

## FİTALAT ESTERLERİ VE SU ÜRÜNLERİ TÜKETİMİNDEKİ YERİ

**Pınar Yerlikaya**

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

Received: 14.11.2016

Accepted: 17.01.2017

Published online: 04.03.2017

Corresponding author:

**Pınar YERLİKAYA**, Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, Antalya, Türkiye

E-mail: [pyerlikaya@akdeniz.edu.tr](mailto:pyerlikaya@akdeniz.edu.tr)

### Öz:

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte kullanımı artan birçok organik ve inorganik kirletici ile kimyasal kontaminantlar hem biyolojik sistemi hem de insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmaktadır. Fitalatlar plastik malzemelere dayanıklılık ve esneklik vermesi amacıyla kullanılan insan yapımı bileşiklerdir. Gıda ambalajları, oyuncak, kozmetik, ev malzemeleri, medikal aletler gibi birçok alanda plastik materyallerin kullanıldığı düşünüldüğünde fitalatlara ne kadar çok maruz kaldığımız ortaya çıkmaktadır. Birçok organik kirletici gibi fitalatlar da yağda çözülmekte ve su, hava ve organik yapılar sayesinde taşınabilmektedir. Plastik materyallere kovalent bağ ile bağlanmadıkları için ürünlerden çevreye yayılımı kolay olmaktadır. Sağlık riski taşıması nedeniyle gıda ile temas eden materyallerde plastik kullanımı ve fitalat esterleri içeriği yasal düzenlemelerle sınırlandırılmıştır. Su ürünleri kalıcı toksik bileşiklerin biyoakümüasyonu açısından güvenilir bir indikatördür ve insanların maruz kalma düzeyinin tespit edilmesinde kullanılabilir. Gerçekleştirilen çalışmalarda diğer gıda ürünlerinde olduğu gibi su ürünlerinin de çeşitli oranlarda fitalat esterleri içerdiği ortaya konulmuştur. Farkında olmadan yoğun miktarda maruz kaldığımız fitalat ve fitalat esterleri konusunda üretici ve tüketicilerde bilinçlenme sağlanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fitalat, Fitalat esterleri, DEHP, BBP, Su ürünleri

### Abstract:

#### PHTHALATE ESTERS AND THEIR STATUS IN SEAFOOD CONSUMPTION

Many organic and inorganic pollutants and chemical contaminants, which are increasingly used together with the development of technology, are threatening both biological system and human health. Phthalates are man-made compounds which are used for imparting durability and flexibility to plastic materials. Considering the use of many inland plastic materials such as food packages, toys, cosmetics, household materials, medical equipment, it is obvious that human are exposed to high levels of phthalates. Like many organic pollutants, phthalates are dissolved in oil and transported by water, air and organic structures. The propagation of phthalate esters from products to the environment is easy due to not being covalently bonded to plastic materials. The use of plastics in food contact materials is limited by legal regulations considering health risks of phthalate esters. Aquaculture is a reliable indicator of bioaccumulation of persistent toxic compounds and can be used to determine the exposure level of humans. Studies have shown that fish products contain phthalate esters in various proportions as in other food products. It is important to raise consciousness of producers and consumers about phthalate and phthalate esters which we have been exposed intensively.

**Keywords:** Phthalate, Phthalate esters, DEHP, BBP, Seafood

## Giriş

Ülkemizde ve dünyada bir çok gıdanın ambalajlanmasında kullanılan plastikler yüksek molekül ağırlıklı organik moleküllerden ya da polimerlerden oluşmaktadır. Polivinil klorür (PVC) polimeri gibi kolay kırılabilen plastiklere esneklik ve dayanıklılığını arttırmak amacıyla yüksek miktarda plastikleştirici (yumuşatıcılar, plastifiyan) madde eklenmektedir. Ticari olarak en yaygın kullanılan plastikleştirici fitalattır. Alkil zincirinin alkol bazlı olması nedeniyle gıda ambalajları, oyuncaklar, kozmetik, farmasotik, çözgen, yapıştırıcı, boru hatları, boyalar, insektisitler, temizlik materyalleri gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Schettler, 2006). Gıda ile temas eden materyallerde kullanımını sınırlı da olsa fitalatların gıda içerisine nüfuz etmesi söz konusudur. Yağda çözünen bir madde olması nedeniyle özellikle yağlı gıdalarda, yağ ve sos içerisinde depolanmış gıda ürünlerinde sağlık riski oluşturacak boyutlara ulaşabilmektedir.

