



Katı Atık Depolama Sahalarının Sucul Sistemlere Etkileri: Yedigöller-Kütahya Örneği

Naime Arslan^{1*}, Esengül Köse², Cem Tokatlı², Özgür Emiroğlu¹, Arzu Çiçek³

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir

²Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kütahya

³Anadolu Üniversitesi, Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Eskişehir

Özet

Yaklaşık 35 yıldır Kütahya'nın atık depolama sahası olarak kullanılan Yedigöller bölgesinde, 2'si kurumuş halde toplam 7 gölcük bulunmaktadır ve bölge yoğun bir kirlilik baskısı altındadır. Bu çalışmada, Yedigöller bölgesinde yer alan, halen yoğun sportif balıkçılık faaliyetlerinin gerçekleştiği en büyük göletten alınan örneklerde, suyun bazı fizikokimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, iletkenlik, tuzluluk, nitrit, nitrat, fosfat) ile bazı toksik elementlerin (Zn, As, B, Cd, Cr, Cu, Pb) su ve sedimentteki konsantrasyonları ile gölette yayılım gösteren balık türlerinden *Carassius gibelio* (Bloch 1782), *Squalius pursakensis* (Hankó 1925) ve *Capoeta sieboldii* (Steindachner 1864)'nın kas dokularındaki değerleri araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen değerler Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK)'ne göre değerlendirilmiştir. Balık kaslarında tespit edilen As ve Cd konsantrasyonlarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limit değerlerin oldukça üzerinde olduğu ve bölgenin SKKY ye göre inorganik kirlilik parametreleri açısından IV. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kütahya, Yedigöller, Su kalitesi, *Carassius gibelio*, *Squalius pursakensis*, *Capoeta sieboldii*

Ecotoxicological Effects of Solid Waste Storage Areas on Aquatic Systems: Example of Yedigöller, Kütahya

Abstract

Yedigöller region where has been used as solid waste storage area of Kütahya since 35 years, consists of seven lakes including two dried lakes and the region is exposed to intense pollution. In the present study, samples were collected from the biggest lake of Yedigöller, which has an intensive fishing activity and some physicochemical parameters of lake water, such as pH, temperature, dissolved oxygen, % oxygen saturation, conductivity, salinity, nitrite, nitrate, phosphate, were determined. In addition, levels of some elements (Zn, As, B, Cd, Cr, Cu, Pb) were determined in water, sediment, and in the muscle of some fish species (*Carassius gibelio* (Bloch 1782), *Squalius pursakensis* (Hankó 1925) ve *Capoeta sieboldii* (Steindachner 1864)). Data obtained were evaluated according to the criteria of SKKY (Water Pollution Control Regulation) and TGK (Turkish Food Codex). Our results show that, the levels of As and Cd in fish muscle were detected as higher than the limit specified in the Turkish Food Codex. Furthermore, our results determined that, in terms of inorganic pollution parameters, the water quality of the Yedigöller was IV. class according to Continental Water Pollution Control Regulations for Domestic Water Supplies Quality Criteria.

Keywords: Kütahya, Yedigöller, Water quality, *Carassius gibelio*, *Squalius pursakensis*, *Capoeta sieboldii*

*Sorumlu yazarın e-mail adresi: narslan@ogu.edu.tr

1. Giriş

Hızlı nüfus artışına paralel olarak artan çevre kirliliği ve özellikle önemli inorganik kirlilik etmenlerinden ağır metaller kentsel ve endüstriyel bölgelerde sucul ekosistemleri tehdit eden en önemli unsurdur. Suda ve sedimentte biriken metaller hem abiyotik hemde biyotik öğelerde birikim göstermektedir. Metaller, çoğu organik kirleticiler gibi biyolojik olarak indirgenemezler. Bu nedenle organik ve inorganik maddelerle kimyasal bileşikler, kompleks yapılar şeklinde absorbe olarak zamanla sedimentte birikmekte ve uzun yıllar sedimente bağlı kalmaktadırlar (Shrivasta vd. 2003). Tüm ekosistemlerde olduğu gibi sucul ekosistemlerde de canlılar arasındaki madde ve enerji geçişleri besin zinciri yoluyla sağlanır.

