



Dioksin ve Dioksin Benzeri Poliklorlu Bifenillerin Doğaya ve Çevreye Etkisi

Dr. Gül Çelik ÇAKIROĞULLARI
Yunus UÇAR
Devrim KILIÇ

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ankara İl Kontrol Laboratuvar
Müdürlüğü Dioksin Birimi

Poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD'ler), dibenzofuranlar (PCDF'ler) ve bifeniller (PCB'ler), Stockholm Sözleşmesinde belirtilmiş olan kalıcı organik kirleticiler arasında yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) Kalıcı Organik Kirleticilere (KOK'lara) ilişkin Stockholm Sözleşmesi, 17 Mayıs 2004 tarihinde yürürlüğe giren küresel nitelikli bir anlaşmadır. Bu sözleşmenin amacı, insan sağlığını ve çevreyi Kalıcı Organik Kirletici Maddelerden korumaktır. Sözleşmeye taraf bir ülke olarak, Türkiye'nin bir Ulusal Uygulama Planı (NIP) geliştirmesi ve yürütmesi yükümlülüğü bulunmaktadır. Türkiye Büyük Millet Meclisi kalıcı organik kirleticilere ilişkin Stockholm Sözleşmesinin onaylanmasının uygun bulunduğuna dair 5871 numaralı kanunu 2 Nisan 2009'da onaylamış ve 14 Nisan 2009'da Resmi Gazete'de yayınlamıştır. Bu sözleşme;

* Ülkelere KOK'ların üretimi, kullanımı, ithalat ve ihracatı, çevreye bırakılması ve bertaraf edilmesi hususlarında yükümlülükler getirmekte,

* Ülkelerin birtakım yakma ve kimyasal prosesler ile istemeyerek ürettikleri KOK'ların azaltılması ve/veya ortadan kaldırılması için mevcut en iyi teknikleri ve en iyi çevresel uygulamaları kullanmaları hususlarında teşvik etmekte, bazı hallerde ise zorunlu kılmakta,

* Yeni KOK'ların geliştirilmesinin önlenmesi ve sözleşmeye gelecekte diğer POP'lerin de dahil edilebilmesi hususlarında hükümler içermektedir (Acara 2006).

Dioksinler, furanlar ve PCB'ler doğadaki kalıcılıklarının çok uzun süreli olması açısından tehlikelidirler. Kanserojen, mutajen ve teratojen etkileri mevcuttur. Doğal olarak oluşmazlar ve insan yapımı olarak üretilmezler. Klor atomlarının sayısı 1-8 arasında olabilir. 210 farklı dioksin bileşiği içinde

yalnızca 17 tanesi toksikolojik olarak önem taşımaktadır. Dioksinin en çok çalışılan ve en toksik formu 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin olup 2,3,7,8-TCDD olarak isimlendirilmektedir ve ppt düzeyinde ölçülmektedir (Anonymous 2001). PCDD'lerin 75, PCDF'lerin ise 135 izomeri vardır (WHO 1989).

PCDD ve PCDF'lerden kaynaklanan kontaminasyonun en temel kaynakları:

- * Kontamine ticari kimyasal ürünler örneğin klorlu fenoller ve türevleri ve PCB'ler

- * Atıkların ve lağım pisliklerinin yanması

- * Fosil yakıtların yanması

- * PCB ihtiva eden yangınlardan kaynaklanan aşırı ısınma ve emisyonlar

- * Klorofenol ve türevlerinin üretimi esnasındaki işlemlerden kaynaklanan endüstriyel atıkların imhası, elektriksel ekipmanlarda PCB sıvılarının kullanımı, kağıt endüstrisinin atıkları (WHO 1989).

- *Metal üretimi ve metalin geri dönüşümü tekrar kullanılması işlemleri (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

- * Volkan patlamaları ve orman yangınları gibi doğal olaylar (Anonymous 2001).

Dioksinler suda çözünmez ve yağda ise yüksek derecede çözünürlükler. Çevrede organik maddeye ve sedimente bağlanırlar; hayvanların ve insanların yağlı dokularında absorbe edilirler. Ayrıca biyolojik olarak parçalanamazlar, çok kalıcıdır ve gıda zincirinde biyolojik olarak birikim yaparlar (Anonymous 2001).

