

Kuru İncir, Üzüm ve Kırmızıbiberlerde Mikotoksin Varlığı

Levent Şen¹, Sebahattin Nas²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sultandağı Meslek Yüksekokulu, Sultandağı, Afyonkarahisar

²Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli
E-posta: lsen@aku.edu.tr

ÖZET

Mikotoksinler funguslar tarafından üretilen ve çeşitli tarımsal ürünlerde hasat öncesinde ya da hasattan sonraki herhangi bir aşamada oluşabilen toksik metabolitlerdir. Küfler tarafından üretilen birçok mikotoksin olmasına rağmen gıdalarda en sık rastlananlar aflatoksin (AF), okratoksin (OT), patulin, fumonisinler, zearalenon ve trikotesenler olarak sıralanabilir. Bu çalışmada ülkemizde büyük ekonomik önemi olan kuru incir, üzüm ve kırmızıbiberde aflatoksin ve okratoksin A potansiyeli, bu toksinlerin oluşum şartları ve olası giderme yöntemleri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin, Okratoksin A, Kuru incir, Kuru üzüm, Kırmızıbiber

Occurrence of Mycotoxins in Dried Figs, Raisins and Paprika

ABSTRACT

Mycotoxins are produced by fungi and may form in various agricultural commodities under pre- or post-harvest conditions. Although various kinds of mycotoxins can be produced by molds, only some of these metabolites, mainly aflatoxins, ochratoxins, patulin, fumonisins, zearalenone and trichothecenes, are most frequently encountered in foods. This review is focused on the occurrence potential of aflatoxin and ochratoxin A, their formation conditions and possible decomposition methods for dried figs, raisins and paprika.

Keywords: Aflatoxin, Ochratoxin A, Dried figs, Raisins, Paprika

GİRİŞ

Günlük yaşamda insanların tükettikleri gıda maddelerinin içerdiği besin öğelerinin yanı sıra bunlarda sağlığa zararlı olan bileşiklerin bulunup bulunmadığına da önem verilmektedir. Gıdaların bileşiminde bulunabilecek herhangi bir zararlı bileşik insan ve toplum sağlığını doğrudan etkilemektedir [1].

Mikotoksinler funguslar tarafından üretilen ve çeşitli tarımsal ürünlerde hasat öncesinde ya da hasattan sonraki herhangi bir aşamada oluşabilen toksik metabolitlerdir [2]. Olumsuz şartlara maruz kalmış ve toksijenik küf gelişimi sonucu mikotoksin oluşumu gerçekleşmiş tarımsal ürünler tüketildiğinde insan ve hayvanlarda toksik etkiler oluşturmaktadır. "Mikotoksikozis" ise mikotoksin oluşmuş gıda ve yemlerin tüketilmesiyle ortaya çıkan hastalıklardır [3]. Gıda ve yem maddelerindeki mikotoksin oluşumu hem hayvan hem de insan sağlığını tehdit etmektedir [4]. Birleşmiş Milletler Gıda ve Ziraat Örgütü (FAO) dünya

gıda ürünlerinin her yıl en az %25' inin mikotoksinler tarafından etkilendiğini rapor etmiştir [5,6].

Bu derlemede ülkemizde büyük ekonomik önemi olan incir, kuru üzüm ve kırmızıbiberde aflatoksin ve okratoksin A potansiyeli, bu toksinlerin oluşum şartları ve olası giderme metotları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

KURU MEYVE ve SEBZELERDE SIKLIKLA RASTLANAN KÜF ve MİKOTOKSİNLER

Mikotoksinler *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* ve *Fusarium* cinslerine mensup funguslar tarafından üretilen bir grup sekonder metabolitlerdir [7]. Bu fungus cinslerinden ilk üçü meyvelerde mikotoksin oluşumuna önemli oranda neden olan küflerdir [8]. Küfler tarafından üretilen birçok mikotoksin olmasına rağmen gıdalarda en sık rastlananlar; aflatoksin, okratoksin, patulin, fumonisinler, zearalenone ve trikotesenler olarak sıralanabilir [9]. Bununla birlikte, meyve ve sebzelerde,

bunlardan elde edilen ürünlerde sıklıkla rastlanılan mikotoksinler aflatoksinler, okratoksin A (OTA), patulin ve *Alternaria* toksinleridir [10].

AF'ler, *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* ve *A. niger* gibi *Aspergillus* türleri tarafından üretilen toksik metabolitler grubudur [11]. 20 farklı aflatoksin tanımlanmış olmasına rağmen [12], tarımsal ürünlerde en sık rastlanan aflatoksinler AFB₁, B₂, G₁ ve G₂ dir [13,14]. AF' ler çekirdek molekül olarak kumarin, buna kaynaşmış halde bulunan bifuran veya bir pentanon (AFB₁ ve AFB₂) ya da altı üyeli bir lakton (AFG₁ ve AFG₂) içermektedir [15]. Ultraviyole ışık altında mavi floresans verenler AFB₁ ve AFB₂, yeşil floresans verenler ise AFG₁ ve AFG₂'dir [16].

AF'lerin hayvanlar üzerinde kanserojenik, mutajenik ve immuno-supresif etkileri olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuş, epidemiyolojik çalışmalar ise insanların günlük diyetlerindeki AF seviyesi ile karaciğer kanseri görülme sıklığı arasında yakın bir ilişki olduğunu göstermiştir [17]. Bunun yanı sıra AF'lerin immün sistemi baskılama, protein metabolizmasında bozulmaya yol açma gibi birçok önemli zehirli etkileri de bulunmaktadır [18]. AF'ler içerisinde en toksik olan bileşik AFB₁'dir [19]. AFB₁, Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanser Araştırma Enstitüsü (WHO/IARC)'ne göre "Grup I" karsinojen olarak sınıflandırılmıştır [12, 20]. Oluşturdukları toksik etki gücüne göre AF'ler AFB₁ > AFG₁ > AFB₂ > AFG₂ şeklinde sıralanmaktadır [16].

Gıdalarda ve yemlerdeki AF miktarları ülkeler tarafından sıkı bir şekilde kontrol edilmektedir. Örneğin, ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), gıda maddelerinde bulunabilecek maksimum AF miktarını 20 ng/g olarak belirlemiştir. Avrupa birliği ülkeleri birçok baharatta aflatoksin kalıntı miktarını AFB₁ için maksimum 5 ng/g, toplam AF miktarını ise 10 ng/g olarak belirlemiştir [21]. 2010 yılına kadar yerfıstığı, fındık, kurutulmuş meyveler, tahıllar ve direkt tüketim için işlem görmüş ürünlerde AFB₁ için maksimum seviye 2 ng/g, toplam AF için ise 4 ng/g olarak belirlenmiştir [21]. Ancak, gıda maddelerindeki AF limitlerini belirleyen 165/2010 EC Avrupa Birliği (AB) komisyon yönetmeliği 27 Şubat 2010 tarihli AB resmi gazetesinde yayınlanmış olup, bazı ürünler için yeni AF limitleri 8 Mart 2010 tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiştir. Yeni yönetmeliğe göre, doğrudan tüketime sunulan ve gıda bileşeni olarak kullanılan antepfıstıkları için AFB₁ ve toplam AF limitleri sırasıyla 12 ve 15, fındık için 5 ve 10 değerlerine yükseltilmiş, ancak kurutulmuş meyvelerde uygulanan limitlerde herhangi bir değişikliğe gidilmemiştir [22].

