

## Investigation of Aflatoxin Presence in Herbal Teas Used For Weight Loss

Şebnem PAMUK<sup>1\*</sup>, Ebrar BİÇER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Afyonkarahisar/Turkey

<sup>2</sup> Municipality of Akşehir, Family Art and Education Center, Dietitian, Akşehir/Turkey

### ABSTRACT

In this study, the presence of Aflatoxin B1 (AFB1) and Aflatoxin B2 (AFB2) were investigated in 10 green tea, 10 fennel, 10 rosemary and 10 senna samples from 14 different sales points in Konya Akşehir. (AFB2) was investigated. Analyses were made by HPLC method. While AFB2 was not detected in any of the 40 herbal tea samples, AFB1 was detected in 65,0% (n=26). According to the results of the analysis, the average amounts of AFB1 in green tea, rosemary, fennel and senna samples were found to be 0,0084, 0,0235, 0,0178, 0,0187 ng/g respectively. Although there was no regulation on herbal teas in the Turkish Food Codex Contaminants Regulation, the legal limit for AFB1 in dried fruits in the same regulation was 8 µg/kg, and in spices 5 µg/kg. It was observed that the aflatoxin levels of green tea, rosemary, fennel and senna samples examined in the study did not exceed the legal limits set for fruits and spices. While an average of 0,01085 ng/g AFB1 was detected in unpackaged a level of 0,02651 ng/g was detected in packaged teas. There was no significant difference between tea types in terms of amount (p>0,05). A significant difference was found in the presence of aflatoxin according to how the herbal teas were sold (packaged or unpackaged) (p<0,05). It was determined that the amount of AFB1 was higher in packaged herbal teas.

**Keywords:** Aflatoxin, Fennel, Green tea, Herbal tea, HPLC, Senna

\*\*\*

### Zayıflama Amacıyla Kullanılan Bitkisel Çaylarda Aflatoksin Varlığının Araştırılması

#### ÖZ

Bu çalışmada, Konya Akşehir’de bulunan 14 farklı satış noktasından 10 adet yeşil çay, 10 adet rezene, 10 adet biberiye ve 10 adet sinameki örneğinde Aflatoksin B1 (AFB1) ve Aflatoksin B2 (AFB2) varlığı araştırıldı. Analizler HPLC yöntemi ile yapıldı. Toplam 40 bitkisel çay örneğinin hiçbirinde AFB2 tespit edilmezken, %65,0’inde (n=26) AFB1 tespit edildi. Analiz sonuçlarına göre, AFB1 ortalama miktarları yeşil çay, biberiye, rezene ve sinameki örneklerinde sırasıyla; 0,0084, 0,0235, 0,0178, 0,0187 ng/g olarak bulundu. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği’nde bitki çaylarına ilişkin bir düzenleme bulunmamasıyla birlikte aynı yönetmelikte yer alan kurutulmuş meyvelerde AFB1 için yasal sınır limit 8 µg/kg, baharatlarda ise 5 µg/kg olarak belirtilmiştir. Çalışmada incelenen yeşil çay, biberiye, rezene ve sinameki numunelerine ait aflatoksin düzeylerinin meyveler ve baharatlar için belirlenen yasal limitleri aşmadığı görülmektedir. Ambalajsız çaylarda ortalama 0,01085 ng/g AFB1 tespit edilirken, ambalajlı olanlarda 0,02651 ng/g düzeyinde tespit edildi. Miktar açısından çay türleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05). Bitkisel çayların ne şekilde satıldığına göre (ambalajlı ya da ambalajsız) aflatoksin varlığına ilişkin anlamlı bir farklılık bulundu (p<0,05). Ambalajlı satılan bitkisel çaylarda aflatoksin miktarının daha yüksek olduğu tespit edildi.

**Anahtar kelimeler:** Aflatoksin, Bitkisel çay, HPLC, Rezene, Sinameki, Yeşil çay

To cite this article: Pamuk Ş., Biçer E. Investigation of Aflatoxin Presence in Herbal Teas Used For Weight Loss  
Kocatepe Vet J. (2022) 15(1): 94-100

Submission: 29.10.2021 Accepted: 31.01.2022 Published Online: 28.02.2022

ORCID ID: ŞP: 0000-0001-7227-3364, EB: 0000-0001-8708-8022.

\*Corresponding author e-mail: spamuk@aku.edu.tr

## GİRİŞ

Bitkisel tedavi, sağlığı korumak ve bazı hastalıkları iyileştirmek amacıyla yüzyıllardır popülerliğini koruyan bir tedavi yöntemidir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2011). Yüzyıllar öncesinde Mezopotamya, Eski Yunan, Hitit, Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde bitkisel ilaçlar kullanılmış, Cumhuriyet döneminde ise çeşitli kullanım amaçları bilimsel araştırmalarla desteklenmiştir (Özbek 2005). Dünya’da tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin sayısı 20,000 civarında olup (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2011) dünya nüfusunun %70-80’i bu bitkilerden faydalanmaktadır (Ongan 2018).

