

İzmir Körfezi'nde Anyonik Deterjan Düzeylerinin Araştırılması

*Özlem Yılmaz¹, Uğur Sunlu², Fatma Sanem Sunlu²

¹Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

²Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

*E mail: ozlemyl@yahoo.com

Abstract: *Research of anionic detergent levels in Izmir Bay.* The aim of this research is to monitor anionic detergent, chlorophyll a and reactive phosphate levels in samples of surface water those were taken monthly in the period of January, 2003-December, 2003, from three stations (Station of Çiğli Offshore, Station of Yat Club Offshore, Station of Melez River Offshore) selected in Izmir Bay. The concentrations of anionic surface-active substances are evaluated between 0.032 mg L⁻¹ and 0.232 mg L⁻¹ and average value is 0.095 mg L⁻¹. The concentrations of reactive phosphate are evaluated between 0.018 mg L⁻¹ and 0.564 mg L⁻¹ and average value is 0.113 mg L⁻¹. There was no definite correlation among anionic surface active substances and reactive phosphate. The concentrations of chlorophyll a are measured between 1.6 µg chl a L⁻¹ and 33.75 µg chl a L⁻¹ and average value is 6.54 µg chl a L⁻¹. The heat levels are measured between 9 and 27.1 °C and the average is 18.44 °C. Also, samples of surface water were taken in dry (August, 2005) and rainy (December, 2005) seasons from source stations (Station of Melez River, Station of Bostanlı River, Station of Bayraklı River, Station of Manda River), in these samples the concentrations of surface active substances were evaluated. Maximum concentration was evaluated in rainy season from Station of Melez River with 4.549 mg L⁻¹; minimum concentration was evaluated in rainy season from Station of Bostanlı River with 0.168 mg L⁻¹. The concentrations those were evaluated from source stations show that Melez River carries more anionic detergent than other three stations.

Key Words: Izmir Bay, surface active substances, anionic detergent, phosphate, marine pollution.

Özet: Bu araştırmanın amacı, Ocak, 2003- Aralık, 2003 döneminde İzmir Körfezi'nde seçilen üç istasyondan (Çiğli Arıtma Tesisi Açığı İstasyonu, Yat Limanı Açığı İstasyonu, Melez Deresi Açığı İstasyonu) aylık periyotlar halinde alınan yüzey suyu örneklerinde anyonik deterjan, klorofil a ve reaktif fosfat düzeylerinin izlenmesidir. Anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonları, minimum 0.032 mg L⁻¹ ile maksimum 0.232 mg L⁻¹ aralığında olup, ortalama değer: 0.095 mg L⁻¹'dir. Reaktif fosfat konsantrasyonları, minimum 0.018 ile maksimum 0.564 mg L⁻¹ aralığında bulunmuştur, ortalama değer: 0.113 mg L⁻¹'dir. Anyonik yüzey aktif madde ve reaktif fosfat arasında belirgin bir korelasyon görülmemiştir. Klorofil a konsantrasyonları, minimum 1.6 µg chl a L⁻¹ ile maksimum 33.75 µg chl a L⁻¹ aralığında bulunmuştur, ortalama değer 6.54 µg chl a L⁻¹'dir. Sıcaklık 9 ile 27.1 °C aralığında ölçülmüştür, ortalama 18.44 °C'dir. Ayrıca, dört adet kaynak istasyondan (Melez Deresi İstasyonu, Bostanlı Deresi İstasyonu, Bayraklı Deresi İstasyonu, Manda Deresi İstasyonu), kuru (Ağustos 2005) ve yağışlı (Aralık 2005) mevsimde yüzey suyu örnekleri alınmış; bu örneklerde yüzey aktif madde konsantrasyonları ölçülmüştür. Maksimum konsantrasyon, 4.549 mg L⁻¹ olarak yağışlı mevsimde Melez Deresi İstasyonu'nda ölçülmüştür. Minimum konsantrasyon, 0.168 mg L⁻¹ olarak yağışlı mevsimde Bostanlı Deresi İstasyonu'nda ölçülmüştür. Dört kaynak istasyonda ölçülen konsantrasyonlar, Melez Nehri'nin diğer üç kaynak istasyondan daha fazla anyonik deterjan taşıdığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: İzmir Körfezi, yüzey aktif maddeler, anyonik deterjan, fosfat, deniz kirliliği.

