

**GIDA ENDÜSTRİSİ, TÜKETİCİ VE YÖNETİMSEL AÇIDAN
ENDOKRİN BOZUCU MARUZİYETİNİN AZALTILMASINA
YÖNELİK STRATEJİLER**

STRATEGIES FOR REDUCING EXPOSURE TO ENDOCRIN DISRUPTORS
FROM THE POINT OF FOOD INDUSTRY, CONSUMER AND
REGULATORY VIEW

İrfan Erol

Atıf için: Erol, İrfan (2022). Gıda Endüstrisi, Tüketici ve Yönetimsel Açıdan Endokrin Bozucu Maruziyetinin Azaltılmasına Yönelik Stratejiler. K. Şahin ve H. F. Keleştemur (Eds.). Endokrin Bozucular ve Sağlık (s. 259-272). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. DOI: 10.53478/TUBA.978-625-8352-04-7.ch15.

GIDA ENDÜSTRİSİ, TÜKETİCİ VE YÖNETİMSSEL AÇIDAN ENDOKRİN BOZUCU MARUZİYETİNİN AZALTIILMASINA YÖNELİK STRATEJİLER

Prof. Dr. İrfan Erol

Doğu Akdeniz Üniversitesi / Atılım Üniversitesi

Özet

Gıdalarda kalıntı ve bulaşanların önemli bir bölümü, sağlık üzerine olumsuz etkilerinden dolayı endokrin bozucular olarak değerlendirilir. İnsanların kimyasallarla bulaşık gıdalara maruz kalmalarında, toksik kimyasalların çevrede yaygın olarak bulunması, biyolojik yarılanma ömürlerinin uzun olması, kararlı ve biyobirikim özelliklerine sahip olması önemli faktörlerdir. Endokrin bozucu özelliğe sahip maddelerin başında bitkisel üretimde kullanılan pestisitler ve hayvancılıkta kullanılan hormon kalıntıları ile çevresel kaynaklardan bulaşan ağır metal kalıntıları yer alır. Yine çevresel kirlenmelere bağlı olarak gıdalara bulaşan dioksin ve poliklorlu bifeniller ile plastik kaplar ve metal konserve kutularından su ve gıdaya migrasyon riski olan Bisfenol A önemli bulaşanlar arasındadır. Gıdaların işlenmeleri aşamalarındaki uygulamalara bağlı oluşan bulaşanlar arasında polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve akrilamid gibi maddeler bulunur. Korunma ve kontrol kapsamında, yetkili otoritenin yasal düzenlemeler kapsamında resmi kontrolleri yapması, çevre kirliliğinin önlenmesi, üreticilerin gıda güvenliği kurallarına uyması ve tüketicinin bu konularda doğru bilgilendirilmesi gerekir.

Anahtar kelimeler

Endokrin bozucular, gıda, kalıntı ve bulaşanlar, DES, pestisitler, ağır metaller, bisfenol A, dioksin ve PCB.

STRATEGIES FOR REDUCING EXPOSURE TO ENDOCRIN DISRUPTORS FROM THE POINT OF FOOD INDUSTRY, CONSUMER AND REGULATORY VIEW

Abstract

Residues and contaminants in foods are harmful chemical substances, called also endocrine disruptors. Some chemical substances for example, persistent organic pollutants, have been identified as threat to their persistence, bioaccumulation, toxic potential, and long-term exposure to these substances, even at low levels can be harmful. Contamination with chemicals can occur at any stage on the way from raw material to consumer, including production, processing, storage and distribution. Chemical contaminants in food including residues from the application of pesticides and veterinary drugs as synthetic growth hormones, those entering the food chain from the environment like heavy metals, dioxins, PCB, bisphenol A, those formed during the processing of food like PAH, nitrosamines and acrylamide. To protect the public health, there is a requirement for stringent controlling of foods by competent authorities, pay more attention for environmental health, and inform the consumers about the importance of chemical residues in foods.

Keywords

Endocrine disruptors, food, residues and contaminants, DES, pesticides, heavy metals, bisphenol A, dioxin and PCB.

