

PAPER DETAILS

TITLE: Türkiye'de satısa sunulan çaylarda ve bitki çaylarında fitalat ester düzeylerinin belirlenmesi

AUTHORS: Isra Toptancı

PAGES: 1588-1592

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3328872>



Türkiye’de satışa sunulan çaylarda ve bitki çaylarında fitalat ester düzeylerinin belirlenmesi

Determination of phthalate ester levels in teas and herbal teas available in Türkiye

İsra Toptancı^{1,*} 

¹İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Florya Cad. No:78 Bakırköy, İstanbul, Türkiye

Öz

Fitalatlar, gıda ürünlerinde ve kişisel bakım ürünlerinde plastikleştiriciler ve katkı maddeleri olarak kullanılır. Yapılan araştırmalar, fitalatların insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Beş fitalat esteri (dibütil fitalat (DBP), benzil bütıl fitalat (BBP), di(2-etilheksil) fitalat (DEHP), diisononil fitalat (DINP) ve diizodesil fitalat (DIDP)) 30 farklı çay ve bitkisel çaylarda likit kromatografi kütle spektrofotometresi (LC/MS/MS) ile incelenmiştir. Bu çalışma, Türkiye’de tüketilen siyah çay, yeşil çay ve bitkisel çaylarda fitalatların varlığını göstermiştir. Analiz edilen çay örneklerinde en yaygın DBP, 30 örneğin 19’unda (5.78-44.99 µg/kg) tespit edilmiştir. DEHP ikinci en yaygın belirlenen fitalat olup 30 örneğin 14’ünde (5.65-60.83 µg/kg) tespit edilmiştir. Diğer belirlenen fitalat BBP olup, 30 örnekten 5’inde 9.35-44.95 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fitalat, LC/MS/MS, Çay

1 Giriş

Fitalat esterleri, geniş bir endüstriyel uygulama yelpazesine sahip organik ve sentetik kimyasal bileşik grubudur. Bunlar, genellikle endüstriyel, tarımsal ve evsel uygulamalarda plastikleştiriciler olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Fitalatlar temelde düşük ve yüksek moleküler ağırlıklı bileşikler olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir ve migrasyon nedeniyle üretim, kullanım veya atık bertarafı sırasında birçok gıda matriksinde bulunabilirler. Fitalatların ambalaj filmlerinden çeşitli gıdalara ve gıda benzerlerine migrasyonu rapor edilmiştir. Paketlenmiş gıdaya geçen fitalat miktarı, gıdanın yağ içeriği, ambalaj malzemesindeki plastikleştirici maddenin türü, başlangıç konsantrasyonu, depolama süresi ve sıcaklığı, aynı zamanda temas alanı gibi birçok faktöre bağlıdır [1-7].

Fitalatlar, özellikle erken yaşam maruziyetleriyle ilişkilendirilen endokrin sistemi bozan maddeler olarak insan sağlığına zararlı etkiler gösterebilir. Bunun yanı sıra, fitalatların toksik etkileri daha zararlı metabolitlerle ve metabolik dönüşümlerle bağlantılıdır. Yüksek konsantrasyonlarda fitalatlara maruz kalma, insanlar ve hayvanlar üzerinde üreme ve gelişim üzerinde olumsuz

Abstract

Phthalates are used as plasticizers and additives in food products and personal care items. The conducted studies have demonstrated the negative effects of phthalates on human health. Five phthalates esters (dibutyl phthalate (DBP), benzyl butylphthalate (BBP), di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), diisononyl phthalate (DINP), and diisodecyl phthalate (DIDP)) were investigated in 30 different types of tea and herbal infusions using liquid chromatography-mass spectrometry (LC/MS/MS). This study demonstrated the presence of phthalates in black tea, green tea, and herbal infusions consumed in Turkey. Among the analyzed tea samples, DBP was the most common, detected in 19 out of 30 samples (ranging from 5.78 to 44.99 µg/kg). DEHP was the second most frequently detected phthalate, found in 14 out of 30 samples (ranging from 5.65 to 60.83 µg/kg). The other detected phthalate was BBP, which was found in 5 out of 30 samples (ranging from 9.35 to 44.95 µg/kg).

