

**EGE BÖLGESİ TATLI SU BALIKLARINDA CİVA, KURŞUN, KADMIYUM,
BAKIR ve ÇİNKO DÜZEYLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

**THE STUDIES ON LEVELS OF MERCURY, LEAD, CADMIUM, COPPER AND
ZINC IN FRESH-WATER FISHES OF EGE PROVINCE**

Güler TUNÇOKU * Özbir TUNÇOKU Selmin DÜZEL****

ÖZET

Marmara, Bafa gölleri ve Demirköprü baraj gölünden avlanan balık türlerinin ve göl sularının çeşitli metallerle kirlilik düzeyleri belirlendi. Araştırma materyalini oluşturan 200 adet balık ve su örnekleri mevsimsel olarak alındı. Metal düzeyleri A.A.S. (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre) tekniği ile yapıldı. Ortalama metal değerleri mevsimsel olarak hesaplandı. Ortalama en düşük ve en yüksek cıva, kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko düzeyleri sırasıyla, Marmara gölü balıklarında; 0.1246-0.1645, 0.0627-0.3243, 0.0073-0.0380, 0.7249-2.3142, 5.8691-6.7351 ppm, Bafa gölü balıklarında; 0.0519-0.0974, 0.0462-0.2959, 0.0071-0.0679, 0.4477-2.0621, 4.0388-6.9570 ppm, Demirköprü baraj gölü balıklarında; 0.2034-1.3232, 0.0559-0.5436, 0.0073-0.0684, 0.8342-2.3391, 4.9574-25.0834 ppm, Marmara gölü suyunda; 0.0013-0.0016, eseri-0.0032, eseri-eseri, 0.0015-0.0021, 0.0147-0.0193 ppm, Bafa gölü suyunda; 0.0011-0.0013, 0.0047-0.0085, eseri-eseri, eseri-0.0025, 0.0169-0.0284 ppm, Demirköprü baraj gölü suyunda; 0.0016-0.0031, eseri-0.0063, eseri-eseri, eseri-0.0063, 0.0183-0.0578 ppm olarak bulundu.

Analiz sonuçlarına göre göl sularının metal seviyeleri kirlilik düzeylerinin altında, her üç gölden avlanan balıkların kurşun,kadmiyum, bakır ve çinko değerleri tolerans limitinden düşük, Marmara ve Bafa gölü balıklarındaki düşük cıva değerlerine karşın Demirköprü baraj gölü balıklarının cıva değerleri sakıncalı boyutlarda bulundu.

* Uzm. Vet. Hekim, Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Bornova/İzmir

** Veteriner Hekim, Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Bornova/İzmir

Çalışmamızda metal artıklarını yansıtan değerler arasında mevsimsel farklılıktan ziyade vücut ağırlığı ve tür farklılığının dikkat çekici ilişkisi belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Metaller, kalıntı, göl, balık, insan, sağlık

SUMMARY

It was detected the contamination levels by various metals of fish species and water in Marmara, Bafa lakes and Demirköprü barrage lake. 200 fish and water specimens were taken seasonally. Metal residues on samples were detected using Atomic Absorption Spectrofotometri technique. The mean metal contamination levels were also estimated seasonally. The mean minimally and maximally levels of Hg, Pb, Cd, Cu and Zn were found respectively as following:

In fishes of Marmara lake, these levels were 0.1246-0.1645, 0.0627-0.3243, 0.0073-0.0380, 0.7269-2.3142, 5.869-6.7351 ppm.

In fishes of Bafa lake, these levels were 0.0519-0.0974, 0.0462-0.2959, 0.0071-0.0679, 0.4477-2.0621, 4.0388-6.9570 ppm.

In fishes of Demirköprü barrage lake, these levels were 0.2034-1.3232, 0.0559-0.5436, 0.0073-0.0684, 0.8342-2.3391, 4.9574-25.0834 ppm.

In water of Marmara lake, the levels were 0.0013-0.0016, trace-0.0032, trace-trace, 0.0015-0.0021, 0.0147-0.0193 ppm.

In water of Bafa lake, the levels were 0.0011-0.0013, 0.0047-0.0085, trace-trace, trace-0.0025, 0.0169-0.0284 ppm.

In water of Demirköprü barrage lake, the levels were 0.0016-0.0031, trace-0.0063, trace-trace, trace-0.0063, 0.0183-0.0578 ppm.

According to the results of analysis metal contamination levels of lake water were found below normal Pb, Cd, Cu and Zn levels in fishes in each three lakes were below tolerance limit. Although low Hg levels were found in fishes of Marmara and Bafa lakes, Hg levels in fishes of Demirköprü barrage lake were detected at risk.

In our study, it was revealed an interesting relationship of body weight and species variety rather than seasonal variety between levels reflected metal residues.

Key words: Metals, residue, lake, fish, human, health

GİRİŞ

Çevre kirleticileri her türlü çevre koşullarında buldukları ortamda kalıcı nitelikte oluşları ve ekosistemlerde meydana getirdikleri etkileri nedeniyle çevre ve insan sağlığını

tehdit etmektedir. Çevre ve besin kirlenmesine neden olan binlerce kimyasal madde artıkları arasında doğaya yayılmış kirlilik halindeki metal kalıntıların önemli bir payı vardır (10,26).

Günümüzde çevre kirleticisi etkileri olan metallerin çevreye yayılmasında rol oynayan insan etkinlikleri olarak endüstriyel faaliyetler, fosil yataklarının yakılması, madencilik ve maden işleme aktiviteleri gösterilmektedir (14,16).

Çevreye yayılan metabolik kirleticiler yağmur, dere, sel suları, erozyon, rüzgar ve infiltrasyon gibi doğa olaylarıyla akarsu, göl ve denizlere taşınır. Atmosferdeki metal kalıntıları presipitasyon ve yağmurla su kesimlerine ulaşır. Kara kesiminde ise sedimentler ve bitkilerde birikir. Bu şekilde oluşan kirlilikler ekosistemlerde besin zinciri boyunca giderek artan derişimlerde birikmek suretiyle zincirin son halkasında bulunan balıklara, kuşlara ve insanlara ulaşır (10,15,26).

Doğal veya biyolojik ortamda ortaya çıkan metaller yada metalik bileşikler çevre şartlarına çok dayanıklı olduklarından çevredeki biyolojik sistemlerde ve besinlerdeki miktarları giderek artmaktadır (15).

Karasal kesimde ortaya çıkan çeşitli artık ve atıklar yağmur, rüzgar ve benzeri olayların yardımıyla sonuçta su sistemlerine yansır. Su kirliliğinin en önemli sebeplerinden biriside su sistemlerine doğrudan karışan endüstriyel ve kentsel atık sularıdır. Dışa açık veya kapalı olması çevrede yerleşim veya sanayi tesisinin bulunup bulunmaması durumu iç su sisteminin (gölet, göl, baraj, dere vb.) kalitesini ve kirliliğini önemli ölçüde etkiler (18,38).

Özellikle son 30 yıl içerisinde diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de aşırı bir kirlenme kendini göstermeye başlamıştır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde su ürünleri halkımız için yeri doldurulamayacak bir besin kaynağıdır. Sanayileşmenin hızlı gelişimine paralel olarak ortaya çıkan artık maddelerin hiçbir arıtma işlemi uygulanmaksızın deniz, akarsu ve göllere boşaltılması bu ürünlerin toplum sağlığını tehdit eder biçimde kirlenmesine neden olmaktadır.

