

## Balıklarda Tespit Edilen Bazı Bulaşanlar

Emine BAYDAN Begüm\* YURDAKÖK\*\*

**Öz:** Çeşitli yollarla suya geçen bulaşanlar balıklarda birikerek besin zincirinin son halkasındaki tüketicilerde; allerji, nörolojik rahatsızlıklar, üreme problemleri, kanserojen etki gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açar. Bunların başında antimon, arsenik, kadmiyum, civa, bakır, kurşun gibi ağır metaller ile poliklorbifeniller, aldrin, DDT, DDD, DDE, BHC, heptaklor gibi klorlu bileşikler gelir. Daha seyrek olmakla birlikte balıklarda butiltin (BT), fitalat ve misk gibi farklı kimyasal kalıntılara da rastlanabilmektedir. Bu derlemede, balıklarda taramalar sonucu belirlenen bazı bulaşanlar ile yaptıkları etkiler, kalıntı düzeyleri ve kabul edilebilir limitleri hakkında kısa bilgi verilecektir.

*Anahtar kelimeler:* Balık, bulaşan, kalıntı, metal, pestisid.

### Some contaminants in fish

**Abstract:** Contaminants from water sources passed by various means, may accumulate in fish and cause health problems on the last cycle in the food chain humans; such as allergic effects, neurologic, reproduction system problems and carcinogenicity. The most common contaminants are; heavy metals like antimone, arsenic, cadmium, mercury, copper, lead; and chlorinated compounds like polichlorinated bipheniles, Aldrine, DDT, DDD, DDE, BHC and Heptachlor; whereas Butyltin (BT), phthalate and musk compounds can also be rarely seen as well. In this review, some contaminants which were detected in fish,; and their effects, residue levels and acceptable limits are summarized.

*Key words:* Fish, contaminants, residue, metal, pesticide.

### Giriş

Avlanarak veya kültür yoluyla elde edilen balık, önemli bir protein ve mineral kaynağıdır (24, 29). Endüstriyel su ürünleri yetiştiriciliği gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla artmakta (13) ve balığın %30'dan fazlası su ürünleri yetiştiriciliğinden sağlanmaktadır (24). Su ürünleri yetiştiriciliğinde diğer gıda alanlarına göre büyük bir sorunla karşılaşılmamış (17) olmakla birlikte, endüstriyel yetiştiricilikteki büyüme maalesef insan sağlığına zarar verecek uygulamalar eşliğinde olmuştur (13). Belirtilen sebeplerle, özellikle insan etkinlikleriyle avlanarak veya yetiştiricilik yoluyla elde edilen balıklarda çeşitli kalıntılara rastlanabilir (15, 21, 42).

Balıklardan yansiyabilecek besinsel tehlikelerin başında biyotoksinler, allerji,

bakteriyel infeksiyonlar, zoonotik hastalıklar, bulaşan ve ilaç kalıntıları gelir (19, 24) Bulaşan ve ilaç kalıntularından gelişebilecek muhtemel toksik etkiler ise kanser sıklığında artış, fôtus ve çocuklarda nörolojik hasarlar ile çeşitli sistemlere yönelik zararlardır (5). Zehirlilik bakımından inorganik bulaşanlardan özellikle antimon, arsenik, kadmiyum, kurşun, civa, selenyum ve sülfidler önemlidir. Balıklar ve kabuklu deniz ürünleri çevredeki bu kimyasalları bünyelerinde biriktirir. Birikmenin boyutu, coğrafik konuma, türe, beslenme şekline, çözünürlük ve kimyasalların lipofilitesine göre değişir (6). Doğada olduğu gibi metallerin canlılardaki biyolojik yarılanma ömürleri de uzundur (5, 33). Balıklarla beslenen kuşlarda görülen döl verimi düşüklüğü ve tür kaybının önemli nedenlerinden biri olarak bu bulaşanların alınması görülmektedir (22).

