

MANİSA ORGANİZE SANAYİ ARITIM TESİSİNİN, GEDİZ NEHRİNDE DETERJAN KİRLİLİĞİNE OLAN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Orkide MİNARECİ^{1*}, Meral ÖZTÜRK², Özdemir EGEMEN³, Ersin MİNARECİ¹

¹Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa

²Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü, Manisa

³Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Bornova/İzmir

Özet: Bu çalışmada, Haziran 2005 – Mayıs 2006 tarihleri arasında Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin Gediz Nehrine boşalttığı su örneklerinde anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, anyonik deterjan konsantrasyonları 0.217 – 0.577 mg/L arasında, fosfat konsantrasyonları 0.021 – 0.184 mg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde edilen değerler, yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve atık suyun anyonik deterjan yönünden birinci sınıf yani yüksek kaliteli su, fosfat yönünden de ikinci sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında olduğu saptanmıştır. Ayrıca elde edilen fosfor değerleri, sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterleri ile karşılaştırıldığında fosfor miktarı yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Anyonik deterjan, Fosfat, Gediz Nehri, Kirlilik

DETERMINATION OF THE EFFECTS MANISA ORGANIZED INDUSTRIAL REFINING FACILITY CAUSED THE DETERGENT POLLUTION IN GEDİZ RIVER

Abstract: In this study, anionic detergent and phosphate concentrations as regards Manisa Organized Industrial Refining Facility's discharged water samples to the Gediz River were determined between June 2005 – May 2006. According to the analysis results, the anionic detergent concentrations were found between 0.217 – 0.577 mg/L and phosphate concentrations between 0.021 – 0.184 mg P/L. The results were compared with anionic surfactant and total phosphorus limiting concentrations in surface water and it was found as first quality in respect of anionic detergent waste water and found as second quality which was less polluted in the point of phosphate. It was found phosphorus quantity high when the obtained phosphorus values were compared with discharged criters for unloading waste to water.

Keywords: Anionic detergent, Phosphate, Gediz River, Pollution.

*Sorumlu Yazar

orkide.minareci@bayar.edu.tr

1. GİRİŞ

Su kıtlığının yaşandığı günümüzde, evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilik olaylarının önemi daha da artmakta ve su kirliliği yaratan kirleticiler arasında deterjanlar da yer almaktadır.

Deterjan, genel temizleme işlerinde kullanılan ve içerisinde esas temizleyici olarak anyonik yüzey aktif maddeler ve temizleme işlemine yardımcı diğer maddeler bulunan toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı haldeki karışımlara denir. Genellikle evlerde temizleme işlerinde, deri, kağıt, tekstil, kozmetik ve lastik endüstrilerinde, fotoğrafçılıkta, çamaşırhanelerde, süt ve meşrubat fabrikalarında şişe yıkama işlerinde kullanılır [1].

Deterjanların boşaltıldıkları alıcı sulara etkileri, köpük oluşturma, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi, sudaki canlılar üzerine olumsuz etkileri, ötrofikasyon ve içme sularına etkileri şeklinde özetlenebilir. Deterjan aktif maddeleri alıcı sularda su özelliklerine bağlı olarak 0.5 mg/L'den yüksek derişimlerde köpük oluşturlar. Oluşan köpükler su yüzeyini kaplayarak havalandırmaya ve oksijen alışverişine engel olabilir. Deterjan aktif maddesi boşaltıldıkları alıcı sularda biyokimyasal reaksiyonlarla ayrışır ve bu ayrışma sırasında ortamdaki çözünmüş oksijeni kullanırlar, bu da ani oksijen eksikliğine neden olabilir. Deterjan kirliliği, sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Özellikle deniz suyundaki deterjan miktarının 0.1 g/m³'ten fazla olması durumunda organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmektedir. Bu toksik etki organizmalara oksijen taşınımını etkilediği şekilde açıklanarak birçok tür için değişik lethal doz değerleriyle belirtilmektedir. Deniz suyundaki deterjan derişimleri lethal dozun altında bulunsa bile birçok türün evrimindeki basamaklarda etkili olabilmektedir. Özellikle yumurta ve larvaların gelişmelerine etkileri

oldukça önemlidir. Deterjanlardan kaynaklanan fosfatın alıcı sulara başlıca etkisi ötrofikasyondur. Ötrofikasyon, su kaynaklarında azot ve fosfor gibi besleyici elementlerin zenginleşmesi sonucu ortamda alg ve çeşitli bitkilerin aşırı çoğalarak ekolojik dengenin bozulması olayıdır. Böyle bir ortamda oksijenin azalması, renk değişimi, bulanıklılık, dipte aşırı birikimler, canlı türü sayısında azalma, bozunma ve kokuşma gözlenmekte ve ortam giderek kullanılamaz hale gelmektedir [1].

