

# ÇUKUROVA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN YERFİSTİKLARINDA HASAT, KURUTMA VE DEPOLAMA KADEMELERİNDE AFLATOKSİN OLUŞUMU

## AFLATOXIN OCCURRENCE IN PEANUTS GROWN ÇUKUROVA REGION AT HARVEST, DRYING AND STORAGE PHASES

Nevcihan GÜRSOY<sup>1</sup>, Mehmet BİÇİCİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sivas.

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana

**ÖZET:** Aflatoksin bulaşıklıkları yerfistiği ve ürünlerinde rastlanan önemli sorunlardan biridir. Bu çalışmada yerfistiğinde farklı dönemlerdeki toplam aflatoksin seviyelerinin ve bu toksin oluşumları için kritik dönemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, 38'i hasattan hemen sonra, 16'sı kurutma ve 22'si depolama dönemlerinden alınmış toplam 76 yerfistiği örneği kullanılmıştır. Örneklerdeki fungal floranın tanımlanması klasik tür teşhis anahtarları kullanılarak yapılmıştır. Toplam aflatoksin oluşumları CD-ELISA (Competitive Direct- Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) yöntemi ile belirlenmiştir. Hasattan hemen sonra alınmış olan 38 örneğin 5'inde ve kurutma aşamasında 2 örnekte toksin içeriği saptanmazken, hasat sonrası 33 örnekte 0.2-16.3 ppb, kurutma döneminde 14 örnekte 0.2-11.2 ppb ve depolama döneminde 22 örnekte 0.1-38.1 ppb seviyelerinde toksin bulaşıklığı belirlenmiştir.

Aflatoksin düzeyleri; depo döneminde kurutma ve hasat sonrasına göre, kurutma döneminde hasat sonrasına göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sonuç olarak kurutma ve depolama dönemlerinin aflatoksin oluşumu için kritik dönemler olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Aspergillus*, CD-ELISA, toplam aflatoksin, yerfistiği.

**ABSTRACT:** Aflatoxin contamination is one of the important problem on peanuts and products. The aim of this study was detected aflatoxin formations and critic periods of toxin production on peanuts which are collected from different periods.

In the present study, total 76 peanuts samples were investigated which are 38 from freshly harvested, 16 drying and 22 storage phases. Mycoflora is determined by using classical identification key of species on samples. Total aflatoxin formation on peanuts were analysed by CD-ELISA. Toxin contamination detected from samples are as follows; out of total 33 samples from freshly harvested peanuts 0.2-16.3 ppb and 14 samples in drying phase 0.2-11.2 ppb and 22 storage periods 0.1-38.1 ppb. Toxin contamination is not found on 5 samples from freshly harvested and 2 samples from drying phase.

Aflatoxin levels were detected statistically high in storage phase according to drying and postharvest and in drying phase as to postharvest ( $p < 0.05$ ). As a result storage and drying phases were detected critical periods for aflatoxin formation.

**Keywords:** *Aspergillus*, CD-ELISA, total aflatoxin, peanuts.

## GİRİŞ

Yerfistiği (*Arachis hypogaea* L.), baklagiller familyasında yer alan, tek yıllık, yazlık ve yağlı tohumlu bir kültür bitkisidir. Tohumun bileşiminde % 45-55 yağ, % 20-25 protein, % 16-18 karbonhidrat, % 5 mineral madde bulunmaktadır. Yüksek kaliteli proteini beslenme için gerekli amino asitlerin bir çoğunu kapsamaktadır. Tiyamin, niyasin, riboflavin, folat, E vitamini, kalsiyum, fosfor, demir ve çinko mineralleri yönünden zengindir. Yerfistiği, insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılan aynı zamanda toprağın azot yönünden zenginleşmesini sağlayan önemli bir yağ bitkisidir (3).