OT'ler 1960'lı yılların ortalarında Güney Afrika'da, küflerin oluşturduğu yeni toksik metabolitlerin belirlenmesi için yapılan bir araştırmada, laboratuvar çalışması sırasında ortaya çıkmıştır. İlk olarak 1965' de *Aspergillus ochraceus*'dan izole edilmiştir ve "okratoksin" adı verilmiştir [1]. OT'ler, L-fenilalanin'e bağlı izokumarin

derivatıyla yakın ilişkili olan ve biyosentetik orijinli poliketid olarak isimlendirilen pentaketidlerden oluşmaktadır [23]. OT'ler kimyasal yapısı birbirine yakın yedi farklı tipi olan fungal metabolitlerdir [15]. Gıdalarda en sık görülen ve en toksik tipi OTA'dır [24]. Okratoksin A nefrotoksik, immunotoksik, teratojenik ve genotoksik özelliklere sahip kanserojen bir bileşiktir [8]. OTA, 1993 yılında IARC tarafından olası insan karsinojeni "Grup 2B" sınıfına alınmıştır [25, 26]. Ayrıca bileşiğin Balkan yarımadasının merkezindeki kırsal bölgelerde rastlanan, öldürücü bir böbrek hastalığı olan Balkan Endemik Nefropati'sinden [8] ve üriner bölge tümörlerinden sorumlu olduğu ifade edilmektedir [27]. OTA üreten en önemli küf türlerinin başında *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* ve *Penicillium verrucosum* gelmektedir [28].

OTA varlığı belirlenen başlıca gıdalar hububat ve ürünleri, bira, şarap, üzüm, kahve çekirdekleri, kurutulmuş meyveler, kabuklu yemişler [29], domuz eti ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri ve yumurtadır [30]. OTA belirlenen meyve ve sebzeler ile meyve ve sebze ürünleri ise; incir, kuru üzüm, kuru kayısı, kuru erik, şarap, pekmez, sirke, frenk üzümü, domates, havuç ve elma gibi meyve suları şeklinde özetlenebilir [10]. OTA içeren gıdaların tüketilmesinin muhtemel sağlık problemlerine neden olacağına düşünülmesi üzerine, Avrupa Birliği ülkeleri kavrulmuş kahve (5 µg/kg), instant kahve (10 µg/kg), işlenmemiş tahıllar (5 µg/kg), işlenmiş tahıl ürünleri (3 µg/kg), bebek mamaları ve işlem görmüş tahıl kaynaklı bebek ve çocuk gıdaları (0,5 µg/kg), üzümden yapılan şaraplar (2 µg/kg), üzüm suları (2 µg/kg) ve kurutulmuş üzümler (10 µg/kg) gibi gıda maddelerinde OTA için maksimum miktarlar tespit etmişlerdir [21].

Gıdaların kurutulmasıyla dayandırılmaları yöntemi, insanın doğadan öğrendiği ve bu yüzden ilk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski muhafaza yöntemidir [31]. Kurutma olarak tanımlanan işlem nem çıkarılması nedeniyle aynı zamanda ısı ve kütle transferidir [32]. Bu işlemin en önemli amacı ürünlerin besin değerinde en az kayıpla bozulmadan uzun süre dayanmalarını sağlamaktır. Kurutulmuş meyve ve sebzelerin önemli besin değerlerinin yanı sıra üretici ülkeler açısından önemli birer ihracat kalemi olmaları bu ürünlerin ekonomik değerini bir kat daha arttırmaktadır. Ancak, kurutulmuş meyve ve sebzelerde ortaya çıkan mikotoksin problemi sadece üretici ülkeler açısından bir ekonomik problem olarak algılanmamalı, aynı zamanda insan sağlığını tehdit eden bir risk faktörü olarak da göz önünde bulundurulmalıdır.

Avrupa Birliği Gıda ve Yem için Hızlı Alarm Sistemi (RASFF) raporuna göre 2008 yılında mikotoksinler ile ilgili toplam 931 "Hızlı Uyarı Alarmı" bildirilmiş, bunların 902 adedinin AF ve 20 adedinin ise OTA için olduğu belirtilmiştir. AF ve OTA için belirtilen hızlı uyarı alarmlarının hangi gıda maddeleri için verildiği Tablo 1'de gösterilmiştir [40].

Tablo 1. Avrupa Birliği Gıda Ve Yem İçin Hızlı Alarm Sistemi (RASFF) Raporuna Göre 2008 Yılı AF' ler ve OTA İçin Gıda Maddelerine Gönderilen Alarm Sayısı

| Ürün | Mikotoksin Cinsi | |
|-------------------------------------|------------------|-----|
| | AF'ler | OTA |
| Tahıl ürünleri | 46 | 3 |
| Kakao, kahve ve çay | - | 6 |
| Diyabetik ve takviye gıdalar | - | 2 |
| Yem maddeleri | 11 | - |
| Meyve ve sebzeler | 103 | 5 |
| Şifalı bitki ve baharatlar | 26 | 3 |
| Fındık, fındık ürünleri ve tohumlar | 710 | - |
| Karışık tip diğer gıda ürünleri | 3 | - |
| Hayvan yiyecekleri | 3 | - |
| Şarap | - | 1 |
| Toplam alarm sayısı | 902 | 20 |

Birçok gıdanın kimyasal ve/ veya fiziksel özellikleri mikrobiyal ve fungal bozulmaya olanak sağlamasına rağmen, meyveler yüksek su aktivitesi, şeker içeriği ve meyve etinin organik asitler varlığında düşük bir pH'a sahip olması nedeniyle fungal bozulmaya mikrobiyal bozulmaya göre daha fazla hassasiyet göstermektedir [8]. Kurutulmuş meyve ve sebzelerden küf bulaşmasına ve mikotoksin oluşumuna en fazla hassasiyet gösteren ürünlerin başında kuru incir, kuru üzüm ve kırmızıbiber gelmektedir.

