

## Çamlık Lagünü (Karataş, Adana), Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi

\*Meltem Dural<sup>1</sup>, M. Z. Lugal Göksu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Antakya, Hatay, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Adana, Türkiye

\*E mail: duralmeltem@yahoo.com

**Abstract: Variations of heavy metal levels of seston benthos and sediment seasonally in Çamlık Lagoon (Karataş, Adana).**

In this research, samples were taken seasonally from the Tuzla Lagoon and heavy metal (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe) concentrations in the sediment, seston and benthos were measured. The concentrations of heavy metals in the seston, benthos and sediment samples were determined by using Flame Atomic Absorption Spectrophotometry (FLAAS) and Grafite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry (GFAAS) after wet digestion method. In recent years, decrease on the amount of local rainfalls, the lack of fresh and seawater sources, sedimentation, agricultural fields around the region, new domestic places and increasing salinity can be thought as the reasons of loosing the ecological balance in the lagoon. Results in this study showed that, in general, maximum bioaccumulation of Zn (2295,06 µgg<sup>-1</sup>) and Cd (17,06 µgg<sup>-1</sup>) was detected in seston, Fe (30441,70µgg<sup>-1</sup>) and Pb (67,29 µgg<sup>-1</sup>) in sediment and maximum Cu (72,24µgg<sup>-1</sup>) levels were detected in benthos. As the conclusion, changes of detected levels of heavy metals on seston, sediment and benthos are seasonally independent.

**Key Words:** Lagoon, seston, benthos, sediment, heavy metal.

**Özet:** Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesinde bulunan ve yoğun kirlenme tehdidi altındaki önemli sulak alanlardan, Çamlık lagününde seston, bentoz ve sediment örneklerinde ağır metallerden Pb, Cu, Zn, Cd, Fe'in birikim miktarları ve bunların mevsimsel değişimi belirlenmiştir. Örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları yaş parçalama yöntemi uygulandıktan sonra FLAAS ve GFAAS kullanılarak ölçülmüştür. Son yıllarda bölgeye düşen yağış miktarındaki azalma, tatlı su ve deniz suyu kaynağının yetersizliği, sedimantasyon, yeni yerleşim alanları ve çevrede bulunan tarım arazileri ile birlikte yüksek tuzluluk lagünün ekolojik dengesinin bozulmasında önemli etkenler olarak düşünülebilir. Çalışmada belirlenen bulgular değerlendirildiğinde en çok Zn (2295,06 µgg<sup>-1</sup>) ve Cd (17,06 µgg<sup>-1</sup>)'un sestonda; Fe (30441,70µgg<sup>-1</sup>) ve Pb (67,29 µgg<sup>-1</sup>)'un sedimentte; Cu (72,24µgg<sup>-1</sup>)'ın ise bentozda biriktiği görülmüştür. Araştırma sonucunda lagündeki seston, sediment ve bentozda ağır metal miktarlarının genelde mevsimlere bağlı düzenli değişimler göstermediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Lagün, seston, bentoz, sediment, ağır metal.

### Giriş

Çamlık Lagünü (Yumurtalık Lagünü), Ceyhan nehri'nin Kuzeydoğusunda, Yumurtalık ilçesinin batısında girintili çıkıntılı kıyı parçaları arasında, denizle ve birbirleriyle bağlantılı olarak çok sayıda lagünler, tatlı ve tuzlu su bataklıkları, sazlıklar ve geniş kıyı kumullarından oluşmuştur. Ceyhan ağzı ve Yumurtalık Körfezi arasında kalan ve lagünler, tuzcul bataklıklar, tatlı su bataklıkları, çamur düzlükleri, sazlıklar, ıslak çayırlar, kumullar ve bir çam ormanından oluşan dev bir sulak alan sistemidir (Şekil 1). Başlıca sulak alanlar Çamlık (ya da Yumurtalık) Lagünü, Yelkoma Gölü (1150 ha), Ömer Gölü (350 ha), Yapı Gölü (300 ha) ve Darboğaz Gölü'dür (380 ha). Bölgedeki diğer sulak alanların aksine, düzensiz bir kıyı çizgisine sahip bölge, denizle birçok noktada birleşmektedir. Denizle bağlantısı genişçe bir boğazla olduğundan suları tuzludur. Kuzeydeki dereler yoluyla yağmurlu dönemde lagüne tatlı su girişleri olmaktadır. Bölge dalyanları içinde en uzun sete sahiptir (1300 m). Bu lagün 1300 m'lik deniz bağlantısı ile sürekli olarak denizin etkisi altındadır. Su giriş ve çıkışı gel-gite bağlı olarak çok hızlı meydana gelmektedir. Gölün kuzeyinde yer alan tarım alanlarında kullanılan gübreler, tarım ilaçları alanı

