

# Gıdalarda bisfenol A varlığının değerlendirilmesi

Buket ER\*, Belgin SARIMEHMETOĞLU\*\*

**Öz:** Bisfenol A (BFA), gıda ve içecek ambalajlama materyallerinde hammadde olarak kullanılan polikarbonat plastikler ve epoksi reçinelerin monomeri olan endüstriyel bir kimyasaldır. Bu monomerler yüksek üretim kapasitesine sahiptirler ve yaygın kullanım alanları vardır. Gıdalardaki BFA kontaminasyonunun çoğunluğu BFA içeren kaplardan migrasyon ile şekillenmektedir. Kontamine gıdanın tüketilmesi ile de vücuda alınımı gerçekleşmektedir. BFA'ya maruziyet durumuna bağlı olarak insanların serum, kan, idrar örneklerinde belirli düzeylerde BFA varlığına rastlanabilir. BFA öncelikli olarak endokrin sistemi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu endokrin bozucu kimyasal madde endojen östrojenlerin aktivitesinde ve androjen sistem üzerine de etkilidir. Ayrıca BFA tiroid hormon fonksiyonunda bozukluklar, merkezi sinir sistemi fonksiyonunda farklılıklar ve immün sistemin baskılanmasında da rol oynayabilmektedir. Bu derlemede, önemli bir gıda kontaminantı olan BFA'nın gıdalara migrasyonu, metabolizması ve toksikolojik etkileri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

*Anahtar sözcükler:* Bisfenol A, epoksi reçine, polikarbonat, gıda, endokrin sistem.

## The assesment of bisphenol A presence in foods

**Abstract:** Bisphenol A (BPA), is an industrial chemical substance as a monomer in the production of epoxy resins and polycarbonates and is used as raw material in food and drink packaging. These monomers are produced with high capacity thus they have a wide usage area. BPA contamination in food usually occurs as a result of migration from the packages that contains BPA. As a results of consumption of the contaminated food,

it is taken into body. According to the BPA exposure, BPA may be determined in serum, blood, urine samples of human. BPA affects the endocrine system primarily. This endocrine defecting chemical substance was many affects on the activity of endogenous eustrogens and the androgen system. BPA, also may play a role in thyroid hormone disfunctions, central nervous system function disorder and immune supression.

In this review the migration to food, the metabolism and the toxicologic side effects of an important food contaminant, BPA was mentioned.

*Key words:* Bisphenol A, epoxy resin, polycarbonate, food, endocrine system.

## Giriş

Bisfenol A (BFA) dünyada yaygın olarak kullanılan kimyasallardan biridir (2). Dünyada üretilen BFA'nın % 70'i polikarbonat plastiklerin, % 25'i epoksi reçinelerin üretiminde kullanılmaktadır (38). Polikarbonatlar biberonlar, su şişeleri gibi değişik plastik ürünlerin yapımında yer almaktadır (10, 30). Epoksi reçineler ise deniz ürünleri, sebze, bira, alkolsüz içecekler, süt tozu gibi gıda ve içeceklerin ambalajlanmasında kullanılan metal kutuların iç yüzeyinin kaplanmasında, şarap ve su gibi sıvıların bulunduğu depolama kapları ile değişik tiplerdeki gıda taşıma kaplarının yapılmasında kullanılmaktadır (17). Bu ambalaj materyallerinin yapımında proses doğru bir şekilde gerçekleşmezse BFA tipi reçineler ve reaksiyon ürünlerinin gıdaya migrasyonu şekillenmektedir (17).

Son yıllarda BFA'nın düşük dozlarda bile endokrin sistemi olumsuz yönde etkileyebildiği bilinmektedir. Ayrıca BFA'nın merkezi sinir sisteminde

\* Dr., Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Besin Analizleri Bilim Dalı, 06330, Etiler, Ankara.

\*\* Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 06110, Dışkapı, Ankara.

bozukluk ve immün sistem üzerinde de olumsuz etkileri olabileceği belirtilmektedir (28, 40). Ambalaj materyallerinden gıda maddelerine toksik maddelerin migrasyonu önemli bir sağlık sorunudur (1). Avrupa Birliği düzenlemelerinde gıda ile temas halindeki materyallerin insan sağlığını tehlikeye atacak, gıdanın organoleptik özelliklerinin bozulmasına veya gıdada kabul edilmeyecek niteliksel değişikliklere neden olacak miktarlarda gıda maddelerine geçmemesi gerektiği bildirilmektedir (9).

