

# İŞIKLI GÖLÜ VE İŞIKLI ÇAYI'NDA (ÇİVRİL-DENİZLİ) DETERJAN, FOSFAT VE BOR KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Murat ÇAKIR<sup>1</sup>, Orkide MİNARECİ<sup>1</sup>

## ÖZ

Bu çalışma, Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'ndaki kirliliği belirlemek amacıyla Temmuz 2012 – Haziran 2013 tarihleri arasında yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, anyonik deterjan konsantrasyonları, Işıklı Gölü'nde 0.107 – 0.402 mg/L, Işıklı Çayı'nda 0.085 – 0.414 mg/L, fosfat konsantrasyonları Işıklı Gölü'nde 0.004 – 0.019 mg/L, Işıklı Çayı'nda 0.005 – 0.016 mg/L, bor konsantrasyonları Işıklı Gölü'nde 0.147 – 1.283 mg/L, Işıklı Çayı'nda 0.032 – 1.285 mg/L değerleri arasında bulunmuştur. Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'ndan alınan su örneklerinde anyonik deterjan, fosfat ve bor ortalama konsantrasyonları “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerlendirilmiştir. Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı, yüzey aktif madde yönünden II. Sınıf (az kirlenmiş su), fosfat ve bor parametreleri yönünden I. sınıf (kirlenmemiş su) olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Anyonik deterjan, bor, fosfat, Işıklı Çayı, Işıklı Gölü.

<sup>1</sup> Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Muradiye-MANİSA, orkideminareci@hotmail.com

## INVESTIGATION OF DETERGENT, PHOSPHATE AND BORON POLLUTION IN ISIKLI LAKE AND ISIKLI STREAM (CİVRİL-DENİZLİ)

### ABSTRACT

This study was conducted to determine of pollution in Isıklı Lake and Isıklı Stream between July 2012 - June 2013. According to the results, the anionic detergent concentrations 0.107 - 0.402 mg/L in Isıklı Lake, 0.085 – 0.414 mg/L in Isıklı Stream, phosphate concentrations 0.004 – 0.019 mg/L in Isıklı Lake, 0.005 – 0.016 mg/L in Isıklı Straem and boron concentrations 0.147 – 1.283 mg/L in Isıklı Lake, 0.032 – 1.285 mg/L in Isıklı Straem were found between the values. The average concentrations of anionic detergent, phosphate and boron were evaluated according to “Quality Criteria for Inland Water Resources by Class” in water samples taken from Isıklı Lake and Isıklı Stream. Isıklı Lake and Isıklı Stream were determineted as II. class (less contaminated water) in terms of anionic detergent parameter and I. class (uncontaminated water) in terms of phosphate and boron parameters.

**Key words:** Anionic detergent, boron, phosphate, Isıklı Stream, Isıklı Lake.

### GİRİŞ

Dünyada nüfusun artması ve endüstrinin gelişmesi ile suyun yerküre üzerindeki doğal yapısı istenilmeyen yönde bozulmaktadır. Su kirliliği, kaynak suyu veya herhangi bir doğal suyun fiziksel, kimyasal, biyolojik veya radyoaktif katkılarla etkilenmesinden doğar. Suyun kalitesini kötüleştirilecek miktar ya da konsantrasyonlarda suya, kanalizasyon suyunun, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıkların, diğer zararlı ve istenmeyen maddelerin eklenmesiyle su kirlenir. İnsan ve hayvan sağlığını, bitki büyümesini tehdit edici olarak suyun özelliği bozulur. Canlıların yaşamasını zorlaştıracak, ekosistem dengesini bozacak her şey doğrudan veya dolaylı su kirliliği olarak karşımıza çıkar (Tan, 2006).

Deterjan, genel temizleme işlerinde kullanılan ve içerisinde esas temizleyici olarak kullanılan alkil sülfat veya alkil aril sülfonat tipindeki anyonik yüzey aktif maddeler ve temizleme işlemine yardımcı diğer maddeler bulunan toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı haldeki karışımlara denir. Deterjan kirliliği, sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Deterjanların boşaltıldıkları alıcı sulara etkileri, köpük oluşturma, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi, sudaki canlılar üzerine olumsuz etkileri, ötrofikasyon ve içme sularına etkileri şeklinde özetlenebilir (Egemen, 2006).