Bitki ve bitki çaylarına olan ilgi, XIX. yüzyılda sanayileşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkan ve yüzyıl hastalığı olarak bilinen obezitenin yaygınlaşması ile artmış ve kullanımı günümüze kadar devam etmiştir (Aslan ve Orhan 2010). Türkiye’de bitkisel ürün kullanım alışkanlığını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, bireylerin %84,3’ü bitkileri bitkisel çay olarak kullandıklarını ifade etmiştir. Aynı çalışmada bitkisel ürünlerin en yaygın ikinci kullanım amacının %21,3 oranla vücut ağırlığı kaybı sağlamak olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda, bitkisel çayların en sık zayıflama amacıyla kullanılması (Ongan 2018), bitkisel karışımlarda en fazla kullanılan çayın sinameki (Saraçoğlu ve Ergun 2006) ve aktarlardan en çok satın alınan çayların ise yeşil çay, sinameki, rezene ve biberiye olması dikkat çekmektedir (Öner ve ark. 2017).

Bitkisel çaylar üretim, depolama ve taşıma aşamalarında ağır metal, mikroorganizma ve toksinler ile de kontamine olabilmektedir (Chan 2003; Van Breemen ve ark. 2008). Bitki çaylarının başlıca kontaminasyon kaynağı olan mikroorganizmalar, hasat öncesi, hasat, kurutma, sınıflandırma, öğütme, işleme, paketleme, depolama gibi üretim aşamalarının tamamında bulaşabilmektedir. Araştırmalarda bitkisel çayların çeşitli mikroorganizmaları barındırabildiği, bunlar içerisinde patojenler ve mikotoksijenik küflerin de yer aldığı gösterilmektedir (Scolari ve ark. 2001; Stević ve ark. 2012).

Mikotoksinler patojenik küfler tarafından üretilen ikincil metabolik ürünlerdir (Galvano ve ark. 2001). Küfler içerisinde *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* genuslarına ait olan türler insan ve hayvanlarda önemli sağlık problemlerine neden olan mikotoksinleri oluştururlar (Erzurum 2001). Aflatoksinler, *Aspergillus* cinsine ait birçok farklı tür tarafından oluşturulan toksisitesi yüksek ve oldukça sık karşılaşılan ve üzerinde en çok araştırma yapılan mikotoksin grubudur (Hussein ve Brasel 2001). Tanımlanmış mevcut aflatoksin sayısının 20’nin üzerinde olduğu bilinmekte, Aflatoksin B1 (AFB1), Aflatoksin B2 (AFB2), Aflatoksin G1 (AFG1) ve Aflatoksin G2 (AFG2)’nin toksik etkisi en yüksek üyeler olduğu

bildirilmektedir (Hussein ve Brasel 2001; Yentür 2012). Besinlerde en sık görülen AFB1 ve AFB2’yi üreten iki küften biri *Aspergillus flavus*, diğeri ise *Aspergillus parasiticus* olup; AFB1, AFB2 ile birlikte AFG1 ve AFG2’yi de üretebilmektedirler (Heperkan 2006). İnsanlar üzerinde teratojenik, tremorjenik, kanserojenik, hemorajik, hepatotoksik, nefrotoksik ve nörotoksik etkileri olan (Steyn 1995) mikotoksinlerin oluşumunda en önemli faktörlerden biri depolama şartlarıdır (Demirel ve Yıldırım 2000). Depolanan ürünün nem oranı, sıcaklığı, bağıl nem oranı, depolama süresi, deponun nisbi nemi, üründeki küf yoğunluğu ve ürünün genetik potansiyeli, diğer mikroorganizmaların varlığı gibi faktörlerin yanı sıra bitkinin stresi, hava sıcaklığı, kurutma hızı, gibi bazı faktörler de toksin oluşumunda etkili olabilmektedir (Peraica ve ark. 1999). Toksin içeren besin veya besin maddesi sindirim yoluyla vücuda girdikten sonra göstereceği etkilerin şiddeti mikotoksinin türü, miktarı, canlılığın genel beslenme durumu ve yaşına bağlıdır (Omurtag ve Yazıcıoğlu 2004).

Sinameki, yeşil çay, rezene, biberiye ve diğer bitkisel çaylarda uçucu fenolik bileşenlerin belirlenmesi, antioksidan kapasiteleri, antimikrobiyel aktiviteleri ve mikrobiyel kalitelerine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Dağdelen ve Aşyemez 2014; Arslan 2013). Ancak mikotoksin kontaminasyonunun incelendiği çalışma sayısı oldukça azdır. Bununla birlikte bazı çalışmalarda, siyah çay ve farklı bitki çaylarında aflatoksin varlığı araştırılmış, ancak bu çalışmalarda bitki çayları herhangi bir sınıflandırmaya dahil edilmemiştir (Asghar ve ark. 2018; Vial ve Jaray 1999).