Gıdaya ambalaj materyallerinden migrasyonla geçen maddeler ile ilgili çalışmalar gıda güvenliği ve insan sağlığı açısından önemini korumaktadır. Bu derlemede gıdalarda önemli bir migrant madde olan BFA'nın gıdalara migrasyonu, metabolizması ve toksik etkileri hakkında bilgi verilmektedir.

### Gıdalara bisfenol A migrasyonu

Migrasyon, gıda maddesi ile ambalaj materyali arasındaki etkileşim ile meydana gelen kütle transferi olarak tanımlanmaktadır. Ambalaj materyalinden gıda maddesine monomerler, plastik katkı maddeleri ve oligomerler gibi pek çok madde migrasyonla geçebilmektedir (26). Bu madde geçişi, gıda ile ambalaj materyalinin temas yüzeyinin alanı, temas süresi, ambalaj materyalindeki migrant çeşidi ve konsantrasyonu, ambalaj materyalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, sıcaklık, gıda maddesinin agregat durumu, gıdanın yağlı, sulu, asitli olma gibi özellikleri ve ürün ögelerinin migrantlara olan ilgisi gibi bazı faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (39).

BFA migrasyonu polimerizasyonun tamamlanmaması veya polimerlerin kısmi hidrolizi sonucunda ambalajdan gıdaya gerçekleşmektedir (15). Konserve gıdalarda BFA migrasyonunu etkileyen ana faktör konservasyon işleminde kullanılan ısıtma süresi ve sıcaklığıdır (18, 23, 31, 35). BFA içeren kaplara mikrodalga ile pişirme gibi yüksek sıcaklık uygulamaları yapıldığında reçineler dekompozisyona uğramaktadırlar. Bunun sonucunda ambalajdan gıdaya bisfenollerin migrasyonu daha yoğun ve hızlı olmaktadır (22). Ayrıca gıdanın içeriğinin de migrasyonda etkili olduğu ile ilgili bilgiler mevcuttur. Kang ve ark., (23) yaptıkları çalışmada konserve kutularına %5-10 sodyum klorid veya bitkisel yağ varlığında 121°C'de sıcaklık uy-

gulandığında BFA migrasyonunun arttığını belirtmişlerdir (>10 ng/ml). Aynı zamanda BFA migrasyonu depolama süresinden de etkilenmektedir ve depolama sırasında gıdada BFA birikebilmektedir (31).

Farklı ülkelerde değişik gıda maddelerini kapsayan BFA migrasyonu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Inoue ve ark., (21) yaptıkları çalışmada epoksi bazlı ambalajlarda muhafaza edilen 107 bal örneğinde tespit edilemeyen düzey ile 33,3 ng/g arasında BFA bulduklarını bildirmişlerdir. Maragou ve ark.,(29) yaptıkları çalışmada metal kutuda ambalajlanmış süt örneklerinde <1,7-15,2 ng/g arasında BFA tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Cao ve ark., (6) metal kutuda muhafaza edilen bebek mamalarında 2,27-10,2 ng/g düzeylerinde BFA saptadıklarını bildirmişlerdir. Shao ve ark., (34) Beijing (Çin) marketlerinden temin ettikleri domuz, balık, tavşan, ördek ve tavuk etini kapsayan 27 et örneğinin 13 tanesinde 0,33-7,08 µg/kg oranlarında BFA saptadıklarını belirtmişlerdir. Cao ve ark., (5) Kanada Ottawa'dan marketlerden temin ettikleri 72 adet meşrubatta BFA miktarlarını araştırmışlardır. Analize aldıkları 72 adet meşrubat örneğininin %69'unda 0,032-4,5 µg/L aralığında BFA saptadıklarını belirtmişlerdir.

Türkiye'de gıdalarda BFA miktarları ile ilgili çok kısıtlı çalışma yapılmıştır. Literatürde BFA türevli bir madde olan bisfenol A diglisidileter (BADGE) ile ilgili bir çalışmaya rastlanmıştır. Erkan ve ark., (14) yaptıkları çalışmada Türkiye'deki marketlerden temin ettikleri farklı markalara ait balık örneklerinde BADGE miktarlarını araştırmışlardır. Çalışmada sardalya ve hamsi balıklarında yüksek miktarlarda BADGE saptadıklarını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada Er, (13) yaptığı çalışmada Ankara bölgesinde tüketime sunulan konserve ton balıklarında BFA miktarlarını araştırmıştır. Bu çalışmada analize alınan 160 örneğin %24,8'inin Türk Gıda Kodeksi sınır değerinden (0,6 mg/kg) yüksek olduğu belirtilmiştir.