### Ağır Metal Kalıntıları

Balık dışında, çoğu besinde 0.25 µg/g'dan az (14), balıklarda ise 80 µg/g'dan daha fazla (7) arsenik bulunabilir. Dipte beslenenlerde ve kabuklu deniz ürünlerinde bu 100 µg/g'a çıkar (14). Diyetle alınan arsenik miktarı 10-200 µg/gün'dür. Bu düzey balık ağırlıklı beslenenlerde birkaç bin µg/gün'e çıkabilmektedir (14). Arsenik, balık ve kabuklu deniz ürünlerinde genellikle, esansiyel olarak toksik olmayan/daha az zararlı olan organik arsenobetain bileşiği şeklinde birikir (2, 14). Toprak ve minerallerde doğal olarak bulunan arsenik, çevre koşullarında yıkımlanmaz, sadece form değiştirebilir. İnorganik arseniğe maruz kalınması insanlarda deri, idrar kesesi ve akciğer kanserine yakalanma riski doğurur. Environmental Protection Agency (EPA) insanlar için içme sularında bulunabilecek arsenik düzeyini 10 ppb olarak belirlemiştir (2). The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) arsenik için besinlerle alınabilecek geçici maksimum tolere edilebilir günlük alım miktarını ise 0.002 mg/kg canlı ağırlık olarak belirlemiştir (14). Türkiye'de Korumaya ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından uygulanan "Ulusal Kalıntı Kontrol Planı" çerçevesinde 2006 yılında değerlendirilen 88 numuneden (su ürünü) 1 balık numunesinde, izleme basamağında "karar limiti" olan 1000 µg/kg'ın üzerinde arsenik bulunmuştur (39).

\* Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Farmakoloji ve Toksikoloji AD, Ankara

\*\* Dr., Ankara Üniversitesi Farmakoloji ve Toksikoloji AD, Ankara

Özellikle böbrekler üzerinde toksik etki yapan kadmiyum kanserojen bir maddedir; kromozomal hasar, hücre solunumu ve oksidatif fosforilasyonu baskılama, dokularda sülfidriilli gruplara bağlanarak tiyol gruplarını tüketme ve glutasyonu baskılama, lipid peroksidasyonu artırarak hücrelerin zarar görmesine neden olma gibi hücresele düzeyde etkileri vardır. Balıklarda kadmiyum 1-50 µg/kg'a kadar çıkabilir (43). The European Food Safety Authority's (EFSA) göre haftalık tolere edilebilen miktar 2.5 µg/kg canlı ağırlık'tır (16).

Kurşunun sindirim sisteminden emilimi fiziksel formuna (metalik, tuz, organik) bağlıdır. Genelde metalik formu tuzlarından daha az, organik şekli ise tuzlarından daha iyi emilir. Sindirim sisteminden kurşunun emilmesi için midenin asidik ortamında iyonize olması gerekir. Bu sebeple yumuşak dokularda gömülmüş kurşun (Öğ kurşun mermi) zayıf emilir. Ancak, yangı veya enzimatik etkinlik iyonizasyonu ve emilmeyi kolaylaştırabilir. Kurşun çeşitli dokulara dağılır; en yüksek yoğunlukta kemik, diş, karaciğer, akciğer, böbrek, beyin ve dalakta bulunur. Vücuttaki serbest kurşun plasenta ve süte geçer (23). Kurşuna maruz kalanlarda zeka seviyesinin (IQ düzeyi) düşük olduğu belirtilmektedir (1). Çevresel kirlilik bakımından özellikle avlanmada kullanılan kurşun saçmalarının "in situ" (bölgesel) metal kirliliğinin ana kaynağı olduğu, her yıl pirinç tarlaları ve lagünlere (Bir çeşit göl) 4-9 tondan fazla peletin yayıldığı, sedimentlerde ise 2.5x106 pelet/hektar'dan fazla bulunduğu bildirilmektedir (36). 1994-1998 yılları arasında Türkiye'de Ege denizinin doğu kısımlarında toplanan barbunya balığı örneklerinde (Mullus barbatus) en fazla kurşun, bunu takiben civa ve kadmiyum bulunmuştur (27). Kurşunun bazı olumsuz etkileri çok düşük yoğunluklarda bile görüldüğü için, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) kurşun için "En Küçük Risk Düzeyi" belirlememiştir. EPA da kurşun için bir referans yoğunluk göstermemiştir. Sadece EPA sularda bulunabilecek kurşun düzeyini 15 ppb ile sınırlandırmıştır (1).

