

Gıdalarda aflatoksin varlığının değerlendirilmesi

The evaluation of the aflatoxin presence in foods

Gülderen YENTÜR¹, Buket ER¹

ÖZET

Aflatoksinler tahıllar, yağlı tohumlar, baharatlar, etler, süt ve süt ürünlerini içeren pek çok gıda ile hayvan yemlerinde yaygın olarak bulunabilen mikotoksinlerdir. Gıdalar ve hayvan yemleri ürün işleme, depolama ve satış sırasında aflatoksinlerle kontamine olabilmektedir. Aflatoksin kontaminasyon düzeyleri iklimsel, bölgesel özellikler veya gıda çeşidine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Aflatoksinler genellikle gıdalarda ve yemlerde stabil ve sıcaklığa karşı dirençlidirler. Bu toksinlerin oluşumu için gereken koşullar devam ettiğinde kontaminasyon oranı artabilmektedir. Kontamine olan gıdaların aflatoksinlerden tamamen arındırılması da pek mümkün görünmemektedir. Aflatoksin detoksifikasyonu yeterli olmadığı için kontaminasyonun kontrol altında tutulması gerekmektedir. Aflatoksin oluşumunun önlenmesi için üretimden tüketime kadar çeşitli şekillerde bulaşan küflerin gelişiminin ileri teknolojiler ve iyi uygulamalarla engellenmesi gerekmektedir. Aflatoksinler insanlara kontamine gıdalar ve kontamine yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen ürünler aracılığıyla ulaşarak akut veya kronik toksisiteye neden olabilmektedir. Toksikite derecesini maruziyet düzeyi, yaş, cinsiyet, beslenme ve bazı sağlık faktörleri etkilemektedir. Aflatoksinler en toksik mikotoksinlerdir. Yapılan çalışmalarda aflatoksinlerin toksik, kanserojenik, teratojenik,

ABSTRACT

Aflatoxins are mycotoxins that are widely found in food products such as cereals, oil seeds, spices, meat, milk and milk products and also animal feeds. Food for humans and animals could be contaminated with aflatoxins during the product processing, storage and sale. Levels of aflatoxin contamination also may vary according to the climate, regional characteristics or type of food. Aflatoxins in food and feed are usually stable and resistant to heat. The contamination rate may increase when the conditions for the formation of these toxins continue existing. Apparently, it is not possible to completely purify contaminated food from aflatoxins or detoxify the aflatoxin. To prevent accumulation of aflatoxin, contamination of the food with molds should be prevented with developing technologies and best practices. Humans come in contact with aflatoxin through contaminated food and animal products. As a result, aflatoxin can cause acute or chronic toxicity, while the quantity of aflatoxin ingested, the age, sex, and health factors might affect the degree of toxicity. Aflatoxins are one of the most toxic mycotoxins. In previous studies it was shown that aflatoxins could be dangerous for human

¹ Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Besin Analizleri Bilim Dalı, 06330, Etiler, ANKARA

İletişim / Corresponding Author : Gülderen YENTÜR

Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Besin Analizleri Bilim Dalı, 06330, Etiler, ANKARA

Tel : +90 312 202 32 00

E-posta / E-mail : yentur@gazi.edu.tr

Geliş Tarihi / Received : 28.07.2011

Kabul Tarihi / Accepted : 16.11.2011

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2012.54154

Yentür G, Er B. Gıdalarda aflatoksin varlığının değerlendirilmesi. Türk Hij Den Biyol Derg, 2012; 69(1): 41-52.

hepatotoksik ve mutajenik karakteristiği nedeniyle insan hayatı için tehlikeli olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle aflatoksin kontaminasyonu gıda güvenliği açısından önemini korumaktadır. Yüksek miktarlarda aflatoksin içeren gıdaların uzun süre tüketimi halk sağlığı açısından problem yaratabileceği gibi aynı zamanda ihracatı da olumsuz yönde etkileyerek ülkede ekonomik kayıplara neden olabilecektir. Diğer birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de pek çok gıda maddesi için Aflatoksin B₁ (AFB₁), Toplam Aflatoksin-TAF (B₁, B₂, G₁ ve G₂) ve Aflatoksin M₁ (AFM₁) ile ilgili yasal sınırlar belirlenmiştir. Bu derlemede, kanserojenik, teratojenik, hepatotoksik ve mutajenik etkileri ile ön plana çıkan aflatoksinlerin gıdalardaki varlığı ve son yıllardaki kontaminasyon durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Aflatoksin, gıda, karsinojen, kontaminasyon, detoksifikasyon

due to their toxic, carcinogenic, teratogenic, hepatotoxic and mutagenic characteristic. Therefore, aflatoxins contamination remains of importance in terms of food safety. Long-term consumption of food containing high amounts of aflatoxin may result in health problems and adversely affect the export of several products and cause economic losses. In Turkey, similarly to other countries Aflatoxin B₁ (AFB₁), Total Aflatoxin-TAF (B₁, B₂, G₁ and G₂) and Aflatoxin M₁ (AFM₁) levels in food should be kept within the legal limits. The present review aimed to evaluate the emerging role of aflatoxin as carcinogenic, teratogenic, hepatotoxic and mutagenic products present in food.

Key Words: Aflatoxin, food, carcinogen, contamination, detoxification

GİRİŞ

Mikotoksinler tarım ürünlerinde tarladan tüketime kadar olan aşamalarda, ekolojik koşullara bağlı olarak gelişen ve üreyen bazı alt-mantarların sekonder metabolitleridir. Bu toksinler belirli nem ve sıcaklık koşullarında *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* gibi bazı küfler tarafından oluşturulurlar (1,2). En sık karşılaşılan mikotoksinler aflatoksin (AF), okratoksin, trikotesenler, zeranol, patulin, siklopiazonik asit ve fumonisin olarak sıralanabilir (2). Bilinen 400 mikotoksin arasında aflatoksinler insan sağlığı açısından en tehlikeli olanlardır (3). Mikotoksinler içerisinde önemli yere sahip bu toksinler, İngiltere’de çok sayıda kanatlı hayvanın ölümü ile sonuçlanan “Turkey X” hastalığı sonucunda keşfedilmişlerdir. Yüz binden fazla hindi ve diğer çiftlik hayvanının ölümüyle sonuçlanan hindi hastalığı salgınları sonrasında aflatoksinler heterosiklik bileşikler ile bağlantılı bir grup olarak 1960 yılında bulunmuştur (4,5). Aflatoksinler, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nomius* küfleri

tarafından üretilen toksik metabolitlerdir (1). *A. parasiticus* AFB₁, AFB₂, AFG₁ ve AFG₂ aflatoksinlerinin hepsini üretirken *A. flavus* nadiren AFG₁ ve AFG₂ üretmektedir (6).

