



Deterjanların Gediz Nehrinde Biyolojik Parçalanabilirliği

Orkide MİNARECİ*, Zeynep IŞIKTAŞ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 45140, Manisa

(İlk Gönderim / Received: 27. 02. 2018, Kabul / Accepted: 06. 07. 2018, Online Yayın / Published Online: 18. 07. 2018)

Anahtar Kelimeler

Biyodegradasyon,
Gediz Nehri,
Deterjan

Özet: Bu çalışmada deterjan aktif maddesi Monoxol OT (Sodyum sulfosüksinik asit dioktil esteri)'nin tatlı suda parçalanabilirliği araştırılmıştır. Araştırmada Gediz Nehrin'den alınan tatlı su kullanılmıştır. Belirli zaman aralıklarında fosfat ve anyonik deterjan konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre deterjan aktif maddesi içeren çözeltilerin 2. gün sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde degradasyona uğradığı görülmüştür. Çalışma süresi sonunda Gediz Nehri suyunda %86 oranında parçalanma meydana gelmiştir.

Biodegradability of Detergents in the Gediz River

Keywords:

Biodegradation,
Gediz River,
Detergent

Abstract: In this study, the degradability of Monoxol OT (sodium sulfosuccinic acid dioctyl ester) the detergent active substance in the fresh water was investigated. The fresh water from the Gediz River was used in the research. The phosphate and anionic detergent concentrations were determined at certain time intervals. According to the results obtained, the solutions containing the detergent active substance were found to be statistically significantly degraded at the end of the second day. At the end of the study period, 86 % disintegration occurred in Gediz River water.

*İlgili yazar: orkide.minareci@cbu.edu.tr

1. GİRİŞ

Deterjan, genel olarak temizlik işlemlerinde kullanılan ve içinde temizleme işlemine yardımcı maddelerle birlikte, alkil sülfat veya alkil aril sülfonat tipindeki anyonik yüzey aktif maddelerin esas temizleyici olarak bulunduğu karışımlardır (Egemen, 2000).

Deterjanlar genellikle evlerde, iş yerlerinde temizlik amacıyla ve çeşitli endüstrilerde kullanılır. Deterjanlar sulara karıştığında kirliliğe neden olmakta ve sudaki canlılık ve metabolik faaliyetleri olumsuz etkilenmektedir.

Biodegradasyon, mikroorganizmaların deterjanları kullandığı ve basit olmayan kimyasal olayların değişimidir. Deterjanlar

mikroorganizmalar tarafından tüketilir, yani gıda olarak yenir. Sudaki mikroorganizmaların bazıları deterjanlara adapte olmuş, bazıları olamamıştır. Sıcaklığın uygun olduğu koşullarda degradasyonun tamamlanabilmesi için, uygun zaman da gereklidir. Eskiden kullanılan tetrapropilen benzen sülfonat %30 oranında degrade olurken, bugün kullanılan deterjanlar %90 oranında degrade olmaktadır. Farklı tuzluluktaki suların, yumuşak deterjanları %80–90 oranında biodegradasyona uğrattığı saptanmıştır. Organik madde konsantrasyonunun önemli oluşu, biodegradasyonu kolaylaştırmasıdır. Mikroorganizmalar bu ortamda hızla çoğalırlar, biomasları artar ve ortamdaki isteklerine göre

besinleri kullanırlar. Mikroorganizmaların birçok türü anyonik deterjanları kuvvetlice absorblamakta ve bulunan anyonik deterjan değerlerine biodegradasyon etkili olmaktadır (Egemen, 2000).

