



**MANİSA BELEDİYESİ EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SULARININ,  
GEDİZ NEHRİNE OLAN ETKİLERİNİN, ANYONİK DETERJAN VE FOSFAT  
PARAMETRELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Orkide MİNARECİ\* , Meral ÖZTÜRK\*\* , Özdemir EGEMEN\*\*\* , Ersin  
MİNARECİ\***

\* Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 45140, Manisa

\*\* Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü, Manisa

\*\*\* Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 35100, İzmir

orkideminareci@hotmail.com, orkide.minareci@bayar.edu.tr

*Alınış: 20 Kasım 2007, Kabul: 09 Mayıs 2008*

**Özet:** Manisa ilinde endüstrinin hızla gelişmesi ve nüfus yoğunluğunun artmasıyla çeşitli kaynaklardan gelen atıksular Gediz Nehrine ve dolayısıyla Ege Denizine ulaşmakta, ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıksularla sucul ortama gelen kirleticiler arasında yer alan deterjanlar, sulardaki biyolojik aktiviteyi ve organizmalara oksijen taşınımını etkilemesi açısından önemlidir. Bu çalışmada amaç, Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin çıkış suyundaki anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonlarının Gediz Nehrine olan etkilerinin belirlenmesidir. Analiz sonuçlarına göre, anyonik deterjan konsantrasyonları 1.85 – 5.592 mg/L arasında, fosfat konsantrasyonları 0.084 – 0.248 mg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde edilen değerler, ülkemiz Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen, yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor sınır değerleriyle karşılaştırılmış, atıksuyun anyonik deterjan yönünden IV. sınıf yani çok kirlenmiş su, fosfat yönünden de III. sınıf yani kirlenmiş su sınıfında olduğu saptanmıştır. Ayrıca elde edilen fosfor değerleri, yüzeysel sulara boşaltılacak atıksular için deşarj kriterleri ile karşılaştırıldığında fosfor miktarı yüksek bulunmuştur.

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

**THE ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF DISCHARGED WATER OF  
MANİSA MUNICIPALITY WASTEWATER TREATMENT PLANT ON GEDİZ  
RIVER IN TERMS OF ANIONIC DETERGENT AND PHOSPHATE  
PARAMETERS**

**Abstract:** Wastewater from different sources reaches Gediz River and so Aegean Sea, due to the improvement in industry and rising of population density in Manisa and this cause corruption of ecological balance. Detergents that are among pollutants which come aquatic environment with industrial and domestic wastes are important in terms of effecting biological activity and moving oxygen to organisms. The aim of this study is to identify the effect of phosphate, anionic detergent concentration of discharged water of Manisa Municipality Wastewater Treatment Plant to Gediz river. According to the analysis results, the anionic detergent concentrations were found between 1.85 – 5.592 mg/L and phosphate concentrations between 0.084 – 0.248 mg P/L. The values gathered have been compared with the values anionic surfactant and total phosphorus limit values cited in Turkish Environmental Legislation, Water Pollution Control Regulation and the wastewater is IV. class, namely it is very polluted in terms of anionic detergent and it is

III. class, namely in the class of polluted water in terms of phosphate. Besides, the values of phosphate which have been gathered are appeared high when compared to discharge criterias for wastewater which would be poured out of surface waters.

**Key words:** Anionic detergent, Phosphate, Gediz River, Pollution

## GİRİŞ

Çevre kirliliğinin önem kazandığı günümüzde, evsel ve endüstriyel atıksulardan kaynaklanan kirlilik olayları çok önem taşımakta ve sucul ortama gelen kirleticiler arasında deterjanlar da yer almaktadır.

Deterjanlar, genellikle evlerde temizleme işlerinde, deri, kağıt, tekstil, kozmetik ve lastik endüstrilerinde, fotoğrafçılıkta, çamaşırhanelerde, süt ve meşrubat fabrikalarında şişe yıkama işlerinde kullanılır. 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 oluştururlar. 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 mg/L'den fazla olması durumunda organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmektedir. Bu toksik etki organizmalara oksijen taşınımını etkilediği şeklinde 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 (EGEMEN 2000). Deterjanlar konusunda Dünya Sağlık Teşkilatı'nın önerdiği limitlere göre içme suyunda bulunabilecek anyonik deterjanlar 0.2 mg/L'yi geçmemelidir (ANONİM 2007).

