

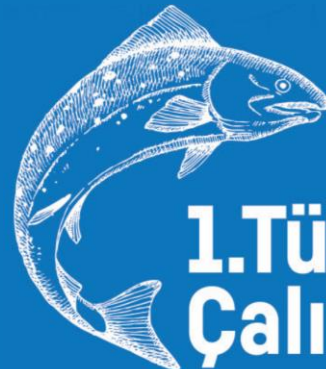


Türk Somonunun Kaslarındaki Toksik ve Temel Elementlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Risk Açısından Değerlendirilmesi

Prof. Dr. Levent BAT

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü



1.Türk Somonu
Çalıştayı 3-6 EKİM 2022
SINOP

Kirleticiler...

Petrol hidrokarbonları

(benzin, dizel yakıt, jet yakıtları, fuel oil)

Plastikler

Pestisitler

Ağır metaller

Kanalizasyon

Radyoaktif atıklar

Termal atıklar

Deterjanlar

Gıda atıkları (yağlar ve gres)

İnsektisit ve Herbisitler

Yağmur suyu akışı

.....

Günümüzde 9 milyon kimyasal madde olduğu ve bunun 76000' inin günlük yaşamda kullanıldığı bilinmektedir .



- Deniz ekosistemindeki ağır metal kirliliği organizmaları olumsuz etkilemektedir.
- Ağır metaller, çok düşük seviyelerde bile yüksek toksisiteleri, yüksek birikim kapasiteleri ve yavaş eliminasyon oranları nedeniyle ekotoksikolojide birincil öneme sahiptir.
- **Endüstriyel ve evsel faaliyetler, jeokimyasal yapı, atmosferik birikim, turistik faaliyetler, balıkçılık faaliyetleri, madencilik faaliyetleri ve erozyon** sonucunda deniz ekosistemlerine salınmaktadır.



- **Ağır metaller**, atom ağırlığı 40 tan fazla olan ve eksenindeki elektron dağılımı benzerlik gösteren metalik elementler veya özgül ağırlığı 5 ten fazla olan elementlere verilen ad olarak tanımlanmaktadır.

Tablo. A sınıfı, Sınır hattı ve B sınıfına ayrılan esansiyel olan ve olmayan metallerin sınıflandırılması

Sınıf A	Sınır hattı	Sınıf B
Kalsiyum	Çinko	Altın
Magnezyum	Kurşun	Bakır (I)
Mangan	Demir	Cıva
Potasyum	Krom	Gümüş
Stronyum	Kobalt	Platin
Sodyum	Nikel	
	Bakır (II)	
	Kadmiyum	
	Arsenik	
	Vanadyum	

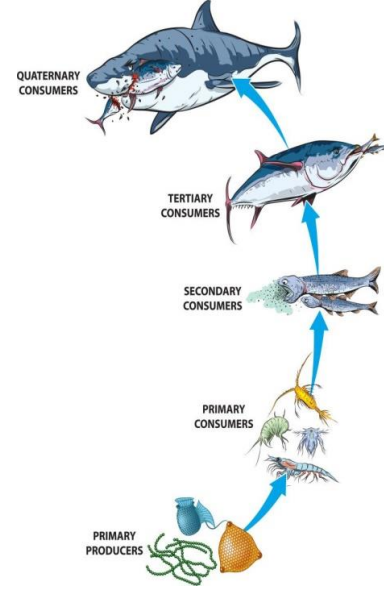
- Ağır metaller, özellikle esansiyel olmayanlar, besin zincirine dahil olup denizel organizmaları fizyolojik durumlarını etkileyecek miktarda birikebilir.



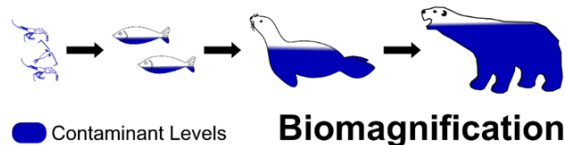
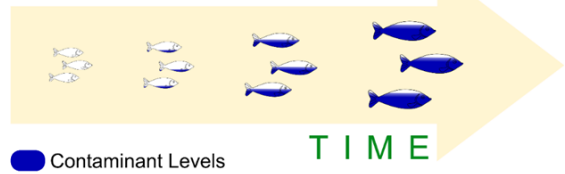
- Etkili kirleticilerden olan ağır metallerin biyota üzerinde ciddi etkiye sahip olanları vardır.
- Balıklarda en toksik metaller cıva, kadmiyum ve kurşundur



- Ağır metaller, hem doğal hem de yapay süreçlerle sürekli olarak deniz ortamına salınmaktadır.
- Kalıcılıkları ve biyo-birikimli yapıları nedeniyle, kirleticilerin özellikle ağır metallerin kıyı çevresine deşarjı, deniz ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliğini bozabilir.
- Tüm metaller denizel organizmalar tarafından sudan veya besinlerden alınarak, yüksek konsantrasyonlarda birikebilir ve gerekli olsun ya da olmasın, canlı organizmalar için potansiyel olarak toksik olabilirler.