Besin piramidinin üst basamaklarındaki türler, dokularında kirleticileri biriktirmiş olan alt basamaklardaki türlerle beslendiklerinden, pek çok kirleticiyi daha fazla biriktirme eğilimindedirler (Arslan vd. 2009). Bu nedenle ağır metaller besin zincirinde üst basamaklarda yer alan balıklara ve hatta en üst basamakta yer alan insanlara kadar ulaşmakta ve önemli toksik etkiler meydana getirmektedir.

Yedigöller, Kütahya şehir merkezine en yakın sulak alandır ve yaklaşık 2 km uzaklıktadır. Çevresinde bulunan tarım arazilerinin sulama suyunu teşkil etmekte, şehir merkezine yakın olması nedeni ile Kütahya halkı tarafından mesire yeri olarak kullanılmakta ve özellikle hafta sonları sportif amaçlı balıkçılık faaliyetleri bölgede yoğun olarak sürdürülmektedir. Bu nedenle bölgenin su kalitesinin tespiti, bazı toksik elementlerin suda ve sedimentteki birikim seviyelerinin ve bölgede yayılış gösteren balık türlerinin kas dokularındaki birikiminin belirlenmesi hem ekosistem sağlığı hemde insan sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir ve çalışmamızın amacını teşkil etmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma Alanı

İkisi kurumuş halde bulunan toplam yedi gölcükten oluşan ve yaklaşık 35 yıldır Kütahya'nın katı atık depolama sahası olarak kullanılan Yedigöller, şehir merkezine yaklaşık iki km uzaklıkta bulunmaktadır. İnköy, TOKİ konutları ve sanayi bölgesi üçgeni arasında yer alan bölgede, 1940 yılında Sümerbank

Kiremit Fabrikası tarafından kazılmış ve oluşan çukurlara zamanla yağışların birikmesi ve yer altı suyunun yükselmesiyle mevcut gölcükler meydana gelmiştir (Özen ve Korkmaz 2005).

Çalışmamızda, bölgede sportif balıkçılık faaliyetlerinin gerçekleştiği en büyük göletten, Aralık 2010 tarihinde su, sediment ve balık örnekleri alınarak incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı.

2.2 Fizikokimyasal Analizler

Çalışma alanında fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerden pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, iletkenlik ve tuzluluk Multi Ölçüm Cihazı (HQ40D) ile in situ olarak; nitrit, nitrat, ve fosfat ise Anadolu Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan Spektrofotometre (HACH LANGE DR 2800) ile ölçülmüştür.

2.3 Kimyasal Analizler

Suda, inorganik kirlenme parametreleri olarak kabul edilen çözünmüş elementlerin belirlenmesi için su örnekleri öncelikle, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (selüloz nitrat) süzölmüştür. Süzüntüden alınan bir miktar su numunesi (1+1) nitrik asit ile hemen pH < 2'ye ayarlanmıştır. Örneğin asit derişimi % 1 (v/v) nitrik asite karşılık gelecek şekilde, uygun hacimde (1+1) nitrik asit (ör; 20 mL örneğe 0.4 mL (1+1) HNO₃) ilave edilmiştir. Tüp kapatılıp karıştırılarak, örnek analize hazır hale getirilmiştir. Civa tayininde, kalibrasyon standardındaki civanın sinyal yanıtını karşılamak ve hafıza girişim etkilerini azaltmak üzere, ayrı bir örnek ilave olarak % 1 (v/v) HCl içerecek şekilde asitlendirilmiştir. Çözünmüş elementlerin içerikleri Varian marka ICP-OES 720 ES cihazı ile ölçülmüştür (EPA 2001).

Araziden alınan sediment örnekleri 0.5 mm'lik elekten geçirildikten sonra etüve konarak 105 °C'de

2 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Etüvde tamamen nemi giderilen numunelerden 0.5 g alınarak mikrodalgada nitrik asit ve perklorik asit ile sindirme işlemine tabi tutulmuştur. Organik yıkımları biten örnekler soğutulup, santrifüjlendikten sonra filtre kağıdından süzülerek, hacimleri saf su ile 100 ml'ye tamamlanıp ve Varian marka ICP-OES 720 ES ile metal içerikleri saptanmıştır (EPA 1998).

Çizelge 1. Yedigöller bölgesi gölet suyunda tespit edilen bazı Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler (1: SKKY 2004).

