

Marmara-Boğazlar Sisteminde Yıllık Reaktif Toplam Azot ve Fosfor Akıları

Süleyman TUĞRULI¹, Çolpan POLAT-BEKEN², Ahsen YÜKSEK³, Hüsne ALTIOK³, Şükrü BEŞİKTEPE⁴

¹ ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli-Mersin

² TÜBİTAK-MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze-Kocaeli

³ İÜ-Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa-İstanbul

⁴ DEÜ-Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü, İzmir
Sorumlu yazar: tugrul@ims.metu.edu.tr

Türk Boğazlar Sisteminin (TBS) bileşenleri olan İstanbul ve Çanakkale Boğazındaki iki tabakalı hidro-dinamik yapı ve iki tabakalı ters yönlü akıntı rejimi Karadeniz-Marmara-Kuzey Ege arasında az tuzlu (16,5-18,0) ve çok tuzlu (>38,6) suların, sahip olduğu biyo-kimyasal bileşenlerle değişimine imkan sağladığı yüzyıllardır bilinmektedir. Ancak, Boğazlardaki iki tabakalı ters yönlü su akısının (debi) ve içerdikleri kimyasal yüklerin mevsimsel ve yıllık seviyeleri hakkında güvenilir hesaplamalar 1980'li yılların sonunda yapılmıştır. Bu çalışmada Karadeniz su bütçesindeki (büyük nehirler ve yağış) 30 yıllık veriler ve genel eğilimi dikkate alınarak su bütçesi yenilenmiştir. Boğaz girişlerinde 1987-2014 dönemi ölçümlerinden hesaplanan mevsimsel, yıllık Toplam Fosfor (TP) ve çözünmüş inorganik azot (DIN), partikül organik-N (PON) sonuçları ve Batı Karadeniz çözünmüş azot sonuçlarından hesaplanan reaktif organik azot (DON) derişimini dikkate alarak özellikle İstanbul Boğazındaki toplam fosfor (TP) ve toplam reaktif azot (TN) akısı hesaplamaları yapılmıştır. Çanakkale alt akıntısıyla Marmara alt tabakasına taşınan TP ve TN miktarı göreceli düşüktür; çözünmüş oksijen miktarı ise yaklaşık 3,8-4,0 milyon ton mertebesindedir ve bunun yaklaşık %80-85 Marmara derin baseninde tüketilmektedir. İstanbul Boğazı üst akıntısı yıllık debisinden (530 km³) hesaplanan yıllık DIN girdisi, 1987-1995 dönemi ortalamasına (1,8 µM) göre 13300 tondan, 2004-2014 döneminde (DIN: 0,8 µM) yaklaşık 6,0 bin ton seviyesine kadar azalmıştır. Buna göre; Karadeniz'den Marmara'ya taşınan yıllık DIN yükü ötrofik döneme göre yaklaşık %55 azalmıştır; bunun ana nedeni Tuna Nehrine ulaşan kirliliğin azalmasıdır. Özellikle kış ve ilkbahar döneminde Boğazdan giren reaktif TN ve TP yükü belirgin azalmıştır. Yıllık TP yükü 1990-1995 döneminde 8500-9000 ton seviyesinden son 10 yıllık dönemde 6600 tona (%25) düşmüştür. Ancak, Karadeniz'den taşınan TN ve TP yükü son yıllarda belirgin azalmasına rağmen Marmara ekosisteminde benzer iyileşme görülmemiştir. Karadeniz'den giren yıllık reaktif TN yükü yaklaşık 24 bin ton kadardır ve karasal kaynaklı TN (50-55 bin ton) girdilerin yarısı kadardır. Karasal baskıların artması sonucu Marmara yüzey sularında nitrat (NO_x) derişimi azalmamıştır; fotosentez kaynaklı POM üretimi artışına bağlı olarak Marmara alt tabaka sularında yıllık oksijen tüketimi göreceli artmıştır ve doğu baseni suboksik/anoksik duruma (<0,1 mg/L) yaklaşmıştır. Marmara üst tabakası partikül organik madde (POM) bütçesi ve alta çöken miktarı (POC>0.8-0.9 x 10⁶ ton-C) üzerinde Marmara bölgesi karasal kaynaklı TP, TN yükleri ana belirleyici faktördür.

