

## Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği\*

Meltem YAZKAN, Feramuz ÖZDEMİR, Muharrem GÖLÜKCÜ  
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 25.07.2001

**Özet:** Bu çalışmada Antalya Körfezinde 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında avlanan balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*) kas ve karaciğer dokusunda Cu, Zn, Pb ve Cd içerikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçları balıkların kas dokusunda Cu ve Zn içeriğinin sırası ile 0,51-3,66 mg/kg ve 3,17-11,36 mg/kg, karaciğerlerinde ise 0,83-4,44 mg/kg ve 3,97-15,14 mg/kg arasında değiştiğini göstermiştir. Ağır metaller arasında insan sağlığı açısından toksisitesi yüksek metallerden olan Pb ve Cd ise balık örneklerinin kas dokusunda sırası ile 0,00-2,05 mg/kg ve 0,00-0,13 mg/kg, karaciğer dokusunda ise 0,00-2,25 mg/kg ve 0,03-0,15 mg/kg değerleri arasında belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Antalya Körfezi, Balık, Ağır Metal

### Cu, Zn, Pb and Cd Content in Some Fish Species Caught in the Gulf of Antalya

**Abstract:** In this study Cu, Zn, Pb and Cd contents were analyzed in liver and muscle tissues of ten fish species (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*) caught in the Gulf of Antalya in January, February and March 2000. Cu and Zn contents were found to be 0.51-3.66 mg/kg and 3.17-11.36 mg/kg in fish muscles and 0.83-4.44 mg/kg and 3.97-15.14 mg/kg in liver tissue respectively. Pb and Cd, important heavy metals for human health, were found at levels of 0.00-2.05 mg/kg and 0.00-0.13 mg/kg in fish muscle and 0.00-2.25 mg/kg and 0.03-0.15 mg/kg in liver tissue respectively.

**Key Words:** Antalya Gulf, Fish, Heavy Metal

### Giriş

Tüm dünyada çevre kirliliğinin ayrılmaz bir parçası olan su kirliliği ve buna bağlı olarak da deniz kirliliği pek çok ülkenin üzerinde dikkatle çalıştığı bir konudur. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde de özellikle Marmara Denizi ve İzmir Körfezi başta olmak üzere deniz kirliliği ülkemiz için de sorun olmaya başlamıştır.

Kirleticilerin bir bölümünü oluşturan ağır metaller, metal bileşikleri ve çeşitli mineraller göller, nehirler, körfez ve okyanuslar ile bunların sedimentlerinde geniş şekilde yayılmıştır (1). Bu minerallerin söz konusu olan bu yerlerde bulunmasının iki temel kaynağı vardır. Bunlardan birincisi doğal olarak o yapının bir parçası olmaları, ikincisi ise insan faaliyetleri sonucunda yoğun olarak üretilip bir şekilde buraya taşınmalarıdır (2).

Kirlenmiş su ortamında, ortamda önceden bulunan değerli türler azalırken, bunun yerine kirlenmiş

ortamlarda yaşayabilen daha az hassas ve daha az değerli türlerin sayısı artmaktadır. Bunun sonucunda da ortamda çeşitlilik azalır ve baskın türlerdeki bireylerin sayısı çoğalarak doğal zenginlik yok olur (3).

Metal bileşiklerinin yapmış olduğu kirlilik dünya denizlerinde önemli bir problem olmaktadır. Denizlerde meydana gelen bu kirliliğin kaynakları antropolojik ve jeokimyasal kökenli olmaktadır. Tehlikeli metaller olarak sınıflandırılan Cu, Zn, Pb ve Cd, dünyada olduğu gibi Akdeniz'de de önemli kirlilik parametreleri olarak belirtilmektedir (4).

Suyun sıcaklık derecesi, pH, çözülmüş oksijen, ışık ve tuzluluk gibi faktörler ağır metallerin birikim ve etki mekanizmalarını değiştirmektedir. Organizmalar beslenme ve yaşam özellikleri gereği aynı metali farklı şekilde biriktirebilmektedir (5).

Deniz ekosistemine ulaşan ve çeşitli formlarda bulunan

\* Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

metaller deniz canlıları tarafından; ortam suyunda bulunan çözünmüş ya da organik moleküllere bağlı iyonların su ile birlikte alınması şeklinde, içinde ağır metal birikmiş besin maddeleri ile, yüzeylerinde ağır metalleri adsorbe etmiş sestonlar ve toksik metal iyonları ile organizmaların ürettiği bazı maddeler arasında ortaya çıkan çekim sonucu adsorpsiyon şeklinde bünyeye alınmaktadır (6).