Fiziksel ve inorganik kimyasal Parametreler	Yedigöller	Yedigöller Göl Suyu Kalite Sınıfı	Kıta İçi Su Kaynak Sınıfları ¹ (mg/L)			
			1.	2.	3.	4.
pH	7.5	(I)	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	< 6.0-9.0 >
Sıcaklık (°C)	15.2	(I)	25	25	30	> 30
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	4.08	(III)	8	6	3	< 3
% Oksijen Doygunluğu	51.5	(III)	90	70	40	< 40
Nitrit (mg/L)	0.018	(II)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
Nitrat (mg/L)	0.3	(I)	5	10	20	> 20
Fosfat (mg/L)	0.5	-	-	-	-	-
İletkenlik (µs/cm)	960	-	-	-	-	-
Tuzluluk (‰)	0.53	-	-	-	-	-

Balık örnekleri serpmeye ağ ile yakalanmıştır. Laboratuara getirilerek tür teşhisleri yapıldıktan sonra ve kesilerek kas dokuları çıkarılmış ve analiz işlemine kadar -20 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan örnekler bütün olarak 105 °C'de kurutulmuş ve öğütülmüştür. Nemi tamamen kaybolan numunelerden 0.5 g alınarak nitrik asit ve perklorik asit (3:1) ilave edilerek ve mikrodalga ile digestion (sindirme) işlemine tabi tutulmuştur. Organik yıkımı biten örnekler filtreden süzülmüş, hacimleri 100 ml'ye tamamlanmış ve tüm metal analizleri Varian ICP-OES 720 ES ile yapılmıştır (ASTM 1985, APHA 1992). Su, sediment ve balık dokularında ölçülen metal analizleri Anadolu Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır.

3. Bulgular

Bu çalışmada, Kütahya Yedigöller bölgesinde bulunan en büyük göletten örnekleme yapılmış ve suyun pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, iletkenlik, tuzluluk, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat değerleri ile çinko, arsenik, bor, kadmiyum, krom, bakır ve kurşun gibi bazı toksik elementlerin su ve sedimentteki konsantrasyonları

ve gölette yayılım gösteren *C. gibelio*, *S.pursakensis* ve *C. sieboldii* 'nın kas dokularında bu elementlerin seviyeleri tespit edilmiştir.

Aralık 2010 tarihinde, bölgede tespit edilen pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, iletkenlik, tuzluluk, nitrit, nitrat ve fosfat değerleri ile Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen kalite sınıflarına göre karşılaştırılması Çizelge 1'de verilmiştir.

Bölgede tespit edilen pH ve sıcaklık normal sınırlar içindedir ve SKKY'ne göre bu parametreler açısından gölet I. sınıf su kalitesine sahiptir. Sucul canlılar ve su kalitesi için oldukça önemli bir parametre olan çözünmüş oksijen değerleri bölgede oldukça düşüktür ve bölge bu parametre açısından III. sınıf su kalitesine sahiptir.

Bölgede tespit edilen nitrit azotu değeri oldukça yüksektir (0.018 mg/L) ve göl suyu nitrit azotu değeri açısından III. sınıf su kalitesine sahiptir. Tespit edilen nitrat azotu (0.3 mg/L) değeri ise normal sınırlar içinde kalmaktadır.

Araştırma bölgesindeki su, sediment, *C. gibelio*, *S.pursakensis* ve *C. sieboldii* 'nın kas dokularında tespit edilen element derişimleri, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen kalite sınıfları kriterleri, sediment kalite kriterleri ve Türk Gıda Kodeksinde balıklar için belirtilen limit değerler karşılaştırması Çizelge 2'de verilmiştir.

Göl sedimentinde ve bölgede yayılım gösteren balıkların kas dokularında tespit edilen element seviyeleri, suda tespit edilen element seviyelerden oldukça yüksektir. Sudaki metal konsantrasyonları

büyükten küçüğe doğru; B > Zn > Cu > Cr > As > Pb > Cd şeklinde; sedimentteki metal konsantrasyonları; Zn > B > Cu > Cr > Pb > As > Cd ; *C. gibelio*'nun kas dokusunda, B > Zn > Cu > As > Pb > Cd > Cr şeklinde; *S. pursakensis*'in kas dokusunda; B > Zn > Cu > As > Cd > Pb > Cr şeklinde; *C. sieboldii*'nin kas dokusunda ise, B > Zn > Cu > As > Pb > Cd > Cr şeklinde sıralanmaktadır.