PCB'ler bifenillerin doğrudan klorlanması ile sentezlenmiş klorlu aromatik hidrokarbonlardır. 209 adet PCB bileşeni mevcut olup, 4 non-ortho ve 8 mono-ortho PCB bileşeni toksikolojik yönden dioksinlere benzemektedir ve dioksin benzeri PCB'ler (koplanar PCB'ler) olarak ifade edilmektedir (Anonymous 2001).

Poliklorlu bifenillerin PCDD/F'lerden farkı insan yapımı olarak ticari amaçla endüstride kullanılmak üzere üretilmiş olmalarıdır. 1970'li yıllarda üretimi yasaklanmıştır. Günümüzde yeni PCB üretimi olmamakla beraber, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin endüstride kullanmaya çok elverişli olmasından dolayı, geçmişte dünyada yaygın bir şekilde kullanılmışlardır ve halen elektrik ekipmanlarında, özellikle kondensatör ve transformatörlerde soğutma sıvısı olarak kullanılmaktadır (WHO 1992). Diğer kullanım alanları inşaat malzemeleri, yağlayıcı maddeler, kaplama malzemeleri, plastik maddeler ve mürekkeplerdir (Anonymous 2001).

Dioksinler üzerine olan ilgi ilk olarak 2,3,7,8 TCDD bileşeninin bazı laboratuvar hayvanlarında yüksek toksik etki göstermesi ile başlamıştır. Toksikite, klor atomlarının sayısı ve pozisyonu ile bağlantılıdır. Bununla beraber 4 lateral pozisyon olan 2,3,7,8 pozisyonlarında klor ihtiva etmeyen bileşenler TCDD'den daha az toksiktir. Buna ilaveten lateral pozisyonda klor ihtiva eden bileşenlerin hayvansal dokularda daha fazla birikim yaptığı ve insanların zehirlendiği vakalarda daha çok yer aldığı bulunmuştur (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

Avrupa hükümetleri, gözlemlenen toksikolojik so-

nuç noktalarına göre tolere edilebilir günlük alım (TDI) aralığı geliştirmişler ve sonuç noktasında güvenlik faktörlerini uygulamışlardır. Çeşitli ülkeler günlük alım limitleriyle ilgili değişik öneri ve uygulamalarda bulunmuşlardır. Mevcut bilimsel bilgi ışığında 1 pg I-TEQ/kg/gün değerinden daha düşük maruziyetin insan sağlığı açısından olumsuz etkiler yaratmadığı varsayılabilir. 1998 WHO konsultasyonu tavsiye edilen maruziyet aralığı olan 1-4 pg I-TEQ/kg/gün değerini en düşük seviyeye düşürmek için her türlü eforun sarfedilmesi gerektiğini önermiştir (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

Dioksinler üzerine olan epidemiyolojik veri şimdiye kadar olan kazaların kurbanları, meslek icabı bu maddelere maruz kalanlar ve Vietnam savaşında herbisitlerin yayılması (dağıtılması) operasyonları ile ilgilenen eski askerlerden toplanmıştır. Furanlarla insanların zehirlenmesi vakaları ise Japonya ve Tayvan'da yemeklerde kullanılan yağların kontaminasyonu sonucu gelişmiştir (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

Yetişkinlerdeki epidemiyolojik çalışmalar ve deneysel hayvanlarda gerçekleştirilen karsinojenite testlerine dayalı olarak Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) ve Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı (USEPA) PCB'lerin insanlarda karsinojen etkilerinin olduğu kararına varmışlardır (Wigle et al., 2007).

Şubat 1997 yılında IARC kuruluşu 2,3,7,8-TCDD maddesini "bilinen" insan karsinojeni olarak sınıflandırmıştır, fakat 2,3,7,8-TCDD'e benzer etki mekanizması göstermesine karşın diğer PCDD/PCDF'leri ise "sınıflandırılmayan" grupta değerlendirmiştir. İnsanlarda karsinojenik etkilerinden hariç diğer etkileri 1996 yılında Berlin'deki Toksikoloji Forum'unda tartışılmıştır. Kaza yoluyla dioksine maruz kalan kişilerde gözlemlenen akut etkiler klorakne, porphyria (somaki) cutanea, karaciğer fonksiyon bozuklukları, solunum ve nörolojik düzensizlikler, artan diabet hassasiyeti ve kanda lipid parametrelerinde değişikliklerdir. Mevcut epidemiyolojik çalışmalar anti-östrojenik etki ile bebek ve çocuklarda hemen göze çarpmayan sinsi bir şekilde ilerleyen ve geri dönüşümü olmayan gelişim etkileri üzerine odaklanmıştır (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

