

Küçük Menderes Nehri Yüzey Suyunda Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması

Orkide Minareci^{1*}, Merve Bazer²

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

² Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa.

*Sorumlu yazar e-posta: orkide.minareci@cbu.edu.tr ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6746-6057>
e-posta: mervebazer@hotmail.com ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0002-6019>

Geliş Tarihi: 16.04.2019; Kabul Tarihi: 27.08.2019

Öz

Anahtar kelimeler

Anyonik deterjan;
Kirlilik;
Küçük Menderes;
Su kalitesi

Küçük Menderes Nehri, Ege Bölgesi'nin önemli akarsularındandır. Yerleşim yerlerinin artılmadan dışarıya atılan evsel ve endüstriyel atık sularını, yoğun tarım faaliyetlerinde hatalı kullanılan pestisitlerden ve kimyasal gübrelerden kaynaklanan tarım kirliliğini Ege Denizi'ne taşımaktadır. Kirlilik yoğun olarak evsel atık sularından, özellikle tekstil, metal, maden, zeytinyağı, süt ve süt ürünleri endüstri tesislerinden ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Evsel atık yüküne bağlı olarak nehrin anyonik deterjan yükünün de arttığı düşünüldüğünde, Küçük Menderes Nehri'ndeki anyonik deterjan kirliliğini belirlemek amaçlanmıştır. Anyonik deterjan konsantrasyonu spektrofotometrik analiz ile belirlenmiştir. Anyonik deterjan konsantrasyonları 0.043 - 0.845 mg/L arasında değişiklik göstermiş, ortalama 0.36 mg/L bulunmuştur. İç su kaynaklarının kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında, nehir suyunun anyonik deterjan parametresi bakımından kirli su sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Investigation of Anionic Detergent Pollution in Surface Water of Küçük Menderes River

Abstract

Keywords

Anionic detergent;
Pollution;
Kucuk Menderes;
Water quality

The Kucuk Menderes River is one of the important rivers of the Aegean Region. The river carries to the Aegean Sea, agricultural pollution caused by improperly used pesticides and chemical fertilizers in intensive agricultural activities and domestic and industrial wastewater discharged without treatment of settlements. Pollution arises from domestic wastewater, especially textile, metal, mineral, olive oil, milk and dairy industry facilities and agricultural activities. Considering that the anionic detergent load of the river increases due to the domestic waste load, it is aimed to determine the anionic detergent pollution in Kucuk Menderes River. The concentration of anionic detergent was determined by spectrophotometric analysis. Anionic detergent concentrations ranged from 0.043 to 0.845 mg/L and the average concentration of anionic detergent was found 0.36 mg/L. In comparison with the quality criteria of the inland water resources, it was found that the river water was in the contaminated water class in terms of anionic detergent parameter.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Son yıllarda özellikle evsel ve endüstri atıklarından kaynaklanan kirlilik olayları çok önem taşımakta ve evsel ve endüstriyel atıklardan su kaynaklarına ulaşan organik kirleticiler arasında deterjanlar da yer almaktadır.

Genellikle temizlik işlerinde kullanılan deterjanlar, yüzey aktif maddeler, yapısal maddeler, ağartıcılar

(beyazlatıcılar) ve bazı yardımcı maddeler içerir. Yüzey aktif maddeler, deterjan formülasyonunda temizleme işlemini sağlayan en etkin bileşendir. Bu maddeler, suyla bağdaşamayan ve bu yüzden suyla uzaklaştırılıp temizlenemeyen maddelerin, çözünüp suyla uzaklaştırılabilir duruma getirilmesini sağlayan bileşiklerdir. Yapısal maddelerin en önemli fonksiyonları, yıkamada kullanılan suyun içindeki kalsiyum ve magnezyum iyonlarını, yani suyun sertliğini gidermeleri ve yıkama işlemini

kolaylaştırmalarıdır. Deterjan formülasyonlarında iyon değiştirici yapısal maddelerin başında zeolitler gelmektedir. Deterjan endüstrisi tarafından en iyi olarak nitelendirilen yapısal madde sodyum tripolifosfattır (Salar vd. 2004).

Sodyum tripolifosfat (STP), su sertliğine neden olan iyonlarla kompleks yaparak uzaklaştırma özelliği dışında; aktif maddelere sinerjistik etkisinin olması, suyun pH'ını 9-10 arasında tutarak temizleme işlemine kolaylaştırması, kirin su içinde kalmasını sağlaması, ekonomik olması, toksik özelliğinin olmaması, cilde alerjik etkisinin bulunmaması nedenleriyle önemli fonksiyonlara sahip yapısal maddedir. Yurdumuzda başlangıçtan beri dolgu maddesi olarak STP kullanılmaktadır (Egemen 2006).