### Bisfenol A'nın gıdalar ile alınması ve metabolizması

BFA konserve sebze, içecek, balık, bebek maması, süt ve et ürünlerinde bulunabilmektedir. Gıdalardaki BFA kontaminasyonunun çoğunluğu BFA içeren kaplardan migrasyon ile şekillenmek-

tedir. BFA'nın gıdaya migrasyonu ile de vücuda alınımı gerçekleşmektedir (25). İnsanların serum ve idrar gibi biyolojik örneklerinde BFA'ya rastlandığı bildirilmektedir (4, 16, 30). BFA metabolizması, türler ve soylar arasındaki farktan dolayı çeşitlilik göstermektedir. Memelilerde BFA metabolizmasında glukuronidasyon ve sülfasyon olmak üzere iki yolun olduğu belirtilmektedir. İnsanda, BFA mide barsak kanalından hızlı bir şekilde absorbe edilmektedir. Daha sonra glukuronik asit veya sülfat ile birleşmektedir (21, 27). Alım yolu, doz ve deney hayvanlarında fark olmasına rağmen, serbest BFA'nın dışkı ile % 56-82, idrar ile de % 13-28 oranında atıldığı belirtilmektedir (24). Calafat ve ark., (4), Amerika'da 394 yetişkinin idrar örneklerinde yaptıkları çalışmada, örneklerin %95'inde BFA miktarını 0,1 µg/l'den fazla tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Hastalıkların kontrolü ve önlenmesi Merkezi tarafından (The Centers for Disease Control and Prevention-CDC) 2007 yılında Amerika'da yapılan bir çalışmada 6 yaş ve üstü 2,517 insanda idrar örneklerinde BFA düzeyleri araştırılmıştır ve örneklerin yaklaşık olarak %93'ünde BFA varlığı bildirilmiştir (7).

### **Bisfenol A'nın toksikolojik etkileri ve gıdalardaki yasal sınırlar**

BFA'nın primer endokrin bozukluğu yanında endojen östrojenlerin aktivitesinde değişiklikler, tiroid hormon fonksiyonunda bozukluklar, merkezi sinir sistemi fonksiyonunda farklılıklar, immün sistemin baskılanması ve ayrıca androjen sistem üzerine etkileri olabilmektedir (40). Ayrıca BFA'nın düşük dozlarda alınması sonucunda farklı dokularda çok çeşitli biyolojik etkiler meydana getirdiği ve lipofilik özellikte olduğu içinde insanda yağlı bölgelerde birikebildiği belirtilmiştir (3, 40). BFA'nın östrojenik aktivitesi ilk kez 1936'da Dodds ve Lawson tarafından farkedilmiştir (32). Bazı araştırmacılar BFA'nın endokrin bozukluğuna neden olmasının görmezden gelinebileceğini bildirmektedir (19). Fakat yapılan çalışmalarda BFA'nın annenin vücudundan fetusa geçebildiği, fetusun üreme organlarında anormalliklere neden olduğu ve davranış değişikliklerine neden olduğu belirtilmektedir. Böylece BFA'nın fetal periyot doğrultusunda insanları etkileyebildiği bildirilmiştir (33). BFA'nın akut oral toksisitesinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada 5'er adet dişi ve

erkek rata oral yolla 2000 mg/kg ve 5000 mg/kg miktarlarında BFA verildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, BFA'nın 2000 mg/kg konsantrasyonunda ölüme neden olmadığı, 5000 mg/kg konsantrasyonunda erkeklerden birinin ve dişilerin hepsinin öldüğü ve sonuçta da dişilerin erkeklerden daha hassas olduğu belirtilmiştir. Diğer bir çalışmada ise erkek ve dişi farelerde BFA'nın akut oral toksisitesi araştırılmıştır. LD50 değerinin erkek ve dişi fareler için sırasıyla 5200 ve 4100 mg/kg olduğu bildirilmiştir (12).

