

## GEMLİK KÖRFEZİ ÇÖKELLERİNDE AĞIR METAL VE ORGANİK KİRLİLİĞİNİN ZAMANSAL EVRİMİ

Gülüm Albut<sup>a</sup>, Namık Çağatay<sup>a</sup>, Nurdan Güngör<sup>b</sup>,

Emin Güngör<sup>b</sup>, Dursun Acar<sup>a</sup>, Nuray Balkıs<sup>c</sup>

<sup>a</sup>EMCOL ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, Türkiye

<sup>b</sup>ÇNAEM, Çekmece Nükleer Araştırma ve

Eğitim Merkezi, Küçükçekmece, İstanbul, Türkiye

<sup>c</sup>İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa, İstanbul

(albut@itu.edu.tr)

### ÖZ

Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan Gemlik Körfezi en derin yeri -113 m olan yarı kapalı bir havza olup, antropojenik kirlilik riski ile karşı karşıyadır. Bu çalışmada Gemlik Körfezi'nin ortasından, -105 m derinlikten alınmış bir karotta yapılan jeokimyasal analizlerle ağır metal kirliliğinin ve organik kirliliğin boyutları ve zamansal gelişimi araştırılmıştır. Karot, XRF karot tarayıcısı, Çok Sensörlü Karot Log Alıcısı (MSCL) ile analiz edilmiş, ICP-MS yöntemi ile ağır metal analizleri gerçekleştirilmiş, TOC Analizörü ile de toplam organik karbon (TOK) ve toplam inorganik karbon (TİK) içeriği belirlenmiştir. Tarihlendirme için karotta radyonüklid (<sup>210</sup>Pb ve <sup>137</sup>Cs) AMS yöntemiyle radyokarbon analizleri yapılmıştır. Organik üretim, organik maddenin kökeni ve çökelim koşulları hakkında bilgi edinmek amacı ile karbon ve nitrojenizotop ( $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{15}\text{N}$ ) analizleri yapılmış ve C/N oranı elementel analizle belirlenmiştir.

Son 800 yılı kapsayan karotun 5- 8 cm aralığında kokolitçe (*Emiliania huxleyi*) zengin laminalar izlenmiştir. Bu seviye, yüksek Ca, düşük manyetik duyarlılık ve düşük Fe, Ti ve Mn değerleri ile temsil edilmektedir. 17 -22 cm arasında bulunan, 1855 – 1950 yılları arasında çökelmiş karbonatça zengin bir başka birim bulunmaktadır. Karotun üst 15 cm'i (son 55 yıl) yüksek TOK (%4) ve ağır metal içeriği ile ayırt edilmektedir. Bununla beraber aynı derinliklerde Mo miktarındaki artış ve Mn miktarındaki azalma, körfezdeki anoksik koşulların en azından erken 1970'lerden itibaren geliştiğini göstermektedir.

Son 150 yılda karotun  $\delta^{15}\text{N}$  değerlerindeki artış, körfezde antropojenik ve karasal kökenli organik maddenin denitrifikasyonundaki artışına ve Geç Maunder Soğuk Dönemi'ni de içeren 1540-1740 yılları arasında azalış ise denitrifikasyonun azaldığını göstermektedir. C/N oranı ve  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, organik maddenin karotta tabanda karasaldan, karasal-denizel karışımına, ortalarda karasala, üstlerde denizele ve en üstte de (son 15 yıl) muhtemelen antropojenik kökenli karasala değiştiğini göstermektedir. Karotun kirlilikten etkilenmemiş alt derinliklerinden belirlenen ortalama Al ve ağır metal konsantrasyonlarına göre normalizasyonundan elde edilen zenginleşme faktörü (EF) ve jeobirikim indisi (Igeo) hesaplamalarına göre metal zenginleşmesi sıralaması şu şekildedir: Mo>Cd>S>U>Zn>Pb>Cu. Mo ve U başta olmak üzere; Zn, Cd, Cu ve S, TOK ile yüksek korelasyon göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metaller, TOK, zenginleşme faktörü (EF), jeobirikim indisi, organik madde

## **TEMPORAL EVOLUTION OF HEAVY METAL AND ORGANIC POLLUTION IN GEMLİK GULF SEDIMENTS, MARMARA SEA**

**Gülüm Albut<sup>a</sup>, Namık Çağatay<sup>a</sup>, Nurdan Güngör<sup>b</sup>,**

**Emin Güngör<sup>b</sup>, Dursun Acar<sup>a</sup>, Nuray Balkıs<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>EMCOL, Geological Engineering, ITU Faculty of Mines, Istanbul, TURKEY

<sup>b</sup>ÇNAEM, Çekmece Nuclear Research and

Education Centre, Küçükçekmece, Istanbul, TURKEY

<sup>c</sup>Istanbul University Marine Research and Management Institute, Vefa, Istanbul

(albut@itu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

Gemlik Gulf, which is a semi-enclosed inlet with maximum depth of -113 m in the eastern part of the Sea of Marmara, is under the risk of anthropogenic pollution from different industrial and municipal pollution sources in its drainage basin. In this study, the extent and its temporal evolution of the heavy metal pollution was investigated using geochemical analyses of a core located in -105 m depth of the Gemlik Gulf. The core was analyzed by XRF CoreScanner, Multi-Sensor Core Logger (MSCL), Inductively Coupled Plasma – Mass Spectroscopy (ICP-MS), Total Organic Carbon (TOC) analyzer. Radionuclide (<sup>210</sup>Pb and <sup>137</sup>Cs) and AMS radiocarbon analyses were used for dating.  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ , as well as C/N elemental ratio were analyzed to study the organic productivity, origin and depositional conditions of the organic matter in sediments.

The core, covering the last 800 years, include three white laminae consisting of coccolithophore (*Emiliana huxleyi*) in top 5-8 cm interval of the core. The core part including is coccolith laminae is represented with high Ca, low magnetic susceptibility, and low Fe, Ti, Mn. Another CaCO<sub>3</sub> rich unit is identified between 17 – 22 cm which deposited during AD 1855 – 1950. Top 15 cm unit of the core is distinguished by high TOC (up to 4%) and heavy metal contents. The sharp increase in Mo and decrease in Mn in the same interval indicate that anoxic bottom water conditions started developing since at least early 1970s.

An increase in  $\delta^{15}\text{N}$  values during the last 150 years points to an increase in the denitrification process and decrease in the values to a decrease during AD 1540 – 1740 which includes the Late Maunder Minimum cold period. According to C/N ratio and  $\delta^{13}\text{C}$  values, origin of organic matter changed from terrestrial to mixed marine and terrestrial origin at the base, to terrestrial and marine in the middle, and to terrestrial at the top. The increase in terrestrial organic matter in the last 15 years, indicates increasing impact of domestic and industrial discharge to the Gemlik Bay. According to the Enrichment Factor (EF) values calculated by normalisation with respect to the Al and average metal concentrations of the unpolluted lower part of the core and geoaccumulation index (Igeo), heavy metal enrichments ranked as follows: Mo > Cd > S > U > Zn > Pb > Cu. Mo and U show very strong positive correlation, and Zn, Cd, Cu and S show strong positive correlation with TOC.

**Keywords:** Heavy metals, TOC, enrichment factor (EF), geoaccumulation index (Igeo), organic matter