

## Kovada Gölü'nde Yaşayan İstakozlarda (*Astacus leptodactylus*) Bazı Ağır Metallerin Birikiminin İncelenmesi

İsmail Kır<sup>1,\*</sup>, Yusuf Tuncay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 32260 Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Sütçüler Çobanisa İlköğretim Okulu, 32950 Isparta, Türkiye

\*Yazışılan yazar e-posta: ismail@fef.sdu.edu.tr

Alınış:08 Temmuz 2010, Kabul: 23 Eylül 2010

**Özet:** 05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada; Kovada Gölü'nde yaşayan istakoz (*Astacus leptodactylus*)'ların kas, karaciğer ve karapaks dokularında bazı ağır metal birikiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada; 32 adet tatlısu istakozu gölü'nün değişik bölgelerinden mevsimlik periyotlarla yakalanarak incelenmiştir. Örneklerin ağır metal analizi ICP-OES cihazı ile yapılmıştır. Tatlısu istakozunda yapılan ağır metal analizleri sonucunda doku ve organlarda Cu, Mn, Zn, Al, Ni, Cd, Pb, Cr ve Fe tespit edilmiştir. Doku ve organlarda en fazla biriken metalin Al olduğu belirlenmiştir. Metallerin, karaciğer ve karapaks kas dokusuna göre daha fazla biriktiği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Ağır Metal, Kovada Gölü, Su Kirliliği, Tatlısu istakozu

## The Investigation of some Heavy Metals in Crayfish (*Astacus leptodactylus*) Inhabiting Kovada Lake

**Abstract:** This study was carried out between 05.04.2005 - 23.02.2006 and was aimed to investigate accumulation of some heavy metals in muscle, liver and carapace tissues of crayfish (*Astacus leptodactylus*) inhabiting Kovada Lake. In this study, totally 32 crayfish were caught from different regions of Kovada Lake seasonally and investigated. The heavy metal analysis of samples were carried out by using ICP-OES. According to the results of the analysis of heavy metals were determined Cu, Mn, Zn, Al, Ni, Cd, Pb, Cr and Fe in tissues and organs of crayfish. It was determined that Al was the highest metal in tissues and organs. The highest metal concentrations were found in the liver and carapace than muscle.

**Key words:** Heavy Metal, Kovada Lake, Water Pollution, Crayfish

### 1. Giriş

Günümüz dünyasında canlı ve cansız varlıklar arasındaki dengeli ilişkiler, insanların sebep olduğu olumsuz etkilerden dolayı hızla bozulmaktadır. Bu etkilerin başında; düzensiz ve denetimsiz gelişen endüstri, nüfusun hızla artması ve aşırı tüketim gibi faktörler gelmektedir. Çağımızda endüstrinin hızla gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır. Özellikle teknolojinin gelişmesi sonucu endüstri ve sanayi atıkları ile kentsel atıkların bulunduğu kanalizasyon sularının arıtma işlemine tabi tutulmadan nehir ve göl sularına verilmesi, tarımsal mücadelede kullanılan zirai ilaçların çeşitli yollarla bu sulara karışması, suların kirlenmesine ve sucul ortamda yaşayan canlıların zarar görmesine neden olmaktadır.

Ağır metaller doğada çok düşük düzeylerde denge halinde bulunurlar. Metal kaplama ve demir çelik endüstrisinden gelen atık sulardaki Cd, Hg, Pb ve Cr gibi ağır metaller besin zinciri yoluyla girdikleri canlı vücudundan atılamadıkları için birikirler. Böylece denge bozulur ve canlıda toksik etkiler oluşmaya başlar. Bu birikim sonucunda sulara yaşayan canlılar ve bu canlılarla beslenen insanlarda zarar görürler [1].

Sucul ortamlardaki omurgasız canlılarda biriken ağır metallerin belirlenmesine yönelik Türkiye’de ve Dünya’da pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen tatlısu istakozlarında ağır metal birikimi hakkında fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışmalardan; Kınacıgil [2], Gölarmara ve Gölçük göllerinde; İnan [3], Batı Anadolu’daki Apolyont, Manyas, Çivril, Eğirdir ve Marmara göllerinde yaşayan tatlısu istakozunda bazı ağır metallerin birikimini araştırmıştır. Yine ülkemizde omurgasız canlılardan midyelerdeki ağır metal birikimi üzerine Yarsan vd. [4], Celiloğlu-Begenirbaş [5] ve Sunlu [6] değişik çalışmalar yapmışlardır. Diğer ülkelerde ise; Mariño-Balsa vd. [7], Wiesner vd. [8], Chindah vd. [9], Yusof vd. [10] tatlısu istakozları ve midyeler üzerinde çeşitli çalışmalar yapmışlardır.