Yıllık yağmur suları ile atmosferden önemli oranda civa gelir (3). Civa kirliliğinin kaynağı doğal veya antropojenik olabilir. Global antropojenik civa kirliliği 20. yüzyılın sonlarında 1500-2500 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Civa, su sisteminde elemental, inorganik ve organik şekillerde bulunur. Sudaki organik civa ya kovalent bağlı organik civa (metil merkürü) ve dimetil merkürü (metilmerküriden daha az toksik) ya da organik madde ile kompleks oluşturmuş civa (humik maddeler) şeklinde bulunur (18, 41). Metil merkürü civanın metabolize şeklidir (3) ve insan embriyo ve fötüsü üzerinde çok toksiktir (41); balıklarda mikroorganizmalar etkisiyle şekillenerek, insan ve hayvan sağlığını tehdit edecek boyutta birikir (3). Özellikle küçük balıklarla beslenen büyük balıklar (predatör) bu konuda problem teşkil eder. Kirlenmiş bölgelerde beslenen veya avlanan balıklarla yüksek düzeyde metil merkürü alınabilir (5, 37). Kanada'da yapılan bir araştırmada civa kalıntıları predatör balıklarda 0,2 µg/g'dan daha yüksek bulunmuştur (18). FDA'nin 2002-04 verilerine göre konservelenmiş light Tuna (ton) balığında ortalama civa düzeyi 0.118 ppm olarak bulunmuştur. Ancak, light Tuna balığının (konservelenmiş Albacore, taze ve dondurulmuş)

dışındaki tuna balıklarında düzey daha yüksek (0.357 ppm) bulunmuştur. En yüksek civa düzeyi köpek balığı (0.988 ppm) ve tilefish (büyük, yenilebilir bir dip balığı) balığında (1.450 ppm) görülmüştür (20). FDA'ye göre balıklarda bulunabilecek en yüksek civa düzeyi ise 1 ppm'dir (3). Besinlerle alınan civa sindirim sisteminden iyi emilir. Belirtilen sebeplerle gebe ve emziren kadınlarda Tuna balığı tüketimi önerilmez (5, 31, 37). Balıklarla gelen civanın tolere edilebilen düzeyi WHO ve US FDA'ya göre 0.4 µg/kg canlı ağı./gün'dür. US EPA bu düzeyi 0,1 µg/kg canlı ağı./gün olarak belirlemiştir (37). 1993 yılında, Batı Karadenizde hamsi, istavrit ve mezgitte civa, bakır ve kurşun yönünden yapılan analizlerde, değerler uluslararası kabul edilebilir limitlerin altında kalmakla birlikte, İnebolu'da toplanan örneklerde bakır ve civa düzeyi yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni yakında bulunan bakır ve civa cevheri yataklarına bağlanmıştır (40).

### Pestisid Kalıntıları

Balıklar besinleri aracılığıyla PCB'ler, dibenzodioxinler (PCDDs) ve dibenzofuranlar (PCDFs) gibi yıkılmamaya dayanıklı organik bulaşanlara maruz kalabilir ve bunları bünyelerinde biriktirebilirler (9). Söz konusu kimyasal maddeler de çok yönlü sağlık sakıncalarına neden olur (12). PCB gibi klorlu bileşiklerin balıklarda birikmesi ile yağ içerikleri arasında doğrusal bir ilişki vardır (34). 1994-95 yılları arasında organik klorlu pestisidler yönünden balık yağlarında yapılan analizlerde az miktarda da olsa kalıntılara rastlanmıştır (25). Deneysel çalışmalara göre PCB'lerin balıklardaki yarı ömürleri uzundur (Gökkuşluğu alabalıklarında Aroclor 1254 ve 6 PCDD ve PCDF karışımı için 4 ay'dan fazla) (10). En önemli biyotransformasyon ürünü ise hidroksile PCB (OH-PCBs)'dir. Bu metabolit balıklar tarafından su ortamından doğrudan da alınabilir (11). PCB'lerin kullanımları kontrol altına alındığından kalıntıları giderek azalmakla birlikte (18), organik Norveç somon balıklarında PCB kalıntılarında rastlanması (ort. 27 ng/g, ağı./ağı. ve WHO PCB TEQs-Toxic Equivalency, Toksik Eşdeğerlilik- 2.85 pg/g, ağı./ağı.) (38) düşündürücüdür. 1992-1993 yıllarında yapılan bir çalışmada Ontario'da avlanan balıkları her gün tüketenlerin (ort 21.3 g balık/gün) 137.2 ng/kg canlı ağı./gün miktarında PCB aldığı, bunun da Kanada halkı için belirlenen 21.8 ng/kg canlı ağı./gün miktarından 6 kez daha fazla olduğu bildirilmiştir (18). EPA'ya göre PCB'lerle bulaşık göl vb yerlerden elde edilen balık ve deniz kabuklularında tüketim için güvenli standart değer 0.17 ppt'dir (4).

Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyılarında balıklarda ve sedimentte 1980 yılında yapılan analizlerde PCB düzeyleri çok düşük (belirleme limitlerinin altında) bulunurken, DDT ve DDE göreceli olarak PCB'lerden daha yüksek bulunmuştur (8). 2009'da yayımlanan bir araştırmada da, Konya şehrinde marketlerden toplanan 18 farklı balık türü örneğinin bazılarında, insan sağlığını tehdit etmeyecek düzeyde organik klorlu (DDT, HCH, Aldrin, Heptaklor) pestisit kalıntılarında rastlanmıştır (26).

Diğer Bulaşanlar ve Türkiye'de Su Ürünlerinde Bulaşan Limitleri

Balıklarda çevresel kirletici olarak butiltin (BT) (42), fitalat (21) ve misk (15) kalıntılarına da rastlanabilir.

Tributiltin (TBT) ve metabolitleri olan dibutiltin (DBT) ve monobutiltin (MBT) gemi boyalarında bozulmaya karşı kullanılan bir maddedir. Deniz ürünleri ve diğer ürünlerde yaygın olarak bulunabilir. Deniz ürünlerinden gelen butiltin bileşiklerinin insanlarda özellikle bağışıklık sistemini etkilediği bildirilmektedir. Ancak, balık türlerinde yapılan çalışmalar butiltin bileşiklerinin endokrin sistem üzerinde de etkileri olduğunu göstermektedir (32). Fitalik asit esterleri (PAEs) polivinil klorür (PVC) ürünlerinin plastikleştirilmesinde kullanılan maddelerdir. Bu amaçla kullanıldığında bağlanma dönüşümsüz olmadığı için belli koşullar altında plastikten çevreye yayılırlar. Laboratuvar hayvanlarında yapılan çalışmalar bu maddelerin üreme ve gelişme üzerine toksik etkili olduklarını göstermiştir. Bilinen en önemli toksik etkileri testiküler, embriyoletal, malformasyon (yarık damak gibi) ve seksüel farklılaşma (PAEs antian-drojenik etkili olabilmektedir) üzerine olanlardır (30). Misk bileşikleri doğal ve sentetik kaynaklıdır. Kozmetik, tuvalet ürünleri, deterjanlar, sabunlar, diş macunu, besin endüstrisi ve balık çiftliklerinde güzel koku yayması amacıyla kullanılırlar (15). Sentetik misk bileşiklerinin nitro misk sınıfından sonra ikinci önemli sınıfını polisiklik misk koku gidericiler (PMF) oluşturur. Bu bileşiklerin ekotoksikolojik riskleri sürekli tartışılmaktadır ve yoğun kirliliğe sebep olmaları, biyoak-kümülyasyon göstermeleri nedeniyle çevre için risk olarak değerlendirilmektedirler. Bu maddelere koku gidericilerle doğrudan ya da dolaylı yoldan maruz kalma ile insan sağlığı açısından belli bir tehlike oluşturmayacağı belirtilmekle birlikte, lipofilik özelliklerinden dolayı vücutta birikmeleri ve anne sütü ile atılmaları dolayısıyla feromon benzeri ve hormon benzeri etkileşimleri beklenebilmekte ve ekotoksikolojik risk değerlendirilmelerinde göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır (35). Farelerde (B6C3F1) uzun süreli yapılan toksisite/karsinogenesis çalışmasında diyetle %0.075-0.15 düzeyinde ve 80 hafta verildiğinde karsinogen etki gösterdikleri saptanmıştır (28).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü "Ulusal Kalıntı İzleme Planı" çerçevesinde, Türkiye'de su ürünlerinde civa, kurşun, kadmiyum, bakır, çinko ve arsenik için karar verme limitlerini (uygun olmayan değerleri) mg/kg olarak sırasıyla >0.5, >0.2, >0.05, >20, >50 ve >0.02 olarak belirlemiştir. Aldrin, pp'DDE, pp'DDD, op'DDT ve pp'DDT için karar limiti "yok" olarak bildirilmiştir (39).