<sup>1</sup> E-posta: ngursoy@cumhuriyet.edu.tr

Türkiye toplam ekim alanlarının %3.7'sinde yağlı tohumlu bitkilerin ekimi yapılmakta olup bu alan içerisinde ayçiçeği ve susamdan sonra %4.0'lük payla üçüncü sırayı yerfıstığı ekim alanları almaktadır. Türkiye'de 2002 yılında 90.000 ton yerfıstığı üretilmiştir. Ülkemizde yerfıstığı tarımı Akdeniz Bölgesi ile Ege Bölgesinin bazı yerlerinde olmak üzere toplam 15 ilde yapılmaktadır. En çok ekildiği yerler sırasıyla Osmaniye, Adana, İçel, Aydın, Kahramanmaraş ve Muğla illeridir. 2002 yılı itibarıyla Çukurova Bölgesi, Türkiye toplam yerfıstığı ekilen alanlarının %82'sini, üretimin ise %83'ünü gerçekleştirmiştir. Bölgede ise en fazla payı 13.163 ha. alan ve 38.055 ton üretimle Osmaniye ili almaktadır (10).

Yerfıstığının meyveleri toprak altında geliştiği için diğer ürünlerden farklı olarak toprak kökenli hastalık etmenlerine karşı daha hassastır. Yerfıstığı, tohum, kök, gövde, yeşil aksam ve meyvelerine saldıran başlıca toprak kökenli funguslar, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, ve *Rhizoctonia*'dır. Özellikle, *A. niger* çimlenmiş tohumlardan gelişmekte olan yerfıstığı bitkilerinin kotiledonlarında ve hypocotyl kısımlarında etkili olarak zarar vermektedir (13).

*Aspergillus*'lar taksonomik olarak ipliksi gelişen *Ascomycetes*'e dahildir. *Aspergillus* spp.'nin mevcut olan telemorph'ları *Eurotiales* takımı, *Trichocomaceae* familyasında yer almaktadır. *Aspergillus*, çoğu mikotoksin üretme yeteneğine sahip 132 tür ve 18 varyete ile ek olarak farklı taksaların dahil edildiği geniş bir cinstir. *Aspergillus* türleri tarafından üretilen önemli mikotoksinlerden biri aflatoksinlerdir. *A. flavus*, *A. parasiticus* ve *A. nomius* tarafından üretilen aflatoksinlerin *A. niger* tarafından da üretilebildiği rapor edilmiştir. Aflatoksinler, hepatotoksik, kanserojenik, teratogenik ve mutagenik etkiye sahip olup en toksijenik formu B<sub>1</sub>'dir. Doğal olarak oluşan aflatoksin karışımları (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>) Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) tarafından 1. sınıf insan kanserojeni olarak kategorize edilmiştir. Yerfıstığının tarım ürünleri içinde aflatoksin oluşumuna çok duyarlı bir ürün olduğu ve bu nedenle önemli ekonomik kayıplar ve sağlık risklerinin kaçınılmaz olduğu bildirilmektedir (2, 7, 17, 18, 25, 35).

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Örneklerin Toplanması

Yerfıstığı örnekleri, 2004 ürün yılında, Osmaniye, Adana, Ceyhan, ve Karataş bölgelerinde, yoğun olarak yerfıstığı yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlardan alınmıştır. Birinci ve ikinci ürün olarak ekimi yapılan NC-7 (Amerikan beyazı), ÇVD-7 ve PI355276 yerfıstığı çeşitlerinden hasattan hemen sonra (n= 38), 7 gün kurutma (n=16) ve 1 aylık depolanma aşamasında (n=22), toplam 76 örnek alınmıştır. Kurutma aşamasındaki örnekler, toprak yüzeyine bırakılmış yığınardan, depo döneminde ise ortalama 20°C sıcaklık ve %65-75 nispi nem koşullarına sahip depolardan alınmıştır.

Her bir örnek için, ürün yığınının farklı yönlerinden ve farklı derinliklerden yaklaşık 5 kg tane örneği alınarak karıştırılmıştır. Bu karışımdan alınan 1 kg'lık alt örnekler etiketlenip temiz bez torbalar içerisinde analiz aşamasına kadar 4°C'de soğuk oda koşullarında muhafaza edilmiştir.

### Yerfıstığı Nem İçeriklerinin Belirlenmesi

Yerfıstığı örneklerinin nem içerikleri kabukları kırılmış yerfıstığı taneleri kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla, Memmert marka etüv cihazı kullanılmıştır. Tane örneklerinin % nem içerikleri Pixton (25)'un bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir.

