

## YÜKSEK PERFORMANSLI SIVI KROMATOĞRAFİSİ İLE YEREL MARKETLERDE SATILAN KAHVELERİN OKRATOKSİN A İÇERİĞİNİN İNCELENMESİ

Bülent ERGUN <sup>1</sup>, Murat SOYSEVEN <sup>2</sup>, Gökalep İŞCAN <sup>2,3,\*</sup>, Göksel ARLI <sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eskişehir, Türkiye

<sup>2</sup> Yunus Emre Sağlık Hizmetleri MYO, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

<sup>3</sup> Farmakognози Anabilim Dalı, Eczacılık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

<sup>4</sup> Analitik Kimya Anabilim Dalı, Eczacılık Fakültesi Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

### ÖZET

Okratoksin A (OTA), bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri tarafından sentezlenen özellikle işlenmiş tahıllar, kahve çekirdekleri veya granül kahveler, şarap ve çeşitli baharatlarda bulunabilen bir mikotoksindir. OTA insan ve hayvanlarda kanserojen, mutajenik ve teratojenik etkiler göstermektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada yerel marketlerden temin edilen 30 adet kahve örneği içerisindeki OTA miktarı Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (YPSK) cihazı ile tayin edilmiştir. Çalışmalar floresans dedektör kullanılarak Ex 330 Em 450 nm dalga boylarında gerçekleştirilmiş, kolon sıcaklığı 25°C, sistem basıncı 83 bar olarak ölçülmüştür. Akış hızı 0.9 ml/dk olarak seçilmiştir. Kahveleri çözmek için etanol kullanılmıştır. Analiz boyunca C<sub>18</sub> (200 mm 4.6 mm I.D., 5 µm partikül boyutuna sahip) kolon kullanılmıştır. OTA standardı ve numunelerin yaklaşık 10.942 dk da sinyal verdiği görülmektedir. Mobil faz olarak (su:asetonitril:asetik asit) (49.5:49.5:1) (h:h:h) kullanılmıştır. Çalışılan 30 adet örneğin tümünde çeşitli miktarlarda OTA varlığı tespit edilmiş olup bunlardan sadece 12 tanesinin Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen limitler altında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Okratoksin A, Kahve, Miktar tayini, Yüksek performanslı sıvı kromatografisi

## EXAMINATION OF OCHRATOXIN-A CONTENT OF COFFEES SOLD IN LOCAL MARKETS WITH HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

### ABSTRACT

Ochratoxin A (OTA) is a mycotoxin which is synthesized by some *Aspergillus* and *Penicillium* species and may exists in especially cultivated cereals, coffee beans or coffee granules, wine and various spices. OTA exhibits Carcinogenic, mutagenic and teratogenic affects for humans and animals. In this conducted study, OTA contents of 30 different coffee samples that were provided from the local markets were determined by using high performance liquid chromatography. The experiments were carried out using the fluorescence detector and applying the 330 nm extinction and 450 nm emission wavelengths. The column temperature and pressure were set to 25°C and 83 barr, respectively. The flow rate was chosen as 0.9 mL/min. Coffee samples were dissolved in ethanol. Analyses were performed by using the C<sub>18</sub> (200 mm 4.6 mm I.D., 5 µm particle size). It was observed that OTA standards and samples have a signal at approximately 10.942 min. Deionized (water: acetonitrile: acetic acid) (49.5:49.5:1), (v:v:v) mixture was used as the mobile phase. The obtained results showed that different amounts of OTA for all 30 samples were determined and 12 of them have lower OTA content according to the limits of Turkish Food Codex.

**Keywords:** Ochratoxin-A, Quantification, Coffee, High-performance liquid chromatography

## 1. GİRİŞ

Mikotoksinler, küflerin salgıladığı ikincil metabolitler olup, insan ve hayvanlarda patolojik veya istenmeyen fizyolojik değişikliklere neden olurlar. Bu istenmeyen fungal metabolitler çeşitli bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalarda yaygın olarak bulunmakta ve bitkisel ürünlerde hasat öncesinde olduğu gibi hasat sonrasında da oluşabilmektedir. Süt ve süt ürünleri, et, yumurta gibi hayvansal ürünlerin mikotoksinlerle kontaminasyonu ise çoğunlukla mikotoksinlerle kontamine olmuş hayvan yemlerinin