Keywords: Phthalate, LC/MS/MS, Tea

etkiler gösterebilir. Dünya genelinde yılda bir milyondan tondan fazla fitalat üretilmektedir. Di(2-etilheksil) fitalat (DEHP), yılda 2 milyon ton üretimle en yaygın fitalatlardan biridir, inşaat malzemelerinde, gıda ambalajında ve tıbbi ürünlerde kullanılmaktadır. Sağlık üzerindeki olumsuz etkiler açısından en çok araştırılan fitalatlardan biri DEHP’dir. DEHP, hayvan deneylerinde üreme toksisitesine neden olabilir. Diğer yaygın olarak kullanılan fitalatlar arasında dibütil fitalat (DBP), benzil bütıl fitalat (BBP), diisononil fitalat (DINP) ve diizodesil fitalat (DIDP) bulunmaktadır [2].

Çay, suyun hemen ardından en sık tüketilen içecektir ve dünya genelinde günde yaklaşık 20 milyar fincan tüketilmektedir. Çay, çay bitkisinin (*Camellia sinensis* ve *Camellia assamica*) işlenmiş yapraklarından yapılır. Çay, antioksidan, antimikrobiyal, antiobezite ve antikanserojen özellikleri nedeniyle giderek artan bir ilgi görmüştür. Ancak, çayda organik kirleticiler, ağır metaller ve pestisitler gibi zehirli maddelerin bulunması da endişe kaynağı olarak ortaya çıkmıştır. Toprak, su ve atmosferden gelen organik kirleticiler, birikmesi öncesinde uzun mesafeler boyunca taşınabilir ve bitkilerde birikebilir. Örneğin, farklı türdeki bitkiler plastik örtü filmi ve topraktan DEHP’yi absorbe edebilir. Çayda biriken organik kirleticiler, üretim sırasında

* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: isratoptanci06@gmail.com (İ. Toptancı)

Geliş / Received: 13.08.2023 Kabul / Accepted: 29.08.2023 Yayınlanma / Published: 15.10.2023

doi: 10.28948/ngumuh.1342380

makineler tarafından yayılan veya havada bulunan kirleticilerden kaynaklanır [3].

Bitki çayı, çaya benzese de ve aynı şekilde demlense de aslında çay olarak kabul edilmez. Bunun nedeni, tüm çayların yapıldığı bitki olan *Camellia sinensis* familyasından gelmemeleridir. Bitki çayları aslında çeşitli bileşenlerin karışımıdır ve 'bitki çayı karışımları' olarak bilinir. Bitki çayları, kurutulmuş yapraklar, tohumlar, otlar, fındıklar, kabuklar, meyveler, çiçekler veya diğer bitkisel elementlerin kombinasyonlarından yapılır, bunlar onlara lezzetlerini verir ve bitki çaylarının faydalarını sağlar [8].

Çay yaprakları, havadan, sudan, topraktan ve üretim hatlarında biriken fitalatlarla kontamine olabilir. Ayrıca, çay demlemelerindeki fitalatların varlığı, üretim hatlarına eklenen esansiyel yağlar, sentetik esanslar ve renklendiriciler nedeniyle olabilir [9].

Avrupa Birliği (AB), DBP, BBP ve DEHP gibi 12 fitalatın potansiyel endokrin bozucu özelliklere sahip olabileceğini belirtmiştir [2,4]. Gıda ürünleriyle temas etmesi amaçlanan plastik malzemelerde bulunan fitalat esterleri nedeniyle Avrupa Birliği tarafından belirlenen spesifik migrasyon limitleri (SML) 0.12 mg kg⁻¹ DBP, 6 mg kg⁻¹ BBP, 0.6 mg kg⁻¹ DEHP ve 1.8 mg kg⁻¹ DINP ve DIDP olarak belirlenmiştir [10].