### Mikolojik Analizler

Her bir alt örnekten tesadüfi olarak alınan 100 adet yerfıstığı tanesi 1 dk. süre ile %1'lik NaOCl ile yüzeyden sterilize edilmiştir. Daha sonra steril kurutma kağıtları üzerinde kurumaya bırakılmıştır. İzolasyonlarda PDA (Potato Dextrose Agar) ortamı kullanılmıştır. Tane örneklerinin ekimi yapılmış petrieller

Nüve ES 500 cihazında 25°C'de 4-5 gün inkübe edilmiş ve koloni gelişimi sağlanmıştır. Koloniler mikroskopta incelenerek gelişen fungusların kültürel ve genel morfolojik özellikleri kayıt edilmiştir (1).

### **Aspergillus Tanımlamaları**

*Aspergillus* tür tanımlamaları kültürel ve morfolojik özellikleri esasına göre klasik tür teşhis anahtarları kullanılarak yapılmıştır. Tanımlamada kullanılan izolatlar PDA ortamında 12 gün 25°C'de inkübatörde muhafaza edilmiştir. İzolatların 4. günden başlayarak 12. güne kadar koloni gelişim oranının belirlenmesi amacıyla koloni çapı ve koloni özellikleri değerlendirilmiştir. Yerfıstığı tanelerinden izole edilen, ayrıca kültürel ve morfolojik özellikleri yönünden incelenen *Aspergillus* türleri için elde edilen veriler Raper ve Fennel (27), Samson ve Pitt (30) tür tanım anahtarlarına göre değerlendirilmiştir. Tür tanımlamaları optik araştırma mikroskobu (Olympus, BX51, JP) kullanılarak yapılmıştır.

*Aspergillus* tür tanımlamalarında, koloni gelişimi (koloni çapı ve rengi), konidi ve konidial başlığın şekli, sklerotların varlığı ya da yokluğu, sterigmanın oluşum şekli ve sırası gibi morfolojik özellikleri mikroskopta incelenerek belirlenmiştir. Elde edilen tür bilgileri ile tanımlama anahtarları arasında paralellik olan türlerin tanımlanması yapılmıştır.

### **Toplam Aflatoksin Oluşumlarının CD-ELISA Yöntemi ile Araştırılması**

CD-ELISA ile toplam aflatoksin analizinde, Neogen Veratox, High Sensitive Total Aflatoxin test kiti ve farklı seviyelerde (ppb) toksin standartları kullanılmıştır. Örneklerin hazırlanması ve ekstraksiyonu Neogen Veratox'un önerdiği yöntem kullanılarak yapılmıştır.

Ekstraksiyonlarda, %70'lik metanol (MERCK-9009) kullanılmıştır. Her bir örnekten tesadüfi olarak alınan 60 g tane örneği öğütülmüştür. Öğütülmüş örnekten, 25 g alınmış ve 125 ml %70'lik metanol içerisinde 2 dk yüksek devirde blender'dan geçirilmiştir. Bu karışım filtre edilerek süzümüştür.

CD-ELISA uygulamasının tamamı oda koşullarında yapılmıştır. Teste başlamadan 1 saat önce konjugat hazırlanmış ve test aşamasına kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra test karışım çukurları içerisine 100 µl konjugat eklenmiştir. Örnek süzüntülerinden ve hazır olarak temin edilmiş 0, 1, 2, 4, 8 ppb toksin standartlarından 100'er µl alınarak konjugat üzerine eklenmiştir. Elde edilen karışımdan 100 µl alınmış ve daha önce antibody ile kaplanmış çukurlara eklenmiş ve 10 dk oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra, çukurlar boşaltılmış ve 5 defa distile su ile yıkanmıştır. Multi-pipet kullanılarak, her çukura 100 µl substrat eklenmiş ve 10 dk inkübe edilmiştir. Renk oluşumu meydana geldikten sonra, 100 µl stop solüsyonu eklenmiş ve 20 dk içerisinde 630 nm'de STAT-FAX 2100, F.NO 2100 1192 ELISA okuyucusunda 4 kez okuma yapılmıştır. Toksin değerlerinin ppb olarak hesaplanması "Neogen, Veratox Software for Windows: Log/logit and Single Format Test, Version 2.0.11" paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmada, hasat sonrası, kurutma ve depolama dönemlerinden alınmış örneklerdeki aflatoksin ve nem değerleri normal dağılıma uygunluk göstermediği için istatistiksel değerlendirilmesinde, non-parametrik testlerden Kruskal Wallis Varyans Analizi, grupların ikili karşılaştırılmasında ise Mann Whitney U testi kullanılmış ve p<0.05 olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## **SONUÇ VE TARTIŞMA**

Bu çalışmada yerfıstığı örneklerinde yapılan mikolojik izolasyonlarda %80 *A. niger*, %15 *A. flavus*, %4 *P. arachidis* ve *R. stolonifer* izole edilmiştir. İzolasyonlar sonucunda, çalışılan örneklerde %95 gibi yüksek bir oranda *Aspergillus* bulaşıklığı belirlenmiştir.