Bu çalışmada baharatçı, aktar, market ve eczanelerden temin edilen ve zayıflama amacıyla yaygın şekilde tüketilen sinameki, yeşil çay, rezene, biberiye çaylarında insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri olduğu bilinen Aflatoksin B1 ve Aflatoksin B2 varlığının araştırılması amaçlandı.

## MATERYAL ve METOT

### Numune Toplama

Çalışmada, 2020 yılı Mart ve Nisan aylarında Akşehir’de bulunan 14 farklı satış noktasından (aktar, baharatçı, market, eczane) ambalajlı (n=16) ve ambalajsız (n=24) 10 adet yeşil çay, 10 adet rezene, 10 adet biberiye ve 10 adet sinameki olmak üzere toplam 40 numune rastgele örnekleme yöntemiyle toplandı.

### Aflatoksin B1 ve B2 Analizi

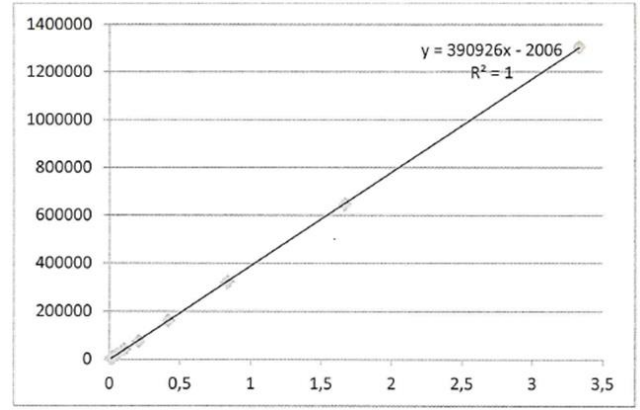
Her bir örnek hassas terazide (Precisa, XB 220A, Precisa Gravimetrics AG, İsviçre) 50 gram tartılarak blenderda öğütülerek homojenize edildi. Üzerine 300 mL %50 asetonitril %50 metanol içeren çözücü ve 4 gram NaCl eklenerek homojenize edildikten sonra karışım Whatman No:4 Filtre kağıdından süzülerek aflatoksinler ekstrakte edildi. Süzütünün 3 mL’si

pipet yardımıyla bir behere alınarak üzerine 12 mL fosfat tamponlu salin (PBS) eklendi. İmmunoafinite kolon, vakum manifoldu (Supelco Visiprep 57030-U, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Almanya) ve vakum pompası (Isolab GM-0.5, Interlab, Türkiye) kullanılarak 5 mL/dk hızla 10 mL PBS ve ardından 20 mL PBS çözeltisi geçirilerek kolon yıkandı. Aflatoksinler kolondan saniyede 1 damla geçecek şekilde 1 ml metanol ile elüe edildi. Kolondan 1 mL saf su geçirilerek 0,45 µm 25 mm çapında PTFE Syringe filtre kullanılarak süzöldükten sonra cam viallere alınarak HPLC yöntemi ile analiz edildi. Örnekler analiz edilene kadar 4°C'de muhafaza edildi.

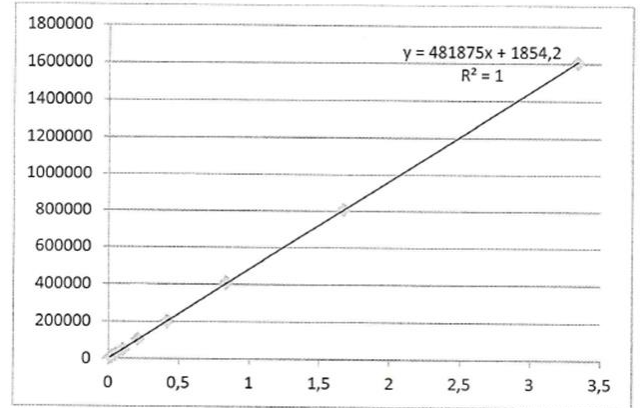
Örneklerdeki aflatoksin miktarı, izokratik koşullarda floresans dedektörlü HPLC sisteminde belirlendi. Aflatoksin analizi, izokratik koşullarda Shimadzu RF-20A model floresans dedektörlü (Shimadzu, Japonya) Shimadzu HPLC sistemi (LC-20 AT, Shimadzu, Japonya) kullanılarak yapıldı. Inertsil (GL Sciences, Inc., CA, ABD) ODS-3 C18 paslanmaz çelik kolon (150 x 4,6 mm, 5 µm) kullanıldı. Floresans dedektörü, 360 nm eksitasyon ve 433 nm emisyon dalga boylarına ayarlandı. Mobil faz, su/asetonitril/metanol (6:2:3, v:v:v) 350 µl, 4 M nitrik asit (HNO<sub>3</sub>), 120 mg potasyum bromür (KBr) ile hazırlanarak, filtre edildi ve ultrasonik banyoda (Wise Clean, Wisd Lab. Inst.) 10 dk bekletilerek gazı giderildi. Akış hızı 1,0 mL/dakika olarak ayarlandı. Enjeksiyon işleminden önce sisteme bağlı olan ve 30 dakika süreyle şartlandırılmış olan Kobra Cell (R-Biopharm Rhone Ltd., Glasgow, UK) ile aflatoksinlerin türevlendirilmesi sağlandı. Örnek direkt olarak 100 µL HPLC sistemine enjekte (SIL- 20ACHT oto enjeksiyon sistemi) edilerek analiz edildi. Örneklerdeki aflatoksin konsantrasyonlarına ilişkin hesaplamalar aflatoksin kalibrasyon grafiği kullanılarak LC Solutions (Shimadzu, Japonya) paket programı ile yapıldı.

