



II. ULUSAL MALAKOLOJİ KONGRESİ

8-10 Ekim 2009

Uluslararası Katılımlı



<http://kongreler.cu.edu.tr/malakoloji>
malakoloji@cu.edu.tr

II. ULUSAL MALAKOLOJİ KONGRESİ
BİLDİRİLER KİTABI
(Uluslararası Katılımlı)

ÇUKUROVA UNİVERSİTESİ
8-10 Ekim 2008 Adana TÜRKİYE

PROCEEDINGS OF THE SECOND
NATIONAL MALACOLOGY CONGRESS
(With International Participation)

ÇUKUROVA UNIVERSITY
8-10 October 2008 Adana TURKEY

II. ULUSAL MALAKOLOJİ KONGRESİ BİLDİRİLER KİTABI
(Uluslararası Katılımlı)

8-10 Ekim 2008 Adana-TÜRKİYE

Editörler / Editors

Doç. Dr. Cem ÇEVİK
Dr. Deniz ERGÜDEN

Bilim Kurulu / Editorial Boards

Prof.Dr. Metin KUMLU
Prof.Dr. Mesut ÖNEN
Prof.Dr. Rıdvan ŞEŞEN
Prof.Dr. Ruşen USTAOĞLU
Prof.Dr. Sezginer TUNCER
Prof.Dr. Zeki YILDIRIM
Prof.Dr. Aynur LÖK
Prof.Dr. Alaeddin BOBAT
Doç.Dr. Mehmet ÇELİK
Doç.Dr. Bilal ÖZTÜRK
Doç.Dr. Cem ÇEVİK
Doç.Dr. Alp SALMAN
Doç.Dr. Serhat ALBAYRAK
Yrd. Doç. Dr. Önder DUYSAK
Yrd. Doç. Dr. Burçin Aşkım GÜMÜŞ

II. ULUSAL MALAKOLOJİ KONGRESİ
(Uluslararası Katılımlı)

8-10 Ekim 2008
ADANA-TÜRKİYE

Editörler / Editors

Doç. Dr. Cem ÇEVİK
Dr. Deniz ERGÜDEN

II. ULUSAL MALAKOLOJİ KONGRESİ

(Uluslararası Katılımlı)

Kongre Düzenleme Kurulu

Doç.Dr. Cem ÇEVİK
Doç.Dr. Mehmet ÇELİK
Yrd. Doç. Dr. Burçin Aşkım GÜMÜŞ
Dr. Kenan BAYHAN
Dr. Deniz ERGÜDEN
Arş. Gör. O.Bariş DERİCİ

Kongre Bilim Kurulu

Prof.Dr. Metin KUMLU
Prof.Dr. Mesut ÖNEN
Prof.Dr. Rıdvan ŞEŞEN
Prof.Dr. Ruşen USTAOĞLU
Prof.Dr. Sezginer TUNCER
Prof.Dr. Zeki YILDIRIM
Prof.Dr. Aynur LÖK
Prof.Dr. Alaeddin BOBAT
Doç.Dr. Mehmet ÇELİK
Doç.Dr. Bilal ÖZTÜRK
Doç.Dr. Cem ÇEVİK
Doç.Dr. Alp SALMAN
Doç.Dr. Serhat ALBAYRAK
Yrd. Doç. Dr. Önder DUYSAK
Yrd. Doç. Dr. Burçin Aşkım GÜMÜŞ