Gıdalarla birlikte alınan maddelerin ömür boyunca insan sağlığında olumsuz etki yapmadan kullanılabilir günlük alım miktarı Acceptable Daily Intake (ADI) olarak bilinir. ADI düzeyleri belirlenirken yetişkin bir bireyin tüketebileceği günlük hayvansal ürün miktarları göz önünde tutulur. Balıklar için bu miktar, yenilebilir kısımları olan deri ve kası dahil 300 g'dır (44). Balıklarda derinin yenilmemesi toksik madde alımını azaltabilir. Ancak, çok kirlenen yerlerde yetişen balıklarda derinin uzaklaştırılmasının bile toksik yükü hafifletmeyeceği (özellikle PCB'lerle ilgili) bildirilmektedir (38).

## Sonuç

Balık sağlıklı beslenmek için vazgeçilmez bir besin kaynağı olduğuna göre balıktan gelebilecek riskleri azaltmak için kültür yetiştiriciliğinde kirliliklerden arınmış besin ve ortam tercih edilmeli, deniz ve okyanuslar kirletilmemeli, balığın tüketimde ise pişirme tekniği (buğulama, ızgara vb) ile derisinin atılması gibi konulara dikkat edilmelidir. Ayrıca, küçük balıklarla beslenen büyük balıklar ile uzun ömürlü ve dip balıkları ağır metal yükü yönünden daha zengin olduğu için gebelik döneminde balık tüketiminde bu husus da göz önünde bulundurulmalıdır.

## Kaynaklar

1. **Asmall dose of lead-(2006):** [http:// www.asmalldoseof.org/toxicology/lead.php](http://www.asmalldoseof.org/toxicology/lead.php). Erişim Tarihi: 09.12.2009
2. **ATSDR. ToxFAQs™ Arsenic.** <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts2.html>. Erişim Tarihi: 28.05.2010
3. **ATSDR. ToxFAQs™ chemical agent briefing sheets (CABS). Mercury.** [www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html). Erişim Tarihi: 28.05.2010
4. **ATSDR. ToxFAQs™ Polychlorinated biphenyls (PCBs)-**[www.atsdr.cdc.gov/tfacts17.html](http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts17.html). Erişim Tarihi: 28.05.2010
5. **Ahmed, FE., Hattis, D., Wolke, RE., Steinman, D. (1993a):** Risk assesment and management of chemical contaminants in fishery products consumed in the USA. *J Appl Toxicol.* 13, 395-410
6. **Ahmed FE, Hattis, D., Wolke, RE., Steinman, D. (1993b):** Human health risks due to consumption of chemically contaminated fishery products. *Environ Health Perspect.* 3, 297-302
7. **Bamji, M.S. ve Neelam (2002).** Environment and Nutrition-Effects of Infections and Interaction with Heavy Metals. *Proc. Indian natn. Sci.Acad.* B68 No.5, 401-414
8. **Bastürk, O., Dogan, M., Salihoglu, I. ve Balkas, T. I. (1980):** DDT, DDE, and PCB residues in fish, crustaceans and sediments from the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Mar Pollut Bul.* 11, 191-195
9. **Brambilla, G., Dellatte, E, Fochi, I, Iacovella, N., Miniero, R., di Domenico, A. (2007):** Depletion of selected polychlorinated biphenyl, dibenzodioxin, and dibenzofuran congeners in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): A hint for safer fish farming. *Chemosphere.* 66, 1019-1030
10. **Buckman AH, Brown, SB., Hoekstra, PF., Solomon, KR., Fisk, AT. (2004):** Toxicokinetics of three polychlorinated biphenyl technical mixtures in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Environ Toxicol Chem.* 23, 1725-1736
11. **Buckman AH, Wong, CS., Chow, EA., Brown, SB., Solomon, KR., Fisk, AT. (2006):** Biotransformation of polychlorinated biphenyls (PCBs) and bioformation of hydroxylated PCBs in fish. *Aqua Toxicol.* 78, 176-185