büyük ölçüde etkilemektedir. Çamlık lagün havzasının alanı yaklaşık 3000 ha ve yüzey alanı ise 1300 ha'dır. Lagünde bulunan başlıca balık türleri levrek (*Dicentrarchus labrax*), çipura (*Sparus aurata*), çeşitli kefal türleri olup, yıllık üretim yaklaşık 40 ton'dur (Anonim,1997). Çamlık Lagünü 2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu'na göre 1994 yılında "Tabiatı Koruma Alanı" ilan edilmiştir. Lagünün doğusunda yer alan Yumurtalık Serbest Bölgesi'nde, ağır metal endüstri tesisleri ve Irak petrollerini taşıyan boru hattının ulaştığı bir tanker dolun tesisi; daha doğuda, İskenderun Körfezi'nin karşı tarafında petrol rafinerisi, ağır metal ve çimento fabrikaları bulunmaktadır. (Anonim, 2000).

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada, ağır metal birikim miktarlarının belirlenebilmesi amacıyla seston, bentoz ve sediment örnekleri toplanmıştır. Seston olarak, plankton ve triptonndan oluşacak şekilde bir örnekleme yapılmıştır. Bentoz örnekleri, istasyonlarda sediment örneklerinin alındığı bölgeden toplanmış olup, çoğunlukla *Chironomus* sp. , *Gammarus* sp. ve poliket'lerden oluştuğu gözlenmiştir.



Şekil 1. Çamlık Lagünü

Sediment örnekleri için, istasyonlarda dipte 0-10 cm'lik tabakadan örnekleme yapılmış, örnekler 63µm'lik plastik elekler yardımıyla elenmiş ve 63µm'den küçük olan sediment örnekleri etüvde 102 °C'de 12 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kuruyan örnek etüvden çıkartıldıktan sonra 1 gr tartılmış ve üzerine HCl:HNO<sub>3</sub> (3:1) (Aqua-regia) eklenerek 24 saat asitte bekletilmiştir. Daha sonra ısıtıcı üzerinde ağır kısımlarına saat camı konularak beyaz duman çıkana kadar 120 °C'de buharlaştırılmıştır. Berraklaşan örnekler soğutulularak mavi bant süzme kağıdından filtre edildikten sonra 50 ml'ye bidistile su ile tamamlanmış ve ölçüme hazır hale getirilmiştir (UNEP, 1984).

İstasyonlarda alınan sediment örnekleri, bentoz örneklerini toplamak amacı ile farklı göz açıklıklarına sahip eleklerden geçirilerek yıkanmış ve eleklerde kalan organizmalar pens yardımıyla toplanarak bentoz örnekleri temin edilmiştir. Her istasyonun örnekleri karıştırılarak etüvde 102 °C'de 12 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruyan örnek etüvden çıkartıldıktan sonra yaklaşık 1 gr tartılarak plastik falcon tüplere konulmuş ve üzerine 10 ml HNO<sub>3</sub> eklenerek ağızları kapatılmıştır. Örnekler

renklenme işlemi bitene kadar su banyosunda 60°C'de tutulmuş ve kapakları hafifçe gevşetilerek gazı çıkartılmıştır. Organik parçalanması biten örnekler filtre kağıdı ile süzülerek bidistile su ile 50 ml'ye tamamlanmış ölçüme hazır hale getirilmiştir (UNEP, 1984).