Giriş

Türkiye'de kişi başına temizlik maddesi tüketimi 7.0-7.5 kg yıl⁻¹ civarında iken (3.5 kg yıl⁻¹ deterjan ve 3.5 kg yıl⁻¹ sabun) Avrupa ülkelerinde tüketim 20-25 kg yıl⁻¹ olup bu kullanımın yaklaşık olarak %70'i deterjan, %30'u sabun şeklindedir (Egemen, 2000).

Karsa (1998) ve Schmitt (2001)'e göre anyonik yüzey aktif maddeler, Avrupa'da kullanılan yüzey aktif madde miktarının %50'sini ve Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan yüzey aktif madde miktarının %60'ını oluşturmaktadır ve 1998 yılına göre dünya çapında kullanımları 3.10⁹ kg yıl⁻¹'dir (Alzaga ve diğ., 2003)

Deterjan aktif maddeleri alıcı suyun özelliklerine göre 0.5 mg L⁻¹ den yüksek konsantrasyonlarda köpük oluşturarak su yüzeyini kaplamaktadır. Bu nedenle de havalanmaya, oksijen alışverişine engel olmaktadır (Egemen, 2000).

Deterjan aktif maddeleri boşaltıldıkları alıcı sularda biyokimyasal reaksiyonlarla ayrışır ve ayrışma sırasında ortamdaki çözünmüş oksijeni kullanırlar. Alkil benzen sülfonatların (ABS) 1945-65 yılları arasındaki geniş çevresel birikiminin nedeninin enzimlerin dallanmış zincirlere sterik engelleme nedeniyle çabuk etkiyememeleri olduğu konusunda araştırmacılar fikir birliği yapmışlardır. Bu yüzden biyodegradasyonu daha kolay olan lineer alkilbenzenesülfonatlar (LAS) kullanılmaya başlanmıştır (Baş, 1987).

1963'te LAS biyodegradasyonunun mekanizmasının beta oksidasyon olduğu söylenmiştir. LAS'ın birincil metabolitleri sülfonil karboksilik asitleri (SPCs) dir. İspanya'da yapılan bir çalışmada sürfaktan biyodegradasyon kinetiği ve onun biyointermediatesi modellenmiştir; yarılanma süreleri; LAS'ın birincil degradasyonu için 6.2 gün, biyointermediatesinin mineralizasyonu içinse 9.6 gün olarak

bulunmuştur (Perales *et al.*, 2002).

Deterjanların biyodegradasyonundan sorumlu olan faktörler: deterjan aktif madde sayısı, mevcut mikroorganizmaların adaptasyon dereceleri ve tabiatları, deterjan konsantrasyonu, pH, sıcaklık, etkilenme süresi, ortamın havalandırılması, ortamın bileşimi, mineral maddelerin seviyeleri ve organik maddelerdir. Deterjan kirliliği, sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Genellikle deniz suyundaki deterjan miktarının 0.1 g/m³'ten fazla olması hallerinde organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmektedir, bu etkiler birçok tür için letal doz değerleriyle işaret edilmektedir (Egemen, 2000).

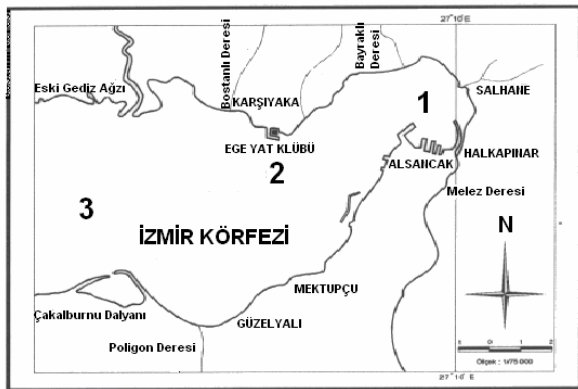
Moskova Üniversitesi'nde yapılan bir çalışma bazı deterjanların, *Crassostrea gigas*, *Mytilus galloprovincialis* gibi bivalvlerin filtrasyon aktivitesini inhibe ettiğini göstermiştir (Ostroumov, 2003).