Aflatoksinle kontamine yemlerin tüketimi hayvan sağlığını ve üretimini olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda bu hayvanların et, yumurta ve sütlerinin tüketimi de insan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır (7). Bu toksinler akut ölümlerden kronik hastalıklara kadar geniş aralıklarda etki gösterebilirler (8). Genellikle eser miktarlarda (izin verilen kalıntı düzeylerinin biraz üzerinde) bile etkili, uçuculuğu az, teknolojik işlemlere ve sıcaklığa karşı dirençlidirler (9). Bu nedenle de pek çok ülkede gıdaların ve yemlerin mikotoksin ile kontaminasyonu belirli analiz programları ile izlenmektedir. Bu derlemede, kanserojenik, teratojenik, hepatotoksik ve mutajenik etkileri ile ön plana çıkan aflatoksinlerin gıdalardaki varlığı ve son yıllardaki kontaminasyon durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GIDALARIN AFLATOKSİNLERLE KONTAMİNASYONU

Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde yararlanılan yemler yanında insanların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan gıda maddelerinin aflatoksin ile kontaminasyonu dünyanın çeşitli bölgelerinde sık karşılaşılan bir durumdur. Dolayısıyla bu kontaminasyonlar hem gıda güvenliğini etkileyerek halk sağlığı açısından risk oluşturmakta hem de tarım endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (3).

Aflatoksinler hasat, kurutma, depolama, gıda ve yem halinde ürünü işleme aşamasında oluşabildiği gibi ürün tarlada veya bahçede gelişirken de meydana gelebilmektedir. Aflatoksin oluşumunu ürün nemi, kurutma hızı, ortamın nisbi nemi, sıcaklık, ortamda bulunan fungus veya sporlarının yoğunluğu, gelişen türlerin toksin oluşturma güçleri, mikroorganizmalar arası rekabet, ürünün ve yetiştirilen çeşidin direnci, böcek veya diğer zararlıların faaliyeti, bitki stresi, hava sıcaklığı, atmosferik gazların bileşimi gibi birçok etken etkilemektedir (10).

Aflatoksinlerin gelişmesinde nisbi nem ve sıcaklık önemli parametrelerdir. Aflatoksijenik küflerin gelişmesi için optimum şartlar 24-35 °C ve %70'in üzerindeki nisbi nemdir (11,12). Ayrıca gıdalarda aflatoksin üretimi ve misel gelişimi sıcaklık ve su aktivitesi (aw) ile kontrol edilmektedir. Diğer faktörler ise sıcaklık uygulaması, modifiye atmosfer paketleme ve koruyucu madde kullanımınıdır (13). Bu nedenle hava veya güneşte kuruyan tahıl, pamuk, yerfıstığı ve fındık gibi tohumlarda yaygın bir kontaminanttır (14). Mısır da yetiştirme, hasat, depolama, taşıma ve işlem basamaklarında genellikle mikotoksine maruz kalan gıdalardandır. Hasat öncesi ve sonrasında *A. flavus* ile enfekte olan mısırlarda kurutma ve depolama koşullarının iyi olmaması halinde aflatoksin kontaminasyonunda artış görülmektedir (15).

Küf gelişimi için gerekli olan sıcaklık ve su aktivitesi (aw) değerleri toksin oluşumu için gereksinim duyulan değerler ile aynı olmamakta ve türe göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin *A. flavus*'un

gelişmesi ve mikotoksin üretiminde aw sırasıyla 0,73 ve 0,85'dir. Bu durumda nem içeriği de %8-12 ve %17-19'dur (15).

Küf ve toksin oluşumu için gerekli minimum sıcaklık değerleri de farklılık göstermektedir. *A. parasiticus*'un gelişmesi için en düşük sıcaklık aralığı 6-8 °C iken 25-35 °C'de optimum gelişme sağlanmaktadır. *A. flavus* için ise en iyi gelişme aralığı 19-35 °C iken 12-42 °C arasında toksin üretmektedir (15,16).

Aflatoksin kontaminasyonu hızlıca oluşabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, *A. flavus* inokule edilen bitkilerde iki gün sonra 0,3-2 ppb, dört gün sonra 950-2.800 ppb ve yedi gün sonra ise 3.600-4.500 ppb miktarlarında aflatoksin varlığına rastlandığı belirtilmiştir (17).

GIDALARIN AFLATOKSİNLERLE DEKONTAMİNASYONU VEYA AFLATOKSİNLERİN DETOKSİFİKASYONU

Aflatoksinler difuranokumarin yapısına sahip bileşiklerdir ve iki kimyasal grubu vardır. Bunlar AFB₁, AFB₂, AFB_{2A}, AFM₁, AFM₂, AFM_{2A} ve aflatoksikol içeren difurokumarosiklopentanon serisi ile AFG₁ ve AFG₂'i içeren difurakumarolakton serisidir (17). Yirmi aflatoksin türü tanımlanmasına rağmen bunlardan AFB₁, AFB₂, AFG₁ ve AFG₂ belli başlılarıdır. Bunlar kromatogramdaki hareketleri ve floresans özelliklerine göre adlandırılmaktadırlar. Ultraviyole ışık altında mavi floresans verenler AFB₁ ve AFB₂, yeşil floresans verenler ise AFG₁ ve AFG₂ olarak adlandırılmaktadır (18-20). AFB₁ ve AFB₂ içeren yemlerle beslenen ineklerin sütünde rastlanan, ana moleküle benzer fakat daha az biyolojik etki gösteren türevler ise AFM₁ ve AFM₂ olarak adlandırılmaktadır (19,20).