Akdeniz Körfezinde genelde kirleticilerin en büyük kaynağını tarımsal faaliyetler meydana getirmekte ve kirleticilerin denize taşınmaları genellikle akarsularla olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan deniz kirliliği, örneğin erozyon ve doğal bitki örtüsünün değişmesi sonucu toprakta bulunan civanın buharlaşım denize taşınması, uzun yıllardır bilinen bir sorun olmuştur (7).

Farklı amaçlarla değişik alanlarda kullanılan ağır metallere Cu, Zn, Pb ve Cd değişik yollarla vücuda belli limitlerin üzerinde alındığında özellikle bazı dokularda birikerek ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.

Mineral maddelerden bazıları insan ve hayvanlar için esansiyel iken, Cu, Zn, Pb ve Cd gibi bazı ağır metaller ise belli limitlerin üzerinde vücuda alındığı zaman farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Cu Wilson hastalığı, böbrek bozuklukları ve nörolojik bozukluklara, Zn gastrointestinal bozukluklara, Pb beyinde hasar, kansızlık, böbreğin zarar görmesi ve nörolojik fonksiyon bozuklukları ve Cd organlarda kanser, kemik kırılması ve şiddetli ağrılara sebep olmaktadır. Bu ve buna benzer sağlık sorunlarına neden olmasından dolayı bu ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır. Bu ağır metallere Cu, Zn, Pb ve Cd için taze balıklarda kabul edilebilir maksimum miktar sırası ile 20 mg/kg, 50 mg/kg, 1 mg/kg ve 0,1 mg/kg olarak belirtilmiştir (8).

Bu çalışmada, Antalya Körfezinde Ocak, Şubat ve Mart 2000 tarihlerinde avlanan farklı 10 tür balıkta bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum içerikleri analiz edilerek bu körfezdeki ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan 10 tür balık (*Mullus barbatus* (barbunya), *Mugil cephalus* (kefal), *Trachurus trachurus*

(istavrit), *Pagellus acarne* (mercan), *Dicentrarchus labrax* (levrek), *Sparus auratus* (çipura), *Sardinella aurita* (sardalya), *Boops boops* (kupez), *Scomber japonicus* (kolyoz), *Solea solea* (dil)) örnekleri Antalya Körfezinde avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir. Örnekler Ocak, Şubat ve Mart ayında olmak üzere üç kez her ayın ilk haftasında alınmış ve bekletilmeden analizin gerçekleştirileceği laboratuvara getirilmiştir. Plastik torbalar içine konulan örnekler derin dondurucuda (-18°C) analiz edilinceye kadar saklanmıştır.

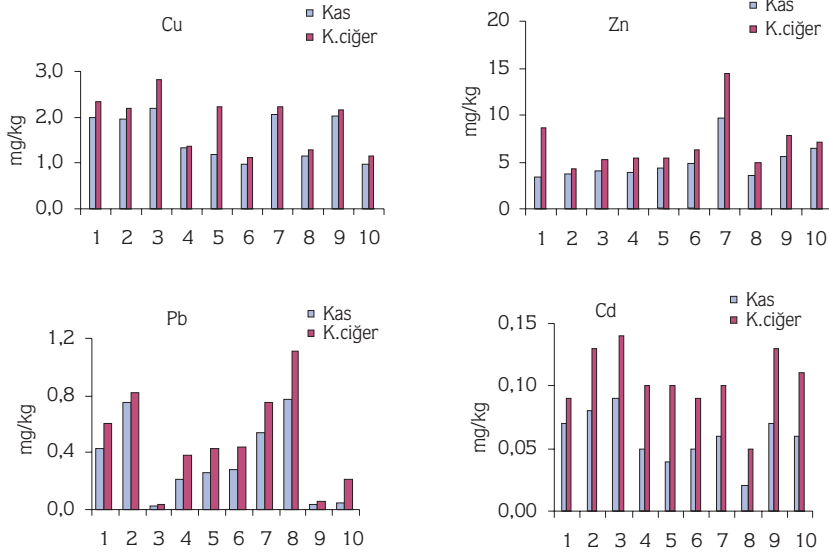
Analizi yapılacak örneklerin her birinin homojen hale getirilmiş kas ve karaciğer dokusundan 5'er gram tartılıp porselen krozeler içinde 550±10°C'de kül fırınında beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Krozeler desikatöre alınarak soğutulduktan sonra üzerine 1-2 ml nitrik asit konulup külün çözünmesi sağlanmıştır. Ardından karışıma 5-10 ml saf su eklenerek, 50 ml'lik ölçü balonuna külsüz filtre kağıdından (Whatman 42) süzülerek aktarılmıştır. Süzüntü destile su ile hacmine tamamlanmıştır. Cu, Zn ve Cd miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Varian Spektra A-400) absorpsiyonlarının okunması ile tespit edilmiştir. Kurşun içeriği analizi için ise hazırlanan 50 ml'lik örnek 125 ml'lik ayırma hunilerine aktarılmış, üzerine örnekte bulunan kurşunla kompleks oluşturması için 2 ml amonyum prolidin ditiyokarbomat çözeltisi eklenmiştir. Oluşan beyaz kompleks üzerine izobütil metil keton eklenerek kurşunun izobütil metil keton fazına geçmesi sağlanmıştır. Bu fazdaki Pb miktarı atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okunmuştur (9). Sonuçlar yaş ağırlık üzerinden verilmiştir.