Bölgede suda ve sedimentte tespit edilen Fe ve Zn değerleri limit değerlerin altındadır ve bölge Fe

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada tespit edilen çözünmüş oksijen değeri bulgular kısmında da verildiği gibi çok düşüktür (4.08 mg/L). Bu değer SKKY'ne göre, çalışma alanı göl suyunun ÇO bakımından III. kalite su sınıfına girdiğini göstermektedir.

Yedigöller'de daha önce Alaş (1999) tarafından yapılan çalışmada gölcüklerin çözünmüş oksijen değerleri 5 ile 5.3 mg/L arasında; 2009 yılında Arslan vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise

Çizelge 2. Yedigöller su, sediment ve kas dokularında tespit edilen element değerleri (TEL: Eşik etki değeri, LEL: En düşük etki değeri, MET: Minimal etki eşik değeri; 1: SKKY 2004, 2: MacDonald vd. 2000, 3: *. TKG 2002, ** TKG 2008).

İnorganik kirlenme parametreleri	Yedigöller					Kıta İçi Su Kaynak Sınıfları ¹ (mg/L)				Sediment Kalite Kriterleri ² (mg/kg kuru ağırlık)			TGK Limit Değerleri ³ (mg/kg)
	Su	Sediment	<i>C. gibelio</i>	<i>S. pursakensis</i>	<i>C. sieboldii</i>	1. Sınıf	2. Sınıf	3. Sınıf	4. Sınıf	TEL	LEL	MET	
Cd	0.011	1.2	0.44	1.13	0.2	0.003	0.005	0.01	>0.01	0.596	0.6	0.9	(0.05)**
Pb	0.043	38.80	0.8	0.5	0.4	0.01	0.02	0.05	>0.05	35	31	42	0.3**
As	0.055	13	3.8	4.2	3.6	0.02	0.05	0.1	>0.1	-	-	-	1*
Zn	0.42	170	17.4	16	16	0.2	0.5	2	>2	123	120	150	50*
Cu	0.075	77.4	11.67	14.26	13.86	0.02	0.05	0.2	>0.2	35.7	16	28	20*
Cr	0.07	57.88	0.11	0.08	0.076	0.02	0.05	0.2	>0.2	37.3	26	55	-
B	3.8	82	75	44.6	87.2	1	1	1	>1	-	-	-	-

açısından I. sınıf, Zn açısından ise II. sınıf su kalitesine sahiptir. Ayrıca her üç balık türünde kas dokularında tespit edilen Zn değerlerinin Türk Gıda Kodeksi tarafından belirtilen 50 mg/kg sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

Cu, Cr ve Pb değerleri açısından bölge III. sınıf su kalitesine sahip olmasına rağmen araştırılan 3 tür balığın kas dokusundaki değerlerinin (Cr ve Cu açısından) çok yüksek olmadığı ve kas dokularındaki birikimin limit değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Bölgede tespit edilen Cd, B ve As değerleri hem suda, hem sedimentte hemde balıkların kas dokularında oldukça yüksektir ve SKKY'ne göre gölet As açısından III. sınıf, Cd ve B açısından ise IV. sınıf su kalitesine sahiptir.

MacDonald vd. (2000) tarafından belirtilen sediment kalite kriterlerine göre Yedigöller'de tespit edilen tüm elementlerin sedimentteki birikim seviyeleri TEL, EL ve MET değerlerinin oldukça üzerindedir (Çizelge 2).

3.32 ve 3.25 mg/L arasında tespit edilmiştir. Çözünmüş oksijen miktarını etkileyen önemli etmenlerden biri tuz yoğunluğu ve çözünmüş maddelerdir. Sudaki oksijenin suda eriyebilirliğini etkileyen diğer bir etmen ise sıcaklıktır. Çözünmüş oksijen, sıcaklıkla ters orantılıdır ve oksijenin suda eriyebilirliği sıcaklık azaldıkça artmaktadır (Tanyolaç 2009). Kış ayında örnekleme yapılmasına ve suyun sıcaklığının düşük olmasına rağmen yüksek tuzluluk ve iletkenlik değerleri, bölgenin yüksek organik içeriği, çözünmüş oksijenin miktarının düşük çıkmasına neden olabileceği fikrini güçlendirmektedir.

