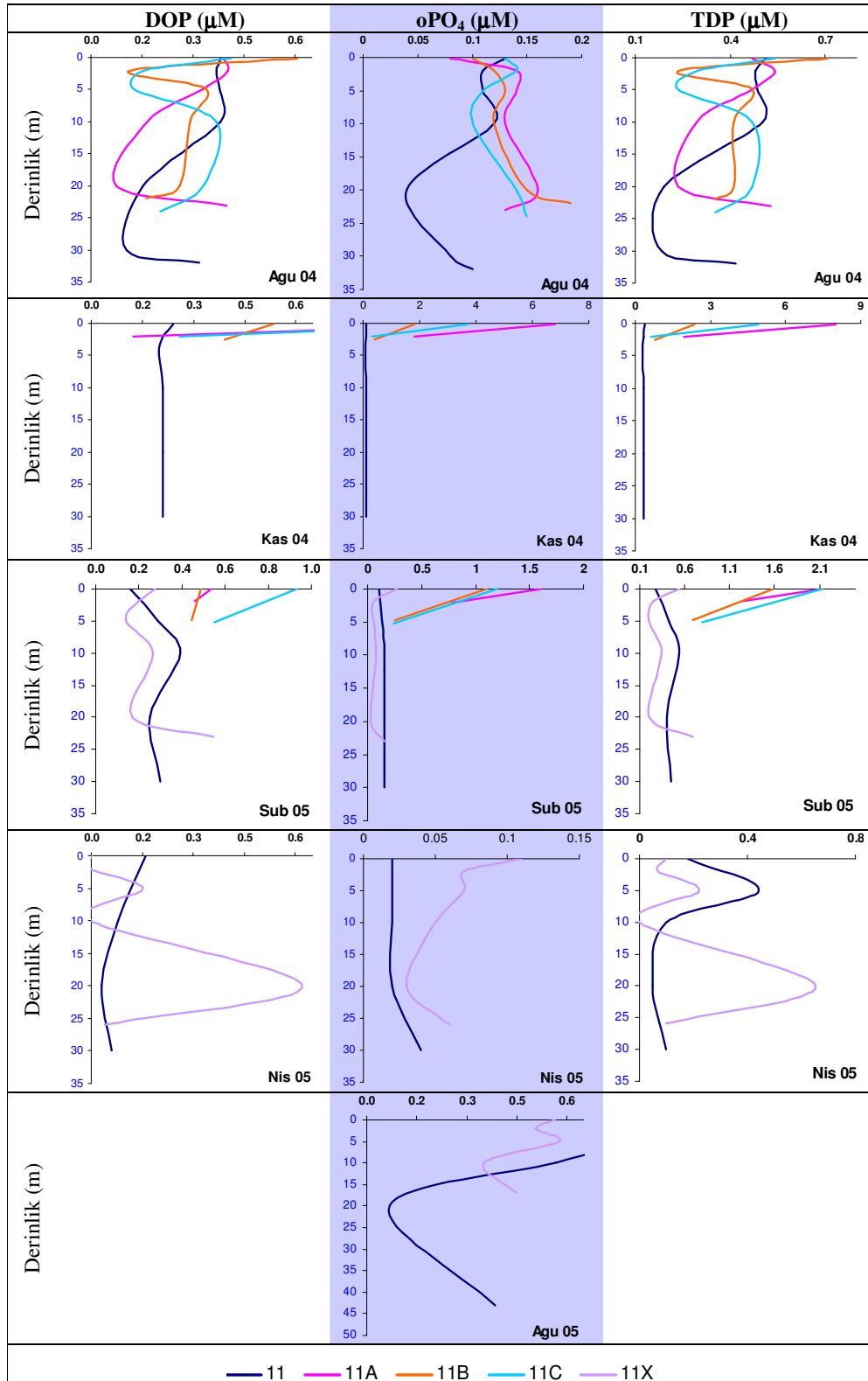
Ek 1. Örnekleme dönemlerindeki derinlik boyunca değişimler.