\*Sorumlu Yazar: [giscan@anadolu.edu.tr](mailto:giscan@anadolu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 23 Mart 2018 Yayın Tarihi: 17 Ağustos 2018

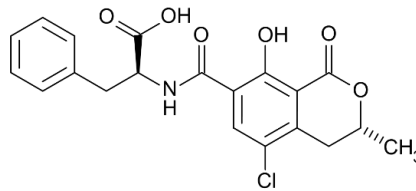
tüketilmesinden kaynaklanmaktadır [1, 2]. Günümüzde yaklaşık 300 civarında mikotoksin bilinmektedir ve bu mikotoksinlerden biri olan Okratoksin-A (Şekil 1.) özellikle hububatlar, kuru baklagiller, tahıllar, çeşitli hayvan yemleri ve hayvan dokuları başta olmak üzere dünyada pek çok üründe yaygın olarak saptanmaktadır. Okratoksin-A (OTA) ve daha az toksik dekloro analogu olan okratoksin-B başta *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium viridicatum* olmak üzere çeşitli *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri tarafından sentezlenmektedir [3, 4].

Okratoksin A, Türk Gıda Kodeksi (TGK) tarafından çeşitli gıda maddelerinde test edilmesi gereken bir mikotoksindir. Hasat öncesi ve sonrasındaki depolama, nakliyat, satışa sunulmuş ürünlerin saklandığı ortamlar bile bu maddelerin miktarını doğrudan etkilemektedir. TGK'ya göre birçok hububat ürünü, kuru meyve ve baharat yanında OTA'nın belirli limitlerde olması gereken bir diğer ürün de kahvedir. Kavrulmuş ve öğütülmüş kahve çekirdekleri ile kahve ekstraları ve çözünebilir kahvede OTA'nın belirli bir sınırdaki olması istenir.

Kahve, 17. yüzyıldan beri ülkemizde tüketilen, günümüzde çok farklı markalar altında geniş ürün çeşitliliğine sahip *Cofea arabica* ve daha az kullanılan *Cofea robusta*'nın işlenmiş meyveleridir. Ülkemizde, "Türk Kahvesi" tüketimi nispeten fazla olduğu düşünüldüğünde, az telve bıraktığı için lignin ve ham lif miktarı bakımından fakir olan *C. arabica* tercih edilmektedir [5]. OTA stabil bir molekül olduğundan gıdaların işlenmesi aşamasında uygulanan birçok işleme karşı dayanıklıdır ve işlem sonrasında da miktarı genellikle aynı kalabilmektedir. Bu toksin nefrotoksik, immunosupresif, teratojenik, genotoksik ve karsinojenik özellikler göstermektedir. Hayvanlarla yapılan deneyler OTA'nın hedef organının böbrek olduğunu göstermiş, hayvanların yanı sıra insanları etkileyen çeşitli böbrek hastalıklarından da sorumlu olduğu bildirilmiştir [6, 7]. Mikotoksinlerin kontrolü açısından genel yaklaşım, gıdalarda sentezlenmiş olan toksinin sıcaklık uygulaması ile bozulması veya uzaklaştırılmasıdır. Kontamine örneklerin mikotoksinlerden arındırılması son derece zor ve ekonomik olarak olumsuzluklara neden olduğundan, hasat işlemleri ve hasat sonrasındaki depolama koşullarının kontrol altına alınması okratoksinlerden korunmada önemli rol oynamaktadır [8].

Uluslararası Kahve Organizasyonu (International Coffee Organization) verilerine göre kahve tüketimi her yıl büyük bir ivmeyle artmakta olup, yapılan istatistiklere göre ülkemiz kişi başı 400 gr/yıl tüketim değeri ile dünyada 104. sırada yer almıştır. Ülkemizin kahve ithalatı en çok kavrulmamış yeşil kahve ile granül kahveden oluşmaktadır [9].

Çalışmamızda ilimiz yerel marketlerinde ambalajlı veya nispeten daha düşük fiyatlarda olan açıkta satılan kavrulmuş, öğütülmüş kahve veya granül haldeki çözünür kahvelerin Okratoksin A miktarı bakımından YPSK kullanılarak incelenmesi ve TGK'ya uygunlukları araştırılmıştır.