Özellikle PVC materyallerinde fitalat ya da fitalik asit esterleri kullanılmakta, yoğun miktarda ve yaygın kullanımı nedeniyle de doğada her yerde bulunabilmektedir. Renksiz, kokusuz ve uçucu bileşiklerdir. Yağda çözünürlükleri yüksektir. Polimer matrikse kovalent bağ ile bağlanmadıkları için ürünlerden çevreye yayılımı kolay olmaktadır. Yüzey sularında, yer altı sularında, içme suyunda, suda ve sedimentte gerçekleştirilen çalışmalarda fitalat esterleri tespit edilmiş, özellikle DEHP (dietilhekszil fitalat) ve DBP (dibütil fitalat) varlığı dikkat çekici olmuş ve mevsim değişikliklerinden etkilendiği gözlenmiştir (Yuan ve ark., 2002; Sirivithayapakorn ve Thuyviang, 2010; Liu ve ark., 2013; 2014). Gıda zincirine bulaşma; süzülme, buharlaşma, aşınma, göç etme gibi yollarla olmaktadır (Wittasek ve ark., 2011). İnsanlar başta gıda ürünleri olmak üzere sindirim yoluyla, deri temasıyla, solunmayla ve damar içi medikal aletler nedeniyle fitalatlara maruz kalmaktadır. Hatta DBP ve DEHP'in oyuncaklarda ve gıda ile temas eden materyallerde yaygın kullanımı nedeniyle çocukların daha yüksek fitalat dozlarına maruz kaldığı bilinmektedir (Alves ve ark., 2016). Gıda ile sindirilmesi, su içilmesi, toz/toprak, hava solunumu ve deri teması gibi yollarla vücuda alınan fitalat miktarı günde 70µg/kg olarak bildirilmektedir (Net ve ark., 2015).

### Fitalat esterleri

Fitalik asit diesterleri yaygın olarak fitalatlar adı altında bilinmektedir. İnsan yapımı organik bileşiklerdir. Benzer kimyasal özelliklere sahip olmalarına rağmen her bir fitalat esterinin kendine özgü

fiziksel ve kimyasal karakteristikleri olup, biyolojik organizmaları farklı şekillerde etkilemektedir (Kamrin, 2009). Sıvı, katı ya da viskoz yapıda, düşük buhar basıncına sahip kimyasallardır. Homojen bir yapı sağlamak amacıyla polimerlerle fiziksel interaksiyon içerisinde bulunmakta, kimyasal olarak bağlanmadığı için polimeri kolay terk ederek ortama yayılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan fitalat esterler Tablo 1'de sunulmuştur.

Fitalatlar yüksek molekül ağırlıklı (YMA) ve düşük molekül ağırlıklı (DMA) olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. PVC plastikleştiricisi olarak yaygın kullanılan DEHP gibi YMA olan fitalatlar az biyoakümülyasyon faktörüne sahiptir. Diğer YMA fitalatlar BBzP, DiNP, DnOP ve DiDP'dir. Yüksek biyoakümülyasyon faktörüne sahip DMA fitalatlar ise DBP, DEP, DiBP'dir. DMA sıcaklığa dayanıklıdır, ancak YMA dayanımı daha azdır. Her iki form da stabil değildir (Johns ve ark., 2015; Mariana ve ark., 2016).

Gıda ile temas eden maddelerde kullanımına izin verilen bazı fitalat esterlerinin özellikleri aşağıda sunulmuştur.

DEHP: Yıllık üretimi iki milyon tondan fazla olan DEHP en yaygın kullanılan fitalat esteridir. Üretilen DEHP'nin %90'dan fazlası PVC için plastikleştirici ajan olarak kullanılmaktadır. Gıda üretim ekipmanlarında, gıda ambalajlarında, yapıştırıcılarda, medikal ürünlerde, oyuncaklarda ve PVC'nin yer aldığı tüm alanlarda bulunmaktadır. DEHP her yerde bulunabilen çevresel bir kontaminanttır. Polimerlere kovalent bağla bağlanmaz. Hegzan ve mineral yağlarda çözülmemektedir, hidrofobiktir.

DEP: Birçok kozmetik ürün formülasyonunda, aspirin kaplamasında, dental materyallerde, gıda ve farmakolojik paketlerde yapıştırıcı, plastikleştirici ve yüzey kaydırıcı olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle en çok deri teması ve sindirim yoluyla vücuda alınmaktadır. Alkol, eter, aseton, benzen içerisinde çözülmemektedir.