Araştırma sonuçları SAS programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur (10).

## Bulgular ve Tartışma

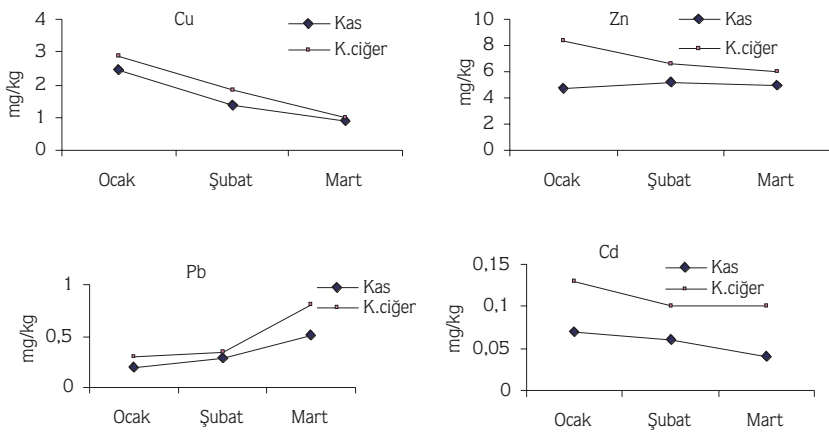
Balık örneklerinin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Cu, Zn, Pb ve Cd miktarlarının ortalama değerleri ve bu değerlerin avlama zamanına göre değişimi Şekil 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Sonuçlar örneklerin kas dokusunda belirlenen Cu miktarının ortalama 1,58 mg/kg, karaciğerde ise ortalama 1,90 mg/kg olduğunu ve Cu'nun analiz edilen tüm balık türlerinde karaciğerde kas dokusuna oranla daha yüksek miktarda bulunduğunu göstermiştir. Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları tür



Şekil 1. Balıkların kas ve karaciğer dokusundaki Cu, Zn, Pb ve Cd miktarları

1.Barbunya, 2.Kefal, 3.İstavrit, 4.Mercan, 5.Levrek, 6.Çipura, 7.Sardalya, 8.Kupes, 9.Kolyoz, 10.Dil



Şekil 2. Balıkların kas ve karaciğer dokusundaki Cu, Zn, Pb ve Cd miktarlarının av zamanına göre değişimi.

farklılığı ve avlama zamanının örneklerin kas ve karaciğer dokusundaki Cu içeriği üzerine önemli ( $p < 0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir. Bazı türlere ait ortalamalar arasındaki farklılık önemli ( $p < 0.05$ ) bulunurken diğer bazılarına ait ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bulunmamıştır.

Avlama zamanına bağlı olarak örneklerin kas dokusunda belirlenen Cu miktarı Ocak ayından Mart ayına doğru belirgin bir düşüş göstermiştir. Örneklerin kas dokusunda Ocak ayında belirlenen ortalama Cu miktarı 2,46 mg/kg iken bu değer Mart ayında 0,91 mg/kg'a düşmüştür (Şekil 2). Her türün farklı biyolojik özelliklerinden, yaşam çevrelerinden, beslenme farklılıklarından ve her birinin aynı metali farklı şekilde biriktirmesinden dolayı örneklerin kas ve karaciğer

dokularında belirlenen Cu içeriğinin farklılık arz etmesi doğaldır.