KURU İNCİR

İncir (*Ficus carica*) Akdeniz kıyılarının tipik bir meyvesidir. Türkiye' de özellikle İzmir ve Aydın en önemli üretim bölgesidir. Dünya kuru incir üretimine bakıldığında Türkiye birinci üretici olup bunu sırasıyla İran, ABD, Yunanistan, İspanya ve İtalya takip etmektedir. Dünya kuru incir ihracatında Türkiye % 55.2'lik payıyla en önemli ihracatçı ülke olarak güçlü bir konuma sahiptir. Ülkemizi, sırasıyla, ABD, İran, Almanya ve Yunanistan izlemektedir [33]. Kuru incir, oldukça besleyici ve sağlıklı bir gıda olmasının yanı sıra, dünyada üretimi en çok yapılan meyvelerden biridir. Kuru incir direkt olarak tüketilebilmekte veya incir ezmesi olarak çeşitli tatlıların ve şekerlerin üretiminde kullanılabilir. Kuru incir ağaçta tamamen olgunlaştırılan ve kısmen kurumasına izin verilen dünyadaki yegâne meyvedir [34].

Kuru incir mikotoksin problemi açısından yüksek risk grubunda yer alan meyve ürünlerinden biridir. Kuru incirde bu zamana kadar yapılan çalışmalarda en çok tespit edilen mikotoksinler AF'ler ve OTA'dır. Diğer meyveler ile kıyaslandığında, incirler daha yüksek miktarda AFB₁ içermektedir [35]. Kuru incirde AF'ler ve OTA'nın yanı sıra fumonisin [34] ve patulin [36] gibi mikotoksinlerin varlığını ortaya koyan çalışmalar da yapılmıştır. Avrupa Birliği ülkeleri kurutulmuş meyvelerde AFB₁ ve toplam AF için limit değer olarak sırasıyla 2 ve 4 ng/g değerlerini benimsemiştir [21]. Buna karşın "Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ"e göre kurutulmuş meyvelerde AFB₁ için bir limit belirtilmemiş ancak toplam AF miktarı sınır değeri 10 µg/kg olarak belirtilmiştir [37].

Kuru incirlerimizde ilk AF sorunu, Danimarka' ya yapılan ihracat sonrasında ortaya çıkmıştır. 1972 yılında Danimarka'ya ihraç edilen kuru incirlerde oldukça yüksek miktarda AF saptanmıştır [38]. Yine 1972'de, ABD'ye ihraç edilen 48 parti incirden 38'i AF ile bulaşık olduğu gerekçesi ile geri gönderilmiştir [39]. Daha sonraki yıllarda, 1987'de kuru incir ve 1994 yılında kuru kırmızı pul biber ihracatında AF nedeniyle büyük sorunlar yaşanmıştır. Günümüzde de çeşitli ihraç ürünlerinde, yüksek oranda AF varlığıyla ilgili uyarılar zaman zaman gündemde yer almaktadır [38]. 2008 yılı Türkiye menşeli kuru incir ve incir ürünleri için Avrupa Birliği RASFF'nin kayıtlarına göre "Hızlı Alarm" sayısı 111, 2009 Ağustos ayına kadar ise 27'dir [40].

Kurutulan incirler incir işletmelerine gönderilirler ve öncelikle depo zararlılarını önlemek amacı ile fümigasyona tabi tutulurlar. Burada kullanılan fumigant genellikle metil bromid (MeBr)'dir. Ancak, 1987 yılında Montreal'de 24 ülkenin imzaladığı, ozon tabakasını incelten maddelerin üretim ve tüketiminin azaltılması ve kontrol altına alınmasıyla ilgili önlemleri kapsayan protokole, Türkiye 1991 yılında dahil olmuştur. Montreal Protokolü çerçevesinde MeBr kullanımı gelişmiş ülkelerde 2005, Türkiye'de 2007 yılından itibaren yasaklanmış, gelişmekte olan ülkelere ise 2015 yılından itibaren uygulamanın başlaması beklenmektedir. MeBr kullanımına getirilen kısıtlamalar ve çevreye olan etkisi nedeni ile MeBr'ün yerini alacak alternatif yöntemler giderek önem kazanmaya başlamıştır. Bu kapsamda kimyasal (fosfin, karbonil sülfid, sülfürlü florit, karbon disülfid, ozon, etil format, metil iyodit vb.) ve kimyasal olmayan (değiştirilmiş atmosfer, yüksek basınç, sıcak/soğuk uygulamaları, radyo frekansı, uzun dalga enerjisi, radyasyon, vb.) birçok yöntem denenmiş veya denenmektedir [41]. Fümigasyondan sonra boylama, bunu takiben AF'li incirlerin belirlenmesi amacı ile içerisinde UV lamba bulunan mikotoksin çadırlarda ayıklama işlemine tabi tutulurlar [42]. UV ışık altında kuru incirin parlak yeşilimsi sarı bir floresan vermesi aflatoksin varlığının güçlü bir emaresidir. Bu parlak renkli floresana incirde *A. flavus* grubu küflerin oluşturduğu AF'in dışındaki bir metabolit olan kojik asit neden olmaktadır [55] Endüstriyel uygulamada incir partilerinden aflatoksin içeren incirleri sağımlardan ayıklamak için UV ışık kullanımı etkili bir metot olarak görülmektedir. Bu yöntem ürün yüzeyinde

oluşan aflatoksini belirlemede ve bu meyveleri ayıklamada etkili olurken, meyve içi oluşumunu belirlemede etkisiz kalabilmektedir [8]. UV lamba altında renk vermeyen incirlerden fiziksel hasarlı olanlar (hurdalık incir) ayrılarak, kusur bulunmayan ürün yıkama bölümüne gönderilir. Yıkama aşamasında incir üzerinde bulunabilecek toz, toprak ve çamur artıkları üründen uzaklaştırılır, aynı zamanda mikroorganizma yükü de düşürülmüş olur. Yıkamadan çıkan ürün kurutma tüneline gönderilir. Burada ürünün nem içeriği %18-20 düzeyine indirilmeye çalışılır. Kurutma işleminden sonra ürüne müşteri isteği doğrultusunda şekil verilerek (layer, protoben, garland v.b.) paketlenir ve ya oda sıcaklığında ya da soğukta depolanır [42].

İncirlerde AF oluşumunu etkileyen faktörler ile ilgili birtakım araştırmalar yapılmıştır. İncir yüksek karbonhidrat içeriği nedeniyle aflatoksijenik funguslar için oldukça çekici bir substrattır. İncirin *A. flavus* enfeksiyonuna karşı hassasiyeti, bu patojenin meyve iç boşluğuna nüfuz edebilme yeteneği ile ilişkilidir. Aynı zamanda, meyve yüzeyinde bulunan meyve suyunun *A. flavus* çimlenmesini teşvik ettiği, meyve içine nüfuz etmeyi ve kolonileşmeyi kolaylaştırdığı belirtilmektedir [56]. Karaca ve Nas [36] AF'lerin incirde yüksek bağıl nem koşullarında veya yağmurlu havada hasat edilmesi sonucunda biriktiğini belirtmişlerdir.