BBP: Gıda ambalajları, boyalar, deodorant, mobilya döşeme, sentetik deri malzemelerinde kullanılmaktadır. BBP'ye en çok gıdalar, özellikle yağ içeriği yüksek olan ürünler ile maruz kalınmakla beraber hava ve sudan da geiş olmaktadır.

DiDP: Ev eşyaları ve okul malzemeleri en çok kullanıldığı alanlardır. Son yıllarda yapılan çalışma-

larda DiDP'nin oyuncaklarda kullanılmadığı, gıdalarda ise önemsenmeyecek düzeyde olduğu belirtilmiştir (Kamrin, 2009).

DiNP: Yan zinciri 8 ile 10 karbondan oluşmuş fitalatların karışımıdır. Ev eşyaları, gıda ambalajları, oyuncaklar, kıyafetler, boyalar, eldivenler vb. içerisinde yer almaktadır. Solunum, sindirim ve deri teması ile vücuda alınmaktadır.

### Fitalat esterleri ve sağlık

Her alana yayılan plastik materyallerden insana nüfuz eden kimyasal maddelerin tespit edilmesi ve sağlık üzerine etkilerinin ortaya konulması önem arz etmektedir. Özellikle bisfenol-A üzerine eğilen araştırmacılar, son yıllarda fitalat esterlerinin sağlık üzerine olumsuz etkileri üzerine odaklanmışlardır. Fitalat esterleri kısa yarılanma ömrüne sahiptir ve monoesterlere, ileri oksidasyon ürünlerine ve glukronik konjugatlara metabolize olmakta ve birincil olarak üre ile atılmaktadır (Swan ve ark., 2015). Fitalat metabolitlerinin insan tükürüğü, amniotik sıvı, anne sütü gibi sıvılara geçişi araştırmacılar tarafından izlenmektedir (Jeddi ve ark., 2016).

Fitalat esterleri endokrin-bozucu ajandır. Vücutta moleküler hedeflere bağlanmakta ve hormonal foksionlara müdalahe etmektedir (Marina ve ark., 2016). Fitalat esterlerinin karaciğer, böbrek ve üreme sistemine zarar verdiği bildirilmiştir. DEP'e maruz kalınması ile erkek üreme sisteminde DNA yapısında hasarın ortaya çıkması arasında ilişki belirlenmiştir (Duty ve ark., 2003). DEHP endokrin sisteme zarar vermekte, prematüre doğumlara ve astıma sebep olmaktadır. Fitalat konsantrasyonundaki artış ile birlikte koroner kalp hastalıkları riskinin de arttığı bildirilmiştir (Olsen ve ark., 2012).

Fitalatlar özellikle çocukların üreme sistemine, nörolojik ve ergenlik dönemi gelişimine zarar vermekte ve obezite sorunu yaratmaktadır. Ayrıca ev tozlarında bulunan fitalatlar alerji riskini arttırmaktadır (Ait Bamai ve ark., 2016). DEHP ve DEP çocuklarda astıma (Ku ve ark., 2015), BBP ise rinit ve egzema oluşumuna yol açmaktadır (Bornehag ve ark., 2004). Ellerini ağızlarına almaları, ağırlıklarına göre geniş yüzey alanlarına sahip olmaları, yüksek metabolik hızları ve maruz kaldıkları fitalat içerikli oyuncaklar nedeniyle çocuklar, büyük aile bireylerine oranla daha fazla fitalata maruz kalmaktadır (Frederiksen ve ark., 2007; Kim ve Park 2014; Ait Bamai ve ark., 2015). Gerçekleştirilen çalışmalar ışığı altında, başta çocuklar olmak üzere tüm bireylerin hayatını

olumsuz etkileyen fitalat esterlerinin kullanımına yönelik yasal düzenlemeler yapılmaktadır.

### Yasal düzenlemeler

Yarattığı sağlık riskleri nedeniyle Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency, USEPA) fitalat esterlerini "endişe yaratan kimyasallar" (chemicals of concern) listesine eklemiştir (USEPA, 2007). Avrupa Kimyasal Ajansı (European Chemical Agency, ECHA) tarafından 10 fitalat diesteri kanser yapıcı, mutajenik veya üreme için toksik (Carcinogenic, Mutagenic, Reprotoxic, CMR) olarak reprotoksik 1B kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma 4 ile 1 arasında yapılmakta ve 1 en tehlikeli grup olarak değerlendirilmektedir. DEHP, DiBP, DnBP ve BBzP reprotoksik 1B sınıfında yer almaktadır. Bu durum göz önüne alınarak gıda ile temasta olan materyallerle ilgili yasal düzenlemeler yapılmaktadır (Cariou ve ark., 2016).