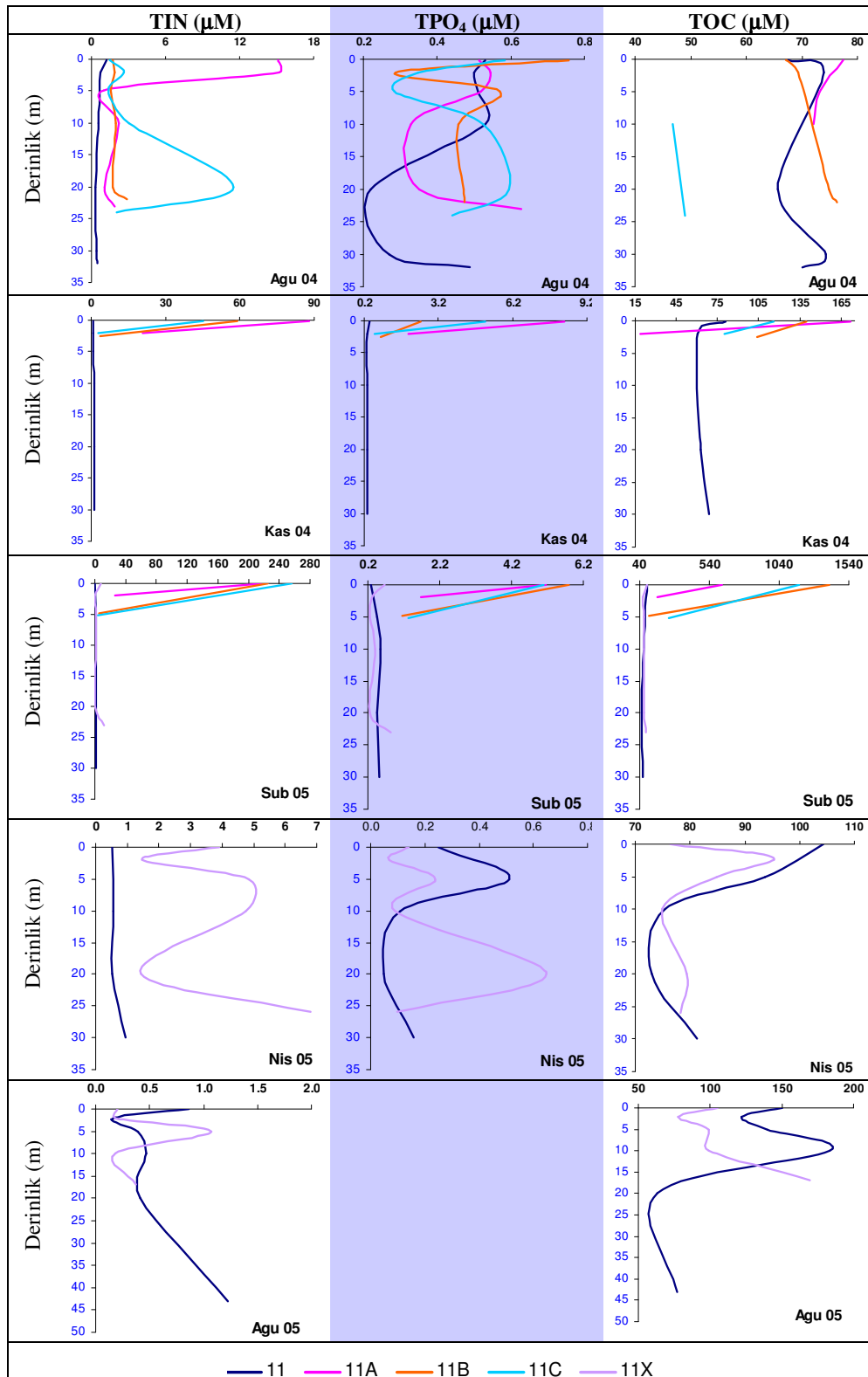
Ek 1' in devamı



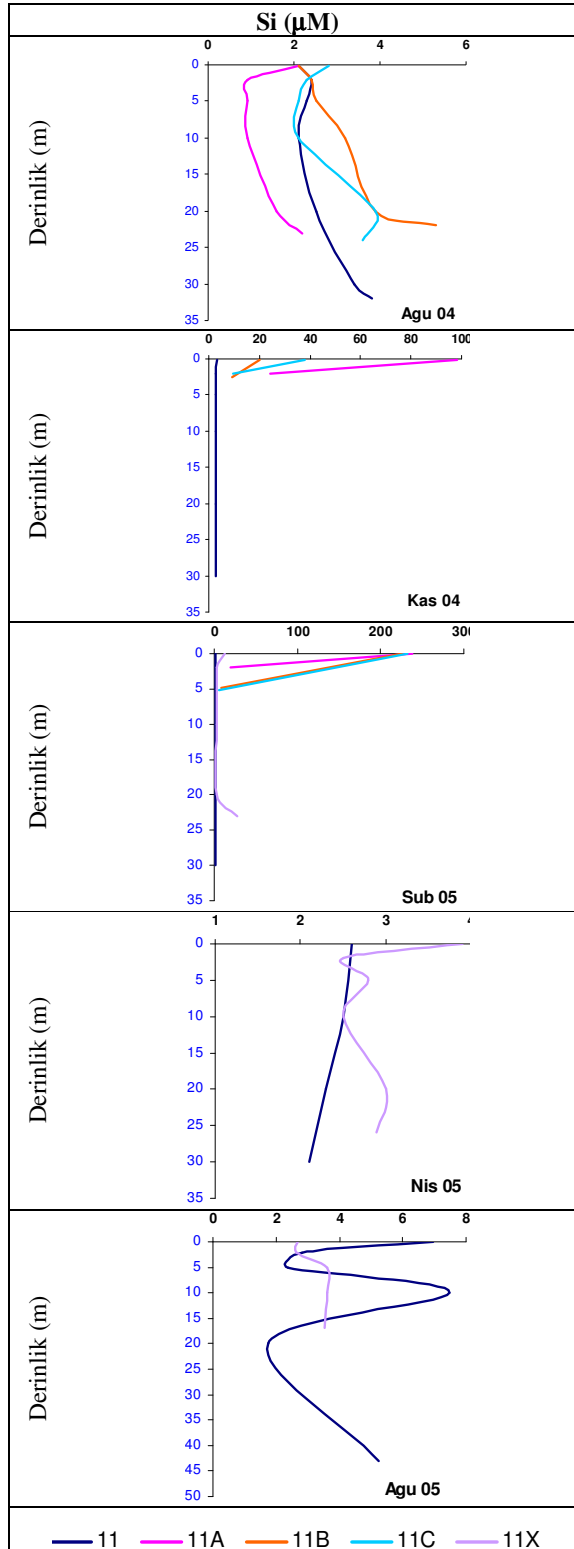
Ek 1' in devamı



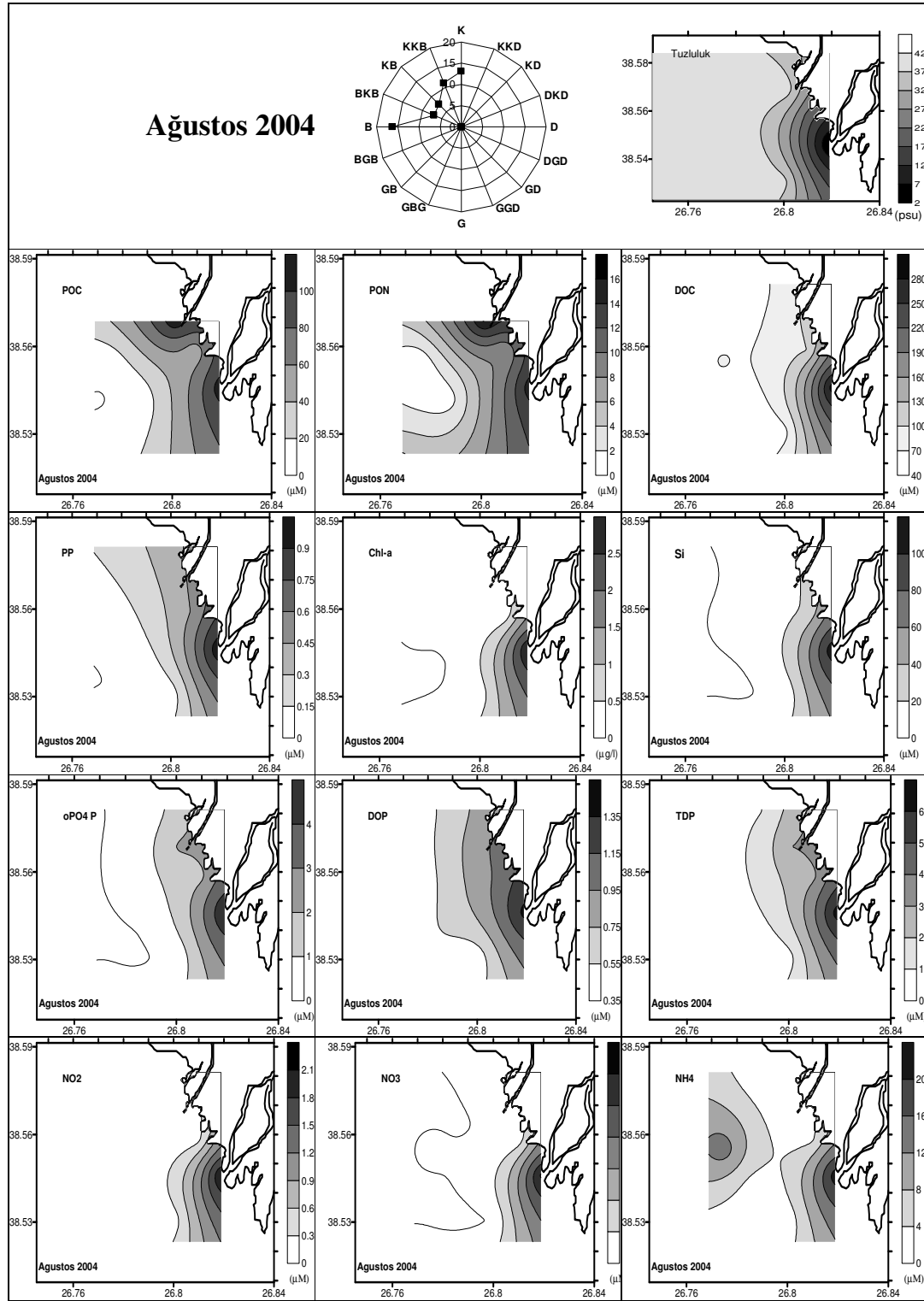
Ek1' in devamı



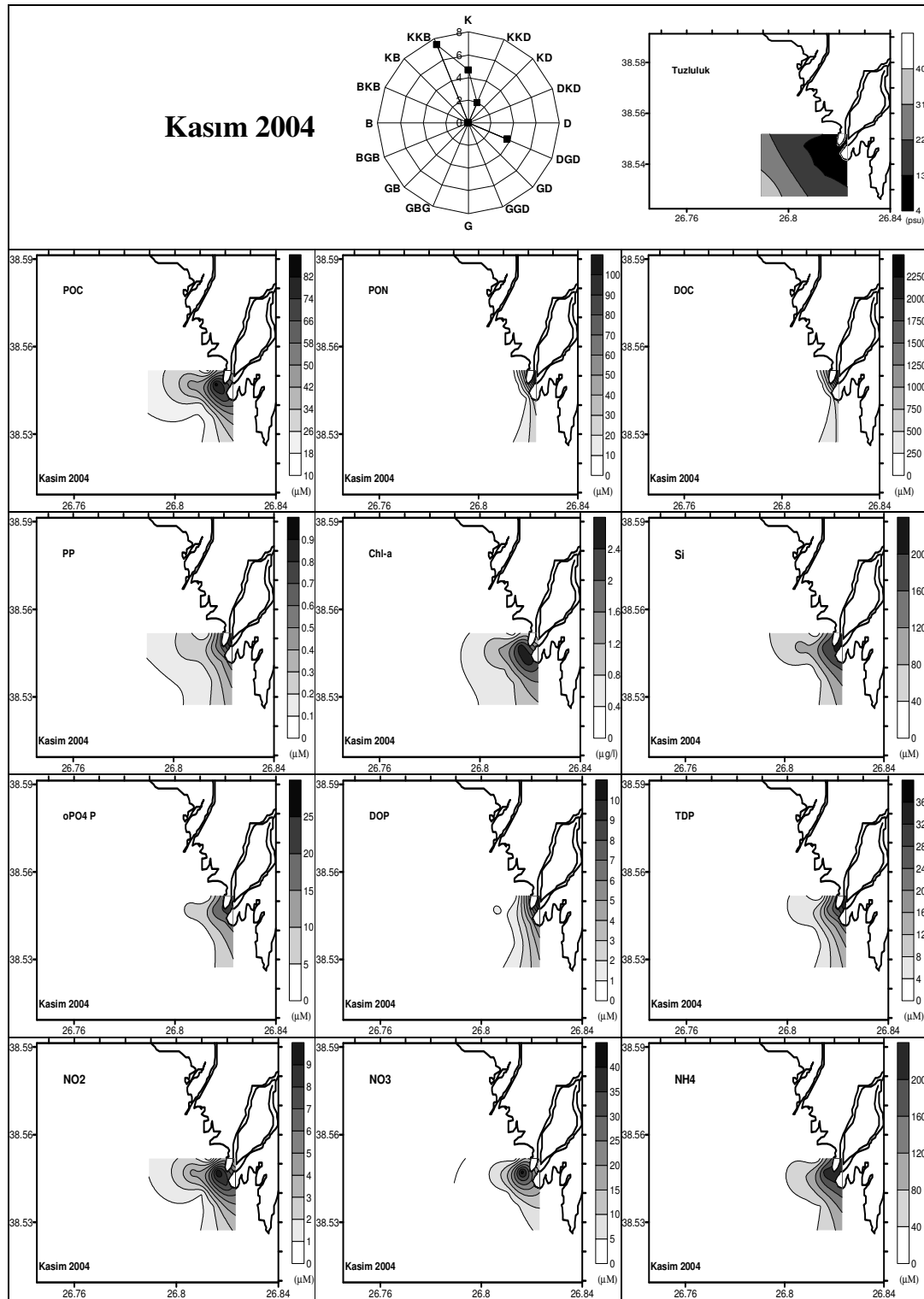