Seston örnekleri, 45 µm'lik yüzeysel plankton kepçesi ile sabit hız ve 20 dakikalık çekimler yapılarak istasyonlardan toplanmıştır. Analiz yapılacağı zaman örnekler, etüvde kurutularak sabit tartıma getirilmiş olan 0.45µ'luk filtre kağıdından, 500 ml seston örneği su trombu yardımı ile süzülükten sonra, etüvde 102 °C'de 12 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruyan örnek etüvden çıkartıldıktan sonra tartılıp üzerine 10 ml HNO<sub>3</sub> konulmuştur. Örnekler 24 saat asitte bekletilmiştir. Beklemiş olan örnekler su banyosunda 60°C'de tutulmuş ve tüpler içinde gaz birikimi gözlemlenince kapakları hafifçe gevşetilerek gazı çıkartılmıştır. Üzerinde beyaz duman oluşana kadar su banyosunda tutulan örnekler berraklaştıktan sonra soğutulularak filtre edilmiştir. Filtre edilmiş örnekler 50 ml'ye tamamlanarak ölçüme hazır hale getirilmiştir (UNEP, 1984).

### Bulgular

Çamlık Lagünü'nde mevsimsel ortalama olarak yapılan ölçümlerden sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, tuzluluk ve elektriksel iletkenlik ölçümleri ile ilgili sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Buna göre, mevsimler itibariyle, sıcaklık 10,96±0,27 °C ile 24,90±0,43 °C arasında, çözünmüş oksijen 5,71±0,31 mg<sup>l</sup> ile 8,36±0,17 mg<sup>l</sup> arasında, pH 6,63±0,03 ile 8,26±0,03 arasında, tuzluluk ‰ 28,0±2,62 ile ‰73,0±3,05 arasında, elektriksel iletkenlik 44,6±2,05 µMhos×10 ile 90,70±6,37 µMhos×10 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 1).

Seston için yapılmış olan varyans analizinde, Cd ortalaması bakımından mevsimler arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Tablo 2'deki Duncan test sonuçlarına göre, Çamlık Lagünü'nden alınan seston örneklerinde, Zn, Fe, Cu ve Pb ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken, Cd ortalamaları kışın, diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). Diğer taraftan, mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Zn için 2295,06±1295,06 µgg<sup>-1</sup>, Cd için 17,06 ±17,06µgg<sup>-1</sup> kışın; Cu için 31,21±31,21 µgg<sup>-1</sup>, Pb için 49,02±49,02 µgg<sup>-1</sup> yazın; Fe için 15360,4±15360,4 µgg<sup>-1</sup> olarak ilkbaharda bulunmuştur.

Tablo 1. Çamlık Lagününe ait fiziko-kimyasal ölçüm ortalamaları.

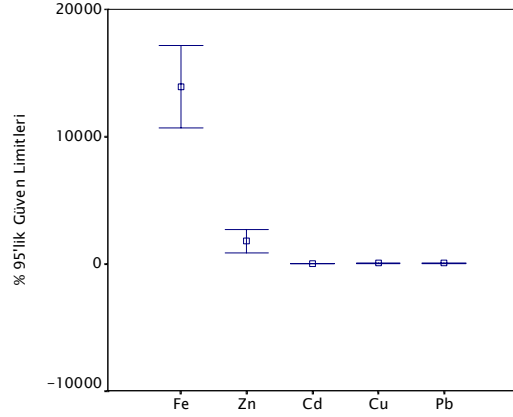
	Lagün	Mevsimler				Yıllık Ortalama
		Kış $\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$	İlkbahar $\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$	Yaz $\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$	Sonbahar $\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$	
S	Çamlık	10,96±0,27	23,50±0,52	24,90±0,43	19,40±0,52	19,70±1,65
Ç.O	Çamlık	8,36±0,17	6,10±0,15	5,71±0,31	7,14±0,96	6,82±0,38
pH	Çamlık	6,63±0,03	8,16±0,03	8,06±0,03	8,26±0,03	7,78±0,20
T	Çamlık	41,70±2,23	28,00±2,62	73,00±3,05	48,30±2,33	47,77±5,03
E.İ	Çamlık	44,60±2,05	48,80±4,07	90,70±6,37	50,40±1,61	58,67±5,86