Kuru incirlerde aflatoksin varlığı ile ilgili çeşitli araştırmacılar tarafından birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Kuru incirlerde AF'lerin varlığı ile ilgili yapılan çalışmalar

| Örnek Tipi | Örnek Sayısı | Mikotoksin Tipi | Pozitif Örnek Sayısı ve %'si | Örnek Sayısı ve %'si (Oluşum Seviyesi < 2ppb/ 4ppb) | Örnek Sayısı ve %'si (Oluşum Seviyesi >2ppb/ 4ppb) | Kullanılan Metot | Kaynak |
|---|--------------|------------------------------------|------------------------------|---|--|------------------|--------|
| Kuru İncir | 20 | AFB ₁ | 1 (% 5) | 1 (%5) | 0 | HPLC | [13] |
| | | Toplam AF | 6 (%30) | 3 (%15) | 3 (%15) | | |
| Kuru incir | 54 | AFB ₁ | 6 (11.1%) | 0 | 6 (11.1%) | TLC | [43] |
| | | AFB ₂ | 2 (3.7%) | 0 | 2 (3.7%) | | |
| | | AFG ₁ | 2 (3.7%) | 0 | 2 (3.7%) | | |
| | | AFG ₂ | 2 (3.7%) | 0 | 2 (3.7%) | | |
| Kuru İncir (UV lambada Floresans veren) | 50 | AFB ₁ | 49 (%98) | 17 (%34) | 32 (%64) | HPLC | [44] |
| | | AFB ₂ | 49 (%98) | 42 (%84) | 6 (%12) | | |
| | | AFG ₁ | 49 (%98) | 39 (%78) | 10 (%20) | | |
| | | AFG ₂ | 49 (%98) | 47 (%94) | 2 (%4) | | |
| Kuru İncir | 19 | AFB ₁ +AFB ₂ | 11 (%58) | 10 (%53) | 1 (%5) | HPLC | [45] |
| Kuru İncir | 20 | Toplam AF | 20 (%100) | 14 (%70) | 6 (%30) | HPLC | [46] |
| İncir Ezmesi | 10 | Toplam AF | 10 (%100) | 4 (%40) | 6 (%60) | | |
| Kuru İncir | 29 | Toplam AF | 29 (%100) | 29 (%100) | 0 | | |
| Kuru İncir | 98 | Toplam AF | 7 (%7.14) | YVY** | YVY** | HPLC | [47] |
| Kuru İncir | 20 | AFB ₁ | 2 (%10) | 0 | 2 (%100) | TLC | [51] |
| Kuru İncir | 2643 | Toplam AF | 313(%11.8) | 257 (%9.7) | 56 (%2.1) | HPLC | [52] |
| Kuru İncir | 4917 | Toplam AF | 1575 (%32) | 1095 (%22.2) | 480 (%9.8) | HPLC | [53] |

Oluşum Seviyesi; Avrupa Birliği Ülkelerinin Direkt İnsan Tüketimi İçin Kuru İncirde Belirlediği Limit Değerler); AFB₁ için< 2ppb, Toplam AF için>4 ppb, YVY : Yeterli Veri Yok; Yazar kontaminasyon seviyesini 0.70- 11.8 ppb aralığı şeklinde vermiş ancak % değer belirtmemiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kuru incirlerin OTA oluşumuna karşı da hassas bir ürün olduğunu da ortaya koymaktadır. Avrupa Birliği tarafından birçok gıda maddesi için OTA limit değeri belirtilmişken, kuru incir

için henüz böyle bir limit değer belirlenmemiştir. Ancak, Almanya kuru incir için OTA limit değerini 8 µg/ kg olarak belirlemiştir [44]. Kuru incirde OTA varlığı ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Kuru incirlerde OTA varlığı ile ilgili yapılan çalışmalar

| Örnek Sayısı | Pozitif Örnek Sayısı ve %'si | Oluşum Aralığı (ppb) | Kullanılan Metot | Kaynak |
|--------------|------------------------------|----------------------|------------------|--------|
| 98 | 18 (%18.4) | 0.87- 24.37 | HPLC | [47] |
| 115 | 55 (%47.8) | 0.12- 15.31 | HPLC | [34] |
| 54 | 11(%20.3) | 19- 390 | TLC | [43] |
| 50 | 32 (%64) | 0.4- 1710 | HPLC | [44] |
| 6 | 0 | 0 | HPLC | [48] |
| 20 | 13 (%65) | 0.03- 1.42 | HPLC | [13] |
| 15 | 6 (%40) | 0- 9600 | HPLC | [49] |
| 20 | 2 (%10) | 0.2- 0.8 | HPLC | [50] |
| 20 | 2 (%10) | 70- 160 | TLC | [51] |

Kuru incirlerde AF'ler ve OTA oluşumunun yanısıra diğer mikotoksinlerin varlığı ile ilgili de birçok çalışma yapılmıştır. Karbancıoğlu-Güler ve Heperkan [34], 115 kuru incir örneğinin 86'sında ortalama 0.315 µg/g düzeyinde Fumonisin B₁ belirlemişlerdir. Karaca ve Nas [36], kuru incir örneklerinde 39.3-151.6 ppb düzeylerinde patulin belirlemişler, Aziz ve Moussa [54] ise analiz

ettikleri örneklerde 60 ppb' nin üzerinde sitrinin belirlediklerini ifade etmişlerdir.

İncirde mikotoksin oluşumu ağaçta başlayabilmekte, bunu takiben hasat ve depolama süresince de devam edebilmektedir. İncirler genellikle tamamen olgunlaşana kadar dalında bırakılmakta ve daha sonra meyve

buruşmakta ve kendiliğinden düşmektedir. Yere düşen incirler toplanarak nem içeriklerinin düşürülmesi amacıyla 5 günden fazla bir süre güneşte kurutulmaktadır [8]. İncirin yetiştiği bölgelerdeki sıcaklık aralığı (27-30 °C) küf gelişimi için gerekli olan optimum sıcaklık aralığı ile çakışmakta [8], dolayısıyla da mikotoksin oluşumuna olanak sağlamaktadır. Hasat ve güneşte kurutma işlemleri de ayrıca mikotoksin oluşumuna katkıda bulunmaktadır. İncirin depolama aşamasında mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörlerin başında nem içeriği, depo şartları ve meyvelerin nem içeriğinin heterojen olması gelmektedir [34].

KURU ÜZÜM

Üzüm (*Vitis vinifera*), iklim ve toprak istekleri yönünden çok seçici olmayışı, çoğalma yöntemlerinin kolay oluşu ve çok çeşitli şekillerde tüketilebilmesi gibi sebeplerden dünyadaki en yaygın kültür bitkilerinden birisidir. Dünyada üretilen üzümlerin her yıl yaklaşık 700-1,200 bin ton arasındaki bir miktarı kurutulmuş olarak değerlendirilmektedir. Türkiye, ABD, Şili, İran, Güney Afrika Cumhuriyeti ve Yunanistan dünyanın en önemli çekirdeksiz kuru üzüm üreticisi ülkelerdir [57].

