

# Doğu Akdeniz'de Akarsu Etkisindeki Kıyusal Bölge Sularının Özelliklerinin Açık Denizdekiler ile Karşılaştırılması

Neslihan DOĞAN SAĞLAMTİMUR\*, Süleyman TUĞRUL

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü, 33731 Erdemli, Mersin-TÜRKİYE

\*Corresponding author: neslihan@ims.metu.edu.tr

## Özet

Çevresel koşullara ve besin tuzları (inorganik fosfat, nitrat ve silikat) girdisine bağlı olarak, denizlerde organik madde üretim hızı, biyokütle yoğunluğu ve kimyasal kompozisyonu zaman-mekan ölçekli değişimler gösterir. Doğu Akdeniz, dünyanın besin tuzlarının en fakir denizlerindedir. Bölgenin yüzey sularında inorganik fosfat 10-20 nM, nitrat ise 0,10-0,30  $\mu\text{M}$  aralığında değişim gösterir ve fosfat birincil üretimi sınırlayıcı besin maddesidir. Klasik yöntemlerle fosfat ölçüm tayin sınırı (20 nM) oldukça yüksek olduğundan, literatürde Doğu Akdeniz yüzey deniz suyu N/P (nitrat/fosfat) oranı güvenilir olarak verilememiştir. Bu çalışmada, çözünmüş inorganik fosfat ( $\text{PO}_4$ ) derişimi, ilk kez magnezyuma bağlı çökeltme (MAGIC) tekniği uygulanıp (1 nM hassasiyet), ön zenginleştirme yapılarak ölçülmüştür. Doğu Akdeniz'de besin tuzları ve hidrografik parametrelerin değişimini incelemek amacıyla, akarsu girdisi etkisindeki Mersin-Erdemli bölgesi kıyı sularındaki üç istasyondan, 2003 yılı Aralık ayında örneklemeler yapılmıştır. Açık denizdeki referans istasyonlardan karşılaştırma amaçlı örnekler alınmıştır. Besin tuzları derişimleri, düşük debili fakat silikat ve nitratça zengin Lamas Çayı'nın sürekli etkisi altında kalan kıyı istasyondan açık istasyona doğru yüzey suyunda genel olarak azalma (çözünmüş inorganik fosfat 0,018-0,009  $\mu\text{M}$ ; nitrat 0,40-0,06  $\mu\text{M}$ ; reaktif silikat 1,76-1,69  $\mu\text{M}$ ) dip suda ise artma (çözünmüş inorganik fosfat 0,024-0,214  $\mu\text{M}$ ; nitrat 0,35-5,52  $\mu\text{M}$ ; reaktif silikat 1,77-13,78  $\mu\text{M}$ ) eğilimi göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Besin tuzları, Doğu Akdeniz, fosfat, nitrat, silikat.

## Comparison of Offshore and River-Influenced Coastal Waters in the Eastern Mediterranean Abstract

Depending on the environmental condition and antropogenic nutrient supply, organic matter production and chemical composition show spatial and temporal variabilities in marine environment. The Eastern Mediterranean is known to be one of the oligotrophic seas, where the surface inorganic phosphate and nitrate concentrations vary in the range of 10 to 20 nM and 0.10 to 0.30  $\mu\text{M}$ , respectively. Primary production is, therefore, mainly controlled by phosphate. The exceptionally low phosphate concentrations have limited reliable estimates of the N/P (nitrate/phosphate) ratio by traditional measurement methods. In this study, we have used Magnesium induced coprecipitation (MAGIC) technique to measure inorganic phosphate with a sensitivity of 1 nM. Changes in nutrient and hydrographic conditions are monitored at three near-shore stations on Erdemli (Mersin) coastal zone and four off-shore stations in December 2003. Nutrient concentrations in the surface water displayed a strong offshore gradient, decreasing from 0.018 to 0.009  $\mu\text{M}$  for phosphate; 0.40 to 0.06  $\mu\text{M}$  for nitrate; 1.76 to 1.69  $\mu\text{M}$  for reactive silicate towards open sea. On the other hand, deep water concentrations exhibited an opposite trend; phosphate rises from 0.024 to 0.214  $\mu\text{M}$ , nitrate from 0.35 to 5.52  $\mu\text{M}$ , reactive silicate from 1.77 to 13.78  $\mu\text{M}$  in the region.

**Keywords:** Nitrate, nutrients, phosphate, silicate, the Eastern Mediterranean.

Sağlamtimur ND, Tuğrul S (2008) Doğu Akdeniz'de Akarsu Etkisindeki Kıyusal Bölge Sularının Özelliklerinin Açık Denizdekiler ile Karşılaştırılması. Ekoloji 17, 68, 17-23.