$\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$  : Aritmetik ortalama± Standart hata, S:sıcaklık (°C), Ç.O:çözünmüşoksijen (mg<sup>l</sup>), T:tuzluluk (‰), E.İ:elektriksel iletkenlik(µMhos×10)

**Tablo 2.** Çamlık Lagününde sestonda saptanan mevsimsel ortalamaların ( $\mu\text{gg}^{-1}$  kuru ağırlık) %95'lik güven aralıkları ile ağır metal miktarları için Duncan test sonuçları.

Metal	Mevsimsel Ortalamaların %95'lik Güven Aralıkları			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Zn	2295,06±1295,06	2096,96±2096,96	1067,51±1067,51	1604,13±1604,13
Fe	12293,6±12293,6	15360,4±15360,4	13793,5±13793,5	14221,0±6065,54
Cd	17,06±17,06 <sup>a</sup>	1,16±1,16 <sup>b</sup>	3,40±3,40 <sup>ab</sup>	11,31±11,31 <sup>ab</sup>
Cu	28,57±23,24	24,61±14,25	31,21±31,21	30,95±5,21
Pb	41,75±22,57	41,97±41,97	49,02±49,02	30,97±30,69

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ( $p<0,05$ ), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ( $p<0,05$ ).

**Şekil 2.** Çamlık Lagününde sestonda saptanan ağır metal birikim ortalamalarına ait %95'lik güven limitleri**Tablo 3.** Çamlık Lagününde sestonda saptanan yıllık ortalamaların %95'lik güven limitleri.

Metaller	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$	%95'lik Güven Limitleri	
		Alt	Üst
Zn	1765,91±416,82	848,49	2683,33
Fe	13917,12±1474,51	10671,72	17162,51
Cd	8,23±3,45	0,63	15,82
Cu	28,83±2,94	22,36	35,11
Pb	40,93±10,37	18,09	63,76

$\bar{X} \pm S \cdot \bar{x}$  : Aritmetik ortalama± Standart hata

Şekil 2 ve Tablo 3'e göre Çamlık Lagününde sestonda yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 13917,12±1474,51  $\mu\text{gg}^{-1}$  ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Pb>Cu>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

Sediment için yapılmış olan varyans analizinde, Zn, Fe, Pb, Cd ve Cu ortalamaları bakımından mevsimler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tablo

**Tablo 4.** Çamlık Lagününde sedimentte saptanan mevsimsel ortalamaların ( $\mu\text{gg}^{-1}$  kuru ağırlık) %95'lik güven aralıkları ile ağır metal miktarları için Duncan test sonuçları.

Metal	Mevsimsel Ortalamaların %95'lik Güven Aralıkları			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Zn	67,41±8,27 <sup>a</sup>	59,03±3,73 <sup>ab</sup>	32,46±29,47 <sup>bc</sup>	27,58±27,58 <sup>c</sup>
Fe	30441,70±6510,43 <sup>a</sup>	26549,70±996,63 <sup>a</sup>	24576,30±1006,78 <sup>a</sup>	15778,30±15778,33 <sup>b</sup>
Cd	1,35±0,26 <sup>a</sup>	1,50±0,10 <sup>ab</sup>	1,33±0,26 <sup>a</sup>	1,66±0,63 <sup>b</sup>
Cu	31,22±7,56 <sup>a</sup>	32,23±0,14 <sup>a</sup>	24,90±1,78 <sup>ab</sup>	19,15±19,15 <sup>b</sup>
Pb	43,35±8,27	35,96±35,96	39,70±7,95	67,29±6,31