Üzüm fungal gelişmeye hassas olan meyvelerden biridir ve bu zamana kadar yapılan çalışmalar üzüm ve üzüm ürünlerinde en sık rastlanan mikotoksinin OTA olduğunu ortaya koymuştur. Kurutulmuş üzüm çeşitleri sağlıklı gıdalar olarak bilinmekte ve aynı zamanda müsli, bisküvi, kek ve diğer gıda maddelerinde bileşen olarak yer almaktadırlar. Avrupa ülkelerinde diyetle bağlı OTA alımının %50'sinin tahıllardan alındığı tahmin edilmekle birlikte, insanların, özellikle çocukların, bu ürünleri büyük miktarlarda tüketmesinden dolayı kurutulmuş

üzüm çeşitlerinin de ayrıca önemli bir OTA alım kaynağı olduğu düşünülmektedir [56].

1996 yılına kadar *A. niger var. niger*' in OTA üretilmediği rapor edilmesine rağmen, üzümlerde yalnızca *A. ochraceus*' un OTA oluşturduğu düşünülüyordu. Zimmer ve Dick [10] tarafından belirlenen OTA kaynağının siyah sporlu iki *Aspergillus* türü olan *A. carbonarius* ve *A. niger* olduğu belirtilmiştir. Üzümlerin fungal kökenli bozulmalarında daha çok *Botrytis cinerea* rol oynamasına karşın, *Aspergillus carbonarius* üzümlerde ve şaraplarda OTA oluşumuna neden olan en önemli küf türüdür [58]. Avrupa'da yapılan geniş çaplı araştırmaların sonucunda *A. carbonarius*' un büyük ölçüde üzüm, şarap ve şarap meyvelerinde OTA oluşumundan sorumlu küf türü olduğu belirlenmiştir [59].

Ülkemizde çekirdeksiz üzümler hasattan sonra büyük bandırma kazanlarında 100 L suya, 5 kg potasyum karbonat ve 1-1.5 L zeytinyağı dozu ile hazırlanan bandırma eriyiğine (potasa), plastik sepetler içinde 5-10 kez bandırılmakta, daha sonra bandırılan üzümler sergi yerlerindeki polipropilen kanaviçeler üzerinde 5-7 günde güneşte kurutulmaktadır [60]. Kuru üzüm çeşitleri şaraplık üzümlere göre OTA oluşumu açısından daha büyük risk altındadır. Çünkü kurutma işlemi süresince *A. carbonarius*' un *A. niger*' e oranı artmaktadır. Hasattan önce *A. niger* dominant türdür ve bu tür nadiren OTA üretmektedir. Bununla birlikte kurutma işlemi *A. carbonarius* gelişimini desteklemekte ve bu türün hemen hemen tüm suşları genelde 0.92 a_w değerinde OTA oluşturabilmektedir [61]. Kurutma prosesi süresince havanın nem miktarında kısa süreli artış bile üründe OTA üretimini arttırabilmektedir [62]. Kuru üzümde OTA varlığı ile ilgili yapılan bazı çalışmalar Tablo 4' de belirtilmiştir.

Tablo 4. Kuru üzümde OTA varlığı ile ilgili çalışmalar (belirtilmediği sürece analizde kullanılan yöntem HPLC'dir).

| Açıklama | Örnek Sayısı | Pozitif Örnek Sayısı ve %' si | Örnek Sayısı ve %' si (Oluşum Seviyesi >10 µg/kg) | Ortalama Oluşum Seviyesi (µg/kg) | Maksimum Oluşum Seviyesi (µg/kg) | Kaynak |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|--------|
| - | 36 | 36 (%100) | 4 (%11.2) | 4.6 | 63.6 | [62]** |
| Çekirdeksiz, İşlenmemiş (Sultani) | 264 | 179 (%67.8) | 26 (%9.8) | 3.4 | 54 | [63] |
| Kuru Üzüm ve Kuş Üzümlü | 118 | 96 (%84) | 5 (%4) | 2.32 | 34.6 | [64] |
| Kuru Üzüm ve Kuş Üzümlü | 60 | 53 (%88) | 10 (%16) | 5.6 | 53.6 | [65] |
| Çekirdeksiz ve Kuş Üzümlü | 81 | 60 (%74) | - | 2.6 | 13.8 | [66] |
| İşlenmiş (Sultani) | 1885 | 1710 (% 91) | 11 (%0.6) | 1.36 | 100 | [67] |
| - | 7 | 2 | 0 | 1.1 | 1.2 | [48] |
| Sultani | 53 | 28 (%53) | 2 (%3.8) | 5.15 | 58.04 | [47] |
| Kuru Üzüm ve Kuş Üzümlü | 301 | 286 (%95) | 28 (%9) | 3.8 | 40.8 | [50] |
| - | 85 | 67 (%79) | 3 (%4) | 2.29 | 26.6 | [68] |
| Sultani | 66 | 39 (%59) | 3 (%5) | 3.11 | 26 | [68] |

*Oluşum Seviyesi; Avrupa Birliği Ülkelerinin Direkt İnsan Tüketimi İçin Kuru Üzümde Belirlendiği Limit Değer 10 µg/kg olarak belirlenmiştir.

** HPTLC

Üzüm ve üzümde elde edilen ürünlerde OTA varlığını hasat öncesi ve hasat sonrası koşullar etkilemektedir. Bağın yeri, hava şartları, üzüm çeşidi ve bağ işletmeciliği gibi hasat öncesi koşulların üzüm ve üzümde elde edilen ürünlerde OTA miktarını etkilemektedir [8]. OTA tanenin olgunlaşma aşamasının başlangıcında bile üretilebilmektedir. Üzümlerdeki OTA miktarının üzüm olgunlaştıkça arttığı belirlenmiştir. Ürün ne kadar uzun süre bağda kalırsa, o kadar fazla

okratoksijenik aspergilli görülmekte ve hasat zamanında üzümlerin tamamı enfekte olabilmektedir [10]. Fungusit ve pestisit uygulamaları, zarar görmüş ve küflenmiş üzümlerin kurutmadan önce ayıklanması son üründe OTA miktarının azaltılması açısından etkili olabilecek uygulamalardandır.

KIRMIZIBİBER

Kırmızıbiber, *Solanaceae* familyasına ait olan *Capsicum annuum* L. türüne dahil bir sebzedir. Kırmızı toz-pulbiber ise bu sebzenin kurutulmuş öğütülmesi sonucu elde edilen, yemeklere lezzet ve acılık vermek amacıyla kullanılan bir baharattır [69]. Dünya biber üretiminde en büyük ülke Çin'dir, bu ülkeyi sırasıyla Meksika ve Türkiye izlemektedir. Türkiye tek başına dünya biber üretiminde %8, dünya işlenmiş biber ticaretinde ise %3'lük bir paya sahip olması nedeniyle biber, ülke ekonomisi açısından önem taşıyan bir ürün konumundadır [70]. Yapılan çalışmalar kırmızıbiberde en sık rastlanan mikotoksinin AF'ler olduğunu ortaya koymuştur.