Ekl' in devamı



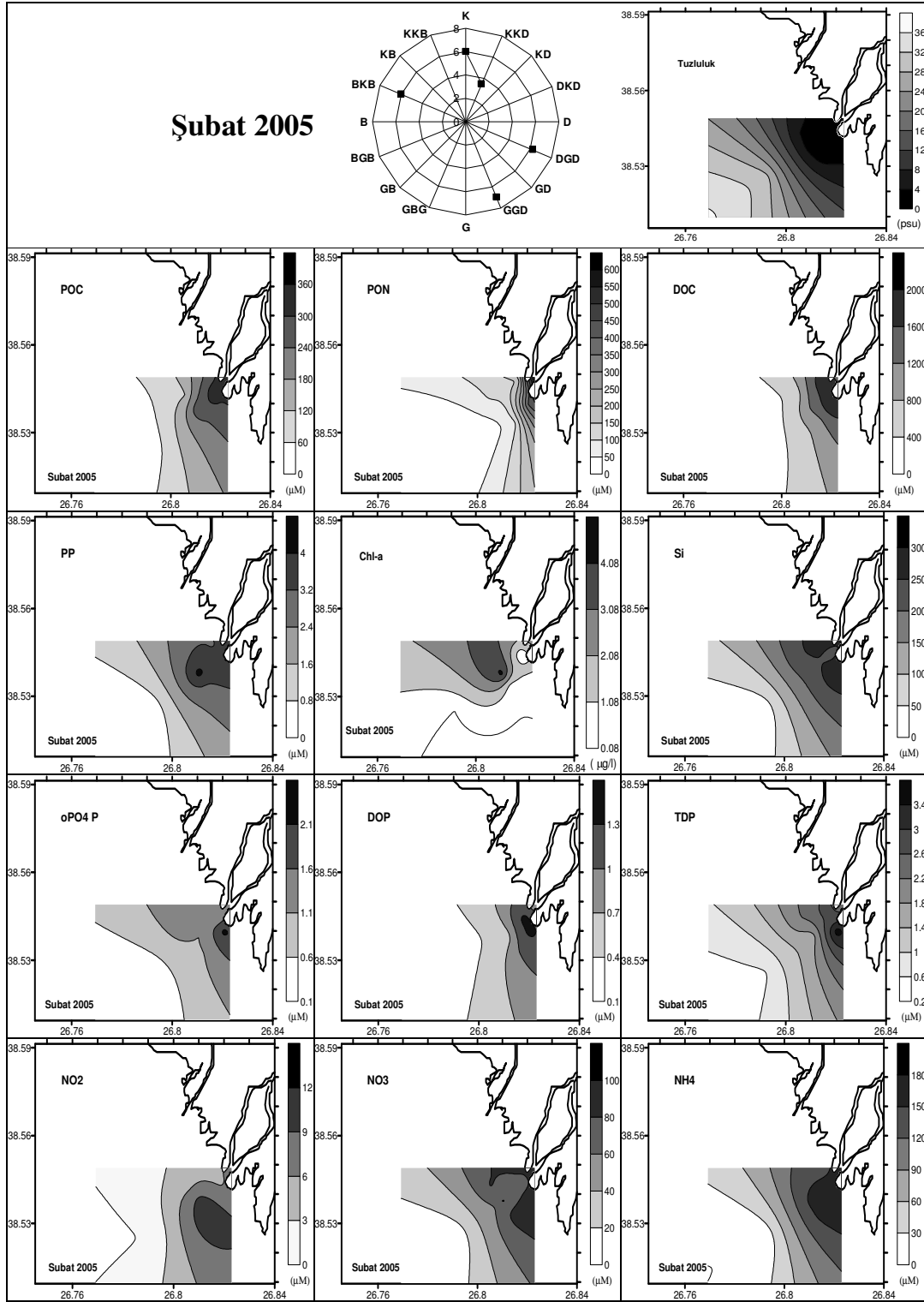
Ek 1'in devamı



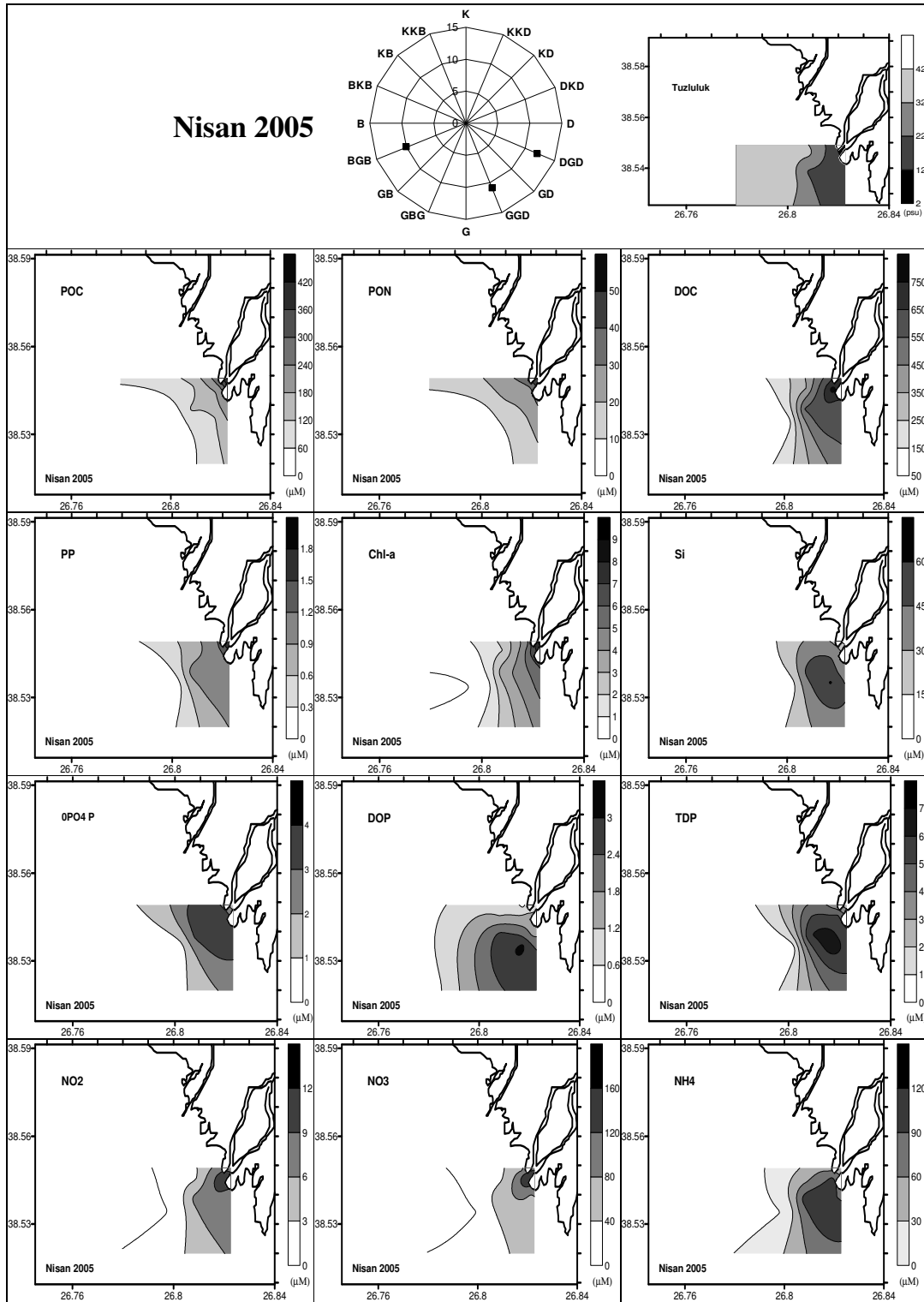
EK2. Ölçülen bazı parametrelerin mevsimsel olarak gruplandırılmış yüzey dağılım konturları.



