



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Konya ve Çevresinde Tüketime Sunulan Balıklarda Cıva ve Kadmiyum Düzeyi

Rabia Serpil Günhan^{1*}, Suzan Yalçın²

¹Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 04 Mart 2015

Kabul tarihi 13 Mayıs 2015

Anahtar Kelimeler:

Balık

Cıva

Kadmiyum

ÖZET

Bu çalışmada, Konya ve çevresinde tüketime sunulan balıklarda cıva ve kadmiyum metallerinin düzeyleri belirlenerek, elde edilen bulgulara göre, durum insan sağlığı açısından değerlendirildi. Satış noktalarından 3 farklı tür balık; istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*), sardalye (*Sardina pilchardus*) olmak üzere her türden 21 adet olup toplam 63 adet numune temin edildi. Balıkların boy ve ağırlıkları ölçüldü. Numunelerin yenilebilir kısmında metal düzeyi Perkin Elmer Optima DV 2000 model ICP-OES cihazıyla belirlendi. Araştırmada numunelerin ortalama, en düşük ve en yüksek cıva ve kadmiyum düzeyleri sırasıyla, İstavritte; cıva 98.11, 83.45, 122.20 ppb, kadmiyum 0.041, 0.017, 0.087 ppm, sardalyede; cıva 99.76, 82.34, 118.12 ppb, kadmiyum 0.094, 0.065, 0.129 ppm ve uskumruda ise cıva 106.60, 85.26, 138.20 ppb, kadmiyum 0.062, 0.042, 0.091 ppm tespit edildi. Balıkların bazı türlerinde boy ve ağırlıkları ile metal seviyeleri arasında ilişki bulundu. Uskumruda boy ve ağırlık arttıkça cıva birikimi önemli düzeyde artışı gözlemlendi. Sardalyede boy arttıkça cıva düzeyinde önemli seviyede artış görüldü. Araştırma sonucunda Konya ve çevresinde tüketime sunulan istavrit, sardalye ve uskumru balıklarındaki cıva ve kadmiyum değerlerinin halk sağlığı açısından herhangi bir sakınca yaratmayacak düzeylerde olduğu kanısına varılmıştır.

Mercury and Cadmium Levels of Fish Consumed in Konya and Its Around

ARTICLE INFO

Article history:

Received 04 March 2015

Accepted 13 May 2015

Keywords:

Fish

Mercury

Cadmium

ABSTRACT

In this study, cadmium and mercury levels of fish consumed in Konya were determined and the results were evaluated for human health. In this experiment, three different fish; *Trachurus trachurus*, *Scomber scombrus* and *Sardina pilchardus* were obtained from markets, totally 63 samples, 21 samples of each species were used. The length and weight of the samples were measured. The metal level in the edible muscle parts of the samples was measured by Perkin Elmer Optima DV 2000 model ICP-OES. The mean, minimum and maximum concentrations of mercury and cadmium in examined fish species were found as mercury 98.11, 83.45, 122.20 ng/g, cadmium 0.041, 0.017, 0.087 µg/g in *Trachurus trachurus*; mercury 99.76, 82.34, 118.12 ng/g, cadmium 0.094, 0.065, 0.129 µg/g in *Sardina pilchardus*; mercury 106.60, 85.26, 138.20 ng/g, cadmium 0.062, 0.042, 0.091 µg/g in *Scomber scombrus*, respectively. The positive correlation was found between the length – weight and the metal levels in some species. The length and weight of *Scomber scombrus* were positively correlated with mercury bioaccumulation. Mercury level increased with increasing the length of *Sardina pilchardus*. It is concluded that mercury and cadmium levels of fish consumed in Konya were not harmful for human health.