Avrupa Birliği EU No10/2011 gıda ile temas eden materyallerde plastik kullanımının düzenlenmesi konusunda kullanım amacına göre plastikleştirici ise %30 oranında, teknik destek ajanı ise %0.1'den az miktarda fitalat kullanımına izin vermektedir.

Gıdalar ise yağ içeriğine göre sınıflandırılmıştır;

1. Yağlı gıdalar (fitalat yağda ve alkolde kolay çözülmemektedir)
2. Yağsız gıdalar (fitalat su içerisinde zor çözülmemektedir)
3. Bebek mamaları

Belirtilen sınıflandırma içerisinde 5 fitalat esterinin (DEHP, DBP, BBP, DIDP ve DINP) kullanımına izin verilmiştir. Sadece BBP, DIDP ve DINP fitalatların yağsız gıda kategorisindeki bebek mamalarında tek kullanımlık conta ve streç film materyali için plastikleştirici ajan olarak kullanımına izin verilmektedir. En sınırlı kullanım alanı olan DBP ve DEHP yağsız gıdalarda plastikleştirici ve destekleyici ajan olarak sırasıyla SML (spesifik migrasyon limiti) 0.3 mg/kg ve 1.5 mg/kg değerinde kullanılmalıdır. Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA)'ne göre 60 kg bir birey için günlük tolere edilebilir fitalat değeri Tablo 2'de verilmiştir.

Ülkemizde fitalat esterlerinin gıda ile temas eden ürünlerde kullanımı Türk Gıda Kodeksi ile sınırlandırılmaktadır (Tablo 3) (Anonim, 2008). Kodeksimiz Avrupa Birliği yasal düzenlemeleri ile uyum göstermektedir. Spesifik migrasyon limiti

için “fitalatlar için spesifik migrasyon limitlerinin doğrulanması sadece gıda benzerleri ile gerçekleştirilir. Ancak, spesifik migrasyon limitinin doğrulanması, gıdanın madde veya malzeme ile henüz temas etmediği ve fitalat için spesifik migrasyon

ön testinde bulunan miktarın istatistiksel olarak önemli olmadığı veya tespit limitinden büyük ya da eşit olduğu durumlarda, doğrudan gıda ile yapılabılır.” ifadesi yer almaktadır.

**Tablo 1.** Yaygın olarak kullanılan fitalat esterler

**Table 1.** Commonly used phthalate esters

Kısa Adı	Yaygın Adı	CAS numarası
BBzP	Bütilbenzil fitalat	CAS 85-68-7
DnBP	di- <i>n</i> -bütil fitalat	CAS 84-74-2
DEHP	di-(2-etilhekzil) fitalat	CAS 117-81-7
DEP	Dietil fitalat	CAS 84-66-2
DiBP	di-izobütil fitalat veya di-2-metilpropil fitalat	CAS 84-69-5
DiDP	di-izodesil fitalat	CAS 26761-40-0
DiNP	di-izononil fitalat	CAS 28553-12-0
DMP	di-metil fitalat	CAS 131-11-3
DnHP	di- <i>n</i> -hekzil fitalat	CAS 84-75-3
DnOP	di- <i>n</i> -oktil fitalat	CAS 117-84-0
DnPP	di- <i>n</i> -pentil fitalat	CAS 131-18-0

**Tablo 2.** Fitalat esterleri için kabul edilen günlük alım miktarı (EFSA, 2005)

**Table 2.** Acceptable daily intake of phthalate esters (EFSA, 2005)

Fitalat Esterleri	TDI (Tolerable Daily Intake) tolere edilen günlük alım miktarı µg/kg vücut ağırlığı/gün	60 kg birey için günlük tüketim sınırı
DEHP	50	3 mg
DBP	10	0.6 mg
BBP	500	30 mg
DINP	150	9 mg
DIDP	150	9 mg