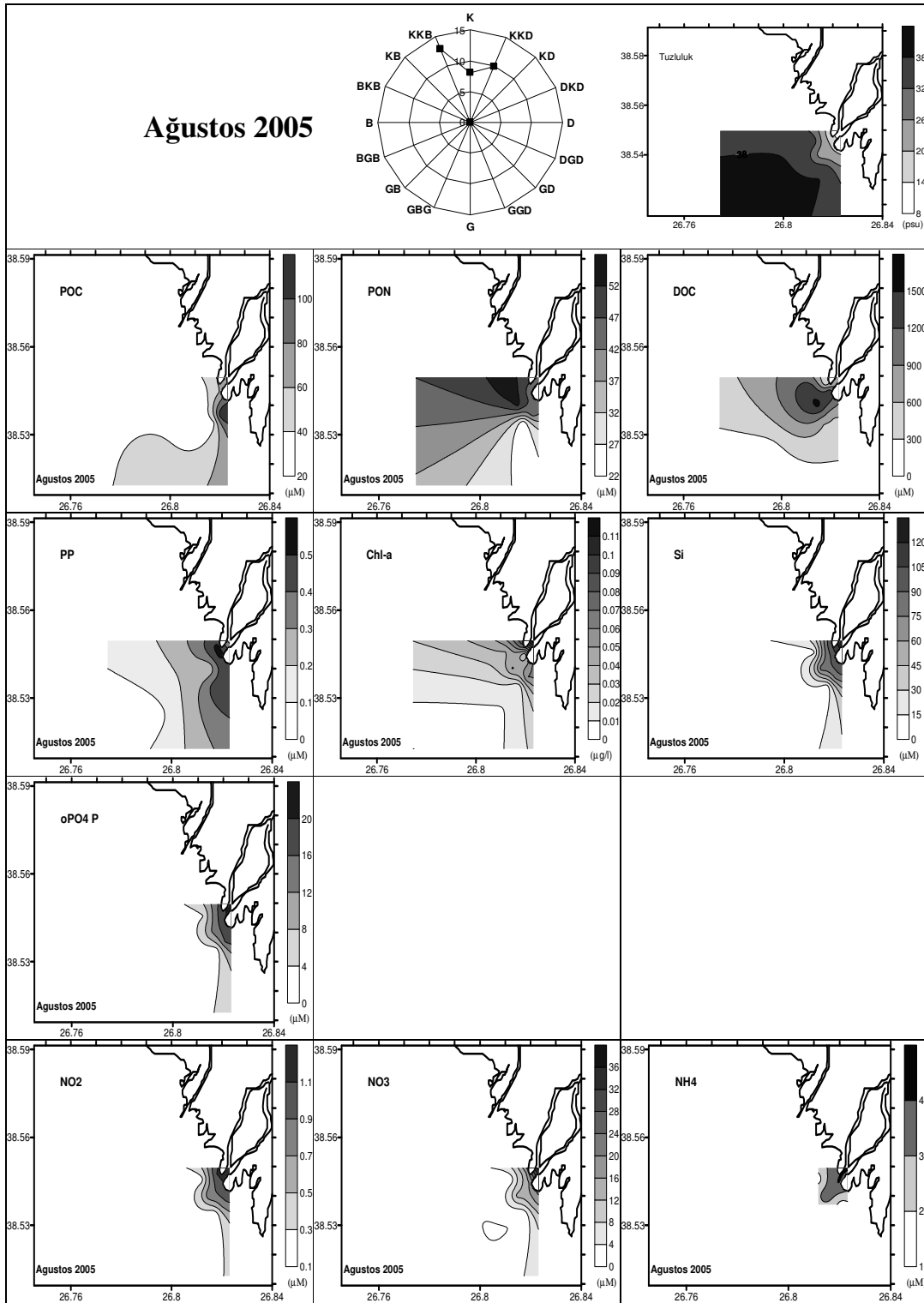
Ek 2' in Devami



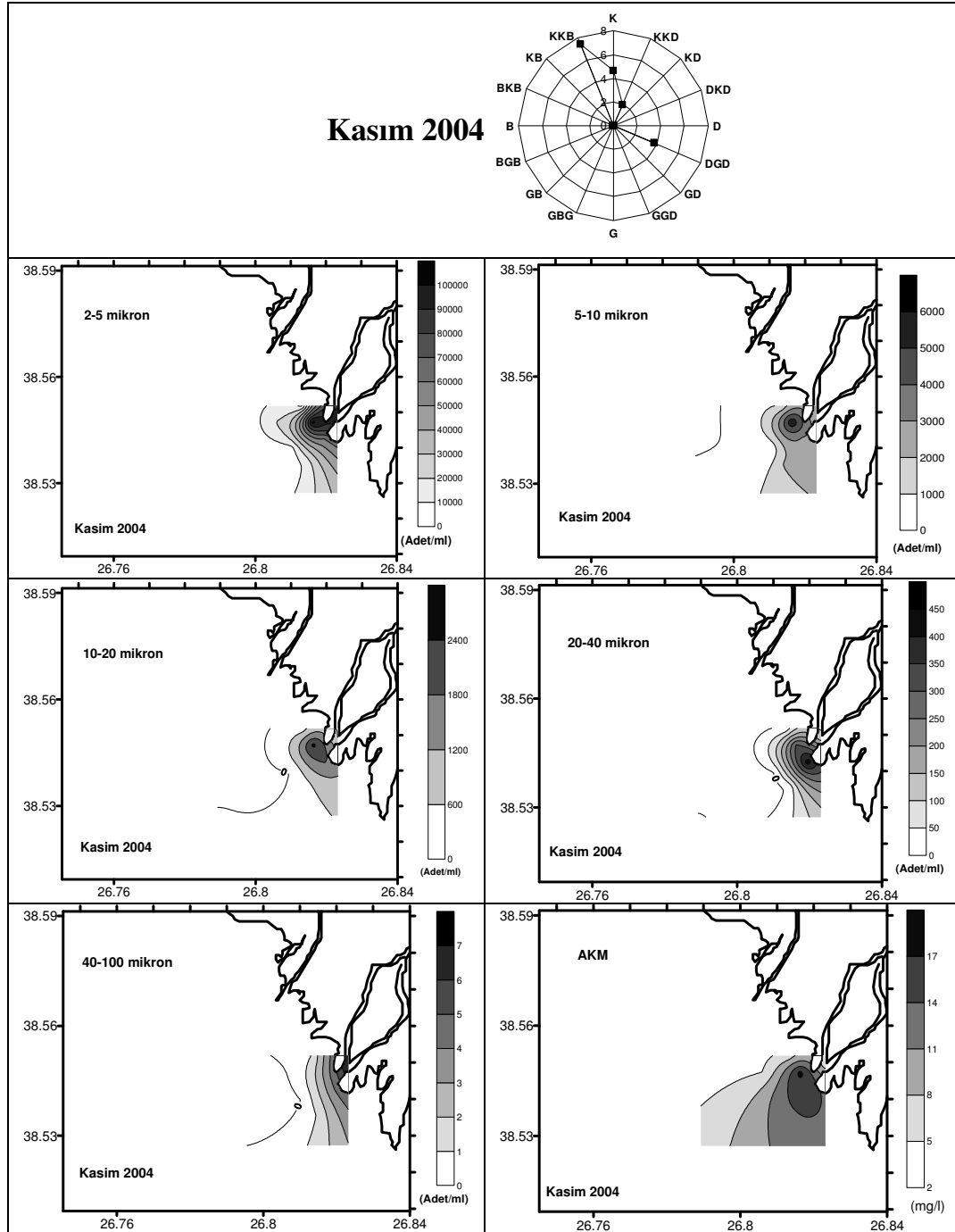
Ek 2' in Devami



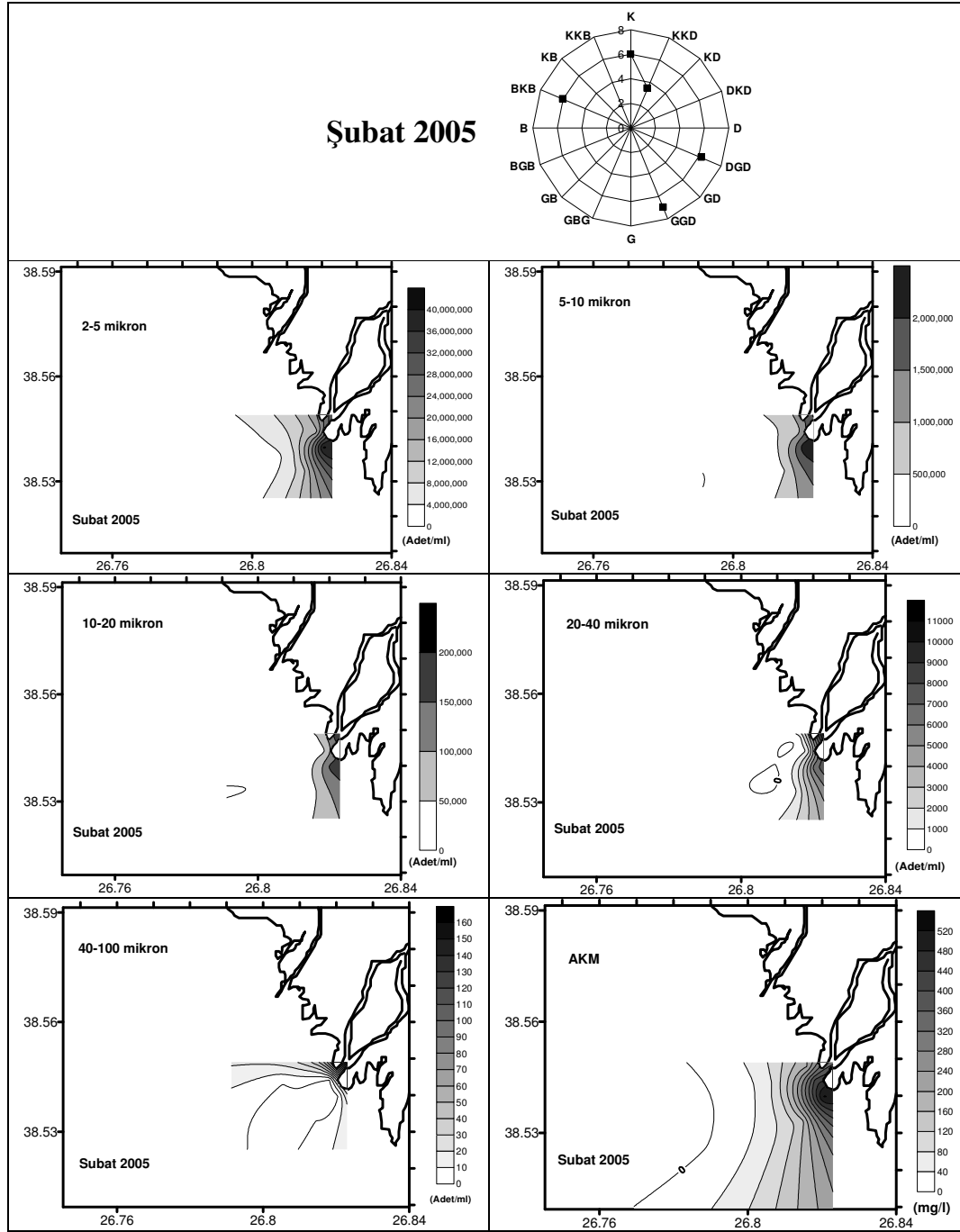
Ek 2' in Devami