Bu araştırmalardan başka, Kovada Gölü’nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi üzerine Kır vd. [11], Eğirdir Gölü kerevitleri üzerine Bolat ve Aksoylar [12], Seyhan Baraj Gölü’ndeki tatlısu istakozları üzerine Çevik ve Tekelioğlu [13] değişik çalışmalar yapmışlardır.

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda Kovada Gölü’nde yaşayan tatlısu istakozunda ağır metal birikimi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda gölde yaşayan tatlısu istakozunun kas, karaciğer ve karapaksındaki bazı ağır metal birikiminin mevsimsel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Araştırma Alanı

Kovada Gölü; Eğirdir Gölü’nün 8 km güneyinde olup kuzey-güney doğrultusunda uzanan tektonik bir göldür. Koordinatları 37°40’ K, 30°52’ 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. Gölün derinliği en fazla 5 m’dir.

### 2.2. İstakoz Örneklerinin Temini

Örneklerin temini gölün değişik bölgelerinden mevsimlik periyotlarla gerçekleştirilmiştir. Av esnasında kullanılan istakoz sepetleri birinci gün atılıp ertesi gün sabah toplanmıştır. Çalışma süresince toplam 32 adet örnek yakalanmıştır. Gölden yakalanan istakozlar uygun naylon torbalar içerisinde ve torbaların ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarına getirilmiştir.

### 2.3. Örneklerin Ağır Metal Analizine Hazırlanması

Ağır metal analizi için, her mevsimin ikinci ayında, ortalama 40-50 g ağırlığında, sekizer tane istakoz örneği alınmıştır. Örneklerin karın kısmı açılarak karaciğeri pens

yardımıyla, abdomeninden 4-5 g kas örneği ve karapaksında bir kısmı makas yardımıyla alınarak analiz işlemine kadar derin dondurucuda ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) bekletilmiştir.

Ölçüm için bütün dokulardan 1'er g alınarak her biri mikrodalga çözünürleştirme tüplerine yerleştirilmiştir. Her bir tüpün üzerine de 5 ml  $\text{HNO}_3$  ve 1 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  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 balonjojelere aktarılmıştır. Balonjojelerdeki çözelti miktarı saf su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Örneklerin metal analizi Perkin Elmer marka 5300 DV model ICP-OES cihazında yapılmıştır. Her bir element için kullanılan dalga boyları şunlardır; Cd 228.802 nm, Cr 267.716 nm, Cu 327.393 nm, Fe 238.204 nm, Mn 257.610 nm, Pb 220.353 nm, Zn 206.200 nm, Al 394.401 nm, Ni 231.604 nm. 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.

Sonuçlar yaş ağırlık üzerinden mg/kg olarak verilmiş ve mevsimsel olarak değerlendirilmiştir.

#### *2.4. İstatistiksel Analizler*

İstatistiksel hesaplamaların yapılmasında SPSS 12 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar One-way Anova testine tabi tutulmuştur. Ayrıca istakoz dokularında belirlenen metal miktarları ve mevsimler arasındaki farkların istatistiksel önemleri Duncan Analizi yapılarak belirlenmiştir.

### **3. Bulgular**

Kovada Gölü'nde yaşayan tatlısu istakozunun bazı doku ve organlarında yapılan ağır metal analizleri sonucunda; Cu, Mn, Zn, Al ve Ni her mevsimde bütün dokularda, Cd her mevsimde sadece karaciğerde, Pb sadece Sonbahar-2005'de karaciğerde tespit edilmiştir. Cr İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da kas ve karaciğerde, Fe Yaz-2005 ve Kış-2006'da kasda tespit edilemezken diğer mevsimlerde tüm doku ve organlarda belirlenmiştir.