Deterjanlar yapılarındaki fosfatlar nedeniyle ötrofikasyona neden olabilirler. Su kaynağında 0.1 mg L⁻¹ fosfor derişimi ötrofikasyon için su kalite ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Egemen, 2000).

Doğal su ortamlarındaki anyonik deterjan düzeyleri ile fosfat miktarlarının birlikte ve düzenli olarak izlenmesi sürdürülebilir ekosistem yönetimlerinde önemli konulardan biridir. Avrupa Çevre Ajansı 2001 raporunda doğal su ortamlarındaki ötrofikasyon olayının belirlenebilmesi için özellikle Akdeniz Havzası'nda bu olaya neden olabilecek etkenlerin düzenli ve sürekli olarak izlenmesi ve bu konuda bir veri tabanı oluşturulması tavsiye edilmektedir (European Environment Agency). Bu çalışmanın amacı veri tabanına ek olmasıdır. Ayrıca Büyük Kanal Projesi'nin körfez kirliliği üzerindeki etkileri ve çalışma verimliliğinin tespit edilmesi ve ileride bu konuyla ilgili alınacak tedbir ve önlemlere katkı sağlaması noktalarında değerlidir.

Çalışma için İzmir İç Körfezi'nde üç istasyon seçilmiştir (Şekil 1). Bunlar: Melez Deresi Ağızı, Karşıyaka Yat Kulübü Ağızı, İzmir Büyük Kanal Projesi Arıtma Tesisi Deşarj Kanalı Ağızı (Çiğli).

Bu istasyonlardan bir yıl boyunca aylık olarak Nansen şişesi yardımıyla yüzey suyu örnekleri alınmıştır. İstasyonların koordinatları sırasıyla: 38°27'17"N, 27°09'37" E; 38°26'86"N, 27°06'56"E; 38°25'47"N, 27°00' 05" E.



Şekil 1. Örnekleme istasyonları

Seçilen dört kaynak istasyondan ise kurak mevsimde (Ağustos 2005) ve yağışlı mevsimde (Aralık 2005) iki kez örnekleme yapılmıştır. Örnekler derelerin İç Körfez'e deşarj noktalarından alınmıştır. Bu kaynak istasyonlar Bayraklı Deresi İstasyonu, Manda Deresi İstasyonu, Melez Deresi İstasyonu ve Bostanlı Deresi İstasyonu'dur.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, ilk kez 1945'te Jones tarafından teklif edilen Metilen Mavisi Aktif Maddeler Yöntemi (MBAS) kullanılmıştır. Bu yöntem nispeten basit ve hassas olduğu için en sık kullanılan yöntemdir. Yöntemin esası, katyonik bir boya olan metilen mavisinin sülfat ve sülfonatlarla oluşturduğu, kloroformda kolay çözünen bir kompleksin fotometrik olarak ölçümü şeklindedir.

Ayrıca 500 ml örnek, GF/C filtre kağıdından süzöldükten sonra partiküldeki yüzey aktif madde miktarı ölçülerek mg L⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Fosfat tayini, Egemen ve Sunlu, 2003'e göre yapılmıştır.