Aflatoksin standardı kullanılarak hazırlanan stok çözelti ile farklı konsantrasyonda aflatoksin standart çözeltileri hazırlandı. Aflatoksin konsantrasyonuna karşılık, HPLC kromatogramında elde edilen pik alanlar grafiğe geçirilerek aflatoksin kalibrasyon grafiği oluşturuldu. Örneklerdeki aflatoksin konsantrasyonları da aflatoksin kalibrasyon grafiği kullanılarak LC Solutions paket programı ile oluşturuldu. Tespit limiti (Limit of Detection; LOD) ve tayin limiti (Limit of Quantification; LOQ), metodun standart sapma değerine dayanan hesaplama yöntemi ile hesaplandı (Can ve Velioglu 2018). Geri alma oranlarını belirlemek amacıyla, birer adet yeşil çay, biberiye, rezene, sinameki örneği toplam 4 µg/kg aflatoksin içerecek şekilde çalışma çözeltisi ile kontamine edilmiş örnekler yukarıda ayrıntısıyla açıklanan aşamalardan geçirildi. Elde edilen süzüntüler, cam viallere alınarak HPLC'de analiz edildi ve geri alma oranları hesaplandı. Aflatoksin

B1 ve B2'nin kalibrasyon grafiği Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 1:** Aflatoksin B1'in kalibrasyon grafiği  
**Figure 1:** Calibration diagram of Aflatoksin B1  
x: AFB1 konsantrasyonu (ppb) y: Pik alanı



**Şekil 2:** Aflatoksin B2'in kalibrasyon grafiği  
**Figure 2:** Calibration diagram of Aflatoksin B2  
x: AFB2 konsantrasyonu (ppb) y: Pik alanı

### Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 21,0 for Windows paket programı ile analiz edildi. Aflatoksin içeriğinin karşılaştırılması, bitkisel çay türleri ve ambalaj durumuna göre Ki-kare Testi ile yapıldı. Aflatoksin miktarları bakımından bitkisel çay türleri arasında anlamlı fark olup olmadığı ise tek yönlü varyans analizi ile çözümlendi. Satış şekline göre aflatoksin miktarının karşılaştırılmasında ise bağımsız örneklem için t-testi kullanıldı.

## BULGULAR

Örneklerdeki aflatoksin konsantrasyonlarına ilişkin hesaplamalar, aflatoksin kalibrasyon grafikleri kullanılarak gerçekleştirildi. AFB1 ve AFB2'nin kalibrasyon grafiklerine ait R<sup>2</sup> değerleri her ikisi için de 0,999 olarak tespit edildi. AFB1 ve AFB2 için hesaplanan LOD değerleri her ikisi için de 0,002 olarak bulundu. Alıkonma zamanları ise AFB1 için

23,0, AFB2 için 17,5 dakika olarak belirlendi. AFB1 ve AFB2 için belirlenen geri alma oranları tüm örnekler için sırasıyla ortalama %98,0 ve %105,0 olarak hesaplandı.

Araştırmada yeşil çay, biberiye, rezene ve sinameki olmak üzere toplam 40 bitkisel çay analiz edildi. Çay örneklerinin hiçbirinde AFB2 tespit edilmedi. Bitkisel

çayların %60,0'ı (n=24) ambalajsız, %40,0'ı (n=16) ambalajlı idi. Yeşil çayın %60,0'ı (n=6) ambalajsız, %40,0'ı (n=4) ambalajlı, biberiye'nin %50,0'si (n=5) ambalajsız, %50,0'si (n=5) ambalajlı, rezene'nin %60,0'ı (n=6) ambalajsız, %40,0'ı (n=4) ambalajlı ve sinamekinin %70,0'i (n=7) ambalajsız, %30,0'u (n=3) ambalajlı satılan çaylardan seçildi (Tablo 1).