Şekil 1. Okratoksin A (OTA) Moleküler Yapısı

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Reaktifler, Standartlar ve Çözeltiler

Bu çalışmada, mobil faz ve OTA standardı hazırlamak için kullanılan organik çözücülerin tümü YPSK saflıkta olup, asetonitril, etanol, formik asit Merck (Almanya) ve ultra saf su Carlo Erba (İspanya) firmalarından temin edilmiştir. Referans OTA standardı ise Acros Organics firmasından satın alınmıştır. Tüm çözücüler kullanılmadan önce 0.22 µm selüloz filtreden geçirilmiştir.

## 2.2. Test Materyali

Kahve numuneleri, Eskişehir’de bulunan farklı kahve dükkânlarından veya yerel marketlerden en az 100 gr olacak şekilde temin edilmiştir. Numuneler, 22 adedi kavrulmuş çekirdekten öğütülmüş (10’u Türk kahvesi, 12 si filtre kahve hazırlamak için) ve 8’i granül kahve olmak üzere toplam 30 adet kahve örneğinden oluşmaktadır. Tüm örnekler temin edildikten sonra en fazla iki gün içinde analiz edilmiş ve bu süre zarfında hava almayacak şekilde +4°C’de muhafaza edilmiştir.

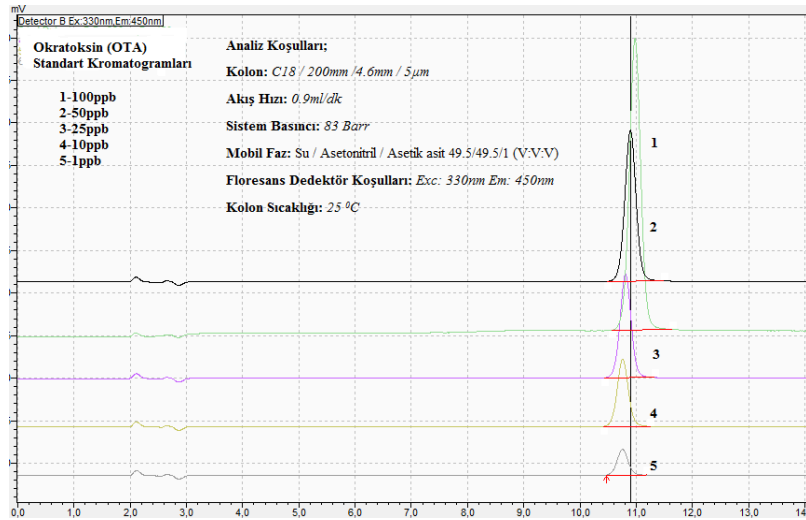
## 2.3. Standart ve Örnek Hazırlama

Okratoksin A stok çözeltisi 50 ml etanol içerisinde 5mg OTA çözülerek (100 ppm) hazırlandı. Daha sonra aynı çözücü ile seyrelme işlemleri yapılarak sırasıyla 1ppb, 10ppb, 25ppb, 50ppb, 100ppb derişimde toplam 5 adet standart OTA çözeltisi hazırlandı. Hazırlanan bu standart çözeltilerin YPSK ile optimizasyon koşullarında kalibrasyon işlemi gerçekleştirildi (Şekil 2).

Her bir kahve örneği öncelikle bir öğütücü yardımı ile toz haline getirildi. Kahve örneklerinin her birinden tam olarak 1’er gram alındıktan sonra kahve içeriğindeki OTA’nın ekstraksiyonu için öncelikle üzerine 10 ml etanol ilave edildi [10]. Bu örnekler 25°C’de 20 dk. boyunca vorteks cihazı ile karıştırıldıktan sonra 0.22µm’luk şırınga filtreden geçirildi. Şırınga filtreden geçirilen kısım YPSK vialine aktarıldı ve cihaza enjekte edilmeye hazır hale getirildi.