Takeuchi ve ark., (36) yaptıkları çalışmada BFA'ya maruz kalmış obez veya obez olmayan polikistik over sendromlu kadınların BFA serum düzeylerinin sağlıklı kadınlardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte sağlıklı obez olmayan kadınların BFA konsantrasyonlarının sağlıklı obez kadınlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bunun sonucunda da beden kitle indeksi ile BFA düzeyleri arasındaki pozitif korelasyonun önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar BFA düzeyleri ile testosteron ve androjen düzeyleri arasında da pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Hiroi ve ark., (20)'nin yaptıkları çalışmada ise yüksek konsantrasyonlardaki BFA'nın östrojen reseptörlerine bağlanarak östrojenik etki gösterebildiğini ve böylece endometriyal hiperplaziyi arttırdığını bulmuşlardır. Araştırmacılar BFA ve östrojen bağlantılı hastalıklar arasında kompleks bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

BFA'ya mesleki nedenlerle maruz kalanlar dışında bütün yaş gruplarında temel BFA kaynağı tüketilen gıdalardır (8). Ayrıca gıda maddelerinin tüketimi ile yetişkinler vücut ağırlığı baz alınarak günlük 0,00048 mg/kg ve çocuklar ise 0,0016 mg/kg BFA'ya maruz kalabilmektedir (10). Yenidoğanların gıdalarında BFA miktarı 0,1-13,2 ppb düzeylerinde olabilmektedir. Bu maruziyet çocuklar açısından önemlidir. BFA'nın 1 ng/L'den az konsantrasyonlarda alınması östrojenik aktiviteyi etkileyebilmektedir (32). BFA ilk kez 1986'da Avrupa Birliği'nin Bilimsel Gıda Komitesi (Scientific Committee for Food-SCF) tarafından plastik materyallerde kullanımı ve gıda maddeleri ile temas halinde bulunması ile değerlendirilmeye alınmıştır. Aynı zamanda bu komite tarafından ratlar ve farelere 90 gün uygulanan deneyler sonucunda

BFA'nın geçici olarak tolere edilebilir günlük alım miktarı (Tolerable Daily Intake-TDI) 0,01 mg/kg va/gün olarak bildirilmiştir. Gıda maddeleri ile temasta bulunan madde ve malzemeler ile ilgili 2002/72/EC sayılı komisyon direktifinde BFA'nın spesifik migrasyon limiti 0,6 mg/kg olarak belirtilmiştir (11). Türkiye'de BFA ile ilgili yapılan düzenlemeler Avrupa Birliği direktiflerine uyumludur. Türk Gıda Kodeksi, Gıda Maddeleri ile Temasta Bulunan Plastik Madde ve Malzemeler Hakkındaki Tebliğ'de BFA'nın spesifik migrasyon limiti 0,6 mg/kg olarak belirtilmiştir (37).

### Sonuç

Gıdaların ambalajlanması, kirliliğin önlenmesinde ve güvenliğin sağlanmasında büyük öneme sahiptir. Ancak ambalaj materyalindeki BFA tipi monomerlerin gıdaya migrasyonu söz konusu olabilmektedir. Bu monomerlerin de insan sağlığı açısından potansiyel risk oluşturabileceği bilinmektedir. Sonuç olarak, BFA'nın toksik etkileri değerlendirildiğinde gıdalarda BFA ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, gıdalardaki BFA düzeyleri, kronik toksisite ve alternatif ambalaj materyalleri ile ilgili çalışmaların artırılması yanında yasal düzenlemeler doğrultusunda BFA kontaminasyonunun kontrol altında tutulma gerekliliği de görülmektedir.

### Kaynaklar

- 1. Arvanitoyannis, IS, Bosnea L (2004):** Migration of substances from food packaging materials to foods. *Crit Rev Food Sci*, 44, 63-76.
- 2. Ballesteros-Gomez A, Rubio S, Perez-Bellido D (2009):** Analytical methods for the determination of bisphenol A in food. *J Chromatogr A*, 1216(3), 449-469.
- 3. Ben-Jonathan N, Hugo ER, Brandebourg TD (2009):** Effects of bisphenol A on adipokine release from human adipose tissue: Implications for the metabolic syndrome. *Mol Cell Endocrinol*, 304, 49-54.
4. Calafat AM, Kuklenyik Z, Reidy JA, Caudill SP, Ekong J, Needham LL (2005): Urinary concentrations of bisphenol A and 4-nonylphenol in a human reference population. *Environ Health Persp*, 113(41), 391-395.