Hayvanların çevre kirliliği ile ilgili sorunları ortaya konulmasında önemli bir biyoin-dikatör görevi yaptıkları bilinmektedir. Çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak canlılarda bulunan metalik kirleticiler su ürünlerinde, bulaşık bölgelerde otlayan ve kontamine olmuş konsantre yemlerle beslenen hayvanlarda yüksek boyutlara ulaşır. Bu şekilde besinlerle birlikte sürekli düşük düzeylerde alınan civa, kadmiyum, kurşun gibi metal kalıntıları insan sağlığını önemli derecede etkilemektedirler (6,36).

Hızlı endüstrileşme, kimyasal madde üretim ve tüketiminin çeşitliliği ve fazlalığı, sanayi tesislerinde kimyasal ve biyolojik arıtmaya yeterince önem verilmemesi çarpık ve

düzensiz kentleşme çevre kirliliğinin boyutlarını her geçen gün artırmaktadır. Bu kirleticiler arasında metaller ve metal bileşikleri önemli yer tutmaktadırlar (18,20). Bu metallerden bazıları canlılar için gerekli elementler içerisinde yer alırken (Bakır, çinko gibi) bazıları ise gerekli olmayıp 100 ppm in altında alındıklarında bile toksik etki yaparlar (civa, kurşun, kadmiyum gibi) (35).

Doğal olarak havada, toprakta ve sulara bulunan metallerle özellikle son yarım yüzyılda dünyanın önemli derecede kirlendiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Her metal ve metalik bileşik endüstride bir endüstri zehiri olarak karşımıza çıkmaktadır (32,14).

Su ortamında bulunan metal bileşiklerinin büyük bir bölümü suda erimediklerinden kolaylıkla diffizibl hale geçebilmektedir. Bitkisel ve hayvansal yağlarda kolayca eriyen bu bileşikler özellikle suda yaşayan ilkel canlılar üzerinde birikerek besin zincirinin ilk halkasına girerler. Bu canlılarla beslenen kurtçuklar, denizyumuşakçaları ve balıklardaki metal düzeyi sulardakinin binlerce katına kadar yükselmiş olur. Sulardaki metal kirliliklerinin besin zinciri boyunca gittikçe artan yoğunluklarda birikmesi sonucu son yıllarda bir çok ülkenin deniz ve tatlı su ürünlerinin halk sağlığı yönünden alarm sayılabilecek derecede tehlikeli düzeylerde metallerle kirlendikleri anlaşılmıştır (21,26,18,20).

Toksik etkisi uzun zamandan beri bilinen metalik civa ve inorganik bileşikleri ile organik civalı bileşiklerini insan ve hayvanlarda neden olduğu bireysel yada yaygın zehirlenmeler sıklıkla görülmektedir. Kirlilik halindeki metalik civa ve inorganik bileşiklerinin su, toprak ve sediment ortamlarında bakteriyel faaliyetlerle metilasyona uğratılarak büyük bölümünü metil merkürini oluşturduğu ve su ürünleri için son derece zehirli olan organik civa bileşiklerine dönüştürüldüğü bilinmektedir. Bu nedenle su ürünlerinde bulunan metil merkürü kalıntıları kronik toksisite bakımından önem taşımaktadır.

İsveç'in Baltık Deniz'i kıyılarında avlanan çeşitli tür balıklarda 0.013-1.350, tatlı su balıklarında ise 0.07-4.45 ppm arası civa ile kirlendiği bildirilmektedir (22).

İsrail'de yapılan (24) bir dizi çalışmada çeşitli tür balıklarda 0.04-0.408 ppm, Avustralya'da (3) deniz ürünleri üzerinde yapılan bir başka çalışmada 0.001-1.170 ppm, Kanada'da (12) Atlantik Okyanusundan avlanan balıklarda ise 0.02-1.00 ppm arasında değişen oranlarda civa içerdikleri belirtilmektedir.

A.B.D.st.clair, Detroit nehirleri ile Erie gölünden avlanan balık türlerinde ortalama 5 ppm düzeyinde ölçülen civa kalıntısı aynı ülkenin siğ su deniz balıklarında 0.25-4.75 ppm.düzeyinde ölçülmüştür (23,34).

Ülkemiz Ege kıyılarında yapılan 2 çalışmada (36,37)0.02-0.500 ppm arası, Karadeniz kıyılarında avlanan balıklarda (31) 0.310 ppm, Akdenizde yapılan çalışmada ise (30) 0.345 ppm civa değerleri bildirilmektedir.

Ülkemizde tatlı su balıklarında yapılan çalışmalarda Buldan baraj gölü sazan balıklarında (3) 0.406-0.512 ppm, Sakarya nehrinden avlanan yayın balıklarında (29) 0.6-1.2 ppm, İznik gölünden avlanan yayın, kızılkanat ve sazan balıklarında (27) sırasıyla ortalama 0.298, 0.157, 0.136, ppm, ulubat gölünden avlanan turna-kızılkanat ve somon balıklarında (27) ise 0.265, 0.258, 0.319 ppm. civa kalıntı değerleri bulunmuştur.

Kadmiyum ve kurşunun çeşitli endüstri dalları ve günlük yaşamda giderek artan boyutlarda tüketimi çevrede bu metallerin kirliliğinin artmasına yolaçmıştır. Kadmiyum ve kurşun atık sularla doğrudan, atmosferden presipitasyon yoluyla; sel suları toprak ve kanalizasyon depozitleriyle su sistemine taşınır.

Amerika'da (3) eşitli tür balıkların içerdiği kurşun düzeyinin 0.95, 1.4 ppm arasında değiştiği kadmiyum düzeyinin ise 0.13 ppm den az olduğu, İsrail balıklarında (24) ise 1.8 ppm kurşun ve 0.33 ppm kadmiyum ile kirlendikleri bildirilmektedir. Akdeniz bölgesinde değişik tür balıklarda (9) ortalama 1.5 ppm olarak saptanan kurşun düzeyi Tuna nehri balıklarında (8) ortalama 1.7 ppm olarak ölçölmüştür. Kanada'da balıklarda (4) 0.206 ppm, Fransa'da (3) 0.004-3.4ppm kurşun değerleriyle 0.06-0.66 ppm arası kadmiyum değerleri bildirilmektedir.

Ege kıyı şeridinde yapılan iki çalışmada (36,37) 0.100-4.23 ppm değerleri arasında kurşun, 0.013-0.320 ppm değerleri arasında ise kadmiyum değerleri saptanmıştır.

Ülkemiz tatlı su balıklarında yapılan çalışmalarda Ankara Mogan Gölünden avlanan (38) balıklar 0.27-0.76 ppm kurşun, 0.01-0.026 ppm kadmiyum, İznik Gölünden avlanan (27) balıklarda 0.317-0.471 ppm kurşun, 0.075-0.089 ppm kadmiyum, Uluabat Gölü balıklarında ise 0.262-0.478 ppm kurşun, 0.052-0.133 ppm kadmiyum değerleri bildirilmektedir.