## 2.4. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi Analizleri

Okratoksin A (OTA) standartları ve 30 adet kahve numunelerinin analizleri YPSK ile gerçekleştirildi. Bu analizler Shimadzu marka, Nexera – i model (LC-2040C 3D) ve floresans dedektörlü ( RF-20A xs ) YPSK cihazında gerçekleştirildi. Analiz süresince Restek C18 (200 mm 4.6 mm I.D., 5 µm partikül boyutu) kolon kullanıldı. Analiz için çalışma koşulları optimize edilerek en uygun koşullar belirlendi. OTA Floresans özellikle bir madde olduğundan tayini için floresans dedektör kullanıldı. Floresans dedektörde uyarma dalga boyu (Ex) 330 nm, emisyon dalga boyu (Em) ise 450 nm olarak seçildi. Kolon sıcaklığı 25°C, mobil faz akış hızı 0.9 ml/dk olarak ayarlandı. İzokratik elüsyon tercih edilmiş olup, mobil faz bileşimi olarak hacimce (su: asetonitril: asetik asit) (49.5:49.5:1) (v:v:v) kullanılmıştır. Enjeksiyon hacmi 1µL olacak şekilde tüm standart çözeltiler ve kahve örnekleri YPSK cihazına verildi. Bu koşullar altında sistem basıncı 83 bar olarak ölçüldü. Analiz süresi 20 dk olarak seçildi [11]. Yapılan ön analizlerde okratoksinine ait pikte herhangi bir girişim saptanmadığından, saflaştırma amaçlı olarak bir ön kolon kullanmaya gerek duyulmamıştır.



Şekil 2. Okratoksin A (OTA) standart kromatogramları

### 3. BULGULAR

Kahve numunelerindeki OTA miktarını belirlemek amacıyla 1ppb-100ppb aralığında beş farklı derişimde hazırlanan standartların YPSK ile analizleri gerçekleştirilmiştir. OTA standart kromatogramları ve analiz koşulları Şekil 2.'de gösterilmiştir. OTA'nın alıkonma zamanının 10,942 dk olduğu belirlendi.

#### 3.1 Validasyon

Kahve numunelerine standart ilave edilerek yapılan geri kazanım çalışmaları, 5'er tekrardan sonra hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 1.'de gösterilmiştir.

$$\% \text{ Geri Kazanım} = \frac{\text{Ölçülen değer}}{\text{Bilinen değer}} \times 100 \quad (1)$$

**Tablo 1.** Standart çözeltinin zenginleştirilmesi ile hesaplanmış OTA geri kazanım değerleri

Zenginleştirme (spike) miktarı (ng/ml)	Ortalama Geri Kazanım (ng/ml)	Geri Kazanım Değerlerinin Standart Sapması <sup>a</sup>	Ortalama Geri kazanım (%)
10	9.88	0.72	98,8
20	19.93	0.09	99,65
50	50.76	0.12	101.52

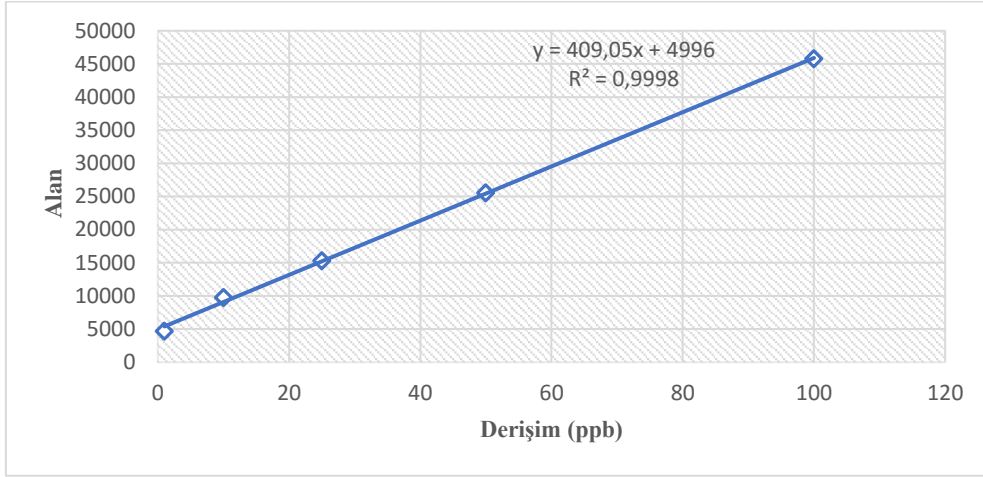
<sup>a</sup> Zenginleştirme yapılan (spike) her bir numuneden 5'er defa ölçüm alınarak hesaplanmış standart sapma değeri

Elde edilen sonuçlar kullanılarak oluşturulan kalibrasyon grafiğinin korelasyon katsayısı Şekil 3.'te gösterildiği üzere  $R^2=0,9998$  olarak hesaplanmıştır. OTA'nın gözlenebilme sınırı  $LOD = 0.14$  ng/ml, tayin limiti  $LOQ = 0,46$  ng/ml olarak hesaplandı. Sinyal / gürültü oranı gözlenebilme sınırı için 3,3 tayin limiti için 10 katı olarak kullanıldı. Geri kazanım (1), standart sapma (2), %RSD (3) ve değerleri sırasıyla 0.24, 0.464 olarak hesaplandı.

