

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

ABANT GÖLÜ SUYUNDA BAZI AĞIR METALLERİN MEVSİMSEL KONSANTRASYON DEĞİŞİMİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Fatih DUMAN¹, Olcay OBALI², Ahmet AKSOY¹, Göksel SEZEN²

ÖZ

Bu çalışmada, Abant Gölü suyunda Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn ve Cd konsantrasyonlarının mevsimsel olarak değişiminin incelenmesi ve su kalitesi sınıflarının araştırılması amaçlanmıştır. Abant Gölü üzerinde 3 istasyondan seçilmiş, 2003 Mayıs, 2003 Temmuz, 2003 Kasım ve 2004 Şubat aylarında bu istasyonlardan su örnekleri alınmıştır. Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn ve Cd konsantrasyonları ICP-OES Sequential cihazında ölçülmüştür. Abant Gölü suyunun Pb, Cr ve Ni için 3. sınıf, Cu için 2. sınıf, Mn, Zn ve Cd için 1. sınıf su kalitesi değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Pb ilkbahar, Cr yaz, sonbahar ve kış, Cu ve Zn yaz, Mn ve Ni sonbahar ve Cd ise kış mevsiminde en yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler : Abant gölü, Su, Ağır metal, ICP-OES

A COMPARATIVE ANALYSIS OF SEASONAL CHANGING OF SOME HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN ABANT LAKE WATER

ABSTRACT

In this study, it is aimed to investigate seasonal changing of some heavy metal (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn ve Cd) concentrations and to determine water quality classes in Abant Lake water. Three different stations were chosen as sampling area and water samples were taken from these stations on 2003 May, 2003 July, 2003 November and 2004 February. ICP-OES Sequential device was used for the analysis of Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn and Cd. It was determined that Abant Lake has 3th , class water quality for Pb, Cr and Ni; 2nd class water quality for Cu and 1st class water quality for Mn, Zn and Cd. Seasonal highest values of heavy metals were observed as follows; Pb in spring, Cu and Zn in summer, Cr in summer, fall and winter, Mn and Ni in fall and Cd in winter.

Keywords: Abant lake, Water, Heavy metal, ICP-OES

¹Erciyes Üniv. Fen-Ed. Fak. Biyoloji Böl., 38039, KAYSERİ.

E-posta: fduman@erciyes.edu.tr

²Ankara Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl., 06100, ANKARA

1. GİRİŞ

Ağır metal içeren kullanılmış suların alıcı sulara verilmesi, su ortamında bulunan organizmalar için zehirleyici etki yapmakta ve ortamdaki canlı yaşamı tehlikeye sokmaktadır. Ağır metallerin fizyolojik ve toksik etkileri genellikle bu metallerin serbest iyonlar halinde bulunmalarından kaynaklanmaktadır. Zehir etkisine sahip ağır metaller kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebildiklerinden diğer kimyasal kirleticiler arasında ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda ülkemiz iç sularında da su, sediment ve besin döngüsündeki ağır metaller düzeylerini belirlemeye yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Gümgüm vd., 1994, Yalçın ve Sevinç, 2000, Karadede ve Ünlü, 2000, Akçay vd., 2003, Dündar vd., 2003, Özmen vd., 2004, Altındağ ve Yiğit, 2005).

Nriago ve Pacyna (1988)'ya göre, tatlısu ekosistemlerinde ağır metal kirliliğinin en önemli kaynakları; evsel atık sular (özellikle As, Cr, Cu, Mn ve Ni), kömür kullanan fabrikalar (As, Hg ve Se), demir çelik endüstrisi (Cr, Mo, Sb ve Zn), maden ocakları (Cd, Ni, Pb ve Se) ve katı atık depoları (As, Mn ve Pb)'dir. Abant Gölü çevresinde hiçbir endüstri kuruluşu bulunmamaktadır. Ancak göl çevresinde oteller ve göl gazinoları mevcuttur. Ayrıca göl yakınından Bolu-Mudurnu karayolu geçmektedir. Göle tabiat alanı içinde bulunması nedeniyle, yılın değişik zamanlarında çok sayıda yerli ve yabancı ziyaretçi gelmektedir.