Giriş

Gıdalarda kimyasal kalıntı ve bulaşanların büyük bölümü sağlık üzerine etkilerinden dolayı endokrin bozucular olarak değerlendirilir. Kalıntı ve bulaşanlar; gıdaların üretim, işleme, muhafaza ve taşıma aşamalarında çok düşük miktarlarda da olsa gıdaya dışardan bulaşan veya gıdanın yapısında oluşan; kimyasal yapısı ve maruz kalma durumuna bağlı olarak insanlarda akut veya kronik sağlık tehlikelerine yol açan maddelerdir. İnsanların kimyasallarla bulaşık gıdalara maruz kalmalarında, toksik kimyasalların çevrede yaygın olarak bulunması, biyolojik yarılanma ömürlerinin uzun olması, kararlı ve biyobirikim özelliklerine sahip olması önemli rol oynar. Gerek çevresel kaynaklardan gıdalara bulaşan gerekse gıdaların üretim ve işleme aşamalarındaki yanlış uygulamalara bağlı olarak gıdalarda oluşan başlıca kalıntı ve kontaminantlar arasında pestisitler, anabolik hormonlar, ağır metaller, dioksin ve poliklorlu bifeniller ile Bisfenol A bulunur. Bu maddelere maruziyetin ve dolayısıyla olumsuz sağlık etkilerinin önlenmesi; resmi kontroller, iyi üretim uygulamaları, çevrenin korunması ve tüketici bilincinin oluşturulmasıyla mümkündür (Erol, 2021).

Anabolik Hormonlar (DES)

Hormonel aktif steroidler çiftlik hayvanlarında gelişmeyi artırıcı olarak veya rekombinant sığır büyüme hormonları (BST; bovine somatotropine), süt ineklerinde verimi artırmak için kullanılmakta, ancak bu hormonların sağlık üzerine etki değerlendirmesi ve yasal olarak kullanım izni açısından ülkeler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum aynı zamanda uluslararası düzeyde canlı hayvan ve hayvansal ürün ticaretini de etkilemektedir.

Günümüzde steroid hormonlardan progesteron, testosteron, estradiol-17 β , zeranol, trenbolon asetat ve melengestrol asetat (MGA) ABD'de sığırlarda gelişmeyi artırıcı olarak uygulanmasına karşın, 1988 yılından itibaren AB'de gelişmeyi artırıcı amaçlı hormon implantasyonu ile hormon uygulanmış canlı hayvan ve etlerin diğer ülkelerden AB ülkelerine girişi yasaklanmıştır. Türkiye'de de gelişmeyi artırıcı amaçlı steroid hormon kullanımı yasaktır. ABD dışında Avustralya ve Kanada'da da anabolik hormonlar kullanılmaktadır. ABD'de kullanımına izin verilen hormonlardan MGA yalnızca yeme katılarak, diğer hormon preparatları kulak derisi altına implant şeklinde uygulanır (Doyle, 2000).

Sentetik hormonlar doğal steroid hormonlar kadar hızla metabolize edilmez. Bu nedenle sentetik hormonların detaylı toksikolojik ve kalıntı analizlerinin yapılması çok önemlidir. Bir sentetik östrojen olan dietilstilbestrolün (DES) karsinojenik etkisi nedeniyle kullanımı tüm dünyada

yasaklanmıştır. Uluslararası Kansere Araştırmaları Ajansı'na (IARC) göre estradiolün insanlarda karsinogenik etkisine ilişkin yeterli kanıt bulunmaktadır.