Bilindiği gibi nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür ve normal şartlarda ortamda birikmeyerek nitrata dönüşür. Nitrit'de nitrat gibi plankton gelişimine katkıda bulunur (Taş 2011). Tüm yeşil bitkiler büyümek için nitrata gereksinim duyarlar ve büyüme mevsiminin sonuna doğru bu bileşiğin miktarı ortamda azalabilir (Tanyolaç 2009). Ötrofik karaktere sahip Yedigöller'den kış mevsiminde örnek alınması, yüksek organik içeriğe sahip

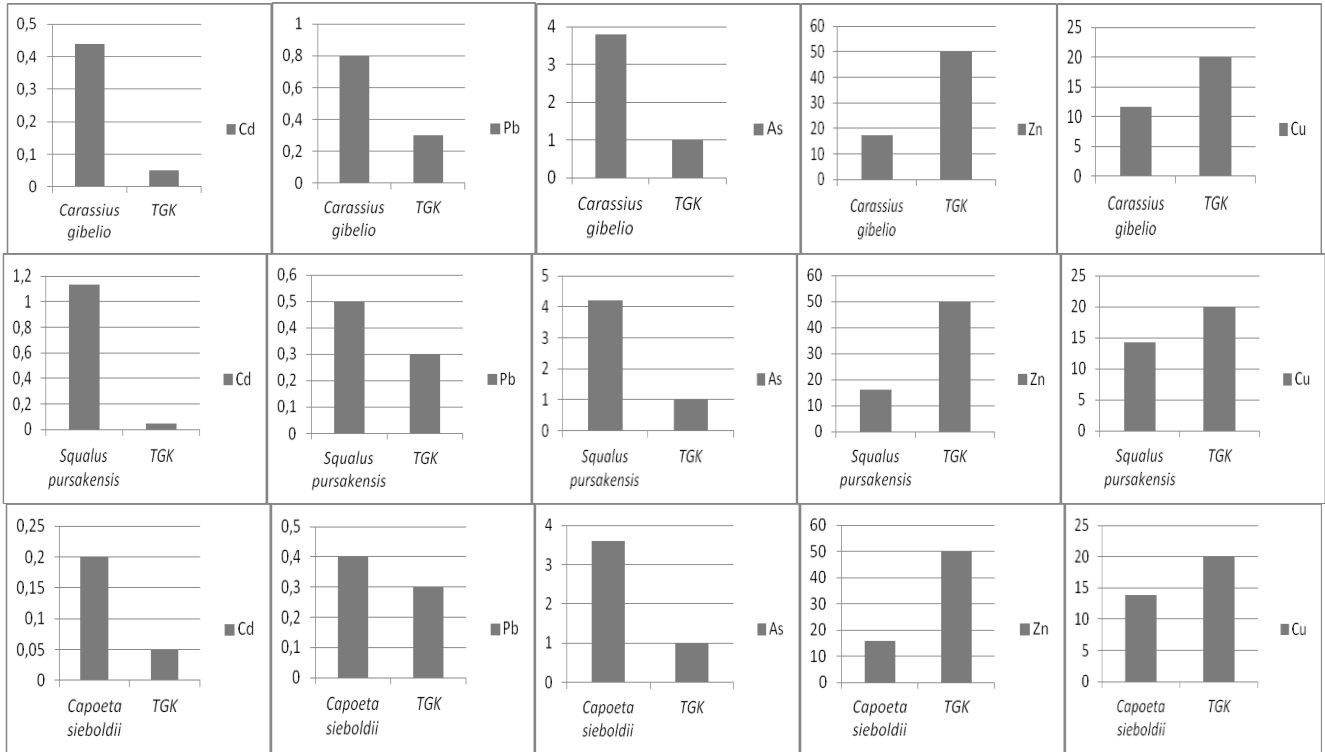
olmasına ve tespit edilen yüksek nitrit değerlerine rağmen belirlenen düşük nitrat konsantrasyonlarını açıklamaktadır.