Çalışmanın amacı, Türkiye'de satışa sunulan siyah çay, yeşil çay ve bitki çaylarında (adaçayı, nane limon çayı, papatya ve ihlamur) insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek 5 adet fitalat esterinin (BBP, DEHP, DBP, DIDP, DINP) varlığını LC/MS/MS sistemi ile araştırmaktır.

2 Materyal ve metot

Fitalat esterleri (BBP, DEHP, DBP, DIDP, DINP) olmak üzere beş farklı standart, Dr. Ehrenstorfer'den temin edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için gereken asetonitril ve metanol gibi solventler, Merck (Darmstadt, Almanya) tarafından sağlanmıştır. Deneyde yüksek saflıkta su elde etmek amacıyla Millipore Milli-Q sistemi (Milford, MA, ABD) kullanılmıştır. Piyasadan 2023 yılında 5 markaya (A, B, C, D, E) ait 6 farklı siyah çay, yeşil çay ve bitki çayları satın alınmıştır. Bu örneklerle ait kodlar Tablo 1' de verilmiştir.

2.1 Metot

2.1.1 Fitalat esteri standartlarının ve kalibrasyon noktalarının hazırlanması

Her bir fitalat esteri standardından (BBP, DEHP, DBP, DIDP, DINP), 10 mg alınarak 20 mL metanol içinde çözülmüştür. Her bileşeni içeren ara stok çözeltisi (5 mg/kg) hazırlamak için, 500 mg/kg ana stok çözeltisinin 1 mL alınarak 100 mL ölçüm balonuna aktarılıp her bir fitalat esteri bileşenini içeren 5 mg/kg'lık mix ara stok çözeltisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon noktaları 5 mg/kg'ın ara stok çözeltisinin uygun seyreltilmesi ile 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.75 ve 0,1 mg/kg olarak hazırlanmıştır.

2.1.2 Fitalat esteri analizi için numune hazırlama

Fitalat esteri analizi, modifiye Quechers yöntemine göre yapılmıştır [5]. Bunun için 2 g çay 50 mL'lik santrifüj tüpüne tartılmış ve üzerine 5 mL deiyonize su eklenmiştir. Santrifüj

tüpüne 5 g MgSO₄, 5 g NaCl ve bunların üzerine 10 mL asetonitril ilave edilmiştir. 1 dakika süre ile karıştırılmış ve 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Oluşan fazın üst kısmından 2 mL alınıp 15 mL'lik santrifüj tüpüne 100 mg MgSO₄, 200 mg primer sekonder amin (PSA) ve 100 mg C18 katılmıştır. 5000 rpm'de 1 dakika santrifüj edildikten sonra üst fazdan küçük bir şişeye (viale) 1'er mL alınarak LC-MS/MS, enjekte edilmiştir.

Tablo 1. Örnek kodları ve çay çeşitleri

Örnek kodu	Çay
A1	Yeşil Çay
A2	Ihlamur
A3	Ada Çayı
A4	Nane Limon Çayı
A5	Papatya
A6	Siyah Çay
B1	Yeşil Çay
B2	Ihlamur
B3	Ada Çayı
B4	Nane Limon Çayı
B5	Papatya
B6	Siyah Çay
C1	Yeşil Çay
C2	Ihlamur
C3	Ada Çayı
C4	Nane Limon Çayı
C5	Papatya
C6	Siyah Çay
D1	Yeşil Çay
D2	Ihlamur
D3	Ada Çayı
D4	Nane Limon Çayı
D5	Papatya
D6	Siyah Çay
E1	Yeşil Çay
E2	Ihlamur
E3	Ada Çayı
E4	Nane Limon Çayı
E5	Papatya
E6	Siyah Çay

2.1.3 LC/MS/MS ile Fitalat esterlerinin belirlenmesi

Fitalat esteri analizi tanımlanması ve belirlenmesinde, Agilent 6460 model sıvı kromatografi (LC) sistemine bağlanmış olan tandem kütle spektrometresi (MS/MS) sistemi ve JetStream elektrosprey kaynağı ile aşağıda belirtilen cihaz şartlarında gerçekleştirilmiştir.

