

Adıgüzel Baraj Gölü'nde (Denizli/Türkiye) Deterjan, Fosfat, Bor ve Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi

Orkide MİNARECİ¹, Murat ÇAKIR²

ÖZET: Bu çalışma Adıgüzel Baraj Gölü'ndeki deterjan, fosfat, bor ve ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ortalama anyonik deterjan, fosfat, bor, bakır, nikel, krom ve kurşun konsantrasyonları, sırasıyla 0.235 mg L⁻¹, 0.009 mg L⁻¹, 0.659 mg L⁻¹, 0.0048 mg L⁻¹, 0.0170 mg L⁻¹, 0.0016 mg L⁻¹, 0.0002 mg L⁻¹ bulunmuştur. Bu değerler "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ile karşılaştırılmıştır. Adıgüzel Baraj Gölü anyonik deterjan parametresi açısından II. sınıf (az kirlenmiş su), fosfat, bor ve ağır metal parametreleri açısından I. sınıf (kirlenmemiş su) olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Adıgüzel Baraj Gölü, ağır metal, anyonik deterjan, bor, fosfat

Determination of Detergent, Phosphate, Boron and Heavy Metal Pollution in Adıgüzel Dam Lake (Denizli/Turkey)

ABSTRACT: This study was performed to determine of anionic detergent, phosphate, boron and heavy metal pollution in Adıgüzel Dam Lake. The average concentrations of anionic detergent, phosphate, boron, copper, nickel, chromium and lead were found 0.235 mg L⁻¹, 0.009 mg L⁻¹, 0.659 mg L⁻¹, 0.0048 mg L⁻¹, 0.0170 mg L⁻¹, 0.0016 mg L⁻¹, 0.0002 mg L⁻¹, respectively. These values were compared with "Quality Criteria for Inland Water Resources by Class". Adıgüzel Dam Lake was classified as II. class (less contaminated water) in terms of anionic detergent parameter and I. class (uncontaminated water) in terms of phosphate, boron and heavy metal parameters.

Keywords: Adıgüzel Dam Lake, anionic detergent, boron, heavy metal, phosphate

¹ Orkide MİNARECİ (0000-0001-6746-6057), Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa, Turkey
² Murat ÇAKIR (0000-0002-5636-1636), Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa, Turkey
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Orkide MİNARECİ, orkide.minareci@cbu.edu.tr

GİRİŞ

İnsanın yaşamının her döneminde yaşamsal faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için su gerekli bir maddedir ve kendisi de bir yaşam ortamıdır. Bu nedenle suyun yaşam ortamında bulunması ve kalitesi çok önemlidir (Akın ve Akın, 2007). Dünyada nüfusun çok fazla artışı, endüstri ve teknolojinin hızlı gelişimi, insanlarda çevre koruma bilincinin oluşmaması gibi sebeplerle kullanılabilir suyumuz gittikçe azalmaktadır. İçme suyu kaynaklarımızın artarak kirlenmesi de kötü sonuçlar doğuran sorunlar yaşamamıza sebep olmaktadır (Dağlı, 2005; Atalık, 2006).

Başta sentetik deterjanlar olmak üzere yüzey aktif maddeler, temizlik madde formülasyonlarında dünyada yaygın bir şekilde kullanılarak, evsel ve endüstriyel atık sularla alıcı su ortamlarına önemli miktarda karbonlu atık madde olarak katılmaktadır. Genelde parçalanabilir yüzey aktif maddeler arıtma tesislerinde uzaklaştırılabilir de, indirgenmiş konsantrasyonlarda atık sularla akarsulara verilmektedir (Vural, 1983).

Akuatik ortamlarda fosfor, çok yönlü ve karmaşık kimyasal dengelerin anahtar elemanlarından biridir. Evsel atık sularda fosforun yaklaşık yarısı kullanılan deterjanların yapısındaki fosfattan gelir. Alıcı ortama suya fosforun % 91'i evsel ve endüstriyel atıklardan gelirken, % 9'u da tarımsal alanlardan gelmektedir (Egemen, 2011).

Bor bileşikleri yerüstü ve yeraltı sularında yaygın olarak bulunur. Dünyada bor konsantrasyonu, yeraltı sularında $>0.3 \text{ mg L}^{-1}$ ve $<100 \text{ mg L}^{-1}$, deniz suyunda $0.5-9.6 \text{ mg L}^{-1}$, tatlı sularda ise $0.01-1.5 \text{ mg L}^{-1}$ arasındaki değerlerdedir. Ayrıca kanalizasyon atık sularında bor konsantrasyonu $5-100 \text{ mg L}^{-1}$ arasındadır. Bor elementinin toksik limit değeri, bitkiler, hayvanlar ve insanlar için içme ve sulama sularında belirlenmiş olan limit değer ile aynı olarak atık sularda da 1.0 mg L^{-1} alınabilir (Kabay ve ark., 2006).