Yerfıstığı üretim döneminde Çukurova bölgesinin sahip olduğu iklim ve toprak koşulları *Aspergillus* gibi fungusların gelişimi için uygundur. Bölgede birinci ve ikinci ürün hasadı Ağustos-Kasım ayları içerisinde yapılmaktadır. Bu aylarda ortalama sıcaklık 25°C, nispi nem %61 ve ortalama yağış yaklaşık 11 mm

olmaktadır. Yerfıstığı meyveleri toprak altında geliştigiinden dolayı *Aspergillus*'lar gibi toprak kökenli hastalık etmenlerinden daha fazla etkilenmektedir. Nitekim, Çukurova Bölgesinde, *A. niger* ile *A. flavus*'un doğal olarak çıkış öncesi ve fide dönemlerinde yerfıstığında tohum ve kök boğazı çürüklüklerine neden oldukları saptanmıştır (5, 13, 15, 19, 23).

Diğer yandan sık ekim, yüksek azot gübrelemesi ve normalden fazla sulama yapılması yerfıstığı yetiştirme döneminin ortalarından itibaren gerek ürün örtüsü içinde gerekse bitki köklerinin bulunduğu rizosferde fungal gelişmeleri arttırmaktadır. Ayrıca, nispi nem, sıcaklık gibi çevre koşulları fungal gelişim ve dolayısıyla toksin oluşumunda önemli rol oynamaktadır (16, 21, 29).

Yerfıstığı tane nem içeriği hasat sonrasında %18-24 arasında olması gerekirken hasattan hemen sonra alınmış 38 adet kabuklu yerfıstığı örneğinin nem içerikleri %11-32 arasında olup 10 örneğin yüksek nem içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kurutma ve depolama aşamalarında yaklaşık %11 olması gereken nem içeriği çalışılan 38 örnekte %10-18 düzeylerinde belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu örneklerin 9'unda yüksek nem içeriği saptanmıştır. Tespit edilen nem içeriklerinden kurutma ve depolama koşullarının uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda, aflatoksin oluşumu için optimum sıcaklığın 10-50°C ve tane nem içeriğinin ise %14-18 olduğu bildirilmektedir (9, 21, 24, 28, 31, 32).

Çizelge 1. Dönemlerdeki nem içerikleri ve aflatoksin oluşumu (Ortalama ± Standart Sapma)

Dönemler	Nem (%)	Aflatoksin (ppb)
Hasat sonrası (n=38)	18,33 ± 6,33 †	3,34 ± 4,87
Kurutma (n=16)	11,48 ± 2,38	5,65 ± 4,58 †
Depo (n=22)	10,92 ± 0,95	13,56 ± 10,95 *

† Kurutma ve depo dönemlerine göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek (p<0.05)

\* Hasat sonrası ve kurutma dönemlerine göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek (p<0.05),

† Hasat sonrası döneme göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek (p<0.05)

Bölgede yapılan yerfıstığı hasadında, bitkiler topraktan çıkarılıp ters çevrilerek meyveler yukarı gelecek şekilde tarlada birkaç gün soldurulur ve bunu takiben kurutma işlemine geçilmektedir. Ancak örneklerin toplandığı tarlalarda soldurma işlemi yapıldıktan sonra güneşte kurutma işleminin toprak üzerinde yapıldığı ve ürünlerin yığınlar halinde bırakıldığı gözlenmiştir. Hasat sonrası 10 örnekte %24'ün üzerinde nem içeriğinin bulunması yapılan soldurma işleminin tane nem içeriğini yeterince düşürmediğini göstermektedir. Toprak yüzeyinde hiçbir önlem alınmaksızın bekletilen yerfıstıkları hem yeterince havalandırılmadığı için uygun biçimde kurumamakta, hem de meyvelere bulaşmış toprakta ve yerfıstığı yığınları çevresindeki hava içinde bulunan patojenlere karşı hassas duruma gelmektedir. Böylece hasat ve sonrası dönemlerde başta *Aspergillus* gibi fungusların gelişmeleri için uygun ortam sağlanmaktadır. Diğer yandan özellikle ham, tam olgunlaşmamış, herhangi bir nedenle zarar görmüş veya tohum kabuğu zararlanarak kotiledonları ayrılmış yerfıstığı taneleri aflatoksin üretimi için yüksek potansiyele sahiptir (6, 15, 28).