Ana madde olarak çok miktarda fosfor içeren sodyum tripolifosfat, önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Çünkü sodyum tripolifosfatın içerdiği yüksek miktardaki fosfor, sularda alglerin sayısını artırmakta ve alglerin dekompozisyonu sonucu sudaki oksijen azalmaktadır. Bu sebeple batı Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sodyum tripolifosfatın deterjanlarda kullanım miktarının azaltılmasına karar verilmiştir (Anonim 2007).

Ağartıcılar (Beyazlatıcılar), temizleyici değildirler. Yalnızca % 2 – 3 oranında kir uzaklaştırma etkileri vardır. Bir yıkama formülünde ağartıcının fonksiyonu, çamaşır elyafını boyamış olan pigmentleri (çay, kahve, şarap, meyve lekeleri gibi) okside ederek renksiz hale getirmek ve parçalayarak çözümler hale getirmek suretiyle uzaklaştırmaktır. Diğer yardımcı maddeler, enzimler, antiredepozitan maddeler, köpük stabilizatörleri ve regülatörleri, optik beyazlatıcılar, korozyon inhibitörleri, parfümler, boyalar ve dolgu maddeleridir (Salar vd. 2004).

Deterjanlar, esas olarak sulu çözeltilerdeki iyonların davranışlarına göre anyonik, katyonik, noniyonik ve amfoterik deterjanlar olarak gruplanır. Evlerde kullanılan deterjanlar daha çok anyonik deterjanlardır (Egemen 2011).

Deterjanlar, içme suyunun lezzetini bozma, deşarj edilen sularda köpük oluşumu ve su temizleme

prosesini engelleme, çözümler oksijen miktarını azaltarak su canlılarına zarar verme ve içerdikleri fosfatlar nedeniyle ötrofikasyona neden olma şeklinde çevre sorunları yaratmaktadır (Egemen 2011).

Küçük Menderes Nehri'nde daha önceden gerçekeştirilmiş çalışmalarla da su kalitesi belirlenmiştir. 2005'te yapılan çalışmada Küçük Menderes Nehri su kalitesinin kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine göre 3. ve 4. Sınıf (Egemen vd. 2005), Akın ve Akın'ın 2007'de yaptığı çalışmada, Tübitak Mam Çevre Enstitüsü tarafından yapılan çalışmada (Anonim 2013) ve Küçük Menderes Havzası Su Kalitesi İzleme Raporu'nda (Anonim 2014) 4. sınıf su kalitesinde olduğu, bentik omurgasızlardan yararlanılarak su kalitesinin belirlendiği çalışmada kimyasal ve biyolojik analizler sonucunda nehir suyunun "Aşırı Kirli Sular" grubuna girdiği (Balık vd. 2006), İzmir Valiliği Çevre Koruma Kurulu tarafından yapılan çalışmada (Tomar 2009) kirliliğin üst düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Küçük Menderes Nehri, yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel atık sular, sanayi kuruluşlarının endüstriyel atık suları, aşırı, zamansız ve yanlış gübre ve pestisit kullanımı gibi etkilerle kirletilmektedir. Arazi kullanım tasarımlarının yetersizliği, üreticinin çok ürün beklentisi sonucu toprağı ve biyolojik çeşitliliği kimyasallarla acımasızca yok edişi ve nüfus artışları ile yaşam dengelerinin bozulduğu görölmektedir. Atık alıcı ve taşıyıcı ortam olarak işlevini sürdüren Küçük Menderes'e, teknolojik, evsel ve kentsel atıkların deşarj edilmesi ekolojik dengenin bozulması sonucunu getirmiştir. Nehir ekosistemi ve havza verimliliği olumsuz etkilenecek sürdürülebilir tarım, çevre ve insan sağlığı tehdit edilmektedir.

Kirlilik izleme çalışmaları sulak alanlarda büyük bir önem ve süreklilikle devam ettirilen en önemli çalışmalardandır. Bu çalışmalar, sulak alan ve etrafındaki havzanın geleceği yönünde önemli verilerin elde edildiği ve elde edilen bulgular ışığında gerekli önlemlerin alınmasının sağlandığı çalışmalardır. Bu nedenle, bu çalışmaların belirli periyotlarda sürekli olarak yapılması gerekmektedir.

Literatüre bakıldığında daha önce yapılan çalışmaların titizlikle devam ettirilmesi gerekliliği görölmektedir.

Küçük Menderes Nehri, Ege Denizi'ne dökülen önemli akarsulardan biri olduğu için, nehrin kirliliğinin ve bu kirliliği oluşturan kaynakların belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu noktadan hareketle Küçük Menderes nehrindeki anyonik deterjan kirliliğini belirlemek amaçlanmıştır.