$$\text{Standart Sapma} = \sum_{n=1}^N \sqrt{\frac{X_i - X_{ort}}{N-1}} \quad \%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad (2) \quad (3)$$

Analizi yapılan kahve örneklerinde bulunan Okratoksin A miktarları Tablo.2'de gösterilmiştir. Çekirdekten taze öğütülmüş, açıkta satılan ince toz edilmiş Türk Kahvesi örneklerinde 9,1-19,2 ppb aralığında OTA saptanmıştır. Ambalajlı satılan Türk Kahvelerinde bir örnek dışında 1,0 ile 35 ppb aralığında OTA tespit edilmiştir.

Özellikle filtre kahve yapımında tercih edilen tamamı ambalajlı kaba toz halinde temin edilen kahve örneklerinde bir marka dışında, tüm örneklerde 5,8 ile 53,5 ppb aralığında OTA saptanmıştır. 11 nolu örneğe ait kromatogramı Şekil 3.'te gösterilmiştir. 8 adet granül kahvenin OTA miktarları 0,26 ile 11 ppb arasında saptanırken, 5 örnekte OTA miktarının tayin limitin altında olduğu görülmüştür.

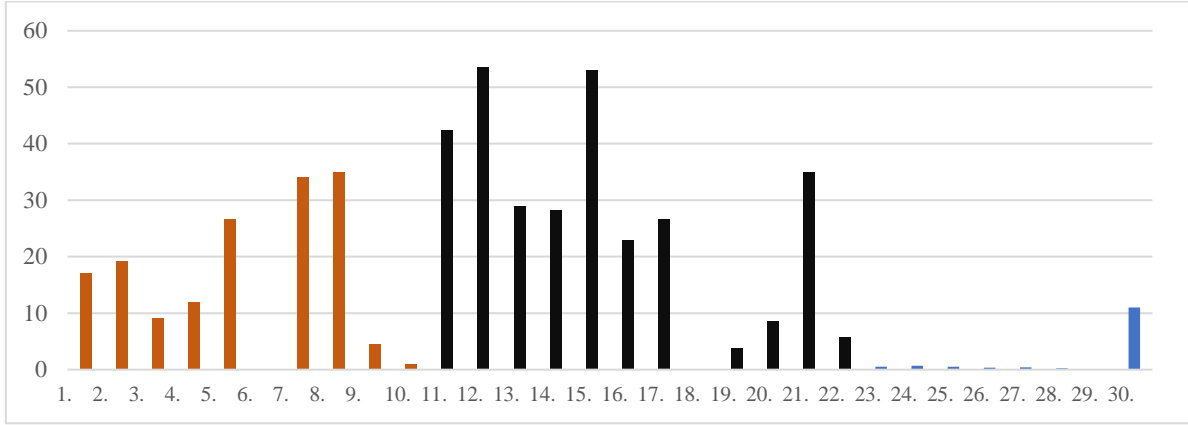


Şekil 3. Okratoksin A (OTA) Kalibrasyon Grafiği

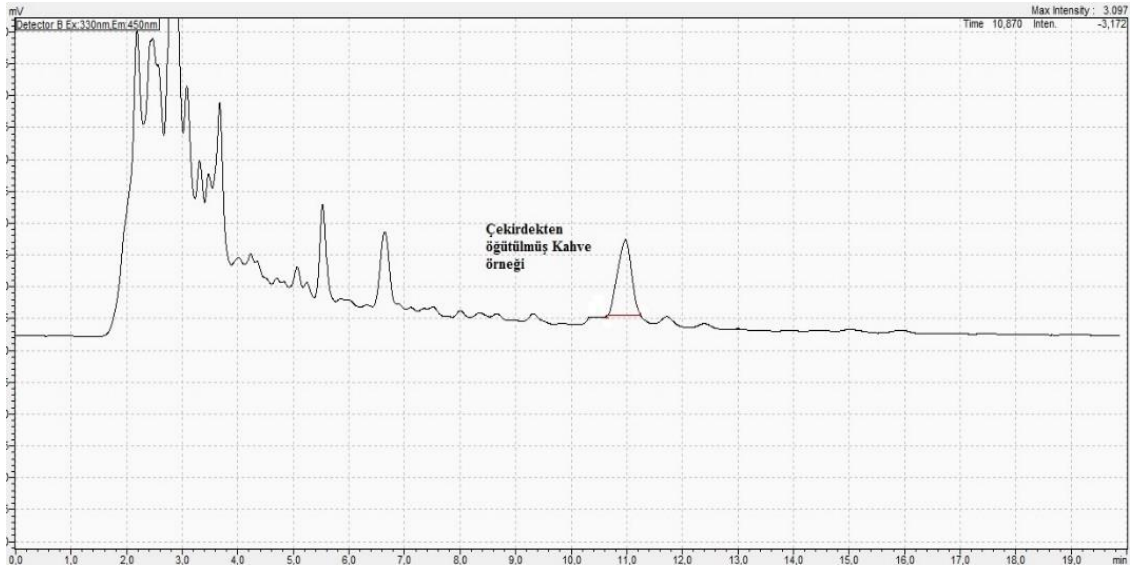
Tablo 2. Kahve numuneleri içerisinde bulunan Okratoksin A (OTA) miktarları ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ , ppb)