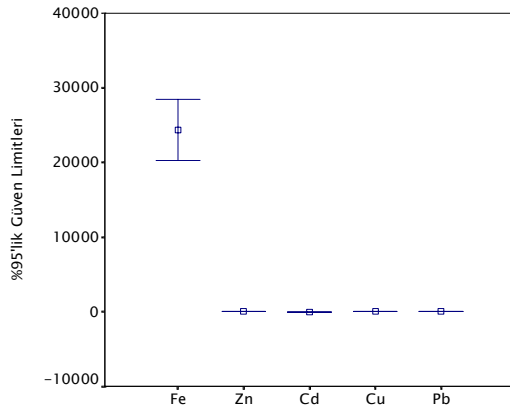
a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ( $p<0,05$ ), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ( $p<0,05$ ).

4'deki Duncan test sonuçlarına göre, Çamlık Lagününden alınan sediment örneklerinde, Pb ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken, Zn için kışın, Fe için kış, ilkbahar ve yazın, Cd için sonbaharda, Cu için kış ve ilkbaharda, diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Diğer taraftan, mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Zn için 67,41±8,27  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Fe için 30441,7±6510,43  $\mu\text{gg}^{-1}$  kışın; Cd için 1,66±0,63  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Pb için 67,29±6,31  $\mu\text{gg}^{-1}$  sonbaharda; Cu için 32,23±0,14  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak ilkbaharda bulunmuştur.

Şekil 3 ve Tablo 5'e göre Çamlık Lagününde sedimentte yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 24336,50±1850,91  $\mu\text{gg}^{-1}$  ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Pb>Cu>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

Bentoz için yapılmış olan varyans analizinde, Zn ortalaması bakımından mevsimler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tablo 6'daki Duncan test sonuçlarına göre, Çamlık Lagününden alınan bentoz örneklerinde, Fe, Cd, Cu ve Pb ortalamaları bakımından mevsimler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken, Zn için kışın, diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Diğer taraftan, mevsimlere göre saptanan en yüksek ortalamalar, Zn için 82,98±54,40  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Cu için 72,24±72,23  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Pb için 26,75±26,74  $\mu\text{gg}^{-1}$  kışın; Fe için 1202,5±1202,45  $\mu\text{gg}^{-1}$  yazın; Cd için 3,49±2,46  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak ilkbaharda bulunmuştur.

Şekil 4 ve Tablo 7'ye göre, Çamlık Lagününde bentozda yıllık ortalama olarak en yüksek miktarda 880,13±233,78  $\mu\text{gg}^{-1}$  ile Fe ölçülmüş olup, ağır metallerin Fe>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.



Şekil 3. Çamlık Lagününde sedimentte saptanan ağır metal birikim ortalamalarına ait %95'lik güven limitleri.

Tablo 5. Çamlık Lagününde sedimentte saptanan yıllık ortalamaların %95'lik güven limitleri.

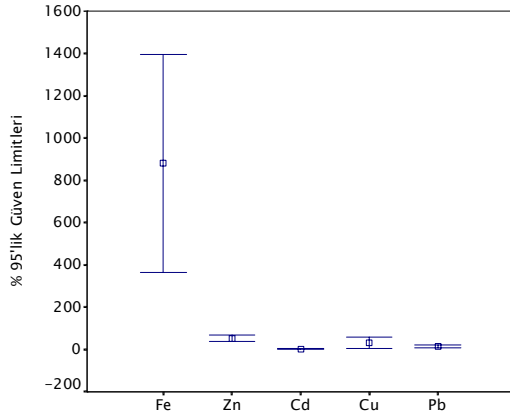
Metaller	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S_x$	%95'lik Güven Limitleri	
		Alt	Üst
Zn	46,62±6,21	32,94	60,30
Fe	24336,50±1850,91	20262,66	28410,33
Cd	1,46±0,05	1,34	1,58
Cu	26,88±2,15	22,13	31,64
Pb	46,58±5,42	34,64	58,51

$\bar{X} \pm S_x$  : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Tablo 6. Çamlık Lagününde bentozda saptanan mevsimsel ortalamaların ( $\mu\text{g}^{-1}$  kuru ağırlık) %95'lik güven aralıkları ile ağır metal miktarları için Duncan test sonuçları.