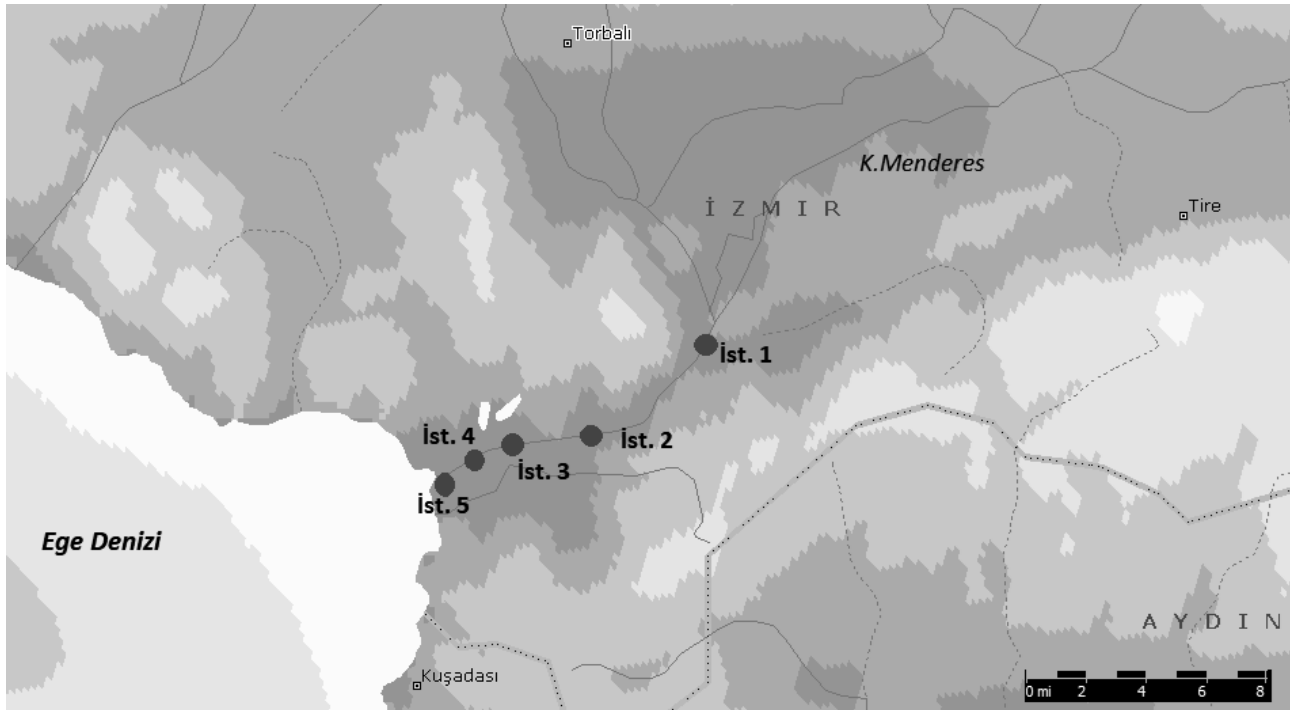
Elde edilen sonuçlar, Küçük Menderes Nehri tarımsal sulamada büyük oranda kullanıldığı için çiftçilerin ve bölge halkının su kirliliği konusunda bilgilenmesine, sanayi kuruluşlarının atıklarını arıtma ve uygun deşarj konularında daha bilinçli davranmalarına katkı sağlayacaktır. Sonuçlara bağlı olarak nehir havzasında yer alan yerleşim bölgelerinde evsel veya endüstriyel arıtım tesislerinin kurulması, ayrıca nehre deşarj yapan fabrika ve işletmelerin ön arıtım tesislerinin oluşturulması ve var olanların kapasitelerinin arttırılması yönünde katkı sağlayacağı da düşünölmektedir.

2. Materyal ve Metot

Araştırma bölgemiz olan Küçük Menderes Nehri'nde kirleticiler kaynak olarak evsel ve endüstriyel atıkların nehre yoğun bir şekilde ulaşabileceği, yerleşim yerlerine ve sanayi tesislerine yakın noktalar dikkate alınarak, yani Sharp tarafından (Sharp 1970) önerilen, ölçüm yerlerinin havzadaki belli başlı kirlilik deşarjlarına göre sečilmesi yöntemine göre istasyonlar belirlenmiştir. İstasyonlardan, her ay 250 ml'lik polietilen şişelere yüzeýden su örnekleri alınmıştır. Örnekleme Kasım 2015 - Ekim 2016 tarihleri arasındaki sürede, aylık periyotlar halinde yapılmıştır. Örnekleme istasyonları şekil 1'de, koordinatları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Örnekleme istasyonlarının koordinatları.