Kongre Sekreteri

Dr. Deniz ERGÜDEN
K. Serdar AKKAYA

İÇİNDEKİLER

EAST MEDITERRANEAN MARINE MALACOLOGY: A SHORT HISTORY	
John J. Van AARTSEN, Jeroen GOUD.....	1
TÜRKİYE DENİZLERİNDE DAĞILIM GÖSTEREN <i>BELA</i>, <i>FEHRIA</i> VE <i>MANGELIA</i> (GASTROPODA: CONIDAE) TÜRLERİNİN TAKSONOMİK VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ	
Bilal ÖZTÜRK, Alper DOĞAN, Banu BİTLİS, Mesut ÖNEN.....	22
GÖKOVA KÖRFEZİ ÖZEL ÇEVRE KORUMA BÖLGESİNDE DAĞILIM GÖSTEREN OPISTHOBRANCHIA (Mollusca, Gastropoda) TÜRLERİ	
Umut TURAL, Mustafa CEBECİ, Ünal ERDEM, Şengül KARADENİZ, Efsun G. ATASOY, Önder DUYSAK.....	61
SPİL DAĞI (MANİSA) MİLLİ PARKI MALAKOFAUNASI (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora)	
Burçin Aşkım GÜMÜŞ.....	72
TÜRKİYE'NİN EGE DENİZİ KIYILARINDA DAĞILIM GÖSTEREN PROPEAMUSSIDAE VE PECTINIDAE (BIVALVIA-MOLLUSCA) TÜRLERİ	
Alper DOĞAN, Bilal ÖZTÜRK, Mesut ÖNEN, Banu BİTLİS	87
EXOTIC FRESHWATER MOLLUSCS IN ISRAEL AND THE TERRITORIES	
Henk K. MIENIS.....	113
KURŞUNUN <i>Brachidontes Pharaonis</i>'İN HEPATOPANKREAS, KAS, SOLUNGAÇ DOKULARINDAKİ BİRİKİMİ İLE HEPATOSOMATİK İNDEKS ÜZERİNE ETKİLERİ	
Nuray ÇİFTÇİ, Fahri KARAYAKAR, Cahit ERDEM, Özcan AY, Sahire KARAYTUĞ, Bedii CİCİK.....	127

MARMARA DENİZİ KUMBAĞ BÖLGESİNDEN AVLANAN BEYAZ KUM MİDYESİ (<i>Chamelea gallina</i> L., 1758)'NİN BİYOMETRİSİ ve AĞIR METAL BİRİKİMLERİ	
Can KURT, Mustafa CEBECİ, Nuray BALKIS, Ünal ERDEM, Şengül KARADENİZ, Canan TÜRELİ.....	138
YUKARI DİCLE HAVZASININ, DİCLE NEHRİNİN BATISINDAKİ BÖLGEDE SAPTANAN KARA SALYANGOZLARININ DAĞILIŞI VE SİSTEMATİĞİ	
Kalender ATABAY, Rıdvan ŞEŞEN.....	150
BÜYÜKÇEKMECE GÖLÜ MOLLUSK FAUNASI VE ONLARI ETKİLEYEN BAZI PARAMETRELER	
Serap Köksal ŞAHİN	167
KARADENİZ EREĞLİSİNDEN AVLANAN BEYAZ KUM MİDYESİ (<i>Chamelea gallina</i> L., 1758)'NİN BİYOMETRİSİ ve AĞIR METAL BİRİKİMLERİ	
Can KURT, Mustafa CEBECİ, Nuray BALKIS, Ünal ERDEM, Şengül KARADENİZ, Efsun Görkem ATASOY.....	177
AN ULTRASTRUCTURAL STUDY OF THE ACROSOME FORMATION DURING THE SPERMATOGENESIS OF A PROTANDRIC NEOGASTROPOD, <i>Coralliophila meyendorffii</i> (MURICIDAE, CORALLIOPHILINAE)	
Maria Jose AMOR, Alexandra RICHTER, Mercé DURFROT.....	186
BRACHIDONTES PHARAONIS'İN KAS, SOLUNGAÇ VE HEPATOPANKREAS DOKULARINDAKİ KADMİYUM VE ÇİNKO BİRİKİMİ	
Fahri KARAYAKAR, Nuray ÇİFTÇİ, Cahit ERDEM, Özcan AY, Sahire KARAYTUĞ, Bedii CİCİK.....	201
DÜNYA TATLI SU MİDYESİNE DAYALI KABUK ENDÜSTRİSİNİN TÜRKİYE'DE Kİ DURUMU VE EKONOMİK YÖNDEN İRDELENMESİ	
Hülya ŞEREFİLİŞAN.....	211

KURŞUNUN *Brachidontes pharaonis*'in HEPATOPANKREAS, KAS VE SOLUNGAÇ DOKULARINDAKİ BİRİKİMİ ile HEPATOSOMATİK İNDEKS ÜZERİNE ETKİLERİ

Nuray ÇİFTÇİ, Fahri KARAYAKAR, Cahit ERDEM, Özcan AY, Sahire KARAYTUĞ, Bedii CİCİK..... 220

ÇİFT KABUKLU SU ÜRÜNLERİNDE (BİVALVE) BESLENME

Serpil SERDAR, Aynur LÖK, Aysun KÜÇÜKDERMENCİ, Sefa ACARLI, Ali KIRTIK, Selçuk YİĞİTKURT, Mehmet GÜLER..... 232

İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDE DAĞILIM GÖSTEREN BAZI OPISTHOBRANCHIA TÜRLERİ

Cem ÇEVİK, Deniz ERGÜDEN..... 243

**BRACHIDONTES PHARAONIS'İN KAS, SOLUNGAÇ VE
HEPATOPANKREAS DOKULARINDAKİ KADMIYUM VE ÇİNKO
BİRİKİMİ**

Fahri KARAYAKAR⁽¹⁾, Nuray ÇİFTÇİ⁽¹⁾, Cahit ERDEM⁽²⁾, Özcan AY⁽¹⁾, Sahire KARAYTUĞ⁽¹⁾,

Bedii CİCİK⁽¹⁾

⁽¹⁾Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

E mail: fkarayakar@mersin.edu.tr

⁽²⁾Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi,, Biyoloji Bölümü

ÖZET:

Bu araştırmada sırasıyla eser ve toksik etkili ağır metallere çinko ve kadmiyum'un 1.0 ile 0.2 ppm'lik ortam derişimlerinin etkisinde 24, 48, 72 ve 96 saat sürelerle bırakılan *Brachidontes pharaonis*'in kas, solungaç ve hepatopankreas dokularındaki Zn ve Cd birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doku ve organlardaki ağır metal düzeyleri, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik yöntemlerle saptanmıştır.

B. pharaonis'de kadmiyum ve çinkonun incelenen derişimlerinin belirlenen sürelerdeki etkisi kas, solungaç ve hepatopankreas dokularında kontrole oranla metal birikimini arttırmış ve bu artış etkide kalma süresindeki artışa paralellik göstermiştir. Deney süresi sonunda Zn ve Cd sırasıyla en fazla solungaç ve hepatopankreas dokularında birikirken en düşük birikimin kas dokusunda olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Birikim, *Brachidontes pharaonis*, Çinko, Kadmiyum

ABSTRACT:

The aim of the present study was to determine the accumulation of trace element zinc and toxic element cadmium in muscle, gill and hepatopancreas tissues of *Brachidontes pharaonis* after exposing the animals to 1.0 ppm Zn and 0.2 ppm Cd concentration of each metal separately for 24, 48,

72 and 96 hours. Tissue levels of heavy metals were determined using Atomic Absorbtion Spectrophotometric methods.

Accumulation of Zn and Cd increased in muscle, gill and hepatopancreas tissues compared to control animals at any given exposure period and also increased with increasing exposure periods. Accumulation of Zn and Cd was higher in gill and hepatopancreas tissues respectively, while lowest accumulation was found in muscle tissue for both metals.

Key Words: Accumulation, *Brachidontes pharaonis*, Zinc, Cadmium

GİRİŞ

Su ortamına rüzgar, toprak erozyonu ve volkanik aktiviteler gibi doğal olaylar sonucu katılabilen ağır metallerin, günümüzde aşırı nüfus artışı, endüstri kollarında yaygın bir şekilde kullanımı sonucu evsel ve endüstriyel atıklarla sucul ortamlara deşarjı ortamdaki derişimlerinin artmasına neden olmaktadır (Fergusson 1990, Gregory ve diğ. 2002). Hayvansal organizmalar yaşamsal olaylar için eser miktarlarda bakır, çinko, demir gibi metallere gereksinim duysalar da, bunların yüksek derişimleri ile, civa, kadmiyum, kurşun gibi herhangi bir biyolojik işleve sahip olmayan ağır metallerin düşük derişimleri, özellikle sucul organizmalarda doku birikimine, mortaliteye, besin zinciri aracılığı ile üst trofik düzeylere iletilerek sucul ekosistemin yapısal bileşenlerinde değışime neden olmaktadır (De Conto Cinier ve diğ. 1999, Odzak ve diğ. 2000).

Çinko, hayvansal organizmalarda büyüme, gelişme ve üreme gibi çeşitli metabolik ve fizyolojik olaylarda işlev yapan yaklaşık 300 kadar enzimin yapısal bileşiminde yer alan bir eser elementtir (Chan ve diğ. 1998, Frederickson ve diğ. 2000). Yüksek derişimlerde başta antioksidant enzimler olmak üzere NADPH oksidaz, ksantin oksidaz, laktat dehidrojenaz, asit fosfataz ve alkalen fosfataz gibi bazı enzimlerin aktivitelerini inhibe ederek metabolik bozukluklara neden olmaktadır (Eltohamy ve Younis 1991, Afanas'ev ve diğ. 1995).

