

GEBE KANINDA POLİBROMO DİFENİL ETER (PBDE) SEVİYELERİ

Mihriban Yılmaz CİVAN^{1(*)}, Demet ARSLANBAŞ¹, Meltem Özlen DİLLİOĞLUGİL²,
Serdar FİLİZ², Ayla GÜNLEMEZ²

¹Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe
Kampusü,41380 Kocaeli

²Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları A.B.D., Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Kampusü,41380
Kocaeli

ÖZET

Kalıcı organik kirleticiler (KOK) grubunda yer alan Polibromo difenil eterler (PBDE), polimer ve plastik malzemelerin yangına karşı dayanıklılığını arttırmak için kullanılmaktadır. Evlerde veya işyerlerinde kullandığımız her türlü plastik kaplar, beyaz eşyalar, cep telefonu, bilgisayar, masa, sandalye ve çocukların oyuncakları gibi bir çok ürüne ilave edilmektedir. Bu sebeple hergün PBDE kirleticilerine maruz kalmak kaçınılmazdır. PBDE'lere maruz kalmanın kanser, bağışıklık sisteminde fonksiyon bozukluğu, üreme ve gelişme bozuklukları, endokrin toksisite gibi olumsuz sağlık problemleri ile ilişkisi olabilmektedir. Fetus, hızlı organ büyümesi ve hücre bölünmesine sahip olduğundan, bağışıklık sisteminin ve detoksifikasyon mekanizmasının tam olarak gelişmemesinden dolayı, maruz kaldığı PBDE kirleticilerine karşı yetişkinlere kıyasla oldukça hassastır. Bu sonuçlar, son yıllarda gebelik döneminde PBDE grubu kirleticilere maruz kalınmasıyla ilgili çalışmalara ilgiyi arttırmıştır.

Bu çalışma Kocaeli bölgesinde yaşayan anne adaylarında PBDE seviyelerinin ölçülmesini amaçlamaktadır. Örnekler, 11-14 haftalık, tekil gebeliği olan ve yaşları 18-30 arasında olan 20 anne adayından alınmış ve alınan serum numunesinde 14 PBDE izomeri ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda BDE 153 (5,7 pg ml⁻¹) ve BDE 154 (5,1 pg ml⁻¹) kirleticisi en yüksek seviyede ölçülürken, örneklerin %50'sinde BDE 17, 66, 71, 100 ve 190 tayin sınırı altında olduğu görülmüştür. Toplam yağ ve Σ14PBDE arasında anlamlı ancak zayıf bir korelasyon bulunmuştur (p<0.05, r=0.74).

ANAHTAR KELİMELER

Anne adayları kanı, serum, PBDE, maruziyet

ABSTRACT

Persistent organic pollutants (POPs), including polybromodiphenyl ethers (PBDE) are frequently used to reduce flammability of polymers and plastics. They have been added to many types of commercial and household products such as plastic wares, household appliances, mobile phone, computer, tables, chairs, child's toys. Hence, exposure to PBDEs is inevitable in our everyday lives. Exposure to PBDEs could be linked with an array of potential adverse health effects including cancer, immune system dysfunction, reproductive and developmental disorders, and endocrine toxicity. Fetuses are more vulnerable than adults to PBDEs as they have rapid growth and organ

development and their immune system and detoxification mechanisms are not fully developed. These results have increased notably the interest of the scientific community on exposure to these compounds during gestation in recent years.

The present study aims to measure PBDE levels of volunteer pregnant womens living in Kocaeli. Samples were collected from 20 pregnant womens aged between 20-35 years at at 11-14th gestation week and measured 14 PBDE isomers with GC MS (CI mode). BDE-153(0,57 ng ml⁻¹) and BDE 154 (0.51 ng ml⁻¹) were found as most dominant congeners while for 50% samples, BDE 17, 66, 71, 100 and 190 were measured below dedection limit. The weak but significant correlations were calculated between total lipid and Σ_{14} PBDEs ($p<0.05$, $r=0.74$).