İstasyonlar	Koordinatlar	
1. Belevi	38°01'27.56 K	27°26'26.57 D
2. Zeytinköy Köprüsü	37°58'36.07 K	27°21'10.95 D
3. Akgöl Küçük Menderes Birleşimi	37°58'24.09 K	27°18'29.32 D
4. Selçuk-Özdere Köprüsü	37°57'46.31 K	27°17'02.26 D
5. Pamucak	37°57'33.55 K	27°15'48.75 D



şekil 1. Örnekleme istasyonları.

Su örneklerine, bakterilerin etkisinden korumak için CuSO₄ eklenmiş ve örnekler soğutucuda saklanarak zaman kaybedilmeden fakültemiz laboratuvarına getirilmiştir. Anyonik yüzeY aktif maddeler ile metilen mavisinin reaksiyona girmesiyle oluşan tuz kloroformda çözüldükten sonra spektrofotometrede ölçümü yapılarak anyonik deterjan tayin edilir (Anonim 1995).

100 ml su örneği ayırma hunisine koyulur. Üzerine tampon çözelti, H₂O₂, nötr metilen mavisini ve kloroform eklenerek çalkalanır. Faz ayrılması için beklenir. Altta toplanan faz, içerisinde saf su ve asidik metilen mavisinin bulunduğu diğer bir ayırma hunisine alınır ve çalkalanır. Altta toplanan faz, içerisinde kloroform ile ıslatılmış cam pamuğu bulunan cam huniden süzülerek balon jofeye alınır. Örnekler hazırlanırken karıştırma hızı ve karıştırma zamanının aynı olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca değişik derişimlerde (1 mg/L'lik,

1.5 mg/L'lik, 2 mg/L'lik, 2.5 mg/L'lik, 3 mg/L'lik) anyonik deterjan standartları hazırlanır. Deterjan türü olarak LAS (Lineer Alkil Benzen Sülfonat) kullanılmıştır. Yukarıda anlatılan işlem bu standartlara da uygulanıp derişim ile absorpsiyon arasında standart grafiği çizilir.

Spektrofotometre (Jasco UV – VIS 530 Spectrophotometer) ile örneklerin absorpsiyonları 652 nm'de okunmuş ve standart eğriden yararlanılarak saptanmıştır. Graphpad Prism For Windows Paket istatistik programı, istatistiksel analizlerin yapılmasında kullanılmıştır.

3. Bulgular

Küçük Menderes Nehri üzerinde belirlenen istasyonlardan alınan yüzeY suyu örneklerinde belirlenen anyonik deterjan konsantrasyonlarının aylara ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Anyonik deterjan konsantrasyonlarının aylara ve istasyonlara göre değişimleri.

	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
İst.1	0.580	0.216	0.273	0.146	0.054	0.247	0.078	0.237	0.101	0.184	0.460	0.194
İst.2	0.450	0.474	0.354	0.213	0.551	0.408	0.434	0.550	0.535	0.559	0.459	0.692
İst.3	0.319	0.339	0.219	0.230	0.167	0.212	0.120	0.275	0.544	0.482	0.338	0.145
İst.4	0.672	0.845	0.446	0.388	0.611	0.495	0.472	0.547	0.456	0.655	0.425	0.620
İst.5	0.117	0.165	0.221	0.339	0.263	0.144	0.399	0.262	0.294	0.394	0.043	0.595

Her bir değer, üç tekrarlı 5 istasyondan alınan 3 örneğin (n = 45) ortalamasıdır (±SD < 0.001).

Anyonik deterjan konsantrasyonları 0.043 - 0.845 mg/L arasında değişiklik göstermiş, ortalama 0.36 mg/L bulunmuştur. Bu değer Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında nehir suyunun anyonik deterjan parametresi yönünden üçüncü kalite yani kirli su sınıfında olduğu görülmüştür. Avrupa Birliği su kalite kriterlerinde, anyonik deterjan kriter değerini ≤0.3 mg/L'dir. Çalışmamız sonunda elde ettiğimiz ortalama değer (0.36 mg/L), kriter değerinin biraz üzerinde bulunmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Küçük Menderes Havzası'nda kirlilik, evsel atık sulardan, özellikle metal, maden, tekstil, zeytinyağı, süt ve süt ürünleri endüstrisi

tesislerinden ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Nehrin anyonik deterjan yükünün evsel atık yüke bağlı olarak arttığı düşünölmektedir. Evsel atık sularda bulunan fosfor miktarının yaklaşık olarak yarısı deterjanların yapısında bulunan fosfattan kaynaklandığı için, deterjan miktarına paralel olarak arttığı düşünölen fosfat miktarının da nehirde ötrofikasyona neden olduğu söylenebilir. Arazi çalışmaları sırasında da görölen nehir üzerindeki alg tabakalaşmaları ötrofikasyonun göstergesidir (Şekil 2).