İnsanlarda ve hayvanlarda dioksin toksisitesi arasındaki karşılaştırmaların çoğunluğu Ah reseptöre bağlanmaya dayalı etki mekanizmasını referans alır. Ah reseptörün aktivasyonu, endokrin ve parakrin rahatsızlıkları, büyüme ve farklılaşma gibi hücre fonksiyonlarındaki değişiklikleri ile sonuçlanabilir. Bu etkilerin bazıları hem insanlarda hem de hayvanlarda gözlemlenmektedir ve bu durum benzer etki mekanizmalarının mevcudiyetini göstermektedir. Bununla birlikte insanlarda Ah reseptörünün TCDD'e bağlanma afinitesi rodentlerden daha düşüktür. Bu durum insanların fare ve ratlara kıyasla TCDD'e daha toleranslı olduğunu göstermektedir. TCDD'e maruz kalan insanların lenfositlerinde CYP1A induksiyonu, yüksek yanıt verenler ve düşük yanıt verenler olmak üzere bimodal dağılım göstermiştir. CYP1A induksiyonu için yüksek

oranda tetiklenebilir fenotip, akciğer kanserine karşı artan hassasiyetle ilişkilendirilebilir. Bu noktalar TDI hesaplanmasında güvenlik faktörünün seçimi için çok önemlidir (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

Her ne kadar 2,3,7,8-TCDD Ah reseptöre bağlanma açısından en potansiyel bileşen olsa da bu reseptör ile ilişkide olan diğer bileşenler de yüksek dozlarda da olsa benzer etkiler göstermektedir. Bu rölatif etkiler toksik eşdeğerlilik faktörü (TEF) olarak ifade edilmiştir. Farklı PCDD ve PCDF'lerin kanser, üreme etkileri, ağırlık kaybı, hücre transformasyonu, immunotoksikite ve Ah reseptör bağlantısı gibi çeşitli in vivo ve in vitro sonuç noktaları için rölatif etkilerini test ettikten sonra bir grup TEF geliştirilmiştir (<http://www.coe.fr/soc-sp>). Bu TEF değerleri 1997 yılında WHO'nun birinci toplantısında hem insan (WHO-TEFs) hem de balık ve yabancı hayatta risk tayini için PCDD, PCDF ve dioksin benzeri PCB'ler üzerine oy birliği ile geçici TEF değerleri olarak tayin edilmiştir (EFSA 2004).

Dioksin benzeri PCB'lerin toksisitesi, dioksinlerle benzer bir mekanizma göstermektedir. Bu nedenle bu maddelerin insan sağlığı için oluşturduğu risklere de dikkat edilmelidir. Hayvansal yağda PCDD/PCDF ve PCB'lerin bulunması arasında korelasyon bulunmasına karşılık, PCB karışımlarında koplanar bileşenler düşük seviyededir ve koplanar olmayan PCB'ler bazı toksikolojik sonuç noktaları açısından (thyroxin taşınması ve beyin gelişimi üzerine olan etkileri) koplanar bileşenlerden daha yüksek toksisite göstermektedir (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

Son 30 yılda bu maddeler yönünden insanların vücut yükünde önemli derecede azalmalar olmuştur. Bu durumda en etkili mekanizmanın yayımları azaltmaya yönelik olan yasal düzenlemeler olduğu düşünülebilir. Ayrıca 1990'ların ikinci yarısında uygulanan kaynak kontrol ölçümlerinin bir sonucu olarak yayımlılarda ileride azalmanın oluşması beklenmektedir. Ancak mevcut vücut yükleri çok önemli ölçüde azalmıştır; dolayısıyla bu maddelerin yayılımındaki azalmalar yakın gelecekte insanların vücut yükleri üzerine daha küçük mutlak etkiler yaratacaktır. 2030 yılında bu maddelere maruziyette 10 kat azalma olacağı düşünülmektedir. Görülmektedir ki yasal düzenlemeler bilinen en büyük dioksin kaynaklarını kontrol etmektedir, dolayısıyla dioksin yayılımını ve maruziyeti azaltmada çok etkilidir (Hays and Aylward 2003).