Fitalat esteri analizi için mobil faz A çözeltisi (su içinde 10 mmol/L amonyum asetat) ve B çözeltisi (asetonitril)

hazırlanmış ve gradient programı: 0–1 dk arası, 0,2 mL/dk akışta %60 B; 1–10 dk arası, % 85 B, 10-12 dakika arası % 100 B ve 20 dakika boyunca % 100 mobil faz B'den oluşturulmuştur. Kolon, 40°C'de çalıştırılan bir Poroshell 120 EC-C18 (2.7 µm, 2.1×150 mm) (Agilent Technologies, ABD) dir. Dedektör (MS) koşulları: pozitif mod da çalışan elektrosprey iyonizasyon kaynağı; source sıcaklığı: 130°C, capillary: 4000 V, nebulizer basıncı: 45 psi, kuru gaz akış hızı: 11 L/dak'dır. Bunun yanı sıra her bileşene ait LC/MS/MS parametreleri **Tablo 2**'de verilmiştir.

Tablo 2. Fitalat esterleri LC/MS/MS parametreleri

Fitalat esterleri	Precursor Ion	Product Ion	Collision Energy	Polarite
BBP	313.1	205	2	Positive
	313.1	91	22	Positive
DBP	279.1	205.1	2	Positive
	279.1	120.9	35	Positive
DEHP	391	279	5	Positive
	391	167	15	Positive
DINP	419.3	149	12	Positive
	419.3	71	20	Positive
DIDP	447.3	149	22	Positive
	447.3	85	23	Positive

3 Bulgular ve tartışma

Çalışmada, fitalat esterlerinin (BBP, DEHP, DBP, DIDP, DINP) varlığı araştırılmıştır. Fitalat esterlerinden BBP, DEHP, DBP tespit edilirken diğer bileşenler belirlenmemiştir.

Fitalat esterleri metot validasyonu için tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ), geri kazanım kesinlik (tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik) parametreleri çalışılmıştır. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 1.4-2 ile 3.2-4.5 µg/kg aralığındadır. Ortalama geri kazanımlarının % 85.6-93 olduğu ve tüm konsantrasyon seviyeleri için RSD değerlerinin %15'in altında olduğu tespit edilmiştir (**Tablo 3**). Farklı markalara ait çay ve bitkisel çaylara ait fitalat esterlerinin miktarları (µg/kg) **Tablo 4**'de verilmiştir.

Yin vd. [5] toplam 105 yeşil ve siyah çay örneklerinde yaptıkları çalışmada DEP, DEHP ve DBP fitalat esterlerini tespit etmişlerdir. Tang vd. [11] tarafından yapılan çalışmada siyah çayda DEP, DBP ve DEHP başlıca belirlenen fitalat esterleridir.

Fitalat esterleri arasında en yaygın tespit edilen DBP'dir. Araştırmada kullanılan 30 örneğin 10'unda DBP tespit edilememiştir. DBP en fazla sırasıyla E marka ve A marka yeşil çayda belirlenmiştir (44.99 µg/kg-30.82 µg/kg). Bunun yanında E marka siyah çay örneğin de DBP miktarı 23.95 µg/kg tespit edilmiştir. DBP, tüm markaların nane limon bitki çaylarında tespit edilememiştir.

BBP fitalat esteri A, B, D ve E marka siyah çayların tümünde sırasıyla 9.35 µg/kg, 9.64 µg/kg, 10.90 µg/kg ve 44.95 µg/kg olarak tespit edilmiştir. BBP diğer bitki çaylarında ve yeşil çayda tespit edilememiştir. Sadece E marka yeşil çayda 21.86 µg/kg olarak belirlenmiştir

Her markanın yeşil ve siyah çaylarında DBP ve DEHP fitalat esterleri belirlenmiştir. DINP ve DIDP fitalat esterleri siyah çay, yeşil çay ve bitki çaylarında tespit edilememiştir (**Şekil 1**).