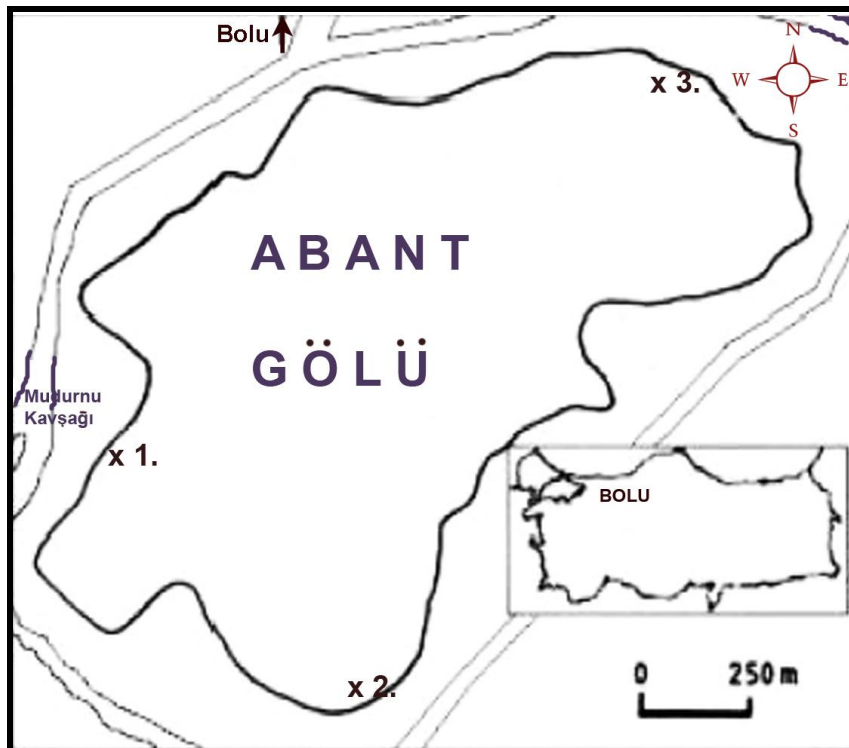
Bu çalışmada, Abant gölü suyunda Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn ve Cd konsantrasyonlarının mevsimsel olarak değişiminin incelenmesi ve su kalitesi sınıflarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Abant gölü, yaklaşık olarak $14\frac{1}{4}$ kuzey enlemi ve $31\frac{1}{4}$ güney boylamında yer almaktadır. Göl alanı $1,25 \text{ km}^2$ olup maksimum derinliği 18 m ve çevre uzunluğu 6 km'dir ve dikdörtgenimsi bir yapıya sahiptir. Göl, Abant dağ sırasının kuzeyinde yer almaktadır. Gölü besleyen en önemli iki su kaynağı Beşpoyraz ve Fındıklı dereleridir. Gölün çıkışı kuzeydeki Abant deresi oluşturmaktadır. Bu çalışmada 1. istasyon Mudurnu yolu ile gölün kesişim noktası, 2. istasyon piknik alanı sınırı, 3. istasyon Büyük Abant Otelı önü olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

Bahar arazi taraması Mayıs 2003, Yaz arazi taraması Temmuz 2003, Sonbahar arazi taraması Kasım 2003, Kış arazi taraması ise Şubat 2004 tarihlerinde yapılmıştır. Su örnekleri 0,5 m derinden 1 L'lik cam şişelere alınmıştır. Cam şişeler daha önceden %10'luk HNO_3 de 1 gece bekletilmiş ve örnekleme alanında cam şişeler 2 kez göl suyu ile yıkanmıştır. Çalışma alanlarından getirilen su örnekleri Whatman GF/C filtre kağıtlarından süzülmuş ve 100 mL'lik erlenmayerler içerisine alınmıştır. Metal iyonlarının analize kadar geçen süre içerisinde derişim değişikliklerini önlemek için su örneklerine litre başına 5 mL olacak şekilde derişik HNO_3 eklenmiştir (Doğan ve Soylak, 2000). Örnekler cihazda analiz edilinceye kadar $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de buzdolabında bekletilmiştir.