**Tablo 1.** Satış şekline göre bitkisel çayların dağılımı

**Table 1.** Distribution of herbal teas by sales type

	Açıkta satış		Kapalı paket	
	n	%	n	%
Yeşil çay	6	60.0	4	40.0
Biberiye	5	50.0	5	50.0
Rezene	6	60.0	4	40.0
Sinameki	7	70.0	3	30.0
Toplam	24	60.0	16	40.0

Örneklerin %35,0'inde (n=14) aflatoksin tespit edilemezken, %65,0'inde (n=26) tespit edildi. Yeşil çay numunelerinin %50,0'sinde (n=5), biberiye numunelerinin %60,0'ında (n=6), rezene numunelerinin %60,0'ında (n=6), sinameki

numunelerinin ise %90,0'ında (n=9) AFB1 tespit edildi. Ambalajlı satılan çaylarda daha fazla aflatoksin saptandı. Dağılım incelendiğinde ambalajsız çayların %54,2'sinde (n=13), ambalajlı çayların ise %81,3'ünde (n=13) AFB1 bulundu (Tablo2).

**Tablo 2.** Satış şekline göre Aflatoksin B 1 varlığı

**Table 2.** Presence of Aflatoxin B 1 according to the form of sale

	Aflatoksin				Ki-kare	p
	Var		Yok			
	n	%	n	%		
Açık	13	54.2	11	45.8	3.956	0.079
Kapalı	13	81.3	3	18.8		
Toplam	26	65.0	14	35.0		

Çay türleri ve AFB1 miktarları arasında anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0,05$ ). Ortalama AFB1 miktarları yeşil çay, biberiye, rezene ve sinameki çayları için sırasıyla; 0,0084 ng/g, 0,0235ng/g, 0,0178 ng/g ve 0,0187 ng/g idi. Ambalajsız satılan çaylarda ortalama

0,0109 ng/g, ambalajlı çaylarda ise 0,0265 ng/g AFB1 tespit edildi. Bulgulara göre satış şekline göre AFB1 varlığı bakımından anlamlı bir farklılık bulundu ( $p<0,05$ ). Ambalajlı bitkisel çaylarda AFB1 miktarlarının daha yüksek olduğu belirlendi (Tablo 3).

**Tablo 3.** Satış şekline göre Aflatoksin B 1 miktarının karşılaştırılması

**Table 3.** Comparison of the amount of Aflatoxin B 1 according to the form of sale

Satış şekli	n	Aflatoksin		t-testi	p
		Ortalama (ng/g)	Standart sapma		
Açık	24	0.0109	0.0151	2.096	0.043*
Kapalı	16	0.0265	0.0317		

\* $p<0,05$

## TARTIŞMA

Bu çalışmada, ambalajsız satılan bitkisel çayların %54,2'sinde, ambalajlı olanların ise %81,3'ünde AFB1'e rastlandı. Ambalajsız örneklerde ortalama 0,0109 ng/g, ambalajlı satılan bitkisel çaylarda ise 0,0265 ng/g AFB1 tespit edildi. Ambalajlı satılan bitkisel çayların içerdiği aflatoksin miktarının ambalajsız satılan bitkisel çaylara göre daha yüksek olduğu belirlendi. Bitkisel çayların satış şekline göre, aflatoksin varlığı bakımından anlamlı bir farklılık olduğu bulundu ( $p < 0,05$ ). Bununla birlikte aflatoksin üreten küflerin aerobik ortamda üreyip geliştikleri bilinmektedir. Oksijen konsantrasyonunun %1'in altında düştüğü durumlarda aflatoksin üretimi büyük oranda azalmaktadır (Erzurum 2001). Bu çalışmada, ambalajlı bitkisel çayların bazılarında ambalajlamanın hava almayı önleyici şekilde yapılmadığı görüldü. Aynı zamanda, bazı örneklerin ambalajının yıpranmış olduğu ve raflarda uzun süredir beklediği anlaşıldı. Marketin ısıtma ve havalandırma koşullarına bağlı olarak, örneklerin su aktivite değerinin ( $a_w$ ) (optimum 0,78-0,99) yükselmiş olabileceği, özellikle bu iki koşulun aynı anda bulunmasının ambalajlı bitkisel çaylarda daha yüksek miktarda toksin oluşumuna neden olduğu sonucuna varıldı. Ambalajsız satılan bitkisel çaylar daha fazla oksijenle temas etmesine karşın, havalandırma ile birlikte azalan su oranının etkisiyle toksin oluşumunu etkilediği düşünülmektedir. Literatürde ambalajsız ve ambalajlı satılan bitkisel çayların karşılaştırıldığı başka bir çalışma örneğine rastlanılmamıştır.