Gediz Nehri'nde ve kollarında yapılan çalışmalara bakıldığında, deterjan ve fosfat kirliliğinin varlığı açıkça görülmektedir. Gediz Nehri'nde yapılan bir araştırmada, anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonları bazı istasyonlarda su kalite kriterlerinin üzerinde bulunmuştur (Tuğrul, 1992). Gediz Nehri'nde yapılmış bir diğer çalışmada, yerleşim yerlerine yakın, evsel atık yükün fazla olduğu istasyonlarda anyonik deterjan yükünün arttığı bildirilmiştir (Minareci et al., 2009a). Gediz Nehrine akan Karaçay'da yapılan çalışmada, Karaçay anyonik deterjan parametresi bakımından 3. sınıf, fosfat parametresi bakımından 2. sınıf su kalitesinde bulunmuştur (Minareci ve ark., 2009b). Yine Gediz nehrindeki başka bir araştırmada da, sudaki fosfat konsantrasyonları belirlenmiş ve fosfat kirliliğinin özellikle endüstriden kaynaklandığı belirtilmiştir (Okur ve ark., 1997).

Ayrıca çıkış sularının Gediz Nehri'ne ulaştığı arıtma tesislerinde yapılan araştırmalarda, Manisa Organize Sanayi Arıtma Tesisi atık suyunun fosfat yönünden 2. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterleri ile elde edilen fosfor değerleri karşılaştırıldığında fosfor konsantrasyonu yüksek bulunmuştur (Minareci ve ark., 2008a). Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyunun anyonik deterjan bakımından 4. sınıf (çok kirlenmiş su), fosfat bakımından da 3. sınıf (kirlenmiş su) su kalitesinde olduğu belirtilmiştir (Minareci ve ark., 2008b).

Deterjanların suda parçalanma hızı, birikerek kirlilik yaratacak düzeye erişmemesi bakımından önem taşımaktadır ve evsel kökenli atık sularındaki toplam fosfor genel olarak deterjanlardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, Gediz Nehri ve kollarında yapılan çalışmalarda nehir suyunun anyonik deterjan ve buna bağlı olarak fosfat

yükü fazla olduğu için, sudaki deterjan miktarının Gediz Nehri'nde mikroorganizmalar tarafından biyolojik parçalanabilirliği araştırılmıştır.

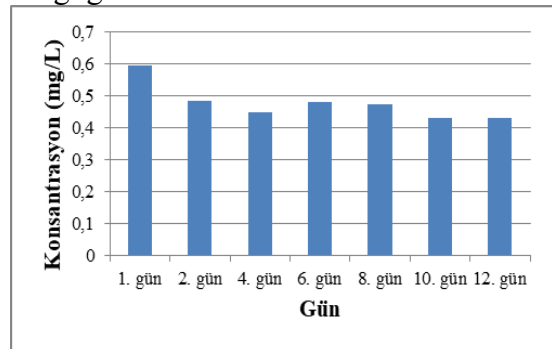
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada Gediz Nehri'nden alınan su örnekleri araştırma materyali olarak seçilmiştir. 2.5 ppm, 2 ppm, 1.5 ppm ve 1 ppm'lik deterjan aktif maddesi eklenmiş nehir suyu çözeltileri ve deterjan aktif maddesi eklenmemiş nehir suyu kontrol çözelti olarak 2'şer litrelik cam şişelerde ağzı kapalı olarak, 20 °C'lik etüvde araştırma süresince saklanmıştır. Belirlenen gün aralıklarıyla anyonik deterjan ve fosfat miktarları spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür (Parsons et al., 1984; Anonim, 1995).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan Gediz Nehri suyunda anyonik deterjan miktarı 0.964 mg L^{-1} , fosfat miktarı 0.597 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. Gediz Nehri suyunun anyonik deterjan ve fosfat ortalama değerleri, Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Resmi Gazete, 2004) ile karşılaştırıldığında, Gediz'in anyonik deterjan ve fosfat parametresi yönünden 3. kalite (kirlenmiş su) su sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Gediz Nehri suyundan alınan örnekte belirli gün aralıklarıyla ölçülen fosfat konsantrasyonları Şekil 1'de gösterilmiştir. Gediz Nehri fosfat konsantrasyonunun zamanla azaldığı görülmektedir.