Gediz Nehir sisteminde anyonik yüzey aktif madde ve nutrient kirliliğinin incelendiği bir araştırmada, 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 (TUĞRUL 1992). Gediz Nehrinde deterjan kirliliğinin araştırıldığı başka bir çalışma sonucunda, genel olarak evsel atık yükü fazla olan ve yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı belirtilmiştir (MİNARECİ 2007). Yine Gediz nehrinde yapılan diğer bir çalışmada da, nehir suyunun fosfor içerikleri

analiz edilmiş ve en yüksek fosfor içeriği, istasyonlar gözönüne alındığında, genelde Karaçay'ın Gediz'e karıştığı noktada bulunmuştur. Özellikle Karaçay ve Gediz birleşim noktasında yoğunlaşan fosfor kirlenmesinin tarımsal işlevlerden çok endüstriden kaynaklandığı belirtilmiştir (OKUR vd. 1997)

Manisa Organize Sanayi Arıtma Tesisinde yapılan çalışmada, tesisin Gediz Nehrine boşalttığı 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 (MİNARECİ vd. 2008).

Yurtdışında da benzer çalışmalar yapılmış ve kirlilik kaynaklarının genellikle evsel ve endüstriyel atıklarla, tarımsal aktivitelerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

GAGNON (1983) tarafından yapılan çalışmada, anyonik yüzey aktif maddelerin kıyı sularına, nehrin denize deşarjıyla ulaştığı düşünülerek, Kanada'da Halifax Harbour Nehrinin denize döküldüğü yerde anyonik yüzey aktif maddeler saptanmış ve kirliliği bölgelerde konsantrasyon 1–200 µg/L arasındaki değerlerde bulunmuştur. Halifax Harbour'da yüzey aktif maddelerin yüksek oranda bulunması deşarj kaynaklarının çokluğuyla ilişkilendirilmiştir.

Vietnam'da Hanoi şehrinin atıklarıyla kirlenilen Nhue Nehri'nde yapılan deneysel araştırmalar ve modelleme çalışmaları sonucu elde edilen su kalitesi parametre değerleri içinde, total fosfat 3.5 mg P/L olarak bulunmuş, özellikle çözünmüş oksijen düzeyinin 1 mg/L'den az olduğu saptanmıştır. Nhue Nehri'ne çok fazla miktarda arıtılmadan atılan atıksuyun su kalitesini etkilediği, aynı zamanda çözünmüş oksijen miktarının azalmasında önemli olduğu belirtilmiştir (DUC vd. 2006).

Japonya'daki Fuji Nehri havzasında yapılan, yüzey suyu kalitesinin değerlendirildiği çalışmada, az kirliliği, orta derecede kirliliği ve çok kirliliği bölgeler belirlenmiştir. Kirlilik kaynakları olarak evsel ve endüstriyel atıklar ve tarımsal işlemler gösterilmiştir. Ölçülen parametreler içinde bulunan fosfor değerleri 0.01 – 0.13 mg/L arasında değişmektedir (SHRESTHA & KAZAMA 2007).

Çin'deki Yangtze Nehri'nin yüzey suyu kalite parametreleri, endüstriye dayalı ve tarıma dayalı bölgelerde ayrı ayrı incelenmiş ve her iki bölgede de, çözünmüş fosfat, organik fosfat ve toplam fosfat değerleri yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin belediye atık suları olduğu kabul edilmiştir. Belediye atık suyunun arıtımında, deşarjdan önce azot ve fosfor miktarının düşürülmesi ve tarımda azot ve fosfor miktarı bakımından daha uygun gübrelerin kullanımı gibi önlemler alınabileceği, o bölgede yaşayan insanların çevresel kirliliğin sebep ve sonuçlarının farkına vararak çevreyi korumalarının gerekliliği önemle belirtilmiştir (ZHANG vd. 2007).