Çinko ve bakır gibi ağır metaller canlı veya biyolojik sistemler için dışarıdan alınması gereken temel besin unsurları olmasına rağmen fazla miktarlarda alındıklarında veya uzun süre ile gereğinden fazla miktarlarına maruz kalındığında insanlar ve hayvanlar içinde zehirleyicide olurlar (6,7). İspanya ve Portekiz kıyı sularında yaşayan balık örneklerinde (28) 5-11ppm bakır ve 2.04-3.41 ppm inko, İngiltere kırlarında avlanan balık türlerinde ise (19,25) ortalama 9.6 ppm, 14.07 ppm düzeylerinde çinko değerleri bildirilmektedir. Fransa ve Monaco'nun akdeniz kıyılarında ki balık türlerinde ise (11) ortalama 2.8 ppm bakır, 23.4 ppm çinko değerleri ölçölmüştür. Ege kıyılarında avlanan değişik tür balıklar üzerinede yapılan çalışmalarda (36,37) 0.150-2.330 ppm bakır, 2.050-

20.6 ppm çinko, Buldan Baraj Gölü (33) sazan balıklarında 0.198-0.308 ppm bakır, 1.541-1.842 ppm çinko, Mogan Gölü Sazan balıklarında (38) 0.068 ppm bakır, 0.39 ppm çinko, Turna balıklarında 0.095 ppm bakır, 0.152 ppm çinko, İznik Gölü yayın, kızılkanat, sazan balıklarında (27) 2.733, 2.400, 2.467 ppm bakır, 8.890 ppm bakır, 16.180, 14.170 ppm çinko, Ulubat Gölü turna, kızılkanat, sazan balıklarında ise (27) 2.179.1.983 1.967 ppm bakır, 17.720, 16.180, 14.170 ppm çinko düzeyleri saptanmıştır.

Metal kirlenmelerin gıdalarda düşük düzeylerde sürekli alınması halinde ani ölüm ve diğer akut etkileri görülebilir. Canlı organizmanın etkilenimi sonucunda başlıca hastalıklara ve diğer stres etkenlerine duyarlılık artışı, kanser, erken yaşlanma, sinirsel belirtiler, zayıf kemik oluşumu, kaslarda ağrı, iştahsızlık, anemi, erken ölüm ve doğum anomalilerine neden olmaktadır (26).

Çalışmamızda Marmara (Manisa-Gölmarmara ilçesi sınırları içinde), Bafa (Aydın-Söke ilçesi sınırları içinde) gölleri ve Demirköprü (Manisa-Salihli İlçesi sınırları içinde) baraj gölü su ve balıklarında civa, kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko gibi metallerde kirlilik düzeyinin belirlenmesi ve bulunan sonuçların halk sağlığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

MATERYAL

Bu çalışmada Marmara, Bafa Gölleri ve Demirköprü Baraj Gölünden avlanan toplam 200 adet sazan, yayın, levrek ve kefal balıkları ile göl suları kullanıldı. Materyal alımı mevsimlere göre yapıldı. Analiz edilene kadar -21 °C'de tutuldu. Alınan her bir balık örneğinin boy ve ağırlık ölçümleri yapıldı. Analiz yapılacak örneklerin pul ve derisi ayrıldı, iç organları çıkarıldı, kılıçıkları temizlendi ve et kısmı homojenize edildi. Kullanılan cam veya porseien gereçlerin tümü mekanik temizliği izleyen 24 saatlik süre içinde sabun çözeltisinde bırakıldı. Musluk suyu ile durulandıktan sonra sıcak asit çözeltisinde (2 kısım HCl +1 kısım HNO₃) tutuldu. Tekrar bol su ile yıkanarak camdan redistile edilmiş su ile 3 kez çalkalandı ve kurutma dolabında 110 °C de kurutuldu.

Ayraçlar:

1. Derişik Sülfirik asit (Merck, Art 713)
2. Derişik Hidroklorik asit (Merck , Art 314)
3. Derişik Nitrik asit (Merck, Art 443)
4. Potasyum permanganat solüsyonu (Suda %6)
5. Hidroksilamonyum klorid solüsyonu(Suda %20)
6. Kalay klorid solüsyonu (%10)
7. 0.5M H₂SO₄ solüsyonu

Cihazlar ve Aygıtlar:

1. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (Pye Unicam SP9)
2. Mercury cold vapour analyser kit (Pye Unicam)
3. Homojenizatör, Benmari, Külleştirme fırını ve gerekli cam malzemeler.

METOT

Örneklerdeki civa kalıntıları Pye Unicam LTD'nin önerdiği (5) metoda göre alevsiz atomik absorbsiyon spektrofotometre tekniği ile soğuk buhar civa kiti kullanılarak yapıldı.

Kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko kalıntıları ise Perkin-Elmer firmasının hazırlanan Catalog of Analytical Method'da önerilen (1) Örneklerdeki civa kalıntıları Pye Unicam LTD'nin önerdiği (5) metoda göre yaş yakma yöntemi ile alevli atomik absorbsiyon spektrofotometre tekniği ile yapıldı.

Sonuçlar ppm olarak hesaplandı.

BULGULAR

Bir yıllık mevsimsel olarak gerçekteştirilen toplam 200 adet balıkta ve 3 göl suyunda civa, kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko düzeylerinin türlere ve göllere göre dağılımını tablolarda gösterilmiştir.

Marmara gölünden avlanan toplam 40 adet sazan balığının (25cm-80cm arası uzunluk, 345 g-4500 g arası ağırlık) mevsimsel olarak yapılan metal ölçümlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 1'de, ağırlık grublarına göre hesaplanan metal ölçümlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 7'de.

Bafa gölünden avlanan toplam 40 adet kefal balığının (26cm-47cm arası uzunluk, 153 g-1000 g arası ağırlık) mevsimsel olarak yapılan metal ölçümlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de, ağırlık grublarına göre hesaplanan metal ölçümlerinden elde edilen sonuçlar tablo 8'de.

Demirköprü baraj gölünden avlanan 40 adet sazan balığı (22cm-58cm arası uzunluk, 285 g-3000 g arası ağırlık), 40 adet yayın balığı (25cm-110 cm arası uzunluk, 103 g-7500 g arası ağırlık) ve 40 adet levrek balığının (20 cm-55 cm arası uzunluk, 60 g-1650 g arası ağırlık) mevsimsel olarak yapılan metal ölçümlerinde elde edilen sonuçlar Tablo 3,4,5'te, ağırlık grublarına göre hesaplanan metal ölçümlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 9,10,11'de.

Göl sularının mevsimsel olarak yapılan ağır metal ölçümlerinde Tablo 6'da gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre civa yönünden en yüksek değerler Demirköprü Baraj Gölü balıklarında bulunmuştur. Aynı gölden avlanan 3 değişik tür balığın arasında da farklı değerler ölçülmüş levrek ve yayın balıklarında belirlenen civa değerleri sazan balıklarındaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Her 3 göl balıklarında kurşun, kadmiyum ve bakır değerleri ise birbirine yakın, çinko değerleri ise Demirköprü Baraj Gölü balıklarında yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda balıkların vücut ağırlığı ile metal artıklarını yansıtan değerler arasında dikkat çekici bir ilişkinin bulunduğu anlaşılmıştır.

Gerek göl sularının gerekse balıkların ağır metal ölçümü sonucunda Demirköprü Baraj Göl suyu ve balıklarının diğer 2 göl suyu ve balıklarına oranla daha yüksek değerlerde metal kalıntıları içerdiği görülmüştür.

Tablo 1. Marmara Gölü Sazan Balıklarında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri (ppm) (ortalama-alt ve üst sınır değerler).