Bioaccumulation



Biomagnification

- Balıklarda ağır metallerin birikimi, insanların sağlığını tehdit edebilecek ekolojik değişimlere neden olabilir.
- Balıklardaki toksik metaller düşük seviyelerde bile insan sağlığı için olumsuz sonuçlar doğurur.
- Temel metaller bile belirli miktarlarda tüketildiğinde sağlık için tehdit oluşturmaktadır.

Balıklar, deniz ekosistemindeki metal birikiminin uzun süre izlenmesi için iyi **biyo-indikatör** türlerdir.



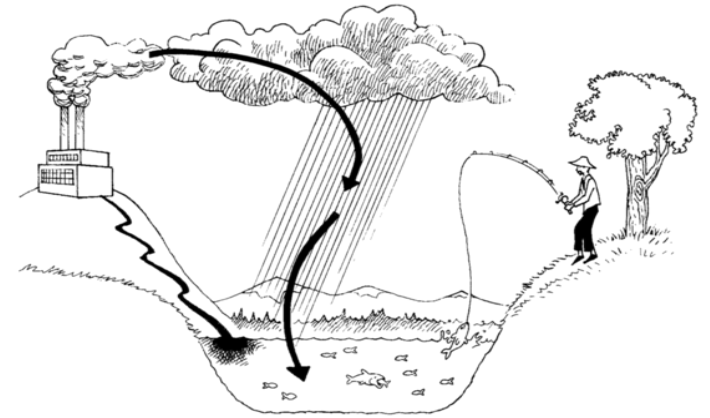
Tüketim, insanın ağır metallere maruz kalmasının ana yoludur.

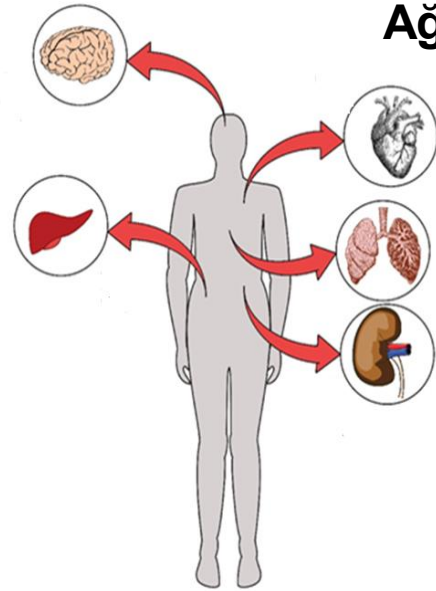
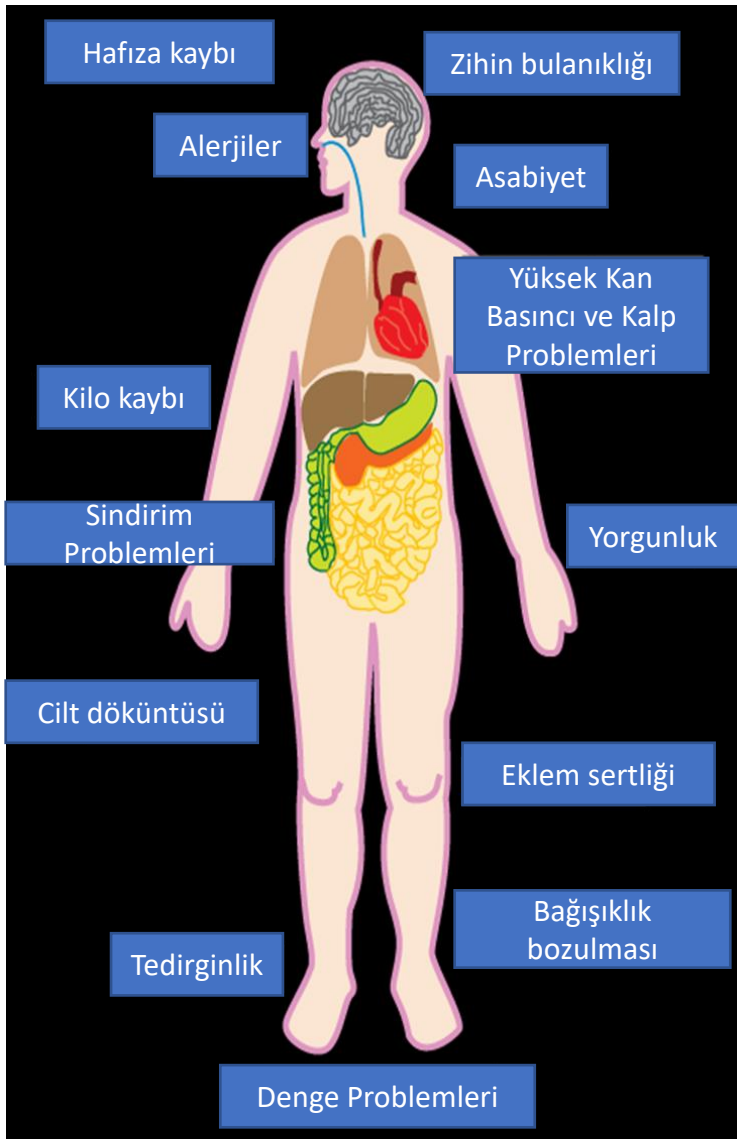
Balık, insan beslenmesinin önemli bir bölümünü oluşturduğundan, balıkların kalite ve güvenlik yönlerinin özel ilgi gösterilmesi şarttır.