Örnek No	Kahve türü	ppb
1.	Çekirdekten Öğütme (Açıkta satılan)*	17,0
2.	Çekirdekten Öğütme (Açıkta satılan)*	19,2
3.	Çekirdekten Öğütme (Açıkta satılan)*	9,1
4.	Çekirdekten Öğütme (Açıkta satılan)*	12,0
5.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)*	26,6
6.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)*	-
7.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)*	34,0
8.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)*	35,0
9.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)*	4,46
10.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)*	1,0
11.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	42,37
12.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	53,5
13.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	29,0
14.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	28,2
15.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	53,0
16.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	23,0
17.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	26,7
18.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	-
19.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	3,87
20.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	8,5
21.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	35,0
22.	Çekirdekten Öğütme (Ambalajlı)	5,8
23.	Granül (Açıkta satılan)	0,5
24.	Granül (Açıkta satılan)	0,7
25.	Granül (Açıkta satılan)	0,5
26.	Granül (Açıkta satılan)	-
27.	Granül (Ambalajlı)	0,4
28.	Granül (Ambalajlı)	-
29.	Granül (Ambalajlı)	-
30.	Granül (Ambalajlı)	11,0

- &lt;0,01 ppb \*: Türk kahvesi (ince toz edilmiş)



Şekil 3. İnce toz, kaba toz ve granül kahvelerdeki OTA dağılımı



Şekil 4. 11 no'lu numuneye ait kromatogram

#### 4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızda halkımız tarafından çaydan sonra sıcak içecek olarak en çok tüketilen ürün olan kahvenin OTA bakımından kalitesi incelenmiştir. Kahve çekirdeklerinde ve kahve ekstralarında en sık karşılaşılan mikotoksin okratoksin A'(OTA) dır. *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus sulphureus* ve *Aspergillus sclerotiorum* bu toksini üreten başlıca funguslar olarak bildirilmiştir. Kahvenin toplanarak, tüketiciye ulaşana dek geçirdiği süreç ve yapılan bazı uygunsuz işlemler kahvede mikotoksinlerin oluşmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalarda ağaç altına dökülen kahve çekirdeklerinin toprakla teması ve bunların süpürme yöntemi ile toplanması, ayrıca olgunlaşmış çekirdeklerin ham olanlardan ayrımında kullanılan su üzerinde yüzdürme tekniği okratoksijenik fungusların bulaştığı aşamalarıdır. Yaralanmış veya bütünlüğü bozulmuş meyvelere bu aşamada bulaşma meydana gelir [12]. Sonraki süreçlerde, uzun süreli ve uygunsuz depolama ve nakliye koşulları ile bu funguslar gelişmekte ve ürettikleri sekonder metabolitleri olan OTA'yı kahve dış meyve kabuğuna bulaştırmaktadır. Ürünlerin hasat sonrasındaki nem miktarı, depolandığı ortamın nemi ve sıcaklığının kontrolü hasat aşamasında bulaşmış olan küfün gelişmesini engellediği gibi mikotoksin oluşumunu da engeller. İyi tarım ve iyi hijyen uygulamaları toksin oluşumunun kontrol altına alınmasında son derece önemlidir.