**5. Cao X, Corriveau J, Popovic S (2009):** Levels of bisphenol A in canned soft drink products in Canadian Markets. *J Agr Food Chem*, 57, 1307-1311.

**6. Cao XI, Dufresne G, Belisle S, Clement G, Falicki M, Beraldin F, Rulibikiye A (2008):** Levels of bisphenol A in canned liquid infant formula products in Canada and dietary intake estimates. *J Agric Food Chem*, 56(17), 7919-7924.

**7. CDC (2008):** The Centers for Disease Control and Prevention USA -CDC. National report on human exposure to environmental chemical. Erişim: [http://www.cdc.gov/exposurereport/pdffactsheet\\_bisphenol.pdf](http://www.cdc.gov/exposurereport/pdffactsheet_bisphenol.pdf). Erişim Tarihi: 01.08.2008.

**8. Dekant W, Völkel W (2008):** Human exposure to bisphenol A by biomonitoring: Methods, results and assessment of environmental exposures. *Toxicol Appl Pharm*, 228, 114-134.

**9. EC (1990).** European Parliament and Council Directive No 90/ 128 /EEC. Relating to plastics materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Erişim: [http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/leg\\_files/90\\_128\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/leg_files/90_128_en.pdf). Erişim Tarihi: 01.08.2008.

**10. EC(2002a):** European Commission SCF/CS/PM/3936 Final. Opinion of the Scientific Committee on food on bisphenol A. Scientific Committee on Food. Erişim: <http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out128en.pdf>. Erişim Tarihi: 01.08.2008.

**11. EC(2002b):** European Parliament and Council Directive No 2002/72/EC. Relating to plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Erişim: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:220:0018:0058:EN:PDF>. Erişim Tarihi: 01.08.2008.

**12. ECB (2003):** European Chemicals Bureau, European Union risk assessment report 4,4'-isopropylidenediphenol(bisphenol-A). Eines No: 201-245-8 Office for Official Publications of the European Communities.

**13. Er, B (2010):** Ton balığı konservelerinde katı faz ekstraksiyon ve HPLC metodu ile bisfenol A varlığının incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.

