

Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

*İsmail Kır¹, Selda Tekin Özcan¹, Yusuf Tuncay²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

²Bahçelievler İlköğretim Okulu, Isparta, Türkiye

*E mail: selda@fef.sdu.edu.tr

Abstract: *The seasonal variations of some heavy metals in Kovada Lake's water and sediment.* This study which was carried out between 05.04.2005-23.02.2006 aimed to investigate accumulation of some heavy metals in water and sediment of Kovada Lake. The heavy metal analysis of samples were carried out using ICP-OES. The results of heavy metal analysis in Kovada Lake's water, Fe in all seasons, Zn in Spring-2005 and Winter-2006, Al in only Summer-2005 and Ni in only Spring-2005 were determined. Although this, Mn in Summer-2005 and, Cd, Cr, Cu and Pb in all seasons were below detection limit of ICP-OES. It was determined that Fe was the highest metal in water. Heavy metal levels in water were increased in summer and spring months. The results of heavy metal analysis of sediment, while Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al and Ni were determined in all seasons, Cd was below detection limit in summer-2005 and autumn-2005. It was determined that Al was the highest metal in sediment. The metal concentrations reached the maximum level in summer months. There is not any danger according to acceptable levels of heavy metal in water given by Ministry of agriculture and Rural affairs in Kovada Lake's water except Fe in Summer-2005 and Zn in Spring-2005 and Winter-2005.

Key Words: Heavy metal, Water, Sediment, Kovada Lake, Pollution.

Özet: 05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin birikiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Örneklerin ağır metal analizi ICP-OES cihazı ile yapılmıştır. Kovada Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizinde Fe her mevsimde, Zn İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da, Al sadece Yaz-2005'de ve Ni sadece İlkbahar-2005'de belirlenmiştir. Buna karşın Mn Kış-2006'da, Cd, Cr, Cu ve Pb tüm mevsimlerde ICP-OES'nin analiz limitinin altında çıkmıştır. Suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu tespit edilmiştir. Suda tespit edilen metallerin yaz ve ilkbahar aylarında arttığı saptanmıştır. Kovada Gölü'nün sedimentinde yapılan ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'de ICP-OES'nin analiz limitinin altında kalmıştır. Sedimentte en fazla biriken metal Al'dur. Metal birikiminin yaz aylarında en yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; Kovada Gölü'nün suyunda tespit edilen ağır metal miktarlarının Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın verdiği sucül ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre Fe'nin Yaz-2005, Zn'nun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki miktarları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Su, Sediment, Kovada Gölü, Kirillik.

Giriş

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi sonucu, endüstri ve sanayi atıkları ile kentsel atıkların bulunduğu kanalizasyon sularının boşaltıldığı nehir ve göller kirlenmekte, sucül ortamda yaşayan canlı organizmaların hayatı tehdit edilmektedir.

Sulardaki anorganik kirlenmenin en önemli kaynağını ağır metaller oluşturur. Ağır metaller erozyonla taşınan kaya parçalarıyla, rüzgarın taşıdığı tozlarla, volkanik aktivitelerle, ormanların yanmasıyla ve bitki örtüsüyle sulara taşınır. Kimyasal kirlenmeler atmosfer yoluyla da önemli ölçüde sucül ortama karışır. Çünkü atmosferde bulunan bu elementler zamanla rüzgar ve yağışlarla suya geçmekte ve sucül sistem üzerinde etkili olmaktadır.

Sulardaki ağır metal kirliliğinin sebeplerinin başında madencilik endüstrisi gelmektedir. Maden cevherlerinden metallerin kazanılması sırasında meydana gelen atıklar, çoğu kez tabii tutuldukları işlemlerle aktifleşip birer kirlilik kaynağı haline gelir (Tümen ve diğ. 1992). Bu metaller daha sonra atmosferik etkilerle çözünen yeryüzü ve yeraltı sularına geçmektedir. Önemli

kirlenmeler arasında bulunan bu ağır metaller sonuçta organizmalarda birikerek zararlı seviyelere ulaşmakta ve canlı hayatını tehdit etmektedir.