Can ve Velioğlu (2018), 15 kuşburnu ve 15 ıhlamur örneğinin tamamında aflatoksinlerden en az birinin tespit edildiğini bildirmiştir. Pouretedal ve Mazaheri (2013), 40 siyah çay örneğinin 30'unun (yerli ve ithal) aflatoksinle kontamine olduğunu ve örneklerin ortalama AFB1 miktarının 10.0 ng/g olduğunu rapor etmiştir. Mannani ve ark (2020), 129 yeşil çay örneğinin %58,9'unun ( $n=76$ ) aflatoksinle kontamine olduğunu ve maksimum aflatoksin miktarının (AFB1+AFB2+AFG1+AFG2) ise 116,2 ng/g düzeyinde olduğunu, eczanelerden satın alınan 60 bitkisel çayın mitotoksin analizinin yapıldığı bir başka çalışmada ise, örneklerin %20'sinde 3,40-23,7 ng/g arasında değişen miktarlarda AFB1 tespit edildiği bildirilmiştir (Reinholds ve ark. 2019). İtalya'da aromatik ve tıbbi bitkisel çay örneklerinin incelendiği bir çalışmada, örneklerin hiçbirinde aflatoksin tespit edilmediği kaydedilmiştir (Romagnoli ve ark. 2007). Hacıbekiroğlu ve Kolak (2013), İstanbul'da 62 gıda örneğinde iki bitkisel çay örneğinde (ıhlamur ve yasemin çiçeği) 1 ng/g'dan fazla AFB1 belirlemişlerdir. İspanya'da, analiz edilen 84 bitkisel çay örneğinin %96,0'sının aflatoksinle kontamine olduğu rapor edilmiştir (Santos 2009).

Bitkisel çaylara ait farklı araştırmalardan elde edilen düşük ve yüksek aflatoksin miktarlarına, örnek çeşidi,

kurutma ve depolama şartları ile birlikte analiz yöntemlerinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Bitkinin mevcut nem, kurutma hızı, bulunduğu ortamın bağıl nem, sıcaklığı, ortamda mevcut olan küf miktarı, küflerin toksin oluşturma yetenekleri, mikroorganizmalar arası rekabet, bitki stresi, kurutma hızı, atmosferdeki gaz bileşimi aflatoksin üretiminde etkili olan koşullardan bazılarıdır. *Aspergillus* gibi zor koşullarda dahi üreme ve gelişme yeteneğine sahip küflerin gelişimi ve toksin üretiminin engellenmesi için, hızlı ve doğru yöntemlerle yapılacak kurutma işlemi oldukça önemlidir. Ancak uzun vadede en etkili ve önemli aşama depolamadır. Depolama süresi boyunca, hava sirkülasyonu sağlanarak depo sıcaklığı ve bağıl nem kontrol altında tutulmalıdır. Bu şekilde ürünün nem içeriğinin yükselmesi engellenebilmektedir (Stević ve ark. 2012; Pallares ve ark. 2017). Dağdelen ve ark. (2014), paketlenmiş adaçayı, ıhlamur, kuşburnu, papatya ve rezenenin aflatoksin B1, B2, G1, G2 düzeylerini HPLC yöntemi analiz etmişlerdir. Raf ömürleri boyunca periyodik olarak 1, 12, 18, 24, 28, 32 ve 36. aylarda incelenen paketlenmiş bitki çayı örneklerinde aflatoksin varlığı ve oluşumuna rastlanmadığı bulunmuştur. Hasat sonrası yapılan işlemler sayesinde ham numuneden gelen küflerin ortadan kaldırıldığı ve su aktivitesinin kritik sınır olan 0,60  $a_w$  değerinin altına indirildiği ardından yapılan bariyer özellikli paketleme sayesinde raf ömrü boyunca içeriğinin değişmediği bildirilmiştir.

Farklı süpermarketlerden alınan 12 adet siyah çay, 10 adet yeşil çay, 14 adet kırmızı çay ve sekiz adet yeşil çay-nane karışımı içeren toplam 44 adet poşet bitkisel çay örneği incelenmiş ve iki adet yeşil çay ve iki adet kırmızı çay infüzyon örneğinde AFG2 tespit edilmiştir. Yeşil çay-nane karışımında tespit edilen AFB2 değerleri 14,4-32,2  $\mu\text{g/L}$  aralığında olup sınır limitlerin (10  $\mu\text{g/kg}$ ) üstüne olduğu belirtilmiştir (Heperkan 2006).

Ambalajlı çaylarda saklama ve depo koşullarına, açıkta satılan çaylardan daha fazla dikkat edildiği ve özellikle çeşitli kontrollerden geçtiği düşünülse de, bu çayların rafta bekleme süreleri ve paketin içerisinde oluşabilecek nem miktarına bağlı olarak aflatoksin oluşumuna elverişli bir ortam oluşabilir. Farklı çalışmalarda, ambalajlı satılan çaylarda aflatoksin içeriğinin değişkenlik gösterdiği, bazı çalışmalarda tespit edilememesine karşın, bazılarında yüksek miktarlarda bulunduğu, hatta yönetmeliklerde geçen limit değerleri aştığı görülmektedir. Kurutma ve depolamadan önce, hasat ve taşıma aşamalarında alınacak önlemler, aflatoksin oluşumu azaltmakta veya engelleyebilmektedir. Mikotoksijenik küfler toprak ve havada yaygın şekilde bulunabildiğinden, yağmur/kar öncesi ve sonrası nemli ve soğuk havalarda hasattan kaçınılmalı ve hasat işleminde bitkisel çaylar ile toprağın teması önlenmelidir. Ayrıca herhangi bir şekilde zedelenmiş olan bitkilerde aflatoksin oluşum riski sağlam bitkilere göre daha yüksek olduğundan,

böcek ve benzeri canlıların vereceği fiziksel zararlardan korunmalı, yığınlar halinde bekletmekten kaçınılmalı ve hava boşluklarının kalması için üstüne bastırılmadan muhafaza edilmelidir (Çoksöyler 1999).