Kadmiyumun hayvansal organizmalardaki biyolojik işlevi bilinmemekle birlikte düşük derişimlerde de dokularda birikime ve toksik etkilere neden olduğu belirlenmiştir (Zelikoff ve diğ. 1995). Sucul omurgasızlarda kadmiyumun, membran lipid bileşenleri ile etkileşime girerek madde

taşınımını engellediği ve hücrenin yapısal bütünlüğünde bozulmaya neden olduğu saptanmıştır (Zakhartsev ve diğ. 2000).

Bivalvia türlerinin süzerek beslenmeleri, sesil olmaları, kirlenici ajanların genelde yaşam ortamlarına deşarjı ve regüstasyon yeteneklerinin sınırlı olması nedeniyle kirlenicileri ortamdakinden çok daha yüksek derişimlerde vücutlarında biriktirebilmeleri kirlilik izleme programlarında biyoindikatör olarak kullanılmalarına neden olmaktadır (Goldberg 1975, Geret ve diğ. 2002). Çeşitli bivalvia türleri ile doğal (Regoli 1998, Yap ve diğ. 2004) ve laboratuvar koşullarında (Geret ve diğ. 2002, Soydemir ve diğ. 2004) yapılan araştırmalarda ağır metallerin yumuşak dokularda yüksek derişimlerde biriktiği saptanmıştır.

Akuatik ortamlardaki besin zincirinin önemli bir halkasını oluşturan midyelerin, dokularında çinko ve kadmiyum birikiminin incelenmesi, sucul omurgasızlardaki Cd ve Zn toksisitesinin belirlenmesine olanak sağladığından, bu araştırmada 24, 48, 72 ve 96 saat sürelerle çinkonun 1.0, kadmiyumun 0.2 ppm'lik ortam derişimlerinin etkisinde *B. pharaonis*'in solungaç, hepatopankreas ve kas dokularındaki Cd ve Zn birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak lesepsiye bir tür olan *B. pharaonis* kullanılmıştır. Örnekler endüstriyel aktivitelerin yok denecek kadar az, daha çok narenciyeye dayalı tarımsal aktivitelerin yürütüldüğü Mersin ili Çeşmeli kasabası sahil şeridinden toplanmıştır. Toplanan *B. pharaonis* örnekleri içerisinde ortam suyu bulunan, ısı izolasyonlu 30x40x30 cm boyutlarındaki özel taşıma kapları içerisinde Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler araştırma laboratuvarına getirilmiştir.

Sucul organizmaların doku ve organlarındaki metal birikimi, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiğinden örnekleme yapıldığı bölgeden alınan su ile deneylerde kullanılan suyun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi yapılarak sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Örnekleme istasyonundan alınan deniz suyu ile deneylerde kullanılan deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

	Örneklemenin Yapıldığı Deniz suyu	Deneylerde Kullanılan Deniz suyu
Sıcaklık (°C)	21.2	23.3
Tuzluluk (‰)	36.1	35.1
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	6.36	6.36
İletkenlik (µmhos)	532	532
pH	7.77	7.75
Cd Derişimi (ppm)	Duyarlılık Düzeyi Altında	Duyarlılık Düzeyi Altında
Zn Derişimi (ppm)	0.8	0.3

Deneylerin yürütüldüğü laboratuvar, $24 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklığa sahip olup, 12 saat karanlık 12 saat aydınlık fotoperiyodu uygulanmıştır. Gerek Adaptasyon sürecinde gerekse deneylerde Mersin yeni marinadan alınmış deniz suyu kullanılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler her biri $32.5 \times 40 \times 32.5$ cm boyutlarında ve içerisinde 30 litre deniz suyu bulunan 2 adet stok cam akvaryum içerisinde 15 gün süreyle bekletilerek ortam şartlarına adaptasyonları sağlanmıştır. Adaptasyon periyodunda akvaryumlardaki deniz suyu günlük olarak değiştirilmiştir.