Hayvanların çeşitli doku ve sıvılarında kalıntı varlığı ve miktarı, uygulanan anabolik ajanın yapısı, dozu, uygulama şekli ve yeri ile yasal bekleme süresi gibi faktörlere bağlıdır. Çoğu hormon için kesim öncesi bekleme süresi 2-3 ay arasında değişir. Genellikle karaciğer, böbrek ve yağ dokuda daha çok kalıntıya rastlanırken, enjeksiyon yeri dışındaki kas dokuda çok düşük miktarlarda kalıntı tespit edilir. Vücuttan atılım periyodu geçmiş olsa dahi, enjeksiyon yerlerinde yüksek miktarda kalıntıya rastlanır. FAO/WHO Gıda Katkıları Uzmanlar Komitesi (JECFA) zeranol ve trenbolonun et ve karaciğerdeki en yüksek limitlerini sırasıyla 2 ve 10 µg/kg olarak; estradiol, progesteron, testosteron, zeranol ve trenbolon asetat için ADI değerlerini sırasıyla 0.05, 30, 2, 0.5 ve 0.02 µg/kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir (Anon, 1987).

Pestisitler

Pestisitler; insekt, mantar, istenmeyen ot, akar, rodent ve diğer zararlılara karşı kullanılan sayıları 600 civarında olan doğal veya sentetik maddelerdir. Dünyada yıllık yaklaşık 3.5 milyon ton, Türkiye'de 2018 yılı verilerine göre yaklaşık 60.000 ton pestisit kullanılmaktadır. Pestisitler bitki hastalıkları ve zararlılarının kontrolüne karşı kullanılarak bitkisel üretim miktarı ve kalitesinin artmasına büyük katkı sağlar. Pestisitlerin belirtilen faydalı etkileri yanı sıra, dayanıklı yapıları ve çevresel koşullara dirençli olması nedeniyle, uygun olmayan veya yanlış kullanımlarına bağlı olarak başta sebze ve meyvelerde maksimum kalıntı limitlerini (MRL) aşan durumlarda, insanlarda akut ve kronik sitotoksik veya karsinogenik sağlık sorunlarına yol açabilir (Cabras, 2003).

Organik klorlu insektisitlerin yağda çözünme özelliklerinin iyi olması nedeniyle mide bağırsak kanalının sıvı ortamında primer ve sekonder (yağ doku) depolardan kolayca emilir. Hayvanlardan elde edilen gıdaların insektisitleri içermesi halinde insanlara gıda yoluyla aktarılır (carry over effect). Östrojenik etkili önemli bir endokrin bozucu ve kanserojen pestisit olan DDT'nin kullanımı 1972 yılından itibaren başta ABD olmak üzere birçok ülkede yasaklanmış olmasına karşın, dayanıklı yapısı ve uzun yarılanma ömrü nedeniyle birçok ülkede halen gıdalarda ve anne sütünde DDT kalıntısı saptanmaktadır. DDT, doğada çok yavaş parçalanmakta ve yarılanma ömrü toprakta 4.3-5.3 yıl, deniz suyunda 15 yıl dolayındadır (Sharma, vd., 2020).

Pestisit zehirlenmeleri, alınan pestisit dozuna bağlı olarak akut veya kronik seyir gösterir. İnsanların pestisitlerin düşük dozlarına devamlı maruz kalması nedeniyle daha çok kronik zehirlenme vakası gözlenir. Gıdalarda bulunan pestisit kalıntılarının uzun sürede, düşük düzeyde

ve devamlı alınması sonucu kalıntı odaklarında; i) karsinojenik, ii) mutajenik, iii) teratojenik etki meydana gelir. Pestisitlerin östrojenik etkilerini tümör başlatıcı ve tümör destekleyici olarak gösterir. Pestisitlerden DDT ve metoksiklor östrojenik etki gösterir. DDT'nin fare, rat ve mink rahminde anormal hücre çoğalmasına neden olduğu saptanmıştır. Kepone, bütün konsantrasyonlarda yumurta kanalı hücrelerinde anormal yapılar oluşturur.