Ağır metal analiz işlemleri Varian marka Liberty ICP-OES Sequential cihazında gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek 3'er kez analiz edilmiştir. Su, örneklerindeki metal konsantrasyonları 3 tekrarlı ölçüm sonuçlarının ortalaması şeklinde verilmiştir. İstatistiksel analizlerde



Şekil 1. Abant gölü üzerinde seçilen istasyonlar

Tablo 1 Abant gölü'ndeki her 3 istasyondan alınan su örneklerindeki ağır metallerin ortalama konsantrasyonu ve standart sapma değerleri ($\mu\text{g L}^{-1}$, N=3)

	İstasyon	Pb	Cr	Cu	Mn	Ni	Zn	Cd
İlkbahar	1.	117,09 ± 1,26	62,92 ± 0,12	7,01 ± 0,69	24,72 ± 0,04	23,64 ± 0,45	57,23 ± 0,39	2,76 ± 0,31
	2.	30,24 ± 1,65	53,28 ± 0,14	7,43 ± 0,05	20,29 ± 0,02	58,16 ± 0,63	6,96 ± 0,21	2,16 ± 0,19
	3.	5,43 ± 0,86	64,82 ± 0,16	7,94 ± 0,33	8,43 ± 0,14	51,39 ± 1,44	21,96 ± 0,3	1,07 ± 0,18
Yaz	1.	28,18 ± 1,52	66,63 ± 0,33	63,48 ± 0,56	2,83 ± 0,02	58,75 ± 1,05	36,06 ± 0,11	3,30 ± 0,11
	2.	27,52 ± 2,49	65,37 ± 0,32	83,49 ± 0,37	52,77 ± 1,53	58,05 ± 1,18	30,43 ± 0,32	2,39 ± 0,08
	3.	36,50 ± 3,08	64,66 ± 0,38	65,31 ± 0,5	41,88 ± 0,04	35,67 ± 0,21	56,19 ± 0,25	1,74 ± 0,13
Sonbahar	1.	30,24 ± 3,9	65,94 ± 0,3	25,55 ± 0,5	57,22 ± 0,29	65,18 ± 0,53	22,83 ± 0,15	2,54 ± 0,11
	2.	20,29 ± 2,6	66,20 ± 0,61	8,13 ± 0,47	119,43 ± 0,19	64,96 ± 0,22	12,34 ± 0,45	2,26 ± 0,04
	3.	19,53 ± 2,46	65,85 ± 0,39	13,37 ± 0,29	22,21 ± 0,33	62,35 ± 1,34	14,67 ± 0,27	2,01 ± 0,31
Kış	1.	32,00 ± 0,55	64,73 ± 0,3	5,58 ± 0,25	19,21 ± 0,09	63,14 ± 0,11	0,83 ± 0,13	2,80 ± 0,14
	2.	33,26 ± 1,25	65,70 ± 0,22	5,99 ± 0,11	35,07 ± 0,34	59,18 ± 0,57	1,46 ± 0,2	2,51 ± 0,28
	3.	61,74 ± 1,4	65,90 ± 0,25	2,03 ± 0,46	14,29 ± 0,37	15,94 ± 0,71	1,04 ± 0,21	4,93 ± 0,34

SPSS 11.5 paket programı kullanılmıştır. $P \leq 0,05$ değeri anlamlı olarak değerlendirilmiştir. Ortalamaların istatistiksel karşılaştırılmasında ANOVA testi ve Post Hoc. Duncan testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Kurşun