Selenyum, demir, mangan ve kobalt gibi elementler topraktan sulara karışmakta, magnezyum, potasyum ve kobalt elementleri havaya deniz suyundan geçmekte, çinko, bakır, kadmiyum, civa, antimon, arsenik, argon, kurşun, krom, selenyum

gibi zehirli elementler atmosfere antropojenik faaliyetlerle karıştıktan sonra sulara ve toprağa karışmaktadır (Samsunlu, 1999).

Büyük Menderes Nehri'nin su kalitesinin belirlenmesi için yapılan araştırmada, Adıgüzel Baraj Gölü su kalite parametre değerleri düşük konsantrasyonlarda bulunmuştur (Küçük, 2007). Daha sonra çoğunlukla göldeki balık faunası üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bıyıklı balık (*Luciobarbus kottelati* Turan, Ekmekçi, İlhan & Engin, 2008) türünün Adıgüzel Baraj Gölü'ndeki popülasyonunun bazı büyüme özellikleri saptanmıştır (Başiaçık ve ark., 2012). Yapılan diğer bir araştırmada, Adıgüzel Baraj Gölü'nde yayılışı bulunan endemik tatlı su balığı *Chondrostoma meandrense* Elvira, 1987'nin bazı büyüme özellikleri araştırılmıştır (Gürleyen ve ark., 2012).

Ülkemizin tarım ve endüstri alanında en önemli üretim bölgelerinden olan Büyük Menderes Havzası, başta kirlilik olmak üzere su kaynakları ile ilgili problemlerle karşı karşıyadır. Tarımsal üretimin yanı sıra deri ve tekstil endüstrisi de havzada oldukça gelişmiştir (Çondur ve Cömertler, 2010).

Büyük Menderes Nehri, tarımsal açıdan önemli bir bölge olan Büyük Menderes Havzası'nın can damarıdır. Ama nehir, yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel atık sularla, sanayi kuruluşlarından kaynaklanan endüstriyel atık sularla, gübre ve pestisit kullanıldığı için kimyasal maddeler içeren sulamadan dönen sularla ve jeotermal enerji santrali atık sularıyla kirlenmektedir. Bu nedenle Büyük Menderes'in su kalitesi bozulmakta ve kullanımı sınırlandırılmaktadır.

Adıgüzel Baraj Gölü, Büyük Menderes Nehri üzerinde bulunmaktadır. Göl suyunun kalitesinin bozulmasının, içme suyu, tarımsal kullanım ve balıkçılık açısından dolayısıyla da insan sağlığı açısından olumsuz etkiler yapacağı düşünüldükçe, bu çalışmada Adıgüzel Baraj Gölü'nün anyonik deterjan, fosfat, bor ve ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Adıgüzel Baraj Gölü, Büyük Menderes Nehri üzerinde, Denizli ve Uşak il sınırları içerisinde.

Baraj Gölü tarımsal sulamada, enerji üretiminde ve taşkın korumada kullanılmaktadır. Rakımı yaklaşık 430 m olan baraj gölü, 89 600 hektarlık bir alanı sulamada kullanılırken, 62 MW güç ile de yıllık 280 GWh'lık enerji üretmektedir (DSİ, 2017). Su örnekleri, ilk istasyon olarak belirlediğimiz

baraj kapaklarının bulunduğu bölgeden ve ikinci istasyon olarak da, baraj gölünü besleyen önemli kaynaklardan birisi olan Hamam Çayı'nın göle etkisini belirlemek için, çayın baraj gölüne ulaştığı bölgeden alınmıştır. Örneklerin alındığı istasyonlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Adıgüzel Baraj Gölü üzerindeki örnekleme istasyonları