Organik kirliliğin önemli ölçüde artmasında, bölgede sayıca çok fazla olan zeytinyağı tesisleri, süt ve süt ürünleri işletmeleri de önem taşımaktadır. Ayrıca nehre ciddi anlamda kirlilik

yükünü, Torbalı Fetrek Çayı etrafındaki büyük fabrikalar ve mermer işletmeleri taşımaktadır.



Şekil 2. Alg tabakalaşması.

“One-way ANOVA” varyans analizi, deterjan konsantrasyonlarının istasyonlar ve aylar arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla, “Tukey testi” de anlamlı farklılıkların hangi istasyonlardan ve aylardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır.

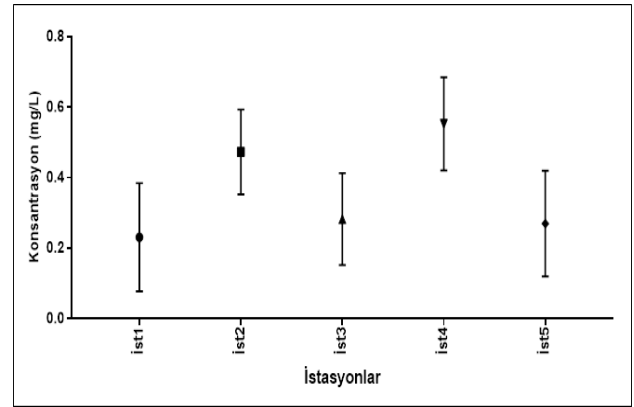
“One-way ANOVA” testi sonucunda, deterjan miktarlarının istasyonlar arasındaki farklılığı önemli ($p < 0.05$), aylar arasındaki farklılığı önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3). “Tukey testi” sonucunda da istasyon 2 (Zeytinköy Köprüsü) ve istasyon 4’ün (Selçuk-Özdere Köprüsü) deterjan parametresi bakımından diğer istasyonlardan farklılık gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4 ve Şekil 3). İstasyon 2 (Zeytinköy Köprüsü) ve istasyon 4 (Selçuk-Özdere Köprüsü) yerleşim yerlerine en yakın istasyonlar olduğu için, evsel atık yük nedeniyle anyonik deterjan konsantrasyonlarının diğer istasyonlardan daha yüksek olduğu şeklinde değerlendirme yapılabilir.

Çizelge 3. İstasyonlar ve aylar arasında uygulanan One-Way ANOVA testi sonuçları.

One-way Anova Varyans Analizi	İstasyonlar Arasında	Aylar Arasında
P değeri	<0.0001	0.8546
P anlamlılık	p<0.05	p>0.05
Grup sayısı	5	12
F değeri	12.77	0.5553
R ² değeri	0.4814	0.1129

Çizelge 4. İstasyonlar arasında uygulanan Tukey Testi.

İstasyonlar	Ortalama fark	%95 güven aralığı	P Değeri
İst.1 & İst.2	-0,2424	-0,4011 -0,08378	0,0006
İst.1 & İst.3	-0,05167	-0,2103 - 0,107	0,8886
İst.1 & İst.4	-0,3218	-0,4805 -0,1632	<0,0001
İst.1 & İst.5	-0,03883	-0,1975 - 0,1198	0,9578
İst.2 & İst.3	0,1908	0,03211 - 0,3494	0,0109
İst.2 & İst.4	-0,07942	-0,2381 - 0,07922	0,6228
İst.2 & İst.5	0,2036	0,04494 - 0,3622	0,0056
İst.3 & İst.4	-0,2702	-0,4288 - 0,1115	0,0001
İst.3 & İst.5	0,01283	-0,1458 - 0,1715	0,9994
İst.4 & İst.5	0,283	0,1244 - 0,4416	<0,0001



Şekil 3. İstasyonlardan elde edilen anyonik deterjan ortalama konsantrasyon ve standart sapma grafiği.

Kalite kriterleriyle karşılaştırıldığında, bu kalitedeki suyun tarım alanlarında sulamada kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca Küçük Menderes Nehri’nde yapılan başka kirlilik araştırmalarında da benzer sonuçlar bulunmuştur.

2005’te yapılan bir çalışma sonucunda Küçük Menderes Nehri su kalitesinin kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre 3. ve 4. sınıf su kalitesinde olduğu saptanmıştır (Egemen vd. 2005).

Küçük Menderes Nehri’nde yapılan başka bir çalışmada, bentik omurgasızlardan yararlanılarak su kalitesi belirlenmiş ve kimyasal ve biyolojik analizler sonucunda nehir suyunun “Aşırı Kirli Sular” grubuna girdiği saptanmıştır (Balık vd. 2006).