Son birkaç yılda, çeşitli balık türlerindeki ağır metal miktarları dünyanın çeşitli yerlerinde geniş bir şekilde incelenmiştir.

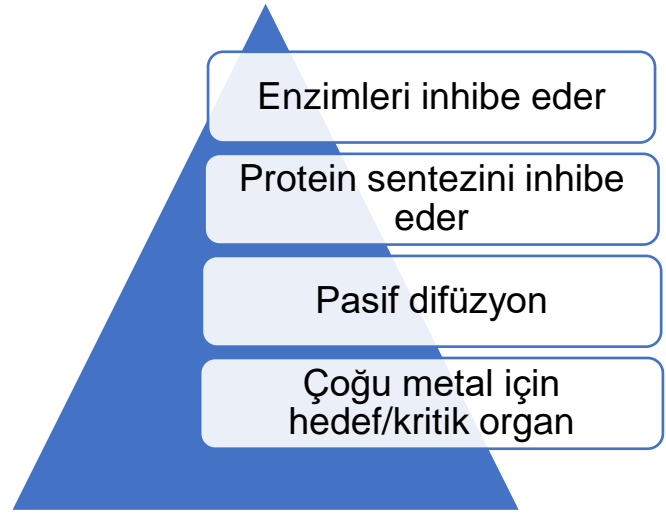
Balıklarda ağır metal kontaminasyonu, sadece balıklara karşı tehlikesi nedeniyle değil, aynı zamanda balık tüketimi üzerinden insan sağlığı tehlikesi nedeniyle de dünya çapında önemli bir konu haline gelmiştir.

Son çalışmalar (Bat, 2017a,b; Bat ve Arıcı, 2019; Bat ve ark., 2022) tüketicilerin mevcut tüketim oranının altında olası bir sağlık riski bulunmadığına işaret etse de bu tür çalışmalar gereklidir.





Ağır metallerin biyolojik aktiviteleri



Metal	Böbrek	Sinir sis.	Karaciğer	Mide	Akciğer	Kan	Kemik	Üreme	Deri	Kalp
As		+	+	+	+	+		+	+	+
Cd	+	+		+	+		+			+
Cr			+		+				+	
Pb	+	+		+		+		+	+	
Hg	+	+		+	+			+		
Ni		+			+				+	

- Balıklar Karadeniz kıyılarındaki en önemli protein kaynaklarından biri ve balıkların ağır metallerle kontaminasyonu halk sağlığı açısından riskli olabilir.
- Karadeniz'e tarım, madencilik, hayvancılık ve diğer antropojenik faaliyetlerden çeşitli tehlikeli bileşenler büyük nehirler vasıtasıyla doğrudan boşalmaktadır.
- Artan şehirleşme, sanayideki gelişme ve nüfus artışı, Karadeniz'deki kirlilik artışına katkıda bulunmuştur.
- Sonuç olarak Karadeniz'in su kalitesi, ötrofikasyon ve kirlilik nedeniyle ağır hasar görmektedir.
- Diğerlerinin yanı sıra cıva, kadmiyum ve kurşun gibi esansiyel olmayan metaller, antropojenik katkılarla yaşam süresi boyunca varolandan daha ağır basması ve aynı şekilde besin zincirinde farklı düzeylerde çeşitli zararlı özellikler göstermeleri nedeniyle büyük önem taşımaktadır.