OTA'nın Avrupa Komisyonu (EC No 1881/2006) ve Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (29.12.2011 tarihli ve 28157 sayılı Resmi Gazete) direktiflerine göre kavrulmuş kahve çekirdeği ve öğütülmüş kahve'de en fazla 5,0 µg/kg, kahve ekstraktı, çözünebilir kahve ekstraktı veya çözünebilir kahve örneklerinde ise 10,0 µg/kg'dan fazla OTA bulunmamalıdır [13-14].

Çalışmamızda elde edilen analiz sonuçlarına göre incelenen 30 örnekten 3ü hariç tümünde OTA saptanmıştır. 27 OTA-pozitif örneğin 18'i TGK limit değerlerinin üzerinde iken sadece 9'unun standartlara uygun olduğu görülmüştür. Dikkat çekici olarak, genellikle ithal menşeli olan kavrulmuş çekirdekten kaba toz öğütülen ve filtre kahve hazırlamada kullanılan örneklerin diğer tüm örneklere göre daha yüksek oranda OTA taşıdığı belirlenmiştir. Şekil 3 incelendiğinde granül kahvelerin en düşük OTA içeriğine sahip olduğu, bir örnek haricinde tümünün TGK standartlarına uyduğu anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmalar endüstriyel üretim aşamalarında çekirdeklerden granül yani çözünebilir kahve üretilirken OTA seviyelerinin %90 azaldığı bildirilmiştir [15].

Açıkta veya ambalajlı satılan ürünlerin OTA miktarları karşılaştırıldığında dikkate değer bir fark görülmemiştir. García-Moraleja ve ark. (2015); kahve hazırlama tekniğinin içime hazır kahve içerisindeki OTA miktarlarını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada geleneksel yöntem (filtrasyon), kahve makinası ve Türk kahvesi hazırlama usulü ile içime hazır hale getirilen kahve örnekleri incelendiğinde, Türk Kahvesinin en düşük seviyede OTA'ya sahip olduğu gösterilmiştir [16]. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bizim elde ettiğimiz sonuçları doğrular niteliktedir.

Vanesa ve Ana (2013) yaptıkları çalışmada granül ve kavrulup öğütülmüş 51 kahve numunesinin 35'inde OTA tespit edilmiş, 0,1-21,0 ppb derişimde oldukları saptanmıştır [17]. Casal ve arkadaşlarının (2014) yaptıkları çalışmada, Portekiz yerel marketlerinde satılmakta olan önemli kahve markalarından 40 örneğin analizi yapılmış, bunlardan 35'inde OTA (0.15-12.00 µg/kg) saptanmıştır [18].

OTA, bir izokumarin ve fenil alanin aminoasidinin peptit bağı ile bağlanmasıyla oluşan düşük molekül ağırlıklı zayıf bir organik asittir. OTA hakkında yapılan çalışmalar onun sadece bir nefrotoksik ajan olmadığı, hayvanlarda yapılan deneyler ile aynı zamanda teratojen, immünosupresor ve karsinojenik etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Kanser Araştırmaları Birliği, OTA'yı muhtemel kanserojen madde (Grup 2b) olarak sınıflandırmıştır. Günümüzde yapılan istatistikler insanların en büyük OTA kaynağının kavrulmuş ve öğütülmüş kahve olduğunu ortaya koymaktadır [19-20]. Bir kupa kahvenin yaklaşık 7 gr kahve kullanılarak hazırlandığı kabul edilmektedir. Yapılan güncel çalışmalarda 12 ppb OTA taşıyan bir kahveden 1 kupa içildiğinde, 60 kg'lık bir insanın Dünya Sağlık Örgütü ve Birleşmiş Milletlere bağlı ilgili komisyonunun (JECFA) belirlediği güvenli günlük tüketim dozuna (1.5 ng/kg) ulaştığı bildirilmektedir [21-22]. Bu dozun aşımının böbrek ve mesane kanserine sebep olduğu yine aynı komisyonca bildirilmiştir. Çalışmamız sonuçlarına göre bazı örneklerde OTA miktarının limit değerlerin 10 katına kadar ulaştığı görülmektedir. Özellikle adölesan ve geç adölesan dönemdeki gençlerin sıklıkla kahve tükettiği göz önünde bulundurularak, benzer çalışmalar ile örnek sayısının artırılmalıdır. Ülkemiz ve şehrimiz toplum sağlığını doğrudan ilgilendiren sık tüketilen gıdalardaki Okratoksin A miktarının, çok daha fazla ürün ve örnek sayısında analiz edilmesi gerekliliği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

## TEŞEKKÜR

“Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 1501S003 nolu proje kapsamında desteklenmiştir”.