* Sorumlu yazar email: rsgunhan@selcuk.edu.tr

1. Giriş

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde su ürünleri yeri doldurulamayacak bir besin kaynağıdır. Sanayileşmenin hızlı gelişimine paralel olarak ortaya çıkan artık maddelerin hiçbir arıtma işlemi uygulanmaksızın deniz, akarsu ve göllere boşaltılması, maden ve metal işletmelerinin gerek sayı gerekse kapasite olarak artması, kimyasal tarım uygulamalarının yaygınlaşması, nüfus artışına paralel olarak evsel atık deşarjlarındaki artış, ağır metallerin karasal ve sucul ortamlara katılmı artırılmaktadır (Tunçoku ve ark., 1998, Sağlamtimur ve ark., 2004). Çevredeki metallerin varlığı kısmen doğal olaylara volkanik hareket ve erozyon gibi, fakat çoğunlukla endüstriyel atıkların sonucudur. Ağır metallerin başlıca kaynakları maden ocakları, maden ve kâğıt endüstrisinin atıkları, gübreler, fosil yakıtlar, pestisitler ve çeşitli kimyasallardır (Mansour ve Sidky, 2002, Kalay ve ark., 2004). Deniz eko sistemlerine ulaşan ve çeşitli formlarda bulunan metaller, deniz canlıları tarafından farklı yollarla bünyelerine alınmaktadır (Merlini, 1988). Çeşitli metallerin farklı konsantrasyonlarının organizmalar üzerine olan toksik etkileri ve birikimleri, söz konusu metallere ve organizmaya bağlı olarak değişim göstermektedir (Yanık ve Atamanalp, 2001).

Aquatik gıda zincirinin en önemlisi balıklardır ve sudan bazı metalleri yüksek oranda konsantre edebilmektedir (Al-Saleh ve Shinwai, 2002; Mansour ve Sidky, 2002). Balıklar yüksek protein, düşük doymuş yağ ve yeterli omega yağ asitleri içermesinden dolayı sağlıklı yaşam için önemli bir gıdadır (Kumar ve ark., 2011). Balık ağırlıklı beslenmenin insanlarda kalp-damar rahatsızlıkları ve hipertansiyona, çarpıntıya, kalp ritmi bozukluğuna, şeker hastalığına, eklem romatizmasına, sinir ve bağışıklık sistemine, beyin fonksiyonlarına, depresyona ve kansere karşı önemli etkileri olduğu belirtilmiştir. Balık tüketimi belirli mineraller, vitaminler ve yüksek biyolojik değerli proteinleri sağladığı için önemlidir (Kaya ve ark., 2004).

Balıkların doku ve organlarındaki ağır metal birikimi, türe, metale, metalin ortam derişimine, etkide kalma süresine, yaşa, ortamın sıcaklığı, tuz oranı, pH ve mevsimsel değişikliklere göre değişmektedir (Sidky, 2002; Khansari ve ark., 2004; Ashraf ve ark.; 2012; Copat ve ark., 2012; Mhandbi ve ark., 2012).

Ağır metallerin toksisitesi bakımından insanların taşıdığı risk, ekonomik değeri yüksek olan ve en fazla tüketilen sucul canlı türlerinin içerdiği metal derişimleri ölçülerek belirlenmeye çalışılmaktadır (Mansour ve Sidky, 2002). Toksik elementler uzun bir dönem alınacak olursa çok düşük konsantrasyonları bile zararlı olabilmektedir (Çelik ve Oehenschlager, 2005). Cıva, kurşun ve kadmiyum en tehlikeli metaller olarak düşünülmektedir (Perez Cid ve ark., 2001).

Birçok besinde cıva tespit edilemeyecek kadar düşük düzeyde bulunur. Buna karşılık balık ve balık ürünlerinde fazla miktarda bulunmaktadır (WHO, 1976). Ba-

lıklar cıvayı dokularında biriktirirler. Cıva kontaminasyonunun primer kaynağı balık yemektir (Khansari ve ark., 2004).

Suya karşı cıva, bakteriler ve organizmalar tarafından metilcıvaya çevrilir. Planktonlar, onları yiyen küçük balıklar ve midyeler ve küçük balıklarla beslenen büyük balıklar ve deniz memelileri ile besin zincirine karışır (Güven ve ark., 2004). Yaz mevsiminde su sıcaklığındaki yükselme cıvanın sudaki çözünürlüğünü arttırmakta ve balıklardaki cıva konsantrasyonunun artmasına etkili olmaktadır (Gül ve ark., 2004).

Besinlerde bulunan metilcıvanın tamamına yakını kana geçmektedir (WHO, 1976). Sinir sisteminin cıva bileşiklerine karşı çok yüksek hassasiyeti vardır. Bunun yanında vücuda alınan cıvanın beyin ve böbrekler üzerinde de ağır tahribatlar yarattığı yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir. Cıva, tekrarlayan düşüklere, çocuklarda sinir sistemi gelişim bozukluklarına, ölü doğumlara neden olmaktadır (Satiroğlu ve Kabukçu, 2005).