İnsanların dioksine maruziyeti, dioksinin istenmeyen ürün olarak meydana geldiği endüstrilerde çalışan insanlarda olduğu gibi, endüstriyel kazalar sonrası, gıda, anne sütü ve içme suyu yoluyla da oluşmaktadır. Deri yoluyla ve solunum yoluyla maruziyet, total maruziyet içerisinde çok küçük bir paya sahiptir. Çevrenin dioksinlerle kontaminasyonu temel olarak havayla taşınma ve farklı kaynaklardan (atıkların yanması, kimyasalların üretimi, trafik vb.) yayımların birikmesi sonucu olmaktadır. Kimyasalların kullanımı ve imhası, çok daha ciddi, lokalize olmuş kontaminasyona katkıda bulunmaktadır (Anonymous 2001).

Toprak dioksinler ve PCB'ler için doğal bir rezervuardır. Atmosferik birikimden (taşınmayla gerçekleş-

şen birikim) farklı olarak topraklar, lağım pislikleri ve mekanik olarak taşınmayla gelen kompozitler, kazara dökülen sıvılar ve yakın çevredeki kontamine alanlardan erozyonla taşınım yoluyla da kirlenmektedirler. Topraktaki bulaşı direkt olarak veya sebzeler üzerindeki toz birikintileri yoluyla indirekt olarak serbest gezinen ve otlayan hayvanlar tarafından alınmakta ve vücutlarında birikmektedir. Bitki yaprakları serbest olarak gezinen ve otlayan hayvanlar tarafından tüketildiği gibi ürün olarak toplanmakta ve daha sonra kuru formda veya silaj olarak da muhafaza edilmektedir. Lağım pisliğinin vejetasyona yayılması çiftlik hayvanlarının maruziyetini sınırlı bir boyutta arttırabilir (Anonymous 2001).

Dioksinler ve dioksin benzeri PCB'ler suda çok az çözünmektedirler fakat sudaki suspans haldeki organik partiküller veya mineraller üzerine adsorbe olmaktadır. Dioksin yayımları hava yoluyla okyanusların ve denizlerin yüzeyine taşındığında sucul gıda zincirinde her basamakta birikim yapmaktadır. Vücutta birikim yapmaları sebebiyle, gıda zincirinde insanlar açısından son nokta olan ve direkt tüketilen, midye ve balık gibi organizmalarda çok fazla birikim yapmaktadır. Ayrıca balık ve kabukluları yiyen kuşların insanlar tarafından avlanması ve tüketilmesi sonucu tehlikenin boyutları daha da artmaktadır. Çünkü besin zincirindeki her basamakta bu toksik maddelerin konsantrasyonu katlanarak artmaktadır (Anonymous 2001).

Dioksinler su ürünlerinin, büyük ve küçükbaş hayvanların, kümes hayvanlarının ve domuzların yağlı dokularında birikmektedir. Teorik olarak; hayvanın yaşam süresi uzadıkça adipöz dokusunda dioksin birikimi artmaktadır. Kontaminasyon gıda ürününün orijinine bağlı olarak geniş anlamda farklılık göstermektedir. Et, yumurta, süt, çiftlik balıkları ve diğer gıda ürünleri yemlere bağlı olarak ortalama seviyelerden daha kontamine olabilir. Bu tarz bir kirlenme lokal çevresel kontaminasyona da bağlı olabilir. Örneğin, lokal bir atık yakma tesisi veya 1999 yılında Belçika'da meydana gelen kazaya benzer bir kaza sebebiyle kontamine olmuş bölgelerden yakalanan balıklar da dioksin yönünden kirlidir (Anonymous 2001).

2,3,7,8-TCDD'nin riskini tayin ederken USEPA güvenlik dozu olarak 6 fg/kg vücut ağırlığı/gün olarak belirlemiştir. Aynı zamanda tolere edilebilir günlük alım ise 1-4 pg I-TEQ /gün/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir (Kulkarni et al. 2008).

Et ve et ürünleri, süt ürünleri, balık ve diğer deniz ürünleri, PCDD/F'ler ve PCB'lere total maruziyetin en az % 90'nını oluşturmaktadır (Domingo and Bocio 2007). İnsanların dioksine maruziyetinde en büyük payı su ürünleri tutmaktadır (Kulkarni et al. 2008).