## GİRİŞ

Besin tuzları (fosfat, nitrat ve silikat) tüm organizmaların gelişimi için temel maddelerdir. Tuzlu ve tatlı sularda besinlerini kendileri sentezleyen ototrof canlılar, çevresel koşulların üretim için uygun olması halinde, gerek derin

sulardan gerekse akarsular ve atmosfer yoluyla denize taşınan besin tuzlarını sürekli kullanırlar. Dünya denizlerinde, fosfat temel besin tuzudur ve nitrat ile birlikte ekosistem üretkenliğini kontrol eder. Fotosentez yoluyla tüketilen besin tuzları, canlı hücrelerinde basit organik bileşiklerden başlayarak

Geliş: 28.04.2007 / Kabul: 05.06.2007

daha karmaşık ve temel yapı taşlarını oluşturan çok sayıda organik bileşiğin sentezinde kullanılır (Parsons ve ark. 1984, Pilson ve ark. 1998).

Akdeniz, Sicilya Boğazı ile iki ana basene ayrılır. Doğu Akdeniz'in doğusu Levant Baseni olarak bilinir. Bu bölgeye karasal kaynaklardan besin tuzları sağlanması sınırlı olduğundan, dünyanın en fakir (oligotrofik) bölgelerinden biridir (Yılmaz ve Tuğrul 1998, Herut ve ark. 1999, Krom ve ark. 1999). Bu çalışmada, kara ve akarsu etkisi altındaki kıyı suların özelliklerinin açık denizdekilerle karşılaştırılması amacıyla, Kuzeydoğu Akdeniz kıta sahanlığında yeralan üç ve Kıbrıs açıklarında belirlenmiş dört referans istasyondan (Şekil 1) deniz suyu örnekleri alınmıştır. Su kolonunda çözünmüş inorganik fosfat ( $PO_4$ ), nitrat ( $NO_3$ ) ve reaktif silikat (Si) derişimleri ölçülmüş, bölgede ilk kez 1 nM hassasiyette  $PO_4$  verileri elde edilmiş, besin tuzlarının dağılımlarında akarsu girdisinin rolü irdelenmiştir.

#### MATERYAL VE METOT

Çalışma bölgesi ve örnekleme istasyonlarının konumları Şekil 1'de gösterilmiştir. Besin tuzu verileri, Doğu Akdeniz'de 2003 yılı Aralık ayında düzenlenen deniz seferleriyle toplanmıştır. Lamas Çayı'nın etkisi altındaki 1. istasyon (kıyıya uzaklık: yaklaşık 0,5 deniz mili, toplam derinlik: 20 m,  $36^{\circ} 57' N 34^{\circ} 27' E$ ), bu etkiden kısmen uzak kalan 2. istasyon (kıyıya uzaklık: yaklaşık 4 deniz mili, toplam derinlik: 100 m,  $36^{\circ} 43' N 34^{\circ} 36' E$ ) ve kıta sahanlığı sınırındaki 3. istasyondan (kıyıya uzaklık: yaklaşık 9 deniz mili, toplam derinlik: 200 m,  $36^{\circ} 50' N 34^{\circ} 38' E$ ) R/V Lamas ve R/V Erdemli araştırma tekneleri ile örnekleme yapılmıştır. Karşılaştırma amaçlı açık deniz örnekleri ise derinliği 1000 m'nin üstünde olan referans istasyonlardan (4. istasyon:  $36^{\circ} 08' N 34^{\circ} 16' E$ , 5. istasyon:  $35^{\circ} 83' N 33^{\circ} 75' E$ , 6. istasyon:  $35^{\circ} 83' N 34^{\circ} 25' E$  ve 7. istasyon:  $35^{\circ} 83' N 35^{\circ} 25' E$ ) R/V Bilim araştırma gemisi ile alınmıştır.