Kadmiyum, beyaz, yumuşak ve gümüş parlaklığında bir metaldir. Kadmiyum toksikolojik yönden kurşun ve cıva ile yakından ilişkilidir. Kadmiyum metalinin çeşitli endüstri dalları ve günlük yaşamda giderek artan boyutlarda kullanımı, insan ve evcil hayvanların çevresindeki kadmiyum kirliliklerinin de artmasına neden olmaktadır (Leita ve ark., 1991; WHO, 1992).

Kadmiyum konsantrasyonu balıklarda 0,005 mg/kg'dan yüksek, kabuklu deniz hayvanlarında ise 1 mg/kg olarak saptanmıştır (Sherlock, 1984).

Kadmiyum fazla olduğu zaman, çinkoya bağlı enzimleri, demir emilimini inhibisyona uğratmaktadır (Şanlı, 1995). İlerleyen osteomalasi durumuna bağlı olarak gelişen itai-itai sendromu, kadmiyumun fosfor, kalsiyum ve hatta D vitamini metabolizmasını inhibe etmesinden kaynaklanmaktadır (Kimura, 1988; Who, 1992a).

Türk Gıda Kodeksine göre balıklarda kabul edilebilir maksimum kadmiyum düzeyi 0,05 mg/kg, cıva düzeyi ise 0,5 mg/kg olarak belirtilmiştir (Anonim, 2008).

Bu çalışmada, Konya ve çevresinde tüketime sunulan istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*) balıklarda cıva ve kadmiyum metallerinin düzeyleri belirlenerek, elde edilen bulgulara göre, durum insan sağlığı açısından değerlendirildi.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak, 2005 yılı Eylül ayında Konya'da tüketime sunulan farklı satış noktalarından temin edilen ve Marmara Denizi'nden getirildiği belirtilen uskumru (*Scomber scombrus*), istavrit (*Trachurus trachurus*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*) olmak üzere 3 tür balık kullanıldı. Her bir tür balıktan 21 adet olmak üzere toplam 63 adet balık örneği bekletilmeden laboratuvara getirildi. Analiz edilene kadar derin dondurucuda

(-18°C) saklandı. Sucul canlılarda büyüklük metal birikim düzeyini etkileyen bir faktör olduğundan numunelerin boy ve ağırlıkları ölçüldü. Balıklarda vücut kitle indeksi hesaplandı [vücut ağırlığı(kg)/boy(m²)]. Balık kas dokusunda cıva ve kadmiyum düzey analizleri yapıldı.

2.1. Numunelerin analize hazırlanması

Analiz yapılacak örneklerin pul ve derisi ayrıldı, iç organları çıkarıldı, kılçıkları temizlendi ve et kısmı homojenizatörde (Mayo Homogenius HG 400, Brazil) homojenize edildi. Kullanılacak gereçlerin tümü dikkatlice temizlendi, nitrikasit 1:10'luk çözeltisinde metal kontaminasyonunu önlemek için tutuldu.

Homojen hale getirilen kas dokuları kurutma dolabında kurutuldu (70°C'de 24 saat). NMKL No 161 metoduna göre hassas terazide tartılan ağırlığı 0.5 g kuru örnek yaş yakma yöntemine göre yakma kabına konuldu. Üzerine 5 ml HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ eklenecek, Milestone ETHOS E markalı mikrodalganın uygun programında çözünürleştirme işleminde (2 dak. 250W; 2 dak. 0W; 6 dak. 250W; 5 dak. 400W; 8 dak. 550W; bekleme 8 dak) çözüldü. Yakma işini hızlandırdığı ve proses sırasında olabilecek kontaminasyonu en aza indirdiği için mikrodalga tercih edilmektedir (Usero ve ark 2003). Yakma işleminden sonra yanan örnekler saf su ile 25 ml ye tamamlandı.

2.2. Kadmiyum ve Cıva tayini

Hazırlanan örneklerin kadmiyum düzeyi Perkin Elmer Optima DV 2000 model ICP – OES cihazında belirlendi. Cihazın kullanım şartları, plazma: 17L/dak; aux: 0,21/dak; neb:0,55L/dak; güç:1400W.