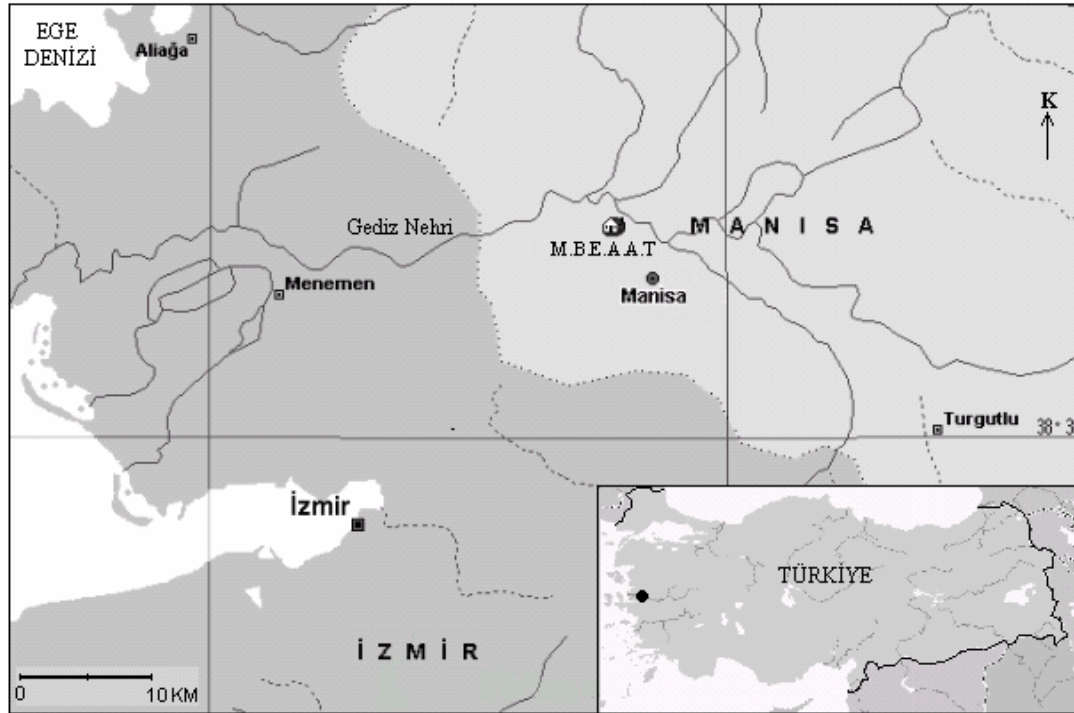
Nüfusun ve endüstrinin hızla arttığı Manisa ilinde tatlı su rezervleri kirlilik olaylarından üst düzeyde etkilenmektedir. Fabrika ve şehir atıksularının Gediz Nehri sularına karışması ve birikimi sonucu nehirde canlılık yok olmakta ve bu olaylar nehrin kirlilik düzeyinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada da, Gediz Nehri'ne deşarj yapan Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi'nin nehre boşalttığı su

örneklerinde anyonik deterjan konsantrasyonlarını ve evsel atıksularda bulunan fosfor miktarının %50'si evsel ve endüstriyel orijinli atıklardan, evlerde kullanılan deterjan yapısındaki fosfattan ileri geldiği için, fosfat miktarını belirlemek, ayrıca nehirdaki kirliliğin oluşum kaynaklarını saptayarak, gerekli önlemlerin alınması yönünde çözümler ortaya koymak amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

**Araştırma Alanı:** Bu çalışmada su örneklerinin alındığı Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi (M.B.E.A.A.T), Manisa'nın tek evsel atıksu arıtma tesisidir. Arıtma kapasitesi 31000 m<sup>3</sup>/gün, elde edilen çamur miktarı 15 ton/gün'dür. Tüm evsel atıksu arıtılarak Gediz Nehrine bırakılmaktadır (ANONİM 1998).

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 ve doğduğu noktada içilebilecek kadar temiz olan nehrin suları gün geçtikçe, insanların her türlü aktiviteleri sonucu oluşan atıklarla kirlenmektedir (ANONİM 2003). Araştırma ortamının Gediz Havzasındaki konumu Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Araştırma alanının konumu

**Materyal:** Araştırmada, Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi'nin nehre boşalttığı su örnekleri araştırma materyali olarak seçilmiştir. Örneklemeler, Haziran

2005 – Mayıs 2006 tarihleri arasında, tesisin çıkış suyu havuzlarından ve atıksuyun arıtıldıktan sonra tesisten çıktığı noktalardan, aylık periyotlar halinde yapılmış, her ay toplam üç örnekleme ve her bir örneklemede ikişer örnek alınarak çalışılmıştır.

**Metot:** Alınan su örneklerini bakterilerin etkisinden korumak için örneklere  $\text{CuSO}_4$  kristali ilave edilmiştir. Anyonik deterjan miktarının belirlenmesi, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuzun kloroformda çözülmesiyle spektrofotometrik olarak ölçümü metoduna göre yapılmıştır (APHA, AWWA, WPCF 1995).