Kurşunun bilinen temel kaynağı benzindeki alkil türevleridir (Singh vd., 1997). Ayrıca metal işleme, yağmlar, kurşun kaynaklı boyalar, fosforlu gübreler, pestisit ve küller gibi çeşitli kaynaklardan da gelmektedir. Her bir istasyondan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları ve standart sapma değerleri Tablo 1'de görülmektedir. En yüksek kurşun

konsantrasyonu Mudurnu - Bolu karayolunun gölle kesiştiği nokta olan 1. istasyonda (Tablo 2) bulunmuştur. Otomobillerden çıkan eksoz gazlarının bir şekilde yağmur sularıyla göle karışması sonucu bu istasyonda Pb değerlerinin yüksek çıkmış olabileceği düşünülebilir. Kurşun konsantrasyonu yıllık ortalama $36,92 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel ortalamaları incelendiğinde (Tablo 3), ilkbahar mevsimindeki kurşun birikiminin diğer mevsimlere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Turgut (2003) Küçük Menderes nehri su örneklerinde yaptığı çalışmada ise, sudaki Pb konsantrasyonunun kasım ayında en yüksek değere ulaştığını belirlemiştir. Kurşun kirliliği bakımından Abant Gölü suyu 3. sınıf su kalitesi değerleri göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 2 Abant gölü su örneklerinde ağır metallerin her istasyondaki ortalama, minimum ve maksimum değerleri ($\mu\text{g L}^{-1}$)

	İstasyon	Ortalama	Standart. Sapma	Minimum	Maksimum
Pb	1.	52,13 ^p	39,22	28,18	117,09
	2.	27,83 ^a	5,01	20,29	33,26
	3.	30,80 ^{ab}	21,91	5,43	61,74
	Yıllık ortalama	36,92			
Cr	1.	65,05 ^a	1,47	62,92	66,63
	2.	62,64 ^a	5,65	53,28	66,20
	3.	65,31 ^a	0,59	64,66	65,9
	Yıllık ortalama	64,33			
Cu	1.	25,41 ^a	24,39	5,58	63,48
	2.	26,26 ^a	34,52	5,99	83,49
	3.	22,16 ^a	26,35	2,03	65,31
	Yıllık ortalama	24,61			
Mn	1.	25,99 ^a	20,62	2,83	57,22
	2.	56,89 ^p	39,58	20,30	119,43
	3.	21,70 ^a	13,20	8,43	41,88
	Yıllık ortalama	34,86			
Ni	1.	52,67 ^{ab}	17,68	23,64	65,18
	2.	60,09 ^p	2,97	58,05	64,96
	3.	41,34 ^a	18,24	15,94	62,35
	Yıllık ortalama	51,37			
Zn	1.	29,24 ^p	21,39	0,83	57,23
	2.	12,80 ^a	11,37	1,46	30,43
	3.	23,47 ^{ab}	21,24	1,04	56,19
	Yıllık ortalama	21,83			
Cd	1.	2,85 ^a	0,29	2,54	3,30
	2.	2,33 ^a	0,14	2,16	2,51
	3.	2,44 ^a	1,54	1,07	4,93
	Yıllık ortalama	2,54			

Her bir istasyondaki ağır metaller için verilen ortalama konsantrasyonun yanında belirtilen aynı harfler önemli bir farklılığın olmadığını göstermektedir ($p < 0,05$).