- 12. Bursian, S. (2007):** Polychlorinated biphenyls, polybrominated biphenyls, Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and Polychlorinated dibenzofurans. 640-659. In: Veterinary Toxicology. Basic and Clinical Principles. Ed. Gupta, R.C. Academic Press, USA,
- 13. Cabello, F.C. (2006):** Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environ Microbiol.* 8, 1137-1144
- 14. Data, B. IPCS INCHEM. 658. Arsenic. (WHO Food Additives Series 24).** <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v024je08.htm>. Erişim Tarihi: 28.05.2010
- 15. Draisci, R., Marchiafava, C., Ferretti, E., Palleschi, L., Catellani, G., Anastasio, A. (1998):** Evaluation of musk contamination of freshwater fish in Italy by accelerated solvent extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. *J Chromatog A.* 814, 187-197
- 16. EFSA (2009):** European food safety authority-Cadmium in food. [www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1211902396263.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902396263.htm). Erişim Tarihi: 06.12.2009
- 17. Engelstad, M. (2005).** Vaccination and consumer perception of seafood quality. *Dev Biol (Basel).* 121, 245-254
- 18. Evans MS, Muir, D., Lockhart, WL., Stern, G., Ryan M., Roach, P.(2005):** Persistent organic pollutants and metals in the freshwater biota of the Canadian Subarctic and Arctic: an overview. *Sci Total Environ.* 351-352, 94-147
- 19. Farid, A. (2006):** Issues in fishery products safety in united state. *Environ Toxicol.* 8, 141-152
- 20. FDA 1990-2004,** "National Marine Fisheries Service Survey of Trace Elements in the Fishery Resource" Report. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/Seafood/FoodbornePathogensContaminants/Methylmercury/ucm115662.htm>. Erişim Tarihi: 10.12.2009
- 21. Ghorpade, N., Mehta, V., Khare, M., Sinkar, P., Krishnan, S., Rao, V. (2002):** Toxicity study of diethyl phthalate on freshwater fish *Cirrhina mrigala*. *Ecotoxicol Environ Saf.* 53, 255-258
- 22. Grasman, K.A., Scanlon, P.F., Fox, G.A. (2004):** Reproductive and Physiological Effects of Environmental Contaminants in Fish-Eating Birds of the Great Lakes: A Review of Historical Trends. *Environ Monit Assess.* 53, 117-145
- 23. Gwaltney-Brant, S. (2004).** Lead. 204-205. In: Plumlee, K.H (Ed), *Clinical Veterinary Toxicology*. Mosby, USA
- 24. Hastein T., Hjeltne B., Liiehaug, A., Utne Skare, J., Berntssen, M., Lundebye, AK. (2006):** Foodsafety hazards that occur during the production stage: challenges for fish farming and the fishing industry. *Rev Sci Tech.* 25, 607-625
- 25. Jacobs, M. N., Santillo, D., Johnston, P. A., Wyatt, C. L. and French, M. C. (1998):** Organochlorine residues in fish oil dietary supplements: Comparison with industrial grade oils. *Chemosphere.* 37, 1709-1721
- 26. Kalyoncu, L., Ağca İ., ve Aktümsek, A. 2009.** Some organochlorine pesticide residues in fish species in Konya, Turkey. *Chemosphere.* 74, 885-889
- 27. Küçüksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, E., Konaş, A. (2001):** Trace Metal and organochlorine residue levels in Red Muller (*Mullus barbatus*) from the Eastern Aegean, Turkey. *Water Res.* 35, 2327-2332
- 28. Maekawa, A., Matsushima, Y., Onodera, H., Shibutani, M., Ogasawara, H., Kodama, Y., Kurokawa, Y., Hayashi, Y. (1990).** Long-term toxicity/carcinogenicity of musk xylol in B6C3F1 mice. *Food and Chemical Toxicology.* 28, 581-586
- 29. Martinez-Valverde, I, Periago, M.J., Santaella, M., Ros, G. (2000):** The content and nutritional significance of minerals on fish flesh in the presence and absence of bone. *Food Chem.* 71, 503-509
- 30. Matsumoto, M., Hirata-Koizumi, M., Ema, M. (2008).** Potential adverse effects of phthalic acid esters on human health: A review of recent studies on reproduction. *Regulatory Toxicology and Pharmacology.* 50, 37-49
- 31. Maycock, BJ, Benford, DJ (2007):** Risk assessment of dietary exposure to methylmercury in fish in the UK. *Hum Exp Toxicol.* 26, 185-190
- 32. Nielsen, J.B., Strand, J. (2002).** Butyltin compounds in human liver. *Environmental Research Section A.* 88, 129-133
- 33. Olatunji, A.S., Abimbola, A.F., Afolabi, O.O. (2009).** Geochemical assessment Of industrial activities on the quality of sediments and soil within the Lsdpc Industrial Estate, Odogunyan, Lagos, Nigeria. *Global Journal of Environmental earch.* 3, 252-257
- 34. Rawn, DF, Forsyth, DS., Ryan, JJ., Breakell, K., Verigin, V., Nicolidakis, H., Hayward, S., Laffey, P., Conacher, HB. (2006):** PCB, PCDD and PCDF residues in fin and non-fin products from the Canadian retail market 2002. *Sci Total Environ.* 359, 101-110
- 35. Ricking, M., Schwarzbauer, J., Hellou, J., Svenson, A., Zitko, V. (2003).** Polycyclic aromatic musk compounds in sewage treatment plant effluents of Canada and Sweden-first results. *Marine Pollution Bulletin.* 46, 410-417
- 36. Sanchez-Chardi, A., Lopez-Fuster, M.J., Nadal, J. (2007).** Bioaccumulation of lead, mercury, and cadmium in the greater white-toothed shrew, *Crocidura russula*, from the Ebro Delta (NE Spain): Sex-and age-dependent variation. *Environmental Pollution.* 145, 7-14
- 37. Sanfeliu C, Sebastià J, Cristòfol R, Rodríguez-Far-ré E. (2003):** Neurotoxicity of organomercurial compounds. *Neurotox Res.* 5, 283-305