AFB₁ molekülünün fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri incelendiğinde toksikolojik affinitesinde iki önemli bölge vardır. İlk bölge furofuran halkasının c-8, 9 pozisyonunda ki çift bağıdır ve aflatoksinin DNA ve protein etkileşimlerine neden olmaktadır. İkinci reaktif grup ise kumarin fonksiyonel grubuna bağlı lakton halkasıdır. Bu halka kolay hidrolize olur. Bu yüzden de degradasyon için zayıf bölgedir (21).

Aflatoksinlerin yapısal degradasyonu veya inaktivasyonu kimyasallarla mümkündür. Özellikle de sodyum hipoklorit, klorindioksit, klorin gazı, hidrolitik ajanlardan organik ve inorganik asitler ve sodyum hidroksit, amonyum hidroksit ve potasyum hidroksit gibi alkaliler ile degradasyon sağlanabilmektedir (21,22). Bu kimyasalların bir kısmı gıda endüstrisinde kullanılmasına rağmen çoğu toksik kalıntı bıraktığından, besin içeriğine zarar verdiği için, tat, koku, renk, tekstür ve ürünün fonksiyonel özelliklerini etkilediğinden kullanılmaları uygun değildir (21). İnsan gıdalarının ve hayvan yemlerinin kontaminasyonunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotlarla kontrolü ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bunlar toksini daha az mutajenik etkili ve daha az zararlı hale dönüştürmek içindir. Bu kimyasallar asitler, oksitleyici ajanlar, bisüfitler ve gazlardır (23). Mikrodalga ile ısıtma, ozon ile muamele (ozonlama) veya amonyak gibi birçok fiziksel ve kimyasal yöntemler aflatoksin ile kontamine olmuş gıdaların detoksifikasyonu için tavsiye edilmektedir. Son zamanlarda gıdalarda aflatoksin detoksifikasyonu için bir oksidasyon yöntemi olan ozonlama geliştirilmiştir. Ozon veya triatomik oksijen (O₃), güçlü bir dezenfektan ve oksitleyici ajandır (24).

Mikotoksinler, radyasyon dozuna bağlı olarak gıda ve mikotoksinin tipine göre gama (γ) ışınları radyasyonu ile inaktive olabilmektedirler. Bununla birlikte γ-radyasyon ile aflatoksinlerin bozunmasında su aktivitesi kritik rol oynamaktadır. Rustom (4) 1 ve 10 kGy dozunda γ-ışını uygulanan yerfıstığı örneklerinde sırasıyla %75 ve %100 azalma görüldüğünü belirtmiştir. Aflatoksinler 222, 265 ve 362 nm'de UV radyasyonuna duyarlıdır. En büyük absorpsiyonu ise 362 nm'de göstermektedir. 1 ppb AFM₁ ile kontamine süt örneklerine 20 dakika 365 nm radyasyon uygulandığında %56,2'sinin yıkımlandığı bildirilmiştir (4,25,26). Mikroorganizmalarla aflatoksin detoksifikasyonuna ilişkin çalışmalarda bulunmaktadır. Thanaboripat ve ark., (27) yaptıkları çalışmada, ticari olarak üretilen yoğurtlarda laktik asit bakterileri ve

Streptococcus lactis ile aflatoksinin detoksifikasyonunu araştırmışlardır. Sonuç olarak da, *S. lactis* ile AFB₁ düzeyinin 50'den 33,70 µg ml⁻¹'ye düştüğünü ve laktik asit bakterilerine göre detoksifikasyon için daha yetenekli olduklarını belirtmişlerdir.

Dekontaminasyon veya detoksifikasyon işlemi mikotoksin ile kontamine olan besin maddeleri açısından yararlıdır. İdeal dekontaminasyon işlemi ucuz ve uygulaması kolay olmalı, toksik metabolit oluşumuna yol açmamalıdır. Yem ve gıda maddelerinde besinsel ve tat özelliklerini değiştirebilecek ve yeni mikotoksin oluşumuna yol açabilecek özellikte olmamalıdır. Bu nedenle mikotoksin kontaminasyonunun önlenmesi daha önemlidir (21,28).

AFLATOKSİNLERİN VÜCUDA ALINMASI VE ETKİLERİ

Mikotoksinler insanlara kontamine besinler ve kontamine yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen ürünler aracılığıyla kalıntı düzeylerinde de olsa ulaşırlar. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde besinlerin yaklaşık %25'inin mikotoksinlerle ve metabolitleriyle kontamine olduğu görülmektedir (9). Mikotoksinler genellikle kontamine gıdanın tüketilmesi ile vücuda alınıyor olsa da toksijenik sporların inhalasyonu ve doğrudan deri ile temas diğer maruziyet yollarıdır (29). Dünyanın değişik yerlerinde insanların günlük aflatoksin alım miktarları 0-30.000 ng kg⁻¹ arasında değişmektedir (19).

İnsanlar diyet ile düşük miktarda toksine maruz kalabilmektedir. Uzun vadede düşük dozda aflatoksine maruz kalınması çok tehlikeli sonuçlara neden olabilmektedir (30,31). Aflatoksine maruziyet durumu, kişinin yaşı, beslenme düzeni, hepatit B enfeksiyonu gibi bazı sağlık faktörleri aflatoksinlerin toksisite derecesini etkilemektedir (32).

Aflatoksinlerin insan ve hayvanlarda oluşturduğu akut ve kronik seyirli mikotoksikoza aflatoksikoz adı verilmektedir (32). Ayrıca aflatoksinlerin siroz,

hepatit, kronik gastrit, Reye sendromu ve böbrek hastalıklarına neden olabildiği belirtilmektedir (33). Bununla birlikte, aflatoksinlerin çocuklarda Kwashiorkor hastalığı ile bağlantılı olduğu da bildirilmektedir (4). Aflatoksin insan kordon kanında bulunmuştur ve bu durumda gelişmekte olan fetüse de geçebilmektedir (19). Ayrıca mikotoksinler hayvanlarda verim kaybı, ağırlık artışında azalma, immunosupresyon ve kanser oluşumuna neden olabilmektedirler. Bulaşmış yemlerle beslenen hayvanlarda zehirlenmeler oluşabilmektedir (31).