Sedimentte biriken ağır metallerin konsantrasyonu dipte bulunan sediment parçacıklarının oranına, parçacıkların boyutuna ve sedimentte organik maddelerin bulunup bulunmamasına göre değişiklik gösterir. Sediment ağır metaller için önemli bir birikim yeridir ve bu nedenle sucül ortamların metal kirliliğinin belirlenmesinde kullanılır (Salomans ve diğ. 1987).

Ülkemizde ve dünyada farklı tatlı su sistemlerinin su ve sedimentlerindeki ağır metal düzeyleri ile ilgili yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (Karadede ve Ünlü 2000; Rashed 2001; Al-Saadi ve diğ. 2002; Odokuma ve Ijeomah 2003, Özmen ve diğ. 2004, Tekin-Özcan ve diğ. 2004).

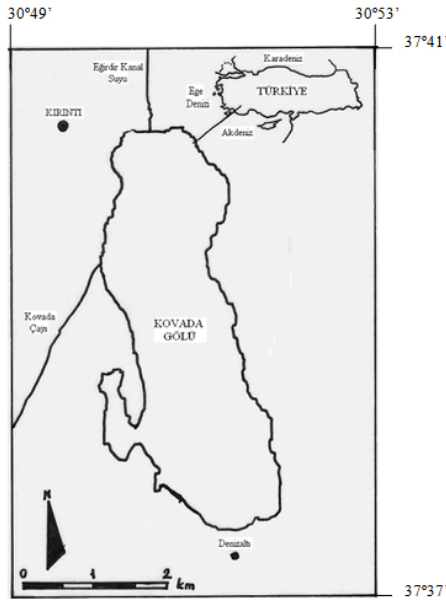
Kovada Gölü'nün suyunu, Eğirdir Gölü'nden gelen kanal suyu oluşturmaktadır. Bu kanal etrafında bulunan, Eğirdir sanayisi ve meyve suyu fabrikalarının atıkları direk olarak kanala, oradan da göle karışmaktadır. Ayrıca kanal ve göl etrafındaki tarımsal faaliyetler de gölün kirlenmesine neden olmaktadır.

Bu çalışmada Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki

Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni düzeyleri tespit edilerek göldeki ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem:

Türkiye’de sulak alanların en çok bulunduğu bölge Göller Bölgesi’dir. Bu bölge hem floristik hem de faunistik bakımdan oldukça zengindir. Çalışma alanı olarak seçilen Kovada Gölü; Eğirdir Gölü’nün 8 km güneyinde olup kuzey-güney doğrultusunda uzanır (Şekil 1). Koordinatları 37°41’-37°37’ K, 30°49’-30°53’ D, rakımı: 908 m ve alanı 900 ha’dır. Etrafını çevreleyen ormanların ve doğal yapısının güzelliği ile önem kazanmış ve 1970 yılında Milli Park olarak tahsis edilerek koruma altına alınmıştır. Göl, Eğirdir Gölü’nden gelen bir kanal suyu ile beslenir ve fazla suları alınarak Kovada Hidroelektrik Santrali’ne gönderilir. Gölün derinliği değişmekle beraber en fazla 5 m’dir (Kazancı, 1999).



Şekil 1. Kovada Gölü haritası ve Türkiye’deki yeri

Tablo 1. Kovada Gölü suyundaki bazı ağır metallerin miktarları (mg/l)

Mevsim	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	Al	Ni
İlkbahar 2005	ALA*	ALA	ALA	0.2±0.001 ^{a*}	0.15±0.001 ^a	ALA	0.027±0.0005	ALA	0.01±0.001 ^a
Yaz-2005	ALA	ALA	ALA	0.79±0.01 ^b	0.003±0.0005 ^b	ALA	ALA	0.038±0.003 ^a	ALA
Sonbahar 2005	ALA	ALA	ALA	0.58±0.03 ^c	0.037±0.0005 ^b	ALA	ALA	ALA	ALA
Kış-2006	ALA	ALA	ALA	0.34±0.03 ^d	ALA	ALA	0.012±0.0003	ALA	ALA

*ALA: Analiz Limitinin Altında **Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir.