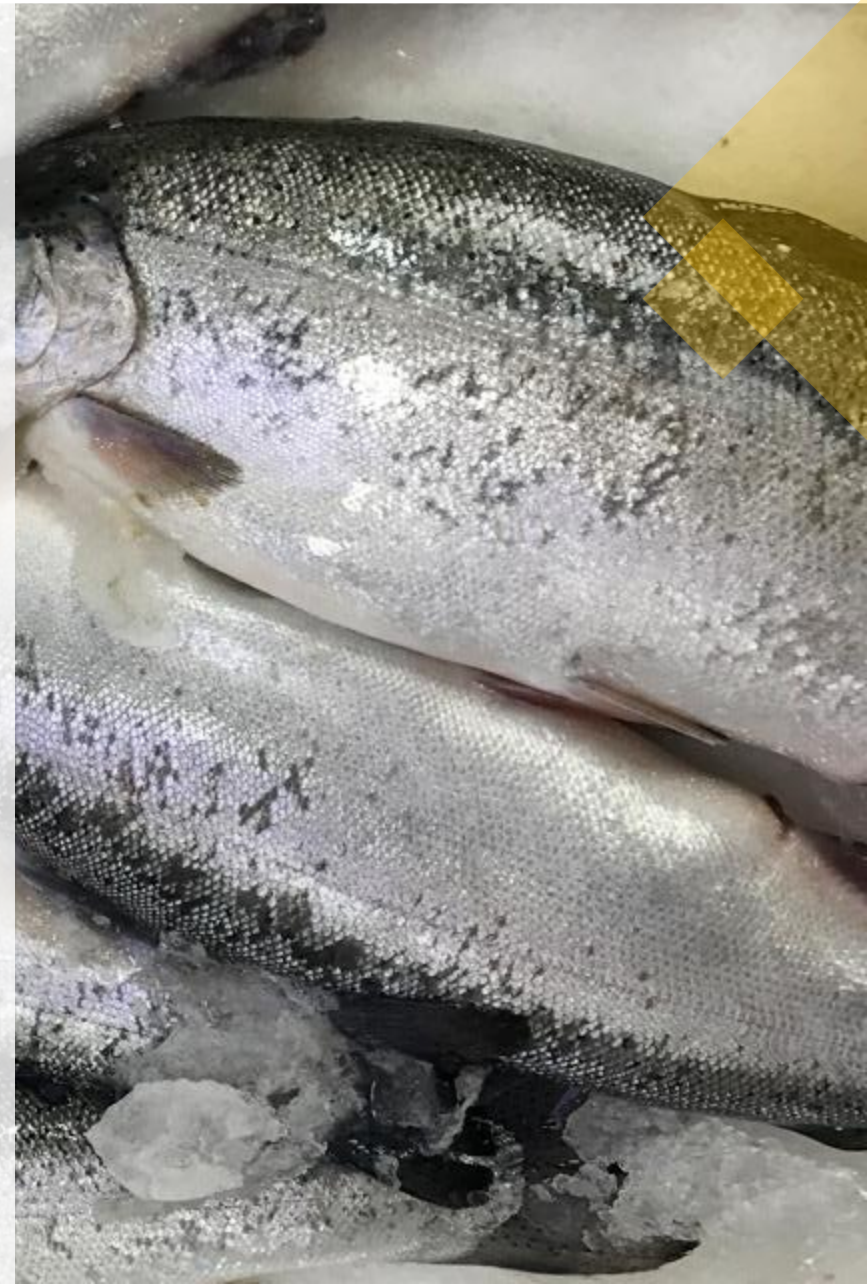
Oncorhynchus mykiss / Türk Somonu / Gökkuşacağı alabalığı

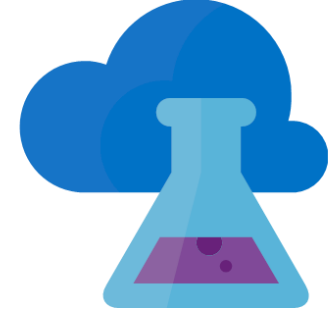
- Türkiye, ülkenin yıllık deniz balıkçılığı üretiminin büyük bir kısmını Karadeniz'den sağlarken, 1980'li yılların sonlarına doğru, aşırı avlanma ve kirlilik dahil olmak üzere çok sayıda faktör Karadeniz'in zengin balıkçılık kaynağı önemli ölçüde azalmıştır.
- Kuzey Amerika'dan gelen gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*), Türkiye tatlı yetiştiriciliğinin en önemli üyesidir.
- Karadeniz'de bulunan ağ kafeslerde yetiştiriciliği yapılan ve kilogram üzeri büyütülen alabalıklar ticari isim olarak Tarım ve Orman Bakanlığı kararıyla Türk somonu adıyla pazarda yerini almıştır.



- Türk somonu, tatlı suda yetişip daha sonra Karadeniz'in ağ kafeslere stoklanıp kilogram üzeri ağırlığa ulaştığında ise hasat edilmektedir. Üretimi önceki yıllara göre sürekli artmaktadır.
- Türkiye'nin güney Karadeniz kıyılarından yetiştirilen alabalık, kanın aterojenite ve trombojenite indekslerini normalleştiren zengin bir yağ ve amino asit kaynağı olduğunu kanıtlanmıştır (Kaya Öztürk ve ark., 2019).