Tablo 3 Abant gölü su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının mevsimsel olarak ortalama, minimum ve maksimum değerleri ($\mu\text{g L}^{-1}$)

	Ortalama	Minimum	Maksimum

Pb	İLKBHAR	50,92 ^a	50,78	5,43	117,09
	YAZ	30,73 ^a	4,34	27,52	36,50
	SONBAHAR	23,36 ^a	5,17	19,53	30,24
	KIŞ	42,67 ^a	14,31	33	61,74
Cr	İLKBHAR	60,34 ^a	5,36	53,277	64,82
	YAZ	65,55 ^b	0,86	64,66	66,63
	SONBAHAR	66 ^b	0,160	65,85	66,20
	KIŞ	65,44 ^a	0,54	64,73	65,90
Cu	İLKBHAR	7,46 ^a	0,40	7,01	7,94
	YAZ	70,76 ^c	9,58	63,48	83,49
	SONBAHAR	15,68 ^b	7,74	8,13	25,55
	KIŞ	4,53 ^a	1,89	2,03	5,99
Mn	İLKBHAR	17,81 ^a	7,30	8,43	24,72
	YAZ	32,49 ^a	22,74	2,83	52,77
	SONBAHAR	66,29 ^b	42,64	22,21	119,43
	KIŞ	22,86 ^a	9,40	14,290	35,07
Ni	İLKBHAR	44,4 ^a	15,84	23,639	58,16
	YAZ	50,82 ^{ab}	11,37	35,67	58,75
	SONBAHAR	64,16 ^b	1,36	62,35	65,18
	KIŞ	46,09 ^a	22,67	15,94	63,14
Zn	İLKBHAR	28,72 ^{bc}	22,35	6,96	57,23
	YAZ	40,89 ^c	11,73	30,43	56,19
	SONBAHAR	16,61 ^b	4,77	12,340	22,83
	KIŞ	1,11 ^a	0,28	0,83	1,46
Cd	İLKBHAR	2 ^a	0,74	1,07	2,76
	YAZ	2,48 ^a	0,68	1,74	3,30s
	SONBAHAR	2,27 ^a	0,23	2,01	2,54
	KIŞ	3,41 ^b	1,14	2,51	4,93

Her bir element için mevsimsel ortalama konsantrasyonun yanında belirtilen aynı harfler önemli bir farklılığın olmadığını göstermektedir ($p < 0,05$).

3.2 Krom

Suda Cr birikimine neden olan en önemli kaynaklar; plastik atıklar, foseptik atıklar ve lağımlardır. Krom derinin tabaklanması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Tatlı sularda Cr konsantrasyonu 0,1-117 $\mu\text{g L}^{-1}$ aralığındadır (Shanker vd., 2005).

Abant Gölü suyunda yıllık ortalama Cr konsantrasyonu 64,33 $\mu\text{g L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 2). İlkbahar mevsiminde diğer mevsimlere oranla daha düşük miktarda Cr tespit edilmiştir (Tablo 3). Turgut (2003)'ta bu sonuçlara benzer olarak kasım ayında sudaki Cr konsantrasyonunun yüksek olduğunu belirtmiştir. Abant Gölü suyu kalitesi Cr açısından 3. sınıftır (Tablo 4). Yıllık ortalama krom konsantrasyonları açısından istasyonlar arasında bir fark bulunmamıştır.

3.3 Bakır

Bakır, ekosisteme ev aletleri yapım sanayi, ağaç ve metal işletmeciliği, pestisit uygulaması, hayvansal gübreler ve foseptik atıklar gibi birçok kaynaktan katılmaktadır. Bakırın sularda fazla bulunması özellikle bakteri, deniz yosunları, mantarlar ve balıklar için

Tablo 4 Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ve TSE' e göre izin verilen maksimum değerler (Anonim,1997)

Metal (mg L ⁻¹)	Su Kalite Sınıfları			
	1. Yüksek Kalite	2. Az Kirlenmiş	3. Kirlenmiş	4. Çok Kirlenmiş
Pb	<0,01	0,01-0,02	0,02-0,05	>0,05
Cr	<0,02	0,02-0,05	0,05-0,2	>0,2
Cu	<0,02	0,02-0,05	0,05-0,2	>0,2
Mn	<0,1	0,1-0,5	0,5-3	>3
Ni	<0,02	0,02-0,05	0,05-0,2	>0,2
Zn	<0,2	0,2-0,5	0,5-2	>2
Cd	<0,003	0,003-0,005	0,005-0,01	>0,01

zehirleyici etki yapmaktadır. İnsanlar tarafından alınan fazla miktardaki bakır karaciğerde ve midede rahatsızlıklara neden olmaktadır (Emsley, 1989, Baş ve Demet 1992).