Belirlenen istasyonlardan, her bir örneklemede üçer su örneği alınarak, aylık periyotlar halinde örnekleme yapılmıştır. Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde ve iletkenlik parametreleri, TOA WQC (Water Quality Checker) – 20A marka su kalite parametreleri ölçüm cihazı ile arazide ölçülmüştür. Anyonik deterjan (Anonim, 1995), orto-fosfat fosforu (Parsons et al., 1984), bor (Hatcher and Wilcox 1950; Anonim, 2005) konsantrasyonları ise laboratuvarında spektrofotometre ile ölçülmüştür. Ağır metal analizleri de, ICP-MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Adıgüzel Baraj Gölü'nde, ortalama sıcaklık 18.1 (± 5.4) °C, pH 8.6 (± 0.5), çözünmüş oksijen 6.9 (± 2.5) mg L⁻¹, toplam çözünmüş madde 360 (± 20.9) mg L⁻¹ ve iletkenlik 100 ($\pm 0,0004$) μ S cm⁻¹ olarak bulunmuştur. Anyonik deterjan 0.07 – 0.403 mg L⁻¹, fosfat 0.006 – 0.018 mg L⁻¹, bor 0.016 – 1.316 mg L⁻¹, bakır 0.0004 – 0.0049 mg L⁻¹, nikel 0.0043 – 0.0396 mg L⁻¹, krom 0.0009 – 0.0196 mg L⁻¹, kurşun 0 – 0.0004 mg L⁻¹ değerleri arasında değişmekte olup, bu konsantrasyonların aylık ortalama sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Su örneklerindeki deterjan, fosfat, bor, bakır, nikel, krom ve kurşun konsantrasyonlarının aylık ortalamaları (mg L⁻¹)

Aylar	Deterjan	Fosfat	Bor	Bakır	Nikel	Krom	Kurşun
Temmuz	0.124	0.006	0.016	0.0012	0.0257	0.0015	0.0000
Ağustos	0.137	0.006	0.082	0.0025	0.0226	0.0014	0.0004
Eylül	0.070	0.006	0.736	0.0008	0.0221	0.0017	0.0000
Ekim	0.151	0.009	1.063	0.0005	0.0169	0.0011	0.0002
Kasım	0.276	0.01	0.131	0.0013	0.0396	0.0016	0.0003
Aralık	0.253	0.009	0.409	0.0031	0.0332	0.0011	0.0001
Ocak	0.138	0.017	0.608	0.0006	0.0124	0.0009	0.0000
Şubat	0.352	0.018	0.571	0.0025	0.0012	0.0014	0.0000
Mart	0.284	0.009	0.731	0.0015	0.0043	0.0031	0.0002
Nisan	0.287	0.013	0.961	0.0004	0.0140	0.0196	0.0002
Mayıs	0.344	0.006	1.316	0.0009	0.0077	0.0167	0.0003
Haziran	0.403	0.007	1.285	0.0049	0.0048	0.0074	0.0003
ORTALAMA	0.235	0.009	0.659	0.0048	0.0170	0.0016	0.0002

Her bir değer, üç tekrarlı 2 istasyondan alınan 3 örneğin (n = 18) ortalamasıdır. Standart hata ($\pm SH < 0.001$)

Ortalama olarak anyonik deterjan miktarı 0.235 mg L⁻¹, fosfat miktarı 0.009 mg L⁻¹, bor miktarı 0.659 mg L⁻¹, bakır miktarı 0.0048 mg L⁻¹, nikel miktarı 0.0170 mg L⁻¹, krom miktarı 0.0016 mg L⁻¹, kurşun miktarı 0.0002 mg L⁻¹ bulunmuştur. Elde ettiğimiz tüm değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete, 2004) çerçevesinde Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ile karşılaştırıldığında, Adıgüzel Baraj Gölü sularının çözünmüş oksijen parametresi ve yüzey aktif madde yönünden II. kalite, diğer tüm parametreler yönünden I. kalite su sınıfında olduğu görülmüştür. Adıgüzel Baraj Gölü'nün yerleşim yerlerine yakın bölgede olması nedeniyle ve deşarjların göle ulaştığı düşünülürse, evsel atık yüke bağlı olarak anyonik deterjan yükünün arttığı sonucuna varılabilir. Ortalama anyonik deterjan konsantrasyonumuz (0.235 mg L⁻¹), Avrupa Birliği su kalitesi kriterlerinde ≤ 0.3 mg L⁻¹ olarak kabul edilen yüzey aktif madde konsantrasyonunun altındadır.

Adıgüzel Baraj Gölü su kalite verileri, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Resmi Gazete, 2012) Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri'ne göre değerlendirildiğinde, gölün toplam

fosfor parametresine göre oligotrofik göl sınıfına girdiği belirlenmiştir. Göllerde yapılan benzer çalışmalarda da göllerin trofik seviyeleri belirlenmiştir.