Metal	Mevsimsel Ortalamaların %95'lik Güven Aralıkları			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Zn	82,98±54,40 <sup>a</sup>	60,22P±32,50 <sup>ab</sup>	42,33±27,97 <sup>bc</sup>	26,41±25,83 <sup>c</sup>
Fe	954,80±954,76	401,50±401,50	1202,50±1202,45	961,80±961,79
Cd	2,49±2,48	3,49±2,46	1,36±1,36	1,03±0,32
Cu	72,24±72,23	21,83±14,64	25,83±25,83	12,07±3,63
Pb	26,75±26,74	13,67±13,65	9,25±9,24	7,85±7,85

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen ortalamalar istatistiksel olarak farklı olup, ( $p<0,05$ ), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ( $p<0,05$ ).



Şekil 4. Çamlık Lagününde bentozda saptanan ağır metal birikim ortalamalarına ait %95'lik güven limitleri.

Tablo 7. Çamlık Lagününde bentozda saptanan yıllık ortalamaların %95'lik güven limitleri.

Metaller	Yıllık ortalama $\bar{X} \pm S_x$	%95'lik Güven Limitleri	
		Alt	Üst
Zn	52,98±7,32	36,86	69,11
Fe	880,13±233,78	365,58	1394,67
Cd	2,09±0,53	0,91	3,27
Cu	32,99±12,33	40,94	92,60
Pb	14,38±3,46	6,74	22,02

$\bar{X} \pm S_x$  : Aritmetik ortalama ± Standart hata

## Tartışma ve Sonuç

Ağır metaller sucul ortamda iz miktarda bulunmalarına karşılık, organizmalarda ve sedimentte doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmaların sayısı da oldukça fazladır. Sedimentte ağır metal birikim düzeyi sedimentin karakteristiğine, özellikle içerdiği organik madde tipi ve miktarına, tane büyüklüğüne, katyon değişirme kapasitesine ve mineral içeriğine göre değişim göstermektedir (Vertacnik ve ark.,1995). Fakat yapılan çalışmalarda, sedimentte en çok ağır metal bağlayan bölümün humik madde içeriğinin fazla olması, süspansiyon içinde taşınan materyal ile hemen hemen aynı olması, yapılan eleme işleminin özellikle sedimentin alındığı bölgenin suyu ile yapıldığında metal konsantrasyonunda bir değişime sebep olmaması nedeniyle  $<63 \mu\text{m}$ 'luk kısmı olduğu bildirilmiştir (Horowitz ve Eldrick, 1987; Moore ve ark.,1989). Bizim çalışmamızda kullanılan bu yöntem ile uyumludur.

Sunlu ve ark (1996), tarafından yapılan bir çalışmada Güllük lagününden alınan sedimentlerde metallerinin birikimini değerlendirmiştir. Bu çalışma sonunda Fe 2742,1-3039,9  $\mu\text{g}^{-1}$ ; Zn 9,69-10,39  $\mu\text{g}^{-1}$ ; Cd 0,85-1,7  $\mu\text{g}^{-1}$ ; Cu 25,4-26,38  $\mu\text{g}^{-1}$ ; Pb 13,5-21,05  $\mu\text{g}^{-1}$  arasında tespit edilmiştir. Yaramaz ve ark (1992) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, Karine dalyanında metal düzeyleri Zn için 33,5-63,0  $\mu\text{g}^{-1}$ ; Cd için 2,0-2,5  $\mu\text{g}^{-1}$ ; Cu için 14,0-20,0  $\mu\text{g}^{-1}$  ve Pb için 15,0-40,0  $\mu\text{g}^{-1}$  olduğu bildirilmiştir. Millward ve ark. (1999) tarafından Chupa halicinde sedimentin  $<63\mu\text{m}$  kısmını kullanarak yaptıkları metal çalışmasında Fe için 64,5  $\text{mg}^{-1}$ ; Zn için 95,0