Gündoğdu ve Özkan'ın 2006'da Küçük Menderes Nehri'nde yaptığı çalışmada, nitrat azotu ve çinko değerlerinin 2. sınıf su kalitesinde, demir değerinin 3. sınıf su kalitesinde, toplam fosfor, nitrit azotu, krom, kadmiyum, kurşun, bakır, BOI, KOI ve sülfür değerlerinin 4. sınıf su kalitesinde olduğu bildirilmiştir.

Su havzaları ve su kirliliği ile ilgili yapılan bir çalışmada, Küçük Menderes Nehri'nin, evsel ve endüstriyel atıklar ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanan azot, organik madde ve ağır metaller açısından dördüncü sınıf kirlilik düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Akın ve Akın 2007).

Tübitak Mam Çevre Enstitüsü tarafından yapılan çalışmada, Küçük Menderes Nehri'nin, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ile karşılaştırıldığında, 4. sınıf yani çok kirli su kategorisinde olduğu saptanmıştır (Anonim 2013).

Küçük Menderes Havzası Su Kalitesi İzleme Raporu'nda da yine nehir 4. sınıf su kalitesinde bulunmuştur. Havzada en kirli nokta olan Ödemiş Tire yolu üzeri Tire/İzmir noktası, belediyenin sanayi tesislerine kanal bağlantı izni verdiği Fetrek Çayı'nın Küçük Menderes Nehri'ne birleşiminden sonra gelen noktadır. 2012-2014 yılları arasında yapılan bu çalışmada nehir genel olarak her yıl 4. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir (Anonim 2014).

Küçük Menderes'te, İzmir Valiliği Çevre Koruma Kurulu tarafından yapılan çalışmada, kirliliğin üst düzeyde olduğu belirtilmiştir. Canlıların yaşamasına olanak vermeyecek derecede oksijen miktarının düşük olduğu, ağır metal ve sülfür miktarlarının çok yüksek olduğu ve suyun asidik özellikte olduğu bildirilmiştir. Havzada kirlilik olayları devam ederse nehir suyunun hiçbir şekilde kullanımının mümkün olamayacağı belirtilmiştir (Tomar 2009).

Küçük Menderes Nehri yüzey suyundaki organik klorlu pestisit ve ağır metallerin araştırıldığı çalışmada, Türkiye'de organik klorlu pestisitler uzun süre kullanılmamasına rağmen, nehrin yüzey

suyunda, en çok organik klorlu pestisitlerin, özellikle de DDT bulunduğu bildirilmiştir. Ni, Cu ve Zn ağır metal konsantrasyonlarının da yüksek olduğu saptanmıştır (Turgut 2003).

Küçük Menderes Nehri'nin yer aldığı Ege Bölgesi'nde bulunan diğer nehirlerde ve göllerde anyonik deterjan kirliliği ile ilgili yapılan çalışmalarda da (Minareci ve Çakır 2018a, Minareci ve Çakır 2018b, Çakır ve Minareci 2015, Tuğrul 1992, Minareci et al. 2009a, Minareci et al. 2009b) benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Büyük Menderes Nehri'nde yapılan çalışmada, nehir suyu anyonik deterjan parametresi bakımından ikinci sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında bulunmuştur (Minareci ve Çakır 2018a). Büyük Menderes Nehri üzerindeki Adıgüzel Baraj Gölü'nde (Minareci ve Çakır 2018b) ve Büyük Menderes'i besleyen kaynaklardan olan Işıklı Çayı ve Işıklı Gölü'nde (Çakır ve Minareci 2015) yapılan araştırmalarda da deterjan kirliliği tespit edilmiştir.

Tuğrul'un 1992 yılında Gediz Nehri'nde yapmış olduğu çalışma sonucunda, anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonu ortalama 0.703 mg/L, Gediz'de yapılan başka bir çalışma sonucunda da ortalama 0.951 g/m³ bulunmuştur (Minareci et al. 2009a). Gediz Nehri'nin bir kolu olan Karaçay'da yapılan araştırmada sonucunda da, anyonik deterjan parametresi açısından su, üçüncü sınıf (kirlenmiş su) olarak sınıflandırılmıştır (Minareci et al. 2009b).

Akkan, 2017 yılında Harşit Çayı'nda (Giresun) yaptığı çalışmada, LAS konsantrasyonlarını 0.311-0.757 ppm arasında değişen değerlerde bulmuş ve bizim çalışmamıza benzer olarak, değerlerin Türkiye standartlarından yüksek olduğunu belirtmiştir.