Analizler için deniz suyu örnekleri, belirlenen derinliklerden 5 ve 30 L'lik Niskin şişeleri ile alınmıştır. Sahadaki hidrografik parametre (tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk) ölçümleri için Sea-Bird model CTD prob kullanılmıştır. Geleneksel inorganik fosfat ölçüm yöntemlerinin tayin sınırı 20 nM olup belirsizlik çok yüksektir. Doğu Akdeniz oligotrofik su kolonunda, özellikle besin tuzu

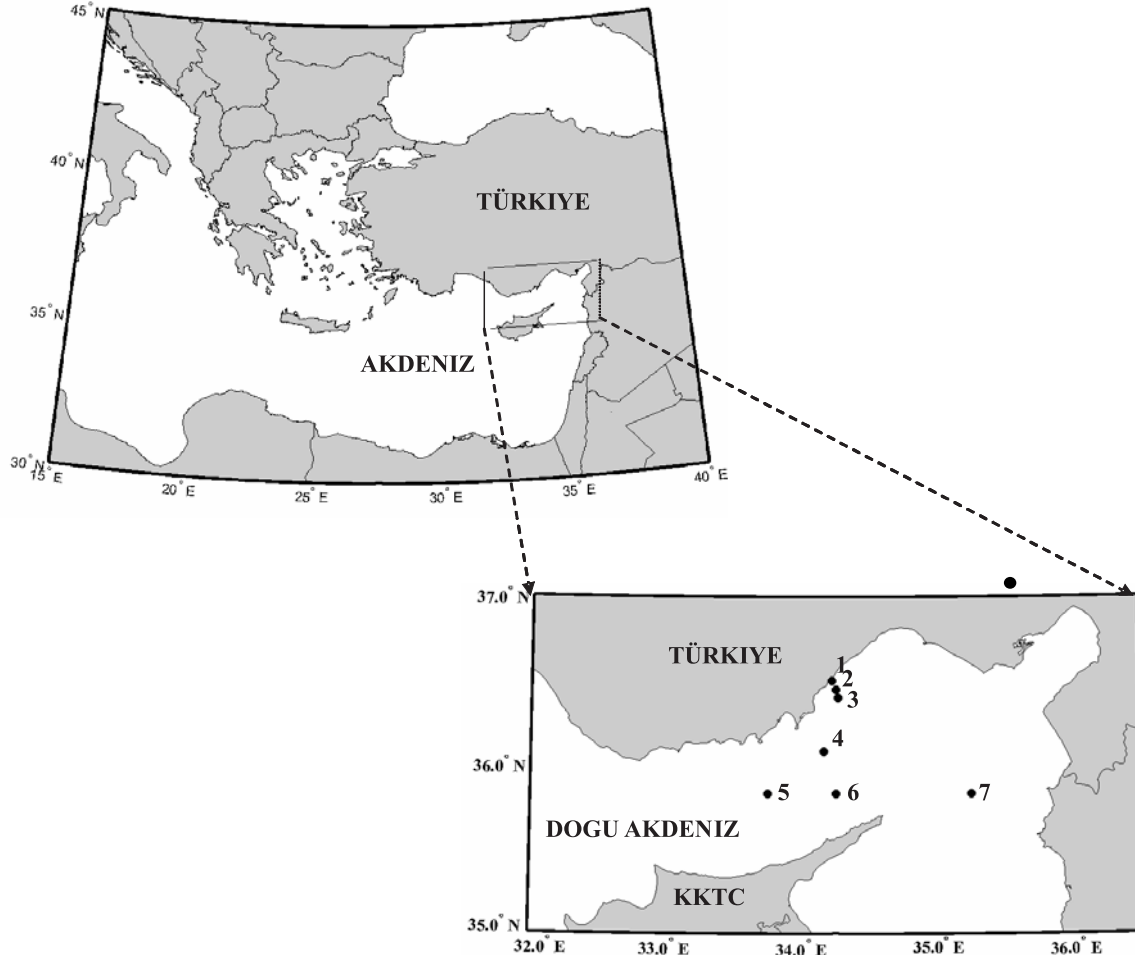
tüketiminin yoğun olduğu üstteki ışıklı tabakada, inorganik fosfat 20 nM'in altında kalmaktadır. Karl ve Tien (1992) tarafından geliştirilen, brucite ( $Mg(OH)_2$ ) oluşturularak deniz suyundan fosforun kantitatif olarak ayrılmasına dayalı, hassas ve güvenilir MAGIC (MAGnesium Induced Coprecipitation) tekniği bölgeye adapte edilmiş (Doğan-Sağlamtimur ve Tuğrul 2004a, Doğan-Sağlamtimur ve Tuğrul 2004b, Doğan-Sağlamtimur ve Tuğrul 2006), 20 kat zenginleştirmeye 1 nM hassasiyette ölçümler yapılmıştır.  $PO_4$  spektrofotometrede,  $NO_3$  ve Si ise oto-analizörde ölçülmüştür (Grasshoff ve ark. 1983).