Deterjanlar konusunda Dünya Sağlık Teşkilatı'nın önerdiği limitlere göre içme suyunda bulunabilecek anyonik deterjanlar 0,2 mg/L'yi geçmemelidir [2].

Deterjan ve fosfat kirliliğinin önlenmesi için biyolojik parçalanabilirliği fazla olan yüzey aktif maddeler kullanılmalıdır. Deterjanlarda suyun sertliğinin giderilmesi amacıyla kullanılan STP (sodyum tripoli fosfat) kullanımının engellenmesiyle, STP yerine kirlilik yaratmayacak başka maddeler kullanılması ve evsel atık suların fosfat yükünün azalması şeklinde, kimyasal ve biyolojik yöntemler uygulanarak fosfat uzaklaştırılması şeklinde önlemler alınabilir. Fosfor bileşiklerinin kimyasal olarak arıtılmasında alüminyum tuzları, demir tuzları veya kireç kullanılabilir. Bu işlemlerde fosfor, yüksek pH değerlerinde fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik arıtım da, deterjan ve dolayısıyla fosfatın mikroorganizmalar tarafından parçalanması şeklinde uygulanabilir. Birçok mikroorganizma türünün deterjanları kuvvetlice absorbladığı dikkate alınır, deterjanların bulunan değerleri azaltılabilecektir. Böylece hem deterjan miktarları kaynağında kontrol edilerek, alıcı sularda canlılar için toksik etkiler azalacak, hem de deterjan kaynaklı fosfatlar da biyolojik arıtım tesislerinde önemli ölçüde tutulabilecektir. Diğer bir yöntem de, kimyasal arıtmanın biyolojik arıtma ile birlikte kullanılmasıdır. İleri fosfor arıtımı

için alglerin yoğun olarak üretilerek hasat edildiği sığ alg lagünleri de kullanılabilir. Hasat edilen algler, hayvan yemi veya biyogaz üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilir.

Gediz Nehir sisteminde anyonik yüzey aktif madde ve nutrient kirliliğinin incelendiği bir araştırmada [3], deterjan konsantrasyonlarının bazı istasyonlarda su kalite kriterlerinin üstünde olduğu ve bu konsantrasyonların su bitkileri ve balıklar için toksik etki sınırlarına ulaştığı belirtilmiştir. Ayrıca Gediz Nehri'nin bir yılda İzmir Körfezi'ne getirdiği nutrient yüklemesi hesaplanmış ve fosfat için 52.2 ton/yıl olarak bulunmuştur.

Yine Gediz Nehrinde deterjan kirliliğinin araştırıldığı başka bir çalışma [4] sonucunda da, genel olarak evsel atık yükü fazla olan ve yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı belirtilmiştir.

Gediz nehrinde yapılan diğer bir çalışmada da [5], nehir suyunun fosfor içerikleri analiz edilmiş ve en yüksek fosfor içeriği, istasyonlar göz önüne alındığında, genelde Karaçay'ın Gediz'e karıştığı noktada bulunmuştur. Özellikle Karaçay ve Gediz birleşim noktasında yoğunlaşan fosfor kirlenmesinin tarımsal işlevlerden çok endüstriden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin Gediz Nehrine boşalttığı su örneklerinde, kirlilik parametresi olarak ağır metallerin araştırıldığı bir başka çalışmada da [6], elde edilen değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen, Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri ile karşılaştırılmış, atık sudaki bakır, çinko ve kurşun ağır metallerinin kriter değerlere göre yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Özellikle endüstrileşmenin yoğun olduğu yerleşim yerlerinden biri olan Manisa ilinde bulunan tatlı su rezervleri de kirlilik

olaylarından üst düzeyde etkilenmektedir. Fabrika ve şehir atıklarının Gediz Nehri sularına karışması ve birikimi sonucu nehirde canlılık yok olmakta ve bu olaylar nehrin kirlilik düzeyinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, Gediz Nehri'ne deşarj yapan Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin nehre boşalttığı su örneklerinde anyonik deterjan konsantrasyonlarını ve evsel atık sularda bulunan fosfor miktarının %50'si evsel ve endüstriyel orijinli atıklardan kaynaklandığı için, fosfat miktarını belirlemek, ayrıca nehirdeki kirliliğin oluşum kaynaklarını saptayarak, gerekli önlemlerin alınması yönünde çözümler ortaya koymak amaçlanmıştır.