Aflatoksinler oluşturdukları toksik etki gücüne göre $AFB_1 > AFG_1 > AFB_2 > AFG_2$ şeklinde sıralanmaktadır (17). Bu toksinler içerisinde AFB_1 'in insan sağlığı açısından en toksik ve en yaygın olduğu belirtilmektedir (33,34). Aflatoksinler akut ve kronik toksisiteye ve büyük bir bölümü ise karsinojenik, mutajenik ve teratojenik etkiye sahiptirler (35). Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu (International Agency of Research on Cancer-IARC) tarafından AFB_1 Grup 1 karsinojen, AFM_1 ise Grup 2 karsinojen olarak bildirilmiştir (36). AFB_1 'in toksik ve karsinojenik etkileri için temel hedef organlar karaciğer ve böbrektir. Aflatoksinin hepatotoksik, hepatokarsinojenik ve teratojenik etkileri farklı hayvan türlerinde gösterilmiştir (37). AFB_1 rat, fare, maymun, marmoset, ördek, lepistes, somon, alabalık ve kır faresi gibi bazı hayvanlarda malignan tümör oluşumunu indükleyebilmektedir. Bu bileşikler için hedef organ karaciğer olmakla beraber bazı ratlarda böbrek ve intestinal tümörler görülebilmektedir (38). Bununla birlikte hepatokarsinoma gelişiminde aflatoksinlerin etkili olabileceği belirtilmektedir (39,40). Türkiye'de yapılan bir çalışmada viral hepatit hastalarında sağlıklı bireylere göre aflatoksin maruziyetinin yüksek olduğu ve bu durumun hepatosellüler karsinoma gelişiminde önemli bir rol oynayabileceği belirtilmiştir (41). Mikotoksin zehirlenmelerinde etkin bir tedavi yöntemi yoktur. Kontamine olan besinlerin mikotoksinlerden arındırılması da olası görünmemektedir. Bu nedenle, insan sağlığı bakımından kontamine gıdaların tüketiminden kaçınılması ve gıdaların

kontaminasyonuna karşı etkin önlemlerin alınması önemlidir (9).

GIDALARDA AFLATOKSİN VARLIĞI VE YASAL DÜZENLEMELER

Aflatoksinler dünyada çığ olarak tüketilen gıdalardan özellikle yerfıstığı, fındık, kakao, kahve, mısır, pirinç, buğday ve diğer tahıl ürünleri ile kuru meyvelerde yaygın şekilde oluşmaktadır (21,42,43). Aynı zamanda süt ve süt ürünleri, kırmızı biber ve kırmızı biber ürünleri gibi baharatlar da dahil olmak üzere pek çok gıdada yaygın olarak bulunabilmektedir (42,44,45). Yüksek miktarlarda aflatoksin içeren gıdaların uzun süre tüketimi halk sağlığı açısından problem yaratabileceği gibi aynı zamanda ihracatı da olumsuz yönde etkileyebileceğinden ülkede ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu yüzden mikotoksinlerin gelişiminin üretimden tüketime kadar izlenebilirliği önem taşımaktadır (21,43). Yapılan araştırmalar sonucunda; Türkiye'de tüketime sunulan bazı gıda maddelerine ait belirlenen aflatoksin düzeyleri Tablo 1'de sunulmuştur (31, 42-62). Bu değerler incelendiğinde; gıda çeşidi, bölgesel ve mevsimsel özellikler gibi faktörlerin etkisiyle farklılıkların bulunduğu görülmüştür.

Türkiye'de diğer birçok ülkede olduğu gibi gıdalarda aflatoksin kontaminasyonu ile ilgili yasal kısıtlamalar vardır. Avrupa Birliği'ne uyum süreci çerçevesinde hazırlanan 2008/26 sayılı gıda maddelerindeki bulaşanların maksimum limitleri hakkındaki Türk Gıda Kodeksi (TGK) Tebliğinde pek çok gıda maddesi için AFB_1 , toplam Aflatoksin-TAF (B_1 , B_2 , G_1 ve G_2) ve AFM_1 ile ilgili sınırlar belirtilmiştir (63).

Asya ülkelerinin birçoğunda pirinç aflatoksin sıklığı ve kontaminasyonunda temel gıdadır. Ayrıca arpa ve mısır bazlı gıdalarda da aflatoksin varlığı bildirilmiştir (64). Özellikle tohumlarda yüksek miktarlarda aflatoksin olduğu bilinmektedir. Yerfıstığının depolanmasında nem %8'in ve ortam sıcaklığı 25 °C'nin üzerinde ise aflatoksin oluşturan küfler meydana gelmektedir (17).

Tablo 1. Türkiye’de tüketime sunulan bazı gıda maddelerine ait aflatoksin düzeyleri