#### BULGULAR VE TARTIŞMA

##### Hidrografik Değişimler

Akdeniz, kışın su kolonunun tam karışması ve yazın belirgin bir tabakalaşma ile karakterize edilir. Bu çalışma 2003 yılı Aralık ayında yapıldığından Doğu Akdeniz Levant baseninde özellikle ilk 100 m'de kış karışımları etkindir. İstasyonlarda hidrografik parametre (tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk) profilleri, mekana dayalı değişimler göstermektedir (Şekil 2).

Kıyı istasyon (İst. 1), düşük debili ( $2,2 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/yıl) Lamas Çayı'nın denize karıştığı noktaya yakındır. Akarsu girdisinin, öncelikle yüzeydeki ilk 4 metrelik tabakanın hidrografik özelliklerini etkilediği, yüzeydeki 1-3 m arasında kalan ince tabakadaki tuzluluk değişimi etkisinin bu metrelerden sonra azaldığı ortaya çıkmıştır. Bu istasyon oldukça sığ olduğundan ve örnekleme kış mevsiminde yapıldığından, su kolonu alt tabakadan tabana doğru homojen karışmış durumdadır (tuzluluk: ‰39,1, sıcaklık: 20,1°C ve yoğunluk: 27,8) (Şekil 2a). İstasyon 2, Lamas Çayı'nın doğrudan etki alanı dışındadır ve kış karışımları 60 m'lere kadar etkindir. Bu derinlikten sonra tuzluluk ‰39,1-39,2, sıcaklık 19,5-20,3°C ve yoğunluk ise 27,8-28,0 aralığında değişmektedir (Şekil 2b). Seçilen 3. istasyon, kıta sahanlığı sınırında yer almaktadır ve küçük ölçekli antisiklonik girdapların kısmen etkisi altındadır. O nedenle yüzey suyu, mevsimsel termoklinin (ani sıcaklık farklılaşması) altındaki ara tabaka suyuna göre daha tuzlu ve sıcaktır. Bu durum referans istasyonlarda da görülmektedir. Su kolonu ilk 80 m'de tam karışmıştır (tuzluluk: ‰39,2, sıcaklık:



**Şekil 1.** Örneklem bölgesini gösteren harita (Doğu Akdeniz Levant Baseni'nde bulunan istasyonlar ● sembolüyle belirtilmiştir).