**Tablo 3.** Fitalat esterleri ile ilgili Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan düzenlemeler

**Table 3.** Table 3. Regulations of phthalate esters in Turkish Food Codex

Fitalat Esterleri	Kullanım Alanı	SML (Spesifik Migrasyon Limiti)
DEHP	a) kullanımı tekrarlanan ve yağsız gıdalarla temas eden madde ve malzemelerde plastikleştirici olarak, (b) son üründe % 0.1'e kadar teknik yardımcı madde olarak kullanılır.	1.5 mg/kg gıda benzeri
DBP	(a) kullanımı tekrarlanan ve yağsız gıdalarla temas eden madde ve malzemelerde plastikleştirici olarak, (b) son üründe poliolefinlerde % 0.05'e kadar olan derişimlerde teknik yardımcı madde olarak kullanılır.	0.3 mg/kg gıda benzeri
BBP		30 mg/kg gıda benzeri
DiNP birincil doymuş dallanmış C8-C10 alkollerle, %60'dan fazla C9'lu	a) kullanımı tekrarlanan madde ve malzemelerde plastikleştirici olarak, (b) TGK-Bebek Formülleri, TGK-Devam Formülleri ve TGK-Bebek ve Küçük Çocuk Ek Gıdaları tebliğlerinde tanımlanmış olanlar hariç yağsız gıdalarla temas eden tek kullanımlık madde ve malzemelerde plastikleştirici olarak,	9 mg/kg gıda benzeri
DiDP birincil doymuş C9-C11 alkollerle, %90'dan fazla C10'lu	(c) son üründe % 0.1'e kadar teknik yardımcı madde olarak kullanılır.	9 mg/kg gıda benzeri

Tüm gıdalarda olduğu gibi su ürünlerinde de fitalat esterleri düzeyinin belirlenmesi ve sağlık riski yaratacak boyutlar ile karşılaştırılması gerekmektedir. Sağlık açısından bu kadar ciddi sorun yaratabilecek olan fitalat esterlerine maruz kalınma düzeyleri üretici, tüketici ve düzenleyiciler tarafından bilinmesi gereken önemli bir husustur.

### Su ürünleri ile ilgili çalışmalar

Fitalat esterlerinin yoğun kullanımı ve çevreye kolay yayılması nedeniyle su ve sedimentte birikmekte, bu durum su canlılarına da yansımaktadır. Atlantik Okyanusu kıyılarında yapılan bir çalışmada balık örneklerinin yanısıra yengeç (*Callinectes sapidus*), clam (*Merccnaria*), istiridye (*C. ariakensis*) ve beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) fitalat esterleri içeriği açısından incelenmiştir (Munshi ve ark., 2013). DEHP, BBP ve DBP oranları sırasıyla balıklarda 1.1, 0.22 ve 0.14 µg/g, kabuklu su ürünlerinde 1.2, 0.13 ve 0.09 µg/g olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan örneklerin fitalat içeriğinin düşük olduğu, birçok örneğin tespit sınırının altında değerler verdiği belirlenmiştir.

Fitalat esterleri balık gibi vertebralarda kolaylıkla metabolize edilmekte ve atılmaktadır (Barron ve ark., 1995). Fourgous ve ark. (2016) Akdeniz lagunlarından temin ettikleri 117 adet yılan balığı (*Anguilla anguilla*) kas dokusunda fitalat metabolitlerini tespit etmişlerdir. Numunelerin %70'inden fazlasında 9 fitalat metabolitine rastlanmıştır. Mart ve Haziran aylarında belirlenen fitalat esterleri değerlerinin Ekim ayından daha yüksek çıktığı bildirilmiştir. Bunun sebebi olarak da çevresel salımdaki mevsimsel değişiklikler ve/veya balıklar tarafından fitalatların metabolize edilmesi ileri sürülmüştür.

Son yıllarda tüm dünya genelinde fitalat esterlerinin gıdalar içerisinde yer alması ile ilişkili çalışmalara yoğunluk verilmiştir. Farklı ülkeler tüketime sunulan birçok gıda çeşidinde fitalat esterleri analizi yapmış, maruz kalınma düzeylerini belirlemiştir. Ancak görüleceği gibi su ürünleri ile ilgili çalışmalar toplam gıdalar içerisinde küçük bir yer almakta ya da genel olarak et sınıflandırması adı altında göz ardı edilmektedir.

Fierens ve ark. (2012a) ev ortamında salmon balığını farklı şekillerde pişirmiş ve fitalat içeriğini tespit etmiştir. Hammadde olarak kullandığı salmon balığında 153.85 µg/kg DEHP, 8.08 µg/kg DnBP, 5.8 µg/kg DiBP, 1.36 µg/kg BBP ve diğer fitalatları belirlemişlerdir. Özellikle alüminyum folyo ile ızgarada pişirme sonrasında 4253 µg/kg

DEHP, 9.62 µg/kg DnBP seviyelerine çıktığı görülmüştür. Kızartma işlemi ile fitalat içeriğinde hafif bir yükselme tespit edilmiştir.