Deterjanlar içerdikleri aktif madde ve katkı maddeleri nedeniyle, çeşitli yollarla karıştıkları göl, akarsu gibi su kaynaklarında çeşitli problemlerin ortaya çıkmasına neden olurlar. Atık sularla birlikte akarsu ve durgun sulara karışan deterjanlar köpük oluşturmaları nedeniyle suların oksijen dengesini bozarlar. Ayrıca yapılarında katkı maddesi olarak bulundurmaları nedeniyle deterjanlar alıcı ortamlarda ötrofikasyona neden olurlar. Yüzey aktif maddeler suyun yüzey gerilimini azalttıkları için arıtma tesislerinde askıda maddelerin çökmesini engellerler. Su canlılarına özellikle gelişim safhasında olumsuz etki yaparlar (Sales vd., 1996; Guha, 1996). Bu nedenle yüzey aktif maddelerin su ortamlarında parçalanma hızı, bunların birikecek çevre sağlığını etkileyecek düzeye erişmemesi bakımından önemlidir.

Fosfor, sulu sistemlerde mevcut olan çok yönlü ve karmaşık kimyasal dengelerin anahtar elemanlarından biridir. Evsel atık sularda fosforun yaklaşık % 50'si kullanılan deterjanların yapısındaki fosfattan gelir. Tarımsal üretim alanlarından yıkanarak suya karışan fosfor miktarı 0,2 – 1 kg P/ha yıl olarak verilmekte olup alıcı ortam suya fosforun % 91'i evsel ve endüstriyel atıklardan gelirken, % 9'u da tarımsal alanlardan gelmektedir. Atık sularla, erozyonla, tarımsal topraklardan drenajla ve yağmur sularıyla gelen azot, fosfor gibi besleyici elementlerin, göl, nehir, durgun su ve körfezlerde maksimum düzeye ulaşması sonucu aşırı alg çoğalmasının ardından ötrofikasyon sorunu ortaya çıkmaktadır (Egemen, 2011).

Ülkemizde sulama sularını en çok kirleten toksik elementlerin başında bor gelmektedir. Doğal olarak sulama sularının tümünde bor bulunur ancak, derişimi çok düşüktür. Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sulamında endüstriyel kirletici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen

bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilir (Provin ve Pitt, 2002). Bitkiler için gerekli olan, ancak özellikle 1 ppm'den fazla bor içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitkilerde ve topraklarda sorun yaratabilmektedir (FAO, 1976). Sulama sularının ve bu sularla sulanan tarım alanlarının çeşitli toksik elementlerce kirlenmesi tarımsal üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisidir (Wilcox, 1958).

Türkiye'nin endüstriyel ve tarımsal anlamda en önemli üretim bölgelerinden olan Büyük Menderes Havzası, başta kirlilik olmak üzere su kaynaklarına ilişkin birçok problemle karşı karşıyadır. Tarımsal üretimin yanı sıra tekstil ve deri sanayi havzadaki önemli üretim alanlarıdır. Hızlı sanayileşme ve şehirleşme sonucunda oluşan endüstriyel ve evsel atıklarla, hatalı kullanılan suni gübre ve pestisitlerden kaynaklanan tarım kirliliği, Büyük Menderes Nehri ekosistemini ve havza verimliliğini olumsuz etkileyerek sürdürülebilir tarımı, çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir (Çondur ve Cömertler, 2010). Işıklı Gölü, Büyük Menderes Nehri'ni besleyen kaynakların üzerindedir. Işıklı Çayı da Işıklı Gölü'nü besleyen çaylardır. Bu nedenle bu çalışmada, Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'ndaki kirliliğin oluşum kaynaklarını ve dolayısıyla Büyük Menderes Nehri'ne etkisini belirlemek ve gerekli önlemlerin alınması yönünde çözümler ortaya koymak amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEMLER

Işıklı Gölü, Büyük Menderes Nehri'ni besleyen kaynakların üzerinde, Çivril Ovası'ndadır ve ovanın sulanması için kullanılmaktadır. Derinliği yaklaşık 7 metre civarındadır. Işıklı Çayı ve yeraltı suları ile beslenir. Suların kontrol altına alınması için yapılan Işıklı Barajı, çevredeki ovalarda yapılan sulamalar için su depolanan bir rezervuar olarak kullanılmaktadır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın akarsu yatağından yüksekliği 7,50 m., normal su kotunda göl hacmi 237,80 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 64,00 km<sup>2</sup> dir.