Abant gölü su örneklerinde yıllık ortalama Cu konsantrasyonu 24,61 µg L⁻¹ olarak bulunmuştur (Tablo 2). İstasyonlardaki Cu konsantrasyonları arasında önemli bir fark görülmemiştir. Abant gölü suyunda Cu konsantrasyonu, yaz mevsiminde en yüksek seviyeye ulaşmış, sonbahar ve kış aylarında ise dereceli olarak azalma göstermiştir (Tablo 3). Bakır konsantrasyonlarının yaz mevsiminde en yüksek düzeye ulaşması milli park alanına gelen ziyaretçilerin yoğunluğuna bağlanabilir. Bu mevsimde foseptik ve evsel atıkların göle girişi artmaktadır. TSE'e göre 2. sınıf su kalitesi değeri görülmüştür. Buna göre, su örneği bakır yönünden az kirletilmiş sudur.

3.4 Mangan

Mangan, temelde toprak kökenli bir element olmakla birlikte yağmurlar, hayvansal gübreler ve pestisit uygulaması ve metal işletmeciliği gibi çeşitli kaynaklardan da gelmektedir. Redoks potansiyelinde elektron alıcısı ve vericisi olarak sucul ekosistemde önemli bir rol oynar. Her istasyondaki yıllık ortalamalar göz önüne alındığında en yüksek Mn konsantrasyonuna 2. istasyonda rastlanmaktadır (Tablo 2). Yıllık ortalama Mn konsantrasyonu 34,86 µg L⁻¹ olarak bulunmuştur. En yüksek Mn konsantrasyonuna sonbahar mevsiminde rastlanmıştır (Tablo 3). TSE'e göre Abant gölü suyu Mn için 1. sınıf su kalitesi değeri göstermiştir (Tablo 4).

3.5 Nikel

Nikel, temel olarak metal işletmeciliği ve foseptik atıklarından gelmektedir. Nikelin göl ve akarsulardaki konsantrasyonu oldukça düşüktür. Suda çözülmüş halde ya da askıdaki maddelere tutunmuş olarak bulunmaktadır. Bu çalışmada yıllık ortalama Ni konsantrasyonu 51,37 µg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). 2. istasyonda diğer istasyonlara oranla daha yüksek konsantrasyonda Ni saptanmıştır. Bu

istasyonda Ni konsantrasyonunun yüksek olmasının en önemli sebebi, ziyaretçilerin kullandığı deterjanlı atıksuların bu noktadan göle giriş yapmasıdır. Ni konsantrasyonu sonbahar mevsiminde diğer mevsimlere oranla daha yüksek bulunmuştur. TSE'e göre Ni için su kalitesi değeri 3. sınıftır.

3.6 Çinko

Çinko, fosil yakıtlar, metal işletmeciliği ve gübreleme gibi birçok kaynaktan gelmektedir. Organizma için önemli bir mineraldir. Hücrelerin yapısal ve fonksiyonel bütünlüğü için kritik rol oynar. Gen ekspresyonu ve büyümede fonksiyonları vardır ve toksisitesi düşüktür (Clearwater vd., 2002). Abant Gölü için yıllık ortalama Zn konsantrasyonu 21,83 µg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Zn konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde tespit edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonuna 1. istasyonunda rastlanmıştır. Bu istasyonda Zn miktarının önemli ölçüde yükselmesinin sebebi, otomobil lastiklerinde kullanılan çinkonun yağmur suları ve diğer etkenlerle suya karışması şeklinde yorumlanabilir. Abant Gölü suyu Zn açısından 1. sınıftır.