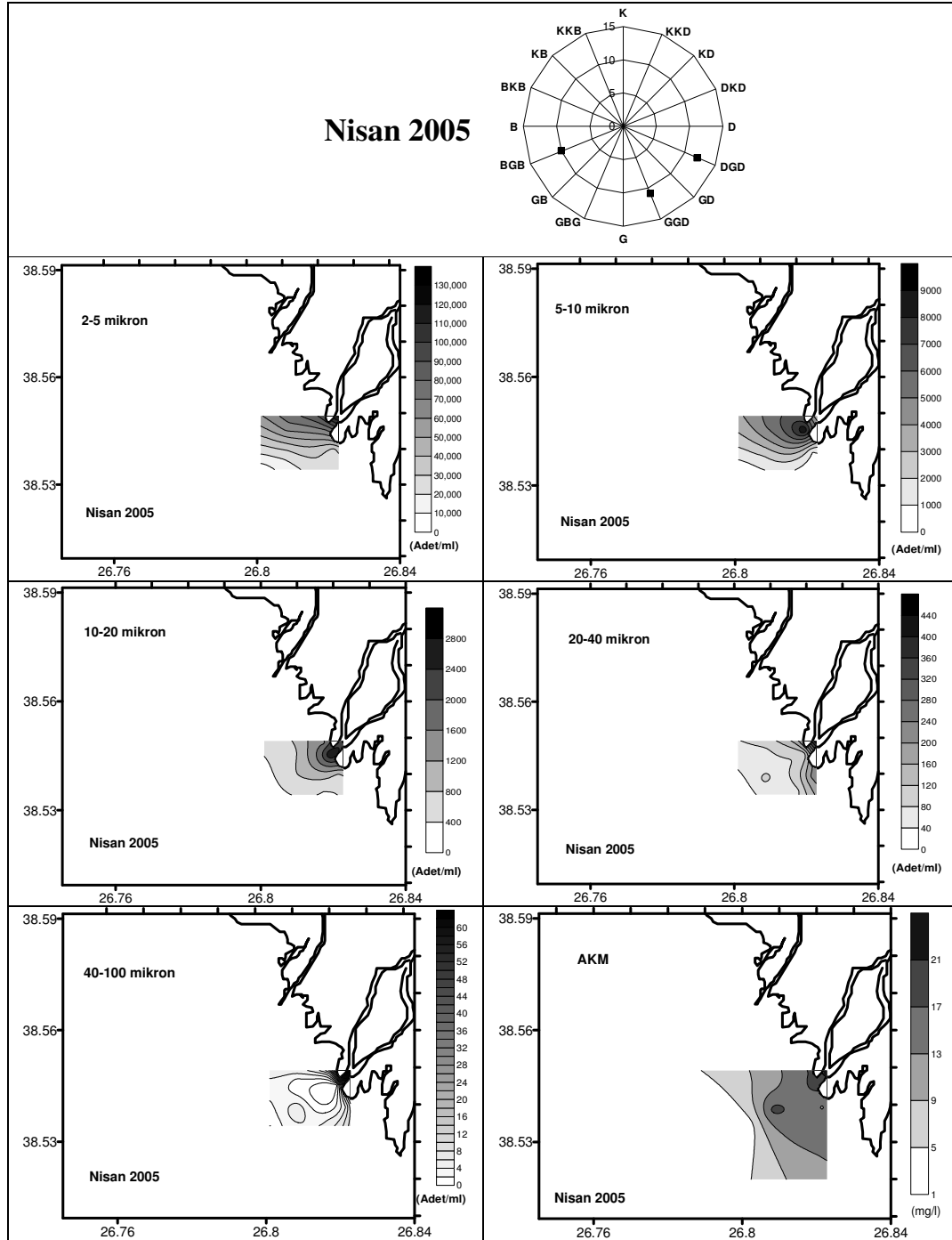
Ek 2' in Devami



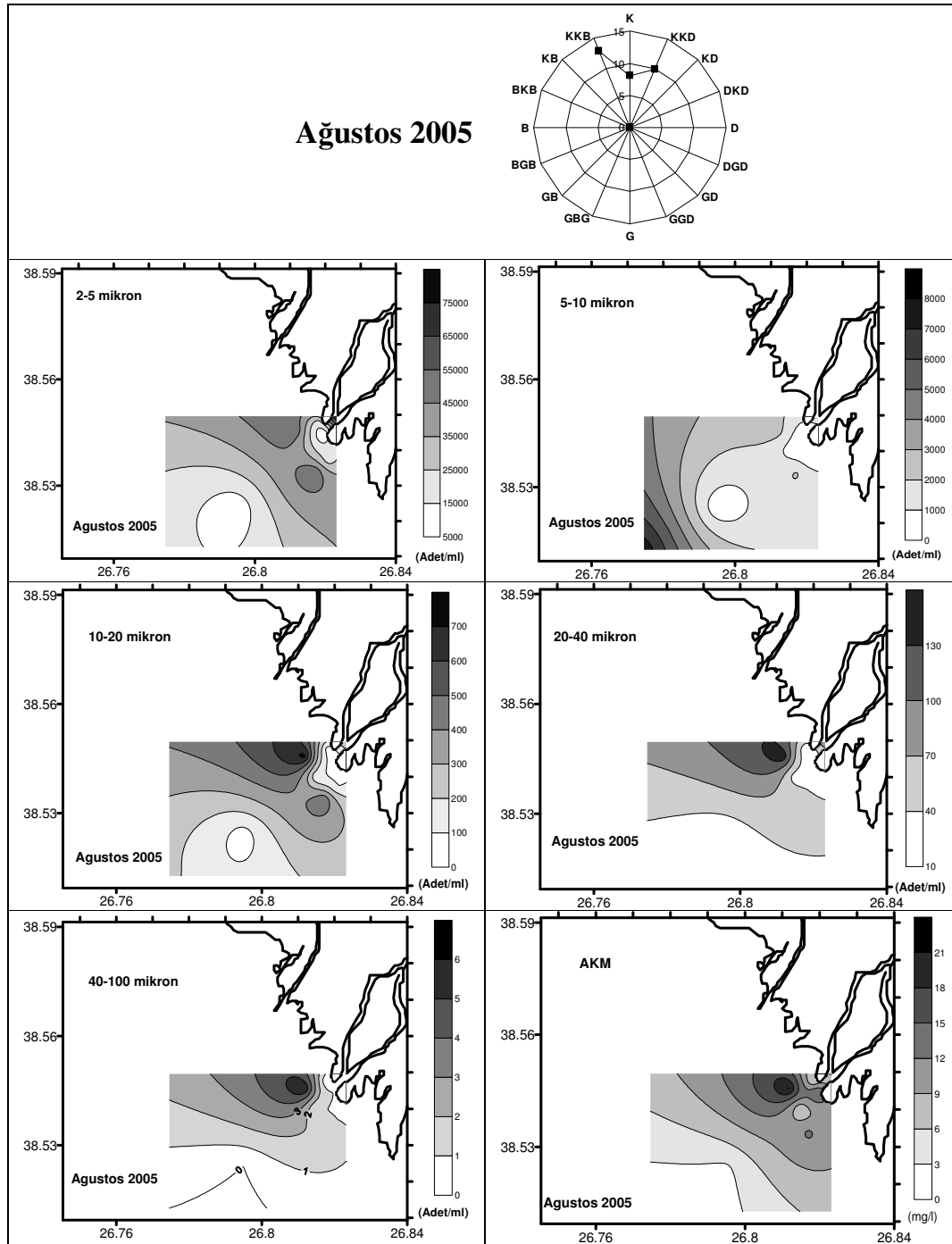
Ek 3 Farklı boyutlardaki partiküllerin ve AKM' in mevsimsel olarak yüzey dağılımı.