Samsun Kızılırmak Deltası'ndaki Balık Gölü su kalitesinin ve trofik seviyesinin belirlendiği çalışmada, özellikle denize yakın kıyılarında gölün aşırı ötrofikleştiği belirtilmiştir (Cüce ve ark., 2011).

Borçka Baraj Gölü (Artvin)'nde yapılan bir çalışmada su kalite verileri, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri ile karşılaştırılmış ve gölün mezotrofik göl olduğu saptanmıştır (Bilgin, 2015).

Işıktepe Baraj Gölü (Maden, Elazığ)'nde yapılan su kalitesi çalışması sonucunda, Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği A ve B grubu parametrelerine göre baraj gölü "yüksek kaliteli" ve "az kirlenmiş" sınıflarında bulunmuştur (Küçükyılmaz ve ark., 2014).

Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin incelendiği çalışmada, gölün mezotrofik göllerin özelliğine sahip olduğu ve su ürünleri yetiştiriciliği için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır (Küçükyılmaz ve ark., 2017).

Adıgüzel Baraj Gölü'nde daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında özellikle barajın üzerinde kurulduğu Büyük Menderes Nehri'nde ve barajın bulunduğu bölgedeki iç sularda ilgili çalışmalar vardır.

Büyük Menderes Nehri'nde yapılan araştırmada, bor miktarının 0.33 – 6.41 mg L⁻¹ arasında olduğu bulunmuş, özellikle yer altı termal su kaynaklarının bulunduğu bölgelerde bor konsantrasyonunun yüksek olduğu belirlenmiştir (Aydın ve Seferoğlu, 2000).

Yine Büyük Menderes Nehri yüzey suyunda yapılan bir çalışmada, nehre yapılan jeotermal atık su deşarjları nedeniyle bazı istasyonlarda bor konsantrasyonu 1.1 mg L⁻¹ olarak saptanmış ve tarımsal sulama için kullanılan nehir suyunun direkt olarak tarımsal ürünlerin üretimini etkilediği belirtilmiştir (Akar, 2007).

Küçük (2007), Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerini değerlendirdiği çalışmasında, nehrin ortalama bor değerini 0.6 mg L⁻¹ saptamıştır.

Büyük Menderes Nehri'ni besleyen kaynakların üzerinde bulunan Işıklı Gölü ve Büyük Menderes Nehri'nin güney kolu olan Işıklı Çayı'nda yapılan çalışmada da, su örneklerinde anyonik deterjan konsantrasyonu Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre değerlendirilmiştir. Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı, yüzey aktif madde açısından II. Sınıf (az kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir (Çakır ve Minareci, 2015).

Çivril Gölü (Işıklı Gölü) yüzey suyu kalitesinin değerlendirildiği başka bir araştırmada da, gölün bazı istasyonlarında özellikle yaz mevsiminde organik kirliliğin çok arttığı ve çözünmüş oksijen miktarının da oldukça azaldığı belirtilmiştir (Bulut ve ark., 2012).

Mumcular Barajı'nın fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, ortalama su sıcaklığı 20.7 °C, pH 8.3, çözünmüş oksijen 7.3 mg L⁻¹, fosfat 0.2 mg L⁻¹, turbidite 7.4 NTU olarak belirlenmiştir. Kıta içi su kriterlerine göre Mumcular Baraj Gölü'nün II. sınıf özellik gösterdiği belirtilmiştir (Yılmaz, 2004). Büyük Menderes Nehri'nde yapılan bu çalışmalarda elde edilen anyonik deterjan, fosfat ve bor değerleriyle bizim çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama değerler karşılaştırıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama ağır metal konsantrasyonlarını, bazı göllerde yapılan ağır metal

kirliliği çalışmalarında elde edilen konsantrasyonlarla karşılaştırdığımızda, genel olarak düşük olduğu görülmektedir.

Meriç Nehri Deltası'ndaki Gala Gölü ve gölü besleyen kaynaklardan alınan su ve sediment örneklerinin çoğunda kadmiyum, kurşun, mangan, kobalt ve bakır sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır (Dökmeçi ve Dinçer, 2005).

Karacaören II Baraj Gölü'nde yapılan kirlilik araştırmasında, krom, kadmiyum ve civa bütün mevsimlerde limit değerlerin altında bulunmuş, stronsiyumun ise suda en fazla biriken metal olduğu belirlenmiştir (Kır ve Tumantozlu, 2012).