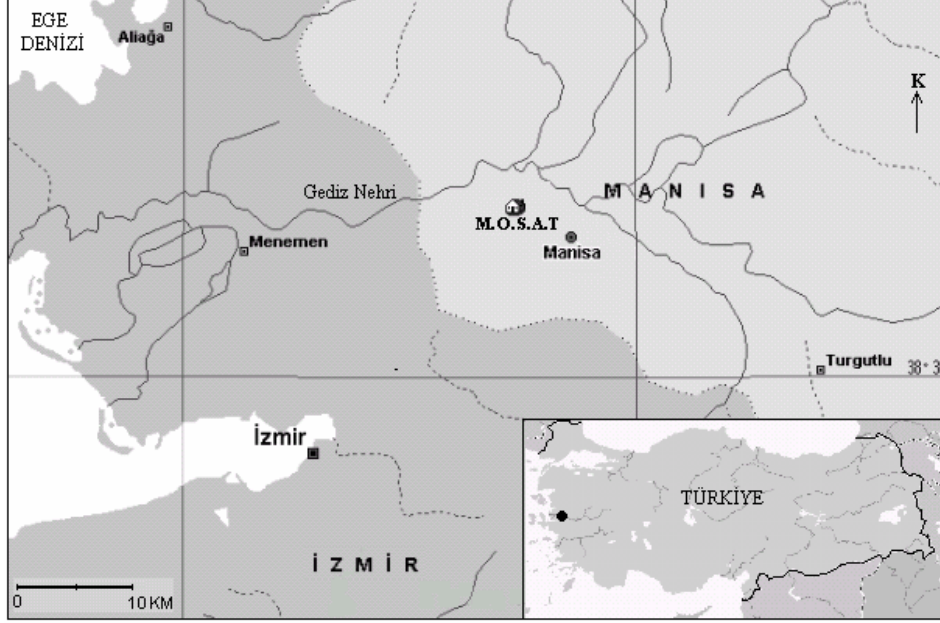
2. MATERYAL VE METOT

2.1 Araştırma Bölgesinin Özellikleri:

Bu çalışmada su örneklerinin alındığı Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin (M.O.S.A.T), Manisa'nın tek endüstriyel atık su arıtma tesisidir. Manisa Organize Sanayi Bölgesinde 15000 m³/gün kapasiteli merkezi atık su arıtma tesisinde arıtılan atık sular Karaçay aracılığıyla Gediz'e ulaşmaktadır [2].

Kütahya'nın Gediz ilçesinin 26 km doğusundaki Murat Dağı'nın yamaçlarından doğan Gediz Nehri, Salihli, Manisa ve Menemen ovalarını geçtikten sonra, Foça'nın güneyinde, Çamaltı Tuzlası yakınlarında Ege denizine dökülmektedir. Doğduğu bölgeden döküldüğü yere kadar Gediz Nehri yakınlarında, Manisa il merkezi ile Foça, Menemen, Kemalpaşa, Turgutlu, Salihli, Demirci, Alaşehir ve Gediz ilçe merkezleri olmak üzere birçok yerleşim yeri vardır. Doğduğu noktada içilebilecek kadar temiz olan nehrin suları gün geçtikçe, insanların her türlü aktiviteleri sonucu oluşan atıklarla kirlenmektedir [7].

Araştırma ortamının Gediz Havzasındaki konumu Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırma ortamının konumu

2.2. Materyal: Bu araştırmada, Gediz Nehrine deşarj yapan Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisi'nin nehre boşalttığı su örnekleri araştırma materyali olarak seçilmiştir. Örneklemeler aylık periyotlar halinde yapılp, her defasında üçer örnek alınarak çalışılmıştır.