Liu vd. [12], Çin de otoyol ve dağlık bölgelerden toplanan tüm taze çay yapraklarında beş fitalat esterini (DEP, DBP, DMP, DIBP ve DEHP) tespit ettiklerini ve daha yüksek konsantrasyonların olgun yapraklarda belirlendiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, DBP miktarı 22.2-22.7 µg/kg ve DEHP miktarı 76.7-108 µg/kg aralığında değişim göstermiştir. İşleme ekipmanlarının yüzeyinden kaynaklanan veya uzun süreli yayılma sırasında atmosferik birikimden kaynaklanan DEHP'de olası bir artış, DEHP birikimine neden olabileceği bildirilmiştir.

İran da 10 çay markasında yapılan çalışmada siyah çayda DEP (55-230.5 µg/kg), DEHP (40.7-187.5 µg/kg), DBP (13.7-143.2 µg/kg), BBP (17.2-175 µg/kg) iken yeşil çayda DEP (TE), DEHP (98.5-397.7 µg/kg), DBP (25.5-289.2 µg/kg), BBP (3.7-14.7 µg/kg) aralığında belirlenmiştir [3]. Du vd. [13] yaptıkları çalışmada 20 çay örneğinde DEP'in, 3 siyah çay örneğinde tespit edilmediğini, çay örneklerinde DIBP, DBP ve DEP'in ana bileşenler olarak gözlendiğini bildirmişlerdir. İspanya'daki yerel pazardan temin edilen farklı markaların örneklerinde (3 adet siyah çay, 3 adet yeşil çay, 2 adet kırmızı çay ve bir adaçayı), incelenen bileşikler arasında, DBP en yüksek fitalat esteri (32.7- 562.2 µg/kg) olarak belirlenmiştir [9].

Tablo 3. Fitalat esterleri metot validasyon parametreleri

Fitalat esterleri	r ²	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)	Geri Kazanım %, (RSD %)		
				5 µg/kg	50 µg/kg	100 µg/kg
BBP	0.999	1.4	3.2	85.6 (8)	88.9 (7)	92 (5)
DBP	0.999	1.4	3.2	89 (9)	91.3 (6)	93 (4)
DEHP	0.999	1.5	3.6	85.7 (9)	87.8 (6)	93 (5)
DINP	0.999	2	4.5	86.4 (9)	87.7 (8)	90.2 (6)
DIDP	0.999	2	4.5	87.1 (8)	88.5 (7)	92.3 (5)

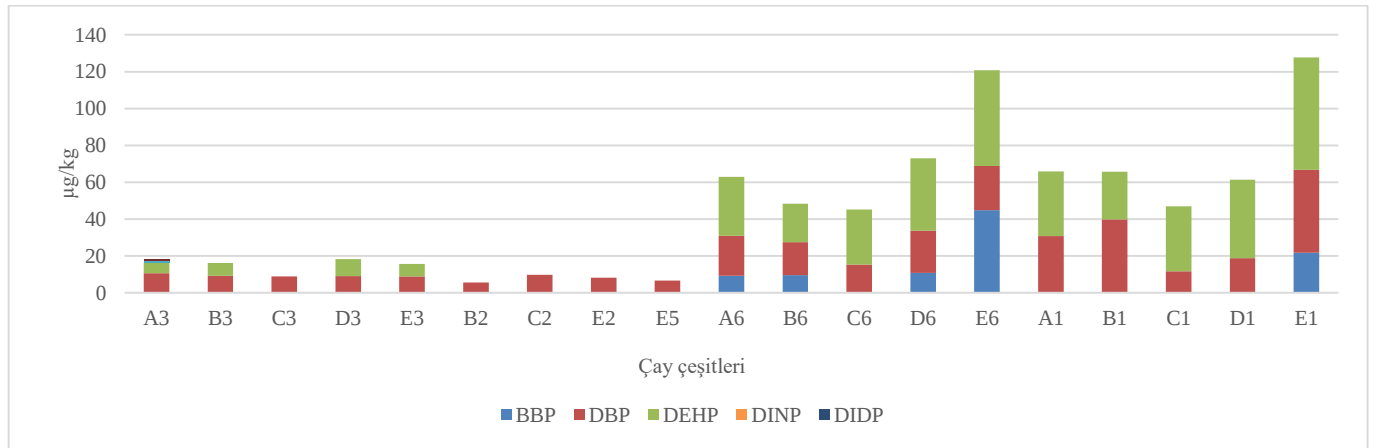
Tablo 4. Çay çeşitlerinde fitalat esterleri miktarı (µg/kg)