- **Bu araştırmanın amacı,** Türk somonunun filetosunda Zn, Fe, Cu, Al, Pb, Hg ve Cd miktarlarının düzeylerini tespit etmek ve ulusal ve uluslararası pazarda yer alan Türk somonunu tüketen insanlarda sağlık problemine yol açıp açmayacağını incelemektir.





Örnekleme **Şubat ve Haziran 2019** tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Ağır metal analizi için balık kaslarından örnekler alınmıştır.

Yenilebilir dokular plastik bıçaklarla çıkarılmış, homojenleştirilmiş ve tartılmıştır.

Örnekleredeki metal seviyeleri, **Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi(ICP-MS)** ile ölçülmüştür.



Tüketiciler için kümülatif kanserojen ve kanserojen olmayan risk, U.S. EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı)'nın ömür boyu maruz kalma modeli kullanılarak ileriye dönük bir sağlık riski değerlendirmesinde eser element seviyelerine göre değerlendirilmiştir.

Bu metot ile Türk somonunda metallerin tüketilmesi sonucunda oluşabilecek potansiyel tehlikelerin belirlenmesi amacıyla bebek, çocuk ve yetişkinler için risk değerlendirmeleri yapılmıştır.

Olasılık hesaplanarak riskler tanımlanmış ve potansiyel maruziyete dayalı sağlık tehlikesinin olup olmadığı hesaplanmıştır.

Riskler, potansiyel maruziyete dayalı olarak sağlık tehlikesi olasılığı hesaplanarak tanımlanmıştır.

Riske maruz kalma, elementlerin günlük tüketimine (günde mg/kg vücut ağırlığı) bağlı olduğundan tahmini günlük alım (EDI), element seviyeleri ve tüketilen balık miktarı kullanılarak hesaplanmıştır.



Buna göre bebek (10 kg), çocuk (30 kg) ve yetişkinlerin (70 kg) ortalama ağırlıkları esas alınmıştır.

Artımlı yaşam boyu kanser riski (ILCR) modeli, kanserojen eser elementlere maruz kalmanın balıklarda neden olduğu kanser risklerinin olasılığını tahmin etmek için kullanılmıştır.

Günde mg/kg vücut ağırlığı cinsinden bir kanserojenin kronik günlük tüketimi (bebek 13g, çocuk 27g, yetişkin 41g) ve kanserojene maruz kalmanın yaşam boyu ortalama günlük dozunu ifade eder.

Kanserojen veya potansiyel olarak kanserojen bir malzemeye maruz kalma ile bağlantılı kanser riski, eğitim faktörleri kullanılarak hesaplanmıştır.

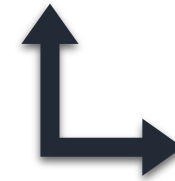
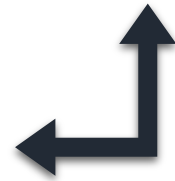
Balık Tüketiminde Sağlık - Risk Değerlendirmesi

Yenilebilir dokularının tüketiminden günlük metal alımı yetişkinler için tahmin edilmiş ve balık numunelerindeki **hedef tehlike oranı (THQ)**, kontamine balık tüketiminden kaynaklanan sağlık risklerini belirlemek için hesaplanmıştır.

Metallerin EDI'si aşağıdaki denklem kullanılarak belirlenmektedir:

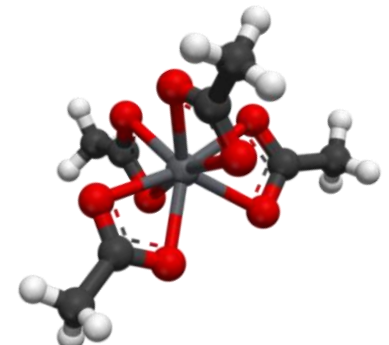
$$EDI = C_{\text{metal}} \times W / BW$$

Balıktaki metal
konsantrasyonu



günlük ortalama balık tüketim miktarı

vücut ağırlığı



- Kanserojen ve kanserojen olmayan riskler

$$CDI_{car.} = \frac{C_{fish} \left(\frac{mg}{kg} \right) \times EF \left(\frac{350 \text{ gün}}{yıl} \right) \times ED(26 \text{ yıl}) \times FIR \left(\frac{4100mg}{gün} \right) \times \frac{10^{-6}kg}{1 \text{ mg}}}{AT \left(\frac{365 \text{ gün}}{yıl} \times LT(70 \text{ yıl}) \right) \times BW(70 \text{ kg})}$$

$$CDI_{non-car.} = \frac{C_{fish} \left(\frac{mg}{kg} \right) \times EF \left(\frac{350 \text{ gün}}{yıl} \right) \times ED(26 \text{ yıl}) \times FIR \left(\frac{4100mg}{gün} \right) \times \frac{10^{-6}kg}{1 \text{ mg}}}{ATa \left(\frac{365 \text{ gün}}{yıl} \times ED(26 \text{ yıl}) \right) \times BW(70 \text{ kg})}$$