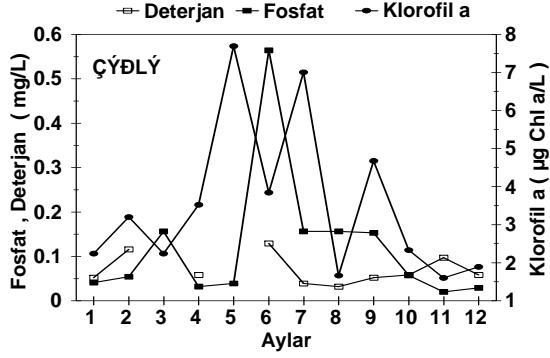
Klorofil a, Egemen ve Sunlu, 2003'e göre hesaplanmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

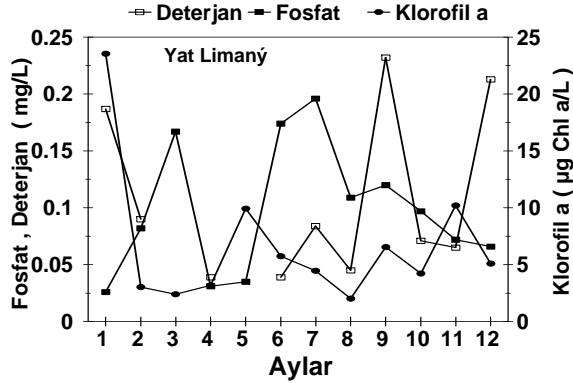
Çiğli Arıtma Tesisi Ağızı İstasyonu'nda, minimum anyonik deterjan düzeyi 0.032 mg L⁻¹ ile Ağustos ayında, maksimum değer ise 0.129 mg L⁻¹ ile Haziran ayında ölçölmüştür. Fosfatta minimum değer 0.02 mg L⁻¹ ile Kasım ayında, maksimum değer ise 0.564 mg L⁻¹ ile Haziran ayında ölçölmüştür. Ortalama anyonik deterjan değeri 0.069 mg L⁻¹, fosfat 0.121 mg L⁻¹, klorofil ise 3.49 µg chl a L⁻¹ olarak bulunmuştur. Şekil 2'de göröldüğü gibi bazı aylarda klorofil a düşüşleri fosfattaki yükselişleri (fitoplankton tarafından kullanılmadığı için) açıklamaktadır. Bu korelasyon her ay için görölmemektedir, çünkü diğer biyolojik ve fiziksel etkenler de bu parametreler üzerinde etkili olmaktadır. Deterjan konsantrasyonlarında zamana bağlı olarak çok büyük değişimler gözlenmemekte ve fosfat ile aralarında belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır. Bunun durum deterjan ve fosfatın farklı biyolojik süreçlerden etkilenmesi ve farklı kaynaklara sahip olmaları ile açıklanabilir. Nitekim fosfatın sediment kaynaklı olabileceği Büyükkışık ve Erbil, 1987 tarafından rapor edilmiştir.

Yat Limanı Ağızı İstasyonu'nda, minimum anyonik deterjan düzeyi 0.039 mg L⁻¹ ile Nisan ve Haziran aylarında, maksimum değer ise 0.232 mg L⁻¹ ile Eylül ayında ölçölmüştür. Fosfatta minimum değer 0.026 mg L⁻¹ ile Ocak ayında, maksimum değer ise 0.196 mg L⁻¹ ile Temmuz ayında ölçölmüştür. Ortalama anyonik deterjan değeri 0.107 mg L⁻¹, fosfat 0.098 mg L⁻¹, klorofil ise 6.7 µg chl a L⁻¹'dir. Şekil 3'de göröldüğü gibi bu istasyonda Haziran ayından Kasım ayına kadar fosfat ve deterjan arasında paralellik gözlenmektedir. Mart ve Nisan ayındaki klorofildeki küçük artış ile fosfattaki ani düşüşün körfez dışından gelen temiz suyla değişimden kaynaklanabileceği düşünölebilir. Zaman zaman klorofilin

ortamdaki artışı ile fosfat değerleri etkilenmekte, örneğin Eylül ayında artan deterjan konsantrasyonu ile birlikte fosfat belki daha çok artacakken klorofildeki artış nedeniyle daha az artmış olabilir. Ocak ayında fosfatın bağıl yüksek klorofil içeriği nedeniyle önemli ölçüde tükenmesi sonucu deterjanla fosfat arasında paralellik görülmemektedir. Eylül ayından itibaren düzgün olarak azalmaya başlayan fosfat konsantrasyonları, klorofildeki genel artış eğilimi ile açıklanabilir.