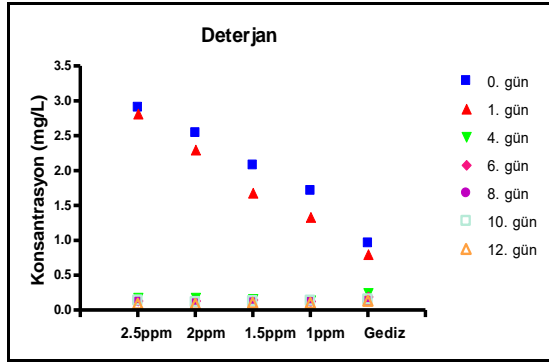


Şekil 1. Gediz Nehri suyunda fosfat konsantrasyonlarının zamansal değişimi

Tablo 1. Anyonik deterjan konsantrasyonlarının zamansal değişimi (mg L⁻¹)

Gün/Kons.	1. gün	2. gün	4. gün	6. gün	8. gün	10. gün	12. gün
2.5 ppm	2.908	2.818	0.178	0.139	0.127	0.138	0.092
2 ppm	2.544	2.303	0.18	0.138	0.128	0.115	0.089
1.5 ppm	2.082	1.685	0.161	0.152	0.125	0.129	0.106
1 ppm	1.717	1.337	0.141	0.133	0.118	0.136	0.104
Gediz (kontrol)	0.964	0.804	0.245	0.196	0.119	0.153	0.134

2.5 ppm, 2 ppm, 1.5 ppm ve 1 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş nehir suyu çözeltileri ve deterjan hammadesi eklenmemiş nehir suyu kontrol çözeltilerinde ölçülen anyonik deterjan konsantrasyonları Tablo 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

**Şekil 2.** Anyonik deterjan konsantrasyonlarının zamansal değişimi

2.5 ppm, 2 ppm, 1.5 ppm ve 1 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş nehir suyu çözeltileri ve deterjan hammadesi eklenmemiş nehir suyu kontrol çözeltilerinde ölçülen anyonik deterjan konsantrasyonlarının zamanla azaldığı, mikroorganizmalar tarafından deterjanın degrade edildiği yani parçalandığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışma süresi sonunda, 2.5 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş çözeltide %96.8, 2 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş çözeltide %96.5, 1.5 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş çözeltide %94.9, 1 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş çözeltide %93.9, Gediz Nehri suyunda ise %86 oranında parçalanmanın gerçekleştiği saptanmıştır. Gediz Nehri'nde doğal olarak bulunan mikroorganizmaların deterjan

kirliliğinin önlenmesinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

12 günlük çalışma sonunda günlere göre, 2.5 ppm, 2 ppm, 1.5 ppm ve 1 ppm'lik deterjan hammadesi eklenmiş nehir suyu çözeltileri ve kontrol çözeltilerindeki anyonik deterjan konsantrasyonlarının zamanla azaldığı belirlenmiştir. Yani çözeltilerdeki deterjan mikroorganizmalar tarafından büyük oranda parçalanmış ve Gediz Nehri'nde doğal olarak bulunan mikroorganizmaların deterjan kirliliğinin önlenmesinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Deterjan parçalanma miktarları arasında önemli farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla "One way ANOVA" testi uygulanmış, test sonucunda, günlere göre deterjan miktarlarının farklılığı önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 2). Hangi günlerde anlamlı farklılıklar olduğunu belirlemek için yapılan Tukey Testi sonucunda 2. günde anyonik deterjan miktarında önemli bir değişiklik olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

Tablo 2. Deterjan konsantrasyonları ve günler arasındaki One Way Anova testi sonucu

Tek yönlü Anova varyans analizi	
Önemli ölçüde farklılık var mı? ($P < 0.05$)	Evet
Grup sayısı	7
F	22.15
R ²	0.826
Bartlett'in eşit varyans testi	
Bartlett'in istatistiği	109
P değeri	P<0.0001
P anlamlılık	***
Varyanslar önemli farklılıklar gösteriyor mu mu? ($P < 0.05$)	Evet