Gölde, Ustaoglu vd., (2001) Mollusca faunasını, Güner ve Balık (2002) kerevitlerin yumurta verimliliğinin boy ve ağırlıkla ilişkisini, Balık vd., (2004) tatlı su kefali popülasyonunun yaş ve büyüme özelliklerini, Aygen ve Balık (2005) Crustacea faunasını ve Yağcı ve diğerleri (2008) sazan popülasyonunun büyüme özelliklerini araştırmışlardır.

Araştırma materyali olarak, Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'nda saptadığımız istasyonlardan her ay alınan su örnekleri seçilmiştir. Örnekleme Temmuz 2012 - Haziran 2013 tarihleri arasındaki sürede, aylık dönemler halinde yapılmış ve her bir örneklemede ikişer örnek 250 ml'lik polietilen şişelere alınmıştır. Örneklerin alındığı istasyonlar Şekil 1.'de verilmiştir. Birinci istasyon Işıklı Gölü'nde, ikinci istasyon Işıklı Çayı üzerindedir.



**Şekil 1.** Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı üzerindeki örnekleme istasyonları.

İstasyonlardan örnek alınırken, aynı zamanda pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, bulanıklık, iletkenlik parametreleri, TOA WQC (Water Quality Checker) – 20A marka su kalite parametreleri ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Anyonik deterjan tayininde yöntem, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan tuzun kloroformda çözülmesiyle spektrofotometrik olarak ölçümüne dayanır ( Anonymous, 1995). Orto-fosfat fosforu ( $PO_4^{-3}$ -P), asidik ortamda askorbik asit, amonyum molibdat ve potasyum antimonil tartaratla reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asitin spektrofotometrede ölçülmesiyle saptanmıştır (Parsons ve diğerleri, 1984). Bor miktarının belirlenmesi, borun spesifik bir reaktif olan karmin ile oluşturduğu kırmızı renkli bileşiğin spektrofotometrede ölçümüne dayanmaktadır (Hatcher ve Wilcox, 1950; Anonymous, 2005).

## BULGULAR

Bu çalışmada, belirlenen istasyonlarda anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları saptanmış, istasyonlara ve aylara göre değişimleri araştırılmıştır. Ayrıca pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, bulanıklık ve iletkenlik parametreleri TOA WQC (Water Quality Checker) – 20A marka su kalite parametreleri ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Işıklı Gölü’nde, ortalama pH 8.5 ( $\pm 0.6$ ), sıcaklık 15.9 ( $\pm 6.5$ ) °C, çözülmüş oksijen 6.9 ( $\pm 1.5$ ) mg/L, bulanıklık 362 ( $\pm 15.5$ ) mg/L ve iletkenlik 100 ( $\pm 18$ )  $\mu$ S; Işıklı Çayı’nda ortalama pH 8.1 ( $\pm 0.3$ ), sıcaklık 13.5 ( $\pm 5.8$ ) °C, çözülmüş oksijen 6.1 ( $\pm 1.08$ ) mg/L, bulanıklık 365 ( $\pm 15.9$ ) mg/L ve iletkenlik 300 ( $\pm 10$ )  $\mu$ S olarak bulunmuştur.

Anyonik deterjan, fosfat ve bor miktarlarının istasyonlara göre aylık ortalama sonuçlarının verildiği çizelge 1.’de görüldüğü gibi, anyonik deterjan miktarlarının Işıklı Gölü’nde 0.107 – 0.402 mg/L, Işıklı Çayı’nda 0.085 – 0.414 mg/L; fosfat miktarlarının, Işıklı Gölü’nde 0.004 – 0.019 mg/L, Işıklı Çayı’nda 0.005 – 0.016 mg/L; bor miktarlarının Işıklı Gölü’nde 0.147 – 1.283 mg/L Işıklı Çayı’nda 0.032 – 1.285 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır.

**Çizelge 1.** Su örneklerindeki deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonlarının istasyonlara göre aylık ortalamaları (mg/L).