KEYWORDS

Maternal blood, serum, PBDEs, exposure

1. GİRİŞ

Endüstrinin gelişmesi, nüfusun ve buna bağlı olarak trafikteki araç sayısının artışı ile özellikle kentsel bölgelerde çevre kirliliği yoğunluğu artmaya başlamıştır. Fetus ve yeni doğan bebekler yetişkinlere göre, hızlı organ büyümesi ve hücre bölünmesine sahip olması, bağışıklık sistemlerinin ve detoksifikasyon mekanizmalarının tam olarak gelişmemesinden dolayı maruz kaldıkları çevresel kirliliğe oldukça hassastırlar (Eskenazi vd., 1999, Grandjean vd., 2008). Plasenta bazı kirleticilerin fetusa geçmesine engel olmasına rağmen kalıcı organik kirleticiler (KOK) (yüksek molekül ağırlığına sahip olsa da) fetusa ulaşabilmektedir (Vizcaino vd., 2011). KOK grubu kirleticiler, bozulmaya dayanaklılıkları, uzun yarılanma ömürleri ve lipofilik özelliklerinden dolayı çevrede uzun yıllar bozulmadan kalabilen ve besin zincirinde aktarılarak biyolojik birikime uğrayan ve bu yolla insan sağlığı ve çevre üzerinde zararlı etkilere yol açan kimyasalardır (Vafeiaadi vd., 2014). Kalıcı organik kirleticiler (KOK) grubunda yer alan yangına karşı dayanıklılığını arttırmak için polimer ve plastik malzemelerde kullanılan Polibromo difenil eterler (PBDE), sağlığa olan olumsuz etkilerinden dolayı Stokholm sözleşmesi ile üretimi durdurulmuştur (Besis and Samara, 2012). Ancak yasak öncesi üretilmiş ürünlerden PBDE'lerin salınımı devam etmektedir. Türkiye'de PBDE üretimi olmamış fakat PBDE içeren ürünler Stokholm sözleşmesine taraf olunmadan önce ithal edilmiştir (Civan, 2016). Ülkemizde hava, biota, anne sütü, pencere organik filmi, iç ortam havası ve iç ortam tozu gibi çevresel ortamlarda yapılan çalışmalarda PBDE'lerin belirlenebilir düzeylerde gözlemlenmesi, söz konusu kimyasalların ülkemizde çevresel ortamlarda bulunduğunu göstermektedir (Ulusal Uygulama Planı, 2014).

Ülkemizde anne adaylarının kirletici maruziyeti ile ilgili çalışmalara baktığımızda Çok vd. (2009; 2012) anne sütünde PAH, PCB, pestisit, dioksin ve furan türevlerinin ölçümü yapmışlardır. Bu çalışma dışında da anne adayı kanında bu kirleticilerin konsantrasyonları ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Özellikle sanayi ve trafik yoğunluğu fazla olan Kocaeli gibi bir şehirde anne adaylarının PBDE kirletici seviyelerin belirlenmesi ayrı bir öneme sahiptir. Sunulan çalışmanın amacı KOU BAP 2014/084 no'lu proje de ölçülmesi planlanan KOK grubu kirleticilerden PBDE seviyelerin ölçülmesinde ön değerlendirme yapmaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmanın başlangıcında farklı ekstraksiyon ve temizleme (kolon, kartuş gibi) yöntemleri denemiş geri kazanım oranları %69-87 arasında hesaplanan Grimalt vd (2010) ve Vizcanio vd (2014)'nın kullanıldığı yöntem en iyi geri kazanım oranına sahip olduğu için bu yöntem bazı revizasyonlar yapılarak uygulanmıştır. Ekstraksiyon aşamasından aşağıda kısaca bahsedilmektedir.

Çalışmada 1. Tarama testi yapılan (12-14 haftalık) anne adaylarından alınan numunelerin santrifüjde serum kısımları ayrılmıştır. Ayrılan serumlar örnek başına farklı hacimlere sahip olup 2-5 ml arasındadır. Serum numuneleri ekstraksiyon yapılabildiği kadar -80 C⁰'de derin dondurucuda bekletilmiştir.

Öncelikle örnek üzerine 1 µl BDE 203S surrogate standartları ilave edilip 30 saniye 2000 rpm hızda karıştırılmıştır. Daha sonra numuneye 3 ml hegzan ve 2 ml konsentre sülfirik asit ilave edilip santrifüjle karıştırılacak üst faz (hegzan fazı) numuneden ayrılmış kalan sülfirik asitli çözeltiye her defasında 2 ml hegzan ilave edilip, 30 saniye karıştırılıp, sentrifiy yapılarak yine üst faz ayrılmıştır. Toplamda 3 defa tekrar eden üst faz ayırma işlemi yapılmıştır.. Ekstrakte edilen hegzanlı üst faz içinde su olma ihtimaline karşı süssüz sodium sülfat çözeltisinden geçirilmiştir. Daha sonra numuneden azot gazı geçirilerek numune hacmi 100 µL'ye düşürülmüş ve analizler Agilent 7890 N GC ve Agilent 5977A mass spectrometer (CI)'da gerçekleştirilmiştir.