- 14. Erkan N, Hele N, Özden O (2005):** Determination of bisphenol A diglycidyl ether (BADGE) in canned fish in oil from the Turkish market. *Deut Lebensm-Rundsch*, 101(7), 301–305.
- 15. Estevez-Alberola MC, Marco MP (2004):** Immunochemical determination of xenobiotics with endocrine disrupting effects. *Anal Bioanal Chem*, 378, 563–575.
- 16. Fukata H, Miyagawa H, Yamazaki N, Mori C (2006):** Comparison of elisa- and lc-ms-based methodologies for the exposure assessment of bisphenol A. *Toxicol Mech Method*, 16, 427–430.
- 17. Garcia RS, Losada PP (2004):** Determination of bisphenol A diglycidyl ether and its hydrolysis and chlorohydroxy derivatives by liquid chromatography–mass spectrometry. *J Chromatogr A*, 1032, 37–43.
- 18. Goodson A, Summerfield W, Cooper I (2002):** Survey of bisphenol A and bisphenol F in canned foods. *Food Addit Contam*, 19, 796–802.
- 19. Gray GM, Cohen JT, Cunha G, Hughes C, McConnell EE, Rhomberg L, Sipes IG, Mattison, D (2004):** Weight of the evidence evaluation of low-dose reproductive and developmental effects of bisphenol A, *Hum Ecol Risk Assess*, 10, 875–921.
- 20. Hiroi H, Tsutsumi O, Takeuchi T, Momoda M, Ikezaki Y, Okamura A, Yokota H, Taketani Y (2004):** Differences in serum bisphenol A concentrations in premenopausal normal women and women with endometrial hyperplasia. *Endocr J*, 51(6), 595–600.
- 21. Inoue H, Tsuruta A, Kudo S, Ishi, T, Fukushima Y, Iwano H, Yokota H, Kato S (2004):** Bisphenol A glucuronidation and excretion in liver of pregnant and nonpregnant female rats. *Drug Metab Dispos*, 33, 55–59.
- 22. Jordáková I, Dobiáš J, Voldřich M, Poustka J (2003):** Determination of bisphenol A, bisphenol F, bisphenol A diglycidyl ether and bisphenol F diglycidyl ether migrated from food cans using gas chromatography-mass spectrometry. *Czech J Food Sci*, 21, 85–90.
- 23. Kang JH, Kito K, Kondo F (2003):** Factors influencing the migration of bisphenol A from cans. *J Food Protect*, 66, 1444–1447.
- 24. Kang JH, Katayama Y, Kondo F (2006):** Biodegradation or metabolism of bisphenol A: From microorganisms to mammals. *Toxicology*, 217, 81–90.
- 25. Kang JH, Kondo F, Katayama Y (2006):** Human exposure to bisphenol A. *Toxicology*, 226, 79–89.
- 26. Lau OW, Wong SK (2000):** Contamination in food from packaging material. *J Chromatogr A*, 882, 255–270.
- 27. Lee YJ, Ryu HY, Kim HK, Min CS, Lee JH, Kim E, Nam BH, Park JH, Jung JY, Jang DD, Park EY, Lee KH, Ma JY, Won HS, Im MW, Leem JH, Hong YC, Yoon HS (2008):** Maternal and fetal exposure to bisphenol A in Korea. *Reprod Toxicol*, 25, 413–419.
- 28. Lopez-Cervantes J, Paseiro-Losada P (2003):** Determination of bisphenol A in, and its migration from, PVC stretchfilm used for food packaging. *Food Addit Contam*, 20, 596–606.
- 29. Maragou NC, Lampi EN, Thomaidis NS, Koupparis MA (2006):** Determination of Bisphenol A in milk by solid phase extraction and liquid chromatography–mass spectrometry, *J Chromatogr A*, 1129, 165–173.
- 30. Matsumoto A, Kunugita N, Kitagawa K, Isse T, Oyama T, Foureman GL, Morita M, Kawamoto T (2003):** Bisphenol A levels in human urine. *Environ Health Persp*, 111(1), 101–104.
- 31. Munguia-Lopez EM, Soto-Valdez H (2001):** Effect of heat processing and storage time on migration of bisphenol A (BPA) and bisphenol A-diglycidyl ether (BADGE) to aqueous food stimulant from Mexican can coatings. *J Agric Food Chem*, 49, 3666–3671.
- 32. Rykowska I, Wasiak W (2006):** Properties, threats, and methods of analysis of bisphenol a and its derivatives. *Acta Chromatogr*, 16, 7–27.
- 33. Sajiki J, Miyamoto F, Fukata H, Mori C, Yonekubo J, Hayakawa K (2007):** Bisphenol A (BPA) and its source in food in Japanese markets. *Food Addit Contam*, 24(1), 103–112.

**34. Shao B, Han H, Li D, Ma Y, Tu X, Wu (2007):** Analysis of alkylphenol and bisphenol A in meat by accelerated solvent extraction and liquid chromatography with tandem mass spectrometry. *Food Chem*, 105, 1236–1241.

**35. Takao Y, Lee HC, Kohra S, Arizono K (2002):** Release of Bisphenol A from food can lining upon heating. *J Health Sci*, 48(4), 331-334.

**36. Takeuchi T, Tsutsumi O, Ikezuki Y, Takai Y, Taketani Y (2004).** Positive relationship between androgen and the endocrine disruptor, bisphenol A, in normal women and women with ovarian dysfunction. *Endocr J*, 51(2), 165-169.

**37. TGK (2005):** Türk Gıda Kodeksi. Gıda maddeleri ile temasta bulunan plastik madde ve malzemeler tebliği- 2005/31. Erişim: <http://www.kkkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2005-31.html#27652>. Erişim Tarihi: 07.03.2011.

**38. Tsai WT (2006):** Human health risk on environmental exposure to bisphenol-A: A Review. *J*

*Environ Sci Heal C*. 24, 225-55.

**39. Üçüncü, M (2000):** Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basım Evi, 656-679, İzmir.

**40. Wetherill YB, Akingbemi BT, Kanno J, McLachlan JA, Nadal A, Sonnenschein C, Watson CS, Zoeller RT, Belcher SM (2007):** In vitro molecular mechanisms of bisphenol A action. *Reprod Toxicol*. 24, 178–198.

---

Geliş Tarihi: 24.01.2011 / Kabul Tarihi: 07.03.2011

**Yazışma Adresi:**

Prof. Dr. Belgin Sarımehtetoğlu  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD.  
06110 Dışkapı-Ankara  
Tel: 0312 317 03 15 / 354  
e-posta: [bsarimeh@veterinary.ankara.edu.tr](mailto:bsarimeh@veterinary.ankara.edu.tr)