2.3. Metot: Alınan örnekler soğutucuda saklanarak zaman kaybedilmeden fakültemiz laboratuvarına getirilmiş ve bakterilerin etkisinden korumak için su örneklerine $CuSO_4$ kristali ilave edilmiştir. Anyonik deterjan miktarının belirlenmesi, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuzun kloroformda çözülmesiyle spektrofotometrik olarak ölçümüne dayanır [8].

Anyonik deterjan tayini için düzenekler hazırlandıktan sonra, kullanılan reaktifler hazırlanmıştır. Öncelikle izoelektrik

noktalarının altında bulunan proteinlerin ve diğer organik bileşiklerin girişimlerini önlemek için tampon çözelti hazırlanır. 1 g. Na_2HPO_4 200 ml kadar saf suda çözülür ve pH 10 olana kadar NH_4OH ilave edilir. Saf su ile litreye tamamlanarak tampon çözelti hazırlanmış olur. 0.35 gr metilen mavisini 1 lt saf suda çözülerek nötr metilen mavisini çözeltisi hazırlanır. 0.35 gr metilen mavisini 500 ml saf suda çözülür. Üzerine 6.5 ml pur H_2SO_4 ilave edilir ve saf su ile litreye tamamlanarak asidik metilen mavisini çözeltisi hazırlanmış olur. H_2S 'nin yapacağı girişimleri önlemek için % 20'lik hidrojen peroksit hazırlanır. Pur olarak kloroform kullanılır.

İşlem: 250 ml'lik ayırma hunisine 100 ml analizlenecek örnekten koyulduktan sonra, üzerine 10 ml tampon çözelti, 2 ml H_2O_2 , 5 ml nötr metilen mavisini ve 20 ml kloroform ilave edilerek 5 dakika çalkalanır. Faz ayrılması için 5 dakika beklenir. Altta toplanan faz, içerisinde 110 ml saf su, 5 ml asidik metilen

mavisinin bulunduğu diğer bir ayırma hunisine alınır. İlk ayırma hunisine 20 ml kloroform daha eklenip iyice çalkalanır. Faz ayrılması için 5 dakika beklenir ve altta toplanan faz yine ikinci ayırma hunisine alınır ve iyice çalkalandıktan sonra altta toplanan faz içerisinde kloroform ile ıslatılmış cam pamuğu bulunan cam huniden süzülerek 50 ml'lik balon jojeye alınır. Kloroform ile 50 ml'ye tamamlanarak ölçüm için örnekler hazırlanmış olur.

Örneklerin absorbansları Jasco UV-VIS 530 model spektrofotometre ile 652 nm'de okunmuştur.

Fosfat miktarının belirlenmesi, fosforun asidik ortamda askorbik asit, amonyum molibdat ve potasyum antimon tartaratla reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asitin spektrofotometrede ölçülmesine dayanır [9, 10].

Öncelikle kullanılan reaktifler hazırlanmıştır. 15 gramı 500 ml saf suda çözülerek amonyum molibdat çözeltisi hazırlanır. 140 ml pur H₂SO₄ 900 ml saf suda çözülerek sülfirik asit çözeltisi hazırlanır. 27 gramı 500 ml saf suda çözülerek askorbik asit çözeltisi hazırlanır. 0.34 gramı 250 ml saf suda çözülerek potasyum antimon tartarat çözeltisi hazırlanır. 0.816 gr KH₂PO₄ bir miktar saf suda çözülüp, saf su ile litreye tamamlanarak, 1 ml pur kloroform ilavesiyle standart fosfat çözeltisi (stok çözelti) hazırlanır. Bu stok çözeltiden balon jojeye 1 ml alınıp, 100 ml'ye saf su ile tamamlanır. Bundan 2 ml alınıp saf su ile 50 ml'ye tamamlanır ve konsantrasyon 2,4 µg P/L elde edilmiş olur.

Önceden hazırladığımız çözeltilerden, 10 ml amonyum molibdat çözeltisi, 25 ml sülfirik asit çözeltisi, 10 ml askorbik asit çözeltisi, 5 ml potasyum antimon tartarat çözeltisi karıştırılarak 10 örnek için reaktif karışımı hazırlanır.

İşlem: Standart çözeltilerden, kör örnekten ve analizlenecek örneklerden 50 ml alınır, üzerlerine 5 ml reaktif karışımı ilave edilip iyice karıştırılır, mavi renkli çözeltinin oluşması için 10 dakika beklenir. Daha sonra 700 nm.'de spektrofotometre ile absorbansları saptanır.