Balık örneklerindeki cıva kalıntıları Perkin Elmer LTD'nin önerdiği metoda göre akış enjeksiyonlu cıva hidrür analizi yapılarak ICP optik emisyon spektrometresinde ölçüldü.

Hidrür tekniğinde asitli numune çözeltisi sodyum borahidrür gibi indirgen bir ajanla reaksiyona girdi. Sodyum Borahidrür / asit indirgenmesi uçucu hidritleri oluşturdu. Bu hidritler Argon taşıyıcı gazı ile torch ünitesine taşındı. Burada hidritler gaz fazındaki metal atomlarına dönüştü. Meydana gelen emisyon dedektörde ölçüldü.

2.3. İstatistik analizler

Gruplarda istatistik analizler SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Parametreler normal dağılıma uygunluk testi ile incelendi (Kolmogorov-Smirnov testi). Parametrelerin ortalama değerleri, standart hataları, en az ve en çok değerleri belirlendi. Cıva ve kadmiyum düzeyleri için balık tipleri açısından farklılığın belirlenmesinde one way ANOVA testi kullanıldı ve fark saptandığında durumda farkın hangi gruptan kaynaklandığı Duncan testi ile incelendi. Balık gruplarının ağırlıkları, boyları, kitle indeksleriyle cıva ve kadmiyum düzeyleri arasındaki ilişki Pearson-Korelasyon testi ile incelendi (Dawson ve Trapp, 2001).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Konya ilinde üç farklı satış noktasından temin edilen 21'er adet istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*), sardalye (*Sardina pilchardus*) balık örneklerinde cıva ve kadmiyum düzeyleri belirlendi. Balıkların boy ve ağırlık ortalamaları Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir.

Balıklarda cıva düzeyleri ortalama, minimum, maksimum değerleri Tablo 3, kadmiyum düzeyleri ise Tablo 4'de verilmektedir. Buna göre cıva ve kadmiyum düzeyi sırasıyla İstavritte 98.11±10.22 ppb, 0.041±0.02 ppm, Sardalyede 99.76±8.87 ppb, 0.094± 0.018 ppm ve Uskumruda ise 106.6±14.9 ppb, 0.062±0.015 ppm olarak ölçülmüştür.

Uskumru örneklerinde cıva düzeyleri istavrit örneklerinden daha fazla (p<0.05) bulunmuştur. Sardalyenin kadmiyum düzeyi istavrit ve uskumruya göre daha yüksek (p<0.001) belirlenmiştir. En düşük kadmiyum düzeyinin istavrit örneklerinde olduğu Tablo 4'de gözlenmektedir.

Balıkların cıva ve kadmiyum düzeyleri ile kilo ve ağırlıkları arasındaki korelasyonlar Tablo 5'de verilmektedir. Balık örneklerinde cıva ve kadmiyum arasında önemli bir ilişki gözlenmemiştir. İstavritte cıva ve kadmiyum düzeyleri ile boy ve ağırlıkları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Sardalyede boy arttıkça cıva düzeyinde önemli düzeyde (p<0.05) artış gözlenmiştir. Ağırlık arttıkça cıva düzeyinde de artış olmakla birlikte bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Sardalyede kadmiyum düzeyleri ile boy ve ağırlıkları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Uskumruda boy ve ağırlık arttıkça cıva birikimi önemli düzeyde (p<0.05) artmıştır. Uskumruda boy ve ağırlığın kadmiyum ile ilişkisi bulunmamıştır.

Balık örneklerinde vücut kitle indeksi ve ağırlık/boy oranı ile cıva, kadmiyum düzeyleri arasındaki korelasyon Tablo 6'da gösterilmiştir. Buna göre kadmiyum düzeylerinin vücut kitle indeksi ve 'ağırlık/boy' oranı ile ilişkisi yoktur. İstavrit ve sardalyede cıva düzeylerinin vücut kitle indeksi ve 'ağırlık/boy' oranı ile ilişkisi yoktur. Uskumruda vücut kitle indeksi ve 'ağırlık/boy' oranı arttıkça cıva birikimi artmaktadır.