Metal Çeşidi	Örnek Sayısı	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Civa	40	0.1264±0.0227 (0.0790-0.1583)	0.1643±0.0354 (0.1102-0.2305)	0.1645±0.0446 (0.1136-0.2219)	0.1246±0.0282 (0.0778-0.1746)
Kurşun	40	0.0627±0.0188 (0.0442-0.0884)	0.18341±0.0583 (0.1093-0.2520)	0.2312±0.1615 (0.0212-0.4473)	0.3243±0.0659 (0.2419-0.4838)
Kadmiyum	40	0.0073±0.0012 (0.0059-0.0092)	0.0380±0.0108 (0.0208-0.0486)	0.0137±0.0043 (0.0079-0.0201)	0.0290±0.0071 (0.0176-0.0324)
Bakır	40	0.7269±0.1387 (0.5314-0.9211)	2.3142±0.9689 (0.7329-4.0636)	2.1920±1.2082 (0.8493-3.9436)	1.1841±0.2259 (0.9332-1.5813)
Çinko	40	5.8691±1.2144 (3.9155-7.3524)	6.3560±2.2104 (3.0928-9.3143)	6.0996±1.4991 (3.001-8.3203)	6.7351±1.5421 (4.9131-9.6831)

Tablo 2. Bafa Gölü Kefal Balıklarında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri (ppm) (ortalama-alt ve üst sınır değerler).

Metal Çeşidi	Örnek Sayısı	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Civa	40	0.0519±0.0095 (0.0357-0.0653)	0.0876±0.0414 (0.0457-0.1712)	0.0947±0.0227 (0.0482-0.1217)	0.0974±0.0394 (0.0449-0.1582)
Kurşun	40	0.0572±0.0731 (0.0208-0.2600)	0.0462±0.0286 (0.0221-0.0923)	0.2626±0.1145 (0.1064-0.4917)	0.2959±0.0506 (0.1609-0.3412)
Kadmiyum	40	0.0071±0.0009 (0.0053-0.0084)	0.0079±0.0037 (0.0051-0.0182)	0.0191±0.0067 (0.0110-0.0322)	0.0679±0.0102 (0.0535-0.0814)
Bakır	40	0.7484±0.2523 (0.3392-1.1176)	0.6964±0.1378 (0.4325-0.9201)	2.0621±1.0174 (0.5628-3.3619)	0.4477±0.2542 (0.1173-0.8325)
Çinko	40	4.0388±0.7366 (3.2760-5.8500)	6.9570±1.8634 (3.6324-9.9497)	5.2696±1.9346 (2.3927-9.0915)	6.0806±1.3924 (3.7893-8.2913)

Tablo 3. Demirköprü Baraj Gölü Sazan Balıklarında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri(ppm) (ortalama-alt ve üst sınır değerler).

Metal Çeşidi	Örnek Sayısı	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Civa	40	0.2034±0.0668 (0.1130-0.3133)	0.3844±0.0389 (0.2990-0.4215)	0.4504±0.0629 (0.3068-0.5176)	0.4780±0.0905 (0.3280-0.5584)
Kurşun	40	0.0804±0.0121 (0.0521-0.0913)	0.2369±0.0611 (0.1635-0.3318)	0.1609±0.0506 (0.0915-0.2413)	0.4921±0.0602 (0.3225-0.4838)
Kadmiyum	40	0.0111±0.0035 (0.0085-0.0176)	0.0278±0.0058 (0.0165-0.0335)	0.0214±0.0087 (0.0098-0.0320)	0.0684±0.0091 (0.00516-0.0802)
Bakır	40	0.8852±0.0623 (0.8137-0.9515)	1.9412±0.9600 (0.5573-3.6320)	1.6645±0.8326 (0.9281-3.2733)	1.4570±0.4729 (0.9171-2.1516)
Çinko	40	9.6845±1.6628 (7.6500-12.3127)	17.7615±9.0423 (10.8803-28.3384)	20.8911±10.5110 (8.1215-36.1573)	15.5844±7.8718 (9.2502-34.9980)

Tablo 4. Demirköprü Baraj Gölü Yayın Balıklarında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri(ppm) (ortalama-alt ve üst sınır değerler).

Metal Çeşidi	Örnek Sayısı	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Civa	40	0.5555±0.1536 (0.3200-0.8715)	1.0511±0.2561 (0.6236-1.5502)	1.1952±0.3416 (0.7169-1.6524)	1.0140±0.3436 (0.5720-1.6690)
Kurşun	40	0.0559±0.0261 (0.0222-0.0892)	0.2418±0.0456 (0.1680-0.2913)	0.2116±0.1115 (0.0840-0.4219)	0.2480±0.0672 (0.1629-0.3344)
Kadmiyum	40	0.0073±0.0009 (Eseri-0.0082)	0.0253±0.0057 (0.0192-0.0322)	0.0229±0.0052 (0.0169-0.0313)	0.0254±0.0041 (0.0187-0.0298)
Bakır	40	0.8342±0.1123 (0.5543-0.9302)	2.3391±0.3866 (1.8297-2.9318)	2.1714±1.1628 (0.4207-3.9816)	1.1339±1.1073 (1.0273-1.2896)
Çinko	40	4.9574±1.3071 (1.6750-6.2433)	25.0834±6.2770 (17.2593-36.9032)	14.0715±27.932 (8.9287-17.8545)	16.2855±1.9822 (13.6836-19.7217)

Tablo 5. Demirköprü Baraj Gölü Levrek Balıklarında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri (ppm) (ortalama-alt ve üst sınır değerler).

Metal Çeşidi	Örnek Sayısı	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Civa	40	0.7399±0.0635 (0.6533-0.8327)	0.8261±0.1206 (0.6874-1.0311)	1.2947±0.3452 (0.5090-1.6972)	1.3232±0.4748 (0.5925-1.7850)
Kurşun	40	0.0582±0.0106 (0.0444-0.0713)	0.2998±0.1324 (0.0818-0.4377)	0.5436±0.3864 (0.2513-1.5177)	0.4010±0.0746 (0.2972-0.4916)
Kadmiyum	40	0.0190±0.0266 (0.0093-0.0115)	0.0241±0.0071 (0.0182-0.0381)	0.0270±0.0283 (Eseri-0.0225)	0.0424±0.0042 (0.0353-0.0481)
Bakır	40	0.9177±0.0831 (0.8133-1.0517)	1.1502±0.2416 (0.8927-1.5692)	1.8382±1.2586 (0.4283-3.9816)	1.6796±0.3186 (1.001-2.0893)
Çinko	40	5.0148±1.3213 (2.9327-6.5250)	11.9247±4.5981 (6.9345-19.9901)	20.9752±5.7976 (14.8246-29.3465)	19.5859±2.4738 (15.7363-29.3448)

Tablo 6. Göl Sularının Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri (ppm).

Metal Çeşidi	Marmara Gölü				Bafa Gölü				Demirköprü Baraj Gölü			
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Civa	0.0014	0.0016	0.0013	0.0014	0.001	0.0011	0.0012	0.0013	0.0016	0.0022	0.0024	0.0031
Kurşun	Eseri	Eseri	0.0032	0.0021	0.0079	0.0081	0.0047	0.0085	Eseri	Eseri	0.0034	0.0063
Kadmiyum	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri	Eseri
Bakır	0.0015	0.0019	0.0018	0.0021	Eseri	0.0012	0.0025	0.0013	Eseri	0.0041	0.0063	0.0048
Çinko	0.0173	0.0193	0.0185	0.0147	0.0169	0.0182	0.0193	0.0284	0.0183	0.0221	0.0198	0.0578

Tablo 7. Marmara gölü sazan balığı örneklerinde ağırlık gruplarına göre hesaplanan ortalama metal düzeyleri.