Kaaya ve Warren (19)'in yapmış olduğu bir çalışmada, Uganda'da aflatoksin oluşumları hakkında geçmişte ve günümüzde yapılan araştırmalar değerlendirilmiştir. Yerfıstığı hasadını takiben ürünlerin toprak yüzeyinde polietilen plastik örtüler üzerinde kurumaya bırakıldığını, bu şekilde yerfıstıklarının tarlada güneş altında kurutulmalarının oldukça yavaş olduğu ve potansiyel aflatoksin üretici fungusların gelişimine neden olduğu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, yerfıstığında mikotoksigenik fungus ve aflatoksin bulaşımalarının

hasat öncesinde oluştuğu ve sonrasında devam ettiği vurgulanmıştır. Nitekim, Çukurova Bölgesinde benzer koşullarda yapılan kurutma işleminin üründe yeterince kuruma sağlamadığı gözlenmiştir.

Çalışmamızda, hasattan hemen sonra alınmış 38 örneğin 5'inde aflatoksin bulunmazken 33 örnekte 0.2-16.3 ppb seviyelerinde toksin bulaşıklığı belirlenmiştir. Toksin içeren örneklerin 6'sında (%18.1) ülkemizde uygulanan yasal sınır değeri olan 10 ppb'nin üzerinde toksin saptanmıştır (36).

Kurutma aşamasındaki 14 örnekte 0.2-11.2 ppb arasında toksin bulaşıklığı belirlenirken, 2 örnekte toksin saptanmamıştır. Depolamak amacıyla 1 ay süresince bekletilmiş 22 örneğin tamamında 0.1- 38.1 ppb seviyelerinde toksin belirlenmiştir. Kurutma döneminde 2, depolama döneminde 10 adet olmak üzere toplam 12 örnekteki (%33.3) toksin bulaşıklıkları yasal sınırın üzerinde bulunmuştur. Elde edilen analiz sonuçlarından da görüleceği üzere, kurutma ve depolama aşamalarındaki toksin bulaşıkları hasattan hemen sonra tespit edilmiş bulaşıklıklardan yaklaşık iki katı yüksek bulunmuştur.

Farklı dönemlerde belirlenen aflatoksin bulaşıklık seviyeleri karşılaştırıldığında; depo döneminde kurutma ve hasat sonrasında göre, kurutma döneminde hasat sonrasında göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Aflatoksin oluşumunun en fazla depo daha sonra ise kurutma döneminde meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çeşitli çalışmalarda gösterildiği üzere depolama süresi arttıkça ürünlerdeki toksin oluşumları da artmaktadır. Örneğin, Uganda'nın Kumi Bölgesinde yapılan bir çalışmada, aflatoksin bulaşımının yeni hasat edilmiş yerfıstıklarının %28'inde 0-5 ppb iken bu örnekler depolandıktan sonra %48'inde 0-22 ppb aflatoksin varlığı belirlenmiştir (4, 7, 8, 11, 14, 19, 20, 33).

Filipinler'de yapılmış bir başka çalışmada, Madella ve Quirino bölgeleri yerfıstığı alanlarında hasattan depolama aşamasına kadar aflatoksin oluşumları araştırılmıştır. Aflatoksin bulaşımının hasat sırasında ortalama 3.16 ppb olduğu, bu örneklerin depolanma süresince aflatoksin içeriklerinde günlük olarak 1.4-1.5 ppb artış olduğu belirlenmiştir (35).