İlkbahar-2005'de Cd (2.07 mg/kg) karaciğerde; Cr (1,82 mg/kg), Fe (223.61 mg/kg) ve Al (483.86 mg/kg) karapaksta en yüksek oranda tespit edilmiştir. Sonbahar-2005'de Mn (16.81 mg/kg) karapaksta, Zn (31.45 mg/kg) ve Ni (11.19 mg/kg) karaciğerde en yüksek oranda belirlenmiştir. Kış-2006'da da Cu (33.75 mg/kg) karaciğerde en yüksek düzeyde tespit edilmiştir.

İstakoz örneklerinin kas, karaciğer ve karapaks dokularındaki ağır metallerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 1'de verilmiştir.

Cu, Mn, Zn, Al ve Ni her mevsimde bütün dokularda, Cd her mevsimde sadece karaciğerde, diğer metaller ise farklı mevsim ve farklı dokularda tespit edilmiştir. Genel olarak karaciğer ve karapakstaki metal birikimi kas dokusuna göre daha fazladır. İlkbahar-2005'de en yüksek Al karapaksta 483.86 mg/kg, Yaz-2005'de yine Al en yüksek karapaksta 96.04 mg/kg, Sonbahar-2005'de en yüksek Fe karaciğerde 68.99

mg/kg, Kış-2006'da en yüksek Al miktarı karapaksta 107.94 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bulguların mevsimsel olarak kıyaslanması sonucunda, Cd'un karaciğerdeki birikiminde mevsimler arasında bir farkın olmadığı ( $P>0.05$ ) görülmüştür. Cr'un kas dokusundaki birikimi mevsimler arasında önemli ( $P<0.05$ ) bulunurken, karaciğerdeki birikimi önemli ( $P>0.05$ ) bulunmamıştır. Ancak karapakstaki birikimi yaz, sonbahar ve kış mevsimleri kıyaslandığında önemli değil iken ( $P>0.05$ ), bu üç mevsimin ilkbahardan farklı ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

Kas dokusundaki Cu birikiminin ilkbahar ve yaz mevsimlerinde birbirinden farklı olmadığı ( $P>0.05$ ), buna karşın diğer mevsimlerden farklı olduğu ( $P<0.05$ ) belirlenmiştir. Karaciğerdeki Cu birikimi açısından mevsimler arasında herhangi bir farklılık ( $P>0.05$ ) tespit edilememiştir. Karapakstaki Cu birikimi bakımından sonbahar ve kış mevsimleri arasında önemli bir farklılık ( $P>0.05$ ) bulunmazken, diğer mevsimlerle arasında önemli ( $P<0.05$ ) bir fark saptanmıştır.

Karaciğer ve kastaki Fe miktarı mevsimler arasında farklılık ( $P>0.05$ ) göstermemiştir. Karapaksta tespit edilen Fe miktarı yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde farklı olmamakla beraber ( $P>0.05$ ), bu üç mevsimdeki birikim ilkbahardaki birikimden önemli ( $P<0.05$ ) oranda farklıdır.

Kas, karaciğer ve karapakstaki Mn birikimi istatistiksel olarak mevsimler arasında farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ).

Kastaki Zn birikimi ilkbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olmamakla ( $P>0.05$ ) beraber, diğer mevsimlerle arasında önemli bir fark ( $P<0.05$ ) görülmüştür. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde Zn'nun karaciğerdeki birikimi mevsimsel olarak farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ). Buna karşın diğer mevsimlerle kıyaslandığında önemli bir farklılık ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Karapakstaki Zn birikimi mevsimler arasında farklı değildir ( $P>0.05$ ).

Al'un kas dokusundaki birikiminde mevsimlerin önemli bir etkisinin olmadığı ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. Karaciğerdeki Al birikimi yaz ve sonbahar mevsimleri arasında farklılık göstermemiş ( $P>0.05$ ) ancak bu birikimin diğer mevsimlerden farklı ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Al'un karapakstaki birikimi yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde birbirinden farklı ( $P>0.05$ ) değilken bu mevsimlerin ilkbahar mevsiminden farklı olduğu ( $P<0.05$ ) saptanmıştır.

Ni metalinin kas ve karaciğerdeki birikimi mevsimsel açıdan farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ). Yaz ve kış aylarında, Ni'in karapakstaki birikiminde bir farklılık bulunamazken ( $P>0.05$ ) bu mevsimlerdeki birikim sonbahar ve ilkbahar mevsimlerindeki birikimden farklılık göstermiştir ( $P<0.05$ ).