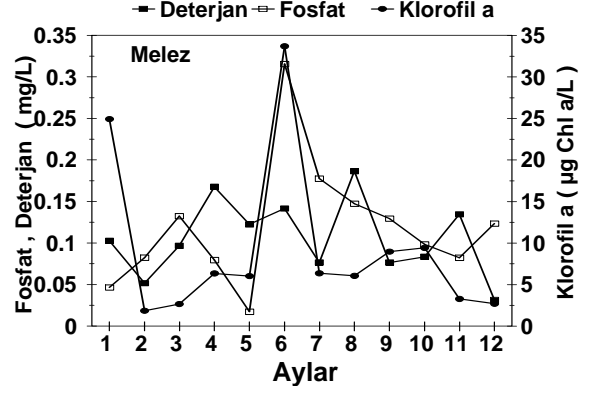
Şekil 2. Çiğli İstasyonu'nda deterjan, fosfat ve klorofilin aylara göre değişimi



Şekil 3. Yat Limanı İstasyonu'nda deterjan, fosfat ve klorofilin aylara göre değişimi.

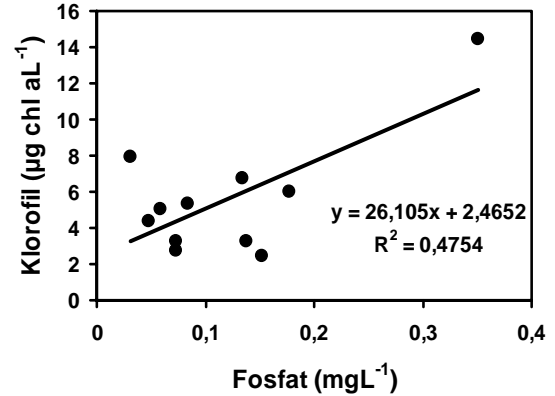
Melez Deresi Açığı İstasyonu'nda, minimum anyonik deterjan düzeyi 0.032 mg L^{-1} ile Aralık ayında, maksimum değer ise 0.187 mg L^{-1} ile Ağustos ayında ölçülmüştür. Fosfatta minimum değer 0.018 mg L^{-1} ile Mayıs ayında, maksimum değer ise 0.316 mg L^{-1} ile Haziran ayında ölçülmüştür. Ortalama anyonik deterjan değeri 0.106 mg L^{-1} , fosfat 0.12 mg L^{-1} , klorofil ise $9.42 \text{ µg chl a L}^{-1}$ 'dir. Şekil 4'te görüldüğü gibi fosfat ve klorofil arasındaki Ocak ayından ilkbahar sonlarına kadar gözlenen ters ilişki fosfatın fitoplankton tarafından kullanıldığını göstermekte; fakat ilkbahar sonlarından yaz sonlarına kadar gözlenen paralel değişimler karasal kaynaklardan önemli ölçüde fosfat girdisi olduğunu, ayrıca bu örnekleme periyotlarının fitoplanktonun ölüm fazına girdiği zamanlar olduğunu göstermektedir. Ağustos ayından kış aylarına kadar fosfat ve klorofil arasında

tekrar gözlenen (Mart ayında görüldüğü gibi) ters bağıntılar, fitoplanktonun aktif büyüme fazında olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Melez Deresi Açığı İstasyonu'nda deterjan, fosfat ve klorofilin aylara göre değişimi.

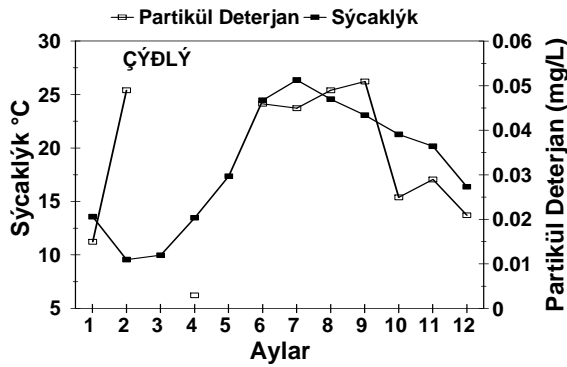
Üç istasyondan elde edilen değerlerin ortalama fosfat ve klorofil a konsantrasyonları arasındaki korelasyon Şekil 5'te görülebilir. R^2 , 0.4754 olarak bulunmuştur. Ancak bu grafiğe diğer değerlerle belirgin uyumsuzluğu nedeniyle Ocak ayı değerleri koyulmamıştır.