Aylar	Deterjan ( $\pm$ SD<0.001)		Fosfat ( $\pm$ SD<0.001)		Bor ( $\pm$ SD<0.005)	
	Işıklı Gölü	Işıklı Çayı	Işıklı Gölü	Işıklı Çayı	Işıklı Gölü	Işıklı Çayı
Temmuz	0.198	0.18	0.009	0.007	0.928	0.032
Ağustos	0.152	0.153	0.008	0.009	1.063	0.196
Eylül	0.161	0.085	0.009	0.006	0.638	0.196
Ekim	0.142	0.139	0.006	0.006	0.719	0.801
Kasım	0.402	0.303	0.012	0.010	0.294	0.131
Aralık	0.315	0.389	0.009	0.012	0.147	0.131
Ocak	0.107	0.135	0.011	0.009	0.683	0.628
Şubat	0.231	0.388	0.012	0.014	0.710	0.536
Mart	0.264	0.317	0.017	0.010	0.921	0.760
Nisan	0.283	0.349	0.009	0.007	0.973	0.961
Mayıs	0.265	0.267	0.008	0.009	1.216	1.176
Haziran	0.36	0.414	0.009	0.006	1.283	1.285

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Denizli ilinde bulunan ve Büyük Menderes Nehri'ni besleyen Işıklı Gölü'nden ve Işıklı Çayı'ndan alınan su örneklerinde, anyonik deterjan, fosfat ve bor konsantrasyonları belirlenmiş, ayrıca pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, bulanıklık ve iletkenlik parametreleri ölçülmüştür.

Işıklı Gölü'nde, ortalama pH 8.5 ( $\pm 0.6$ ), sıcaklık 15.9 ( $\pm 6.5$ ) °C, çözünmüş oksijen 6.9 ( $\pm 1.5$ ) mg/L, bulanıklık 362 ( $\pm 15.5$ ) mg/L ve iletkenlik 100 ( $\pm 18$ )  $\mu$ S; Işıklı Çayı'nda ortalama pH 8.1 ( $\pm 0.3$ ), sıcaklık 13.5 ( $\pm 5.8$ ) °C, çözünmüş oksijen 6.1 ( $\pm 1.08$ ) mg/L, bulanıklık 365 ( $\pm 15.9$ ) mg/L ve iletkenlik 300 ( $\pm 10$ )  $\mu$ S olarak bulunmuştur. Bu parametreler, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" (Anonim, 2004) ile karşılaştırıldığında Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı sularının çözünmüş oksijen parametresi yönünden II. kalite, diğer tüm parametreler yönünden I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür.

Su örneklerindeki ortalama anyonik deterjan miktarı Işıklı Gölü'nde 0.239 mg/L, Işıklı Çayı'nda 0.260 mg/L; ortalama fosfat miktarı Işıklı Gölü'nde 0.010 mg/L, Işıklı Çayı'nda 0.009 mg/L; ortalama bor miktarı Işıklı Gölü'nde 0.798 mg/L, Işıklı Çayı'nda 0.569 mg/L bulunmuştur. 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'nin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"nde (Anonim, 2004) belirtilen metilen mavisiyle reaksiyon veren yüzey aktif maddeler, toplam fosfor ve bor sınır konsantrasyonları ile istasyonlardan alınan su örneklerindeki anyonik deterjan, fosfat ve bor ortalama miktarları karşılaştırılmıştır. Buna göre; yüzey aktif madde yönünden, Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'ndan alınan su II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında bulunmuştur. Çalışma istasyonlarının etrafında genellikle yerleşim yerleri bulunması nedeniyle, evsel atık yüke bağlı olarak anyonik deterjan yükü artmıştır. Avrupa Birliğinde uygulanan su kalitesi kriterlerinde, metilen mavisi aktif maddelerin tavsiye edilen değeri  $\leq 0.3$  mg/L olarak, sınır değer de 'kalıcı köpük olmamalıdır' şeklinde kabul edilmiştir. Çalışmamız sonunda elde ettiğimiz ortalama değerler tavsiye edilen değerlerin altında bulunmuştur. Fosfat ve bor parametresi yönünden, Işıklı



Gölü ve Işıklı Çayı'ndan alınan su I. sınıf yani kirlenmemiş su sınıfında bulunmuştur. Özellikle yaz aylarında deterjan miktarları azalmıştır. Evsel atık sularda bulunan fosfor miktarının %50'si evlerde kullanılan deterjan yapısındaki fosfattan kaynaklandığı için, deterjan miktarına paralel olarak bu aylarda fosfat miktarı da azalmıştır.