Ülkemizde ve dünyada sularda yaşayan farklı biyolojik materyallerin Cu içeriğini belirlemek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır (11-14). Yapılan bir çalışmada yılan balığının kas ve karaciğer dokusunda Cu miktarı sırası ile 0,5-0,6 mg/kg, 14,9-25,1 mg/kg, bakalyaroda 0,6-0,7 mg/kg, 2,4 mg/kg, pisi balığında ise 0,8-1,3 mg/kg ve 12,9-18,3 mg/kg olduğu saptanmıştır (15). Ülkemizde yapılan bir çalışmada lipsoz balığının kas ve karaciğer dokusunda Cu düzeyi sırası ile 0,92-2,23 mg/kg ve 10,9-30,7 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu araştırmalarda elde edilen sonuçların araştırmamız sonuçları ile gösterdiği farklılığın hem örneklerin ve hem de örneklerin alındığı ortamların farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir (14).

Araştırma sonuçları Antalya Körfezinde avlanan balık türlerinde analiz edilen ağır metaller (Cu, Zn, Pb ve Cd) içinde örneklerde en yüksek miktarda bulunan ağır metalin Zn olduğunu göstermiştir (Şekil 1). Nitekim Zn içeriği balık örneklerinin kasında en düşük 3,17 mg/kg değeri ile Şubat ayında avlanan Barbunya türünde belirlenirken, en yüksek 11,36 mg/kg değeri ile yine Şubat ayında avlanan Sardalyada belirlenmiştir. Balık örneklerinin kas dokusunda ortalama Zn içeriği 4,91 mg/kg olarak saptanmıştır.

Balık örneklerinin karaciğerlerinde saptanan Zn içeriği ortalama 6,85 mg/kg değeri ile Cu'da olduğu gibi yine kas dokusuna oranla karaciğerde daha yüksek oranda bulunmuştur. En düşük Zn içeriği 3,97 mg/kg değeri ile Ocak ayında avlanan Kefal örneklerinin karaciğerinde belirlenirken, Zn içeriği en yüksek 15,14 mg/kg değeri ile Mart ayında avlanan Sardalya balığının karaciğerinde belirlenmiştir. Gerek kas ve gerekse karaciğer dokusunda en yüksek Zn içeriği Sardalya'da belirlenmiştir.

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları tür farklılığı ve avlama zamanının balıkların kas ve karaciğer dokusundaki Zn içeriği üzerine önemli ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre bazı türlere ait ortalamalar arasındaki farklılık önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken diğer bazılarında ait ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bulunmamıştır.

Aylara bağlı olarak gerek kas dokusunda ve gerekse karaciğerde saptanan Zn içerikleri düzenli bir dağılım göstermemiştir (Şekil 2).

Analiz edilen örneklerin kas dokusunda en yüksek Pb miktarı 2,05 mg/kg değeri ile Mart ayında avlanan Kefal balığında tespit edilmiştir. Balıkların kas dokusunda, tespit edilen bu Pb değerini 1,24 mg/kg değeri ile Şubat ayında avlanan Barbunya ve 1,09 mg/kg değeri ile de Ocak ayında avlanan Kupes türü takip etmiştir. Diğer balıkların kas dokusunun tamamında Pb değeri 1,00 mg/kg değerinin altında bulunmuştur. Bazı balık örneklerinde Pb miktarı uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiştir. Cu ve Zn gibi ağır metallerde olduğu gibi Pb'da kas dokusuna oranla karaciğerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Nitekim 10 tür balığın kas dokusunda belirlenen ortalama Pb değeri 0,33 mg/kg

iken, bu değer karaciğerde ortalama 0,48 mg/kg olarak hesaplanmıştır (Şekil 1).

Varyans analizi sonuçları balık türlerinin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Pb miktarı üzerine balık türü, avlama zamanı ve balık türüXavlama zamanı interaksiyonunun önemli ( $p<0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Pb ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bazı türlere ve avlama zamanına ait ortalamaların diğerlerinden önemli ( $p<0.05$ ) düzeyde farklılık arzettiğini göstermiştir. Avlama zamanı açısından balık türlerinin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Pb içeriği incelendiğinde Ocak ayından Mart ayına doğru hem kas ve hem de karaciğerde belirlenen Pb miktarında bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 2).

Analiz edilen balık örneklerinin kas dokusunda Cd miktarı 0,01 mg/kg ile 0,13 mg/kg arasında değişmiştir. Balıkların kas dokusunda en düşük değer Mart ayında avlanan Kupes türünde belirlenirken, en yüksek değer ise Şubat ayında avlanan İstavrit türünde tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan pek çok çalışmada organizmada diğer ağır metallerin olduğu gibi Cd'un da metabolik birikimi üzerine konsantrasyon, suyun sıcaklığı, tuzluluğu, derinliği yanında canlının türü, cinsiyeti, boy ve ağırlığı ile yaş etkili faktörlerdendir (16,17).