Deneylerde 4 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumlardan birincisine 30 L deniz suyu ile hazırlanmış 0.2 ppm kadmiyum, ikincisine ise 1.0 ppm derişimindeki Zn çözeltileri konmuştur. Üçüncü ve dördüncü akvaryumlara ise belirtilen hacimde deniz suyu konarak kontrol grubu olarak incelenmiştir. Deneylerde 25.0 ± 5.0 mm kabuk uzunluğuna ve 2.2 ± 0.7 g ağırlığa sahip midyeler kullanılmıştır. Belirlenen 24, 48, 72 ve 96 saatlik etki süreleri sonunda deney ve kontrol akvaryumlarından çıkartılan midyeler, 5'er'li 3 gruba ayrılarak tek tek disekte edilmiştir. Bir gruptaki 5 midyenin her birinden disekte edilen aynı dokular bir araya getirilerek havuz oluşturulmuştur.

Akvaryumlarda havalandırma, merkezi havalandırma sistemi ile sağlanmıştır. Deneylerde kullanılan çinko ve kadmiyum çözeltilerinin hazırlanmasında sırasıyla $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck) ve $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Merck) tuzları kullanılmıştır. Deney çözeltilerinin derişiminde, çökeltme, buharlaşma ve akvaryum camına yapışma gibi nedenlerle zaman içerisinde derişimler olabileceğinden, çözeltiler her

gün taze olarak hazırlanmış stok çözeltilerden uygun seyreltmeler yapılarak değiştirilmiştir (Tort ve diğ. 1984). Deneylerde toplam 150 adet midye kullanılmıştır.

Belirlenen dokulardaki Cd ve Zn düzeyleri, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik (AAS) yöntem ile saptanmıştır. Bu amaçla disekte edilen doku örnekleri, 105°C'ye ayarlı etüvde 72 saat süreyle bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Kuru ağırlıkları belirlenen doku örnekleri daha sonra deney tüplerine aktarılarak üzerlerine nitrik asit (HNO₃, %65, Ö.A.: 1.40, Merck) ve perklorik asit (HClO₄, %60, Ö.A.:1.53, Merck) karışımı (2/1, v/v) eklenerek (Muramoto 1983) 120°C'de 8 saat süreyle yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlanan örnekler polietilen tüplere aktarılarak toplam hacimleri deiyonize su ile 5 ml'ye tamamlanmış ve analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerdeki ağır metal derişimleri GBC 933 AA model AAS ile saptanmıştır. Deney verilerinin istatistik analizinde Student Newman Keul's (SNK) testi kullanılmıştır (Sokal ve Rohlf 1969).

BULGULAR

B. pharaonis'de çinko ve kadmiyumun belirlenen derişimlerinin 24, 48, 72 ve 96 saat sürelerle etkisinde hepatopankreas, solungaç ve kas dokularındaki birikim düzeylerinin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri sırasıyla Tablo 2 ve 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Çinkonun 1.0 ppm'lik ortam derişiminin belirlenen sürelerde *B. pharaonis*'in hepatopankreas, solungaç ve kas dokusundaki birikim ($\mu\text{g Zn/g k.a.}$) düzeyi üzerine etkileri.

Doku	Kontrol	SÜRE (Saat)			
		24	48	72	96
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *
Hepatopankreas	0.04 \pm 0.003 as	0.11 \pm 0.03 bs	0.19 \pm 0.014cs	0.21 \pm 0.01 cs	0.25 \pm 0.02 ds
Solungaç	0.12 \pm 0.01 at	0.20 \pm 0.02 bt	0.24 \pm 0.012 ct	0.28 \pm 0.02 dt	0.34 \pm 0.03 et
Kas	0.02 \pm 0.003 ax	0.012 \pm 0.002 ax	0.04 \pm 0.001bx	0.07 \pm 0.001cx	0.09 \pm 0.01 dx

* SNK; a, b, c, d ve e süreler; s, t ve x harfleri dokular arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P < 0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ = Aritmetik ortalama \pm Standart hata

Tablo 3. Kadmiyumun 0.2 ppm'lik ortam derişiminin belirlenen sürelerde *B. pharaonis*'in hepatopankreas, solungaç ve kas dokusundaki birikim ($\mu\text{g Cd/g k.a.}$) düzeyi üzerine etkileri.