Fe her mevsimde tespit edilmiştir. Belirlenen Fe miktarı 0.2-0.79 mg/l arasında değişiklik göstermektedir. En fazla Yaz-2005’te, en az İlkbahar-2005’te belirlenmiştir. Mn, Kış-2006’da ICP-OES’nin analiz limitinin altında çıkmıştır. Diğer mevsimlerde belirlenen Mn miktarı 0.003-0.15 mg/l arasındadır. En yüksek değere İlkbahar-2005’te, en düşük değere ise Yaz-2005’te ulaşmıştır. Zn İlkbahar-2005 (0.027 mg/l) ve Kış-2006 (0.012 mg/l)’da belirlenmiştir. Al sadece Yaz-2005 (0.038 mg/l) ve Ni ise sadece İlkbahar-2005 (0.01

Bu çalışma 05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılmıştır. Örnekler gölün değişik bölgelerinden mevsimlik periyotlarla alınmıştır. Araştırmada kullanılan su örneği 500 ml’lik renkli şişelere konularak üzerine 5 ml nitrik asit ilave edilmiş ve analiz yapılincaya kadar derin dondurucuda (-20 °C) bekletilmiştir. Analizi yapılacak olan sediment örnekleri gölden ekman kepçesi ile alınmış, renkli cam kutulara konulmuştur. Analizi yapılincaya kadar da derin dondurucuda tutulmuştur.

Ölçüm için sediment örneklerinden 1’er g alınarak her biri mikrodalga çözünürleştirme tüplerine yerleştirilmiştir. Her bir tüpün üzerine de 5 ml HNO₃ ve 1 ml H₂O₂ ilave edilerek mikrodalga fırında (Milestone Ethos Plus 2000) çözünürleştirme işlemi yapılmıştır. Bu işlemden sonra fırından çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğutulmuş ve tüplerdeki çözelti 25 ml’lik polipropilen balonjölere aktarılmıştır. Balonjölelerdeki çözelti miktarı saf su ile 25 ml’ye tamamlanmıştır (Tekin-Özan and Kır., 2005). Örneklerin metal analizi Perkin Elmer marka 5300 DV model ICP-OES cihazında yapılmıştır. Su örneklerinin metal analizi doğrudan yapılmıştır. Elementlerin dedeksiyon limitleri ise; Cd 0.0012 ppm, Cr 0.0027 ppm, Cu 0.0069 ppm, Fe 0.0381 ppm, Mn 0.001 ppm, Pb 0.0078 ppm, Zn 0.0015 ppm, Al 0.0057 ppm ve Ni 0.0048 ppm’dir.

İstatistiksel hesaplamaların yapılmasında SPSS 12 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar One-Way Anova testine tabi tutulmuştur. Ayrıca su ve sedimentte belirlenen metal miktarları ve mevsimler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Duncan Analizi (p=0.05) yapılmıştır.

Bulgular

Kovada Gölü suyunda ölçülen ağır metallerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo.1’de verilmiştir. Kovada Gölü suyunda yapılan ağır metal analizinde Fe her mevsimde, Zn İlkbahar-2005 ve Kış-2006’da, Al sadece Yaz-2005’de ve Ni sadece İlkbahar-2005’de belirlenmiştir. Buna karşın Mn Kış-2006’da, Cd, Cr, Cu ve Pb tüm mevsimlerde ICP-OES’nin analiz limitinin altında çıkmıştır. (Tablo.1).

mg/l)’te tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında Fe, Mn ve Zn’un birikimin mevsimler arasında önemli derecede değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (P<0.01).

Kovada Gölü sedimentinde ölçülen ağır metallerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo.2’de verilmiştir. Kovada gölü sedimentinde yapılan ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken, Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005’te ICP-OES’nin analiz limitinin altında çıkmıştır.

Tablo 2. Kovada Gölü sedimentindeki bazı ağır metallerin miktarları (mg/kg).