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları tür farklılığı ve avlama zamanının örneklerin kas ve karaciğer dokusundaki Cd içeriği üzerine önemli ( $p<0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir. Bazı türlere ait ortalamalar arasındaki farklılık önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken diğer bazılarında ait ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bulunmamıştır.

Avlama zamanına bağlı olarak balık örneklerinin kas ve karaciğer dokularında belirlenen Cd miktarlarında Ocak ayından Mart ayına doğru bir azalma görülmüştür. Bu çalışmada incelenen Cu, Zn ve Pb'da olduğu gibi Cd'un da metabolik birikimi balıkların karaciğerlerinde kas dokusuna oranla daha yüksek düzeyde olmuştur.

Elde edilen sonuçlar incelenen türlerin tamamında analiz edilen ağır metaller açısından Gıda Kodeksinde belirlenen limitlere göre henüz bir tehlikenin olmadığını göstermiştir. Ancak Cd bu limite yaklaşan metal olarak dikkati çekmektedir. Antalya Körfezini kirleten Cd'un da bölgede yapılan intensif tarıma dayalı gübre ve zirai ilaç kullanımı kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

**Kaynaklar**

1. Bryan, G.W., Uysal, H.: Heavy Metal The Burrowing Bivalve Scropicularya Plana From The Tomar Estuary In Relation To Environmental Levels. J. Marine Biol. Ass. U.K. 1978; 58 (1): 89-108.
2. Chow, T.J., Snyder, H.G., Snyder, C.B.: Mussel as Indicator of Lead Pollution. Sci. of the Total Environ. 1976; 6 (1): 55-63.
3. Karpuzcu, M.: Çevre Kirlenmesinin Ekonomik Analizi. İnsan ve Çevre Sempozyumu Tebliği, İ.H.V. Yayını, 8-10 Mayıs, İstanbul, 56-62, 1995.
4. Anonymous: Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayını, Yayın No: 2075, Ankara, 1996.
5. Mikac, N., Picer, M.: Mercury Distribution in A Polluted Marine Area, Concentration of Methyl Mercury in Sediments and Some Marine Organisms. Sci. of the Total Environ. 1995; 43 (1): 27-39.
6. Merlini, M.: Some Considerations on Heavy Metals in The Marine. Hyd. & Bios. Thal. Jugoslavica. 1988; 16 (2-4): 367-376.
7. Anonymous: Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını: 49, Ankara, 336, 1987.
8. Anonymous: Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Dünya Yayıncılık, İstanbul, 214, 1997.
9. Anonymous: Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Genel Müdürlüğü Yayın No: 65, Ankara, 433, 1983.
10. Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F.: Araştırma ve İstatistik Metotları II, 1987.
11. Karadede, H., Cengiz, E.İ., Ünlü, E.: Atatürk Baraj Gölünde *Mastacembelus simack*'ta Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. 9. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül, Eğirdir/Isparta, 399-406, 1997.
12. Emre, Y.: Gemlik Körfezindeki Midyelerde (*Mytilu galloprovincialis*) Bazı Ağır Metallerin Düzey ve Dağılımlarının Araştırılması. Selçuk Üni. Sağlık Bil. Enst. (Yüksek Lisans Tezi), Konya, 1987.
13. Ikuta, K.: Distribution of Heavy Metals in Female and Male of A Scallop, *Patinopectenyessoensis*. Bull. Fac. Agric. Miyazaki Uni. 1985; 32 (1): 93-102.
14. Sunlu, U., Egemen, Ö.: İzmir Körfezinde Dağılım Gösteren Lipsoz Balığında Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan, Ege Üni. Su Ürünleri Fak., İzmir, 1997.
15. Wharfe, J.R., Broke, W.L.F.: Heavy Metals in Macroinvertebrates and Fish from The Lower Medway Estuary. Mar. Poll. Bull. 1977; 2 (4): 31-34.
16. Ikuta, K.: Distribution of Heavy Metals in Female and Male of A Whelk *Ampullacea Perryi*. Bull. Fac. Agric. Miyazaki Uni. 1986; 38 (1): 131-137.
17. Ikuta, K., Morikawa, A.: Estimates for Depuration Periods of Cu, Cd and Zn in a Pacific Oyster Under Field Condition. Bull. Fac. Agric. Miyazaki Uni. 1991; 38 (1): 1-12.