38. Shaw, SD., Brenner, D., Berger, ML., Carpenter, DO., Hong, CS., Kannan, K. (2007): PCBs, PCDD/Fs, and organochlorine pesticides in farmed Atlantic salmon from Maine, eastern Canada, and Norway, and wild salmon from Alaska. *Environ Sci Technol.* 40, 5347-5354
39. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Birim faaliyetler-Halk sağlığı. /<http://www.kkgm.gov.tr/genel/birimfaal.html>. Erişim Tarihi: 10.12.2009
40. Ünsal, M., Bekiroğlu, Y., Yemencioğlu, S., Akdoğan, Ş., Ataç, Ü., Ergin, S., Kayıkcı, Y., Aktaş, M., Yıldırım, C. (1993): Batı Karadeniz’de ekonomik önemi olan bazı deniz ürünlerinde ağır metallerin belirlenmesi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Deniz Bilimleri Enstitüsü- Erdemli, İçel ve Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü- Yomra, Trabzon. Proje No: DEBAG-80/G, Mayıs 1993, Erdemli-Mersin
41. Wang, Q., Kim, D., Dionysiou, D.D., Sorial, G.A., Timberlake, D. (2004). Sources and remediation for mercury contamination in aquatic systems. *Environmental Pollution.* 131, 323-336
42. Whalen, M.M., Gren, S.A., Loganathan, B. G. (2002): Brief Butyltin Exposure Induces Irreversible Inhibition of the Cytotoxic Function on Human Natural Killer Cells, *In Vitro* . *Environ Res.* 88, 19-29
43. WHO-Air Quality Guidelines-Second Edition-(2000): Chapter 6.3. [http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/6\\_3cadmium.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/6_3cadmium.pdf), Erişim Tarihi: 04.12.2009
44. Woodward, K.N. (1996). The regulation of fish medicines-UK and European Union aspects. *Aquaculture Research.* 27, 725-734 Geliş Tarihi: 15.12.2009 / Kabul Tarihi: 03.05.2010

---

**Yazışma Adresi:**

Prof. Dr. Emine Baydan  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı  
06110 Dışkapı- Ankara- Türkiye  
e-posta: baydan@veterinary.ankara.edu.tr