Belçika marketlerinde satışa sunulan gıda örnekleri içerisinde en yüksek fitalat %81 ile DEHP, %75 ile DiBP, %69 ile DnBP ve %58 ile BBP ile ulaşılmıştır (Fierens ve ark., 2012b). İncelenen 18 adet balık ve balık ürünlerinde medyan DEHP 86 µg/kg ve DEP 0.6 µg/kg belirlenmiştir. Aynı yıl bir başka araştırmacı tarafından Belçika'da yapılan çalışmada ise okul öncesi ve yetişkin bireylerde DEP, DEHP, BBP ve DnBP açısından sağlık riski bulunmadığı, bu fitalatların günlük tolere edilebilir sınır değerlerinin çok altında olduğu belirlenmiştir (Sioen ve ark., 2012). Ancak yapılan ikinci çalışmada su ürünlerine yer verilmemiştir.

Kamboçya'nın üç farklı yerleşim yerinde tüketilen ürünlerde fitalat analizleri gerçekleştirilmiş ve tüm gıda ürünlerinde en yüksek değere DEHP ve DiBP ile ulaşılmıştır (Cheng ve ark., 2016). Bunun sebebi olarak da PVC içerisinde plastikleştirici olarak yaygın kullanılması nedeniyle direkt salınım, sızma, evaporasyon, aşınma ve migrasyon yolları ile gıda zincirine dahil olması öne sürülmektedir.

Çeşitli gıdalarda fitalat analizinin yapıldığı bir çalışmada 3 adet su ürününde tespit edilen fitalat esterlerinin medyan değerleri sırasıyla DEHP 96 ng/g, DiBP 9.59 ng/g, DBP 4.41 ng/g, DEP 3.23 ng/g ve DMP 0.47 ng/g'dır. Analize alınan tüm gıdalar dikkate alındığında Çin'de tüketime sunulan gıdalar içerisinde en yüksek fitalat esteri DEHP'ye ait olarak belirlenmiştir (Guo ve ark., 2012).

ABD New York'ta satışa sunulan gıdalar içerisinde toplam 5 adet su ürününde çalışma yapılmıştır. Plastik kapakla sarılmış köpük tabak içerisinde salmon, kağıt içerisinde ton balığı ve karides, metal kaplar içerisinde doğranmış istiridye ve sardalya örneklerinde fitalat analizli yapılmıştır. Örneklerin %80'inde DEHP belirlenmiş ve konsantrasyonu 39.6ng/g olarak tespit edilmiştir. DBP örneklerin %40'ında 0.7 ng/g, DEP %60 oranı ile 0.86 ng/g, DMP %40 ile 0.1 ng/g, BBP %40 ile 0.1 ng/g, DiBP %40 ile 0.1 ng/g medyan değerleri tespit edilmiştir (Schechter ve ark., 2013).

Fitalatların gıda ile teması gıdanın üretildiği PVC boru hattından başlayarak paketlenildiği ambalajlar, kağıt ve plastikler için kullanılan yapıştırıcılar, şişe kapaklarındaki mühürler, etiket boyalarına kadar çok çeşitli alanlarda gıda ile temasa geçebilmektedir. Tsmura ve ark. (2001) DEHP içeren el-

divenlerin yasaklanması sonrası gıdalarda yaptıkları fitalat analizlerinde DEHP ve BBP seviyelerinin önemli oranda azaldığını tespit etmişlerdir.

## Sonuç

Tarım bakanlığı verileri kişi başına yıllık su ürünleri tüketimini 2015 yılı için 6.2 kg olarak belirtmektedir. Su ürünlerinin az tüketilmesi, beraberinde fitalat tüketiminin de az olacağı anlamı taşısa da, her bir gıda ürününden sindirim yoluyla vücuda alınan toplam fitalat esterleri düşünüldüğünde kümülatif etki nedeniyle sorunlar yaşanabileceği unutulmamalıdır. Bir birey aynı gün içerisinde birçok fitalata maruz kalmaktadır. Ayrıca yukarıda da belirtildiği gibi fitalat esterleri sadece sindirim değil, solunum ve deri teması gibi yollarla da vücudumuzda birikmektedir.