Doğal sularda bulunan metal kirlilikler aynı ortamda yaşayan canlılara yansyarak besin zinciri boyunca birikebildiği sürece doğal denge ve insan sağlığı yönünden tehlikeli olmaktadır. Ticari ve yenilebilir su ürünleri insan sağlığına tehlikesini kontrol etmek için araştırılmaktadır (Begum ve ark 2005, Tunçoku ve ark 1998).

Araştırmada, Konya ve çevresinde satılan balık numunelerinde yapılan analizler sonucunda minimum-kadmiyum cıva ve kadmiyum değerleri sırasıyla istavrit türünde; cıva 83.45-122.20 ppb, kadmiyum 0.017-0.087 ppm, sardalyede; 82.34-118.12 ppb, 0.065-0.129 ppm, uskumruda 85.26-138.20 ppb, 0.042-0.091 ppm olarak bulundu.

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları tür farklılığın örneklerin kas dokusundaki Cd içeriği üzerine önemli ($p < 0.001$) etkisi olduğunu göstermiştir. Tür farklılığının cıva içeriği üzerine etkisinde ise

uskumru ve istavrite ait ortalamalar arasındaki farklılık önemli ($p < 0.05$) bulunurken, istavrit ve sardalye ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($p > 0.05$) bulunmamıştır.

Tablo 1

Balıklarda Boy Ortalamaları (mm)

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	155.81 \pm 14.74	130.00	185.00
Sardalye	181.81 \pm 25.72	143.00	225.00
Uskumru	233.19 \pm 20.88	202.00	265.00

n = 21

Tablo 2

Balıklarda Ağırlık Ortalamaları (gr)

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	33.35 \pm 10.00	18.81	53.51
Sardalye	57.59 \pm 25.91	20.92	113.91
Uskumru	120.35 \pm 34.52	70.40	176.19

n = 21

Tablo 3

Balıklarda Cıva Düzeyleri (ppb)*

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	98.11b \pm 10.22	83.45	122.20
Sardalye	99.76ab \pm 8.87	82.34	118.12
Uskumru	106.60a \pm 14.90	85.26	138.20

*F=3.15, $p < 0.05$; n= 2b

Tablo 4

Balıklarda Kadmiyum Düzeyleri (ppm)*

Balık	Ortalama \pm Std sapma	Minimum	Maksimum
İstavrit	0.041c \pm 0.020	0.017	0.087
Sardalye	0.094a \pm 0.018	0.065	0.129
Uskumru	0.062b \pm 0.015	0.042	0.091

*F=46.08, $p < 0.001$; n= 21

Tablo 5

Balıkların İçerdiği Cıva ve Kadmiyum Düzeyleri ile Genel Özellikleri Arasındaki İlişki, Korelasyon Katsayıları (önemlilik, p)

Balık	Cıva x Kadmiyum	Cıva x Boy	Cıva x Ağırlık	Kadmiyum x Boy	Kadmiyum x Ağırlık
İstavrit	-0.104 (0.652)	-0.283 (0.215)	-0.233 (0.309)	0.090 (0.697)	0.284 (0.213)
Sardalye	-0.079 (0.733)	0.473* (0.030)	0.393 (0.078)	0.193 (0.402)	0.228 (0.320)
Uskumru	0.133 (0.566)	0.439* (0.046)	0.456* (0.038)	0.123 (0.594)	-0.011 (0.961)

Tablo 6

Balıklarda Vücut Kitle İndeksi ve Ağırlık/boy Oranı ile Cıva ve Kadmiyum Düzeyleri Arasındaki İlişki, Korelasyon Katsayıları (önemlilik, p)

Balık	Cıva x VKI	Kadmiyum x VKI	Cıva x (Ağırlık/Boy)	Kadmiyum x (Ağırlık/Boy)
İstavrit	-0.117 (0.613)	0.399 (0.073)	-0.204 (0.376)	0.309 (0.173)
Sardalye	0.428 (0.053)	0.170 (0.462)	0.420 (0.058)	0.203 (0.377)
Uskumru	0.436* (0.048)	-0.162 (0.483)	0.464* (0.034)	-0.066 (0.778)