Ağırlık grupları	Ortalama Metal Düzeyleri (ppm.)				
	Civa	Kurşun	Kadmiyum	Bakır	Çinko
345-500g. arası	0.0815	0.0315	0.0098	0.6715	3.8184
500-1000g. arası	0.1175	0.1035	0.0183	0.9313	5.9186
1000-2000g. arası	0.1598	0.2601	0.0225	1.6807	6.7193
2000-4500g. arası	0.2175	0.4204	0.0379	3.1534	8.6432

Tablo 8. Bafa Gölü kefal balığı örneklerinde ağırlık gruplarına göre hesaplanan ortalama metal düzeyleri.

Ağırlık grupları	Ortalama Metal Düzeyleri (ppm.)				
	Civa	Kurşun	Kadmiyum	Bakır	Çinko
153-250 g. arası	0.0393	0.0497	0.0066	0.3579	3.6517
250-350 g. arası	0.0548	0.0985	0.0105	0.6215	4.6192
350-550 g. arası	0.0943	0.1892	0.0173	0.8397	5.3169
550-1000 g. arası	0.1421	0.3247	0.0684	2.1173	8.7624

Tablo 9. Demirköprü baraj gölü sazan balığı örneklerinde ağırlık gruplarına göre hesaplanan ortalama metal düzeyleri.

Ağırlık grupları	Ortalama Metal Düzeyleri (ppm.)				
	Civa	Kurşun	Kadmiyum	Bakır	Çinko
285-500 g. arası	0.2234	0.0713	0.0102	0.7986	8.1321
500-1000 g. arası	0.3397	0.0977	0.0179	0.9377	10.6813
1000-2000 g. arası	0.4387	0.2987	0.0341	1.3633	15.6841
2000-3000 g. arası	0.5112	0.3975	0.0664	2.8413	29.1543

Tablo 10. Demir köprü baraj gölü yayın balığı örneklerinde ağırlık gruplarına göre hesaplanan ortalama metal düzeyleri.

Ağırlık grupları	Ortalama Metal Düzeyleri (ppm.)				
	Cıva	Kurşun	Kadmium	Bakır	Çinko
103-500 g. arası	0.4725	0.0399	0.0074	0.6182	4.2136
500-1000 g. arası	0.7628	0.0996	0.0161	0.9603	9.3817
1000-3000 g. arası	0.9913	0.2083	0.0268	1.9173	17.0115
3000-7500 g. arası	1.5945	0.3983	0.0305	2.9785	29.6312

Tablo 11. Demirköprü baraj gölü levrek balığı örneklerinde ağırlık gruplarına göre hesaplanan ortalama metal düzeyleri.

Ağırlık grupları	Ortalama Metal Düzeyleri (ppm.)				
	Cıva	Kurşun	Kadmium	Bakır	Çinko
60-150 g. arası	0.6173	0.0647	0.0067	0.7825	4.8173
150-350 g. arası	0.8312	0.1673	0.0169	0.9971	8.9244
350-750 g. arası	0.9864	0.3519	0.0261	1.2015	16.9173
750-1650 g. arası	1.6748	0.7178	0.0465	2.6029	26.6812

TARTIşMA VE SONUÇ

İç sular doğal kaynaklardan, çevresindeki sanayi tesisleri, yerleşim alanları, zirai mücadelede kullanılan maddelerin artık ve atıklarıyla sürekli şekilde kirlenme tehlikesiyle karşılaşıyorlar (38).

Su canlıları yaşamları boyunca büyük miktarlarda suyu filtre ettiklerinden, doğru- dan absorpsiyonla sudaki süspansiyon halindeki metalleri yapılarında biriktirebilirler. Kara kesiminde besin zincirinin bir halkasından diğerine yansıyan kalıntı miktarı iki, üç veya en fazla yüz katı olarak ifade edilirken su ortamında bu oran binlerce katına ulaşır ve bu kalıntılar canlılardaki enzim sistemlerine olumsuz yönde etkiyerek zehirlenmeye yol açarlar (26).

Su sistemlerinde bulunan cıvanın başlıca kaynağı fosil yakıtlarının yakılması, maden işleme aktiviteleri ve sanayi atıklarıdır (20-21). 0.2 ppb'nin üstünde cıva tutan sular kirlenmiş ve 0.005-0.3 ppm cıva içeren sularda aşırı derecede kirlenmiş olarak kabul edilir. Kirlenmemiş tatlı suların doğal cıva yoğunluğu 0.1-0.3 ppb arasındadır. Balıklarda ise 0.5 ppm'in altındaki cıva miktarı doğal cıva kirlilik düzeyi olarak kabul edilir (27-38).

Rappe (22) İsveç'in Baltık Denizi kıyılarında avlanan ton balıklarının 0.14-0.77 ppm, ringa, dil ve morina balıklarının 0.013-1.350 ppm arasındaki civa ile kirlendiğini bildirmekte, İsveç tatlı su balıklarında ise bu düzeyin 0.07-4.45 ppm arasında değiştiğini belirtmektedir.

İsrail'de yapılan (24) bir dizi çalışmada, çeşitli tür balıklarda 0.04-0.408 ppm, Avusturyada (3) deniz ürünleri üzerinde yapılan bir başka çalışmada 0.001-1.170 ppm, Kanada'da (12) Atlantik Okyanusu kıyılarında avlanan ton, morina ve kılıç balıklarında ise 0.02-1.00 ppm arasında değişen oranlarda civa içerdikleri bildirilmektedir.

A.B.D. St.clair, Detroit nehirleri ile Eric gölünden avlanan balık türlerinde ortalama 5 ppm düzeyinde ölçülen civa kalıntısı, aynı ülkenin sığ deniz balıklarında 0.25-4.75 ppm düzeyinde ölçülmüştür (23,34).

Elde edilen bu sonuçlar üzerine başta A.B.D. ve Kanada olmak üzere birçok ülke yüksek civa kalıntısı içeren göllerde balık avını yasaklamışlardır (27,34).

Ülkemiz Ege kıyılarında halk tarafından yaygın olarak tüketilen balıklarda (36) 0.02-0.500 ppm Ege kıyı şeridinin çeşitli bölgelerinden avlanan balık türlerinde ise 0.030-0.295 ppm arasında civa içerdikleri bildirilmektedir (37).

Karadeniz kıyılarından avlanan balıklarda (31) civa kirlilik düzeyinin 0.310 ppm, Akdeniz'de yapılan çalışmada (30) total civa kalıntısının ortalama 0.345 ppm, organik civa bileşikler düzeyinin ise 0.310 ppm olduğu belirtilmektedir.

Ülkemiz tatlı su balıklarında yapılan çalışmalarda Buldan baraj gölü sazan balıklarında (33) 0.406-0.512 ppm, Sakarya nehrinden avlanan yayın balıklarında (29) 0.6-1.2 ppm, İznik gölünden avlanan yayın, kızılkanat, sazan balıklarında (27) sırasıyla ortalama 0.298 ppm, 0.157 ppm, 0.136 ppm, Ulubat gölünden avlanan turna, kızılkanat ve sazan balıklarında (27) ise 0.265 ppm, 0.258 ppm, 0.319 ppm civa kalıntı değerleri bildirilmektedir.