Doku	Kontrol	SÜRE (Saat)			
		24	48	72	96
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ *
Hepatopankreas	0.04 \pm 0.006 as	0.06 \pm 0.001as	0.15 \pm 0.008 bs	0.23 \pm 0.009 cs	0.63 \pm 0.003ds
Solungaç	0.04 \pm 0.003 as	0.08 \pm 0.006bs	0.19 \pm 0.002 ct	0.28 \pm 0.009 dt	0.47 \pm 0.001 et
Kas	0.04 \pm 0.001 as	0.07 \pm 0.006as	0.10 \pm 0.001bx	0.11 \pm 0.001 bx	0.19 \pm 0.001cx

Kısaltmalar Tablo 2'deki gibidir.

Çinkonun 1.0 ppm, kadmiyumun 0.2 ppm'lik ortam derişimlerinin 24, 48, 72 ve 96 saat sürelerle etkisi *B. pharaonis*'in solungaç, hepatopankreas ve kas dokularındaki metal birikimini kontrole göre istatistiksel bakımdan önemli düzeyde arttırmıştır ($P < 0.05$). Her iki metal etkisinde de incelenen dokularda metal birikimindeki artış etkide kalma süresindeki artışa paralellik göstermiştir. Metal birikimi, doku ve metale bağlı olarak değişmiş, deney süresi sonunda çinko en fazla solungaç dokusunda birikirken, kadmiyumun hepatopankreas dokusunda biriktiği saptanmıştır. Belirlenen süre ve derişimlerin etkisinde en düşük birikim kas dokusunda meydana gelmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bivalvia'ler süzerek beslendiklerinden ve regülasyon yetenekleri sınırlı olduğundan ağır metalleri özellikle yumuşak dokularında ortamdakinden çok daha yüksek derişimlerde biriktirebilirler (Puente ve diğ. 1996, Blasco ve Puppo 1999). Doğal koşullarda *Mytilus galloprovincialis* (Regoli 1998) ve *B. pharaonis* (Karayakar ve diğ. 2007) ile yapılan araştırmalarda ağır metal kirliliği gösteren ortamlardan örneklenen midyelerin yumuşak dokularındaki Cu, Cd, Cr, Pb ve Zn düzeylerinin oldukça yüksek olduğuna belirlenmiştir. *B. pharaonis* ile laboratuvar koşullarında yapılan bu araştırmada da Zn ve Cd'un incelenen ortam derişimlerinin belirlenen sürelerdeki etkisinin, yumuşak dokulardaki metal birikimini kontrole göre önemli düzeyde arttırdığı, bu artış da incelenen türün toksik maddeleri regüle edebilme yeteneklerinin sınırlı olması ve süzerek beslenmesi ile açıklanabilir.

Sucul omurgasızlarda ağır metal birikimi, metale (Nicholson ve Szefer 2003), metalin ortam derişiminin yanı sıra etkide kalma süresine (Pempkoviak ve diğ. 1999) bağılı olarak değışim gösterir (Liang ve diğ. 2004). *M. galloprovincialis*'in solungaç, kas ve hepatopankreas dokularındaki çinko ve kadmiyum birikiminin etkide kalma süresine bağılı olarak (Soto ve diğ. 1997) arttığı belirlenmiştir. Bu araştırmada da incelenen dokulardaki çinko ve kadmiyum birikimi etkide kalma süresine bağılı olarak artmıştır.

Balık ve sucul omurgasızlarda ağır metal birikiminin doku ve metale bağılı olarak değışim gösterdiği saptanmıştır (Heath 1995). Laboratuvar koşullarında çeşitli mollusk türleri ile yapılan araştırmalarda Ag, Cd, Cu, Hg ve Zn'un subletal derişimlerinin kronik etkisinde, kas dokusuna oranla hepatopankreas ve solungaç dokularında daha yüksek derişimlerde birikirken (Viarengo ve diğ. 1980, Bebianno ve Langston 1991, Vercauteren ve Blust 1996, Serra ve diğ. 1999, Radlowska ve Pempkowiak 2002, Soydemir ve diğ. 2004), ağır metal etkisinin hepatopankreas dokusunda metal bağılayıcı proteinlerin sentezi ile lizozomal veziküllerin sayısını arttırdığı belirlenmiştir (Viarengo ve diğ. 1980). *M. edulis* ve *Crassostrea gigas*'da Cd etkisinde en fazla birikim solungaç dokusunda olurken, Zn etkisinde hepatopankreasta gözlenmiştir (Geret ve diğ. 2002). *B. pharaonis* ile yapılan bu araştırmada da birikimin metale ve dokuya bağılı olarak değışim gösterdiği, belirlenen süre ve derişimlerinin etkisinde çinkonun en fazla solungaç dokusunda, kadmiyumun ise hepatopankreas dokusunda biriktiğı saptanmıştır. Solungaç ve hepatopankreas dokularında yüksek derişimlerdeki birikim solungacın doğrudan doğruya ortam ile etkileşim halinde olması ve metal etkisinde anılan her iki dokuda metal bağılayıcı proteinlerin sentezi ve lizozomal veziküllerin sayısındaki artış ile açıklanabilir.