GC-MS'in kalibrasyonu 14 hedef PBDE bileşiği (BDE-17, -28, -47, -66, -71, -85, -99, -100, -138, -153, -154, -183, -190 ve-209) ve geri kazanım (recovery) stadandardı (¹³C₁₂BDE-203) için 6 farklı konsantrasyonda (1 ila 50 ng µl⁻¹ aralığında) hazırlanmış kalibrasyon çözelti karışımları ile yapılmıştır. GC kalibrasyon eğrilerinde korelasyon katsayısı eğrisi (R²) 0,997' den yüksektir. PBDE analizleri için fırın programı: 100 °C'de 1 dakika bekleme, 8 °C /dak'lık artışla 320 °C'ye çıkıp 6 dakika beklemiştir. Enjeksiyon port sıcaklığı 295 °C'dir.

Geri kazanım oranı hem surrogate standart miktarı farklılığından hem de SRM 1958 (BDE-17,-28, -47, -66, -85, 99, -100, -153, 154, -183,-206, -209) analizleri sonucunda elde edilmiştir. Surrogate ile yapılan geri kazanım oranı %76 olurken SRM örnek ile bulunan değerlerin yüzdesi %67 (BDE-209) ila %89 (BDE-153) olarak hesaplanmıştır.

Serumlarda toplam yağ miktarı gravimetrik yöntemle ölçülmüştür (Lopez-Espinosa vd., 2007) Numune öncelikle kloroform:methanol:hidroklorik asit (20:10:0,1) karışımı ile homojonize edilmiş daha sonra 10 mL 0,1 N HCl eklenerek 10 dakika 3000 rpm hızda karıştırılmıştır. Organik kısım toplanarak bu işlem bir kez daha tekrar edilmiştir. Ekstrakte edilen faz, sabit tartıma getirilen kaplarda yüksek saflıkta azot geçirilerek solvent uçurulmuş ve tartımı yapılmıştır.

3. SONUÇLAR

Çalışmada toplam 20 anne adayını kanı analiz edilmiştir. Çalışmaya katılan gönüllü anne adaylarının beşi İzmit merkezde, altısı Körfez, üçü Derince ve ikisi Kandıra ilçesinde yaşamaktadır. Anne adaylarının hiçbiri sigara içmemekte ve hepsi tekil gebeliktir. 9 anne adayını 20-25 yaş aralığında 6'sı 25-30 yaş aralığında 3 tanesi 30 yaşından büyük ve bir tanesi 20 yaşından küçüktür. Anne kanındaki lipid miktarları gravimetric olarak ölçüldüğünde 0,8 mg ml⁻¹ ile 7,2 mg ml⁻¹ aralığında ve ortalama 5,17 mg ml⁻¹ bulunmuştur. Kandaki lipid ve Σ₁₄PBDEs konsantrasyonları ile liner korelasyon yapıldığında anlamlı fakat zayıf bir korelasyon tespit edilmiştir. (p<0.05, r=0.74). Ancak ölçülen Σ₁₄PBDEs seviyeleri ile yaş grupları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