Çalışmamızda mevsimsel olarak üç gölden avlanan çeşitli tür balıklarda yapılan civa ölçümlerinde Marmara gölü sazan balıklarında 0.1246-0.1645 ppm, Bafa gölü kefal balıklarında 0.0519-0.0974 ppm, Demirköprü baraj gölü sazan,yayın,levrek balıklarında sırasıyla 0.2034-0.4780 ppm, 0.5555-1.1952 ppm, 0.7399-1.3232 ppm civa değerleri ölçülmüştür.

Marmara ve Bafa gölünden avlanan balıklardaki civa düzeyleri, İznik ve Uluabat göllerinden avlanan (27) balıklardaki civa düzeyleri gibi tolerans limitinden düşüktür. Demirköprü sazan balıklarından elde edilen civa değerleri, Buldan baraj gölünden (33) avlanan sazan balıklarındaki civa değerlerinin yakın olduğu ve her iki baraj gölünden

avlanan sazan balıklarının içerdiği civa düzeyinin tolerans sınırında olduğu görülmektedir.

Sakarya nehrinden avlanan yayın balıklarındaki (29) civa değerleri ile Demirköprü baraj gölünden avlanan yayın balıklarındaki civa değerleri birbirine çok yakındır. Bu yakın değerler levrek balıklarındaki civa değerleri ile de paralellik göstermektedir. Yayın ve levrek balıklarındaki civa değerleri sazan balıklarındaki civa değerlerinden yüksektir. Yayın ve levrek balıklarındaki civa düzeylerinin tolerans limitlerini geçtiği görülmektedir.

Her üç göl suyunun civa yönünden yapılan ölçümleri sonucu elde edilen değerler kirlilik düzeylerinin altında bulunmuştur (Tablo 6).

Kurşun çevreye eksoz gazları, kurşunlu boyalar ve endüstriyel faaliyetler aracılığı ile kadmiyum ise endüstri ve madencilik çalışmaları dolayısıyla yayılır. Canlılar için toksik metal özelliği taşırlar. Kirlenmemiş sularda genellikle 0.001 ppm'den az kurşun ve kadmiyum bulunması gerekir iken 0.01-3 ppm kadmiyum, 0.1-2.4 ppm kurşun kitle halinde balık ölümlerine yol açabilmektedir. Balıklarda 1 ppm'in altındaki kurşun ile 0.1 ppm'in altındaki kadmiyum miktarı doğal kirlilik düzeyi olarak kabul edilmektedir (2,16,17,38).

Amerika'da (3) çeşitli tür balıkların içerdiği kurşun düzeyinin 0.95-1.4 ppm arasında değiştiği, kadmiyum düzeyinin ise 0.13 ppm den az olduğu, İsrail balıklarında ise (24) 1.8 ppm kurşun ve 0.33 ppm kadmiyum ile kirlendikleri bildirilmektedir. Akdeniz bölgesinde değişik tür balıklarda (9) ortalama 1.5 ppm olarak saptanan kurşun düzeyi, Tuna Nehri balıklarında (8) ortalama 1.7 ppm olarak ölçülmüştür. Kanada'da balıklarda (4) 0.2-0.6 ppm, Fransa'da (3) 0.004-3.4 ppm kurşun değerleri ile 0.06-0.66 ppm arası kadmiyum değerleri bildirilmektedir.

Ege kıyı şeridinde yapılan iki çalışmada (36,37) 0.100-4.23 ppm değerleri arasında kurşun 0.013-0.320 ppm değerleri arasında ise kadmiyum saptanmıştır.

Ülkemiz tatlı su balıklarında yapılan çalışmalarda Ankara Mogan Gölünden avlanan (38) sazan balıklarında 0.27 ppm kurşun, 0.01 ppm kadmiyum, turna balıklarında 0.76 ppm kurşun 0.026 ppm kadmiyum, İznik Gölünden avlanan (27) yayın, kızılkanat, sazan balıklarında sırası ile 0.398 ppm, 0.317 ppm, 0.471 ppm kurşun, 0.085 ppm, 0.089 ppm 0.075 ppm kadmiyum, Uluabat Gölü balıklarında ise (turna, kızılkanat, sazan) 0.478 ppm, 0.352 ppm, 0.262 ppm kurşun, 0.133 ppm, 0.074 ppm, 0.052 ppm kadmiyum değerleri bildirilmektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz kurşun değerleri Marmara Gölü sazan balıklarında 0.0627-0.3243 ppm Bafa Gölü kefal balıklarında 0.0462-0.2959 ppm, Demirköprü Baraj Gölü sazan, yayın, levrek balıklarında sırası ile 0.0804-0.4021 ppm, 0.0559-0.2480 ppm,

0.0582-0.5436 ppm'dir. Kadmiyum değerleri ise Marmara Gölü sazan balıklarında 0.0073-0.0380 ppm, Bafa Gölü kefal balıklarında 0.0071-0.0679 ppm, Demirköprü Baraj Gölü Sazan, yayın, levrek balıklarında 0.0085-0.0516 ppm, 0.0073-0.0254 ppm, 0.0190-0.0424 ppm'dir.

Ülkemiz Göllerindeki balıklarda kurşun ve kadmiyum yönünden ölçülen değerler birbirine yakın olup çalışmamızda elde ettiğimiz kurşun ve kadmiyum düzeyleri limit değerlerin altındadır.

Ankara Mogan Gölü suyunda (38) 0.012 ppm kadmiyum, 0.19 ppm kurşun ölçülmüş, göl suyunun kurşun ve kadmiyum yönünden kirlenmiş olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda 3 göl suyunun kurşun ve kadmiyum değerleri (Tablo 6) kirlilik düzeylerinin altındadır.

Metallerden bazıları memelilerde olduğu gibi su canlılarının vücudunda hayati öneme sahip bazı protein ve enzimlerin yapısına girerler. Bu yüzden doku ve organlardan belli miktarlarda bulunurlar. Bu durumun bir sonucu olarak 0.1-5 ppm arasında bakır ve 120 ppm varan miktarlardada çinkoya rastlanır (33,38) Sularda bulunan 0.02-0.18 ppm bakır ve 5 ppm'in üzerindeki çinko balıkların kitle halinde ölümüne yol açmaktadır (38).

İspanya ve Portekiz kıyı sularında yaşayan balık örneklerinde (28) 5-11 ppm bakır ve 2.04-3.41 ppm çinko, İngiltere kıyılarında avlanan balık türlerinde ise (19,25) ortalama 9.6 ppm bakır,14.07 ppm düzeylerinde çinko değerleri bildirilmektedir. Fransa ve Monaco'nun Akdeniz kıyılarındaki balık türlerinde ise (11) ortalama 2.8 ppm bakır, 23.4 ppm çinko değerleri ölçülmüştür. Ege kıyılarından avlanan değişik tür balıklar üzerinde yapılan çalışmalarda (36,37) 0.150-2.330 ppm bakır, 2.050-20.6 ppm çinko, Buldan Baraj Gölü (33) sazan balıklarında 0.198-0.306 ppm bakır, 1.541-1.842 ppm çinko, Mogan Gölü sazan balıklarında (38) 0.068 ppm bakır, 0.39 ppm çinko, turna balıklarında 0.095 ppm bakır, 0.152 ppm çinko İznik Gölü yayın, kızılkanat, sazan balıklarında (27) 2.733 ppm, 2.400ppm, 2.467 ppm bakır, 8.890 ppm, 16.180 ppm, 14.170 ppm çinko, Uluabat Gölü turna, kızılkanat, sazan balıklarında ise (27) 2.179 ppm, 1.983 ppm, 1.967 ppm bakır, 17.770 ppm, 16.180 ppm, 14.170 ppm çinko düzeyleri saptanmıştır.