Kırmızıbiber üretimi oldukça ilkel şartlarda yapılmaktadır. Tarladan toplanan kırmızıbiberler küçük parçalara ayrıldıktan sonra toprak üzerinde güneşte kurutulmakta ve daha sonra değirmenlerde toz haline getirilmekte ve daha sonra da naylon ve bez çuvalarda toptancılara satılmaktadır. Bu nedenle de, kırmızıbiberlere toprak kökenli toksikojenik küf bulaşmasına ve toksin oluşumuna çok sık rastlanmaktadır [71]. Ülkemizde kırmızıbiberde AF oluşumu son 10-12 yıldır ihraç edilen biberlerin Avrupa ülkelerinden geri gönderilmesi ile dikkati çekmiştir [70].

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre baharatlarda bulunmasına izin verilen AFB₁ miktarı 5 ppb, toplam AF miktarı ise 10 ppb olarak belirlenmiştir [37]. Avrupa Birliği ülkeleri de kırmızıbiber için aynı limit değerleri kabul etmiştir [21]. Kırmızıbiberde AF varlığı ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo 5' de özetlenmiştir.

Tablo 5. Kırmızıbiberde AF varlığı ile ilgili yapılan çalışmalar

| Örnek Sayısı | Mikotoksin Tipi | Pozitif Örnek Sayısı ve %' si | Oluşum seviyesi (ppb) | AB Limit Değerlerini Aşan Örnek Sayısı ve %' si | Kullanılan Metot | Kaynak |
|--------------|------------------|-------------------------------|-----------------------|---|------------------|--------|
| 23 | AFB ₁ | 16 (%69.5) | 0.38- 3.68 | 0 | HPLC | [52] |
| | Toplam AF | 19 (%83) | 0.38- 15.84 | 3(%13) | | |
| 75 | AFB ₁ | 72 (%96) | 0.11- 24.7 | 11(%14.7) | ELISA | [72] |
| 13 | Toplam AF | 100 (%100) | 0.1- 96.2 | 8 (%61.5) | HPLC | [73] |
| 12 | AFB ₁ | 8 (%66.6) | 1.0- 18.2 | 3 (%25) | HPLC | [74] |
| 30 | Toplam AF | 27 (%90) | 0.5- 124.6 | 19 (%63) | HPLC | [75] |
| 40 | AFB ₁ | 40 | 1.10- 44.0 | 23 (%57.5) | TLC | [76] |
| 70 | AFB ₁ | 43 (%61.4) | 0.5- 7.3 | 13 (%18.6) | HPLC | [19] |

AB Limit Değerleri ; AFB₁ > 5 ppb, toplam AF > 10 ppb

Gerek Türkiye, gerekse kırmızıbiber ihraç eden ülkelerde kırmızıbiberin geleneksel olarak toprak üzerinde kurutulması yüksek bulaşma nedeni olarak görülmektedir [77]. Bu nedenle mikotoksin problemi açısından kırmızıbiberin kurutulması işleminin daha sağlıklı koşullarda yapılmasının sağlanması ve iyi tarım uygulamalarının hayata geçirilmesi ile bulaşma riskinin mümkün olduğu kadar azaltılması gerekmektedir.

SONUÇ

Mikotoksinler tarımsal ürünlerde yalnızca ekonomik sorunlara neden olmamakta, aynı zamanda önemli sağlık riski de oluşturmaktadır. Mikotoksin oluşumu kurutulmuş meyve ve sebze ürünlerinin yetiştirme, hasat, taşıma, kurutma ve depolama aşamalarının herhangi birinde ortaya çıkan bir problemdir. Ancak özellikle kurutma aşaması son ürünlerdeki mikotoksin miktarını etkileyen en önemli işlem basamağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurutulmuş meyve ve sebzelerden incir AF'ler ve OTA, üzüm OTA ve kırmızıbiber ise yine AF'ler açısından riskli mamullerdir. Bu ürünlerde küf bulaşmasının daha bahçede/tarlada önlenmesi mikotoksin probleminin önüne geçilmesinde hayati bir öneme sahip olsa da bu her zaman gerçekleştirilememektedir. Mikotoksin içerdiği belirlenen ürünlerin fiziksel yöntemler ile detoksifikasyonu, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntemlerin üründe oluşturabileceği bazı problemler nedeni ile kurutulmuş ürünler için daha fazla kullanılan bir yöntemdir. Kurutulmuş ürünlerde fiziksel detoksifikasyonun

yanında, son yıllarda üzerinde en çok durulan metotlardan birisi de ozon uygulamasıdır. Ozon uygulamasının tarımsal ürünlerde fungal çürümeye engel olduğu, bakteriyel çoğalmayı engellediği, pestisit ve kimyasal ilaç kalıntılarını giderdiği ve AF içeriğini önemli ölçüde azalttığı yönünde çalışmalar mevcuttur. Kurutulmuş ürünlerde mikotoksin üreten küflerin kontaminasyonunu engellemek için iyi tarım uygulamaları (GAP) ve HACCP uygulamalarının entegre şekilde kullanımı mikotoksin oluşumunu önemli ölçüde engelleyecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Artık, N. 2007. Gıda Mikotoksinleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Gıda Serisi No: 6, Ankara, s9- 57.
- [2] Sherif, S.O., Salama, E.E., Abdel- Wahhab M.A., 2009. Mycotoxins and child health: The need for health risk assessment. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 21(4): 347- 68.
- [3] Seo, J.A., Yu, J.H., 2005. Toxigenic Fungi and Mycotoxins. In *Handbook of Industrial Mycology*, Edited by Z. An., Marcell Dekker Inc, 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, 749p.
- [4] Narayanasamy, P., 2006. *Postharvest Pathogens and Disease Management*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 582p.