3.7 Kadmiyum

Cd, plastik, fosil yakıtlar, metal işlemeciliği, gübreleme ve yağım gibi birçok kaynaktan suya karışmaktadır. Cd, Zn gibi organizma için önemli elementlerin sucul canlılar tarafından alınımını da engeller (Charles vd., 2001) Alınımı kolaydır ve besin döngüsüne kolayca girer (Jain, 2004). Kışın buzları eritmek amacıyla dökülen tuz, Cd'un hareketlenmesine neden olur (Stead-Dexter ve Ward, 2004). Abant'da ortalama yıllık Cd konsantrasyonu 2,54 µg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalamalar göz önüne alındığında, Abant'da istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 2). Cd konsantrasyonu kış mevsiminde diğer mevsimlere oranla daha yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Cd için ortalama değerlere göre 1. sınıf su kalitesi görülmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Abant gölü suyu Pb, Cr ve Ni konsantrasyonları açısından 3. sınıf, Cu için 2. sınıf, Mn, Zn ve Cd açısından ise 1. sınıf su kalitesi değerleri göstermiştir. Pb ilkbahar, Cr yaz, sonbahar ve kış, Cu ve Zn yaz, Mn ve Ni sonbahar ve Cd ise kış mevsiminde en yüksek konsantrasyonlara ulaşmaktadır. Sulardaki ağır metallerin konsantrasyonu zamansal olarak değişmektedir. Bu nedenle ağır metal kirliliği çalışmalarında örnekleme zamanlarına özellikle dikkat edilmelidir. Abant gölü suyunun ağır metal kirlenmesinde, trafik ve fosseptik atıkların etkili olduğu belirlenmiştir. Seçilen istasyonlardaki ağır metal konsantrasyonları arasında farklılıklar görülmüştür. 1. istasyonun Zn ve Pb açısından, 2. istasyonun ise Mn ve Ni açısından diğer istasyonlardan daha çok kirlendiği belirlenmiştir.

Göl çevresinde hiçbir endüstri kuruluşu, maden ocağı vb. bulunmamasına rağmen kirlenmenin önemli seviyelere çıkmış olması ilgi çekicidir. Bu kirlenmenin önlenmesi için acilen gerekli önlemler alınmalıdır. Göl çevresinden geçen Bolu-Mudurnu karayolu güzergahının gölün ekolojik koruma sahasının sınırları dışına kaydırılması gerekmektedir. Böylece yoğun trafikten kaynaklanan kirleticilerinin su ve kara ekosistemlerine olan zararlı etkileri ortadan kaldırılacaktır. Göl çevresindeki oteller, gazinolar ve piknik alanları sürekli olarak denetlenmeli ve atıksuların arıtmadan geçirildikten sonra göle verilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Akçay, H., Oğuz, A. ve Karapire, C. (2003). Study of heavy metal pollution and speciation in Büyük Menderes and Gediz river sediments. *Water Res.* 37(4), 813-822.

Altındağ, A. ve Yiğit, S. (2005). Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere* 60(4), 552-556.

Anonim. (1997). Çevre Bakanlığı Türkiye çevre atlası-96, 424 s., İstanbul

Baş, A.L. ve Demet Ö. (1992). Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. *Ekoloji*, s.5.

Charles, S., Yunus, S., Dubois, F. ve Vander Donckt, E. (2001). Determination of cadmium in marine waters: on-line preconcentration and flow-through fluorescence detection. *Anal. Chim. Acta* 440(1), 37-43

Clearwater, S. J., Farag, A. M. ve Meyer, J. S. (2002). Bioavailability and toxicity of diet-borne copper and zinc to fish. *Comparative Biochem. and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 132(3), 269-313.

Doğan, M. ve Soylak, M. (2000). *Su Kimyası*, Erciyes Üniversitesi Yayınları: 120, Kayseri.