Çalışmamızda saptadığımız bakır değerleri Marmara Gölü sazan balıklarında 0.7269-2.3142 ppm, Bafa Gölü kefal balıklarında 0.6964-2.0621 ppm, Demirköprü Baraj Gölü yayın, sazan, levrek balıklarında 0.8852-1.9412 ppm, 0.8342-2.3391 ppm, 0.9177-1.8382 ppm, çinko değerleri ise Marmara Gölü sazan balıklarında 5.8691-6.7351 ppm. Bafa Gölü kefal balıklarında 4.0388-6.9570 ppm, Demirköprü Baraj Gölü sazan, yayın, levrek balıklarında 9.6845-20.8911 ppm, 4.9574-25.0834 ppm, 5.0148-20.9752 ppm'dir.

Çalışmamızda ölçülen bakır, çinko düzeyleri Buidan Baraj Gölü ve Mogan Gölünden avlanan balıklardaki değerlerden yüksek bulunmuştur. Demirköprü Baraj Gölünde ölçülen çinko düzeyleri İznik ve Ulubat Gölü balıkları ile paralellik göstermekte, bakır düzeyleri ise İznik ve Ulubat balıklarında daha yüksek görölmektedir. Marmara, Bafa Gölleri ve Demirköprü Baraj Gölü balıklarının bakır değerleri birbiri ile benzerlik göstermekte, Demirköprü Baraj Gölü balıklarındaki çinko değerleri ise Marmara ve Bafa Gölü balıklarındaki çinko değerlerinden yüksektir. Üç göl balıklarında belirlediğimiz bakır ve çinko değerleri limit değerlerin altındadır. Mogan Göl suyunda yapılan (38) bakır eseri, çinko 0.004 ppm ölçölmüş tarafımızdan yapılan üç göl suyu'na ait bakır ve çinko düzeylerinde olduğu gibi kirlilik değerlerinin altında bulunduğu bildirilmiştir.

Su canlılarında doğal veya kirlilik halinde bulunan metal yoğunlukları hayvanın yaşına, vücut ağırlığına, türüne, deniz veya tatlı su ortamında bulunmasına, bölgelere, ölkelere görede önemli derecede ayırım gösterir (8,13,25,33).

Doğal sularda bulunan metal kirlilikleri aynı ortamda yaşayan canlılara yansiyarak besin zinciri boyunca birikebildiği sürece doğal denge ve insan sağlığı yönünden tehlikeli olabilirler. Bu nedenle doğal suların metal artıklarıyla kirlenme derecesinin bilinmesi ve böyle ortamlardan elde edilen su ürünlerinin insan sağlığı yönünden yaratabileceği sakıncaların değerlendirilmesi önem taşır. Bu amaçla su ortamında besin zincirini oluşturan bazı canlı türleri ile insan besini olarak fazla tüketilen balık türlerindeki metal derişimleri bir kirlilik ölçütü olarak dikkate alınır (13,26).

Yukarıda açıklanan gerçeklerin işığında ölkemiz iç su sistemlerinden ege bölgesindeki Marmara, Bafa Gölleri ve Demirköprü baraj gölünün canlı faunasını oluşturan balık ve sularında, önemli bir kirleticisi konumunda olan civa, kurşun, kadmiyum, bakır, çinko artıklarının düzeyleri ölçölmüş ve elde edilen sonuçlara göre Demirköprü baraj gölünün yayın ve levrek balıklarında civa değerlerinin tolerans sınırının üstünde sazan balıklarının civa değerlerinin ise tolerans sınırında olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda metal artıklarını yansıtan değerler arasında mevsimsel farlılıktan ziyade vücut ağırlığı ve tür farklılığının dikkat çekici ilişkisi belirlenmiştir (Tablo 7,8,9,10,11).

Bütün canlı türlerinde iz halinde doğal civa bulunabileceği anlaşılmıştır. Ancak canlılarda karşılaşan civa varlığı sadece çevre ile ilişkili olup fizyolojik yaşam için gerekliliğini kanıtlayan herhangi bir bulgu yoktur. Su, besinler ve hava ile alınan civa canlılarda birikme eğilimi gösterir. Fakat alınma düzeyi değişmedikçe canlıların total civa yükü sağlık açısından sakınca yaratmayan bir eşik değerin altında kalır (33).

Son yıllarda civa artıklarıyla kirlenmiş su ürünlerinin insan sağlığı yönündende ciddi sakıncalar yarattığı anlaşılmıştır. Su ürünlerinde bulunan civa artıklarının yarata-

bileceği çok yönlü toksisite riskine karşı insan sağlığının korunabilmesi için sakıncalı derecede kirlenmiş ürünlerin tüketimini sınırlayıcı yasal ve bilimsel uygulamalar esas alınmaktadır. Bu amaçla genellikle günlük rasyonlarla birlikte alınan civa miktarının en düşük toksik doza "10 güven faktörü"nü uygulamasıyla elde edilen 0.03 mg/gün dozuyla sınırlandırılma ilkesi belirlenmiştir. Belirtilen miktarlardan daha fazla günlük civa alınımının önlenmesi içinde su ürünlerinde 0.5 ppm'den daha fazla civa kirliliğinin bulunmaması öngörülmektedir. Civa kirlilikleri yönünden bir çeşit uyarı niteliğinde olan bu değer bugün için pek çok ülkede kirliliklerin kontrolü yönünden yasal tolerans limiti olarak benimsenmiştir (30,32).

Demirköprü sazan balıklarında saptanan 0.4780 ppm'lik ortalama civa kirlilik düzeyinin 0.5 ppm'lik tolerans limitine çok yakın olduğu, yayın ve levrek balıklarında saptanan 1.1852 ve 1.3232 ppm'lik ortalama civa kirlilik düzeyinin ise tolerans limitinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum söz konusu düzeylerdeki kirliliklerin aralıklı ve sürekli tüketiminden doğabilecek sakıncalara bilimsel açıklamalar getirilmesi bakımından olduğu kadar, bilimsel, teknik ve yasal düzenlemelerin yapılmasının zorunluluğunu vurgulayan önemli bir bulgudur. Bu nedenle bu balıkların sürekli tüketici durumunda olan insanlar yönünden ciddi derecede toksisite riski yaratabileceği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bu tür çalışmaların ülke genelinde belirli aralıklarla, muntazam biçimde sürdürülmesi ve gerekli önlemlerin alınması ise bir zorunluluktur.