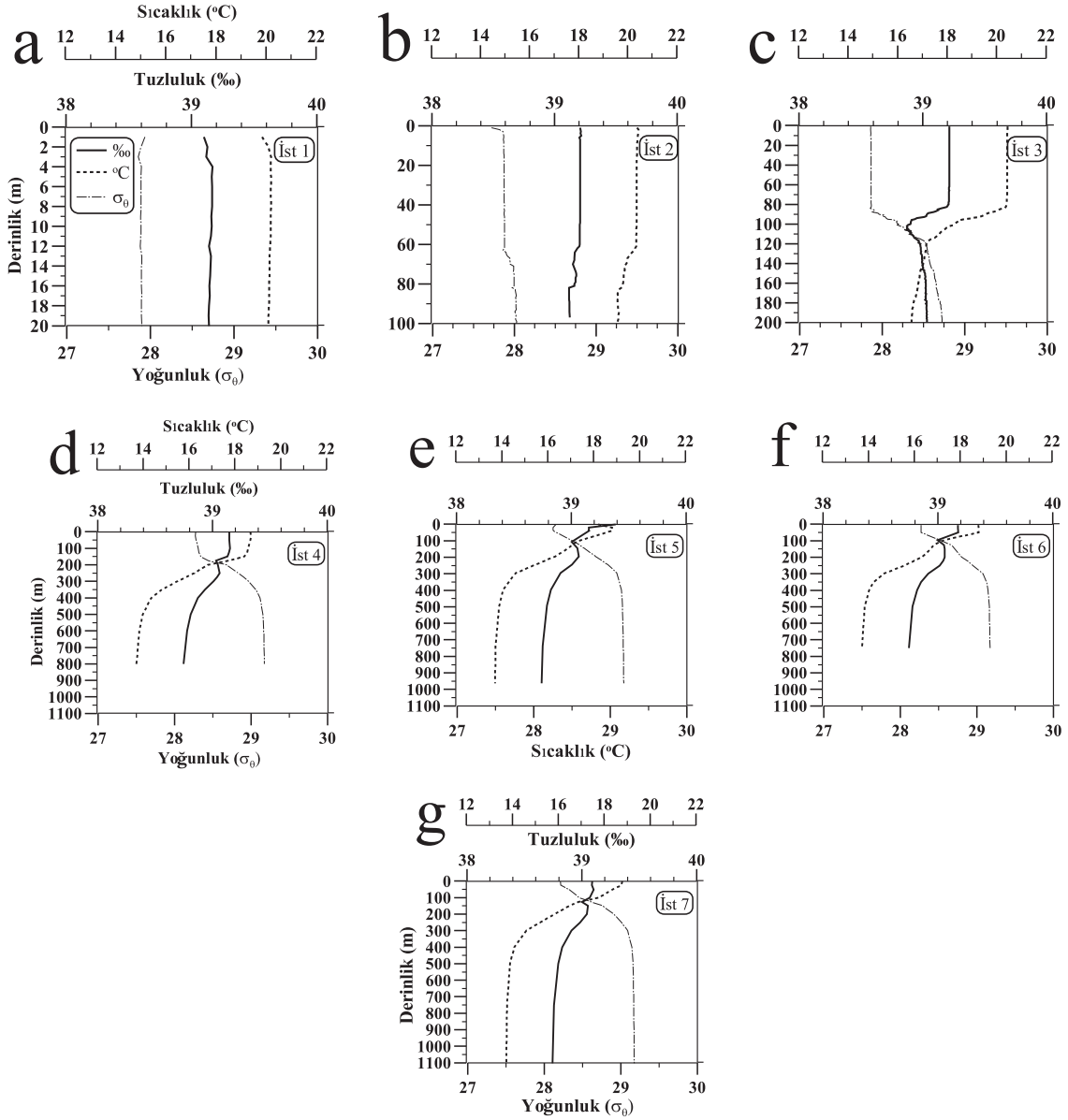
20,4°C ve yoğunluk: 27,8). 100-120 m'lere kadar tuzluluk ve sıcaklıkta azalma, yoğunlukta ise artma görülmüş olup; alt su değerleri sabit kalmıştır (Şekil 2c). Doğu Akdeniz açığındaki referans istasyonlarda ise su kolonunda ilk 100-200 m'de homojen dağılım olmaktadır. Bu derinlikten sonra tuzluluk ve sıcaklıkta belirgin azalmalar, yoğunlukta ise artışlar görülmektedir. Hidrografik parametreler, 400 m'den itibaren dip suya kadar sabit kalır (tuzluluk: ‰38,8, sıcaklık: 13,8°C, yoğunluk: 29,1) (Şekil 2d-g).

Haloklin, termoklin ve piknoklin (ani tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk farklılaşması) tabakaları, örneklemenin yapıldığı 2003 yılı Aralık ayında su kolonundaki dikey karışımlardan dolayı, ilk iki kıyusal istasyonda derinlere inmekte yada kaybolmaktadır. Diğer açık deniz istasyonlarında ise bu tabakalar farklı derinliklerde görülmektedir (Şekil 2).

### Besin Tuzu Değişimleri

Besin tuzlarının 2003 yılı Aralık ayında Doğu Akdeniz Levant Baseni'nde derinliğe dayalı değişimleri Şekil 3'de verilmiştir. Örneklemenin yapıldığı dönemde kıyıya ulaşan Lamas Çayı suları, deniz suyuyla seyrelmiştir. Besin tuzu dikey profilleri, hidrografik parametre profilleri ile uyum içindedir (Şekil 2 ve 3).

Yoğun kış karışımlarının hakim olduğu sığ İst 1'de, yüzey ve 10 m derinlikten alınan deniz suyunda besin tuzu değişimleri  $PO_4$ : 0,018-0,024  $\mu M$ ,  $NO_3$ : 0,35-0,40  $\mu M$  ve Si: 1,76-1,77  $\mu M$  aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 3a). Dipteki besin maddesince zengin sular yüzeye taşınmıştır. İst 2'de besin tuzlarının yüzeyde homojen karışması sonucunda  $PO_4$ : 0,015  $\mu M$ ,  $NO_3$ : 0,34  $\mu M$  ve Si: 1,70  $\mu M$ 'dir, 60 m'nin altında artarak dipte  $PO_4$ : 0,59  $\mu M$ ,  $NO_3$ : 0,67  $\mu M$  ve Si: 2,38  $\mu M$  değerlerine