3.1. PBDE seviyeleri

Kocaeli'nde yaşayan toplam 20 anne adayını kanında BDE-153 (5,7 pg ml⁻¹) ve BDE-154 (5,1 pg ml⁻¹) kirleticisi en yüksek konsantrasyonda ölçülmüş olup , bunu BDE 209 (3,9 pg ml⁻¹) ve BDE 47 (3,05 pg ml⁻¹) takip etmektedir. Örneklerde en çok rastlanan PBDE izomerleri BDE-28, -47, -99, -153, -154, -183 ve -209 olarak tespit edilmiş ve her örnekte bu baskın BDE izomerler konsantrasyonları Σ₁₄PBDE oranlandığında %82 ile %100 arasında hesaplanmıştır. Ancak örneklerin %50'sinde BDE -17, -66, -71, -100 ve -190 tayin sınırı altında olduğu görülmüştür. Buradan da anlaşılacağı gibi bazı örneklerde sadece en baskın bu 7 kirletici ölçülmüşken bazı örneklerde bu baskın kirleticiler dışında BDE izomerleri de ölçülmüştür. Ölçümlerde elde edilen sonuçlar ve literatürden derlenen veriler Tablo 2'de sunulmuştur. Çalışmada ölçülen BDE konsantrasyonları literatür ile karşılaştırılabilir olması için tespit edilen lipid miktarı ile düzeltme yapılarak gr lipid başına düşen ng BDE izomeri hesaplanmıştır. Tabloda derlenen bilgiler sadece anne adayını kanı ile sınırlandırılmıştır. Tabloda da görüleceği gibi diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda sınırlı sayıda BDE izomerler ölçülmüştür. Farklı ülkelere ölçülen BDE izomerleri farklı aralıklarda tespit edilmiştir. Tablo 1'e göre anne adayını kanında en yüksek BDE seviyeleri Kaliforniya/ABD'de 2.7 ile 43 ng mg⁻¹ lipid aralığında ölçülmüşken Upsala/İsveç'te en düşük seviyelerde <LOD ile 0.90 ng g⁻¹ lipid aralığında tespit edilmiştir. -İsveç, İspanya ve Çin'de yapılan çalışmalarda Kocaeli'nde elde edilen sonuçlara benzer şekilde BDE-153 izomeri diğer PBDE'lere göre yüksek seviyede ölçülmüştür (Bi vd., 2006; Darnerud vd., 2015; Vizcanio vd., 2014). Ancak A.B.D. Kaliforniya'da yapılan araştırmada BDE-99 en yüksek seviyede ölçülürken başka bir eyalette (Indianapolis) BDE-47 en yüksek konsantrasyonda bulunmuştur (Whitehead vd 2015; Mazdai vd., 2003). A.B.D diğer ülkelere kıyasla daha sıkı yangından korunma yönetmelikleri uygulandığı için kullanılan yangın geciktirici kimyasalların miktarları fazla olmuştur. Bu sebeple maruz kalının PBDE seviyeleri diğer ülkelere göre oldukça yüksektir. Ayrıca her ülkede farklı izomer yapılarının oluşması kullanılan farklı BDE teknik karışımlarında da kaynaklanmaktadır.

Avrupa'da anne adayını kanı dışında yapılan çalışmalarında benzer şekilde BDE-153 en yüksek konsantrasyonda izomer olarak bulunmuşken A.B.D'de ve daha önceki yıllarda Avrupa'da yapılan çalışmalarda ise BDE-47 seviyesi yüksektir (Frederiksen vd.,2010; Roosens vd., 2009; Thomas vd., 2006; Guvenius vd., 2003; Herbstman vd., 2007). İzomerlerin bu farklılığı yasak ile bu kirleticilerin üretiminin durması ve mevcut çevresel kirlilikte ise BDE-153'ün BDE-47'ye

Tablo 1. Bu çalışma ve literatürde anne adaylarının kanında ölçülen PBDE seviyeleri (ng/g lipid)

Site	örnek sayısı	BDE 17	BDE 28	BDE 47	BDE 66	BDE 71	BDE 85	BDE 99	BDE 100	BDE 138	BDE 153	BDE 154	BDE 183	BDE 190	BDE 209	
Bu çalışma	20	<0.005	0.14	0.61	0.028	0.019	0.085	0.37	0.064	<0.005	1.41	1.35	0.21	<0.005	0.78	
Upsala/ İsveç	413		0.06	0.36	0.0			0.05	0.18	0.0	0.72		0.04		0.90	Damerud vd., 2015
California / USA	48			43				11	12		10	2.7				Whitehead vd., 2015
Spain	308		<0.0007	<0.002				1.55			2.60	2.40			<0.005 ^a	Vizcaino vd., 2014
South China	21		0.39	1.0				0.36	0.15		1.4	0.10	0.31			Bi vd., 2006 ²
Ontario/ Canada	97	1.04	2.22	24.2	2.52			8.73	3.25		4.15	1.71	2.87			Foster vd., 2011
Indianapolis/ USA	12			25				7.1	4.1		4.4	0.7	LOD			Mazdai vd., 2003

göre daha uzun yarılanma süresine sahip olmasından dolayı daha fazla maruziyet olabilmektedir (de Wit, 2002). Ayrıca yine iç ortam çalışmalarına bakılırsa BDE-209 izomeri en yüksek konsantrasyonda ölçülmüştür (Civan ve Kara, 2016; Abafe ve Martincigh, 2015; Vorkamp vd., 2011). Yüksek seviyede ölçülen BDE-154'ün BDE-209'un bozunması ile ortaya çıkabileceği belirtilmiştir (Yang vd., 2013). Kanda bulunan yüksek BDE-154 seviyesi bu ihtimali güçlendirmektedir.