Örnek	Örnek Miktarı (Pozitif Örnek)	Aflatoksin Türü	Aflatoksin Düzeyleri	Kaynak
Yerfıstığı ve ürünleri	85 (1)	AFB ₁	21 ppb	Özay ve Alperden (46)
	22 (5)	AFB ₁	1,2-11,3ppb	Gürses ve Erdoğan (47)
	18 (7)	AFB ₁	8-94 ppb	Gürses (48)
	20	TAF	8,16-75,74 ng g ⁻¹	Yentür ve ark. (43)
	10 (5)	TAF	0,75-26,36 µg kg ⁻¹	Bircan ve ark. (49)
Fındık ve ürünleri	91 (81)	AFB ₁	<1 -13 ppb	Ayçiçek ve ark. (50)
	28 (9)	AFB ₁	1-113 ppb	Gürses (48)
	80 (2)	TAF	5,46-6,55 µg kg ⁻¹	Bircan ve ark. (49)
Badem	9 (2)	AFB ₁	2,9-4,7 ppb	Gürses ve Erdoğan (47)
	13 (3)	AFB ₁	1-13 ppb	Gürses (48)
Ceviz	24 (6)	AFB ₁	3-28 ppb	Gürses (48)
Mısır	26	TAF	0,01-32,30 µg kg ⁻¹	Oruç ve ark. (51)
İncir	103	AFB ₁	0-63,0 µg kg ⁻¹	Özay ve Alperden (52)
Leblebi	11 (1)	AFB ₁	1-2 ppb	Gürses (48)
Baharat	84 (36)	TAF	0,3-46,8 µg kg ⁻¹	Çolak ve ark. (42)
Buğday	41 (24)	TAF	10,4-643,5 ng/kg	Giray ve ark. (53)
Buğday unu	50 (37)	TAF	1,75- <4 ppb	Özturan ve ark. (31)
Fıstık	13 (3)	AFB ₁	1,1-1,5 ppb	Gürses ve Erdoğan (47)
	28 (16)	TAF	2,31-63,11 µg kg ⁻¹	Bircan ve ark. (49)
Kırmızıbiber ve ürünleri	100	AFB ₁	<0,025-40,9 µg kg ⁻¹	Aydın ve ark. (54)
	75 (72)	AFB ₁	0,11-24,7 µg kg ⁻¹	Ardıç ve ark. (44)
	23 (19)	TAF	1,79-6,55 µg kg ⁻¹	Bircan ve ark. (49)
	190	AFB ₁	0,20-6,12 ppb	Yentür (55)
Susam	2	TAF	-	Demirer ve ark. (56)
	20	AFG ₁	0,06-2,04 ng g ⁻¹	Yentür ve ark. (43)
Helva	102 (8)	AFB ₁	1,5-18 µg kg ⁻¹	Var ve ark. (57)
Süt	27 (16)	AFM ₁	10-50,5 ng L ⁻¹	Gürbay ve ark. (58)
	220	AFM ₁	0-0,26 ppb	Er ve ark. (45)
Süt Ürünleri	400 (327)	AFM ₁	51- >800 ng kg ⁻¹	Sarımehtemoğlu ve ark. (59)
	63 (28)	AFM ₁	7-202 ng kg ⁻¹	Gürses ve ark. (60)
	80 (50)	AFM ₁	1- >601 ng kg ⁻¹	Elmalı ve ark. (61)
	193 (159)	AFM ₁	52 - 860 ng kg ⁻¹	Ardıç ve ark. (62)
	70	AFM ₁	0-0,24 ppb	Er ve ark. (45)

Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde, doğrudan tüketime sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce sınıflandırma, ayıklama gibi fiziksel işlemlere tabi tutulan yerfıstıklarında maksimum AFB₁ ve toplam aflatoksin miktarlarının sırasıyla 8 ve 15 µg kg⁻¹ olabileceği belirtilmiştir. Aynı Tebliğde tahıllar (karabuğday - *Fagopyrum sp.* dahil) ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdaların maksimum AFB₁ ve toplam aflatoksin miktarları sırasıyla 2 ve 4 µg kg⁻¹ olarak bildirilmiştir (63). Ayrıca fındık, antepfıstığı gibi sert kabuklu meyveler, yer fıstığı, yağlı tohumlar, kuru meyveler ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar için maksimum toplam aflatoksin miktarı da 10,0 µg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (65).

Başaran ve Özcan (66) yaptıkları çalışmada 217 kuruyemiş örneğinde AFB₁, AFB₂, AFG₁ ve AFG₂ miktarlarını araştırmışlardır. Örneklerin %14,28'inde düşük miktarlarda ve %1,84'ünde de sınır değerlerinin üstünde aflatoksin saptamışlardır.

Bircan ve ark., (49) yaptıkları çalışmada 2.643 kuru yemiş örneğinin 313 tanesinde, 80 adet fındığın ikisinde, 28 fıstığın 16'sında ve 10 yerfıstığının beşinde ve 23 biberin 19'unda sırasıyla 0,2-162,76; 5,46-6,55; 2,31-63,11; 0,75-26,36 ve 1,79-6,55 µg kg⁻¹ oranlarında toplam aflatoksin saptamışlardır.

Süt ve süt ürünleri insanlar özellikle de çocuklar için hayvansal protein, kalsiyum, vitamin ve esansiyel yağ asidi gibi besin maddeleri için iyi bir kaynaktır. Fakat süt ve süt ürünleri aynı zamanda aflatoksinler açısından da potansiyel kaynaktırlar (67). AFB₁'in alınmasından 12-24 saat sonrasında sütte AFM₁ saptanabilmektedir. Süt bazlı diğer ürünlerde de AFM₁ ürün işleme basamaklarından etkilenmemektedir (58). Bununla birlikte, AFM₁ süte uygulanan pastörizasyon işlemine dayanıklıdır (67). Süt ve süt ürünleri açısından getirilen yasal kısıtlamalarda; çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan sütlerde maksimum AFM₁ miktarının 0,05 µg kg⁻¹ olması gerektiği belirtilmiştir (63).

Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları için ise maksimum AFB₁ miktarı 0,10 µg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir. Ayrıca, bebek mamalarında (bebek sütleri ve devam sütleri dahil) maksimum AFM₁ 0,025 µg kg⁻¹, bebeklerin özel tıbbi amaçlı diyet gıdalarında maksimum AFB₁ ve AFM₁ sırasıyla 0,10 µg kg⁻¹ ve 0,025 µg kg⁻¹ olarak bildirilmektedir. Aflatoksin bulunması muhtemel riskli gıdalar için ise genel olarak maksimum değerler AFB₁, toplam aflatoksin ve AFM₁ için sırasıyla 5,0, 10,0 ve 0,5 µg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (63). Virdis ve ark., (68) İtalya'da keçi sütü ve keçi sütünden yapılan peynirlerde AFM₁ kontaminasyonunu araştırmışlardır. 41 peynir örneğinin 4 (% 9,8)'ünde AFM₁'i 79,5-389 ng kg⁻¹ seviyeleri arasında bulduklarını belirtmişlerdir.