**Tablo 1.** İstakozun kas, karaciğer ve karapaksındaki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni miktarları (mg/kg) ile standart sapmaları

MEVSİM	DOKU	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	Al	Ni
<b>İlkbahar-2005</b>	Kas	ALA*	ALA	4.70±0.70 <sup>b</sup>	0.84±0.66 <sup>a</sup>	0.26±0.04 <sup>a</sup>	ALA	11.08±0.76 <sup>ab</sup>	8.51±2.19 <sup>a</sup>	0.22±0.06 <sup>a</sup>
	Karaciğer	2.07±2.99 <sup>a**</sup>	ALA	25.48±14.19 <sup>a</sup>	91.77±33.93 <sup>a</sup>	6.03±2.54 <sup>a</sup>	ALA	24.46±4.33 <sup>ab</sup>	6.74±2.96 <sup>ab</sup>	5.48±6.93 <sup>a</sup>
	Karapaks	ALA	1.82±1.78 <sup>b</sup>	13.13±4.60 <sup>c</sup>	223.61±120.99 <sup>b</sup>	14.67±4.62 <sup>a</sup>	ALA	8.26±4.80 <sup>a</sup>	483.86±185.56 <sup>b</sup>	0.95±0.17 <sup>b</sup>
<b>Yaz-2005</b>	Kas	ALA	0.02±0.01 <sup>a</sup>	2.85±0.82 <sup>b</sup>	ALA	0.28±0.12 <sup>a</sup>	ALA	9.19±1.83 <sup>a</sup>	5.65±3.08 <sup>a</sup>	4.47±0.65 <sup>a</sup>
	Karaciğer	0.82±0.62 <sup>a</sup>	0.12±0.07 <sup>a</sup>	8.64±2.28 <sup>a</sup>	44.85±15.09 <sup>a</sup>	9.42±6.36 <sup>a</sup>	ALA	25.31±1.28 <sup>ab</sup>	4.55±1.59 <sup>a</sup>	0.57±0.36 <sup>a</sup>
	Karapaks	ALA	0.43±0.03 <sup>a</sup>	6.77±1.90 <sup>b</sup>	42.64±16.56 <sup>a</sup>	14.93±6.15 <sup>a</sup>	ALA	4.66±1.93 <sup>a</sup>	96.04±26.05 <sup>a</sup>	0.41±0.12 <sup>a</sup>
<b>Sonbahar-2005</b>	Kas	ALA	0.11±0.02 <sup>b</sup>	0.63±0.16 <sup>ab</sup>	12.98±6.80 <sup>a</sup>	0.82±0.64 <sup>a</sup>	ALA	12.98±0.57 <sup>b</sup>	18.73±0.68 <sup>a</sup>	0.98±0.51 <sup>a</sup>
	Karaciğer	0.31±0.09 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	23.78±17.10 <sup>a</sup>	68.99±73.11 <sup>a</sup>	7.09±6.45 <sup>a</sup>	0.18±0.03 <sup>a</sup>	31.45±7.86 <sup>b</sup>	6.21±0.57 <sup>a</sup>	11.19±0.33 <sup>a</sup>
	Karapaks	ALA	0.31±0.13 <sup>a</sup>	1.20±0.74 <sup>a</sup>	25.82±1.82 <sup>a</sup>	16.81±9.55 <sup>a</sup>	ALA	4.01±0.28 <sup>a</sup>	47.07±8.18 <sup>a</sup>	0.61±0.37 <sup>ab</sup>
<b>Kış-2006</b>	Kas	ALA	ALA	0.12±0.02 <sup>a</sup>	ALA	0.51±0.17 <sup>a</sup>	ALA	11.73±1.80 <sup>ab</sup>	9.24±1.11 <sup>a</sup>	0.45±0.04 <sup>a</sup>
	Karaciğer	0.23±0.06 <sup>a</sup>	ALA	33.75±18.81 <sup>a</sup>	67.86±15.88 <sup>a</sup>	11.88±6.55 <sup>a</sup>	ALA	22.10±1.54 <sup>a</sup>	10.33±1.86 <sup>b</sup>	0.91±0.27 <sup>a</sup>
	Karapaks	ALA	0.30±0.08 <sup>a</sup>	0.29±0.02 <sup>a</sup>	58.80±21.70 <sup>a</sup>	16.73±5.58 <sup>a</sup>	ALA	4.64±0.17 <sup>a</sup>	107.94±46.89 <sup>a</sup>	0.41±0.07 <sup>a</sup>

\*: Analiz Limitinin Altında

\*\* : Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir.