4. TARTIŞMA

Kandaki lipid ve Σ_{14} PBDEs konsantrasyonları arasında anlamlı fakat zayıf bir korelasyon tespit edilmişken Σ_{14} PBDEs seviyeleri ile yaş grupları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. BDE 153 ($5,7 \text{ ng ml}^{-1}$) ve BDE 154 ($5,1 \text{ ng ml}^{-1}$) kirleticisi en yüksek konsantrasyonda ölçülmüş olup , bunu BDE 209 ($3,9 \text{ ng ml}^{-1}$) ve BDE 47 ($3,05 \text{ ng ml}^{-1}$) takip etmektedir. Örneklerde en çok rastlanan BDE-28, -47, -99, -153, -154, -183 ve -209 oranları %82 ila %100 arasında hesaplanmıştır.

Çok kısıtlı sayıda örnekten oluşan veri seti ile istatistiksel değerlendirme yapmak yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında örnek sayısı arttıkça kıyaslamalarda daha anlamlı sonuçlar bulunacağı tahmin edilmektedir. Bu alanda anne adaylarının kanında PBDE seviyelerinin tespiti yanında PBDE kirletici maruziyetinin temel kaynaklarının da incelenmesi ile ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Çalışma, KOU-BAP-2014/89 no'lu "Gebelikte Maruz Kalınan Kalıcı Organik Kirleticilerin Obstetrik Komplikasyonlarla İlişkisi" başlıklı proje kapsamında Kocaeli Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından (KOÜ KAEK) 2014/252 no'lu izni ile gerçekleştirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abafe O.A., Martincigh B.S., 2015. Polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in indoor dust in Durban, South Africa, *Indoor Air*, 25, 547–556
- Besis A, Samara C., 2012. Review polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in the indoor and outdoor environments e a review on occurrence and human exposure. *Environmental Pollution* 169, 217-229.
- Bi X., Qu W., Sheng G., Zhang W., Mai B., Chen D., Yu L., Fu J., 2006. Polybrominated diphenyl ethers in South China maternal and fetal blood and breast milk, *Environmental Pollution* 144, 1024-1030.
- Civan M.Y., 2016. Üniversite İç Ortamında Ölçülen Halojenli Kalıcı Organik Kirleticilerin Seviyeleri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part: C Tasarım ve Teknoloji*, 4(4), 321-329..