Fosfatın evsel ve organik atıkların artırılması sonucu sularda istenmeyen alg artışına ve ötrofikasyon olayına neden olabildiği ve sudaki miktarının 0.3 mg/L'den yüksek olduğunda kirlenmeden söz edilebileceği bilinmektedir (Yılmaz 2004). Tespit edilen fosfat değeri (0.5 mg/L) bölgenin bu parametre açısından kritik seviyelere ulaştığını ve gelecekte ötrofikasyonun bölge için önemli tehlikelerden biri olduğunu göstermektedir.

Özen ve Korkmaz (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, Kütahya Yedigöller Bölgesi'nde suda Se, Cr, Cd, Mn, Pb ve Ni seviyeleri araştırılmıştır. Araştırmacılar Yedigöller suyunda kadmiyum ve kurşuna rastlamadıklarını bildirmiş, Cr değerinin ise 0.018 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Arslan vd. (2011) tarafından Yedigöller Bölgesi'nde Cr'mun sudaki konsantrasyonu 0.06 mg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki çalışmada da tespit edilen Cr değerleri, bu çalışmada tespit edilen Cr değerinden (0.07 mg/L) düşüktür. Literatür bilgileri ve bu

çalışmadan elde edilen sonuçlar, Cr konsantrasyonunun, Yedigöller bölgesinde yer alan gölcüklerin suyunda son altı yılda önemli derecede yükseldiğini göstermektedir. Bu sonuçlar bize bölgenin özellikle son yıllarda bazı metaller açısından önemli derecede deşarja maruz kaldığını göstermektedir.

Balıklarda yenebilen doku kas olduğu için kaslarda biriken metaller kolayca insana geçebilmektedir. Bu yüzden çeşitli kuruluşlar (FAO, WHO, EPA gibi) ve ülkelerin gıda işlerinden sorumlu kuruluşları (TGK gibi) metallerin bazılarının balıklarda bulunması gereken limit değerlerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda kas dokusunun metalleri bağlamada aktif bir yapısı olmamasına rağmen (Kayhan ve ark. 2009), insanlar tarafından tüketilen doku olması, sudaki ve sedimentteki element miktarının balık dokularında giderek artması, besin zinciri yoluyla insana kadar taşınabileceğini göstermektedir. Cd ve As değerleri her üç balık türünün kas dokusunda, Türk Gıda Kodeksi'nde (2008) belirtilen limit değerlerin oldukça üzerinde olduğu ve insan sağlığı açısından büyük bir risk oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 2 ve Çizelge 2).



Şekil 2. *Carassius gibelio*, *Squalus pirsakensis* ve *Capoeta sieboldii*'nin kas dokularında tespit edilen element konsantrasyonları ve TGK limit değerleri (mg/kg).

Bilindiği gibi Pb yeryüzünde doğal olarak bulunduğu gibi, su borusu yapımında, kurşun bazlı boyalarda ve benzinde yaygın biçimde kullanılmakta, aynı zamanda kurşun cevherinin işlenmesi süreçlerinde suya ve toprağa karışmaktadır (EPA Lead 2002). Bunlara ilaveten, Kurşunlu yakıtların yanması sonucu kurşunun öncelikle atmosfere, buradan da yağmurlar vasıtasıyla en yakın sucul sisteme geçtiği bilinmektedir (Denny vd. 1987). Yedigöller Tavşanlı-Kütahya ve Kütahya-Eskişehir karayollarına oldukça yakın mesafede konumlanmıştır ve bu durumun göldeki yüksek kurşun seviyesinin bir nedeni olabileceği fikrini akla getirmektedir. Ayrıca Kütahya bölgesinde kurşun bazlı boya kullanan endüstriyel kuruluşların atık sularındaki Cr miktarı da kirliliğin sebeplerinden biri olabilir.

Sahip olduğu yüksek toksisitesinden dolayı arseniğin en önemli kullanım alanlarından biri pestisitlerdir (Baş ve Demet 1992). Bölgenin çevresinde bulunan tarımsal alanlar ve bilinçsizce kullanılan pestisitler göletteki yüksek arsenik miktarının nedenini teşkil edebileceği savını güçlendirmektedir. Benzer şekilde kadmiyumda tarımsal faaliyetler sonucu gölete deşarj edilmekte, sedimentte ve sucul canlılarda birikmektedir. Bilindiği gibi kadmiyumun en yaygın kullanım alanlarından biri de fosfatlı gübrelerdir (Kahvecioğlu vd. 2003).