## 4. Tartışma ve Sonuç

### 4.1. Tartışma

Yapılan bu çalışmada en fazla biriken metalin Al olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda metallerin en fazla biriktiği organların karapak ve karaciğer olduğu görülmüştür. Metallerin karaciğerde yüksek çıkmasının sebebi metabolik olarak aktif bir organ olmasından, karapakta yüksek çıkmasının sebebi ise su ve sediment ile doğrudan temas halinde olmasından kaynaklanmış olabilir. En az biriken metal Cr (0.02 mg/kg) Yaz-2005’de kas da tespit edilmiştir. Metallerin genel olarak kas dokusunda az tespit edilmesinin sebebi aktif bir organ olmamasından kaynaklanabilir.

Kınacıgil [2], Gölarmara ve Gölçük Göllelerinden yakalanan istakozların doku ve organlarındaki Zn, Cu, Pb, Cd ve Hg miktarlarını belirlemiş ve istakozların doku ve organlarında en fazla biriken metalin Zn olduğunu, en az biriken metalin ise Hg olduğunu tespit etmiştir.

İnan [3], Batı Anadolu’daki Apolyont, Manyas, Çivril, Eğirdir ve Marmara Gölleleri’nde yaşayan tatlısu istakozunda kasta en fazla biriken metalin Zn, en az biriken metalin ise Hg olduğunu, karapakta en fazla biriken metalin Fe, en az biriken metalin ise Hg olduğunu tespit etmiştir. Genel olarak istakozun yenilebilen kasında ağır metal birikiminin daha düşük düzeylerde olduğunu belirlemiştir. Kovada Gölü’nde yapılan bu çalışmada da, en az metal birikimi kas dokusunda belirlenmiştir. Fe Al’den sonra karapakta en çok biriken metal olarak tespit edilmiş ve bu çalışma ile paralellik göstermiştir.

Morales-Hernández vd. [14], Mazatlan Körfezin’de Cr, Fe, Mn ve Ni’in istakozun dış kabuğunda; Cu, Cd ve Zn’nun ise istakozun solungaçlarında, kasında ve gonadlarında biriktiğini tespit etmişlerdir. Pb dışındaki metallerin insan sağlığı için uygun değerlerde olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada da Cr, Fe, Al ve Mn’in en yüksek karapakta biriktiği belirlenmiştir.

Kabuklular üzerinde yapılan diğer çalışmalarda Yarsan vd. [4], Van Gölü’nden toplanan midye örneklerinde Cu, Cd, Zn, As ve Pb birikimini araştırmışlardır. Mevsimsel olarak yaptıkları çalışmada örneklerde belirlenen metal yoğunluklarının ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen değerler içerisinde olduğunu tespit etmişlerdir. Wiesner vd. [8], Oder Halici’nde ki midyelerin kabuk ve dokularında Pb, Cd ve Hg birikimini araştırmışlar, midyelerin kabuk ve dokularındaki ağır metallerin mevsime ve bölgeye göre farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Midyenin kabuğunda Cd ve Pb miktarının düşük olduğunu aynı dönemlerde midyenin dokusunda ise Cd ve Pb miktarının yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Tatlısu istakozları üzerinde yapılan bu çalışmada doku ve organlardaki ağır metal birikimi mevsimsel olarak değerlendirildiğinde; ilkbahar ve sonbaharda arttığı, yaz ve kış’ın ise azaldığı tespit edilmiştir.

#### 4.2. Sonuç

Gölde yaşayan tatlısu istakozunun bazı doku ve organlarında yapılan analizler sonucunda da Cu, Mn, Zn, Al ve Ni her mevsimde bütün dokularında, Cd her mevsimde sadece karaciğerde, Pb sadece Sonbahar-2005’de karaciğerde tespit edilmiştir. Cr İlkbahar-2005 ve Kış-2006’da kas ve karaciğerde, Fe Yaz-2005 ve Kış-2006’da kasda tespit edilemezken diğer mevsimlerde tüm doku ve organlarda belirlenmiştir. İlkbahar-2005’de Cd karaciğerde; Cr, Fe ve Al karapaksta, Sonbahar-2005’de Mn karapaksta, Zn ve Ni karaciğerde, Kış-2006’da da sadece Cu karaciğerde en yüksek düzeyde görülmüştür. Yapılan bu çalışmada en fazla biriken metalin Al olduğu belirlenmiştir. Metallerin, karaciğer ve karapaksta kas dokusuna göre daha fazla biriktiği saptanmıştır. Genel olarak, doku ve organlardaki metal miktarlarının ilkbahar ve sonbahar mevsiminde arttığı, yaz ve kış mevsiminde ise azaldığı görülmüştür.