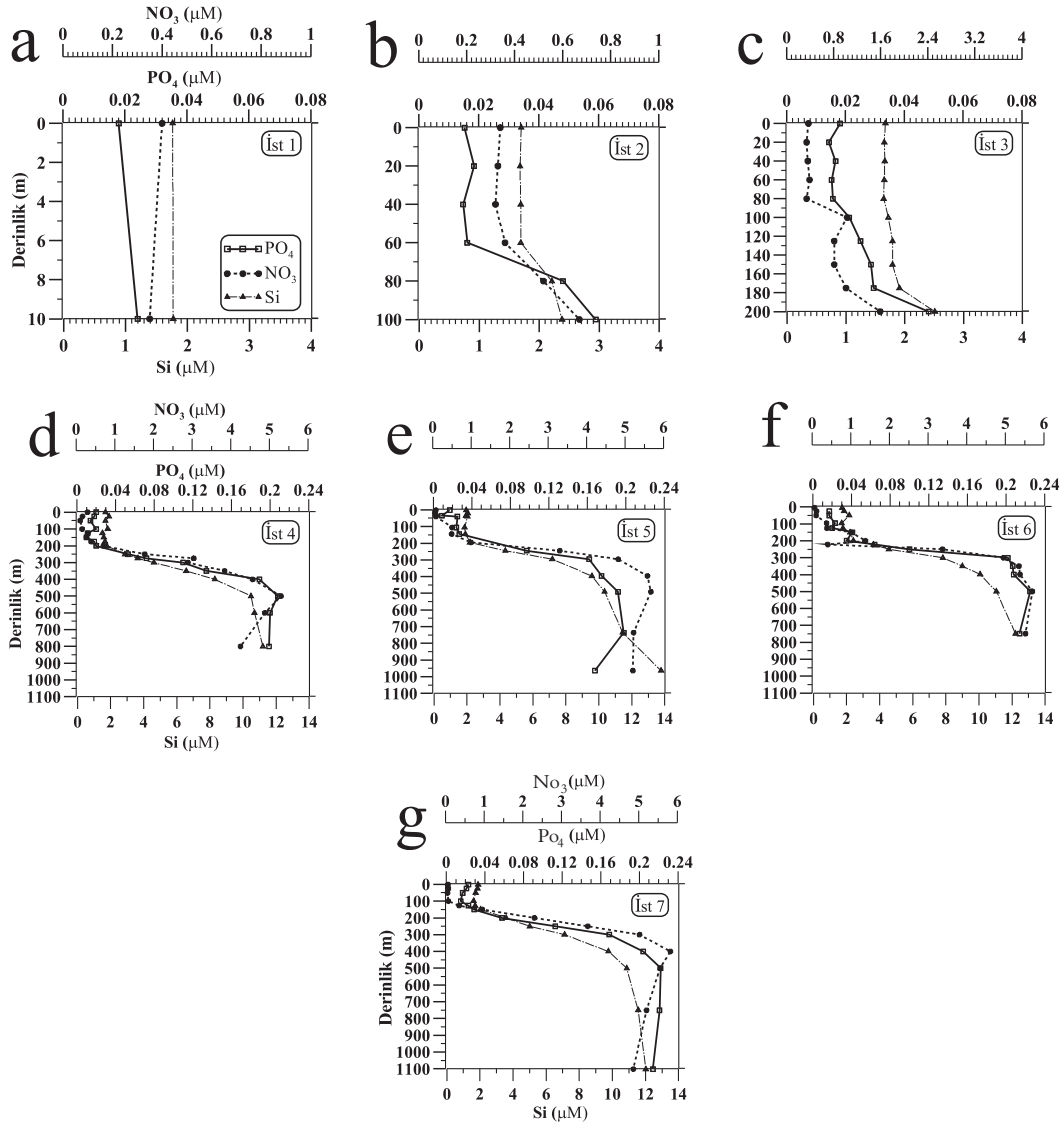


**Şekil 2.** Örnekleme istasyonlarında hidrografik parametrelerin 2003 yılı Aralık ayında derinliğe bağlı değişimleri.

ulaşmıştır (Şekil 3b). Kıta sahanlığı sınırında yer alan İst 3'te nitrat derişimi üst tabakada, kıyı ve orta istasyon değerlerinden düşüktür. Bu da akarsu etkisinin açığa doğru azalmasının sonucudur. Hidrografik değişimlerle paralel olarak yüzeydeki 80 m'lik tabakada besin tuzları  $PO_4$ : 0,014-0,018  $\mu M$ ,  $NO_3$ : 0,34-0,39  $\mu M$  ve Si: 1,64-1,67  $\mu M$  seviyesinde kalmıştır. Bu derinliğin altında tabana doğru kısmen artış eğilimindedir ve  $PO_4$ : 0,021-0,048  $\mu M$ ,  $NO_3$ : 1,03-1,59  $\mu M$  ve Si: 1,72-2,51  $\mu M$  aralığında değişir (Şekil 3c). Referans istasyonlarda nutriklin (anı besin tuzu farklılaşması) tabakası oldukça belirgindir ve haloklin, termoklin ve