Pestisitlerin kontrolü öncelikle tarlada birincil üretimde başlar. Bunun için kullanılması zorunlu olan pestisitlerden sadece izin verilen formülasyonları izin verilen ürün grubuna uygun dozda ve doğru zamanda kullanılmalı, metabolize olması için hasattan önce gerekli süre beklenmeli ve kontrol birimleri tarafından hasat öncesi ve sonrası alınan örnekler kalıntı düzeyleri yönünden analiz edilmelidir. Analiz sonuçlarına göre ürünlerin iç piyasaya sunulmasına veya ihraç edilmesine izin verilir. Buna paralel olarak pestisit kullanımını azaltmak amacıyla ulusal düzeyde biyolojik ve biyoteknik yöntemlerle bitkisel hastalık ve zararlılarla mücadele ile organik tarım özendirilmelidir. Ülkesel ölçekte risk kategorisi yüksek olan gıdaların düzenli olarak taranması, epidemiyolojik veri oluşturulması ve kontrol stratejileri geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir.

Pestisit kalıntılarının gıdalardan uzaklaştırılması veya miktarlarının düşürülmesi pestisit yapısı, özellikleri ve uygulanan işlemlere göre değişir. Gıdalara uygulanan bazı işlemler kalıntı pestisit miktarının azaltulmasını sağlarken bazı yöntemler ters yönde etki gösterir. Sistemik olmayan ve suda çözünen pestisitlerin önemli bir bölümü yıkama işlemiyle veya lipotrofik özellikteki çoğu organofosforlu ve organoklorlu insektisitlerin önemli bir bölümü kabuk soyma işlemi ile uzaklaştırılır. Buna karşın sistemik etkili pestisitlerin yıkama veya kabuk soyma işlemiyle sebze ve meyvelerden uzaklaştırılması zordur. Isı işlemi uygulaması değişkenlik gösterir, örneğin bu yöntemle bazı gıdalarda karbofuran kalıntısı büyük ölçüde uzaklaştırılırken, parathion kalıntı seviyesinde bir değişiklik görülmez (Li, vd., 2021).

Ağır Metaller

Ağır metal ve metaloidler; yoğunluğu 4.0 g/cm^3 'ten yüksek, vücut için esansiyel veya toksik olabilen bakır (Cu), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), kurşun (Pb), civa (Hg), arsenik (As), gümüş (Ag), krom (Cr), demir (Fe) ve platinyum (Pt) gibi elementlerdir. Ağır metaller, dünyanın farklı bölgelerinde toprak ve suda çeşitli miktarlarda bulunan ve çevresel bulaşma kaynakları yoluyla gıdalara genellikle iz düzeyde bulaşarak risk oluşturabilen maddelerdir. Madencilik, endüstrileşme, doğal kaynaklar (volkanik vs.) ve şehirleşmenin getirdiği yaşamsal faaliyetler sonucu çevre ve su kaynaklarının kirlenmesi, ağır metal içeren sulardan elde edilen su ürünleri

ile atık suların tarımsal amaçlı gıda ve yem üretiminde kullanılması ağır metallerle önemli bulaşma kaynaklarını oluşturur (Jordem, 2003).

Ağır metaller insana, kontamine gıda veya suyun alınması, solunum veya doğrudan temas yoluyla geçer. Bu maddeler, sulu çözeltilerde katyonları, asitlerle tuzları oluşturur. Genel olarak suda kolay çözünmeyen, buna karşın yağda çözünen ve biyolojik olarak parçalanmayan, dolayısıyla vücutta birikerek toksik veya karsinojenik etkileyen maddelerdir. Bu özelliklerinden dolayı organizmada biyolojik membranları kolayca geçerek hücre zarı, mitokondri, nükleus ve enzimleri etkiler. Ağır metallerin biyolojik yapılara bağlanması, organizmada fonksiyonların değişmesine veya bozulmasına neden olur. Örneğin, enzimlere bağlanması halinde bu makro moleküllerin aktivitelerinin baskılanmasına yol açar. Bunun dışında ağır metallerin proteinler ile etkileşimi, nükleik asitlere bağlanmaları ve hücre membranı fosfolipid tabakası ile etkileşimi fonksiyon bozukluklarına neden olabilir. Metal iyonlarının DNA ile etkileşimi, DNA hasarına ve kansere yol açabilir (Briffa, vd., 2020, Zamora-Ledezma vd., 2021).