mgg<sup>-1</sup> ; Cu için 22,0 mgg<sup>-1</sup> ve Pb için 18,5 mgg<sup>-1</sup> belirlenmiştir. Buraya kadar sıralanan literatür veriler, sedimentteki metal düzeylerinin o bölgedeki kirliliği yansıtacak şekilde farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çamlık lagününde yapılan çalışmayı diğer çalışmalar ile karşılaştırdığımızda Fe hariç sedimentte ağır metal birikiminin genelde daha az düzeyde olduğu görülmektedir.

Seston değerleri başka ortamlar ile karşılaştırıldığında, tüm değerlerin diğer ortamlara göre oldukça farklı ve yüksek olduğu; bulgulara bakıldığında genelde birikimlerin daha çok kışın veya yağışlı olan bahar aylarında olduğu gözlenmektedir. Çamlık Lagününde sestonda daha önceki yıllarda yapılmış bir çalışmaya rastlanmadığı için bu değerleri karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Ancak, başka ortamlarda yapılmış olan bazı çalışmalar ile kıyaslama yoluna gidilmiştir

Osuna ve ark. (2000) tarafından Meksikada bir lagünde yapılan çalışmada Fe değerini 8,8-99,8 µgg<sup>-1</sup> arasında oldukça geniş bir aralık olarak tespit etmişlerdir. Topçuoğlu ve ark (2001) tarafından Şilede yapılan diğer bir çalışmada algler için Fe için 122,3-1066,0µgg<sup>-1</sup> ; Zn için 0,09-24,1µgg<sup>-1</sup>; Cd için 0,35-2,00 µgg<sup>-1</sup>; Cu için 1,95-24,1 µgg<sup>-1</sup> ve Pb için 0,5-23,5 µgg<sup>-1</sup> bildirilmektedir. Yapılan bu çalışmalarda değerler ile bizim çalışmamızdaki değerler karşılaştırıldığında Zn haricinde tüm değerlerin Çamlık lagününde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bentozda da sestonda olduğu gibi daha önceden Çamlık lagününde yapılmış olan bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı başka ortamlarla kıyaslama yoluna gidilmiştir. Bentoz örneklerindeki ağır metal miktarlarının mevsimlere bağlı düzenli değişimler göstermediği gözlenmiştir. Zauke ve ark. (2003) tarafından Barent denizinde yapılan çalışmada Zn 47,0 µgg<sup>-1</sup> ; Cd 0,34 µgg<sup>-1</sup> , Cu 6,8 µgg<sup>-1</sup> , Pb 0,8 µgg<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir. Perkowska ve Protasowicki (1996) tarafından Baltık denizinde yapılan çalışmada Zn 31,8-367,5 µgg<sup>-1</sup>, Cd 0,84-6,06 µgg<sup>-1</sup> , Cu 8,3-67,6 µgg<sup>-1</sup> , Pb 7,0-45,8 µgg<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiştir. Diğer taraftan Protasowicki ve Morsy (1993) tarafından euphausiidlerde yapılan çalışmada Zn 61,02 µgg<sup>-1</sup> ; Cd 1,44 µgg<sup>-1</sup> , Cu 17,24 µgg<sup>-1</sup> , Pb 7,92 µgg<sup>-1</sup> belirlenmiştir.

Son yıllarda bölgeye düşen yağış miktarındaki azalma, tatlısu ve deniz suyu kaynağının yetersizliği, sedimantasyon, yeni yerleşim alanları ve çevrede bulunan tarım arazileri ile birlikte yüksek tuzluluk lagünlerin ekolojik dengesinin bozulmasına önemli bir etken olarak düşünülebilir. Çukurova Bölgesi açısından balık ihtiyacının çoğunluğunu karşılayan üç lagünden biri olarak öneme sahip olan Çamlık lagününün çevresindeki yerleşim alanlarının, deniz trafiğinin ve tarım alanlarının artması lagüne her geçen gün kontrolsüz olarak gelen atık miktarını arttırabileceği ve kirliliğe sebep olabileceği

düşünülmüştür. Bölge insanının gelir kaynağı olan bu lagünde gerek ekonomik gerekse halk sağlığı açısından daha verimli faydalanabilmek için besin zincirinin farklı halkalarını oluşturan organizmalardaki ve ortamlardaki ağır metal düzeylerinin incelenmesi, ileride bu konu ile ilgili alınacak tedbirlere ışık tutması açısından önemli ve benzer çalışmalara kaynak olacağı kanısındayız.