Su ve sedimentte ağır metal birikiminin incelendiği Kovada Gölü'ndeki çalışmada, suda en fazla bulunmuş olan demir tüm mevsimlerde, çinko 2005 ilkbahar ve 2006 kış mevsimlerinde, alüminyum 2005 yaz mevsiminde, nikel 2005 ilkbahar mevsiminde ve mangan 2006 kış mevsiminde belirlenmiş, kadmiyum, krom, bakır ve kurşun da tüm mevsimlerde ICP-OES'in analiz limit değerinin altında bulunmuştur (Kır ve ark., 2007).

Sapanca ve Abant Göllerinde yapılan bir çalışmada, Sapanca Gölü su ve sedimentinde ağır metal kirliliğinin trafikten, fosseptik atıklardan, tarımsal gübre ve ilaçlardan kaynaklandığı, Abant Gölü'nde ise trafik ve fosseptik atık kaynaklı olduğu belirlenmiştir (Duman, 2005).

Van Gölü'nde yapılan ağır metal kirliliği araştırmasında, bakırın limit değerinin altında, demir, mangan ve kurşunun limit değerlerin üzerinde, kadmiyum, çinko ve mangana göre de suyun I. ve II. kalitede olduğu bulunmuştur (Zengin, 2008).

Köyceğiz Gölü sedimentinde ağır metal fraksiyonlarının incelendiği araştırmada, mangan dışındaki metallerin risk oluşturmadığı veya düşük risk oluşturduğu, manganın ise aşırı derecede yüksek risk oluşturduğu tespit edilmiştir (Keskin ve ark., 2012).

Damsa Barajı (Nevşehir) yüzey suyu kalitesinin belirlendiği çalışmada, pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve amonyum parametreleri açısından baraj suyunun tarımsal sulamada kullanılabileceği, ağır metaller ve toksik madde açısından ise kullanıma uygun olmadığı belirtilmiştir (Kalıpcı ve ark., 2017).

SONUÇ

Büyük Menderes Nehri üzerinde bulunan Adıgüzel Baraj Gölü, özellikle tarımda sulama için kullanılmaktadır. Tarım bölgesi olan Büyük Menderes Havzası'nda tarımsal sulama için kullanılan suyun kalite parametrelerinin bilinmesi ve izlenmesi sürdürülebilir bir tarım açısından önem taşımaktadır. Çalışmamızın sonucunda anyonik deterjan konsantrasyonları yüksek bulunmuştur. Adıgüzel Baraj Gölü'nün yerleşim yerlerine yakın bölgede olması nedeniyle ve deşarjların göle ulaştığı düşünülürse, evsel atık yüke bağlı olarak anyonik deterjan yükünün arttığı sonucuna varılabilir. Biyolojik parçalanabilirliği yüksek olan yüzey aktif maddeler kullanıldığında deterjan kirliliği önlenir. Deterjanlarda suyun sertliğinin giderilmesi için kullanılan sodyum tripoli fosfat kullanılmamalı, kirlilik yaratmayan başka maddeler kullanılmalıdır. Deterjanın mikroorganizmalarca yenmesi şeklinde olan biyolojik arıtım yapıldıktan sonra evsel atık sular alıcı ortama verilmelidir. Evsel atık su arıtım tesislerinde organik madde konsantrasyonu çok yüksek olduğundan,

ortamda hızlı bir şekilde çoğalan mikroorganizmalar deterjanları kuvvetlice absorbladığında, deterjan konsantrasyonu azaltılabilecektir. Böylece deterjan miktarları kaynağında kontrol edilecek, alıcı sularda canlılar için toksik etkiler azalacaktır. Gölde fosfat, bor ve ağır metal konsantrasyonlarının kriter değerlerden düşük olması, gölün endüstri bölgesine ve termal suların çıktığı bölgeye uzak olması nedeniyle beklenen bir sonuçtur. Bu da göl sularının özellikle tarımsal sulama için kullanımının bu parametreler açısından uygun olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2012-099 numaralı proje kapsamında desteklenmiş Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir. Ayrıca ağır metal ölçümleri de 2013-139 numaralı proje kapsamında yapılmıştır. Projeleri destekleyen Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