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.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  200 ml kadar saf suda çözülür ve pH 10 olana kadar  $\text{NH}_4\text{OH}$  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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilave edilir ve saf su ile litreye tamamlanarak asidik metilen mavisini çözeltisi hazırlanmış olur.  $\text{H}_2\text{S}$ '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  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 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 jöjeye alınır. Kloroform ile 50 ml'ye tamamlanarak ölçüm için örnekler hazırlanmış olur. Örneklerin absorbanları Jasco UV-VIS 530 model spektrofotometre ile 652 nm'de okunmuştur.

Fosfat miktarının belirlenmesi, fosforun asidik ortamda askorbik asit, amonyum molibdat ve potasyum antimuan tartaratla reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asitin spektrofotometrede ölçümüne dayanan standart spektrofotometrik metoda göre yapılmıştır (STRICKLAND & PARSONS 1972, PARSONS vd. 1984).

Öncelikle kullanılan reaktifler hazırlanmıştır. 15 gramı 500 ml saf suda çözülerek amonyum molibdat çözeltisi hazırlanır. 140 ml pur  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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 antimuan tartarat çözeltisi hazırlanır. 0.816 gr  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  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 jöjeye 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  $\mu\text{g P/L}$  elde edilmiş olur.

Önceden hazırladığımız çözeltilerden, 10 ml amonyum molibdat çözeltisi, 25 ml sülfirik asit çözeltisi, 10 ml askorbik asit çözeltisi, 5 ml potasyum antimuan 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 absorbanları saptanır.

Faktör bulunup, ortamdaki fosfat miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$E_s = \text{Standart çözeltinin absorbanı} = 0.0186$$

$$E_b = \text{Kör örneğin absorbanı} = 0.0076$$

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

$$F = 218.18$$

$$\text{Örneğin absorbanı} \times F = \dots\dots\dots \mu\text{g P/L}$$

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.

## BULGULAR

Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi’nin Gediz Nehri’ne boşalttığı atıksudan 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 Aralık ayında 1.85 mg/L, en yüksek Mayıs ayında 5.592 mg/L; fosfat en düşük Mayıs ayında 0.083 mg P/L, en yüksek Ekim ayında 0.248 mg P/L bulunmuştur. Analiz sonucunda elde edilen bulgular Tablo 1’de açıklanmıştır.

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

Aylar	n	Anyonik deterjan (mg/L)		Fosfat (mg P/L)	
		Ort.± St. Sap		Ort.± St. Sap	
<b>Haziran (2005)</b>	3	2.864 ± 1.12		0.208 ± 0.126	
<b>Temmuz(2005)</b>	3	2.157 ± 1.02		0.183 ± 0.093	
<b>Ağustos (2005)</b>	3	2.681 ± 1.13		0.187 ± 0.092	
<b>Eylül (2005)</b>	3	4.494 ± 1.43		0.239 ± 0.121	
<b>Ekim (2005)</b>	3	4.730 ± 1.83		<b>0.248 ± 0.121</b>	
<b>Kasım (2005)</b>	3	3.403 ± 1.38		0.229 ± 0.126	
<b>Aralık (2005)</b>	<b>3</b>	<b>1.850 ± 0.87</b>		0.199 ± 0.139	
<b>Ocak (2006)</b>	3	4.005 ± 1.37		0.167 ± 0.053	
<b>Şubat (2006)</b>	3	3.096 ± 1.01		0.114 ± 0.05	
<b>Mart (2006)</b>	3	3.803 ± 1.24		0.089 ± 0.018	
<b>Nisan (2006)</b>	3	4.507 ± 1.38		0.151 ± 0.182	
<b>Mayıs (2006)</b>	<b>3</b>	<b>5.592 ± 1.94</b>		<b>0.083 ± 0.051</b>	

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 ( $p>0.05$ ) (Tablo 2). Bu sonuca göre, aylar arasındaki konsantrasyon farkları istatistiksel açıdan önemsizdir. İlkbahar ve sonbahar aylarında görülen deterjan konsantrasyonlarındaki farklılıkların, bu aylarda kullanılan deterjan miktarının artmasına bağlı olduğu, özellikle ülkemizde geleneksel olarak çoğunlukla bahar aylarında yapılan kışa ve yazaya hazırlık temizliklerinin bu artışta etken olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 2.** Aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonucu

Table analyzed One-way analysis of variance	detergent	phosphate
P value	<b>0.0936</b>	<b>0.2525</b>
P value summary	ns	ns
Are means signif. different?	<b>No</b>	<b>No</b>
Number of groups (months)	12	12
F	1.888	1.363
R squared	0.4639	0.3844

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Su örneklerinden elde edilen ortalama değerler, çizelge 2’de belirtilen yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor sınır değerleri (RESMÎ GAZETE 2004) ile karşılaştırıldığında Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinden alınan su anyonik yüzey aktif madde yönünden IV. sınıf yani çok kirlenmiş su sınıfında, fosfat yönünden ise III. sınıf yani kirlenmiş su sınıfında bulunmuştur. Ayrıca su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde (RESMÎ GAZETE 2004) belirtilen, yüzeysel sulara boşaltılacak atıksular için deşarj kriterlerinde toplam fosforun üst sınır değeri 0.02 mg/L’dir. Elde edilen fosfor değerleri bu üst sınır değerinden yüksektir.

**Tablo 2.** Yüzeysel sulardaki anyonik yüzey aktif madde ve toplam fosfor sınır değerleri

Yüzeysel suyun sınıfı	Anyonik yüzey aktif madde (mg/L)	Toplam fosfor (mg/L)
I. sınıf (yüksek kaliteli su)	0.05	0.02
II. sınıf (az kirlenmiş su)	0.2	0.16
III. sınıf (kirlenmiş su)	1	0.65
IV. sınıf (çok kirlenmiş su)	>1.5	>0.65

Hem deterjan hem de fosfata ait değerlerin yüksek olmasının nedeni, Manisa ilinin tüm evsel atıksuyunun bu tesislerde arıtılmasıdır ve kullanılan deterjanın tümü doğrudan bu

tesislerde toplanmaktadır, deterjanların yapısında da yüksek oranda fosfat bulunmaktadır. Bu tesislerde deterjan ve fosfat arıtımının yapılması gerekmektedir. Ayrıca evsel ve endüstriyel atıksulara fosfor deşarjı azaltılmalı, özellikle fosfatsız deterjanlar kullanılmalıdır. 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 (3.60 mg/L) oldukça yüksektir.

Manisa Organize Sanayi Arıtma Tesisinde de benzer bir çalışma yapılmış olup, anyonik deterjan ortalama miktarı 0.381 mg/L, fosfat miktarı da 0.097 mg P/L olarak bulunmuştur (MİNARECİ vd. 2008). Bu değerlerle karşılaştırdığımızda Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden alınan suda bulunan anyonik deterjan ve fosfat ortalama değerlerinin (3.60 mg/L, 0.175 mg P/L) yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumu Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinde, Manisa ili içinde, sanayi bölgesine oranla çok daha fazla miktarlarda kullanılan deterjanın tümünün doğrudan bu tesislerde toplanmasına ve tüm evsel atıksuyun burada arıtılmasına bağlayabiliriz.

TUĞRUL (1992) tarafından Gediz Nehir sisteminde anyonik deterjan kirliliğinin araştırıldığı çalışma sonucunda deterjan konsantrasyonlarının bazı istasyonlarda su kalite kriterlerinin üstünde olduğu ve bu konsantrasyonların su bitkileri ve balıklar için toksik etki sınırlarına ulaştığı belirtilmiştir. Yine MİNARECİ (2007)'nin Gediz Nehrinde deterjan kirliliğini araştırdığı başka bir çalışma sonucunda da, genel olarak evsel atık yükü fazla olan ve yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı belirtilmiştir.

Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin Gediz Nehrinin ağır metal kirliliğine etkilerinin belirlendiği diğer bir çalışma sonucunda, tesisin Gediz Nehrine boşalttığı su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonları belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre elde edilen değerler, su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde belirtilen, yüzeysel sulara boşaltılacak atıksular için deşarj kriterleri ile karşılaştırılmış, atıksudaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olmadığı saptanmıştır (MİNARECİ vd. 2004).

Manisa il merkezinden geçen Gediz Nehri'nin ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla yapılan bir başka çalışmada elde edilen değerlerin, su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde verilen inorganik kirlilik sınır değerleri ile karşılaştırılması sonucunda nehrin suyunun krom ve kurşun bakımından kirli olduğu ve kirliliğin halk sağlığı açısından da önemli düzeyde olduğu saptanmıştır (UZUNOĞLU 1999).