- Civan M.Y., Kara M., 2016. Risk Assessment of PBDEs and PAHs in House Dust in Kocaeli, Turkey: Levels and Sources, *Environmental Science and Pollution Research*, 23(23), 23369-23384.
- Çok İ., Henkelmann B., Mazmanci B., Mazmanci M.A., Schramm K.W., Turgut C., 2012. Analysis of Human Milk to Assess Exposure to PAHs, PCBs and Organochlorine Pesticides in the Vicinity Mediterranean City Mersin, Turkey, *Environment International*, 40, 63–69.
- Çok, İ., Demirkaya, E., Donmez, M.K., Henkelmann, B., Kotalik, J., Schramm, K.W., Shen, H., Uner, M. 2009. Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins, Dibenzofurans and Polychlorinated Biphenyls Levels in Human Breast Milk From Different Regions of Turkey, *Chemosphere*, 76, 1563-1571.
- de Wit, C.A., 2002. An overview of brominated flame retardants in the environment. *Chemosphere*, 46, 583–624.
- Darnerud P.O., Lignell S., Aune M., Isaksson M., Cantillana T., Redeby J., Glynn A., 2015. Time trends of polybrominated diphenylether (PBDE) congeners in serum of Swedish mothers and comparisons to breast milk data, *Environmental Research*, 138, 352–360.
- Eskenazi B, Bradman A, Castorina R., 1999. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects, *Environmental Health Perspective* 1999, 107,: 409–19.
- Frederiksena M., Thomsen C., Frøshaug M., Vorkamp K., Thomsen M., Bechere G., Knudsen L.E., 2010. Polybrominated diphenyl ethers in paired samples of maternal and umbilical cord blood plasma and associations with house dust in a Danish cohort, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 213, 233–242.
- Foster W.G., Gregorovich S., Morrison K.M., Atkinson S.A., Kubwabo C., Stewart B., Teo K., 2011. Human maternal and umbilical cord blood concentrations of polybrominated diphenyl ethers, *Chemosphere*, 84 , 1301–1309.
- Grandjean P, Bellinger D, Bergman A, Cordier S, Davey-Smith G, Eskenazi B, et al.2008. The faroes statement: human health effects of developmental exposure to chemicals in our environment, *Basic Clinical Pharmacol Toxicology*, 102:73–75.
- Grimalt J.O., Howsam M., Carrizo D., Otero R., Rodrigues de Marchi M.R., Vizcaino E., 2010. Integrated analysis of halogenated organic pollutants in sub-millilitre volumes of venous and umbilical cord blood sera, *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 396,2265–2272.
- Guvenius, D.M., Aronsson, A., Ekman-Ordeberg, G., Bergman, A., Norén, K., 2003. Human prenatal and postnatal exposure to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, polychlorobiphenyls, and pentachlorophenol. *Environmental Health Perspective*, 111, 1235–1241.
- Herbstman, J., Sjodin, A., Patterson, D.G., Apelberg, B.J., Witter, F.R., Halden, R.U., Heidler, J., Needham, L.L., Goldman, L.R., 2007. Determinants of prenatal exposure to

polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in an urban population. *Environmental Health Perspective*, 115, 1794–1800.

- Lopez-Espinosa M.J., Granada A, Carreno J., Salvatierra M., Olea-Serrano M., Olea N.,2007. Organochlorine Pesticides in Placentas from Southern Spain and Some Related Factors, *Placenta* 28, 631-638.
- Mazdai A., Dodder N.G., Abernathy M.P., Hites R.A., Bigsby R.M., 2003. Polybrominated Diphenyl Ethers in Maternal and Fetal Blood Samples, *Environmental Health Perspectives*, 111, 1249-1251
- Roosens, L., Abdallah, M.A.-E., Harrad, S., Neels, H., Covaci, A., 2009. Factors influencing concentrations of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in students from Antwerp, Belgium. *Environmental Science Technology*, 43, 3535–3541.
- Thomas, G.O., Wilkinson, M., Hodson, S., Jones, K.C., 2006. Organohalogen chemicals in human blood from the United Kingdom. *Environmental Pollution*, 141, 30–41.
- Ulusal Uygulama Planı, Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi, T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, 2014.
- Vafeiadi M., Vrijheid M., Fthenou E., Chalkiadaki G., Rantakokko p., Kiviranta H.,Kyrtopoulos A.S., Chatzi L., Kogevinas M.,2014. Persistent organic pollutants exposure during pregnancy, maternal gestational weight gain, and birth outcomes in the mother–child cohort in Crete, Greece (RHEA study), *Environment International*, 64, 16–123.
- Vizcaino E., Grimalt J.O., Lopez-Espinosa M.J., Llop S., Rebagliato M., Ballester F.,2011. Polybromodiphenyl ethers in mothers and their newborns from a nonoccupationally exposed population (Valencia, Spain). *Environ Int* 2011;37:152–159.
- Vizcaino E., Grimalt J.O, Fernández-Somoano F., Tardon A.2014. Transport of persistent organic pollutants across the human placenta. *Environment International*, 65; 107–115.
- Vorkamp K., Thomsen M., Frederiksen M., Pedersen M., Knudsen L.E., 2011. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in the indoor environment and associations with prenatal exposure. *Environmental International*, 37, 1–10.
- Whitehead T., Smith S.C., Park J.S., Petreas M.X., Rappaport S.M., Metayer C., 2015. Concentrations of persistent organic pollutants in California women's serum and residential dust, *Environmental Research*,136, 57–66.
- Yang Q., Qiu X., Li R., Liu S., Li K, Wang F., Zhu P., Li G., Zhu T., 2013. Exposure to typical persistent organic pollutants from an electronic waste recycling site in northern China. *Chemosphere*, 91,205–211.