Bu çalışmada elde ettiğimiz pH ve sıcaklık değerleri, Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'nda daha önce yapılan çalışmalardaki değerlere yakın olmakla birlikte, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değerlerinin bu çalışmalarda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'nda daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında, deterjan, fosfat ve bor kirliliği ile ilgili çalışma bulunmamaktadır.

Gediz Nehrinde deterjan ve fosfat kirliliğinin saptandığı bir çalışmada, anyonik deterjan 0,084 – 5,592 mg/L, fosfat konsantrasyonu 4,4 – 248,1 µg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuş, özellikle evsel atık yükü fazla olan istasyonlarda suyun, deterjan ve fosfat yönünden kirlenmiş su sınıfında olduğu belirtilmiştir (Minareci vd., 2009a).

Gediz Nehrinin bir kolu olan Karaçay'da anyonik deterjan konsantrasyonu 0.071–1.122 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0.002–0.225 mg/L, bor konsantrasyonu 0.134–3.937 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuş, Karaçay'ın anyonik deterjan parametresi yönünden III. sınıf (kirlenmiş su), fosfat parametresi yönünden II. sınıf (az kirlenmiş su), bor parametresi yönünden IV. sınıf (çok kirlenmiş su) sınıfında olduğu saptanmıştır (Minareci vd., 2009b).

Manisa ilinde bulunan Avşar Baraj Gölü, Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü, Gölarmara Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde anyonik deterjan, fosfat konsantrasyonları belirlenmiştir. Buna göre; anyonik yüzey aktif madde ve fosfat yönünden, bütün istasyonlardan alınan su I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında bulunmuştur (Minareci vd., 2010).

Büyük Menderes Nehri'nde gerçekleştirilen bir çalışmada, bor konsantrasyonu 0.33–6.41 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuş, su örneklerindeki bor değerlerinin özellikle yer altı termal su kaynaklarının



bulunduğu bölgelerde yüksek değerlere ulaştığı bildirilmiştir (Aydın ve Seferoğlu, 2000).

Akar (2007), Büyük Menderes Nehri yüzey suyunda, nehre yapılan jeotermal atık su deşarjları nedeniyle bazı istasyonlarda bor konsantrasyonunu 1.1 mg/L olarak saptamış ve tarımsal sulama için kullanılan nehir suyunun direkt olarak tarımsal ürünlerin üretimini etkilediğini belirtmiştir.

Büyük Menderes Nehri'nde su kalite ölçümlerinin yapıldığı bir çalışmada, Büyük Menderes Nehri'nin ortalama bor değerinin 0.6 mg/L olduğu saptanmıştır (Küçük, 2007).

Gediz Nehri'nin su kalitesi açısından bor içeriğinin belirlendiği başka bir çalışmada, bor konsantrasyonları 0.19–2.25 mg/L arasında belirlenmiş, bazı noktalardaki yüksek bor değerlerinin sebebinin doğal ve/veya endüstriyel deşarjlar olduğu sonucuna varılmıştır (Demirbaş ve Orhun, 2008).

Manisa ilinde bulunan Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü, Avşar Baraj Gölü ve Gölmarmara Gölü'nden alınan su örneklerinde bor konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada bor konsantrasyonları Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü ve Gölmarmara Gölü'nde inorganik kirlilik sınır değerlerinin altında, Avşar Baraj Gölü'nde ise inorganik kirlilik sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Minareci ve Öztürk, 2012).

Gediz Nehri'nde bor konsantrasyonlarının belirlendiği diğer bir araştırma sonucunda, bor konsantrasyonları 0.125 – 4.548 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuş ve Gediz Nehri'nin bor parametresi yönünden IV. sınıf yani çok kirlenmiş su sınıfında olduğu belirlenmiştir (Minareci, 2014).

Çalışmamızda elde ettiğimiz anyonik deterjan, fosfat ve bor değerleri, özellikle Ege Bölgesi'nde yapılan bu çalışmalarda elde edilen değerler ile karşılaştırdığında genellikle daha düşük olduğu görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, su kirliliği ile ilgili olarak yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi tarafından 2012-099 numaralı proje kapsamında desteklenmiş, Murat ÇAKIR'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

Akar, D., (2007). Potential boron pollution in surface water, crop and soil in the lower Büyük Menderes basin, *Environmental Engineering Science*, **24**, 1273-1279.

Anonim, (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, Tarih 31.12.2004, Sayı 25687.

Anonymous, (1995). Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th Ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington.