Ayrıca Türkiye denizlerinde yapılan çalışmalarda da genel olarak deterjan konsantrasyonları çalışmamıza benzer şekilde yüksek bulunmuştur. Giresun kıyı bölgesinde yapılan bir çalışmada LAS konsantrasyonları 0.887-1.987 mg/L aralığında bulunmuş, LAS değerinin deniz suyunda 0.3 mg/L

değerini aşmaması gerektiği belirtilmiş ve bu çalışmada elde edilen LAS değerlerinin referans değeri aştığı bildirilmiştir (Polat and Akkan 2016).

Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında yüzeY suyu LAS düzeylerinin belirlendiği araştırmada, ortalama değerler Ocak ayı için İstanbul Boğazı'nda 22.88 µg/L, Çanakkale Boğazı'nda 24.24 µg/L ve Marmara Denizi'nde 26.06 µg/L, Ağustos ayı için İstanbul Boğazı'nda 43.43 µg/L, Çanakkale Boğazı'nda 48.25 µg/L ve Marmara Denizi'nde 42.15 µg/L bulunmuş, en yüksek konsantrasyonlar Ağustos ayında tespit edilmiştir (Balciöğlu 2014a). Marmara Denizi'nin farklı kıyılarından alınan yüzeY suyu örneklerinde deterjan kirliliğinin araştırıldığı çalışmada, anyonik deterjan konsantrasyonları 20.14 – 77.44 µg/L arasında değişiklik göstermiştir. Yüksek bulunan değerler deşarj noktalarına yakın, düşük değerler ise yoğun yerleşim bölgelerinin uzağında olması ile ilişkilendirilmiştir (Balciöğlu 2014b). 2004'te Marmara Denizi'nde yapılan çalışmadaki değerler daha yüksek olup, ortalama LAS miktarı 243.99 µg/L bulunmuştur (Güven and Çoban 2013).

Prens Adaları (Marmara Denizi) kıyı yüzeY suyunda LAS değerleri 18.05–72.98 µg/L arasındaki değerlerde, özellikle de yaz mevsiminde daha yüksek bulunmuştur. Yüksek yaz sonuçlarının, adaların yaz nüfusu ve dolayısıyla artan temizlik faaliyetlerinden dolayı kentsel deşarjlarla ilgili olabileceği belirtilmiştir (Balciöğlu 2019a). Gökçeada kıyısı alan yüzeY suyunda yapılan araştırmada ise deterjan konsantrasyonları düşük olup, 0.020-0.051 mg/L arasında bulunmuştur. Anyonik deterjan konsantrasyonları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve Gökçeada yüzeY aktif madde açısından I. sınıf (kirlenmemiş su) olarak belirlenmiştir (Balciöğlu 2019b).

1984'te Yaramaz tarafından yapılan araştırmada, ülkemizde 1982-1984 yılları arasında, biyolojik parçalanabilirliği çok zor olan ABS (Alkil Benzen Sülfonat)'ın deterjan üretiminde yüzeY aktif madde olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Daha sonra ABS yerine kolay parçalanabilen LAS (Lineer Alkil

Benzen Sülfonat) kullanılmaya başlamıştır (Vural ve Duydu 1990).

Yapılan deterjan kirliliği araştırmalarında, deterjan kirliliğinin ortam şartlarından etkilenmemesi için, su örnekleri alınırken parçalanmanın önlenmesini engelleyen kimyasal maddeler kullanılması, örneklerin soğuk zincir aracılığıyla taşınması ve su analizlerinin hemen yapılması önem taşımaktadır (Balciöğlu 2014b).

Küçük Menderes Nehri'nin kirlilik kaynaklarının yok edilmesi için gereken önlemler derhal alınmalıdır. Havzadaki yerleşim yerleri ve endüstri bölgelerinin atık suları arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra nehre verilmelidir. Atık su arıtım tesislerinin sayısı arttırılmalı ve tam kapasiteyle çalışması sağlanmalıdır.

Deterjan kirliliğinin önlenbilmesi için biyolojik parçalanabilirliği yüksek olan yüzeY aktif maddeler kullanılmalıdır. Ayrıca fosfat yerine de kirlilik yaratmayacak alternatif maddeler kullanılmalıdır.

5. Kaynaklar

- Akın, M. ve Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, **47(2)**, 105-118.
- Akkan, T., 2017. An Assessment of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Pollution in Harşit Stream, Giresun, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26(5)**, 3217-3221.
- Anonim, 1995. Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater. 19th Edition, APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- Anonim, 2007. Çevre Yönetimi - Su Kirliliği. Manisa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Manisa.
- Anonim, 2013. Havza Koruma Eylem Planları - Küçük Menderes Havzası. Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü, 519.
- Anonim, 2014. Küçük Menderes Havzası Su Kalitesi İzleme Raporu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED İzin Ve Denetim Genel Müdürlüğü Laboratuvar Ölçüm Ve İzleme Dairesi Başkanlığı, 30.
- Balciöğlu, E.B., 2014a. Anionic detergent, LAS pollution in coastal surface water of the Turkish Straits System. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **20(1)**, 25-32.