piknoklin ile uyum içindedir. Yüzey sularında düşük besin tuzları ölçümü, derindeki artışın kaynağının, açık denizden bölgeye taşınan ara tabaka suları olduğunu düşündürmektedir. Hassas MAGIC tekniğiyle ölçülen fosfat derişimi, referans istasyonların yüzey suyunda 0,009-0,023  $\mu M$  (9-23 nM) aralığında değişmiştir (Şekil 3d-g). Bu değerler klasik ölçüm yönteminin tayin sınırı (20 nM) altında ya da seviyesinde olduğundan, bölgede geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalarda bu kadar küçük fosfat derişimlerini gözlemek mümkün olamamıştır (Krom ve ark. 1991, Yılmaz ve Tuğrul 1998).

Besin tuzu ölçümlerinde kıyıya yakın İst 1 ve 2



**Şekil 3.** Örnekleme istasyonlarında besin tuzlarının 2003 yılı Aralık ayında derinliğe bağlı değişimleri.

yüzeysel sularında, daha açıkta yer alan diğer istasyon yüzeysel sularından daha fazla  $\text{NO}_3$  bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bunda nitratça zengin akarsu girdisinin rolü büyüktür ve akarsuyla beslenen diğer denizlerdeki sonuçlarla uyumludur (Justic ve ark. 1995, Cociasu ve ark. 1996). Beklendiği üzere bu istasyonlarda yüzeyseldeki N/P (nitrat/fosfat) oranı da (~22) yüksek bulunmuştur.

Akdeniz'de birincil üretim, besin tuzu sınırlaması yönünden, yıllık iki dönemle karakterize edilir. Bunlardan birincisi besin tuzları için ilk stoklanmanın olduğu kış karışımları dönemidir. Işıklı tabakaya besin tuzu girdisi, soğuk suların ulaşabildiği derinlikle sınırlıdır. İkinci sınırlama ise sisteme yeni besin tuzu girişinin düşük olduğu yaz

dönemindeki tabakalaşma sırasında görülür (Moutin ve Raimbault 2002). Kış dönemine denk gelen bu çalışmada İst 1 sığ olduğundan, su kolunu yeterince karışmakta ve üst suda besin tuzu sınırlaması meydana gelmemektedir. Ancak diğer istasyonlar dikey profillerinde, derinliğe bağlı sınırlamalar görülmektedir (Şekil 3).

### SONUÇ

Kıyı istasyonu etkileyen yağmur suyu ve akarsular kısmen nitratça zengindir ve 2003 yılı Aralık ayı boyunca yüksek N/P (nitrat/fosfat) oranına sahiptir (Yağmur suyu N/P: 75-430, Lamas Çayı suyu N/P: 545-3100). Yüzeysel besin tuzu verileri, Doğu Akdeniz Levant Baseni kıyusal kuşak sularında planktonlar tarafından yapılan üretimin

sisteme iç ve dış kaynaklarla (atmosfer ve akarsu girdisi, atıksu deşarjları gibi) giren fosfatça kontrol edildiğini ortaya koymaktadır.

Sucul ortamda fosforun, azota göre hızlı çevrimi ve mikroorganizmalarca tercihli kullanılmasının N/P oranı üzerinde önemli bir rolü vardır. Yüzeysel sularda orto-fosfatın çok düşük olmasına, biyoassay deney sonuçlarına ve derin sulardaki anormal yüksek çözünmüş inorganik N:P oranına dayanarak, Doğu Akdeniz'deki planktonik üretimde fosforun sınırlayıcı besin maddesi olduğu öne sürülmüştür (Krom ve ark. 1991, Berdalet ve ark. 1996, Vaultot ve ark. 1996, Doğan-Sağlamtimur ve Tuğrul 2004, Doğan-Sağlamtimur ve Tuğrul 2006). Bu çalışmada planktonik organizmalar tarafından sudan özümmlenen N/P oranı, okyanus sistemi için geçerli