Sonuç olarak *B. pharaonis*'de çinkonun 1.0 ppm, kadmiyumun 0.2 ppm'lik ortam derişimlerinin 24, 48, 72 ve 96 saat sürelerle etkisinde solungaç, hepatopankreas ve kas dokularında yüksek derişimlerde biriktiğı, birikimin etkide kalma süresine bağılı olarak arttığı ve dokular arasında ayırım gösterdiği belirlenmiştir. Birikim bakımından dokular arasındaki bu ayırım metabolik, yapısal ve işlevsel farklılıklarla açıklanabilir.

KAYNAKLAR

- Afanas'ev, I.B., T.B. Suslova, Z.P. Cheremisina, N.E. Abramova, L.G. Korkina. 1995. Study of Antioxidant Properties of Metal Aspartates. *Analyst* 120, 859-862.
- Bebianno, M. J., W. J. Langston. 1991. Metallothionein Induction in *Mytilus edulis* Exposed to Cadmium. *Mar. Biol.* 108, 91-96.
- Blasco, J., J. Puppo. 1999. Effect of Heavy Metals (Cu, Cd and Pb) on Alanine and Aspartate aminotransferase in *Ruditapes philippinarum* (Mollusca: Bivalvia). *Comp. Biochem. Physiol.* 122C, 253-263.
- Chan, S., B. Gerson, S. Subramaniam. 1998. The Role of Copper, Molybdenum, Selenium and Zinc in Nutrition and Health. *Clin. Lab. Med.* 18, 673-685.
- De Conto-Cinier, C., M. Petit-Ramel, R. Faure, D. Garin, Y. Baouvet. 1999. Kinetics of Cadmium Accumulation and Elimination in Carp *Cyprinus carpio* Tissues. *Comp. Biochem. Physiol.* C., 122(3), 345-352.
- Eltohamy, M.M., M. Younis. 1991. Response of Testes, Epididymis and Seminal Vesicle of Rabbits to Zinc Deficiency. *Arch. Exp. Veterinarmed*, 45, 155-160.
- Fergusson, J. 1990. *The Heavy Element: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects.* Bergamon Press. Oxford 614s .
- Frederickson, C.J., S.W. Suh, D. Silva, R.B. Thompson. 2000. Importance of Zinc in the Central Nervous System: the Zinc-Containing Neuron. *J. Nutr.* 130, 1471-1483.
- Geret, F., A. Jouan, V. Turpin, M.J. Bebianno, R.P. Cosson. 2002. Influence of Metal Exposure on Metallothionein Synthesis and Lipid Peroxidation in Two Bivalve Mollusks the Oyster (*Crassostrea gigas*) and the Mussel (*Mytilus edulis*). *Aquat. Living Resour.* 15, 61-66.
- Goldberg, E.D. 1975. The Mussel Watch: a First Step in Global Marine Monitoring. *Mar. Poll. Bull.* 6, 111-132.
- Gregory, M.A., D.J. Marshall, R.C. George, A. Anandraj, T.P. McClurg. 2002. Correlations Between Metal Uptake in the Soft Tissue of *Perna perna* and Gill Filament Pathology After Exposure to Mercury. *Mar. Poll. Bull.* 45, 114-125.
- Heath, A.G. 1995. *Water Pollution and Fish Physiology.* 2. Baskı, CRC Pres. Inc., Florida USA, 359s.