İnsanlar dioksini genellikle dioksin yönünden kontamine olmuş gıdaları tüketme yoluyla alır ve biriktirir. Dioksin hayvanların ve insanların adipöz dokularında depolanmaktadır. Hayvansal yağ oranı yüksek diyetlerle beslenen veya dioksin salınımının olduğu bölgelere yakınlığından dolayı kontamine gıdalarla beslenen kişilerde dioksine maruziyet daha fazladır.

Dioksinlerin toksisitesi yaşam süresi boyunca biriken miktarla direkt olarak ilgilidir. Bu miktar vücut yükü olarak isimlendirilir. Vücut yükü dioksinlerin toksik etkilerinin tayininde kullanılır ve günlük alımdan ziyade devamlı bir maruziyeti ortaya koymada daha iyi bir tahmindir (Anonymous 2001).

Vietnam savaşında kullanılan Portakal gazı, en toksik dioksin bileşeni olan TCDD içermektedir. Dioksinler, 1976 daki patlamadan sonra Times kıyılarındaki, Missouri de, Sevgi kanalında ve Seveso İtalyada bulunmuştur. 1968 yılında Japonyada pirinç yağı zehirlenme olayında PCDF ve PCB'ler bulunmuştur ve Yusho olarak adlandırılmıştır. Hemen hemen aynı olay Tayvan'da 1979 yılında yaşanmış ve Yucheng olarak adlandırılmıştır. Dioksinler son olarak Başkan Viktor Yuçenko'nun 2004 yılında zehirlenme haberlerinde geçmiştir (Schecter et al. 2006).

Dioksin kontaminasyonuna ilişkin en iyi bilinen örnek, yakın zamanda gerçekleşen, Belçika'da yemlerin dioksin yönünden kontamine olması olayıdır. Belçika'daki dioksin kontaminasyonu izleme programı ile değil, kümes hayvanlarının sağlığı üzerine biyolojik etkileri ile direkt olarak ortaya çıkmıştır. Dioksin kontaminasyonuna ilişkin dört diğer olay ise (turuncgillere ait meyve eti, kaolinitik kil, suni olarak kurutulmuş ot unu ve kolin klorür) Avrupa'da 1997 yılından beri lokal olarak gerçekleştirilen izleme programlarıyla tespit edilmiştir. 1999 Belçika dioksin krizi sonrası Avrupa Birliği, süt ve süt ürünleri, sığır eti, domuz, kümes hayvanları, yumurta ve yumurta türevleri (mayonez vs.) ile sığır yemlerinin iç ve dış ticareti üzerine geçici yasaklamalar getirmiştir (Anonymous 2001).

Gıdalarda dioksin ve PCB'ler düşük seviyelerde bulunurlar ve tüketimden yıllar sonra ve vücutta belli bir seviyeye geldikten sonra (biyolojik olarak birikim) insan sağlığına zararlı olurlar. Bu nedenle bu tarz kontaminantlar için TDI değerinin geçip geçmediğini tespit ederken, uzun süreli bir periyotta ortalama tüketim göz önünde bulundurulmalıdır. Balık ve kabuklu ürünler yoluyla kontaminantlara maruz kalmayı tahmin ederken başka bir faktör de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörde ürünün gerçek tüketilme miktarıdır (Pompa et al. 2003).

Analiz edilen örneklerde PCDD/F bileşen dağılımı dioksin oluşum kaynağına bağlıdır. Çoğu atmosferik örnek için bileşen dağılımı tipik yanma modeline benzemektedir. PCDD profillerinde octa ve hepta-CDD'ler baskındır ve PCDF'ler arasında ise tetra ve penta-CDF'ler yaygındır. Bitki ekstraktlarında da benzer dağılımlar tespit edilmiştir. Buna karşılık, hayvansal örneklerde yalnızca 2,3,7,8 pozisyonundaki PCDD'ler ve PCDF'ler tespit edilmiştir. Ayrıca OCDD genellikle en baskın bileşen olarak bulunmaktadır. 1990 yılında belediyelerin atık yakma tesisleri atmosferde dioksin kontaminasyonunun en büyük kaynağı olarak tanımlanmıştır (Almanya'da % 47'den Hollanda'da % 82'e kadar). Önceki yıllarda poliklorlu aromatik kimyasalların üretimi en temel kaynak olmuştur (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