## KAYNAKLAR

[1] Höhler D. Ochratoxin A in food and feed: occurrence, legislation and mode of action. Z. Ernährungswiss 1998; 37: 2–12.

- [2] Deberghes P, Betbeder A, Boisard F, Blanc R, Delaby JF, Krivobok S, Steiman R, Seigle-Murandi F, Creppy EE. Detoxification of ochratoxin A, a food contaminant: Prevention of growth of *Aspergillus ochraceus* and its production of ochratoxin A. *Mycotoxin Res* 1995; 11: 37-47.
- [3] Reddy L, Bhoola K. Ochratoxins - food contaminants: impact on human health. *Toxins* 2010; 2:771-779
- [4] Marquard RR, Frohlich, A. Ochratoxin A: an important western Canadian storage mycotoxin, *Can. J. Physiol. Pharmacol* 1990; 68: 991-999.
- [5] Çağlarırnak N, Ünal K. Kahve Tanesinde (*C. arabica*) Mineral Maddelerin Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma. *Gıda Dergisi* 1999; 24: 53-57.
- [6] Gürhayta OF, Çağında Ö. Kurutulmuş Meyvelerde Aflatoksin ve Okratoksin A Varlığının ve Sağlık Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Celal Bayar University Journal of Science* 2016; 12: 327-338.
- [7] Keyvan E. Yurdakul Ö. Çeşitli Gıdalarda Okratoksin A Varlığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2015; 3: 27-33.
- [8] Boudra H, Le Bars P, Le Bars J. Thermostability of ochratoxin A in wheat under two moisture conditions, *App Environ Microbiol* 1995, 61:1156-1158.
- [9] International Coffee Organization, Latest facts and figures about the global coffee trade from the International Coffee Organization, 2015.
- [10] Altiocka G, Can NO, Atkoşar Z, Aboul-Enein HY. Determination of Ochratoxin A in Turkish wines *Journal of Food and Drug Analysis*, 2009; 17, pp. 467-473
- [11] Aboul-Enein HY, Kutluk ÖB, Altiocka G, Tunçel M. A modified HPLC method for the determination of ochratoxin A by fluorescence detection. *Biomed Chromatogr*, 2002; 16: 470-474.
- [12] Batista LR, Chalfoun SM, Silva CF, Cirillo M, Varga EA, Schwan RF. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. *Food control*, 2009; 20: 784-790.
- [13] Türk Gıda Kodeksi, Bulaşanlar Yönetmeliği. 2011; Resmi Gazete, (28157).
- [14] Commission EC. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuff. 2006R1881-EN-01.09. 2014-014.001-1.
- [15] Viani R. Effect of processing on ochratoxin A (OTA) content of coffee. In: *Mycotoxins and food safety*; 2002; Springer, Boston, MA. pp. 189-193.
- [16] García-Moraleja A, Font G, Mañes J, Ferrer E. Analysis of mycotoxins in coffee and risk assessment in Spanish adolescents and adults. *Food Chem Toxicol* 2015; 86: 225-233.
- [17] Vanesa D, Ana P. Occurrence of Ochratoxin A in coffee beans, ground roasted coffee and soluble coffee and method validation. *Food Control* 2013; 30: 675-678.
- [18] Casal S, Vieira T, Cruz R, Cunha SC. Ochratoxin A in commercial soluble coffee and coffee substitutes. *Food Res Int* 2014; 61: 56-60.



- [19] Benites AJ, Fernandes M, Boletto AR, Azevedo S, Silva S, Leitão AL. Occurrence of ochratoxin A in roasted coffee samples commercialized in Portugal. *Food Control* 2017; 73: 1223-1228.
- [20] Karagözlü N, Karapınar M. Bazı tahıl ve ürünlerinde okratoksin-A ve fungal kontaminasyon. *Turkish J Biol* 2000; 24: 561-572.
- [21] Tozlovanu M, Pfohl-Leszkowicz A. Ochratoxin A in roasted coffee from French supermarkets and transfer in coffee beverages: Comparison of analysis methods. *Toxins* 2010; 2: 1928-1942.
- [22] Benford D, Boyle C, Dekant W, Fuchs R, Gaylor DW, Hard G, Solfrizzo M. Ochratoxin A. Safety evaluation of certain mycotoxins in food Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives 2001; 281-415.