Anonymous, (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st Ed. APHA, AWWA, WEF, Washington.

Aydın, G., Seferoğlu, S., (2000). Investigation of boron concentration of some irrigation waters used in Aydın region for plant nutrient and soil pollution, *Proceedings Of International Symposium On Desertification*, 109-115, Konya.

Aygen, C. ve Balık, S., (2005). Işıklı Gölü ve kaynaklarının (Çivril-Denizli) Crustacea faunası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **22**, 371-375.

Balık, S., Sarı, H.M., Ustaoglu, M.R. ve İlhan, A., (2004). Işıklı Gölü (Çivril, Denizli, Türkiye) tatlısu kefalı (*Leuciscus cephalus* L., 1758) populasyonunun yaş ve büyüme özellikleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **21**, 257-262.

Çondur, F. ve Cömertler, N., (2010). Çevre kirliliği ve yoksulluk ilişkisi: Büyük Menderes Havzası örneği, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, **2 (2)**, 1309-8020.

Demirbaş, P., Orhun, Ö., (2008). Kuzey Ege, Gediz ve Küçük Menderes Havzalarında 2003–2007 yılları arasında su kalitesi açısından bor içeriğinin spektrofotometrik analiz metodu ile belirlenmesi ve değerlendirilmesi, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, *Havza Kirliliği Konferansı*, 47-56, İzmir.

Egemen, Ö., (2006). Çevre ve Su Kirliliği (3. Baskı), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:42, 120 s., Bornova – İzmir.

Egemen, Ö., (2011). Su Kalitesi ( 7. Baskı), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, 150 s., Bornova – İzmir.

FAO (Food and Agriculture Organisation), (1976). Water quality for agriculture, irrigation and drainage, Paper 29: 81, Rome.

Guha, S. ve Jaffe, P.R., (1996). Bioavailability of hydrophobic compounds partitioned into the micellar phase of nonionic surfactants, *Environmental Sciences and Technology*, **30**, 1382-1391.

Güner, U. ve Balık, S., (2002). Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) tatlısu kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) yumurta verimliliğinin boy ve ağırlıkla ilişkisi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **19**, 109-113.

Hatcher J.T. Wilcox L.V., (1950). Colorimetric Determination Of Boron Using Carmine, *Analytical Chemistry*, **22 (4)**, 567-569.

Küçük, S., (2007). Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **4**, 7 – 13.

Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö. ve Minareci, E., (2009a). Detergent and phosphate pollution in Gediz River, Turkey, *African Journal of Biotechnology*, **8**, 3568-3575.

Minareci, O., Minareci, E., Öztürk, M., (2009b). Karaçay'da (Manisa) deterjan, fosfat ve bor kirliliğinin araştırılması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **26**, 171-177.

Minareci, O., Öztürk, M., Kalyoncu F., Minareci E., (2010). Manisa ili baraj göllerinde deterjan kirliliği ve mikrobiyolojik kirliliğin araştırılması, Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, Proje No: FEF 2007/85, Manisa.

Minareci, O., Öztürk, M., (2012). Manisa ili baraj göllerinde bor kirliliğinin araştırılması, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **5**, 25-29.

Minareci, O., (2014). Investigation of boron pollution in the Gediz River, *Ekoloji*, **23(91)**, 91- 97.

Parsons T.R., Y. Matia, C.M. Lalli, (1984). A manual of chemical and biological methods for seawater analysis, Pergamon Press, New York.

Provin, T.L., Pitt, J.L., (2002). Description of water analysis parameters,

soil and crop science department, The Texas A&M University.

Sales, D., Quiroga, J.M., Gomez-Parra, A., (1996). Primary biodegradation kinetics of anionic surfactants in marine environment, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **39**, 385-392.

Tan, A., (2006). Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi, *Yüksek lisans tezi*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Ustaoglu, M.R., Balık, S., Özbek, M., (2001). Işıklı Gölü'nün (Çivril-Denizli) Mollusca faunası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **18**, 135-139.

Wilcox, L.V., (1958). Determining the quality of irrigation water, *Agriculture Information Bulletin*, 197.

Yağcı, M.A., Alp, A., Yeğen, V., Uysal, R., Yağcı, A., Ceylan, M., (2008). Işıklı Gölündeki (Çivril-Denizli) Sazan populasyonunun (Cyprinus carpio L., 1758) büyüme özellikleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25**, 337-341.