Anahtar kelimeler: Türk Boğazlar Sistemi, azot-fosfor akıları.

Annual Fluxes of Reactive Total Nitrogen and Phosphorus in the Marmara-Straits System

Süleyman Tuğrul¹, Çolpan Polat-Beken², Ahsen Yüksek³, Hüsne Altıok³, Şükrü BEŞİKTEPE⁴

¹ODTÜ-Institute of Marine Sciences, Erdemli-Mersin

²TÜBİTAK-MAM, Environment and Cleaner Production Institute, Gebze-Kocaeli

³İÜ-Institute of Marine Sciences and Management, Vefa-İstanbul

⁴DEÜ-Institute of Marine Sciences and Technology, İzmir

Corresponding author: tugrul@ims.metu.edu.tr

Two-layer hydrodynamic structure and flows in the Straits of Istanbul and Çanakkale, which are components of the Turkish Straits System (TSS), allow exchanges of less saline (16.5-18) and salty (>38.6) waters with the associated bio-chemical properties between Black Sea-Marmara-North Aegean Seas during the year. However, reliable calculations of the seasonal and annual fluxes in TSS were first made in the late 1980s. In this study, the water budget in TSS has been renewed based on the last 30 year-trends in fresh water inflows to the Black Sea. The annual exchange fluxes of total phosphorus (TP) and reactive nitrogen (TN) in the TSS were calculated from total phosphorus (TP) and dissolved inorganic nitrogen (DIN), particle organic-N (PON) data obtained in the exits of the two Straits between 1987-2014, together with the organic nitrogen measured in the Western Black Sea. The annual TP and TN inputs from the Aegean Sea via Çanakkale undercurrents to the Marmara lower layer are markedly lower than the annual Black Sea inputs through the Istanbul Strait. However, the Aegean inflow carries annually about 3.8-4.0 million tons of dissolved oxygen to the Marmara deep basin where the majority (80-85%) is consumed by the reactive POM sinking from the upper layer. The annual Black Sea DIN input to the Marmara was calculated from the volume flux (530 km³/year) and annual means of DIN concentrations. The annual DIN influx has decreased apparently from 13,300 tonnes in the period of 1987-1995 (1.8 µM) to about 6,000 tons in 2004-2014 (DIN: 0.8 µM), indicating a decline of about 55% from the eutrophic period of Black Sea before 1995 to the last 10 years, due to decreases in terrestrial TN and TP inputs to the Danube River. Especially during winter-spring period, reactive TN and TP inputs through the Istanbul Strait have decreased significantly in the last 15 years. The annual TP input from the Black Sea has decreased from 8500-9000 tonnes in the 1990-1995 to 6600 tonnes (25%) over the last 15 years. However, despite the decline in TN and TP inputs from the Black Sea in recent years, there has been no similar improvement in the Marmara ecosystem. The annual Black Sea TN influx (24,000 tons/y) is about %50 of the (terrestrial+precipitation) TN input (50-55 thousand tons) to the Marmara Sea. Apparent increases human-induced TN inputs have kept the surface nitrate (NO_x) concentrations at measureable levels; the enhanced POM production and export to the lower layer has expectedly enhanced the annual oxygen consumption rate in Marmara bottom waters, leading the development of suboxic/anoxic conditions (<0.1 mg/L) in the eastern basin. Terrestrial nutrient inputs dominate the POM pool in the Marmara Sea and particulate organic matter (POM) exported to the lower layer (POC>0.8-0.9 x 10⁶ ton-C per year).

Key words: Turkish Straits System, nutrient fluxes.