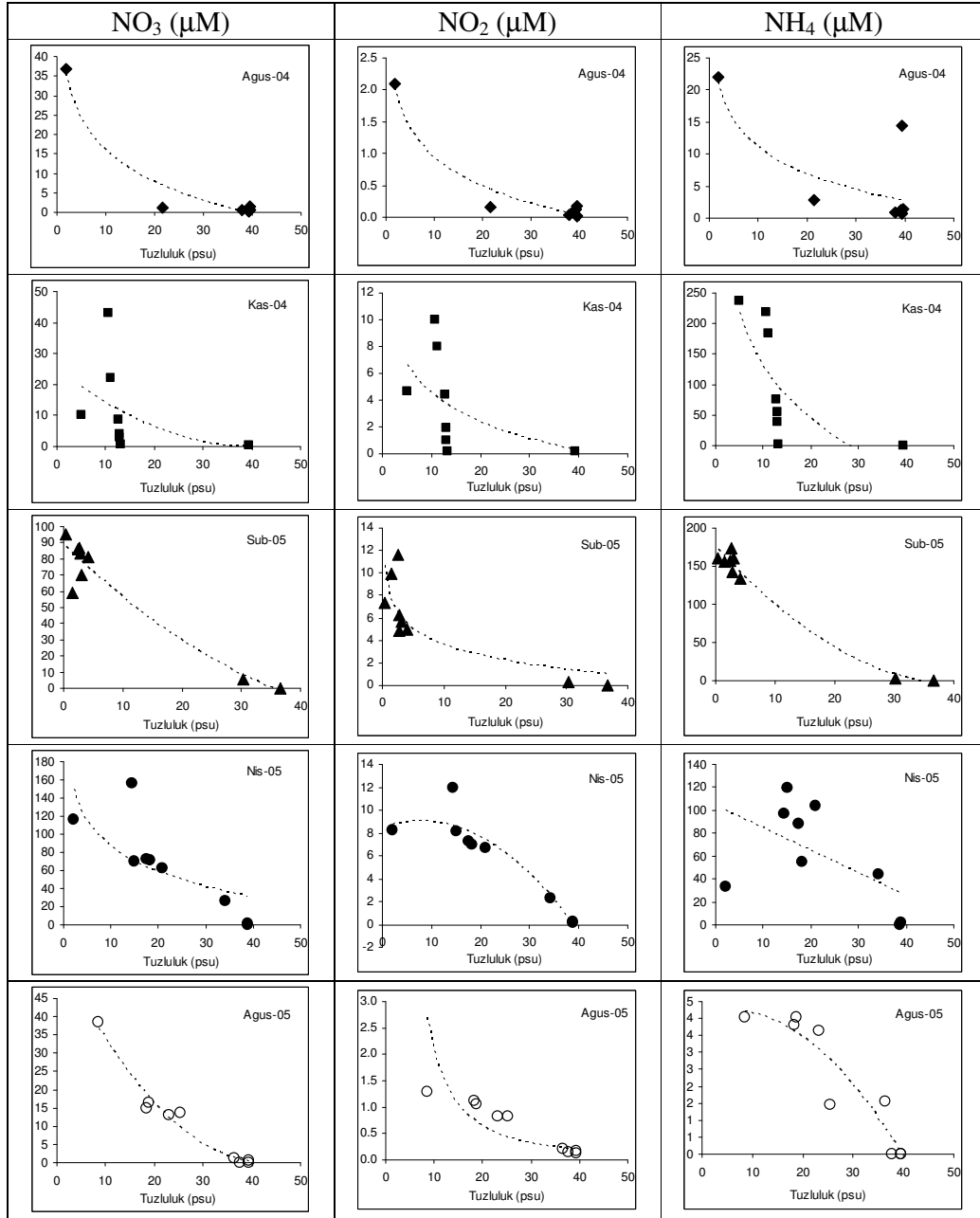
Ek 3' un Devamı



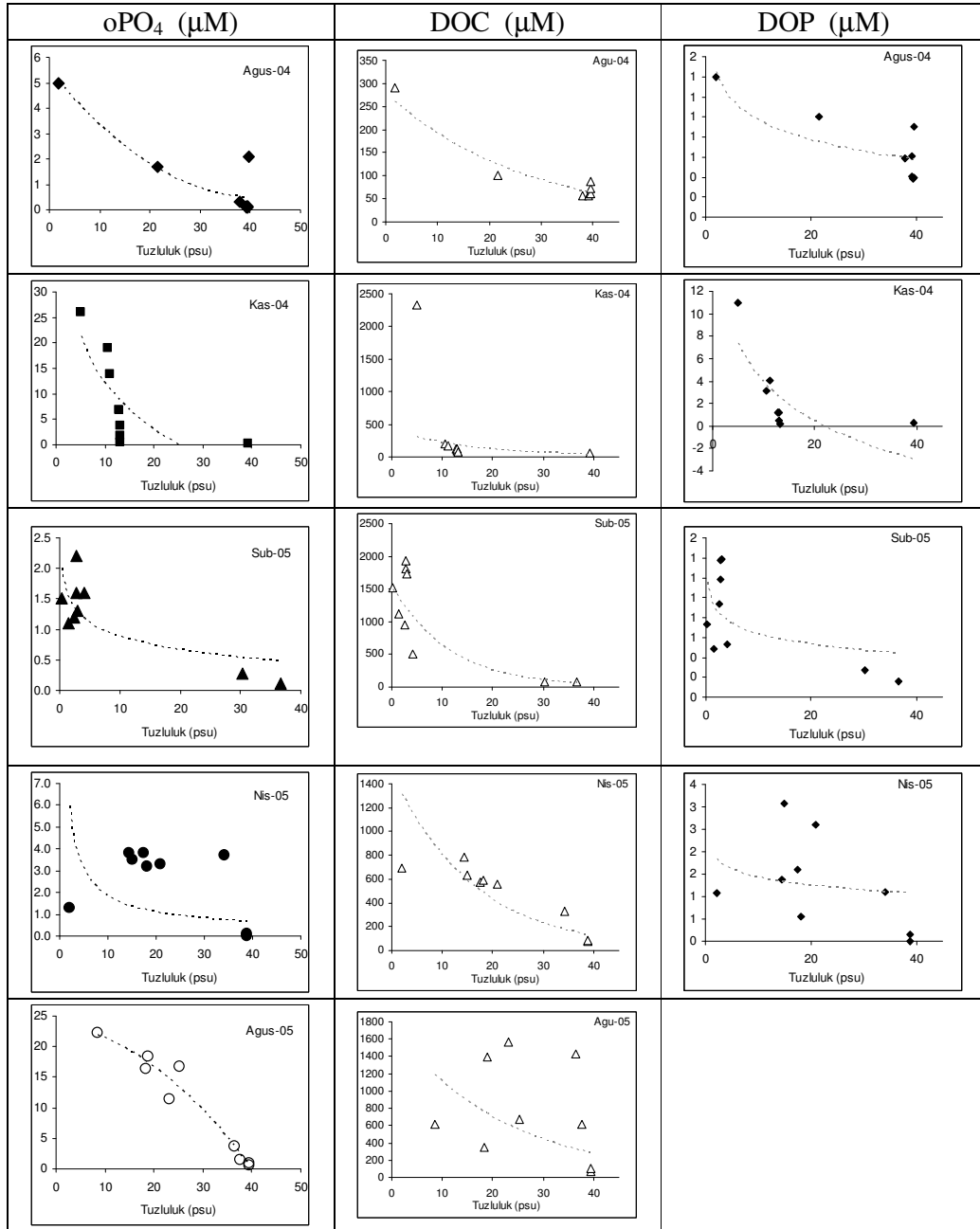
Ek 3' un Devamı



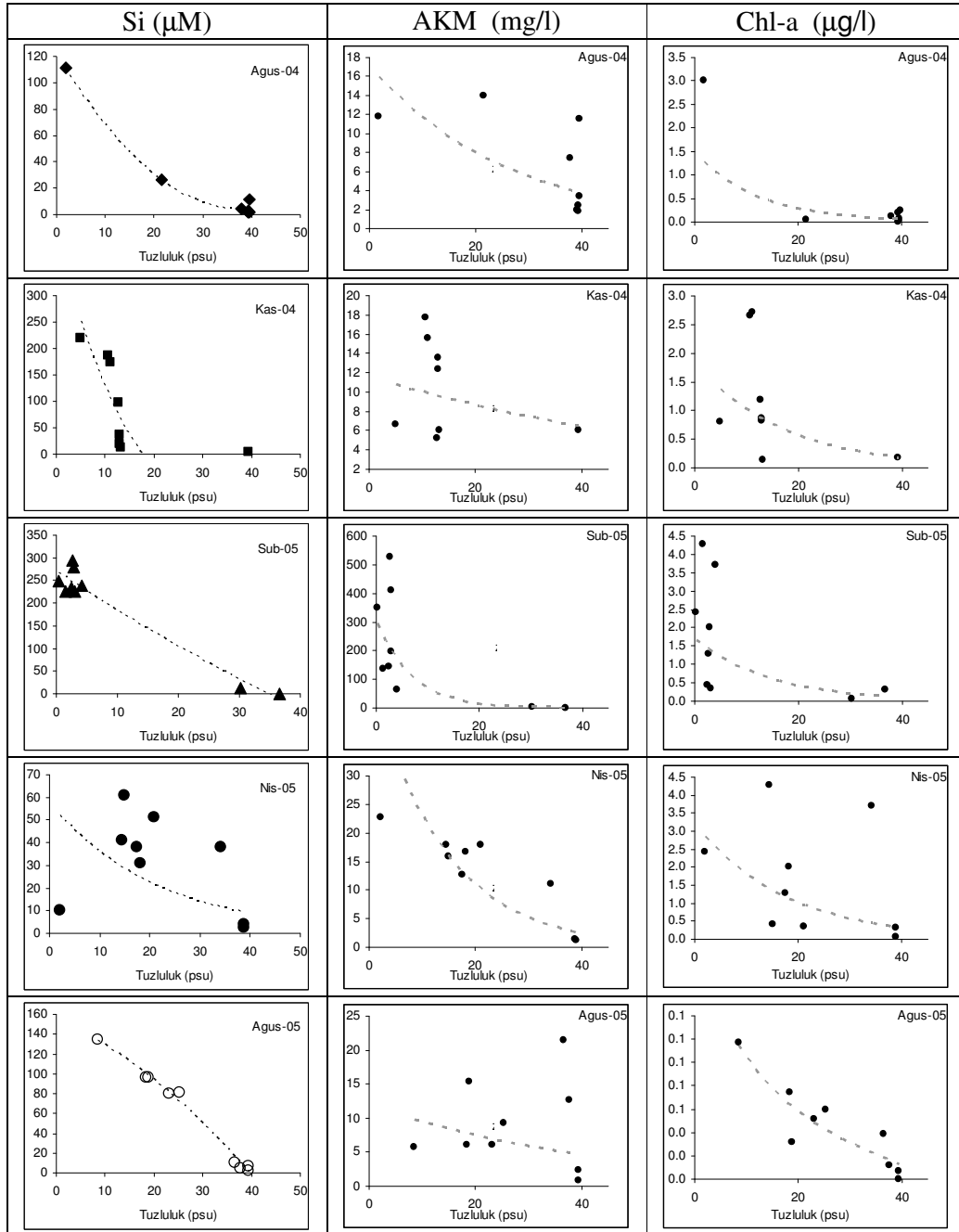
Ek 3' un Devamı.



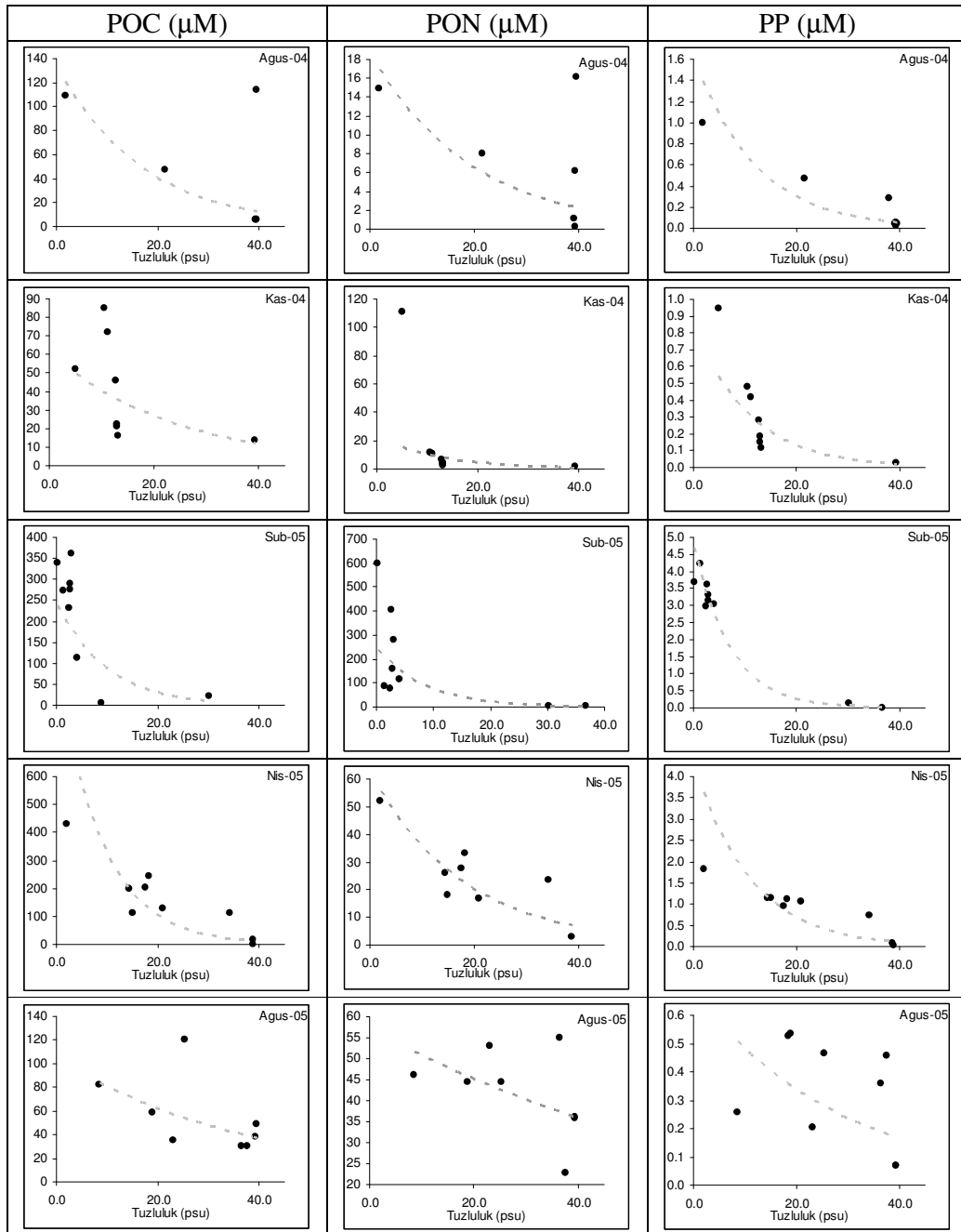
Ek 4 Besin tuzlarının tuzlulukla mevsimsel değişimi



Ek 4'un Devami



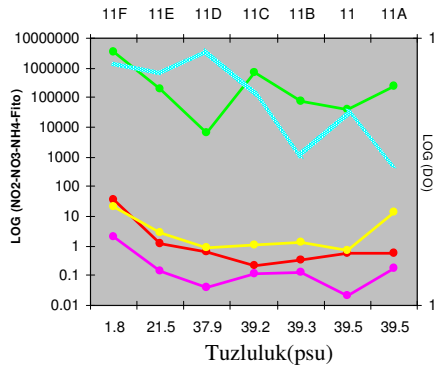
Ek 4'un Devamı



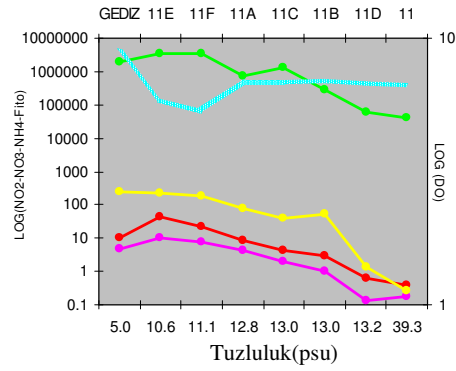
Ek 4'un Devami

Ek 5. Tablo: Chl-a'nin Phyt C içindeki; POC, PON'in AKM içerisindeki yüzde değişiminin mevsimsel ve bölgesel değişimi. (SS=Standart sapmayı göstermektedir)

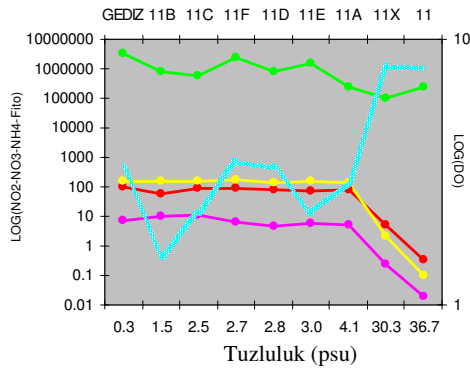
		Gediz		K1		K2		Krf.Ref.	
		Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS
Agu.04	% (Chl-a/Phyt C)	0,26	0	0,02	0,01	-	-	-	-