- [5] Breyden, W.L., 2007. Mycotoxins in the food chain: human health implications. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 16: 95- 101.
- [6] Park, D.L., Ayala, C.E., Guzman-Perez, S.E., Lopez-Garcia, E., Trujillo, S., 2001. Microbial Toxins in Foods: Algal, Fungal and Bacterial. In Food Toxicology, Edited by W. Helferich, C. K. Winter, CRC Press, N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida 33431. USA, 219p.
- [7] Logrieco, A., Bottalico, A., Mulé, G., Moretti, A., Giancarlo, P., 2003. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some mediterranean crops. *European Journal of Plant Pathology* 109: 645-667.
- [8] Jackson, L. S., Al-Taher, F. 2008. Factors Affecting Mycotoxin Productions in Fruits, In Mycotoxins in Fruits and Vegetables, Edited by Barkai- Golan, R., Paster, N., 525 B Street, Suite 1900, San Diego, CA 92101-4495, USA, 395p.
- [9] CAST, 2003. Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA (Printed in the US), Task Force Report, ISSN 0194-4088; no: 39 (January, 2003).
- [10] Barkai-Golan, R., Paster, N., 2008. Mouldy fruits and vegetables as a source of mycotoxins: Part 1. *World Mycotoxin Journal* 1(2): 147-159.
- [11] Maraqa, A., Al-Shora, N., Farah. H., Elbjeirami, W.E., Shakya, A.K., Sallal, A.K., 2007. Effect of *Nigella sativa* extract and oil on aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. *Turkish Journal of Biology* 31: 55-159.
- [12] Sherif, S.O., Salama, E. E., Abdel-Wahhab M. A. 2009. Mycotoxins and child health: the need for health risk assessment. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212(4): 347-68.
- [13] Juan, C., Zinedine, A., Moltó, J.C., Idrissi, L., Mañes, J., 2008. Aflatoxins levels in dried fruits and nuts from Rabat- Salé area, Morocco. *Food Control* 19: 849-853.
- [14] Ariño, A., Herrera, M., Estopañan, G., Rota, M.C., Carramiñana, J.J., Juan, T., Herrera, A., 2009. Aflatoxins in bulk and pre- packed pistachios sold in Spain and effect of roasting. *Food Control* 20: 811-814.
- [15] Desphande, S.S., 2002. Handbook of Food Toxicology, Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, NY, USA, s387-457.
- [16] Sabuncuoğlu, S.A., Baydar, T., Giray, B., Şahin, G., 2008. Mikotoksinler: toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* 28(1): 63-92.
- [17] Romagnoli, B., Menna, V., Gruppioni, N., Bergamini, C., 2009. Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb- teas and medicinal plants marketed in Italy. *Food Control* 18: 697-701.
- [18] Kanbur, M., Liman B.C., Eraslan, G., Altınordulu, Ş., 2006. Kayseri' de tüketime sunulan kırmızı biberlerde enzim İmmunoassay (EIA) ile kantitatif analizi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 3(1): 21-24.
- [19] Shundo, L., Almeida, P.D., Alaburda, J., Lamardo, L.C.A., Navas, S.A., Ruvieri, V., Sabino, M., 2009. Aflatoxins and ochratoxin A in Brazilian paprika. *Food Control* 20: 1099-1102.
- [20] Özkaya, Ş., Temiz, A., 2003. Aflatoksinler: kimyasal yapıları ve toksisisteleri ve detoksifikasyonları. *Or-Lab Online Mikrobiyoloji Dergisi* 1(1): 1-21.
- [21] Anonymous 2007, EC Comission of Regulation No: 1881/2006 (Ammended by 1126/ 2007).
- [22] Anonymous 2010, EC Comission of Regulation No: 165/ 2010 (Ammended by 1881/ 2006).
- [23] Şevitürk, M.İ., Gönülalan, Z., 2007. Kayseri' de tüketime sunulan bazı tahıl ürünlerinde okratoksin A miktarları. *Sağlık Bilimleri Dergisi* 16(2): 86-90.
- [24] Tosun, H., Demirel, N.N., Çoban, H., 2006. Üzüm ve üzüm ürünlerinde Okratoksin A sorunu. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* 2(2): 141-145.
- [25] Onan, E., Çoban, H., 2006. Üzüm ve şarapta olası bir tehlike: Okratoksin A. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(39): 53-57.
- [26] Var, I., Kabak, B., 2007. Occurence of Ochratoxin A in Turkish wines. *Microchemical Journal* 86: 241-247.
- [27] Battilani, P., Giorni, P., Pietri, A., 2003. Epidemiology of toxin-producing fungi and Ochratoxin A occurrence in grape. *European Journal of Plant Pathology* 109: 715-722.
- [28] Var, I., Kabak, B., Erginkaya, Z., 2008. Reduction in Ochratoxin A levels in white wine: following treatment with activated carbon and sodium bentonite. *Food Control* 19: 592-598.
- [29] Palumbo, J.D., O'Keefe D.L., Mahoney, N.E., 2007. Inhibition of Ochratoxin A production and growth of *Aspergillus* species by phenolic antioxidant compounds. *Mycopathologia* 164: 241-248.
- [30] Flajs, D., Domijan, A. M., Ivić, D., Cvjetković, B., Peraica, M., 2009. ELISA and HPLC analysis of Ochratoxin A in red wines of Croatia. *Food Control* 20: 590-592.
- [31] Cemerioğlu B, Özkan M., 2004. Kurutma teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt II, B. Cemerioğlu (ed.), s. 479-618, Başkent Klise Matbaacılık, Ankara.
- [32] Okos, M.R., Campanella, O., Narsimhan, G., Singh, R.K., Weitnauer, A.C., 2006. Food Dehidration. In Handbook of Food Engineering Second Edition, Edited by D. R. Heldman, D. B. Lund, CRC Pres, USA, 1023p.
- [33] Akova, Y., 2009. Kuru İncir. T. C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Sektör Raporu, http://www.igeme.org.tr/Arastirmalar/ulke_sek/sektor.cfm?sec=ara
- [34] Karbancıoğlu-Güler, F., Heperkan, D., 2008. Natural occurrence of Ochratoxin A in dried figs. *Analytica Chimica Acta* 617: 32-36.
- [35] Heperkan, D. 2006, The importance of mycotoxins and a brief history of mycotoxin studies in Turkey. *ARI Bulletin of Istanbul Technical University* 54: 18-27.
- [36] Karaca, H., Nas, S., 2006. Aflatoxins, patulin and ergosterol contents of dried figs in Turkey. *Food Additives and Contaminants* 23(5): 502-508.