- CDI, kanserojenin kronik günlük alımıdır;
- Cfish, filetodaki eser element konsantrasyonlarıdır;
- EF, maruz kalma sıklığıdır;
- ED, maruz kalma süresidir;
- FIR, yetişkinler için balık yeme oranıdır;

- AT, kanserojen olmayan etkiler için ortalama maruz kalma süresi ve kanserojen etki için 70 yıllık yaşam süresidir (LT);
- ATa, kanserojen olmayan etkiler için ortalama maruz kalma süresi ve kanserojen etki için 26 yıllık maruz kalma süresidir;
- BW vücut ağırlığıdır.

Bu balığın tüketimin kaynaklanan sağlık riskleri, insanlar tarafından **hedef tehlike oranı (THQ)** göre değerlendirilmiştir.

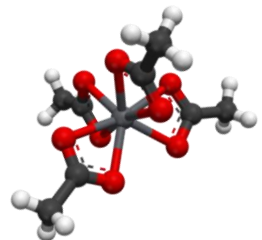
THQ kullanarak risk tahmin etme yöntemi ABD Çevre Koruma Ajansı bölgesel risk bazlı konsantrasyon tablosunda sağlanmış ve aşağıdaki denklem ile açıklanmıştır:

$$THQ = \frac{CDI}{Rf \cdot D}$$

RfD; Fe, Zn, Cu, Al, Cd ve Hg için sırasıyla **0.7, 0.3, 0.04, 1.00, 0.001 ve 0.0003 mg/kg/gün** oral referans dozudur.
Pb'nin RfD'si ABD Sağlık ve İnsani Hizmetler Kamu Sağlığı Servisi Dairesinde mevcut değildir (ABD EPA, 2018).
Bununla birlikte, bu çalışmada **Pb için eğim faktörü değeri 0.0085 mg/kg/gün** olarak kullanılmıştır

Tehlike indeksi (HI), aşağıdaki şekilde hesaplanır

$$HI_{sp.} = THQ_{Fe} + THQ_{Zn} + THQ_{Cu} + THQ_{Pb} + THQ_{Al} + THQ_{Hg} + THQ_{Cd}$$



1'in üstünde HI değeri toksik etkiler meydana gelebileceği anlamına gelir.

- Metal miktarı**



Aylar	Metaller (mg/kg yaş ağırlık)						
	Fe	Zn	Cu	Al	Pb	Hg	Cd
Şubat	3,9	2,2	0,13	<0,5	<0,05	<0,05	<0,02
Mart	4,2	2,3	0,11	<0,5	<0,05	<0,05	<0,02
Nisan	4,8	2,7	0,23	<0,5	<0,05	<0,05	<0,02
Mayıs	5,5	2,6	0,24	<0,5	<0,05	<0,05	<0,02
Haziran	6,7	3,1	0,33	<0,5	<0,05	<0,05	<0,02
Ort±std	5,02±1,12	2,58±0,35	0,21±0,08	<0,5	<0,05	<0,05	<0,02

Fe>Zn>Cu

Al, Pb, Hg ve Cd ölçüm limitlerinin altında kalmıştır

Balıklarda ağır metallerin maksimum limitleri (mg/kg yaş ağırlık).

Standartlar	As	Cd	Pb	Cu	Zn	Hg
MAFF (1995) Gıda Güvenliği	--	<0.2	2.0	20	50	--
EC (2001) Komisyon Tüzüğü	--	0.05	0.2	--	--	0.5
Gürcistan Gıda Güvenlik Mevzuatı	2.0	0.2	1.0	10	40	0.5
TGK (2002) Türk Gıda Kodeksi	--	0.1	0.4	20	50	0.5
GAIN Raporu (2006) Rusya Federasyonu	2.0	0.2	1.0	10	40	0.5
EC (2006) Komisyon Tüzüğü	--	0.05	0.3	--	--	0.5
TGK (2009) Türk Gıda Kodeksi	--	0.05	0.3	--	--	0.5
Avustralya ve Yeni Zelanda Gıda Stveartları (2011)	2.0	--	0.5	--	--	0.5
Türk Mevzuatı (2011)	--	0.05	0.3	--	--	0.5
Avrupa Birliği (Yasama İşlemi) (2013) *canlılarda						0.02*
Komisyon Tüzüğü (AB) 2014		0.05				
**hamsi, kılıç balığı, sardalya		0.25*				
Komisyon Tüzüğü (AB) 2014		0.5				
orkinos, ton balığı		0.10				
tombik		0.15				
Komisyon Tüzüğü (AB) 2015			0.3			

İngiltere daha önceden belirli besin kategorileri için farklı limitler uygulayarak besinlerdeki arsenik için 1 mg/kg limit uygulamaktaydı. Bu düzenleme 2002 de kaldırıldı. AB düzeyinde besinlerdeki arsenik miktarı için maksimum bir seviye bulunmamaktadır.