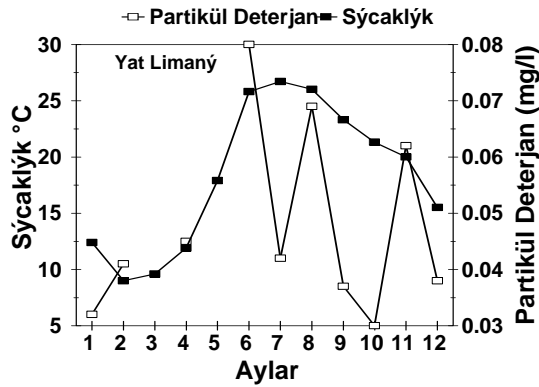
Şekil 5. Ortalama fosfat ve klorofil a konsantrasyonları dağılım grafiği.

Çiğli ve Yat Limanı İstasyonlarında sıcaklık ve partikül deterjan ilişkisinin paralellığı bu istasyonlarda bakteri popülasyonunun düşük oluşu ile açıklanabilir, bu iki istasyonda klorofil içeriği Melez'e göre daha düşük olduğu için, bakteri popülasyonunun da daha düşük olduğu düşünülebilir. Bu yüzden sıcaklık artışına rağmen deterjan da artmış olabilir. Melez İstasyonu'nda ise sıcaklık ve partikül madde arasında çoğunlukla ters ilişki gözlenmektedir.

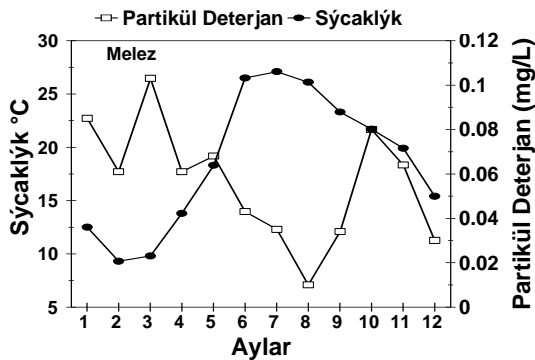
Üç istasyonda da anyonik deterjan ve fosfat düzeyleri arasında belirgin bir korelasyon görülmemektedir. Deterjan değerleri değişimi, fosfattaki değişimin %1,44'ünü açıklamaktadır. Bunun nedeninin fosfat ve deterjan üzerinde farklı biyolojik ve fiziksel etkilerin olması ve bu etkilerin zamana bağlı farklılıklarının olması olduğu düşünülebilir.



Şekil 6. Çiğli Arıtma Tesisi Açığı İstasyonu'nda aylara göre sıcaklık ve partikül deterjan değerleri değişimi.



Şekil 7. Yat Limanı Açığı İstasyonu'nda aylara göre sıcaklık ve partikül deterjan değerleri değişimi.



Şekil 8. Melez Deresi Açığı İstasyonu'nda aylara göre sıcaklık ve partikül deterjan değerleri değişimi.

Ortalama değerler birbirine oldukça yakındır. En düşük ortalama anyonik deterjan düzeyi Çiğli Arıtma Tesisi Açığı İstasyonu'nda ölçülmüştür. Üç istasyondan elde edilen değerlerin genel ortalaması anyonik deterjan için 0.095 mg L^{-1} , fosfat için ise 0.113 mg L^{-1} dir.

Avrupa Çevre Komisyonu'nun, yüzme suyu kalite kriterlerine göre metilen mavisi ile boyanan yüzey aktif madde konsantrasyonu 0.3 mg L^{-1} 'yi geçmemelidir (EEC).