Korelas VKI (kg/m²) = Vücut ağırlığı (kg) / Boy (m²) = vücut kitle indeksi

Yazkan ve ark (2002) balık örneklerinin kas dokusunda Cd miktarı 0.01 ppm ile 0.13 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Mora ve ark (2004) balıklardaki cıva düzeyini 0.50-2.35 µg g⁻¹ kuru ağırlık olarak ölçmüşlerdir. Cıvanın balığın yaş ve ölçüleri ile bağlantılı olduğunu, en fazla ağırlığı olan balığın kas dokusundaki cıva içeriği de en fazla çıktığını belirtmişlerdir. Çelik (1995) çalışmasında da cıva düzeyi ile boy ve ağırlık arasında anlamlı korelasyon bulmuştur. Alonso ve ark (2000) ise balığın kas dokusundaki cıva içeriği ile boy ve ağırlığı arasında korelasyon olmadığını belirtmişlerdir. Gerekece olarak da numunelerin ölçülerinin küçüklüğü veya uzunluk dağılımının homojen oluşuna bağlamışlardır. Ceylan ve Sonal (1986-87) istavrit balığında cıva düzeyini ortalama 0.310 ppm bulmuşlardır. Bu değer araştırmamızdaki değerden oldukça yüksektir.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı taze ve işlenmiş balıklarda kadmiyum için kabul edilebilir düzeyi 0.1 µg/g olarak kabul etmiştir (Kalay ve ark., 2004). Avrupa Besin Standartlar Birliği, Avusturalya ve Yeni Zelanda Besin Otoritesi gibi kuruluşlar balık kas dokusu için gram yaş ağırlık başına kadmiyumun sınır değerini 0.2 µg/g olarak bildirmiştir (Mormode ve Davies, 2001). Kalay ve ark (2004) kuru ağırlık üzerinden belirlenen değer, yaş ağırlık değerinin yaklaşık 4 katı olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar incelenen türlerde kadmiyum ve cıva düzeyinin Türk Gıda Kodeksinde belirlenen limitlere göre tehlikeli olmadığını göstermiştir. Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre taze ve soğutulmuş balıklarda kabul edilebilir maksimum değer cıva için 0.5 ppm, kadmiyum için 0.05 ppm'dır. Fakat türlere göre spesifik kabul edilen değerler mevcuttur. Nitekim Gıda kodeksimizde istavrit ve sardalye türleri için etlerinde kabul edilebilir kadmiyum değerleri 0.1 ppm olarak uygulanmaktadır. Uskumru türü içinde kabul edilebilir cıva değeri 1.0 ppm olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda Konya ve çevresinde tüketime sunulan istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scombrus*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*) balıklarındaki cıva ve kadmiyum değerlerinin halk sağlığı açısından herhangi bir sakınca yaratmayacak düzeylerde olduğu kanısına varılmıştır. Ancak bu tür çalışmaların ülke genelinde belli aralıklarla, düzgün biçimde sürdürülmesi ve gerekli önlemlerin alınması kaçınılmazdır

4. Teşekkür

Bu çalışma Rabia Serpil Günhan'ın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

5. Kaynaklar

- Anonim (2008). Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ. Türk Gıda Kodeksi No.2008/26. 2008.
- Alonso D, Pineda P, Olivero J, Gonzalez H, Campos N (2000). Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and Cienaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Environmental Pollution* 109, 157-163.
- Al-Saleh I, Shinwari N (2002). Preliminary report on the levels of elements in four fish species from the Arabian Gulf of Saudi Arabia. *Chemosphere* 48, 749-755.
- Ashraf MA, Maah MJ, Yusoff I (2012). Bioaccumulation of heavy metals in fish species collected from former tin mining catchment. *International Journal of Environmental Research*. 6(1), 209-218.
- Begum A, Amin MdN, Kaneco S, Ohta K (2005). Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina mrigala* and *Clarius batrachus*, from the fresh water Dhanmondi Lake in Bangladesh. *Food Chemistry* 93, 439-443.
- Ceylan S, Sonal S (1986-87). Marmara denizinde avlanan bazı balık türlerindeki cıva kalıntı düzeyleri, *Uludağ Ü Veteriner Fakülte Dergisi* 5-6(1-2-3), 237-242.
- Copat C, Bella F, Castaing M, Fallico R, Sciacca S, Ferrante M (2012). Heavy metals concentrations in fish from Sicily (Mediterranean Sea) and evaluation of possible health risks to consumers. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 88, 78-83.
- Çelik U, Oehlenschläger J (2007). High contents of cadmium, lead, zinc and copper in popular fishery products sold in Turkish supermarkets. *Food Control* 18: 258-261.