Faktör bulunup, ortamdaki fosfat miktarı aşağıdaki formüle göre bulunur.

E_s (Standart çözeltinin absorbansı) = 0.0186

E_b (Kör örneğin absorbansı) = 0.0076

$$F = \frac{2.4}{E_s - E_b}$$

$$F = 218.18$$

Örneğin absorbansı x F = µg P/L

İstatistiksel analizlerin yapılmasında Graphpad Prism For Windows Paket istatistik programı kullanılmış, deterjan ve fosfat miktarlarının aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla "One-way ANOVA" testi uygulanmıştır.

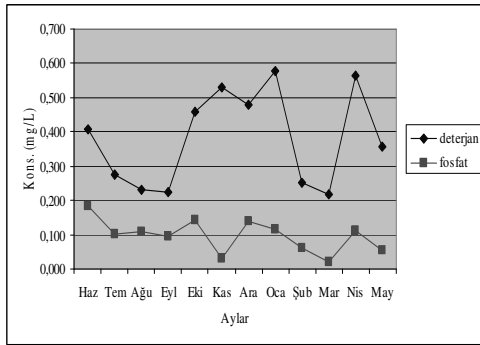
3. BULGULAR

Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisi'nin Gediz Nehri'ne boşalttığı atık sudan aylık periyotlar halinde örnek alınarak sürdürülen bu çalışmada, anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları belirlenerek, aylara göre değişimleri araştırılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre; anyonik deterjan en düşük mart ayında 0.217 mg/L, en yüksek ocak ayında 0.577 mg/L; fosfat en düşük mart ayında 0.021 mg P/L, en yüksek haziran ayında 0.184 mg P/L bulunmuştur. Analiz sonucunda elde edilen bulgular çizelge 1 ve şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Su örneklerindeki anyonik deterjan ve fosfat miktarlarının aylık değişimleri (n:örnekleme sayısı).

Aylar	n	Anyonik	Fosfat
Hazira	3	0.409 ± 0.199	0.184 ±
Temm	3	0.276 ± 0.096	0.101 ±
Ağusto	3	0.229 ± 0.102	0.109 ±
Eylül	3	0.223 ± 0.098	0.096 ±
Ekim	3	0.459 ± 0.097	0.143 ±
Kasım	3	0.53 ± 0.202	0.031 ±
Aralık	3	0.48 ± 0.198	0.139±
Ocak	3	0.577 ± 0.298	0.115 ±
Şubat	3	0.251 ± 0.105	0.63 ±
Mart	3	0.217 ± 0.103	0.021±
Nisan	3	0.564 ± 0.298	0.112 ±
Mayıs	3	0.356 ± 0.197	0.53 ± 0.26



Şekil 2. Su örneklerindeki anyonik deterjan ve fosfat miktarlarının aylık değişim grafiği.

Deterjan ve fosfat konsantrasyonlarının aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla yapılan “One-way ANOVA” testi sonucunda, hem deterjan hem de fosfat miktarlarının aylar arasındaki farklılığı önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 2).

Bu sonuca göre aylar arasındaki konsantrasyon farkları istatistiksel açıdan önemsizdir. Bu farklılıkların, atık suyun sanayi arıtım tesisine gelmeden önce işlem gördüğü “fabrikalara ait ön arıtım tesislerinin” bazı zamanlar kapalı devre olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table analyzed One-way analysis of variance	detergent	phosphate
P value	0,1211	0,1050
P value summary	ns	ns
Are means signif. different?	No	No
Number of groups (months)	12	12
F	1,753	1,827
R squared	0,4455	0,4558

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Su örneklerinden elde edilen ortalama değerler, 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede [11] belirtilen yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları (Çizelge 3) ile karşılaştırıldığında Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinden alınan su anyonik yüzey aktif madde yönünden I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında, fosfat yönünden ise II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında bulunmuştur.

Çizelge 3. Yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları.