Tablo 1. Yüzeysel sularındaki anyonik yüzey aktif madde limitleyici konsantrasyonları (Resmi Gazete,1988).

SINIF	MBAS (mg L^{-1})
I	0.5
II	1.0
III	1.5
IV	>1.5

Buna göre İzmir İç Körfezi bu çalışma dönemi ve üç çalışma istasyonu için metilen mavisi aktif maddeleri ortalama değeri açısından, Resmi Gazeteye göre I. Sınıf Sular kapsamına girmektedir ve Avrupa Çevre Komisyonu yüzme suyu kalite kriterine uymaktadır.

Kaynak istasyondan alınan örneklerden elde edilen MBAS (Methylene Blue Active Substances) değerleri ise Tablo 2'deki gibidir. Değerler Melez Deresi İstasyonu dışında kurak ve yağışlı mevsim ölçümlerinde birbirine oldukça yakındır. Melez Deresi İstasyonu'nda ise yağışlı mevsim değeri kurak mevsime göre oldukça yüksektir. Bu değerlere göre en yoğun MBAS deşarj kaynağı Melez Deresi'dir.

Tablo 2. Kaynak istasyonlarda toplam ve partikül anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonları.

İstasyonlar	05.08.05 Toplam	05.08.05 Partikül	27.12.05 Toplam	27.12.05 Partikül
Bayraklı D.	0.323	0.094	0.342	0.067
Manda D.	0.632	0.235	0.677	0.120
Melez D.	1.161	0.443	4.549	1.090
Bostanlı D.	0.361	0.172	0.168	0.037

Tablo 3. Melez Deresi'ne ait toplam ve partiküde anyonik yüzey aktif madde ortalama konsantrasyonlarının İzgören, 1992'nin sonuçlarıyla karşılaştırılması (İzgören, 1992).

	Toplam yüzey aktif madde mg L^{-1}	Partikül yüzey aktif madde mg L^{-1}
İzgören, 1992	3.331	2.304
Bu çalışma, 2005	2.855	0.767

Tablo 4. İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmalarda minimum, maksimum ve ortalama anyonik deterjan düzeylerinin karşılaştırılması (Altay, 1990).

	Minimum konsantrasyon (mg L^{-1})	Maksimum konsantrasyon (mg L^{-1})	Ortalama konsantrasyon (mg L^{-1})
Kasım 1982-Şubat 1984 (Yaramaz, 1984)	0.34	6.44	
Ocak 1989- Kasım 1989 (Altay, 1990)	0.032	0.25	0.13
Ocak 2003- Aralık 2003 (Bu çalışma)	0.032	0.232	0.095

1982-1984 yıllarında, Türkiye'de deterjan üretiminde yüzey aktif madde olarak biyolojik parçalanabilirliği çok zor olan ABS (Alkil benzen sülfonatlar) kullanılmaktaydı (Yaramaz 1984). LAB'ın kullanımına 1987 yılında başlanmıştır (Altay, 1990). Bu nedenle Yaramaz'ın 1984 yılındaki çalışması ile Altay'ın 1990 yılındaki çalışmasındaki değerler arasında çok belirgin farklar görülmektedir.

Altay'ın çalışmasındaki minimum ve maksimum değerler, bu çalışmada ölçülen değerlere çok yakındır. Ortalama değer ise bu çalışmada 0.035 mg L^{-1} kadar daha düşük

bulunmuştur. İki çalışma dönemi arasında nüfusun yoğun olarak arttığı on dört yıllık bir zaman dilimi olduğu düşünülecek olursa İç Körfezin yüzey aktif maddeler açısından iyiye gittiği düşünülebilir. Bunda Çiğli Atık Su Arıtma Tesisi'nin etkisi olduğunu düşünmek yerinde olur.