Örnek kodu	Çay çeşitleri	BBP	DBP	DEHP	DIBP	DIDP
A1	Yeşil Çay	TE	30.82±0.83	35.01±0.63	TE	TE
A2	Ihlamur	TE	<0.005	TE	TE	TE
A3	Ada Çayı	TE	10.75±0.78	5.65±0.21	TE	TE
A4	Nane Limon Çayı	TE	TE	TE	TE	TE
A5	Papatya	TE	TE	TE	TE	TE
A6	Siyah Çay	9.35±0.83	21.70±0.71	31.92±0.26	TE	TE
B1	Yeşil Çay	TE	39.84±0.40	25.82±0.40	TE	TE
B2	Ihlamur	TE	5.78±0.16	TE	TE	TE
B3	Ada Çayı	TE	9.34±0.16	6.81±0.15	TE	TE
B4	Nane Limon Çayı	TE	TE	TE	TE	TE
B5	Papatya	TE	TE	TE	TE	TE
B6	Siyah Çay	9.64±0.11	17.93±0.66	20.78±0.31	TE	TE
C1	Yeşil Çay	TE	11.77±0.33	35.24±0.52	TE	TE
C2	Ihlamur	TE	9.87±0.33	TE	TE	TE
C3	Ada Çayı	TE	8.97±0.18	TE	TE	TE
C4	Nane Limon Çayı	TE	TE	TE	TE	TE
C5	Papatya	TE	TE	TE	TE	TE
C6	Siyah Çay	TE	15.31±0.66	29.88±0.60	TE	TE
D1	Yeşil Çay	TE	18.85±0.35	42.46±0.22	TE	TE
D2	Ihlamur	TE	TE	TE	TE	TE
D3	Ada Çayı	TE	9.09±0.45	9.29±0.54	TE	TE
D4	Nane Limon Çayı	TE	TE	<0.005	TE	TE
D5	Papatya	TE	TE	<0.005	TE	TE
D6	Siyah Çay	10.90±0.42	22.82±0.40	39.33±0.33	TE	TE
E1	Yeşil Çay	21.86±0.65	44.99±0.45	60.83±0.53	TE	TE
E2	Ihlamur	TE	8.28±0.70	<0.005	TE	TE
E3	Ada Çayı	TE	8.88±0.32	6.79±0.13	TE	TE
E4	Nane Limon Çayı	TE	TE	TE	TE	TE
E5	Papatya	TE	6.67±0.16	<0.005	TE	TE
E6	Siyah Çay	44.95±0.92	23.95±0.78	51.97±0.52	TE	TE

TE: Tespit edilemedi

Bu çalışmanın sonuçları, tespit edilen fitalat esterlerinin önceden yapılmış olan araştırmalardaki bileşenlerle paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çalışma ile mevcut literatür arasındaki ayrımın temel nedenleri;

örneklerin seçimindeki farklılık, uygulanan analiz yöntemlerindeki varyasyon ve kullanılan tekniklerdeki çeşitlilik olarak düşünülmektedir.