	% (POC/AKM)	11,2	0	7,93	5,48	2,39	0,64	3,95	0
	% (PON/AKM)	1,78	0	1,37	0,81	0,36	0,37	4,59	0
Kas.04	% (Chl-a/Phyt C)	0,16	0	0,31	0,06	0,58	0,26	0,04	0
	% (POC/AKM)	9,38	0	4,87	4,97	4,84	1,42	2,74	0
	% (PON/AKM)	23,3	0	0,85	0,74	0,79	0,27	0,41	0
Sub.05	% (Chl-a/Phyt C)	0,07	0	0,05	0,03	0,25	0,28	-	-
	% (POC/AKM)	1,17	0	1,13	0,50	2,15	0,23	6,9	3,64
	% (PON/AKM)	2,4	0	1,05	0,08	1,39	0,99	5,35	6,23
Nis.05	% (Chl-a/Phyt C)	0,16	0	0,21	0,05	0,25	0,09	0,44	0,52
	% (POC/AKM)	22,9	0	16,75	3,2	9,57	1,99	7,72	9,14
	% (PON/AKM)	3,21	0	2,63	0,54	1,95	0,87	1,5	2,13
Agu.05	% (Chl-a/Phyt C)	0,01	0	0,01	0,001	0,016	0,008	0,046	0
	% (POC/AKM)	17,3	0	10,1	7,72	3,92	2,86	41,3	23,6
	% (PON/AKM)	11,3	0	5,37	1,84	6,17	5,42	42	29,8