Çoğu çevresel kirlenmeye bağlı olarak gıdalara bulaşan ve sağlık yönünden önemli sorunlar oluşturan başlıca ağır metaller civa, kadmiyum, kurşun ve arseniktir. WHO sudaki en yüksek kurşun, kadmiyum, civa ve arsenik seviyelerini sırasıyla 10, 3, 6 ve 10 µg/l olarak belirlemiştir.

Korunma ve kontrol için;

1. Endüstriyel üretim sonucu ortaya çıkan ağır metallerden kaynaklanan çevresel kirlenmelerin önlenmesine ilişkin kontrol önlemleri alınmalıdır.
2. Hayvansal ve bitkisel gıdalarda, yemlerde ve suda ağır metal kalıntılarına ilişkin WHO'nun limit değerleri çerçevesinde ölçüm ve değerlendirmeler yapılmalıdır.
3. Çevresel kirlenmenin yoğun olduğu bölgelerde yetiştirilen yaşlı hayvanların böbrek, karaciğer gibi iç organlarında ve belli bölgelerdeki sulardan avlanan balık ve diğer su hayvanlarında ağır metal kalıntılarının yüksek olabileceği konusunda tüketici bilinçlendirilmelidir.

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar tam olmayan yanma veya piroliz sonucu ortaya çıkan kanser yapıcı ve mutajen özellikteki maddelerdir. Bu grup kimyasallar çok yüksek lipofilik özellikte, yüksek erime noktası ve düşük buhar basıncına sahip maddelerdir. PAH'lar, yüksek sıcaklık derecelerinde uzun süre kavurma (kahve), et ve balık ürünlerinin dumanlanması, yine et ve yağın mangal yapımı sırasındaki yanma reaksiyonlarına bağlı olarak farklı düzeylerde ortaya çıkar.

Özellikle yağlı etlerin yanması başta benzo(a)pyren olmak üzere PAH miktarını yükseltir. Ekmek ve tahıl temelli gıdaların yanması sonucu da önemli düzeylerde PAH ortaya çıkabilir, bu durum özellikle ekmek vb. fırınlanmış gıda ürünleri tüketim miktarının yüksek olduğu toplumlarda dikkate alınmalıdır.

Bazı Avrupa ülkelerinde ve ABD’de tahmini PAH alımının kişi başına günlük 0.1-0.6µg benzo(a) pyrene olduğu bildirilmektedir. Bu düzeyde PAH alımına, ülkelerde tüketim alışkanlıkları, gıdaların üretildiği bölgelerde çevresel kontaminasyon derecesi, gıda hazırlama ve pişirme teknikleri gibi faktörler etkili olmaktadır. Gıdalarda PAH’lardan kaynaklanan halk sağlığı risklerini en az düzeye düşürmek için yasal önlemler kapsamında gerekli kontroller yapılmalı ve özellikle tüketiciler bu konuda bilinçlendirilmelidir (Helferich ve Winter, 2001).

Akrilamid

Akrilamid, monomerik veya polimerik yapıda, suda kolay çözünen, karbondidrat yönünden zengin gıdalarda ısı işlemi uygulaması sonucu oluşan yüksek reaktif özellikte sağlığa zararlı bir maddedir. Akrilamid, genellikle 120°C üzerinde ısı uygulaması durumunda kahverengileşme (Maillard) reaksiyonu sırasında asparajin amino asidinin glikoz, fruktoz, maltoz gibi indirgenmiş şekerler ile tepkimeye girmesi sonucu ortaya çıkar. Akrilamid miktarı 180°C civarında ısı işlemi uygulamasıyla en yüksek düzeye ulaşır. Akrilamid oluşum potansiyeli yüksek olan gıdalar arasında cips, patates kızartması, kahvaltılık gevrekler, bisküvi, kahve gibi yüksek sıcaklık derecelerinde fırınlanmış veya pişirilmiş ürünler bulunur. Birçok ülkede yapılan çalışmalarda en yüksek patates cipsinde olmak üzere karbondhidrat miktarı fazla ve yüksek ısı işlemi görmüş gıdalarda akrilamid miktarının 150-4.000 µg/kg arasında değiştiği saptanmıştır. Akrilamidin sağlık üzerine nörotoksik, üreme bozuklukları, karsinojenik ve mutajenik etkileri olduğu bildirilmektedir. En önemli etki mekanizması akrilamidin enzimatik (sitokrom CYP2E1) yolla reaktif epoksit metaboliti olan glisidamide biyolojik dönüşümü şeklindedir. AB ve Türkiye içme sularında bulunabilecek en yüksek kalıntı değerini 0.1 µg/l olarak belirlemiştir (D’Mello, 2003, Raffan ve Halford, 2019).