Tablo 3. Günler arasındaki Tukey testi sonucu

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Ortalama farklılık	q	P değeri
1. gün & 2. gün	0.2536	1.371	P > 0.05
1. gün & 4. gün	1.862	10.07	P<0.001
1. gün & 6. gün	1.891	10.22	P<0.001
1. gün & 8. gün	1.92	10.38	P<0.001
1. gün & 10. gün	1.909	10.32	P<0.001
1. gün & 12. gün	1.938	10.48	P<0.001
2. gün & 4. gün	1.608	8.695	P<0.001
2. gün & 6. gün	1.638	8.854	P<0.001
2. gün & 8. gün	1.666	9.006	P<0.001
2. gün & 10. gün	1.655	8.948	P<0.001
2. gün & 12. gün	1.684	9.106	P<0.001
4. gün & 6. gün	0.0294	0.1589	P > 0.05
4. gün & 8. gün	0.0576	0.3114	P > 0.05
4. gün & 10. gün	0.0468	0.253	P > 0.05
4. gün & 12. gün	0.076	0.4109	P > 0.05
6. gün & 8. gün	0.0282	0.1524	P > 0.05
6. gün & 10. gün	0.0174	0.09406	P > 0.05
6. gün & 12. gün	0.0466	0.2519	P > 0.05
8. gün & 10. gün	-0.0108	0.05838	P > 0.05
8. gün & 12. gün	0.0184	0.09947	P > 0.05
10.gün & 12. gün	0.0292	0.1579	P > 0.05

Deterjanların tatlı su ortamında biyolojik parçalanması ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, araştırmada kullanılan deterjanlarda yüzey aktif maddelerin 15 günlük süre sonunda önemli oranda parçalandığı belirlenmiştir (Boran ve ark., 1998). Keban ve Hazar Gölü sularında deterjanların parçalanması ile ilgili olarak yapılan diğer bir çalışmada 15 günlük süre sonunda parçalanmanın %80-90 olduğu saptanmıştır (Pehlivan ve ark., 1993). Yine deterjanların akarsularda parçalanması ile ilgili Sales ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada parçalanmanın %90.3'e kadar ulaştığı bulunmuştur (Sales et al., 1987). Porsuk Çayı'nda deterjan aktif maddelerinin, çaydan izole edilmiş bakteriler tarafından biyolojik parçalanabilirliği ile ilgili çalışmada, 33 günlük süre sonunda deterjan aktif maddelerinin miktarları ölçülmüş ve miktarların azaldığı görülmüştür. Ayrıca saf

kültür bulunan ortamlarda deterjanların parçalanmasının, karışık mikroorganizma kültürleri içeren ortamlardaki deterjan parçalanmasından düşük olduğu ve sonuç olarak Porsuk Çayı'nda doğal olarak bulunan mikroorganizmaların deterjan kirliliğinin önlenmesinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır (Çakır ve Kıvanç, 2000). Yüzey aktif maddelerin *Pseudomonas putida* kullanılarak biyodegradasyonunun incelendiği çalışmada, dodesil benzen sülfonat ve lineer alkil benzen sülfonat gibi kullanımı yaygın yüzey aktif maddelerin parçalanma oranları sırasıyla %70 ve %80 olarak bulunmuştur (Orhan ve Büyükgüngör, 1994). Yugoslavya'daki Sava, Drava ve Kupa nehirlerinde yapılan çalışmada, nehirlerdeki yüzey aktif maddelerin parçalanmaya dirençli olduğu, bunun nedeninin de deterjan aktif maddelerinin kimyasal yapısından veya ortamdaki mikroorganizma türlerinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır (Cosovic et al., 1985). Çeşitli marka deterjan ve şampuanların nehir suyunda bozunmasıyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada, şampuanların sıvı deterjanlardan daha hızlı birincil biyolojik bozunuma uğradığı belirtilmiş ve 12 günlük periyot boyunca çeşitli marka deterjan ve şampuanların bozulma kolaylığı, SDS (%97), Rainbow (%85), Flex (%79), Spencer (%79), Apollo (%77) ve Triton X-100 (%63) ve Teepol (%59) şeklinde olmuştur (Okpokwasili and Olisa, 1991). Polonya'da anyonik ve noniyonik deterjanların nehir suyunda biyolojik olarak parçalanabilirliğinin kontrolü için yapılan çalışmada, her iki deterjan türünün birincil biyodegradasyonu 20 gün boyunca izlenmiş ve anyonik deterjanların tamamında nispeten hızlı biyolojik bozunum olduğu, noniyonik deterjanların biyolojik olarak parçalanabilirlik bakımından çeşitlilik gösterdiği, sadece iki noniyonik deterjan türünün %80 olan biyolojik parçalanabilirlik sınırını aşmadığı görülmüştür (Siwiński et al., 1998). Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarda, Gediz Nehri suyunda deterjan aktif maddelerinin parçalanmaya dirençli olmadığı, mikroorganizmalar tarafından parçalandığı ve

parçalanmanın %86 oranında olduğu belirlenmiştir.