Sonuç ve Öneriler

Bu sonuçlardan İzmir Körfezi'nin anyonik deterjan düzeyleri konusunda iyiye gittiğini söyleyebiliriz. Bu iyileşmede Çiğli Atık Su Arıtma Tesisi'nin etkisinin olduğunu düşünmek yerinde olabilir. Bu iyileştirme etkisinin artırılabilmesi arıtım proseslerinin geliştirilmesine bağlıdır. Ayrıca diğer kaynaklardan (nehir girdileri, tarımsal aktiviteler) önemli miktarda deşarjın devam ettiği daima göz önünde tutulmalı ve bu konudaki tedbir ve çalışmalar (nehir ıslahı ve nehirlerle gelen atık suların arıtım sistemine bağlanması gibi) itina ile sürdürülmelidir.

Doğal su ortamlarındaki kirliliğin düzenli olarak izlenmesi ve bu çalışmalarla bir veri tabanı oluşturulması günümüz toplumlarında kaçınılmaz bir gerekliliktir. Yüzey aktif maddeler, tüm dünyada kirlilik izlemede önemli parametreler arasında kabul edilmektedir. Bu nedenle düzenli olarak izlenmeleri önemlidir. Bu çalışmada fosfat ve anyonik yüzey aktif maddeler arasında korelasyon bulunamamıştır. Daha sıklıkla örnekleme yapılarak bu konunun tekrar çalışılması oldukça yararlı olacaktır.

Kaynakça

- Altay, O., 1990, Research of Anionic Surface Active Substances Pollution in İzmir Bay, (In Turkish), Master Thessis, D.E.Ü. Marine Science and Technology Institute, Marine Sciences Department, 69p.
- Alzaga, R., A. Pena, L. Ortiz, and J.M. Bayona, 2003, Determination of Linear Alkylbenzenesulfonates in Aqueous Matrices by Ion-Pair Solid-Phase Microextraction-in-Port Derivatization-Gas Chromatography-Mass Spectrometry, Spain and Mexico, Journal of Chromatography A, 999 (2003) 51-60
- Baş, Z., 1987, Properties of Synthetic Detergent and Surface Active Substances and Their Effects to Environment, (In Turkish), Detergent Pollution Symposium.
- Büyüksık, H.B., Ö. Erbil, 1987, Researches of Nutrient Dynamics in İzmir Inner Bay, (In Turkish), Doğa TU Eng. and Env.. D.C. 11 (3): 379-395
- EEA, <http://reports.eea.eu.int>, 2001, Eutrophication in Europe's Coastal Waters
- EEC, http://europa.eu.int/comm/environment/index_en.htm, 2002, Bathing Water Quality Directive 76/160
- Egemen, Ö., 2000, Environment and Water Pollution, (In Turkish), Bornova, E.Ü. Faculty of Fisheries Journals, 42, İzmir, 120p.
- Egemen, Ö., U. Sunlu, 2003, Water Quality, (In Turkish), Bornova, E.Ü. Faculty of Fisheries Journals 14, İzmir, 148p.
- İzğören, S., 1992, Detergent Pollution in Melez Stream and Its Correlation with Nutrients, (In Turkish), Master Thessis, E.Ü. Faculty of Science, Biology Department 82p.
- Ostroumov, S.A., 2003, Studying Effects of Some Surfactants and Detergents on Filter-Feeding Bivalves, Russia, Kluwer Academic Publishers, Hydrobiologia 500:341-344
- Perales, J.A., M.A. Manzano, D. Sales, J.M. Quiroga, 2002, Biodisposition of Linear Alkylbenzene Sulphonates and Their Associated Sulphophenyl Carboxylic Acid Metabolites in Sea Water, Spain, International Biodeterioration and Biodegradation 51 (2003) 187-194
- Resmi Gazete, 1988, Legislation of Water Pollution Control, (In Turkish), Number 19919, September 4, 1988, Ankara
- Yaramaz, Ö., 1984, Research of Detergent and Bor Pollution Those Because of Domestic and Industrial Wastes in İzmir Bay, (In Turkish), İzmir, E.Ü. Hydrobiology and Water Products Research and Application Centre, PhD. Thessis.