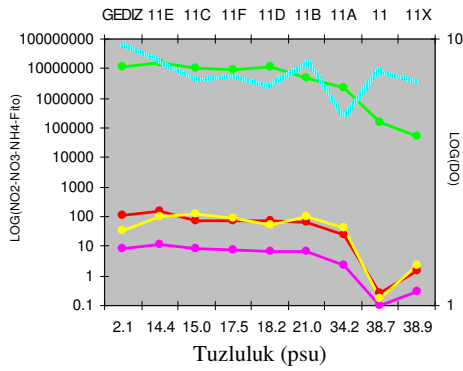
Ağustos 2004



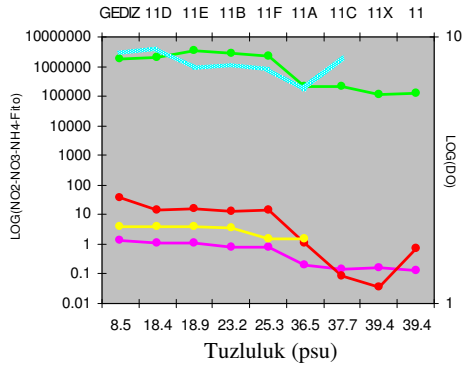
Kasım 2004



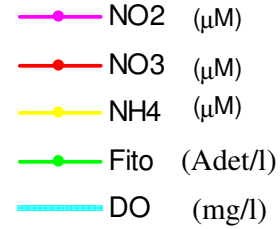
Şubat 2005



Nisan 2005



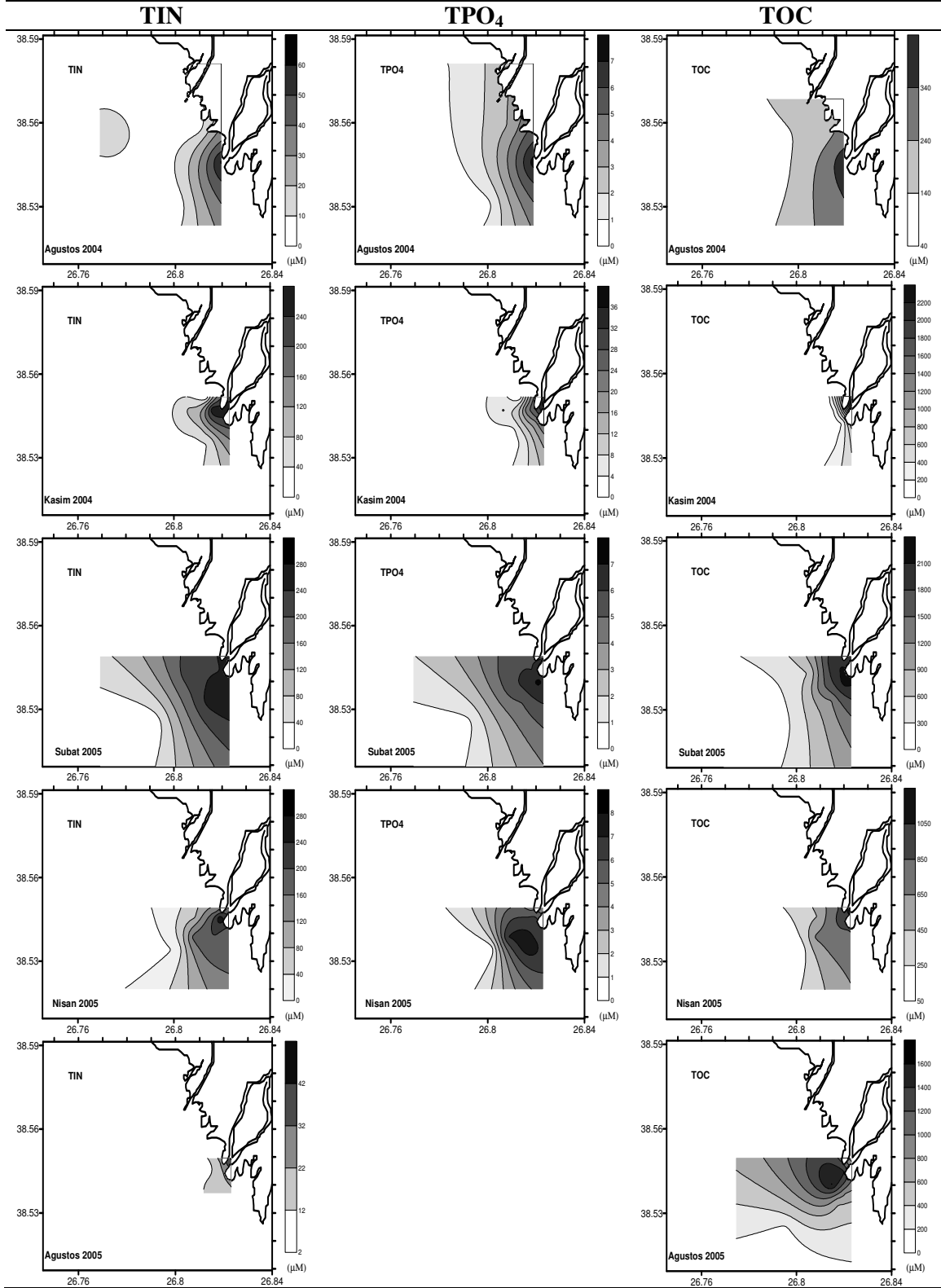
Ağustos 2005



Ek 6. Her örnekleme dönemi için çözünmüş azot formlarının DO ve Fitoplankton miktarı ile aralarındaki ilişkinin tuzluluk boyunca değişimi. (Kullanılan fitoplankton miktarı değerleri TÜBİTAK ÇAYDAG Proje no: 104Y037 nolu projeden alınmıştır)

Ek 7. Tablo: Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Su Kalite Sınıfları Su Kalite Parametreleri (Kaynak: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 4.9.1998 Tarih ve 19919 Sayılı Resmi Gazete).

Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	I	II	III	IV
Sıcaklık (OC)	25	25	30	>30
Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.9	6.0-9.0 dışında
Çözölmüş oksijen (mg 0.2/l)	8	6	3	>3
Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	40
Amonyum azotu (μ M NH ₄)	14.3	71.4	142.8	>142.8
Nitrit azotu (μ M NO ₂)	1.43	0.71	3.55	>3.55
Nitrat azotu (μ M NO ₃)	356.9	713.8	1427.6	>1427.6
Toplam fosfor (μ M PO ₄)	0.65	5.17	21	>21
Organik karbon (mg/l)	5	8	12	>12



Ek 8. Toplam nutrientlerin mevsimsel olarak kıyaslanmalı yüzey dağılımları.

Ek 9 Tablo: Akdenize dökülen bazı nehirlerin yıllık madde taşınımı ve debilerinin değişimi. (Kepme, 1991)

Nehrin Adı	Yıllar	TSS	TOC	POC	DOC	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Top. P	Debi (km ³ /yil)
		*100 (ton/yil)	*100 (ton/yil)	*100 (ton/yil)	*100 (ton/yil)	*10 ³ (ton/yil)	*10 ³ (ton/yil)	*10 ³ (ton/yil)	*10 ³ (ton/yil)	
Segura	1975-76 + 78-80		0.0003							
Jucar / (6 nehir)	1978-80		0.0015							
Ebro	1975-76 + 78-80		0.016							
Ebro / Mendavia	1979-80	0.069				6.7	0.78	0.17		4.6
Oriental Pyrenees (10 nehir)	1975-76 +78-80		0.012							
Rhone - Tarascon	1975-78	39.5	0.5 a	0.05	0.1	54.4		12		
Rhone / St. Vallier	1979-80					50	17	10.7		37.1
Arno	1977-83		0.013			2.1	2.5	1	1.8	2.1
Tiber	1979-83		0.039		0.029	9.9	10.2	1.9	3.2	7.2
Po	1975-78		0.22 a	0.066	0.154	66.7	12.9	3.5	10.9	46.7
Adige	1970-80		0.02 b			6.6	0.9	0.4	1.3	7

a:COD/TOC oranından hesaplanmış

b: Po nehri için verilen orandan COD/TOC yoluyla hesaplanmış