## Kaynakça

- Anonim, 1997. Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetim ve Geliştirilme Stratejileri ve Islahı. 1. Cilt., Tarım ve Köyleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. 578s
- Anonim, 2000. T.C Orman Bakanlığı Milli Parklar Ve Av -Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü Adana Milli Parklar Ve Av -Yaban Hayatı Baş Mühendisliği Çukurova Deltası. Adana.
- Horowitz, A.J., Eldrick, K.A., 1987. The Relation of Stream sediment Surface Area, Grain size and Composition of Trace Element Chemistry. Applied Geochemistry 2, 437-452.
- Millward, G.E., Rowley, C., Sands, T.K., Howland, R.J.M., Pantulin, A., 1999. Metals in the Sediments and Mussels of the Chupa Estuary (White Sea) Russia. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol. 48, pp. 13-25.
- Moore, J.N., Brook, E.J., Johns, C., 1989. Grain Size Partitioning of Metals in Contaminated Coarse-Grained Floodplain Sediment, Clark Fork River, Montana. Environmental Geology and Water Research 14, 107-115.
- Osuna, P.F., Ochoa-Izaguirre, M.J., Bojorquez-Leyva, H., Michel-Reynoso, I.L., 2000. Macroalgae as Biomonitors of Heavy Metal Availability in Coastal Lagoons from the subtropical Pasific of Mexico. Bull. Environ. Contam. Toxicol. Vol. 64, pp. 846-851.
- Perkowska, A., Protasowicki, M., 1996. Heavy Metal Contents in Sediments and the Blue Mussel *Mytilus edulis* from Three Regions of the Southern Baltic Sea. Oceanological Studies No.4. Institute of Oceanography University of Gdansk.
- Protasowicki, M., Morsy, G., 1993. Preliminary Studies on Heavy Metal Contents in Aquatic Organisms from the Horsund Area, with Particular Reference to Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*, L.). Acta Ichthyologica et Piscatoria. Vol XXIII.
- Sunlu, U., Egemen, Ö., ÖNEN, M., 1996. Güllük Lagünü Girişinde Dağılım Gösteren Mamun (*Upogebia pusilla*)'da Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. II. International Symposium on Aquatic Products September 21-23, İstanbul-Türkiye.
- Topçuoğlu, S., Güven, K.C., Kırbaçoğlu, Ç., Güngör, N., Ünlü, S., Yılmaz, Y.Z., 2001. Heavy Metals in Marine Algae from Şile in the Black Sea, 1994-1997. Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 67, pp. 288-294.
- Unep, (1984) Determination of total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected marine organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 11 Rev. 1
- Vertacnik, A., Prohic, E., Kozar, S., Juracic, M., 1995. Behaviour of Some Trace Elements in Alluvial Sediments, Zagerb water-Well Field Area, Croatia. Water Research 29, 237-246.
- Yaramaz, Ö., Mordoğan, H., Sunlu, U., Önen, M., 1992. A Coparative Study on Heavy Metal Concentrations (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr) in the Sediments from Homa (Izmir-Turkey) and Karine (Aydın-Türkiye) Fisheries Lagoons. Rapp. Comm. Int. Medit., 33, pp. 87.
- Zauke, G.P., Clason, B., Savinov, V.M., Savinoma, T., 2003. Heavy Metals of Inshore Benthic Invertebrates from the Barent Sea. The Science of Total Environment. Volume 306, pp 99-110.