- [37] Anonim, 2008. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, Ankara.
- [38] Kabak, B., Var, I., 2006. Ülkemiz açısından sorun olan mikotoksinler ve riskli gıda maddeleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24- 26 Mayıs 2006, Bolu, Türkiye, Bildiriler Kitabı Sayfa: 681- 684.
- [39] Kaya, S., 1989. Yem ve besinlerdeki mikotoksinler: insan sağlığı açısından önemleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 36(1): 226-253.
- [40] Anonymous, 2009. RASSF Portal Database, [https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/\(10/08/09\)](https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/(10/08/09)).
- [41] Meyvacı, K.B., Şen F., 2007. Magnezyum fosfit uygulamalarının kuru incir meyve kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 44(1): 29-40.
- [42] Karaca, H., 2006. Kuru İncirlerin Aflatoxin, Patulin, Ergosterol İçeriği ve Farklı Koşullarda Aflatoxinlerin Parçalanma Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Müh. Anabilim Dalı, Denizli, 103s.
- [43] Şanlı, Y., Yavuz, H., Akar, F., 1990. Kuru incir örneklerinde mikotoksin kirlilikleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 37(2): 293-308.
- [44] Şenyuva, H.D., Gilbert, J., Samson, R.A., Özcan, S., Öztürkçüoğlu, Ş., Önal, D., 2008. Occurance of fungi and their mycotoxins in individual Turkish dried figs. *World Mycotoxin Journal* 1(1): 79-86.
- [45] Iamanaka, B.T., Menezers, H.C., Vicente, E., Leite, R.S.F., Taniwaki, M.H., 2007. Aflatoxicogenic fungi and aflatoxins occurrence in sultanas and dried figs commercialized in Brazil. *Food Control* 18: 454-457.
- [46] Anonymous, 1996. Aflatoxin surveillance of retail and imported nuts, nut products, dried figs and fig products. Joint Food Safety and Standard Group, Food Surveillance Information Sheet, No: 81. <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1996/no81/81nutfig.htm> (16/08/09).
- [47] Bircan, C., 2009. Incidence of Ochratoxin A in dried furits and co-occurrence with aflatoxins in dried figs. *Food and Chemical Toxicology* 47(8): 1996-2001.
- [48] Abdulkadar, A.H.W., Abdulla, A.A.A., Afrah, M.A., Jassim, H.A., 2004. Mycotoxins in food products available in Qatar. *Food Control* 15: 543-548.
- [49] Doster, M.A., Michailides, T.J., and Morgan, D.P., 1996. *Aspergillus* species and mycotoxins in figs from California orchards. *Plant Dis.* 80(5): 484-489.
- [50] Anonymous, 1999. Survey of retail products for ochratoxin A. Joint Food Safety and Standard Group, Food Surveillance Information Sheet, No: 185. <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1999/no185/185ochra.htm#Table1> (20/08/09)
- [51] Alghalibi, S.M.S., Shater A.R.M., 2004. Microflora and mycotoxin contamination of some dried fruits in Yemen Republic. *Ass. Univ. Bull. Environ. Res.* 7(2): 19-27.
- [52] Bircan, C., Barringer, S.A., Ulken, U., Pehlivan, R., 2008. Aflatoxin levels in dried figs, nuts and paprika for export from Turkey. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 1492-1498.
- [53] Bircan, C., Barringer, S.A., Ulken, U., Pehlivan, R., 2008. Increased aflatoxin contamination of dried figs in a drought year. *Food Additives & Contaminants: Part A* 25(11): 1400-1408.
- [54] Aziz, N.H. and Moussa, L.A.A., 2002. Influence of gamma-radiation on mycotoxin producing moulds and mycotoxins in fruits. *Food Control* 13: 281-288.
- [55] Anonim, 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Ankara. Genişletilmiş 2. baskı, 522 s.
- [56] Barkai-Golan, R., 2008. *Aspergillus* Mycotoxins, In Mycotoxins in Fruits and Vegetables. Edited by Barkai- Golan, R., Paster. Academic Pres, UK, s115- 152.
- [57] Akova, Y., 2009. Kuru Üzüm. T. C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Sektör Raporu, http://www.igeme.org.tr/Arastirmalar/ulke_sek/sekto r.cfm?sec=ara (16/08/09)
- [58] Kabak, B., Var, I., 200. Üzüm, üzüm suyu ve şarapta okratoksin A sorunu. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, Türkiye, Bildiriler Kitabı Sayfa: 421-424.
- [59] Battilani, P., Magan, N., Logrieco, A., 2006. European research on ochratoxin A in grapes and wine. *International Journal of Food Microbiology* 111: 2-4.
- [60] Altındışli, A., İşçi, B., 2005. Kuru üzüm elde edilmesinde kullanılan bandırma eriyiğindeki yağ miktarının tespiti için yeni bir analiz yönteminin kullanılabilirliği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42(3): 13-19.
- [61] Hocking, A.D., Leong, S.L., Kazi, B.A., Emmet, R.W., Scott, E., 2007. Fungi and mycotoxins in vineyards and grape products. *International Journal of Food Microbiology* 119: 84-88.
- [62] Ostry, V., Ruprich, J., Skarkova, J., 2002. Raisins, ochratoxin A and human health. *Mycotoxin Research* 18(2): 178-182.
- [63] Meyvacı, K.B., Altındışli, A., Aksoy, U., Eltem, R., Turgut, H., Araslier, Z., Kartal, N., 2005. Ochratoxin A in sultanas from Turkey I: survey of unprocessed sultanas from vineyards and packing-houses. *Food Additives and Contaminants* 22(11): 1138-1143.
- [64] Möller, T.E., Nyberg, M., 2003. Ochratoxin A in raisins and currants: basic extraction procedure used in two small marketing surveys of the occurrence and control of the heterogeneity of the toxins in samples. *Food Additives & Contaminants: Part A* 20(11): 1072-1076.
- [65] MacDonald, S., Wilson, P., Barnes, K., Damant, A., Massey, R., Mortby, E., and Shepherd, M.J., 1999. Ochratoxin A in dried vine fruits. *Food Additives and Contaminants* 16(6): 253-263.
- [66] Stefanaki, I., Foufa, E., Tsatsou-Dritsa, A., Photis, D., 2003. Ochratoxin A concentrations in Greek domestic wines and dried vine fruits. *Food Additives & Contaminants: Part A* (20):174-83.
- [67] Aksoy, U., Eltem, R., Meyvacı, K. B., Altındışli, A., Karabat, S., 2007. Five-year survey of Ochratoxin A in processed sultanas from Turkey. *Food Additives and Contaminants* 24(3): 292-296.

- [68] Lombaert, G.A., Pellaers, P., Neumann, G., Kitchen, D., Huzel, V., Trelka, R., Kotello, S., Scott, P.M., 2004. Ochratoxin A in dried vine fruits on the Canadian retail market. *Food Additives and Contaminants* 21(6): 578-585.
- [69] Duman, A.D., Zorlugenç, B., Evliya, B., 2003. Kahramanmaraş' ta kırmızı biberin önemi ve sorunları. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 5(1): 111-117.
- [70] Kanbur, M., Liman B.C., Eraslan, G., Altınordulu, Ş., 2006. Kayseri' de tüketime sunulan kırmızı biberlerde enzim immunoassay (EIA) ile kantitatif analizi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 3(1): 21-24.
- [71] Dokuzlu, C., 2001. Kırmızı toz biberlerde aflatoksin. *J. Fac. Vet. Med.* 20: 19-23.
- [72] Ardic, M., Karakaya, Y., Atasever, M., Durmaz, H., 2008. Determination of Aflatoxin B1 levels in deep-red ground pepper (isot) using immunoaffinity column combined with ELISA. *Food and Chemical Toxicology* 46: 1596-1599.
- [73] Paeterson, M.R.R., 2007. Aflatoxin contamination in chilli samples from Pakistan. *Food Control* 18: 817-820.
- [74] Martins, M.L., Martins, H.M., Bernardo, F., 2001. Aflatoxins in marketed in Portugal. *Food Additives and Contaminants* 18(4): 315-319.
- [75] Bircan, C., 2005. The determination of Aflatoxins in spices by immunoaffinity column extraction using HPLC. *International Journal of Food Science and Technology* 40: 929-934.
- [76] Ağaoğlu, S., 1999. Van ilinde açıkta satılan kırmızı pul biberlerde aflatoksin B₁ varlığının araştırılması. *Van Tıp Dergisi* 6(4): 28-30.
- [77] Anonim, 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Ankara. Genişletilmiş 2. Baskı, 522s.
-