Yüzeysel suyun sınıfı	Anyonik yüzey aktif madde (mg/L)	Toplam fosfor (mg/L)
I. sınıf (yüksek kaliteli)	0.5	0.02
II. sınıf (az kirlenmiş)	1.0	0.16
III. sınıf (kirlenmiş)	1.5	0.65
IV. sınıf (çok kirlenmiş)	>1.5	>0.65

Ayrıca Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde [12] belirtilen, sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterlerinde toplam fosforun üst sınır değeri 0.02 mg/L'dir. Elde edilen fosfor değerleri bu üst sınır değerinden yüksektir. Evsel ve endüstriyel atık sulara fosfor deşarjının azaltılması, özellikle fosfatsız deterjanların kullanılması, atık sular için kimyasal çöktürme veya biyolojik arıtım yöntemleriyle fosfat uzaklaştırılması şeklinde önlemler alınmalıdır. Deterjanlarda suyun sertliğini gidermek amacıyla kullanılan STP (sodyum tripoli fosfat) kullanımının engellenmesiyle, evsel atık suların fosfat yükünün % 20 – 25 oranında azalabileceği saptanmıştır.

Avrupa Birliğinde uygulanan su kalitesi kriterlerinde, metilen mavisi aktif maddelerin tavsiye edilen değeri $\leq 0,3$ mg/L olarak kabul edilmiştir. Buna göre çalışmamız sonunda elde ettiğimiz ortalama değer (0,381 mg/L) sınır seviyededir.

Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisinde de benzer bir çalışma yapılmış olup, anyonik deterjan ortalama miktarı 3.60 mg/L, fosfat miktarı da 0.175 mg P/L olarak bulunmuştur [4]. Bu değerlerle karşılaştırdığımızda Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinden alınan suda bulunan anyonik deterjan ve fosfat ortalama

değerlerinin (0.381 mg/L, 0.097 mg P/L) düşük olduğu görülmüştür. Bu durum evsel atık suda bulunan deterjan yükünün, sanayi bölgesinden gelen atık suda bulunan deterjan yükünden fazla olması şeklinde açıklanabilir.

Ayrıca Gediz Nehrinde anyonik deterjan kirliliğinin araştırıldığı çalışmada [4] belirlenen istasyonlarla karşılaştırıldığında Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin, Gediz Nehrinin anyonik deterjan kirliliğine çok etkisinin olmadığı, genel olarak evsel atık yükü fazla olan, yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür.

Sonuç olarak sanayi ve evsel atık su arıtım tesislerinin sayısının artması, kapasitelerinin artırılması ve düzenli çalışması durumunda Gediz Nehri'ndeki her türlü toksik madde konsantrasyonu daha düşük düzeylere çekilebilir.

Kaynaklar

- [1] Egemen, Ö., Çevre ve Su Kirliliği (3. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:42, Bornova – İzmir, 106 -116, (2000).
- [2] Anonim, Çevre Yönetimi - Su Kirliliği. Manisa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Manisa, (2007).
- [3] Tuğrul, G., Gediz Nehir sisteminde anyonik deterjan kirliliğinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir, 9-43, (1992).
- [4] Minareci, O., Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 40-76, (2007).
- [5] Okur, B., Hakerlerler, H., Anaç, D., Anaç, S., Dorsan, F., Yağmur, B., Gediz nehrindeki kimi su kirlilik ögesi parametrelerin aylık ve mevsimsel olarak değişimi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu. Proje No:93-ZRF-043, Bornova- İzmir, (1997)
- [6] Uzunoglu, O., Öztürk, M., Manisa il sınırlarından geçen Gediz nehrine deşarj yapan sanayi arıtım tesisinin ağır metal

- kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Su Ürünleri Sempozyumu. Su Ürünleri Yetiştiricilik-Hastalıklar, Avlama-İşleme ve Temel Bilimler Bildiri ve Posterler Kitabı, 410-420, Sinop, (2000).
- [7] Anonim, Manisa İlinin Çevre Sorunları. Manisa Sağlık Müdürlüğü 2003 Yılı İstatistik Yıllığı, Manisa, (2003).
- [8] APHA, AWWA, WPCF, Standart methods for the examination of water and wastewater, 17th ed. (1995).
- [9] Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., A practical handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada. Bull. 167. Ottawa, 310 p. (1972).
- [10] Parsons, T.R., Matia, Y., Lalli, C.M., A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Pres. New York. 173 p. (1984).
- [11] Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 04.09.1988. Sayı: 19919, (1988).
- [12] Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 31.12.2004. Sayı: 25687, (2004).

Geliş Tarihi: 30/10/2007

Kabul Tarihi: 10/01/2008