Deterjan üretiminde, biyolojik olarak parçalanabilen deterjan aktif maddelerinin kullanılmasıyla, fosfatsız deterjan üretimiyle, evsel ve endüstriyel atık su arıtım tesislerinde fosfat ve deterjan arıtımı yapılmasıyla ve mikroorganizmaların biyolojik olarak deterjan aktif maddelerini biyodegradasyona uğratmasıyla ve en önemlisi de insanların doğru ve az miktarda deterjan kullanmasıyla sularda deterjan kirliliğinin azalacağı kanısındayız.

4. KAYNAKLAR

- Anonim. (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition, APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- Boran M., Karaçam H., Kutlu S. (1998). Deterjanların tatlı su ortamında biyolojik parçalanması. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu. 10-12 Haziran 1998, Erzurum.
- Cosovic B., Vojvodic V., Plese T. (1985). Electrochemical determination and characterization of surface active substances in freshwaters. *Water Research*, 19, 175-183.
- Çakır E., Kıvanç M. (2000). Porsuk Çayı'ndan izole edilmiş bakteriler tarafından deterjan aktif maddelerinin biyolojik parçalanabilirliği. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 129-135.
- Egemen Ö. (2000). Çevre ve Su Kirliliği. 3. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:42, Bornova – İzmir, 120 s.
- Minareci O., Öztürk M., Egemen Ö., Minareci E. (2008a). Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin, Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 65-72.
- Minareci O., Öztürk M., Egemen Ö., Minareci E. (2008b). Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının, Gediz Nehrine Olan Etkilerinin, Anyonik Deterjan ve Fosfat Parametreleri Açısından Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* (e-dergi), 3(1), 16-25.
- Minareci O., Öztürk M., Egemen Ö., Minareci E. (2009). Detergent and Phosphate Pollution in Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(15), 3568-3575.
- Minareci O., Minareci E., Öztürk M. (2009). Karaçay'da (Manisa) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26(3), 171-177.
- Okpokwasili G.C., Olisa A.O. (1991). River-water Biodegradation of Surfactants in Liquid Detergents and Shampoos. *Water Research*, 25(11), 1425-1429.
- 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, 93-ZRF-043 nolu Proje Raporu, Bornova- İzmir, 41 s.
- Orhan Y., Büyükgüngör H. (1994). Yüzey aktif maddelerin *Pseudomonas putida* kullanılarak biyodegradasyonunun incelenmesi. II. Ulusal Biyoteknoloji Sempozyumu. 22-23 Eylül 1994, Ankara.
- Parsons T.R., Maita Y., Lalli C.M. (1984). A Manual Of Chemical and Biological Methods For Seawater Analysis. Pergamon Pres., New York, 173 p.
- Pehlivan D., Özçelik S., Yörük S. (1993). Deterjan Aktif Maddesinin Göl Sularında Biyolojik Parçalanması. *Doğa-Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 17, 249-254.
- Resmi Gazete. (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Sayı 25687, Tarih 31.12.2004.
- Sales D., Quiroga J.M., Gomez-Parra A. (1987). Primary biodegradation kinetics of anionic surfactants in marine environment. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 39, 385-392.
- Siwiński P., Szymański A., Łukaszewski Z. (1998). Biodegradability of Detergent Powder Surfactants in the River Water Die-

A way Test. *Polish Journal of Environmental Studies*, 7(4), 251 – 256.

Tuğrul G. (1992). Gediz Nehir sisteminde anyonik deterjan kirliliğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir, 48 s.