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.
- Akın M, 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.
- Anonim, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th Edition, APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- Anonim, 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Edition, APHA, AWWA, WEF, Washington.
- Atalık A, 2006. Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. *Bilim ve Ütopya*, 139: 18-21.
- 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*, 13-17 June 2000, Konya, 109-115.
- Başıaçık S, Sarı HM, İlhan A, Ustaoglu MR, 2012. Adıgüzel baraj gölü (Denizli) bıyıklı balık (*Luciobarbus kottelati* Turan, Ekmekçi, İlhan ve Engin, 2008) populasyonunun bazı büyüme özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 6(1): 32-38.
- Bilgin A, 2015. Borçka Baraj Gölü su kalitesinin çok değişkenli istatistiksel yöntemle değerlendirilmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2): 287-293.
- Bulut C, Atay R, Uysal K, Köse E, 2012. Çivril Gölü (Işık Gölü) yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi – C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 2(1): 1-8.
- Cüce H, Bakan G, Akıncı H, 2011. Balık Gölü (Kızılırmak Deltası, Samsun) su kalitesinin konumsal analizi. *TMMOB (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 31 Ekim – 4 Kasım 2011, Antalya.
- Çakır M, Minareci O, 2015. Işık Gölü ve Işık Çayı'nda (Çivril-Denizli) deterjan, fosfat ve bor kirliliğinin araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 30(1): 23-34.
- Çondur F, Cömertler N, 2010. Çevre kirliliği ve yoksulluk ilişkisi: Büyük Menderes Havzası Örneği. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(2): 1309-8020.
- Dağlı H, 2005. İçme suyu kalitesi ve insan sağlığına etkileri, bizim iller. *İller Bankası Aylık Yayın Organı*, 3: 16-21.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017. Adıgüzel Barajı. <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=153> (Erişim tarihi: 19 Ağustos, 2017).
- Dökmeci AH, Dinçer AR, 2005. Gala gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında ağır metal kirliliğinin araştırılması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 122 s.
- Duman F, 2005. Sapanca ve Abant Gölü su, sediment ve sucul bitki örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 227 s.
- Egemen Ö, 2011. Su Kalitesi. 7. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, Bornova – İzmir, 90-91.
- Gürleyen N, İlhan A, Başiaçık S, Ustaoglu MR, Sarı HM, 2012. Adıgüzel baraj gölü'ndeki kababurun balığı (*Chondrostoma meandrense* Elvira, 1987)'nin bazı büyüme özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 29(3): 123-126.

- Hatcher JT, Wilcox LV, 1950. Colorimetric determination of boron using. *Analytical Chemistry*, 22(4): 567-569.
- Kabay N, Yılmaz I, Bryjak M, Yüksel M, 2006. Removal of boron from aqueous solutions by ion exchange-membrane hybrid process. *Desalination*, 198: 74-81.
- Kalıpcı E, Cüce H, Toprak S, 2017. Damsa Barajı (Nevşehir) yüzey suyu kalitesinin coğrafi bilgi sistemi ile mekansal analizi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1): 312-319.
- Keskin F, Demirak A, Şahin Y, 2012. Köyceğiz Gölü sedimentinde ağır metal fraksiyonlarının incelenmesi. 26.Ulusal Kimya Kongresi, 1-6 Ekim 2012, Muğla.
- Kır İ, Özan ST, Tuncay Y, 2007. Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2): 155-158.
- Kır İ, Tumanozlu H, 2012. Karacaören-II Baraj Gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 21(82): 65-70.
- Küçük S, 2007. Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4: 7-13.
- Küçükylmaz M, Örnekcı GN, Uslu AA, Özbey N, Şeker T, Birici N, Yıldız N, Koçer MAT, 2014. Işıktepe Baraj Gölü (Maden, Elazığ) kıyı bölgesi fizikokimyasal su kalitesi üzerine ilk bulgular. *Yunus Araştırma Bülteni*, 14(2): 55-63.
- Küçükylmaz M, Uslu G, Birici N, Örnekcı NG, Yıldız N, Şeker T, 2017. Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin incelenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 17(2): 145-155.
- Parsons TR, Matia Y, Lalli CM, 1984. A manual of chemical and biological methods for sea water analysis. Pergamon Press, New York, 173 p.
- Resmi Gazete, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Tarih 31.12.2004, Sayı 25687.
- Resmi Gazete, 2012. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Tarih 30.11.2012, Sayı 28483.
- Samsunlu A, 1999. Çevre Mühendisliği Kimyası. Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayını, İstanbul, 394s.
- Vural N, 1983. Sentetik deterjanlar. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 165(14): 9-11.
- Yılmaz F, 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri. *Ekoloji Dergisi*, 13(50): 10-17.
- Zengin O, 2008. Van Gölü ve gölü besleyen kaynaklarda ağır metal kirliliğinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 104 s.