Mevsim	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	Al	Ni
İlkbahar 2005	0.27±0.02 ^a	6.63±1.40 ^a	5.08±1.51 ^{a**}	3006±815.7 ^a	61.19±19.4 ^a	1.74±0.06 ^a	12.82±3.84 ^a	3780±788.2 ^a	9.13±2.61 ^a
Yaz-2005	ALA*	17.59±4.50 ^c	13.77±2.92 ^b	7345±1306 ^b	165.96±3837 ^b	4.42±0.64 ^b	23.14±4.53 ^b	9990±2886 ^c	25.93±5.67 ^c
Sonbahar 2005	ALA	8.81±1.05 ^{ab}	4.65±0.25 ^a	3873±250 ^a	70.55±0.52 ^a	1.96±0.13 ^c	33.42±1.19 ^c	5278±986 ^{ab}	11.95±0.4 ^{ab}
Kış-2006	0.19±0.02 ^a	13.36±1.59 ^{bc}	7.78±0.44 ^a	5896±1059 ^b	133.73±8.19 ^b	3.61±0.76 ^b	17.96±0.6 ^{ab}	7642±1027 ^{bc}	16.49±1.10 ^b

*ALA: Analiz Limitinin Altında **Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir.

Cd sadece İlkbahar-2005 (0.27 mg/kg) ve Kış-2006 (0.19 mg/kg)'da belirlenmiştir. Sedimentte belirlenen Cr miktarı 6.63-17.59 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değerine Yaz-2005'de ulaşmıştır. Cu en fazla Yaz-2005 (13.77 mg/kg)'de belirlenmiştir. Diğer mevsimlerdeki değeri 4.65-7.78 mg/kg arasında değişmektedir. Fe miktarı 3006-7345 mg/kg arasında değişmiş ve en fazla Yaz-2005'de belirlenmiştir. Mn en fazla Yaz-2005 (165.96 mg/kg)'te tespit edilmiş, diğer mevsimlerdeki miktarları ise 61.19-133.73 arasında değişiklik göstermiştir. Pb miktarı diğer metallerle göre oldukça azdır (1.74-4.42 mg/kg). En yüksek düzeye Yaz-2005'de ulaşmıştır. Tespit edilen Zn miktarı 12.82-33.42 mg/kg arasında değişmiştir, en fazla Sonbahar-2005'de belirlenmiştir. Analizi yapılan ağır metallerden en fazla tespit edilen metal Al (3780-9990 mg/kg)'dur. En yüksek değere Yaz-2005'te ulaşmıştır. Ni miktarı 9.13-25.93 mg/kg arasında değişiklik göstermiş ve en fazla Yaz-2005'te tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara istatistik olarak bakıldığında Cd dışındaki tüm metallerin birikimi mevsimler arasında önemli farklılıklar göstermektedir (P<0.01).

Tartışma ve Sonuç

05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada Kovada Gölü su ve sedimentindeki ağır metal miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kovada Gölü suyunda yapılan ağır metal analizinde Fe her mevsimde, Zn İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da, Al sadece Yaz-2005'de ve Ni sadece İlkbahar-2005'de belirlenmiştir. Buna karşın Mn Kış-2006'da, Cd, Cr, Cu ve Pb ise tüm mevsimlerde ICP-OES'nin analiz limitinin altında çıkmıştır.

Suda yapılan analizler sonucunda Mn (0.15 mg/l), Ni (0.01mg/l) ve Zn (0.027 mg/l) İlkbahar-2005'de, Fe (0.79 mg/l) ve Al (0.038mg/l) Yaz-2005'de en yüksek oranda belirlenmiştir. Suda en fazla rastlanılan metalin Fe olduğu görülmüştür.