Bisfenol A

Bisfenol A, endüstride polikarbonat plastik ve epoksi reçine yapımında kullanılan bir maddedir. Tüm dünyada çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılması sonucu çok önemli bir çevresel bulaşan olarak da kabul edilen BPA’ya maruziyet, gıda tüketimi, deri veya solunum yoluyla olur. Gıda endüstrisinde polikarbonat plastikler başlıca gıda ile temas eden yüzeylerde, plastik damacana ve su şişelerinde; epoksi reçineler ise metalden yapılmış içecek kutuları ve konserve kaplarda iç kaplama malzemesi olarak kullanılır. Gıdaya ilişkin endişe gıda ile temas eden malzemeler olan

polikarbonat plastik veya epoksi reçinelerden BPA'nın paketlenmiş gıda veya içeceklerle geçişiyle (migrasyon) ilgilidir. BPA'nın paketleme materyalinden gıda ve içeceklerle geçişi; pH değeri, gıdanın yağ içeriği, sıcaklık, süre, fiziksel hasar, tekrarlayan kullanım gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Bu konuda yapılan araştırma ve teknolojik çalışmalar, yasal düzenlemeler ve kontroller sonucunda su ve diğer içeceklerde BPA yönünden riskin önlenmesinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

BPA, östrojen reseptörlerine affinitesinden ve östrojenik etkisinden dolayı endokrin bozucu kimyasal olarak değerlendirilir. Bu kapsamda BPA'nın tiroid hormonu işlevini bozarak prostat kanseri hücrelerinin çoğalmasına ve testosteron hormonu sentezinin baskılanmasına neden olabileceği bildirilmektedir. AB ve birçok ülke BPA'nın biberonlarda kullanımını yasaklamıştır. EFSA 2015 yılında BPA için günlük tolere edilebilir sınır değerini 50 mikrogramdan 4 µg/kg vücut ağırlığı/güne düşürmüştür (Catenza, vd., 2021).

Dioksin ve Poliklorlubifeniller (PCB)

Dioksinler ve poliklorlubifeniller (PCB) insanlarda ciddi sağlık sorunları oluşturur. Poliklorlu dibenzo-*para*-dioksin (PCDD) ve dibenzofuranlar (PCDF), lipofilik ve kararlı organik bulaşanlar grubunda yer alır ve dioksin olarak tanımlanır. Bunlar içerisinde çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturan en toksik bileşiğin 2,3,7,8 tetrakloro dibenzo-*p*-dioksin (TCDD) olduğu saptanmıştır. Bu maddenin yarılanma ömrü insanda yaklaşık dokuz yıldır.

Gıda zincirine bulaşmada PCDD ve PCDF emisyonların atmosferik yolla taşınması, bitki, toprak ve suda birikmesi önemli kaynağı oluştururken, PCDD ve PCDF'lerin insanlara bulaşmasında temel gıda kaynaklarını yağ içeren hayvansal gıdalar (balık ve diğer su ürünleri dahil) oluşturur. Sığır, koyun, keçi gibi hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin ve meraların bulaşmasıyla kimyasalların hayvansal gıdalara geçtiği (carry over) bildirilmektedir. Hayvansal gıdalar içerisinde inek sütünün bu kimyasalları içermesi insan sağlığı açısından risk oluşturur. Balıkların bulaşma derecesi ise türe, yağlılık durumuna, yaşa, mevsime ve balıkların yakalandıkları su kaynaklarına göre değişir. (Fiedler, 1996). Farklı ülkelerde yapılan çalışmalar en yüksek dioksin konsantrasyonunun hayvanların karaciğerinde saptandığını göstermektedir (Anon, 2000).