- EDI
- Kanserojen ve Kanserojen olmayan CDI
- THQ - HI

Metaller	Rf.D. Değerleri	EDI mg/gün/kg vücut ağırlığı		
		Bebek	Çocuk	Yetişkin
Fe	0,7	0,006526	0,004518	0,00294029
Zn	0,3	0,003354	0,002322	0,00151114
Cu	0,04	0,0002704	0,000187	0,00012183
Al	1			
Pb	-			
Hg	0,0003			
Cd	0,001			

Metaller	Kronik Rf.D. mg/kg/gün	Oral eğim faktörü (SF) mg/kg/gün	Kanserojen olmayan CDI mg/kg/gün	Kanserojen CDI, mg/kg/gün	THQ	ILCR
Fe	7,00E-01	-	2,82E-03	1,05E-03	4,03E-03	
Zn	3,00E-01	-	1,45E-03	5,38E-04	4,83E-03	
Cu	4,00E-02	-	1,17E-04	4,34E-05	2,92E-03	
Al	1,00E+00	-	-	-	-	-
Pb	-	8,5E-03	-	-	-	-
Hg	3,00E-04	-	-	-	-	-
Cd	1,00E-03	-	-	-	-	-
HI					1,18E-02	-

2018



Metaller (mg/kg yaş ağırlık)

Cd: 0,012-0,044

Hg: 0,15-0,42

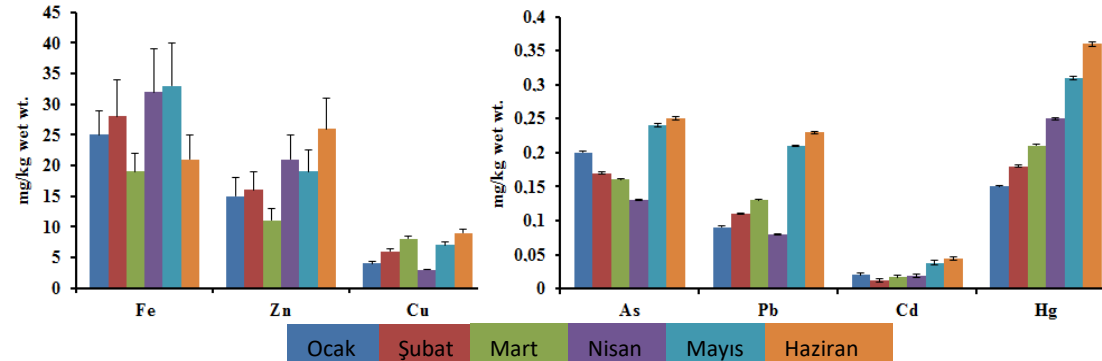
Pb: 0,08-0,23

As: 0,13-0,25

Fe: 19-33

Zn: 11-26

Cu: 3-9



METAL LEVELS IN LARGE SEA TROUT FROM SINOP FISH MARKET

Levent Bat*, Aysah Oztekin, Oztekin Yardim

University of Sinop, Fisheries Faculty, Department of Hydrobiology, TR57000 Sinop, Turkey

Fe>Zn>Cu>Cd>Pb>As

2018



- Ağır metallerin tolere edilebilir haftalık alımı PTWI (Geçici Tolere Edilebilir Haftalık Alım) Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO) Birleşik Gıda Katkıları Uzmanlar Komitesi (JECFA) tarafından belirlenmiştir.
- PTWI ömür boyunca sağlık etkisi üzerinde kabul edilemez bir risk dışında, her hafta kişinin bir kirleticiye maruz kalabileceği maksimum miktardır.

METAL LEVELS IN LARGE SEA TROUT FROM SINOP FISH MARKET

Levent Bat¹, Aysah Oztekin, Oztekin Yardim

University of Sinop, Fisheries Faculty, Department of Hydrobiology, TR57000 Sinop, Turkey

Metals	PTWI ^a	PTWI ^b	PTDI ^c	EWI ^d	EDI ^e
Fe	5.6	392	56	5.05	0.72
Zn	7	490	70	3.45	0.49
Cu	3.5	245	35	1.18	0.17
As	-	f	f	0.037	0.005
Pb	0.025	1.75	0.25	0.027	0.004
Cd	0.007	0.49	0.07	0.0048	0.0007
Hg	0.004	0.28	0.04	0.049	0.007

2020



Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences
(*Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*)
DOI: <https://doi.org/10.35229/jaes.702810>

JAES

Year: 5, No: 2, 2020 (260-263)

AÇEH

Yıl: 5, Sayı: 2, 2020 (260-263)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