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nün suyunda Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn'yu tespit etmişlerdir. Al-Saadi ve diğ. (2002), Habbaniya Gölü (Irak)'nın suyunda en fazla biriken metalin Zn olduğunu belirterek bunu Cu, Pb, Ni, Mn ve Cd'un takip ettiğini bildirmişlerdir. Cd, Co, Hg, Mo ve Pb'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. Odokuma ve Ijeomah (2003), New Calabar Nehri (Nijerya)'nin suyundaki ağır metal konsantrasyonunun yaz ve kış mevsimlerinde, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerine göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Özmen ve diğ. (2004), Hazar Gölü'nün suyunda Zn, Fe, Mn, Ni, Cu ve Pb'u belirlemişlerdir. Mevsimsel olarak yaptıkları değerlendirme de en yüksek metal birikiminin ilkbahar mevsiminde olduğunu tespit etmişlerdir. Tekin-Özan ve diğ. (2004), Kovada Gölü'nün suyunda Fe, Zn ve Mn'ı belirlemişler, Cu, Cr, Pb ve Cd'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu

belirtmişlerdir. Ayrıca en yüksek metal birikiminin yaz mevsiminde olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada metal konsantrasyonunun ilkbahar ve yaz aylarında arttığı, sonbahar ve kış aylarında azaldığı belirlenmiştir. Metal miktarlarının ilkbahar ve yaz aylarında artmasının sebebi buharlaşmanın fazla olmasından, göl çevresindeki tarımsal faaliyetlerin (ilaçlama, gübreleme ve sulama) artmasından ve Kovada Gölü'nü besleyen çayın etrafındaki fabrika ve sanayi atıklarının faaliyete geçmesinden kaynaklanabilir. Sonbahar ve kış aylarında azalmasının sebebi buharlaşmanın az ve yağışın fazla olmasından kaynaklanabilir.

Sedimentte yapılan ağır metal analizi sonucunda tüm metallerin sedimentte farklı miktarlarda biriktiği belirlenmiştir. Sadece Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'de analiz limitinin altında çıkmıştır. Bu çalışmada suda tespit edilemeyen Cd, Cr, Cu ve Pb'a sedimentte rastlanılmıştır. Bu durum sediment partiküllerinin suda bulunan metalleri bünyesine çekmesiyle ve molekül ağırlığı yüksek metallerin dibe çökmesiyle ilgili olabilir. Hading ve Whitton (1978), göl sedimentinin suda bulunan ağır metalleri kendine doğru çekerek bünyesinde biriktirdiğini belirtmişlerdir. Sedimentte en fazla biriken metal Al olmuştur. Çünkü yerküre kabuğunun %8.2'sini Al oluşturmaktadır.

Bu çalışmada Al'dan sonra en fazla biriken metal Fe olmuştur. Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nün sedimentinde Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn'yu tespit etmişler ve Cd, Co, Hg, Mo ve Pb'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. En fazla biriken metalin Fe olduğunu bildirmişlerdir. Özmen ve diğ. (2004) Hazar Gölü'nün sedimentinde, Usero ve diğ. (2003) Odiel Nehri (İspanya)'nin sedimentinde en fazla biriken metalin Fe olduğunu kaydetmişlerdir. Usero ve diğ. (2003), Fe'in göl, nehir ve denizlerin sedimentinde bol miktarda bulunmasının sebebinin yerküre kabuğunda en fazla bulunan metalin Fe olmasıyla açıklanmıştır.

Al-Saadi ve diğ. (2002), Habbaniya Gölü (Irak)'nın sedimentinde en fazla biriken metalin Mn olduğunu, bunu Ni, Zn, Pb, Cu ve Cd'un takip ettiğini belirtmişlerdir. Pb, Cu ve Cd'yu en yüksek ilkbahar mevsiminde tespit etmişlerdir. Kovada Gölü'nde yapılan bu çalışmada, Fe'den sonra en çok biriken metalin Mn olduğu belirlenmiştir.