- Dawson B, Trapp RG (2001). Basic and Clinical Biostatistics. 3rd ed. Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division, New York.
- Gül A, Yılmaz M, Selvi M (2004). The study of the toxic effects of mercury-II-chloride, *G Ü Fen Bilimleri Dergisi* 17(4), 53-58.
- Güven A, Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Timur S (2004). Metallerin çevresel etkileri- III, *Metaller Dergisi* 17 (138), 64-71.
- Kalay M, Koyuncu CE, Dönmez AE (2004). Mersin Körfezi'nden yakalanan *Sparus aurata* (L. 1758) ve *Mullus barbatus* (L. 1758)'un kas ve karaciğer dokularındaki kadmiyum düzeylerinin karşılaştırılması. *Ekoloji Dergisi* 13(52), 23-27.
- Kaya Y, Duyar HA, Erdem ME (2004). Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *E Ü Su Ürünleri Dergisi* 21: 365-370.
- Khansari FE, Ghazi-Khansari M, Abdollahi M (2005). Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry* 93: 293-296.
- Kimura I (1988). Aquatic pollution problems in Japon. *Aquatic Toxicology* 11, 287-301.
- Kumar B, Mukherjee DP, Kumar S, Mishra M, Prakash D, Singh SK, Sharma CS (2011). Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. *Annals of Biological Research* 2(5): 125-134.
- Leita L, Enne G, De Nobili M, Baldini M, Sequi P (1991). Heavy metal bioaccumulation in lamb and sheep bred in smelting and mining areas of s.w. Sardinia (Italy9). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 46: 887-893.
- Mansour S A, Sidky M M (2002.). Exotoxicological Studies. 3. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. *Food Chemistry* 78: 15-22.
- Merlini M (1988). Some considerations on heavy metals in the marine. *Hyd & Bios. Thallassia Jugoslavica* 16: 367-376.
- Mhadhbi L, Palaca A, Gharred T, Boumaiza M (2012). Bioaccumulation of metals in tissues of *Solea Vulgaris* from the outer coast and Ria de Vigo, NE Atlantic (Spain). *International Journal of Environmental Research*. 6(1): 19-24.
- Mora S, Fowler S W, Wyse E, Azemard S (2004). Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the gulf and gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin* 49: 410-424.
- Mormede S, Davies I M (2001). Trace elements in deep-water fish species from the rockall trough. *Fisheries Research* 51: 197-206.
- Sağlamtimur B, Cıçık B, Erdem C (2004). Kısa süreli bakır-kadmiyum etkileşiminde tatlısu çipurası'nın karaciğer, böbrek, solungaç ve kas dokularındaki kadmiyum birikimi. *Ekoloji* 14: 33-38.
- Satroğlu H, Kabukçu C (2005.) Çalışan kadın ve gebelik, http://saglik.tr.net/kadin_sagligi_gebelik_calisma.shtml. (Erişim tarihi:2005)
- Sherlock JC (1984). Cadmium in foods and the diet. *Experientia* 40: 152-156.
- Şanlı Y (1995). Metaller ve diğer organik maddeler. Veteriner Klinik Toksikoloji, Ed. S Kaya. 2. Baskı, Ankara, Medisan Yayınevi.
- Tunçoku G, Tunçoku Ö, Düzel S (1998). Ege bölgesi tatlı su balıklarında civa, kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko düzeyleri üzerinde araştırmalar. *Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi* 23(37): 39-56.
- Türk Gıda Kodeksi (2002). Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ. Resmi Gazete, 23 Eylül 2002 tarih ve 24885 sayı.
- Usero J, Izquierdo C, Morillo J, Gracia I (2003). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International* 29: 949-956.
- WHO-World Health Organization (1976). Environmental Health Criteria 1. Mercury, Geneva, World Health Organization, 132 pp.
- WHO-World Health Organization (1992). Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants, World Health Organization Food Additives Series, 24, Cambridge.
- Yanık T, Atamanalp M (2001). Balık yetiştiriciliğinde su kirliliğine giriş, Atatürk Ü Ziraat fak ders yayımları, No 226, 87-94.
- Yazkan M, Özdemir F, Gölükcü M (2002). Antalya körfezinde avlanan bazı balık türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 26: 1309-1313.