Toksikolojik olarak aktif olan ve hedef dokularda kritik konsantrasyona ulaşan PCDD ve PCDF'lerin etkisinin stoplazmik reseptör proteini olan aril hidrokarbona (AhR) bağlanması şeklinde olduğu kabul edilir. Bazı poliklorlu bifeniller (PCB de Ah reseptörüne bağlanarak 2,3,7,8 PCDD ve PCDF'lere benzer toksikolojik etkiler oluşturur. Dioksinlerin 2,3,7,8 pozisyonlarında kloro bağlanmış yapıları, deney hayvanlarında büyümenin gerilemesine, immün

sistem ve üreme bozuklukları ile kansere yol açmakta, ayrıca toksikolojik etki göstermektedir (Hoogenboom, vd., 2020).

Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC), 1997 yılında 2,3,7,8 TCDD'yi en kanserojenik kimyasal grubuna (Grup 1) almıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 1998'de dioksinlerin insan sağlığı için oluşturabileceği riskleri değerlendirmiş ve günlük tolere edilebilir dozu 1-4 pikogram TEQ (Toxic Equivalent)/vücut ağırlığı olarak önermiştir (Anon 1999, Van Leeuwen ve Younes, 2000).

Halk sağlığının korunması için, dioksin emisyonunu azaltmaya ve gıda zincirine bulaşmasını engellemeye yönelik yasal önlemlerin alınması ve bazı hayvansal gıdaların bir program kapsamında bu kimyasalların miktarı yönünden takip edilmesi gereklidir.

Kaynakça/References

- Anon 1987. Scientific Working Group on Anabolic Agents. Scientific report on anabolic agents in animal production. Vet. Rec. 24: 389-391.
- Anon 1999. UNEP (United Nations Environment Programme). Chemicals, dioxin and furan inventories. National and Regional Emissions of PCDD/PCDF. Geneva, Switzerland.
- Anon. (2000). European Commission. Health & Consumer Protection Directorate-General, Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on The Dioxin Contamination of Feedingstuffs and Their Contribution to the Contamination of Food of Animal Origin.
- Briffa, J., Sinagra, E., Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. Heliyon 6: e04691.
- Cabras, P. (2003). Pesticides: Toxicology and residues in food. In: D'Mello, J.P.F. (ed.) 2003. Food Safety. Contaminants and Toxins. Cabi. Publ., Cambridge, MA. 91-124.
- Catenza, C. J. et al. (2021). A targeted review on fate, occurrence, risk and health implications of bisphenol analogues. Chemosphere, 268: 129273.
- D'Mello, J.P.F. (ed.) (2003). Food Safety. Contaminants and Toxins. Cabi. Publ., Cambridge, MA.
- Doyle, M.E. (2000). Human safety of hormone implants used to growth promotor in cattle. A review of scientific literature. FRI Briefings, Food Research Institute, UW-Madison.
- Erol, İ. (2022). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara.
- Fiedler, H. 1996. Sources of PCDD/PCDF and impact on the environment. Chemosphere. 32: 55-64.
- Hoogenboom, R. L.A.P., et al. (2020). Congener patterns of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls as a useful aid to source identification during a contamination incident in the food chain. Sci. Total Environ. 746: 141098.
- Helferich, W., Winter, C.K. (eds.). (2001). Food Toxicology. CRC Pres, Boca Raton, London.
- Jordem, L. 2003. Heavy metals. In: D'Mello, J.P.F. (ed.) 2003. Food Safety. Contaminants and Toxins. Cabi. Publ., Cambridge, MA. 199-215.
- Li, C. et al. (2021). The present situation of pesticide residues in China and their removal and transformation during food processing. Food Chem. 354: 129552.