Torkar ve Vengust (69) Slovenya'da yaptıkları çalışmada çiğ süt ve peynir örneklerinde maya, küf ve AFM₁ varlığını araştırmışlardır. Peynir örneklerinin 4 (% 10)'ünde AFM₁ seviyesinin 51-223 ng kg⁻¹ arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Bununla birlikte biber, zerdeçal, karabiber, kişniş ve kuru zencefil gibi baharatlarda hasat öncesi, hasat sonrası, depolama ve taşıma sırasında kontamine olabilmektedir (3). Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde baharatlardan kırmızıbiber (*Capsicum spp.*), karabiber (*Piper spp.*), hintceviz/muskat (*Myristica fragrans*), zencefil (*Zingiber officinale*), zerdeçal (*Curcuma longa*) gibi ürünlerde maksimum AFB₁ ve toplam aflatoksin miktarları sırasıyla 5,0 ve 10,0 µg kg⁻¹ olarak belirtilmiştir (63). Tüketimi çok olan gıdalardan biri de kırmızıbiber ve ürünleridir. Kırmızıbiber dünyada tüketimi yaygın olan çok popüler bir baharattır (70). Türkiye de Hindistan, Meksika, Amerika, İspanya gibi yüksek miktarda kırmızıbiber üreten ülkelerden birisidir. Kırmızı toz biberler Türkiye'de yemeklerin rengi, lezzeti ve aroması için çok sık kullanılan baharat çeşitleridir (54). Kırmızıbiber; üretim, hasat, kurutma ve daha sonraki işleme safhalarında karşı karşıya kaldığı şartlar nedeniyle aflatoksin oluşumuna hassas ürünlerden birisidir (44).

Kırmızıbiber en yüksek oranda aflatoksin içeren baharat türüdür (71). Bu biberlerin mikotoksinler ile kontaminasyonunda bölgenin iklimi, ürün genotipi ve toprak tipi gibi birçok faktör etkilidir (72).

Dünyadaki en fazla biber üreticisi olan ülkeler tropik bölgelerde bulunmaktadır. Dolayısıyla kırmızıbiber ve ürünlerinde mikotoksin üreten küflerin gelişimi için uygun iklim koşulları bulunmaktadır (71). Bununla beraber biberler genellikle yetersiz hijyenik koşullar altında açık havada kurutulmaktadır (44). Kırmızıbiberler de diğer pek çok ürün gibi aflatoksinler ile hasat öncesinde, hasat sonrasında, depolama sırasında ve taşıma esnasında kontamine olabilmektedir (71,72). Gıda maddelerindeki bulaşanların maksimum limitleri hakkındaki 2008/26 sayılı Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde, tüm ve toz kırmızıbiberler için maksimum AFB₁ ve total aflatoksin miktarının sırasıyla 5 µg kg⁻¹ ve 10 µg kg⁻¹ olduğu belirtilmiştir (63). Türk Gıda Kodeksi Tebliği, 1881/2006/EC sayılı gıda maddelerindeki belirli bulaşanların maksimum miktarlarının belirlenmesi hakkında komisyon tüzüğü dikkate alınarak Avrupa Birliği'ne uyum süreci çerçevesinde hazırlanmıştır. Bu direktif 2010 yılında çıkan 165/2010 direktifi ile yeniden düzenlenmiştir (73,74).

SONUÇ

Gıda maddelerinin ve hayvan yemlerinin aflatoksinler ile kontaminasyonu dünya genelinde ciddi bir problemdir. Aflatoksinlerle kontamine olmuş gıdayı tüketen insanlarda ölümle sonuçlanabilen hastalıklar meydana gelebilmektedir. Farklı ülkelerde, çeşitli gıdalarda aflatoksin varlığının araştırıldığı çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmalardaki aflatoksin düzeyleri iklimsel ve bölgesel nedenlerle veya gıda çeşidine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Ayrıca mikrobiyolojik ve kimyasal detoksifikasyonla ilgili çalışmalar incelendiğinde ise bazılarında aflatoksin düzeylerinde belli miktarda azalma görülmektedir. Fakat bu durum detoksifikasyonun yeterli olmadığı şeklinde değerlendirilmektedir.

Aflatoksinlerin sağlık üzerine olumsuz etkileri ve ülke ekonomisi açısından kayıplar düşünüldüğünde izlenebilirliğin önemli olduğu görülmektedir. Gıdaların ve hayvan yemlerinin üretimden tüketime kadar her aşamada aflatoksin yönünden analitik yöntemlerle analizleri yapılarak kontrolleri sağlanmalıdır. Yasal düzenlemeler doğrultusunda kabul edilen sınırlardan daha yüksek değerlerde aflatoksin içeren gıda ve yemlerin tüketilmesine izin verilmemelidir. Gıda ve yemlerin küflerle kontaminasyonunun önlenmesi ve dolayısıyla aflatoksin oluşumunun engellenebilmesi yönünde çalışmaların artırılması gerekmektedir. Ayrıca aflatoksinin detoksifikasyonunun yeterli olmamasından dolayı kontaminasyonun kontrol altında tutulması önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Zinedine A, González-Osnaya L, Soriano JM, Moltó JC, Idrissi L, Mañes J. Presence of aflatoxin M1 in pasteurized milk from Morocco. *Int J Food Microbiol*, 2007; 114 (1): 25-9.
2. Kumar V, Basu MS, Rajendran TP. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. *Crop Prot*, 2008; 27 (6): 891-905.
3. O'Riordan MJ, Wilkinson MG. A survey of the incidence and level of aflatoxin contamination in a range of imported spice preparations on the Irish retail market. *Food Chem*, 2008; 107 (4): 1429-35.
4. Rustom IYS. Aflatoxin in food and feed: Occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chem*, 1997; 59 (1): 57-67.