Aflatoksinler, yaşamı tehdit eden toksisiteye, kanserojen özelliklere ve diğer potansiyel kronik yan etkilere sahip mantar toksinleridir. Son kanıtlar, aflatoksinin bodur çocuk büyümesinin altında yatan bir belirleyici olabileceğini ve hücre aracılı bağışıklığı azaltabileceğini ve böylece hastalığa duyarlılığı artırabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, aflatoksin kontaminasyonu, maruziyeti ve düzenleme eksikliği, sağlık üzerindeki olumsuz etkilere de katkıda bulunabilir. Günümüzde bitkisel çayların, zayıflama amacıyla bilinçsiz ve yaygın bir şekilde tüketilmesi, bitkisel çaylarda güvenilirliğin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Bitkisel çaylar doğadan elde edilmeleri nedeniyle hasat, taşıma, kurutma, depolama işlemlerinin kontrollü koşullarda yapılamaması durumunda çeşitli kontaminantlar ile bulaşabilirler. Bununla birlikte; sıcaklık ve nem gibi uygun koşulların bulunması durumunda bitkilerde küf oluşumu hızlanmaktadır. Toksikjenik küfler çeşitli besinlerde uygun koşullarda gelişip toksin üretebilirler. Küflerin metaboliti olan mikotoksinlerden, özellikle; aflatoksinler oluşturduğu akut ve kronik toksisite ve karsinojenik etkileriyle halk sağlığını tehdit etmektedir. Bitkisel çayların sıcak su ile hazırlanıyor olmaları, halk arasında, zararlı maddelerin yüksek sıcaklıkta etkisini yitirdiği düşüncesini oluşturmaktadır. Ancak; termofilik küflerin bir kısmı yüksek sıcaklıklarda da varlığını sürdürebilmekte, küflerin metabolitleri olan aflatoksinler ise ısı ile tahrip olmamaktadır. Bu şekilde, bitkisel çaylarla vücuda alımları kolayca gerçekleşebilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde bazı besinlerde bulunabilecek maksimum aflatoksin miktarları belirlenmiştir. Ancak yönetmelikte çay ve bitkisel çaylara ait, aflatoksin maksimum limitlerine ilişkin bir düzenleme bulunmamaktadır. Çalışmanın sonucunda tespit edilen tüm değerler yönetmelikte belirtilen sınırın altında olmasına rağmen, ambalajlı çaylarda daha yüksek miktarda aflatoksin tespit edilmesi önemli bir bulgudur. Mevcut risklerin ve temel problemlerin belirlenebilmesi için konu ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Aflatoksin toksisite derecesi, tüketim miktarı ve tüketim sıklığına bağlıdır. Aflatoksinler IARC (The International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kansere Araştırmaları Ajansı) tarafından Grup 1 kanserojen olarak sınıflandırılmıştır ve ayrıca AFB1'in doğrudan DNA ile etkileşime giren reaktif bir bileşene sahip olması sifirin üzerindeki bütün dozlar için güvenilirliği sorgulanmaktadır. Aflatoksinlerin bitkisel çaylarda çeşitli miktarlarda bulunduğu ve bu ürünlerde aflatoksin maksimum limitlerine ilişkin düzenlemelere ihtiyaç olduğu görülmektedir.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik İzin:** Bu çalışma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından 25/12/2019 tarih ve 49533702/178 sayı numarası ile onaylanmıştır.