Deterjan ve fosfat kirliliğinin önlenmesi için biyolojik parçalanabilirliği fazla olan yüzey aktif maddeler kullanılmalıdır. Fakat kolay parçalanabilir deterjanların da biyodegradasyon sırasında ortamda ani oksijen eksikliği yarattığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Deterjanlarda suyun sertliğinin giderilmesi amacıyla kullanılan STP (sodyum tripoli fosfat) kullanımının engellenmesiyle, STP yerine kirlilik yaratmayacak başka maddeler kullanılması ve evsel atıksuların fosfat yükünün azalması şeklinde, kimyasal ve biyolojik yöntemler ayrı ayrı veya birlikte 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 arıtma deterjan ve dolayısıyla fosfatın mikroorganizmalarca alınması, yani yenmesi şeklinde olur. Özellikle evsel arıtma tesislerinde organik madde konsantrasyonunu çok fazla olduğu için, bu ortamda mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalırlar. Bununla birlikte ortamdaki isteklerine göre besinleri kullanırlar. 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 arıtma 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.

Manisa Belediyesi, arıtma tesisinin kapasitesinin artırılması ile ilgili olarak çalışmalar başlamıştır. Bu çalışmalar hızlandırılmalı, tesiste birçok su kalitesi parametresinin analizi yapılmalı, ileri arıtma yöntemleri kullanılarak arıtıldıktan sonra atıksu Gediz Nehrine verilmeli, nüfusun hızla arttığı göz önünde bulundurularak bu tür tesislerin sayıları artırılmalı ve arıtma tesisleri düzenli olarak çalışmalıdır. Bu durumda Gediz Nehrindeki her türlü toksik madde konsantrasyonu daha düşük düzeylerde olabilecektir.

#### KAYNAKLAR

- ANONİM, 1998. *Manisa İli Çevre Durum Raporu*. T.C. Manisa Çevre İl Müdürlüğü, Manisa.
- ANONİM, 2003. *Manisa İlinin Çevre Sorunları*. Manisa Sağlık Müdürlüğü 2003 Yılı İstatistik Yıllığı, Manisa.
- ANONİM, 2007. *Çevre Yönetimi - Su Kirliliği*. Manisa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Manisa.
- APHA, AWWA, WPCF, 1995. *Standart methods for the examination of water and wastewater*, 17th ed.
- DUC TA, VACHAUD G, BONNET MP, PRIEUR N, LOI VD, ANH LL, 2006. Experimental investigation and modelling approach of the impact of urban wastewater on a tropical river; a case study of the Nhue River, Hanoi, Vietnam. *Journal of Hidrology*, 334 (3-4); 347- 358.
- EGEMEN Ö, 2000. *Çevre ve Su Kirliliği* (3. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:42, Bornova – İzmir, 120s.
- GAGNON, MJ, 1983. Monitoring anionic surfactants at a sea outfall, Halifax Harbour, Canada. *Water Research*, 17 (11); 1653 – 1659.
- MİNARECİ O, ÖZTÜRK M, MİNARECİ E, 2004. Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin Gediz Nehrinin ağır metal kirliliğine etkilerinin belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2); 135-139.
- MİNARECİ O, 2007. Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Doktora tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 94s.
- MİNARECİ O, ÖZTÜRK M, EGEMEN Ö, MİNARECİ E, 2008. Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin, Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Baskıda.

- OKUR B, HAKERLERLER H, ANAÇ D, ANAÇ S, DORSAN F, YAĞMUR B, 1997. 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, 41s.
- PARSONS TR, MATIA Y, LALLI CM, 1984. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press. New York. pp.173.
- RESMİ GAZETE, 2004. *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. Tarih 31.12.2004. Sayı: 25687.
- SHRESTHA S, KAZAMA F, 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques : A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling and Software*, 22, 464-475.
- STRICKLAND JDH, PARSONS TR, 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Bull, 167, Fisheries Research Board of Canada. Ottawa, pp. 310.
- TUĞRUL G., 1992. Gediz Nehir sisteminde anyonik deterjan kirliliğinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir, 48s.
- UZUNOĞLU O., 1999. Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 76s.
- ZHANG Q, SHI X, HUANG B, YU D, ÖBORN I, BLOMBACK K, WANG H, PAGELLA TF, SINCLAIR FL, 2007. Surface water quality of factory-based and vegetable-based peri-urban areas in the Yangtze River Delta region, China. *Catena*, 69, 57-64.