PCDD ve PCDF'lere insanların maruziyeti birçok yolla olmaktadır. Kontamine partiküllerin yenmesi ve solunumu yoluyla alım, kontamine olan gıdalarla alımla kıyaslandığında oldukça azdır. Gıda kontaminasyonunun en temel yolu, kontamine ot (üzerine yapışmış toprakla birlikte) ve yemin sığırlar tarafından tüketilmesi ve bu durumun et, süt ve türevi ürünlerin kontaminasyonuna yol açmasıdır. Süt ve süt ürünlerindeki konsantrasyonlar 0.4-27 pg I-TEQ/g yağ aralığında değişmektedir. Kontamine çiftliklerden alınan örneklerdeki ortalama seviye 3-27 pg I-TEQ/g yağ olarak bulunmuştur. Süt ve süt ürünlerinden PCDD ve PCDF alımı total alımın % 25-45'i arasında değişmektedir. Benzer şekilde et ve et ürünleri (yumurta ve yağ dahil) total alımın yaklaşık % 25'ini oluşturmaktadır. Balık, Baltık çevresindeki populasyonlar için dioksin ve furanların besin yoluyla alımda en büyük kaynağı olarak rapor edilmiştir (% 60'lara varacak kadar). Meyve, sebze ve tahıllardaki PCDD ve PCDF konsantrasyonları oldukça düşüktür. Avrupa ülkelerinden elde edilen vücutta alım verilerine dayalı olarak PCDD/PCDF'lerin alımı yetişkinlerde (70 kg) 1-5 pg I-TEQ/kg/gün iken, bebeklerde (13 kg) 3-12 pg I-TEQ/kg/gün olarak tahmin edilmiştir (<http://www.coe.fr/soc-sp>).

KAYNAKLAR

- Acara, A. 2006. Türkiye'nin Kalıcı Organik Kirlenici Maddelere (POP'ler) İlişkin Stockholm Sözleşmesi İçin Taslak Ulusal Uygulama Planı. UNIDO-POP'ler Projesi. Proje No: GF/TUR/03/008. 237 s.
- Anonymous. 2001. Brussels, 20 July 2001. Fact sheet on dioxin in feed and food
- Domingo, J. L., Bocio, A. Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: A literature review. 2007. *Environment International*. 33, 397-405.
- EFSA. 2004. EFSA Scientific Colloquium Summary Report. Dioxins. Methodologies and principles for setting tolerable intake levels for dioxins, furans and dioxin-like PCBs. 28-29 June 2004, Brussels, Belgium. European Food Safety Authority-December 2004. 130 pp
- Hays, S. M., Aylward, L. L. 2003. Dioxin risks in perspective: past, present and future. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 37; 202-217.
- <http://www.coe.fr/soc-sp>. 2000. Dioxin contamination in foodstuffs. Report prepared by Jean-François Narbonne, rapporteur for the Committee of experts on nutrition, food safety and consumer health. Council of Europe. Health protection of the consumer. Council of Europe Publishing. Partial agreement division in the social and public health field. Directorate General III-Social Cohesion F-67075 Strasbourg cedex. Erişim tarihi: 01.02.2009.
- Kulkarni, P. S., Crespo, J. G., Afonso, C. A. M. 2008. Dioxins sources and current remediation Technologies-A review. *Environment International*. 34, 139-153.
- Pompa, G., Caloni, F., Fracchiolla, M. L. 2003. Dioxin and PCB Contamination of Fish and Shellfish: Assessment of Human Exposure. Review of the International Situation. *Veterinary Research Communications*, 27 Suppl. 1. 159-167.
- Schecter, A., Birnbaum, L., Ryan, J. J., Constable, J. D. 2006. Dioxins: An overview. *Environmental research*, 101; 419-428.
- WHO. 1989. Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and dibenzofurans. *Environmental Health Criteria* 88. 409 p. United Nations Environment Programme and The World Health Organization, GENEVA.
- WHO. 1992. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and Polychlorinated Terphenyls (PCTs) Health and Safety Guide No: 68. IPCS International Programme on Chemical Safety. 52 p. World Health Organization, GENEVA.
- Wigle, T. D., Arbuckle, T. E., Walker, M., Wade, M. G., Liu, S., Krewski, D. 2007. Environmental Hazards: Evidence for effects on child health. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 10; 3-39.