**Finansal Destek:** Bu makale, 20.SAĞ.BİL.02 numaralı proje ile Afyon Kocatepe Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Arslan R.** Türkiye'de üretilen bazı organik baharat ve bitkisel çayların Aflatoksin B1 düzeyleri ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. [Yüksek Lisans Tezi]. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 2013.
- Asghar MA, Zahir E, Shaid SM, Khan, MN, Asghar MA, Iqbal J, Walker G.** Iron, copper and silver nanoparticles: Green synthesis using green and black tea leaves extracts and evaluation of antibacterial, antifungal and aflatoxin B1 adsorption activity. LWT. 2018; 90:98-107.
- Aslan M, Orhan N.** Obezite tedavisine yardımcı olarak kullanılan doğal ürünler. Mised. 2010;23:91-105.
- Can N, Velioglu SD.** Bitki çaylarında mikrobiyal kalite ve mikotoksin varlığı. Erzincan Üniv Fen Bilim Enst Derg. 2018;1: 362-380.
- Chan K.** Some aspects of toxic contaminants in herbal medicines. Chemosphere. 2003;52:1361-1371.
- Çoksöyler N.** Farklı yöntemlerle kurutulmuş kırmızı biberlerde *Aspergillus flavus* gelişimi ve aflatoksin oluşumunun incelenmesi. Gıda. 1999;24(5):297-306.
- Dağdelen AF, Aşyemez AÜ, Tokat İE, Cumbul D, Dağdelen A.** Mikrobiyolojik ve aflatoksin yönünden bazı tıbbi ve aromatik bitkiler ve çaylarının incelenmesi. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül, 2014, Yalova, Türkiye. Kongre kitabı 20144; pp.191-196.
- Demirel M, Yıldırım A.** Van yöresinde yetiştirici şartlarında depolanan kaba yemlerde aflatoksin oluşumunun saptanması. Yüzüncü Yıl Üniv, Ziraat Fak, Tarım Bilim Derg. 2000;10(1):77-83.
- Erzurum K.** Gıdalarda mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler. Gıda. 2001;26(4): 289-293.
- Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS.** Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu Üniv Orman Fak Derg. 2011;11(1):52-67.
- Galvano F, Piva A, Ritiene A, Galvano G.** Dietary Strategies to Counteract the Effects of Mycotoxins: J Food Protect. 2001;64(1): 120-131.
- Hacıbekiroğlu I, Kolak U.** Aflatoxins in various food from Istanbul, Turkey. Food Addit Contam B. 2013;6(4):260-264.
- Heperkan D.** Detecting and controlling mycotoxin contamination of herbs and spices. Handbook Herbs Spices. 2006;3: 3-40.
- Hussein HS, Brasel JM.** Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. Toxicol. 2001;167:101-134.
- Mannani N, Tabarani A, Zinedine A.** Assessment of aflatoxin levels in herbal green tea available on the Moroccan market. Food Control. 2020;108(11):106882.
- Omurtag GZ, Yazıcıoğlu D.** Determination of Fumonisin B1 and B2 in herbal tea and medicinal plants in Turkey by High-Performance Liquid Chromatography. J Food Protect. 2004;67:1782-1786.

- Ongan D.** Kayseri’de yaşayan yetişkin bireylerde bitkisel ürün kullanım alışkanlığı. *Sağ Bil Derg.* 2018;27(2):125-131.
- Öner EK, Yeşil M, Güveli G.** Ordu aktarlarında satılan tıbbi bitkiler. *Ordu Üniv Bilim Teknol Derg.* 2017;7(2):378-383.
- Özbek H.** Cinsel ve jinekolojik sorunların tedavisinde bitkilerin kullanımı. *Van Tıp Derg.* 2005;12(2):170-174.
- Pallares N, Font G, Mañes J, Ferrer E.** Multimycotoxin LC–MS/MS analysis in tea beverages after dispersive liquid–liquid Microextraction (DLLME). *J Agri Food Chem.* 2017;65(47):10282-10289.
- Peraica M, Radić B, Lucić A, Pavlović M.** Toxic effects of mycotoxins in humans. *Bull World Health Org.* 1999;77(9):754-766.
- Pouretedal Z, Mazaheri M.** Aflatoxins in black tea in Iran. *Food Addit Contam.* 2013; 6(2):127-129.
- Reinholds I, Bogdanova E, Pugajeva I, Bartkevics V.** Mycotoxins in herbal teas marketed in Latvia and dietary exposure assessment. *Food Addit Contam: Part B.* 2019;12(3):199-208.
- Romagnoli B, Menna V, Gruppioni N, Bergamini C.** Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas and medicinal plants marketed in Italy. *Food Control.* 2007;16(6):697-701
- Santos L, Marín S, Sanchis V, Ramos AJ.** Screening of mycotoxin multicontamination in medicinal and aromatic herbs sampled in Spain. *J Sci Food Agri.* 2009;89(10):1802-1807.
- Saraçoğlu A, Ergun B.** Türkiye’de satılan bazı bitkisel zayıflama çaylarının içerikleri ve bu çayların kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek istenmeyen etkiler. *Turkiye Clin J Med Sci.* 2006;26(4):355-363.
- Scolari G, Zacconi C, Vescovo M.** Microbial contamination of tea and aromatic herb-tea products. *Italian J Food Sci.* 2001;4(13):429-433.
- Stević T, Pavlovic S, Stankovic S, Savikin S.** Pathogenic microorganisms of medicinal herbal drugs. *Archiv Biol Sci.* 2012;64(1):49-58.
- Steyn PS.** Mycotoxins, general view, chemistry and structure. *Toxicol Lett.* 1995;82(83):843-851.
- Van Breemen RB, Fong HH, Farnsworth NR.** Ensuring the safety of botanical dietary supplements. *Am J Clin Nutri.* 2008;87:509-513.
- Vial J, Jardy A.** Experimental comparison of the different approaches to estimate LOD and LOQ of an HPLC method. *Anal Chem.* 1999;71:2672-2677.
- Yentür G, Er B.** Gıdalarda aflatoksin varlığının değerlendirilmesi. *Türk Hij Deney Biyol Derg.* 2012;69(1):41-52.