- Balcioğlu, E.B., 2014b. Marmara Denizi Farklı Kıyosal Alan YüzeY Suyunda Anyonik Deterjan Kirliliği Üzerine Bir Ön Araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **14 (021005)**, 39-44.
- Balcioğlu, E.B., 2019a. Seasonal changes of LAS, phosphate, and chlorophyll-a concentrations in coastal surface water of the Prince Islands, Marmara Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **138**, 230-234.
- Balcioğlu, E.B., 2019b. Gökçeada Kıyosal Alan YüzeY Suyunda Anyonik Deterjan ve Fosfat Kirliliğinin Araştırılması. *Pamukale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **25(3)**, 280-285.
- Balık, S., Ustaogđlu, M.R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A. ve İlhan, A., 2006. Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk, İzmir) Aşağı Havzasındaki Kirliliğin Makro Bentik Omurgasızlar Kullanılarak Saptanması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23(1-2)**, 61-65.
- Çakır, M. ve Minareci, O., 2015. Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'nda (Çivril-Denizli) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **30(1)**, 23-34.
- Egemen, Ö., Ustaogđlu, M.R., Önen, M., Hakarerler, H., Sarı, H.M., Tanrikul, T., Özbek, M., İlhan, A. ve Kaymakçı Başaran, A., 2005. Küçük Menderes Nehri'nin Su Kalitesi ve Ekosistemdeki Etkileşiminin İncelenmesi Projesi Kesin Raporu. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, 65.
- Egemen, Ö., 2006. Çevre ve Su Kirliliği. 3. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:42, Bornova – İzmir, 120.
- Egemen, Ö., 2011. Su Kalitesi. 7. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, Bornova – İzmir, 150.
- Gündoğdu, V. ve Özkan, E.Y., 2006. Küçük Menderes Nehri Ölçüm Ağı Tasarımı ve Su Kalite Değişkenlerinin İrdelenmesi Çalışması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23(3-4)**, 361-369.
- Güven, K.C. and Çoban, B., 2013. LAS pollution of the Sea of Marmara, Golden Horn and Istanbul Strait (Bosphorus) during 2004-2007. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **19**, 331-353.
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö. and Minareci, E., 2009a. Detergent and Phosphate Pollution in Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, **8(15)**, 3568-3575.
- Minareci O., Minareci E. and Öztürk M., 2009b. Karaçay'da (Manisa) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **26(3)**, 171-177.
- Minareci, O. and Çakır, M., 2018a. The Study of Surface Water Quality in Buyuk Menderes River (Turkey): Determination of Anionic Detergent, Phosphate, Boron and Some Heavy Metal Contents. *Applied Ecology and Environmental Research*, **16(4)**, 5287-5298.
- Minareci, O. ve Çakır, M., 2018b. Adıgüzel Baraj Gölü'nde (Denizli/Türkiye) Deterjan, Fosfat, Bor ve Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **8(1)**, 61-67.
- Polat, N. and Akkan, T., 2016. Assessment of Heavy Metal and Detergent Pollution in Giresun Coastal Zone, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25(8)**, 2884-2890.
- Resmi Gazete, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 31.12.2004, Sayı 25687.
- Salar, A., Kızmaz, A. ve Arda, A., 2004. Deterjanlar, Deterjan Analizleri, Deterjanların Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri. Bitirme Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Muradiye – Manisa.
- Sharp, W.E., 1970. Stream Order as a Measure of Sample Source Uncertainty. *Water Resources Research*, **6(3)**, 919-926.
- Tomar, A., 2009. Toprak ve Su Kirliliği ve Su Havzalarının Korunması. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-10 Ocak 2009, 333- 345.
- Tuğrul, G., 1992. Gediz Nehir Sisteminde Anyonik Deterjan Kirliliğinin İncelenmesi. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova – İzmir.
- Turgut, C., 2003. The Contamination with Organochlorine Pesticides and Heavy Metals in Surface Water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000-2002. *Environment International*, **29**, 29 – 32.
- Vural, N. ve Duydu, Y., 1990. Deterjan Aktif Maddelerinin Çevre Toksikolojisi Açısından Değerlendirilmesi. *Pharmacia- JTPA.*, **30(1)**, 26-34.
- Yaramaz, Ö., 1984. İzmir Körfezi'nde Evsel ve Endüstriyel Atık Kaynaklı Deterjan ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Hidrobiyoloji ve Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir, 73.