Gıda ürünlerinin raf ömrünün belirlenmesinde genelde gıdanın bozulmasına, tüketilemeyecek sınıra ulaşmasına göre değerlendirmeler yapılmaktadır. Oysa ki özellikle yağlı ve soslu ürünlerde gıda maddesine kimyasal madde geçişi de göz önünde bulundurulmalıdır. Birçok plastik materyalin içerisinde fitalat olmasına rağmen bu bilgi etikette yer almamaktadır. Farkında olunmadan yoğun miktarda maruz kaldığımız fitalat ve fitalat esterleri konusunda üretici ve tüketicilerde bilinçlenme sağlanması gerekmektedir. Yasal sınırlamalar bulunmasına rağmen düzenli kontroller yapılarak, fitalat esterlerinin kullanım oranları ve gıda ürünlerine nüfuz etmeleri takip edilmelidir.

## Kaynaklar

Ait Bamai, Y., Araki, A., Kawai, T., Tsuboi, T., Yoshioka, E., Kanazawa, A., Cong, S. & Kishi, R., (2015). Comparisons of urinary phthalate metabolites and daily phthalate intakes among Japanese families. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218, 461-470.

Ait Bamai, Y., Araki, A., Kawai, T., Tsuboi, T., Saito, I., Yoshioka, E., Cong, S. & Kishi, R. (2016). Exposure to phthalates in house dust and associated allergies in children aged 6–12 years. *Environment International*, 96, 16-23.

Alves, A., Covaci, A. & Voorspoels, S. (2016). Are nails a valuable non-invasive alternative for estimating human exposure to phthalate esters? *Environmental Research*, 151, 184-194.

Anonim (2008). Gıda Maddeleri ile Temasta Bulunan Plastik Madde ve Malzemeler Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2008/7.

Barron, M.G., Albro, P.W. & Haytons, W.L. (1995). Biotransformation of di(2-ethylhexyl) phthalate by rainbow trout. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14(5), 873-876.

Bornehag, C.-G., Sundell, J., Weschler, C.J., Sigsgaard, T., Lundgren, B., Hasselgren, M. & Hägerhed-Engman, L., (2004). The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental Health Perspective*, 112, 1393-1397.

Cariou, R., Larvor, F., Monteau, F., Marchand, P., Bichon, E., Dervilly-Pinel, G., Antignac, J. & Le Bizec, B. (2016). Measurement of phthalates diesters in food using gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 196, 211-219.

Cheng, Z., Li, H., Wang, H., Zhu, X., Sthiannopkao, S., Kim, K., Yasin, M.S.M., Hashim, J.H. & Wong, M. (2016). Dietary exposure and human risk assessment of phthalate esters based on total diet study in Cambodia. *Environmental Research*, 150, 423-430.

Duty, S., Calafat, A.M., Silva, M.J., Ryan, L. & Hauser, R. (2003). The relationship between environmental exposures to phthalates and DNA damage in human sperm using the neutral comet assay. *Human Reproduction*, 20, 604-610.

EFSA (2005). Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) for use in food contact materials. 243, pp.1–20.

Fierens, T., Vanerman, G., Van Holderbeke, M., De Henauw, S. & Sioen, I. (2012a). Effect of cooking at home on the levels of eight phthalates in foods. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 4428-4435.

Fierens, T., Servaes, K., Ven Holderbeke, M., Geerts, L., De Henauw, S., Sioen, I. & Vanerman, G. (2012b). Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 2575-2583.