Çukurova Bölgesinde daha önce yapılmış bir çalışmada ise, yerfıstığı ekim alanlarından izole edilen ve bol miktarda sklerot üreten bir *A. flavus* türünün laboratuvarında yerfıstığı kültüründe 272 ppm aflatoksin ürettiği belirlenmiştir. Diğer yandan hasat, kurutma ve depo dönemlerinde yaklaşık 40 farklı yerfıstığı incelenmiş sadece Mersin Fiskobirlik deposundan alınan örnekte 170 µg/kg aflatoksin bulaşıklığı tespit edilmiştir (5).

Çalışmamızda, yerfıstığı hasadını takiben ürünün farklı dönemlerinde alınan örneklerde yapılan analizler sonucunda, %95 oranında *Aspergillus* bulaşıklıkları belirlenmiştir. Çalışılan 76 örneğin, 59'unda düşük ya da yüksek seviyelerde toplam aflatoksin içerikleri saptanmıştır. Hasat sonrasında alınmış örneklerde yasal sınırı geçen toksin bulaşıklıkları %18.1 iken bu oran kurutma ve depolama aşamalarında %33.3'e yükselmiştir. Sonuç olarak, aflatoksin oluşumu için kritik periyotların kurutma ve depolama dönemleri olduğu sonucuna varılmıştır. Kurutma ve depolama dönemlerindeki aflatoksin düzeyindeki artışta, uygun olmayan kurutma işlemi ve elverişsiz depo koşullarının etkili olduğu düşünülmüştür. Üreticilerin toksin bulaşmaları için son derece önemli olan meyve olgunluğu ve nem içeriği konularında bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Ayrıca fungal gelişimler ve toksin oluşumunda kritik olan kurutma ve depolama aşamalarında çeşitli analizler yapılarak gıda güvenliği sağlanmaya çalışılmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Agrios GN. 1997. Plant Pathology. 4<sup>th</sup> Ed. Academic Press, 635 pp., San Diego, CA, USA.
2. Alexopoulos CJ, Mims CN and Blackwell M. 1996. Introductory Mycology, John Wiley & Sons Inc., 869 p, USA.
3. Arıoğlu H. 1999. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 220, Adana, 175 sayfa.
4. Bankole SA and Adebajo A. 2003. Mycotoxins in food in West Africa: current situation and possibilities of controlling it. African Journal of Biotechnology, 2(9): 254-263.