Odokuma ve Ijeomah (2003), New Calabar Nehri (Nijerya)'nin sedimentindeki ağır metal miktarını belirlemişlerdir. Sedimentteki ağır metal konsantrasyonunun yaz ve kış mevsimlerinde, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerine göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada tespit edilen metallerin mevsimsel değişimlerine bakıldığında, Cr (17.59 mg/kg), Cu (13.77 mg/kg), Fe (7345 mg/kg), Mn (165.96 mg/kg), Pb (4.42 mg/kg), Al (9990 mg/kg) ve Ni (25.93 mg/kg)'in Yaz-2005'de, Zn (33.42

mg/kg)'nun Sonbahar-2005'de ve Cd (0.27 mg/kg)'un İlkbahar-2005'de en yüksek düzeye ulaştığı görülmüştür. Cd ve Cu metalleri dışındaki tüm metallerin miktarları İlkbahar-2005'de en düşük düzeye inmiştir. Metallerin, sedimentte genel olarak yaz mevsiminde artmasının nedeni suyun buharlaşması sonucunda suda artan metal konsantrasyonunun daha kolay ve daha fazla sedimente geçmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca bu mevsimde su döngüsü olmadığı için metaller sedimentte daha fazla birikmiş olabilir. İlkbahar mevsiminde ise en düşük düzeye inmesi bu mevsimdeki su sirkülasyonundan kaynaklanabilir.

Sonuç olarak; Kovada Gölü'nün suyunda tespit edilen ağır metal miktarları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (Anonim 2002)'nin verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre Fe'in Yaz-2005, Zn'nun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki miktarları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığı görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (SDÜBAP) tarafından 05-M-1191 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- Al-Saadi, H.A., A.A. Al-Lami, F.A. Hassan, and A.A. Al-Dulymi. 2002. Heavy Metals in Water, Suspended Particles, Sediments and Aquatic Plants of Habbaniya Lake, Iraq. Intern. J. Environ. Studies. 59 (5): 589-598.
- Anonim, 2002. Water products laws and regulations. Turkish Ministry of Agriculture and Rural Affairs. 63-78. Ankara. (In Turkish)
- Hadring, J.P., and B.A. Whitton. 1978. Zinc, Cadmium and Lead in Water Sediments and Submerged Plants of the Derwent Reservoir, Northern England. Water Research. 12: 307-316.
- Karadede, H., and E. Ünlü. 2000. Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere. 41: 1371-1376.
- Kazancı, N. 1999. Limnology, environmental quality and biodiversity of Köyceğiz, Beyşehir, Eğirdir, Akşehir, Eber, Çorak, Kovada, Yarıklı, Bafa, Salda, Karataş, Çavuşçu Lakes, Delta of Küçük and Büyük Menderes, Güllük and Karamuk Marshes. Form Ofset. Ankara. (In Turkish).
- Odokuma, L.O., and S.O. Ijeomah. 2003. Seasonal Changes in the Heavy Metal Resistant Bacterial Population of the New Calabar River, Nigeria. Global Journal of Pure and Applied Sciences. 9 (4): 425-434.
- Özmen, H., F. Külahçı, A. Çukurovalı, and M. Doğru. 2004. Concentrations of Heavy Metal and Radioactivity in Surface Water and Sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). Chemosphere. 55: 401-408.
- Rashed, M.N. 2001. Monitoring of Environmental Heavy Metals in Fish From Nasser Lake. Environment International. 27: 27-33
- Salomans, W., N.M. Rooij, H. Kerdijk, and J. Bril. 1987. Sediments as a Source for Contaminants. Hydrobiologia. 149: 13-30.
- Tekin-Özan, S., and İ. Kır. 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L., 1758) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. Parasitology research. 97: 156-159.
- Tekin-Özan, S., İ. Kır, and M. Barlas. 2004. Determination of some heavy metals in water of Kovada Lake (Isparta) and pike perch (*Stizostedion lucioperca* L., 1758), (in Turkish). I. Ulusal Limnoloji Çalıştayı, İstanbul Üniversitesi, 16-19 Mayıs 2004, Sapanca.
- Tümen, F., M. Bildik, M. Baybay, M. Cici, and B. Solmaz. 1992. Pollution potential of Ergani copper smelter's rigid wastes. Doğa Tr. J. of Engineering and Environmental Sciences. 16: 43-53. (In Turkish).
- Usero, J., C. Izquierdo, J. Morillo, and I. Gracia. 2003. Heavy Metals in Fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from Salt Marshes on the Southern Atlantic Coast of Spain. Environment International. 1069: 1-8.