- Frederiksen, H., Skakkebaek, N.E. & Andersson, A.M. (2007). Metabolism of phthalates in humans. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51, 899-911.
- Fourgous, C., Chevreuil, M., Alliot, F., Amilhat, E., Faliex, E., Paris-Palacios, S., Teil, M.J. & Goutte, A. (2016). Phthalate metabolites in the European eel (*Anguilla anguilla*) from Mediterranean coastal lagoons. *Science of the Total Environment*, 569-570, 1053-1059.
- Guo, Y., Zhang, Z., Liu, L., Li, Y., Ren, N. & Kannan, K. (2012). Occurrence and profiles of phthalates in foodstuffs from China and their implications for human exposure. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60, 6913-6919.
- Jeddi, M.Z., Janani, L., Memari, A.H., Akhondzadeh, S. & Yunesian, M. (2016). The role of phthalate esters in autism development: A systematic review. *Environmental Research*, 151, 493-504.
- Johns, L.E., Cooper, G.S., Galizia, A. & Meeker, J.D. (2015). Exposure assessment issues in epidemiology studies of phthalates. *Environmental International*, 85, 27-39.
- Kamrin, M.A. (2009). Phthalate risks, phthalate regulation, and public health: a review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 12, 157-174.
- Kim, S.H. & Park, M.J. (2014). Phthalate exposure and childhood obesity. *Annals of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 19, 69-75.
- Ku, H.Y., Su, P.H., Wen, H.J., Sun, H.L., Wang, C.J., Chen, H.Y., Jaakkola, J.J. & Wang, S.L. (2015). Prenatal and postnatal exposure to phthalate esters and asthma, a 9-year follow-up study of a Taiwanese birth cohort. *PLoS One*, 10 (4), e0123309.
- Liu, Y., Chen, Z. & Shen, J. (2013). Occurrence and removal characteristics of phthalate esters from typical water sources in Northeast China. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Article ID 419349.
- Liu, H., Cui, K., Zeng, F., Chen, L., Cheng, Y., Li, H., Li, S., Zhou, X., Zhu, F., Ouyang, G., Luan, T. & Zeng, Z. (2014). Occurrence and distribution of phthalate esters in riverine sediments from the Pearl River Delta region, South China. *Marine Pollution Bulletin*, 83 (1), 358-365.
- Mariana, M., Feiteiro, J., Verde, I. & Cairrao, E. (2016). The effects of phthalates in the cardiovascular and reproductive systems: A review. *Environment International*, 94, 758-776.
- Munshi, A.B., Karim, N., Shaukat, S., Hashmi, D., Boradman, G.D. & Fliick, G.J. (2013). Toxicity of phthalate esters in fish and shellfish from Virginia Beach using matrix solid phase dispersion (MSPD) and GC-MS. *Journal of the Chemical Society Pakistan*, 35 (6), 1463-1471.
- Net, S., Sempéré, R., Delmont, A., Paluselli, A. & Ouddane, B. (2015). Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. *Environmental Science and Technology*, 49 (7), 4019-4035.
- Olsen, L., Lind, L. & Lind, P.M. (2012). Associations between circulating levels of bisphenol A and phthalate metabolites and coronary risk in the elderly. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 80, 179-183.
- Schechter, A., Lorber, M., Guo, Y., Wu, Q., Yun, S.H., Kannan, K., Hommel, M., Imran, N., Hynan, L.S., Cheng, D., Colacino, J.A. & Birnbaum, L.S. (2013). Phthalate concentrations and dietary exposure from food purchased in New York State. *Environmental Health Perspective*, 121, 473-494.
- Schettler, T. (2006). Human exposure to phthalates via consumer products. *International Journal of Andrology*, 181-185.
- Sioen, I., Fierens, T., Van Holderbeke, M., Geerts, L., Bellemans, M., De Maeyer, M., Servaes, K., Vanerman, G., Boon, P.E. & De Henauw, S. (2012). Phthalates dietary exposure and food sources for Belgian preschool children and adults. *Environmental International*, 48, 102-108.
- Sirivithayapakorn, S. & Thuyviang, K. (2010). Dispersion and ecological risk assessment of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in the surface waters of Thailand. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 84, 503-506.

- Swan, S.H., Main, K.M., Liu, F., Stewart, S.L., Kruse, R.L., Calafat, A.M. & Teague, J.L. (2005). Decrease in anogenital distance among male infants with prenatal phthalate exposure. *Environmental Health Perspectives*, 113, 1056-1061.
- Tsumura, Y., Ishimitsu, S., Nakamura, Y., Yoshii, K., Kaihara, A. & Tonogai, Y. (2001). Contents of eleven phthalates and di(2-ethylhexyl) adipate in retail packed lunches after prohibition of DEHP-containing PVC gloves for cooking purposes. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, 42, 128-132.
- USEPA Phthalates, 2007. TEACH Chemical Summary 2007 Environmental Protection Agency. Washington, DC, Vol. 2015.
- Wittassek, M., Koch, H.M., Angerer, J. & Bruning, T. (2011). Assessing exposure to phthalates-the human biomonitoring approach. *Molecular Nutrition and Food Research*, 55, 7-31.
- Yu., Y., Wang, X., Yang, D., Lei, B., Zhang, X. & Zhang, X. (2014). Evaluation of human health risks posed by carcinogenic and non-carcinogenic multiple contaminants associated with consumption of fish from Thai Lake, China. *Food and Chemical Toxicology*, 69, 86-93.
- Yuan, S.Y., Liu, C., Liao, C.S. & Chang, B.V. (2002). Occurrence and microbial degradation of phthalate esters in Taiwan river sediments. *Chemosphere*, 49, 1295-1299.