Dündar, M.Ş., Altındağ, H., Boz, V., Akaya, K. ve Sayın, M. (2003). Sapanca gölüne akan dere-lerdeki bazı eser elementlerin 17 Ağustos 1999 Marmara depremi öncesi ve sonrası karşılaştırmalı analizi. *A.Ü. Bilim ve Teknoloji Dergisi* 4(2), 205-210

Emsley, J. (1989). *The Elements*. Clarendon Press, Oxford, s.212.

Gümgüm, B., Ünlü, E., Tez, Z. ve Gülsün, Z. (1994). Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris River in Turkey. *Chemosphere* 29(1), 111-116.

Jain, C.K. (2004). Metal fractionation study on bed sediments of River Yamuna, India. *Water Res.* 38, 569-578.

Karadede, H. ve Ünlü, E. (2000). Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere* 41(9), 1371-1376.

Nriago, J.O. ve Pacyna, J.M., (1988). Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. *Nature* 333, 134-140.

Özmen, H., Külahcı, F., Çukurovalı, A. ve Doğru, M. (2004). Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere* 55(3), 401-408.

Shanker, A.K., Cervantes. C., Loza-Tavera, H. ve Avudainayagam, S. (2005). Chromium toxicity in plants. *Environ. Int.* 31(5), 739-753.

Singh, R.P., Tripathi, R.D., Sinha, S.K., Maheshwaril, R. ve Srivastava, H.S. (1997). Response of higher plants to lead contaminated environment. *Chemosphere* 34, 2467-2493.

Stead-Dexter, K. ve Ward, N. I. (2004). Mobility of heavy metals within freshwater sediments affected by motorway stormwater. *Sci. Total Environ.* 334-335(1), 271-277

Turgut, C (2003). The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000-2002. *Environ. Int.* 29-32.

Yalçın, N. ve Sevinç, V. (2001). Heavy metal contents of lake Sapanca. *Turk. J. Chem.* 25, 521-525.



Fatih DUMAN, 1976 yılında ri'de doğdu. Ortaokul ve lise öğrenimini 1992 yılında Kayseri Sümer Lisesi'nde bitirdi. 1998 yılında Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünden mezun oldu.

2000 yılında aynı bölüme Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2001 yılında yüksek lisansını ve 2005 yılında doktorasını tamamladı. 2006 yılında Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümüne Yardımcı Doçent olarak atandı. İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.



Olcay OBALI, 1951 yılında Balıkesir ilinin Burhaniye ilçesinde doğdu. Ortaokul ve liseyi Ankara Cumhuriyet Lisesi'nde tamamladı. 1972 yılında Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Botanik-Kimya ikili lisansından mezun oldu ve aynı yıl Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümüne Asistan olarak atandı.

1974 yılında yüksek lisansını ve 1978'de doktorasını tamamladı. 1988 yılında Doçent ve 2000 yılında Profesör oldu. Halen Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümünde Profesör olarak görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir. Evli olup bir çocuğu vardır.



Ahmet AKSOY, 1966 yılında Konya - Derebucak'ta doğdu. 1988 yılında Ege Üniversitesi, Biyoloji Bölümünden mezun oldu. 1990 yılında Ege Üniversitesi, Biyoloji Bölümünde yüksek lisansını, 1996 yılında Bradford Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. 1996 yılında Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünde 1996 yılında Yardımcı Doçent, 2002 yılında ise Doçent olarak atandı. Halen Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünde Doçent olarak görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.



Göksal SEZEN, 1965 yılında Adana - Ceyhan'da doğdu. Ortaokul ve lise öğrenimi 1982 yılında bitirdi. 1988 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesinden mezun oldu. 1994 yılında Harran Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1997 yılında yüksek lisansını Harran Ün. Fen Bilimleri Enstitüsünde tamamladı. 2001 yılında Ankara Ün. Fen Bilimleri Enstitüsünde doktora eğitimine başladı. Halen doktora tez çalışmasına devam etmektedir. İngilizce bilmektedir. Evlidir.