- Raffan, S., Halford, N. G. (2019). Acrylamide in food: Progress in and prospects for genetic and agronomic solutions. *Annal. Appl. Biol.* 175: 259-281.
- Sharma, A. et al. (2020). Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 201: 110812.
- Van Leeuwen, F.X.R., Younes, M. M. (2000). Consultation on assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI): Executive summary. *Food Add. Contaminants.* 17(4): 223 -240.
- Zamora-Ledezma, C. et al. (2021). Heavy metal water pollution: A fresh look about hazards, novel and conventional remediation methods. *Environ. Technol. Innov.* 22: 101504.

**Prof. Dr. İRFAN EROL | Doğu Akdeniz Üniversitesi | Atılım Üniversitesi |
proferol[at]yahoo.com | ORCID 0000-0002-4078-7499**

İrfan Erol, 1985 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesinden mezun oldu. Almanya'da Berlin Freie Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni Enstitüsünde 1987-1991 yıllarında DAAD bursu ile doktora yaptı. Ekim 1993'de doçent, Ocak 1999'da Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesinde profesör oldu. 1996 yılında Berlin Freie Üniversitesinde, 2000-2001 yıllarında ABD Wisconsin Üniversitesinde misafir bilim insanı olarak görev yaptı. 2003-2012 yıllarında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı/Bölüm Başkanlığı yaptı. Prof. Erol, 2012-2016 yıllarında T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürü olarak görev yaptı. Genel Müdürlüğü sürecinde, CVO ve OIE Türkiye delegesi, EFSA İstişare Kurulu üyesi, FAO/WHO Kodeks Alimentarius Komisyonu Ulusal Temsilcisi ve EU-FMD Yönetim Kurulu üyesi olarak görev yaptı. 12. Fasıl Müzakerelerine 2015 yılında Bakanlık adına Başkanlık yaptı. 32. Dünya Veteriner Kongresi dahil, 3 ulusal/uluslararası kongre başkanlığı yaptı. Prof. Erol, YÖK Üniversitelerarası Kurul Doçentlik Komisyonu üyeliği, YÖK Veterinerlik Yayın Etiği Komisyonu üyeliği, TÜBA-Gıda ve Beslenme Çalışma Grubu üyeliği, TÜBİTAK VHAG Yürütme Komitesi üyeliği, TÜBİTAK TOVAG Danışma Kurulu üyeliği, TÜBİTAK ÇPDK üyeliği, TÜBİTAK UME Danışma Kurulu üyeliği ve TÜRKAK Danışma Kurulu üyeliği yaptı. Halen, Doğu Akdeniz Üniversitesi ve Atılım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültelerinde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

**Prof. Dr. İRFAN EROL | Eastern Mediterranean University | Atılım University |
proferol[at]yahoo.com | ORCID 0000-0002-4078-7499**

İrfan Erol, graduated from Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine in 1985. He earned his PhD from Freie University in Berlin, Faculty of Veterinary Medicine, Institute of Food Hygiene in Germany, between 1987-1991 by a scholarship from DAAD. He became an associate professor in October 1993 and a professor in January 1999. He worked as a visiting scientist at Freie University in Berlin in 1996 and at Wisconsin University, in the USA in 2000-2001. He was head of the Department of Food Hygiene and Technology between the years of 2003 and 2012. He served as a Member of Inter University Council, VHAG Executive Committee and Advisory Boards of TOVAG and UME at TÜBİTAK, and TÜRKAK. He was Chair of the 32. World Veterinary Congress. Prof. Erol served as Director General of the Food and Control, Ministry of Food, Agriculture and Livestock between 2012-2016. During this period, he was CVO and representative of Turkey to OIE and Codex Alimentarius Commission of FAO/WHO. He was Advisory Committee member of EFSA. Currently he is a professor at the Eastern Mediterranean University and Atılım University, at the Schools of Health Sciences.