olan optimum N/P=16:1 değerinden önemli oranda yüksektir ve genellikle 19:1'in üstündedir (Redfield ve ark. 1963, Stirn 1987). Bu da Doğu Akdeniz ekosisteminde birincil üretimde fosforun sınırlayıcılığını ortaya koymaktadır ve bu bölgede denize verilen evsel atıksularda fosfor yükünün azaltılmasına yönelik fizikokimyasal arıtımın gerekliliğini işaret etmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen YDABAG-102Y057 no'lu projenin bir parçasıdır. Deniz suyu örnekleme ve analiz aşamasındaki katkılarından dolayı ODTÜ-DBE teknisyenlerine (özellikle Saim Cebe'ye), R/V ERDEMLİ teknesi ve R/V BİLİM gemisinin kaptan ve gemicilerine teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- Berdalet E, Marrase C, Estrada M, Arin L, MacLean ML (1996) Microbial community responses to nitrogen and phosphorus-deficient nutrient inputs: microplankton dynamics and biochemical characterization. *Journal of Plankton Research* 18, 1627-1641.
- Cociasu A, Dorogan L, Humborg C, Popa L (1996) Long-term ecological changes in Romanian coastal waters of the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin* 32, 32-38.
- Doğan-Sağlamtimur N, Tuğrul S (2004a) Effect of Riverine Nutrients on Coastal Water Ecosystems: A Case Study from the Northeastern Mediterranean Shelf. *Fresenius Environmental Bulletin* 13, 11b, Suppl. Issue, 1288-1294.
- Doğan-Sağlamtimur N, Tuğrul S (2004b) Nehir Girdisinin Kuzeydoğu Akdeniz Kıyı Sularında Besin Tuzları ve Organik Madde Dağılımına Etkisi. In: Özhan E, Evliya H (eds.), *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V. Ulusal Konferansı*, 4-7 Mayıs 2004, Adana, Kıyı Alanları Yönetimi Türkiye Milli Komitesi Yayınları, Cilt 1, 53-62.
- Doğan-Sağlamtimur N, Tuğrul S (2006) Fosfor Formları ve Besin Tuzları Mevsimsel Değişimi: Kuzeydoğu Akdeniz Erdemli Kıta Sahaneliği, 2004 Yılı. In: Özhan E (ed.), *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VI. Ulusal Konferansı*, 7-11 Kasım 2006, Muğla, Kıyı Alanları Yönetimi Türkiye Milli Komitesi Yayınları, Cilt 2, 517-525.
- Grasshoff K, Erhardt M, Kremling K (1983) Determination of Nutrients, *Methods of Seawater Analysis*. 2<sup>nd</sup> ed., Verlag Chemie GMBH, Weinheim.
- Herut B, Krom MD, Pan G, Mortimer R (1999) Atmospheric input of nitrogen and phosphorus to the Southeast Mediterranean: Sources, fluxes, and possible impact. *Limnology and Oceanography* 44, 1683-1692.
- Justic D, Rabalais NN, Turner RE, Dortch Q (1995) Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 40, 339-356.
- Karl DM, Tien G (1992) MAGIC: A sensitive and precise method for measuring dissolved phosphorus in aquatic environments. *Limnology and Oceanography* 37, 105-116.
- Krom MD, Cliff RA, Eijssink LM, Herut B, Chester R (1999) The characterisation of Saharan dusts and Nile particulate matter in sediments from the Levantine Basin using Sr isotopes. *Marine Geology* 155, 319-330.
- Krom MD, Kress N, Brenner S (1991) Phosphorus Limitation of Primary Productivity in the Eastern Mediterranean. *Limnology and Oceanography* 36, 424-432.
- Moutin T, Raimbault P (2002) Primary production, carbon export and nutrients availability in western and eastern Mediterranean Sea in early summer 1996 (MINOS cruise). *Journal of Marine System* 33-34, 273-288.

- Parsons TR, Takahashi M, Hargrave B (1984) *Biological Oceanographic Processes*. 3rd ed., Pergamon Press, Oxford.
- Pilson MEQ (1998) *An Introduction to the Chemistry of the Sea*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Redfield AC, Ketchum BH, Richards FA (1963) The influence of organisms on the composition of sea water. In: Hill MN (ed), *The sea*, Interscience, New York, 2, 26-77.
- Stirn J (1987) Eutrophication in the Mediterranean Sea. *Unesco Reports in Marine Science* 49, 161-187.
- Vaulot D, Lebot N, Marie D, Fukal E (1996) Effect of phosphorus on the *Synechococcus* cell cycle in surface in Mediterranean waters during summer. *Applied Environmental Microbiology* 132, 265-274.
- Yılmaz A, Tuğrul S (1998) The effect of cold- and warm-core eddies on the distribution and stoichiometry of dissolved nutrients in the northeastern Mediterranean. *Journal of Marine System* 16, 253-268.