MacDonald vd. (2000) tarafından belirtilen sediment kalite kriterlerine göre, çalışma alanında tespit edilen Pb'nun eşik etki değeri (TEL) ile Minimal etki eşik değeri (MET) hariç, tüm elementlerin etki eşik değerleri oldukça yüksektir (Çizelge 2). Bu da bize zamana bağlı olarak, yüzey sularına ulaşan inorganik kirleticiler olarak kabul edilen elementlerin, artan konsantrasyonlarda sedimentte biriktiğini açıkça göstermektedir.

Sonuç olarak, Yedigöller bölgesi hem organik hemde inorganik olarak ciddi bir kirlilik baskısı altındadır ve bölgede yayılış gösteren balık türlerinde bazı elementlerin biyoakümüasyonu da besin zinciri yoluyla insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Göletlerin tamamen elden gitmemesi için bir an önce gerekli önlemlerin alınması gereklidir. Bu önlemlerin başında ise; su kalitesi parametrelerinin periyodik olarak ölçülüp, izlenmesi; evsel ve endüstriyel atık suların, sızıntıların yer altı ve yüzey sularına karışımının engellenmesi; organik maddelerin parçalanmasının sağlanması gerekmektedir.

5. Kaynaklar

- Alaş, A. 1999.** Yedigöller (Yukarı Porsuk Havzası-Kütahya)'ın Bazı Limnolojik Özellikleri ve Balıkçılık Açısından Değerlendirilmesi. 1. International Syposium on Protuction of Natural Environment and Ehrami Karaçam, Kütahya.
- APHA, 1992.** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. In A.E. Greenberg, L.S.Clesceri, A.D. Eato (eds.), American Public Health Association, 18th ed., Washington, U.S.A.
- Arslan, N., Koç, B., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Malkoç, S. 2009.** Uluabat Gölü bazı biyotik ve abiyotik öğelerinde gümüş birikimi. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, Eskikaraağaç, Bursa, 183 - 191.
- Arslan, N., Tokatlı, C., Çiçek, A., Köse, E. 2011.** Yedigöller (Kütahya) Bölgesinde Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Metal Seviyelerinin Belirlenmesi. *Rev. Hydrobiol.*, 4.1 17 - 28.
- ASTM, 1985.** Preparation of Biological Samples for Inorganic Chemical Analysis 1. Annual Book of ASTM Standards, D-19, pp. 740- 747.
- Baş, L., Demet, Ö. 1992.** Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. *Çevre Derg.*, sayı:5.
- Denny, P., Hart, BT., Lasheen, MR., Subramanian, V., Wong, MH. 1987.** Group Report: Lead, Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic In The Environment. In: S.C.O.P.E. of the I.C.S.U. (Hutchinson, T, C., Meema, K, M., -eds.). Canada.
- EPA METHOD, 2007. 2001.** Determiration Of Metals And Trace Elements In Water And Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- EPA METHOD, 3051. 1998.** Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S. 2003.** Metallerin çevresel etkileri-I. *Metalurji Derg.*, 136: 47-53.
- Kayhan, FE., Muşlu, MN., Koç, ND. 2009.** Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Tarattığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar. *J. Fish. Sci.*, 3(2): 153-162.

- MacDonald, DD., Ingersoll, CG., Berger, TA. 2000.** Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 39: 20-31.
- Özen, AS., Korkmaz, Ö. 2005.** Yedigöller (Kütahya) Ekosisteminde Biyolojik Çeşitlilik ve Kirlilik Üzerine Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 9: 15-26.
- Shrivastava, P., Saxena, A. Swarup, A. 2003.** Heavy metal pollution in a sewage-fed lake of Bhopal. *Lakes & Reservoirs. Res. Manag.*, 8: 1-4.
- SKKY, 2004.** Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 tarihli Resmi Gazete No: 25687, <http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25687>.
- Tanyolaç, J. 2009.** Limnoloji. Hatibođlu Yayınevi, Ankara, 294 s.
- Taş, B. 2011.** Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. *The Black Sea J. Sci.*, 1(3): 43-61.
- TGK, 2002.** Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliđ. No: 2002/63.
- TGK, 2008.** Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliđ. No: 2008/26.
- Yılmaz, F. 2004.** Mumcular Barajı (Muđla – Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ekoloji Derg.*, 13: 13-17.