Teşekkür: Çalışmamızda gösterdikleri ilgi ve yardımlardan dolayı Söke, Gölarmara ve Köprübaşı İlçe Tarım çalışanları ile Bafa, Gölarmara ve Demirköprü Balık Kooperatifleri yöneticilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. **Anon (1973):** Perkin-Elmer Catalog of Analytical Methods F.P-12 Analysis of Seafood Determination of Heavy Metals.
2. **Anon (1976):** Codex Alimentarius Commission List of Maximum Levels Recommended for Contaminants By the Joint FAO/WHO Alimentarius Commission Third Series.CAC/FAL 3.
3. **Anon (1978):** IRPTL.İnternational Register of Potentially Toxic Chemicals United Nations Environment Programme Genova-Switzerland 1.
4. **Anon (1979):** IRPTL İnternational Register of Potentially Toxic Chemicals United Nations Environment Programme Genova-Switzerland 2.
5. **Anon (1983):** Pye Unicam Ltd. Atomic Absorption Methods Mercury in Foods.
6. **Anon (1987):** İzmir Çevre Kirliliği ve Sağlık Sempozyumu. İzmir Tabib Odası.
7. **Ceylan, S. (1980):** Veteriner Toksikoloji, Fırat Üniversitesi Veteriner Fak. yay.
8. **Chow, T.J., Patterson, C.C., Settle, D. (1974):** Occurrence of lead in Tuna Nature (London)

9. **Ciusa, W., Graccios, M., Donato, F. (1974):** Il Contenuto in Rome Zinco, Cadmio, Mercurioe, Piombo di Alcune Specie Ittiche del Mar. Ligure guad Merceol Bologno,13. P. 144-124.
10. **Ekşi, A. (1981):** Bazı Toksik Metal İyonlarının Gıdalara Bulaşma Kaynakları. Bilim ve Teknik 14, 168. 35.
11. **Fowler, S.W. and Oregioni, B. (1976):** Trace metals in mussels from the N.W. Mediterranean Marin. Pollut. Bull. 2: 26-29.
12. **Freeman, H.C., Horne, D.A. (1972):** Total mercury and methylmercury content of the American Eel (*Anguilla Rostrate*) J. Fish. Res. Board. Can, 30. 454-456.
13. **Förstner, U., Whittman ,G.T.W (1979):** Metal Pollution in the Aquatic Environment Springer, Verlay Berlin Heidelberg New York, 50.
14. **Güley, M., Vural, N. (1978):** Toksikoloji A.Ü. Eczacılık Fak. yay A.Ü. Basımevi, Ankara.
15. **Hışıl, Y., Güneş. İ., Tufan, G., Tanık, M. (1979):** Gıda Maddelerinde Kimyasal Kontaminantların Saptanması. Tübitak Beslenme ve Gıda Teknolojisi Ünitesi yay. Gebze-İstanbul 37.
16. **İnel, Y., Sebutekin, U., Kurt, N. (1977):** Otoyol boyunca kurşun, çinko, kadmiyum birikimi Tübitak VI. Bilim Kongresi Çevre Araştırmaları Grubu Tebliği, 69.
17. **Karagüzel, A. (1981):** Egzos gazlarıyla çevremize yayılan Tehlike. Kurşun, Bilim ve Teknik. 14. 159.
18. **Kocataş, A. (1996):** Ekoloji Çevre Biyolojisi Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İZMİR.
19. **Nickless, O., Stenner, R. and Terille, N. (1972):** Distribution of Cadmium, Lead and Zinc and Bristol Channel. Mar. Pollut. Bull. 3. 188-190.
20. **Ozan, K. (1975):** Deniz ürünlerinin civa ile kirlenmesi Vet. Hek. Der. Derg. 1,2,3: 46-48.
21. **Ozan, K. (1975):** Civalı Fabrika Artıkları Denizlerimizi Kirletiyor. Bilim ve Teknik. 47: 42-45.
22. **Rappe, A. (1973):** Pollution Parle Mercure et Sante Publique Journales de Pharmacie de Belgique., 28: 265-277.
23. **Rivers, J.R., Pearson, J.E., Shultz, C. (1977):** Toal and Organic Mercury in Marina Fis. Bul. Environ Contamin Toxic. J. 8: 257-266.
24. **Roth, I., Hornung, H. (1977):** Heavy Metal Concentrations in Water Sediments and Fish. Form Mediterrane an Coastal Area. Israel Envir. Sci. Technol, II; P. 265-269.
25. **Segar, D.A., Collins, J.D. and Riley, J.P. (1971):** The distribution of the major amd some minor elements in marina animals part II Moilusc, J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 51. 131-136.
26. **Sonal, S. (1994):** Hayvansal Besinlere Yansıyan Metal Kalıntıları ve Yaratabileceği Sağlık sorunları. Türk Tok. Der. ve Visad.
27. **Sonal, S. (1995):** İznik ve Uluabat Göllerindeki Bazı Balık Türlerinde Ağır Metallerle Kirlenmenin Araştırılması, U. Ü. Vet. Fak. Derg. Cilt 14 S.1,2,3.
28. **Stenner, R.P and Nickless, G. (1975):** Heavy metals in organizm of the Atlantic Coast of S.W. Spain and Portuğalı Mor.Pollut Bull 6: 89.92.
29. **Sungur, T. (1973):** Su ürünlerinde civa rezidüleri konusunda bir araştırma A.Ü.Tıp Fak. Mec., 26 (1): 142-154.

29. **Sungur, T. (1973):** Su ürünlerinde civa rezidüleri konusunda bir araştırma A.Ü.Tıp Fak. Mec., 26 (1): 142-154.
30. **Şanlı, Y. (1980):** Türkiye'nin Akdeniz sahillerinde avlanan kıyılarımızı bağıli ekonomik bazı balık türleri ile karideslerde Total civa ve Organik Civa Bileşikleri rezidü düzeylerinin araştırılması. A. Ü. Vet. Fak. Derg., 26(3-4).
31. **Şanlı, Y., Ceylan, S. (1980):** Karadeniz'in Türkiye kıyı sularında avlanan balıklarda civa kalıntılarıyla oluşun kirlenme düzeyinin araştırılması A. Ü. Vet. Fak. Derg. 26 (1-2).
32. **Şanlı, Y., Sarıgöl, C. (1981):** Hayvansal Besinlerdeki Artık Maddelerin İnsan Sağlığına Etkileri Fırat Üni. Vet. Fak. Derg. 1-2.
33. **Şanlı, Y., Demet, ., Akar, F., Yavuz, H., Bilgili, Liman, B.C, Doğan, A. (1990):** Buldan Barajı Suyunun Doğal Kalitesi ve Buradan Avlanan Sazan Balığı Örneklerinde Bazı Ağır Metal Artıkları Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Vet. Fak. Derg. 37: 56.73.
34. **Turney, G. (1971):** The Mercury Pollution Problem Michigan and Lower Great Lakes Areas A.Summary of Information and Action Program Michigan Water Pesources Comission Report for the Subcomitlee on Energy Naturel Resources and Environment of the Seste Commerce.
35. **Underwood, J.E. (1962):** Elements in Human and Animal Nutrition İnstitute of Agriculture University of Western Australia.
36. **Uysal, H., Tuncer, S., Yaramaz, Ö. (1986):** Ege kıyılarındaki yenebilen organizmalarda ağır metallerin karşılaştırılması olarak araştırılması. Çevre 86 Sempozyumu Atatürk Kültür Merkezi.
37. **Uysal, H., Yaramaz, Ö., Tuncer., S., Parlak, H. (1989):** Ege Denizi kıyılarında pollusyon durumu, organizma ve ekosistem üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar. E.Ü Su Ürün yay. 6 (21-22).
38. **Yavuz, H., Filazi, A. (1995):** Ankara Mogan gölünden sağlanan su, çökelti ve balık örneklerinde ağır metal düzeyleri. Vet. Hek. Dern. Derg. Cilt 66 Sayı 2.