Bu çalışmada, istakozun kas dokusunda belirlenen ağır metal miktarları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı [15]’nin verdiği tatlısu istakozunun dokularında ağır metallerin kabul edilebilir değerlerinin altında çıktığından bu istakozların besin olarak tüketilmesinde herhangi bir tehlikenin olmadığı görülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (Proje no: 1191-M-05) tarafından desteklenmiştir. Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- [1] Beyazıt N, Peker İ., 1998. Atık Sularda Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. 1. Atık Su Sempozyumu, 22-24 Haziran 1998, Kayseri.
- [2] Kınacıgil H.T., 1985. Gölarmara ve Gölcük Gölleri Kerevitlerindeki (*A. leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Ağır Metal Birikimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova- İzmir. s. 20.
- [3] İnan V., 1991. Batı Anadolu Göllerinde (Apoloyont-Manyas-Eğirdir-Çivril ve Marmara) Yaşayan Tatlısu İstakozunda (*A. leptodactylus* Esch. 1823) Bazı Ağır Metal Birikimleri ve Bu Elementlerin Toksik Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir. s. 82.
- [4] Yarsan E, Bilgili A, Türel İ., 2000. Van Gölü’nden Toplanan Midye (*Unio Stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24: 93-96.
- [5] Celiloğlu-Begenirbaş A.S., 2002., Porsuk Çayı (Kütahya Bölümü)’ndeki Tatlısu Midyesi (*Unio* sp.)’nde Bazı Ağır Metallerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir. s. 47.
- [6] Sunlu U., 2006., Trace Metals Levels in Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1758) from Turkish Aegean Sea Coast. *Environmental Monitoring and Assessment*, 114 (1-3): 273-286.
- [7] Mariño-Balsa J.C, Poza E, Vázquez E, Beiras R., 2000. Comparative Toxicity of Dissolved Metals to Early Larval Stages of *Palaemon serratus*, *Maja squinado*, and *Homarus gammarus* (Crustacea: Decapoda). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39: 345-351.
- [8] Wiesner L, Günther B, Fenske C., 2001., Temporal and Spatial Variability in the Heavy-Metal Content of *Dreissena Polymorpha* (Pallas) (Mollusca: Bivalvia) from the Kleines Haff (Northeastern Germany). *Hydrobiologia*, 443: 137-145.

- [9] Chindah A.C, Braide A.S, Sibeudu O.C., 2004. Distribution of Hydrocarbons and Heavy Metals in Sediment and a Crustacean (Shrimps-*Penaeus notialis*) from the Bony/New Calabar River Estuary, Niger Delta. *Ajeam-Ragee*, 9: 1-17.
- [10] Yusof A.M, Yanta N.F, Wood A.K.H., 2004. The Use of Bivalves As Bio-İndicators in the Assessment of Marine Pollution Along a Coastal Area. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259 (1): 119-127.
- [11] Kır İ, Tekin-Özan S, Tuncay Y., 2007. Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 24 (1-2): 155-158.
- [12] Bolat Y, Aksoylar M.Y., 1997. Eğirdir Gölü Kerevitlerine (*A. leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Genel Bir Bakış. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.
- [13] Çevik C, Tekelioğlu N., 1997. Seyhan Baraj Gölünde Yaşayan Tatlısu İstakozu (*A. leptodactylus*)'nun Bazı Biyo-Ekolojik ve Morfometrik Özellikleri. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.
- [14] Morales-Hernández F.M, Soto-Jiménez M.F, Páez-Osuna F., 2004). Heavy Metals in Sediments and Lobster (*Panulirus gracilis*) from the Discharge Area of the Submarine Sewage Outfall in Mazatlan Bay (SE Gulf of California). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46: 485-491.
- [15] Anonim, 2002. Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara. s. 78.