Şekil 1. Fitalat esterleri tespit edilen örneklerde miktar dağılımı

4 Sonuçlar

Fitalatlar, çevresel kirlilik kaynaklarından kaynaklanan ve insan popülasyonunun geniş ölçüde maruz kaldığı çevresel kirliletiçi maddelerdir. Çoğu fitalatın endokrin sistem üzerinde olumsuz etkileri olduğu ve büyüme ile üreme fonksiyonlarını bozabileceği bilinmektedir. Bu çalışmada Türkiye’de satışa sunulan ve yaygın olarak tüketilen siyah çay, yeşil çay ve bitki çaylarında (adaçayı, nane limon çayı, papatya ve ıhlamur) fitalat ester miktarları tespit edilmiştir. Beş farklı markanın 30 numunesinin yapılan çalışmada, sırasıyla en çok belirlenen fitalat esterleri DBP, DEHP ve BBP’dir. DINP ve DIDP analiz örneklerinde tespit edilememiştir. Bu çalışma, çay üretiminde kullanılan malzemelerin ve çay paketlerinin denetiminin, toksik bileşiklere maruziyeti engellemek ve insan sağlığı riskini azaltmak için önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Çıkar çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Benzerlik oranı (iThenticate): %16

Kaynaklar

- [1] E. Tsochatzis, O. Begou, S. Kalogiannis, H. Gika, E. Oz, F. Oz and G. Theodoridis, Development, Validation and Application of an Ultra-High-Performance Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry (UHPLC-MS/MS) Method after QuEChERS Cleanup for Selected Dichloroanilines and Phthalates in Rice Samples. *Foods*, 11(10), 1482, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11101482>.
- [2] M. Kiralan, İ. Toptancı, M. Yavuz and M. F. Ramadan, Phthalates levels in cold-pressed oils marketed in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 5630-5635, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07162-y>.
- [3] M. M. Amin, F. Rastegari, P. Poursafa, and K. Ebrahim. Estimating the risk of phthalates exposure via tea consumption in general population. *International Journal of Food Studies*, 7(1), 69-78, 2018. <https://doi.org/10.7455/ijfs/7.1.2018.a6>.
- [4] S.S. Kiralan, İ. Toptancı, T. Öncül Abacıgil and M. F. Ramadan, Phthalates levels in olive oils and olive pomace oils marketed in Turkey. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(8), 1332-1338, 2020. <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1766120>
- [5] Y. Peng, X. Liu and C. Hongping, Determination of 16 phthalate esters in tea samples using a modified QuEChERS sample preparation method combined with GC-MS/MS. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(8), 1406-1413, 2014. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.933490>.
- [6] X. L. Cao, W. Zhao and R. Dabeka, Di-(2-ethylhexyl) adipate and 20 phthalates in composite food samples from the 2013 Canadian Total Diet Study. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32(11), 1893-1901, 2015. <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1079742>
- [7] L. Du, L. Ma, Y. Qiao, Y. Lu and D. Xiao, Determination of phthalate esters in teas and tea infusions by gas chromatography–mass spectrometry. *Food chemistry*, 197, 1200-1206, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.082>.
- [8] European Commission, Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. Off J Eur Union. <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/10/oj>, Accessed 01 August 2023.
- [9] A. S. Alnaimat, M. C. Barciela-Alonso and P. Bermejo-Barrera, Development of a sensitive method for the analysis of four phthalates in tea samples: Tea bag contribution to the total amount in tea infusion. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(10), 1719-1729, 2020. <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1786170>
- [10] C. Ravikumar, Review on herbal teas. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(5), 236-238, 2014. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol6issue05/jpsr06051404.pdf>, Accessed 21 July 2023.
- [11] Y. Tang, M. Wang, C. Pan, S. Mi, and B. Han, Determination of five phthalate esters in tea and their dynamic characteristics during black tea processing. *Foods*, 11(9), 1266, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11091266>
- [12] P. Liu, H. Chen, G. Gao, Z. Hao, C. Wang, G. Ma and X. Liu, Occurrence and residue pattern of phthalate esters in fresh tea leaves and during tea manufacturing and brewing. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(46), 8909-8917, 2016. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03864>
- [13] L. Du, L. Ma, Y. Qiao, Y. Lu, and D. Xiao, Determination of phthalate esters in teas and tea infusions by gas chromatography–mass spectrometry. *Food chemistry*, 197, 1200-1206, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.082>