5. Farombi EO. Aflatoxin contamination of foods in developing countries: implications for hepatocellular carcinoma and chemopreventive strategies. *Afr J Biotechnol*, 2006; 5 (1): 001-14.
6. Wright MS, Greene-McDowelle DM, Zeringue HJ, Bhatnagar D, Cleveland TE. Effects of volatile aldehydes from *Aspergillus*-resistant varieties of corn on *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin biosynthesis. *Toxicon*, 2000; 38 (9): 1215-23.
7. Gowda NKS, Malathi V, Suganthi RU. Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. *Anim Feed Sci Tech*, 2004; 116 (3-4): 281-91.
8. Móricz AM, Fatér Z, Otta KH, Tyihák E, Mincsovcics E. Overpressured layer chromatographic determination of aflatoxin B₁, B₂, G₁ and G₂ in red paprika. *Microchem J*, 2007; 85 (1): 140-4.
9. Şener S. Gıda güvenliği açısından mikotoksinler. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*, 2006; 2 (46): 135-9.
10. Çoksöyler N. Farklı yöntemlerle kurutulmuş kırmızıbiberlerde *Aspergillus flavus* gelişimi ve aflatoksin oluşumunun incelenmesi. *Gıda*, 1999; 24 (5): 297- 306.
11. Arrus K, Blank G, Abramson D, Clear R, Holley RA. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. *J Stored Prod Res*, 2005; 41 (5): 513-27.
12. Odoemelam SA, Osu C I. Aflatoxin B₁ contamination of some edible grains marketed in Nigeria. *E-J Chem*, 2009; 6 (2): 308-14.
13. Molina M, Giannuzzi L. Modelling of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* in a solid medium at different temperatures, pH and propionic acid concentrations. *Food Res Int*, 2002; 35 (6): 585-94.
14. Bonjar GHS. Incidence of aflatoxin producing fungi in early split pistachio nuts of Kerman, Iran. *J Biol Sci*, 2004; 4 (2): 199-202.
15. Giorni P, Battilani P, Pietri A, Magan N. Effect of aw and CO₂ level on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production in high moisture maize post-harvest. *Int J Food Microbiol*, 2008; 122 (1-2): 109-13.
16. Bhat R, Rai RV, Karim AA. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. *Compr Revi Food Sci F*, 2010; 9 (1): 57-81.
17. Coppock RW, Christian RG. Aflatoxins. In: Gupta RC, ed. *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. New York: Academic Press, 2007: 939-50.
18. Zheng Z, Humphrey CW, King RS, Richard JL. Validation of an ELISA test kit for the detection of total aflatoxins in grain and grain products by comparison with HPLC. *Mycopathologia*, 2005; 159 (2): 255-63.
19. Verma RJ. Aflatoxin cause DNA damage. *Int J Hum Genet*, 2004; 4 (4): 231-6.
20. Reddy BN, Raghavender CR. Outbreaks of aflatoxicoses in India. *Ajfn*, 2007; 7 (5): 1-15.
21. Banu N, Muthumary J. Taxol as chemical detoxificant of aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* isolated from sunflower seed. *Health*, 2010; 2 (7): 789-95.
22. Samarajeewa V, Sen AC, Cohen MD, Wei CI. Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. *J Food Protect*, 1990; 53(6), 489-501.
23. Safara M, Zaini F, Hashemi SJ, Mahmoudi M, Khosravi AR, Shojai-Aliabadi F. Aflatoxin detoxification in rice using citric acid. *Iranian J Publ Health*, 2010; 39 (2): 24-9.
24. Inan F, Pala M, Doymaz I. Use of ozone in detoxification of aflatoxin B₁ in red pepper. *J Stored Prod Res*, 2007; 43 (4): 425-9.
25. Yousef AE, Marth EH. Use of ultraviolet energy to degrade aflatoxin M₁ in raw or heated milk with and without added peroxide. *J Dairy Sci*, 1986; 69 (9): 2243-7.
26. Kabak B, Dobson ADW, Vara I. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2006; 46 (8): 593-619.

27. Thanaboripat D, Kraipeerapun K, Pattanaphongsak C, Srisanan S, Nanasombat S. Detoxification of aflatoxin by *Streptococcus lactis* and lactic acid bacteria in commercial yoghurt. *Kasetsart J-Nat Sci*, 1997; 31: 117-23.
28. Leibetseder J. Decontamination and detoxification of mycotoxins. In: Mosenthin R, Zentek J, Zebrowska T, eds. *Biology of Nutrition in Growing Animals*. Elsevier Limited, 2006: 439-65.
29. Salem NM, Ahmad R. Mycotoxins in food from Jordan: Preliminary survey. *Food Control*, 2010; 21 (8): 1099-103.
30. Papp E, H-Otta K, Záray G, Mincsovcics E. Liquid chromatographic determination of aflatoxins. *Microchem J*, 2002; 73 (1-2): 39-46.
31. Özturan K, Ünsal C, Karakaya Y, Atasever M, Ceylan ZG, Atasever MA. Erzurum'da tüketime sunulan buğday unlarının toplam aflatoksin, aflatoksin B₁ ve Okratoksin A Yönünden İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg*, 2007; 2 (4): 172-6.
32. Sabuncuoğlu SA, Baydar T, Giray B, Şahin G. Mikotoksinler: Toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe Üni Ecz Fak Derg*, 2008; 28 (1): 63-92.
33. Koirala P, Kumar S, Yadav BK, Premarajan KC. Occurrence of aflatoxin in some of the food and feed in Nepal. *Indian J Med Sci*, 2005; 59 (8): 331-6.
34. Hussain HS, Brasel JM. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*, 2001; 167 (2): 101-34.
35. Oveisi MR, Jannat B, Sadeghi N, Hajimahmoodi M, Nikzad A. Presence of aflatoxin M₁ in milk and infant milk products in Tehran, Iran. *Food Control*, 2007; 18: 1216-8.
36. Anonymous. Some naturally-occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Lyon: IARC monographs, 1993; 56: 359-62.
37. Ayub MY, Sachan DS. Dietary factors affecting aflatoxin B₁ carcinogenicity. *Mal J Nutr*, 1997; 3: 161-79.
38. Singh VP. Aflatoxin biotransformations: Biodetoxification aspects. *Prog Ind Microbiol*, 1995; 32: 51-61.
39. Liu Y, Wu F. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. *Environ Health Perspect*, 2010; 118 (6): 818-24.
40. Galy O, Chemin I, Le Roux E, Villar S, Le Calvez-Kelm F, Lereau M. Mutations in TP53 and CTNNB1 in relation to hepatitis B and C infections in hepatocellular carcinomas from Thailand. *Hepat Res Treat*, 2011; 2011: 1-9.
41. Mızrak D, Engin B, Onder FO, Yener B, Bektaş M, Biyikli Z, Idilman R. Aflatoxin exposure in viral hepatitis patients in Turkey. *Türk J Gastroenterol*, 2009; 20 (3): 192-7.
42. Çolak H, Bingöl EB, Hampikyan H, Nazlı B. Determination of aflatoxin contamination in red-scaled, red and black pepper by ELISA and HPLC. *J Food Drug Anal*, 2006; 14 (3): 292-6.
43. Yentür G, Er B, Gür Özkan M, Öktem BA. Determination of aflatoxins in peanut butter and sesame samples using high-performance liquid chromatography method. *Eur Food Res Technol*, 2006; 224 (2): 167-70.
44. Ardiç M, Karakaya Y, Atasever M, Durmaz H. Determination of aflatoxin B₁ levels in deep-red ground pepper (isot) using immunoaffinity column combined with ELISA. *Food Chem Toxicol*. 2008; 46: 1596-9.
45. Er B, Demirhan B, Onurdağ FK, Yentür G. Determination of aflatoxin M₁ level in milk and white cheese consumed in Ankara Region, Turkey. *J Anim Vet Adv*, 2010; 9 (12): 1780-4.
46. Özay G, Alperden İ. Türkiye'de yetiştirilen yerfıstıklarında (*Arachis hypogaea L.*) mikotoksinler. *Gıda*, 1989; 14 (5): 267-73.
47. Gürses M, Erdoğan A. Erzurum piyasasında satılan yerfıstığı, antepfıstığı ve bademlerin aflatoksin B₁ kontaminasyonu bakımından incelenmesi. *Atatürk Üniv Ziraat Fak Derg*, 2004; 35 (1-2): 75-8.
48. Gürses M. Mycoflora and aflatoxin content of hazelnuts, walnuts, peanuts, almonds and roasted chickpeas (leblebi) sold in Turkey. *Int J Food Prop*, 2006; 9: 395-9.