- Karayakar, F., C. Erdem, B. Cıçık. 2007. Seasonal Variation in Copper, Zinc, Chromium, Lead and Cadmium Levels in Hepatopancreas, Gill and Muscle Tissues of the Mussel *Brachidontes pharaonis* (Fischer P. 1870) Collected Along the Mersin Coast, Turkey. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 79, 350-355.
- Liang, L.N., B. He, G.B. Jiang, D.Y. Chen, Z.W. Yao. 2004. Evaluation of Mollusks as Biomonitors to Investigate Heavy Metal Contaminations along the Chinese Bohai Sea. Sci. Tot. Environ. 324, 105-113.
- Muramoto, S. 1983. Elimination of Copper from Cu-Contaminated Fish by Long Term Exposure to EDTA and Freshwater. J. Environ. Sci. Health, A18, (3), 455-461.
- Nicholson, S., P. Szefer. 2003. Accumulation of Metals in the Soft Tissues , Byssus and Shell of the Mytilid Mussel *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) from Polluted and Uncontaminated Locations in Hong Kong Coastal Waters. Baseline/Mar. Poll. Bull. 46, 1035-1048.
- Odzak, N., T. Zvonaric, Z.G. Kljakovic, M. Horvat, A. Baric. 2000. Biomonitoring of Mercury in the Kastela Bay Using Transplanted Mussels. The Sci. Total Environ. 261, 61-68.
- Pempkowiak, J., A. Sikora, E. Biernacka. 1999. Speciation of Heavy Metals in Marine Sediments vs Their Bioaccumulation by Mussels. Chemosphere, Vol. 39, No 2, pp. 313-321.
- Puente, X., R. Villares, E. Carral, A. Carballeira. 1996. Nacreous Shell of *Mytilus galloprovincialis* as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution in Galiza (NW Spain). The Sci. Total Environ. 183, 205-211.
- Radlowska, M., J. Pempkowiak. 2002. Stres-70 as Indicator of Heavy Metals Accumulation in Blue Mussel *Mytilus edulis*. Environmental International, 27, 605-608.
- Regoli, F. 1998. Trace Metals and Antioxidant Enzymes in Gills and Digestive Gland of the Mediterranean Mussel *Mytilus galloprovincialis*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. Vol. 34, Issue 1, January, pp. 48-63.
- Serra, R., G. Isani, G. Tramontano, E. Carpena. 1999. Seasonal Dependence of Cadmium Accumulation and Cd-Binding Proteins in *Mytilus galloprovincialis* Exposed to Cadmium. Comp. Biochem. Physiol. C., 123, 165-174.
- Sokal, R.R., J.F. Rohlf. 1969. Biometry. W.H. and Freeman and Company, San Francisco, 776s.

- Soto, M., M.P. Ireland, I. Marigomez. 1997. The Contribution of Metal/Shell-Weight Index in Target-Tissues to Metal Body Burden in Sentinel Marine Molluscs. 2. *Mytilus galloprovincialis*. The Sci. Total Environ. 198, 149-160.
- Soydemir, N., B. Cicik, G. Ekingen. 2004. *B. pharaonis*'in Kas Solunga ve Hepatopankreas Dokularındaki Bakır Birikimi. Turkish J. Aquatic Life, 2 (2), 171-177.
- Tort, L., P. Torres, J. Hidalgo. 1984. Short-Term Cadmium Effects on Gill Tissue Metabolism. Mar. Poll. Bull., 15, (12), 448-450.
- Vercauteren, K., R. Blust. 1996. Bioavailability of Dissolved Zinc to the Common Mussel *Mytilus edulis* in Complexing Environments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 137, 123-132.
- Viarengo, A., M. Pertica, G. Mancinelli, R. Capelli, M. Orunesu. 1980. Effect of Copper on the Uptake of Amino Acids on Protein Synthesis and on ATP Content in Different Tissues of *Mytilus galloprovincialis*, Lam. Mar. Environ. Research, 4, 145-152.
- Yap, C.K., A. Ismail, H. Omar, S.G. Tan. 2004. Toxicities and Tolerances of Cd, Cu, Pb and Zn in a Primary Producer (*Isochrysis galbana*) and in a Primary Consumer (*Perna viridis*). Environ. Inter. 29, 1097-1104.
- Zakhartsev, M.V., V.P. Chelomin, N.N. Belcheva. 2000. The Adaptation of Mussels *Crenomytilus grayanus* to Cadmium Accumulation Result in Alterations in Organization of Microsomal Enzyme-Membrane Complex (Non-Specific Phosphatase). Aqua. Toxicol. 50, 39-49.
- Zelikoff, J.T., D. Bowser, K.S. Squibb, K. Frenkel. 1995. Immunotoxicity of Low Level Cadmium Exposure in Fish: An Alternative Animal Model for Immunotoxicological Studies. J. Toxicol. Environ. Health 45, 235-248.