5. Biçiçi M. 1980. Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) ürününde tarla, hasat, kurutma ve depo dönemlerinde *Aspergillus niger* Van Tieghem ve *Aspergillus flavus* Link tarafından oluşturulan hastalık ve aflatoxin üzerinde araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, 110 s, Adana.
6. Bock CH and Cotty PJ. 1999. The effect of harvest date on aflatoxin contamination of cottonseed in Arizona. Plant Disease, 83:279-285.
7. Cardwell KF, Hounsa A, Egal S, Wild C, Turner PC, Gong Y and Hall A. 2001. The cost of aflatoxin contaminated foods in West Africa. Plant Pathology Online (<http://www.apsnet.org> (11.08.2005).
8. CAST. 2003. Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA. Printed in the United States of America. Task Force Report No. 139.
9. Çelik S. 2001. Karaciğer Kanserojeni Olan Aflatoxinlerin Biyokimyasal, Histolojik Etkileri ve Sağaltım Seçenekleri. J. Fac. Vet. Med. Vol.20: 131-136.
10. DiE. 2002. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat ve Deęer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
11. EMAN. 2003. Mycotoxin Fact Sheets. The European Mycotoxin Awareness Network, Online Leatherhead Food International <http://fra.co.uk/ema2/factsheet> (14.06.2005).
12. FAO. 1993. "Production year-book" Food and Agriculture Organization, Rome.
13. Güll A, Arnoęlu H, Tüllücü K, Biçiçi M, Özgür F ve Fenercioęlu H. 2001. Osmaniye'nin Simgesi: Yerfıstığı (Ekonomisi, Üretim tekniği, Hastalık ve Zararlıları, Gıda Sanayi Açısından Önemi), 81 s, Adana.
14. Hell K, Cardwell KF, Setamou M and Poehling HM. 2000a. The influence of storage practice on aflatoxin contamination in maize in four agroecological regions in Benin, West Africa. J. Stored Prod. Res., 36: 365-382.
15. Hocking AD. 2003. Microbial facts and fictions in grain storage. Proceedings of the Australian Postharvest Technical Conference, pages 55-58, 25-27 June 2003, Canberra.
16. Hollinger K and Ekperigin HE. 1999. Mycotoxicosis in food producing animals. Vet. Clin. North Am. 15:133-165.
17. IARC. 1993. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 56. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
18. IARC. 2002. Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 82:1-556.
19. Kaaya NA and Warren K. 2005. A review of past and present research on aflatoxin in Uganda. African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development (AJFAND) 5:1. [www.ropkenya.org](http://www.ropkenya.org)
20. Kaaya AN, Warren K, Adipala E and Kyamanywa S. 2000. Mycotoxin Identification and Incidence in Maize and Groundnuts in Iganga and Kumi Districts Uganda. In Abstracts Uganda from the Seventh Annual Report of the Integrated Pest Management Collab. Res. Supp. Prog..
21. Lawlor PG and Lynch PB. 2001. Mycotoxins in pig feeds, 1: Source of toxins, prevention and management of mycotoxicosis. Peer reviewed, 54(3):117-120.
22. Oigehor IS and Ikenebomeh MJ. 2004. Antimicrobial effects of sodium benzoate on the growth, survival and aflatoxin production potential of some species of *Aspergillus* in Garri during storage. Pakistan J. of Nutrition 3(5): 300-303.
23. Olsen M. 2003. Postharvest formation of mycotoxins: a lack of knowledge or action? Abstracts of The Second World Mycotoxin Forum, D Barug et al., (eds) Nordwijk, the Netherlands, February 2003, 23-25 pages.
24. Osweiler GD. 1992. Mycotoxins. In: Diseases of Swine. 735-743. (A. D. Leman, B. E. Straw, WL. Mengling, S, D'Allaire and D. J. Taylor eds). London:Wolfe Publishing.
25. Pitt JI. and Hocking AD. 1985. "Fungi and Food Spoilage", Sydney, N.S.W. Academic Press.
26. Pixton SW. 1982. The importance of moisture and equilibrium relative humidity in stored products. Trop. Stored Prod. Inf., 43:16-29.
27. Raper BK and Fennell DI. 1977. The Genus *Aspergillus*. Robert E. Krieger Publishing Company Huntington, 686 pages, New York.
28. Rossetto CAV, Silva OF and Silva Araújo AE. 2005. Storage peanut kernels fungal contamination and aflatoxin as affected by liming, harvest time and drying. Ciência Rural. Santa Maria, 35(2): 309-315.
29. Ruiqian L, Qian Y, Thanaboripat D and Thansukon P. 2004. Biocontrol of *Aspergillus flavus* and Aflatoxin Production. KMITL Science Journal, 4(1): 238-246.

30. Samson RA and Pitt JI. 1990. Modern Concepts in *Penicillium* and *Aspergillus* Classification. NATO ASI Series, Plenum Press, New York and London, Vol. 185: 478 pages.
31. Sanders TH. 1995. Harvesting, storage and quality of peanuts. 23-31. In Peanuts Health Management. (Melouk, H.A. and Shokes, F.M. Eds). AM. Phytopath. Sc. Press, St. Paul, MN.
32. Sanders TH and Bett KL. 1995. Effect on harvest date on maturity, maturity distribution and flavor of Florunner peanuts. Peanut Sci. 22: 124-129.
33. Scheidegger KA and Payne GA. 2003. Unlocking the secrets behind secondary metabolism: A review of *Aspergillus flavus* from pathogenicity to functional genomics. Journal of Toxicology-Toxin Reviews, Vol. 22(2-3): 423-459.
34. Semple RL, Hicks PA, Lozare JV and Castermans A. 1992. Towards Integrated commodity and pest management in grain storage. 526 pages, [www.fao.org/docrep/x5048E/x5048E00.htm](http://www.fao.org/docrep/x5048E/x5048E00.htm) (May 1992).
35. Shane SM. 1994. Economic issues associated with aflatoxin. In D. L. Eaton and J. D. Groopman (Eds.). The Toxicology of Aflatoxin: Human Health, Veterinary and Agricultural Significance. Academic Press, Inc., 513-527 p, Boston, Massachusetts.
36. TGK. 2002. Türk Gıda Kodeksi, Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete Tebliğ No:2002/63.