49. Bircan C, Barringer SA, Ulken Ü, Pehlivan R. Aflatoxin levels in dried figs, nuts and paprika for export from Turkey. *Int J Food Sci Tech*, 2008; 43 (8): 1492-8.
50. Aycicek H, Aksoy A, Saygi S. Determination of aflatoxin levels in some dairy and food products which consumed in Ankara, Turkey. *Food Control*, 2005; 16 (3): 263-6.
51. Oruç HH, Cengiz M, Kalkanli O. Comparison of aflatoxin and fumonisin levels in maize grown in Turkey and imported from the USA. *Anim Feed Sci Tech*, 2006; 128: 337-41.
52. Özay G, Alperden I. Aflatoxin and ochratoxin-a contamination of dried figs (*Ficus carina* L.) from the 1988 crop. *Mycotoxin Res*, 1991; 7: 85-91.
53. Giray B, Girgin G, Engin AB, Aydın S, Şahin G. Aflatoxin levels in wheat samples consumed in some regions of Turkey. *Food Control*, 2007; 18 (1): 23-9.
54. Aydın A, Erkan ME, Başkaya R, Ciftcioğlu G. Determination of aflatoxin B₁ levels in powdered red pepper. *Food Control*, 2007; 18 (9): 1015-8.
55. Yentür G. Bazı gıda maddelerinde aflatoksin B₁ ve M₁ düzeylerinin saptanması. Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi. No: 02/2009-16, 2010.
56. Demirer MA, Dinçer B, Kaymaz Ş, Alperden İ, Yalçın S, Özer E. Bazı gıda maddelerinde mikroflora ve mikotoksin araştırmaları. *AÜ Vet. Fak. Derg*, 1989; 36 (1): 85-107.
57. Var I, Kabak B, Gök F. Survey of aflatoxin B₁ in helva, a traditional Turkish food, by TLC. *Food Control*, 2007; 18 (1): 59-62.
58. Gürbay A, Aydın S, Girgin G, Engin AB, Şahin G. Assessment of aflatoxin M₁ levels in milk in Ankara, Turkey. *Food Control*, 2006; 17 (1): 1-4.
59. Sarımehtemetoğlu B, Kuplulu O, Celik TH. Detection of aflatoxin M₁ in cheese samples by ELISA. *Food Control*, 2004; 15 (1): 45-9.
60. Gürses M, Erdoğan A, Çetin B. Occurrence of aflatoxin M₁ in some cheese types sold in Erzurum, Turkey. *Turk J Vet Anim Sci*, 2004; 28: 527-30.
61. Elmalı M, Yapar K, Kart A, Yaman H. Aflatoksin M₁ levels in milk powder consumed in Turkey. *J Anim Vet Adv*, 2008; 7 (5): 643-5.
62. Ardıç M, Karakaya Y, Atasever M, Adiguzel G. Aflatoxin M₁ levels of Turkish white brined cheese. *Food Control*, 2009; 20 (3): 196-9.
63. Anonim. Türk Gıda Kodeksi - 2008/26 No'lu Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, 2008.
64. Park JW, Kim EK, Kim YB. Estimation of the daily exposure of Koreans to aflatoxin B₁ through food consumption. *Food Addit Contam*, 2004; 21 (1): 70-5.
65. Anonim. Türk Gıda Kodeksi - 2009/22 No'lu Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, 2009.
66. Basaran P, Ozcan M. Occurrence of aflatoxins in various nuts commercialized in Turkey. *J Food Safety*, 2009; 29 (1): 95-105.
67. Pei SC, Zhang YY, Eremin SA, Lee WJ. Detection of aflatoxin M₁ in milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies. *Food Control*, 2009; 20 (12): 1080-5.
68. Virdis S, Corgiolur G, Scarano C, Pilo AL, De Santis EPL. Occurrence of aflatoxin M₁ in tank bulk goat milk and ripened goat cheese. *Food Control*, 2008; 19 (1): 44-9.
69. Torkar KG, Vengušt A. The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M₁ in raw milk and cheese in Slovenia. *Food Control*, 2008; 19 (6): 570-7.
70. Saha D, Acharya D, Roy D, Shrestha D, Dhar TK. Simultaneous enzyme immunoassay for the screening of aflatoxin B₁ and ochratoxin A in chili samples. *Anal Chim Acta*, 2007; 584 (2): 343-9.

71. Marin S, Colom C, Sanchis V, Ramos AJ. Modelling of growth of aflatoxigenic *A. flavus* isolates from red chilli powder as a function of water availability. *Int J Food Microbiol*, 2009; 128 (3): 491-6.
72. Hernández-Hierro JM, García-Villanova RJ, González-Martín I. Potential of near infrared spectroscopy for the analysis of mycotoxins applied to naturally contaminated red paprika found in the Spanish market. *Anal Chim Acta*, 2008; 622 (1-2): 189-94.
73. Anonymous. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Commission Regulation (EC) No 1881/2006. *Official Journal of the European Union*, 2006.
74. Anonymous. Amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. Commission Regulation (EU) No 165/2010. *Official Journal of the European Union*, 2010.