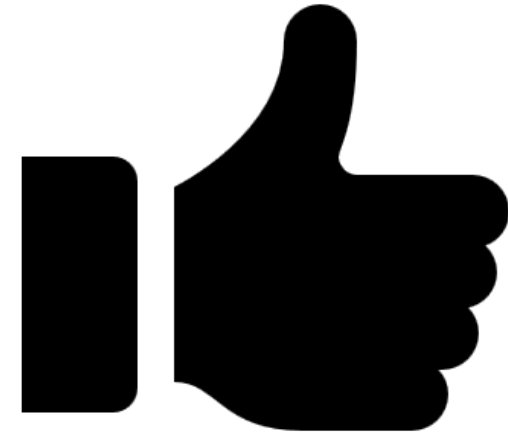
RESEARCH PAPER

Samsun Balık Pazarlarından Gökkuşığı Alabalığı Tüketimi ile Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Risk Değerlendirmesi

Öztekin YARDIM* **Levent BAT**

University of Sinop, Fisheries Faculty, Department of Hydrobiology, 57000 Sinop, Turkey

Öz: Balıklar Karadeniz kıyılarında halkın beslenmesinin önemli bir parçasıdır. Canlılar için üç esansiyel (Fe, Zn, Cu) ve üç esansiyel olmayan (Pb, Hg, Cd) ağır metal konsantrasyonları Samsun balık pazarından alınan Gökkuşığı alabalıklarında belirlenmiştir. Bu çalışmada Gökkuşığı alabalığının yenilebilir dokularında tespit edilen toksik metallerin maksimum miktarları, 0,014 Pb mg kg⁻¹ yaş ağırlık, 0,024 Hg mg kg⁻¹ yaş ağırlık ve 0,018 Cd mg kg⁻¹ yaş ağırlık olarak bulunmuştur. Maksimum toksik ağır metal değerleri, Türk Gıda Kodeksi (TGK) ve Avrupa Birliği mevzuatı tarafından izin verilen değerlerin oldukça altındadır. Tehlikeli katsayı (TK) değerleri, her metal için ayrı ayrı analiz edildiğinde belirgin bir riskin olmadığını göstermiştir. Ayrıca, tehlike indeksi (Tİ) de 1'den az bulunmuştur. Sonuçlardan, ağır metallerin Tİ'si tüm Gökkuşığı alabalığı tüketiciler için hiçbir risk olmaksızın güvenli olduğunu göstermiştir.



2021



Foods and Raw Materials, 2021, vol. 9, no. 2

E-ISSN 2310-9599

ISSN 2308-4057

Research Article
Open Access



<https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-2-317-323>
Available online at <http://jfrm.ru/en>

Farmed Turkish salmon: Toxic metals and health threat

Levent Bat*^{id}, Elif Arici^{id}, Ayşah Öztekin^{id}, Fatih Şahin^{id}

University of Sinop^{ROR}, Sinop, Turkey

Detaylı bilgi için



Balık filetolarında en bol bulunan elementin demir olup, bunu çinko ve bakır izlemiştir.

Toksik olan Al, Cd, Pb ve Hg gibi diğer elementlerin izin verilen değerlerin çok altında olduğu görülmüştür.

Türk somonunda tespit edilen tüm eser elementler referans doz değerlerinin altında bulunmuştur.





•Fe, Cu ve Zn'nin toplam riske yüzde katkısı sırasıyla %34,20, %24,80 ve %41,01'dir.

•Tehlike indeksi ≤ 1 olmuştur (yani toplamı birden az bulunmuştur).

•Türk somonu filetosunun metal ile kontaminasyonu önemsiz ve kanserojen risk tamamen ihmal edilebilir olarak bulunmuştur.



Araştırmalar sonucunda Türk somonu tüketiminin insan sağlığına zarar göstermediği ortaya çıkarılmıştır.



Haftada en az iki öğün (100-150 g) balık tüketilmesinin yararlı olduğunu belirtiriz.

(Hamilelerde bu oranın 3-4 öğüne çıkarılması önerilmektedir.)

Karadeniz, Türkiye'nin hem avcılık hem de yetiştiricilik sektörleri için oldukça önemlidir.

Su ürünlerinin toksik ağır metaller tarafından kontaminasyonu, insan sağlığı için ciddi bir tehdit ve büyük bir ekonomik endişe oluşturmaktadır.

Tüketicilerin sağlığını korumak için sürekli izleme çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Bu nedenle, hem balıklarda hem de yetiştiricilik ve avcılık faaliyetinin yürütüldüğü kıyusal bölgedeki toksik kirleticilerin miktarlarını izlemek değerlidir.



A satellite-style map of the Mediterranean region, showing the sea in shades of blue and green, and the surrounding landmasses in shades of green and brown. The text "Teşekkür ederim..." is overlaid in the center of the sea.

Teşekkür ederim...