

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ORGANİK TARIM ÜRÜNLERİNDE AFLATOKSİN
OKRATOKSİN A VE FUMONİSİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi S.Betül KAYA

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Gıda Bilimleri

MANİSA 2012

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ORGANİK TARIM ÜRÜNLERİNDE AFLATOKSİN
OKRATOKSİN A VE FUMONİSİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi S.Betül KAYA

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13.02.2012

Tezin Savunulduğu Tarih : 29.02.2012

Tez Danışmanı : Yrd. Doç.Dr. Halil TOSUN (CBÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Üsame TAMER (C.B.Ü)

Doç.Dr. Duygu KIŞLA (EÜ)

MANİSA 2012

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGE DİZİNİ.....	VII
EKLER.....	VIII
TEŞEKKÜR.....	IX
ÖZET.....	X
ABSTRACT.....	XI
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Mikotoksinler.....	2
2.1.1. Aflatoksinler.....	3
2.1.2. Okratoksin A.....	4
2.1.3. Fumonisin.....	5
2.2. Tarım Ürünlerinde Mikotoksinler.....	7
2.3. Organik Tarım.....	8
2.3.1. Organik Tarımın Esasları.....	8
2.3.2. Türkiye’de Organik Tarımın Gelişimi.....	11
2.4. Organik Gıdalarda Riskler.....	11
2.4.1. Kimyasal Kalıntılar.....	11
2.4.2. Organik Pestisitler.....	12
2.4.3. Çevresel Kirlilikler.....	13
2.4.4. Nitrat.....	14

2.4.5. Doğal Toksinler.....	14
2.4.6. Mikrobiyolojik Riskler.....	15
2.4.6.1. Patojenler	15
2.4.6.2. Mikotoksinler	16
2.5. Gıdalarda Mikotoksin Tespitinde Kullanılan Başlıca Yöntemler.....	17
2.5.1. İnce Tabaka Kromatografisi	17
2.5.2. Gaz Kromatografisi.....	17
2.5.3. Yüksek Performanslı Likit Kromatografisi (HPLC)	17
2.5.4. Kapiler Elektroforez	18
2.5.5. ELIZA (Enzyme Linked Immunoassay)	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
3.1. Gereç.....	21
3.1.1. Kimyasallar	21
3.1.2. Besiyerleri.....	22
3.1.3. Cihazlar	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Toplam Aflatoksin Analizleri	22
3.2.1.1. Örnek Hazırlama	22
3.2.1.2. Toplam Aflatoksin ELIZA Analizi	22
3.2.2. Okratoksin A Analizleri	23
3.2.2.1. Örnek Hazırlama	23
3.2.2.2. Okratoksin A ELIZA Analizi	23

3.2.3. Fumonisin Analizleri	23
3.2.3.1. Örnek Hazırlama	23
3.2.3.2. Fumonisin ELIZA Analizi	24
3.3. Küf-maya Analizleri	24
3.4. İstatistiksel Analiz	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
5. SONUÇLAR	41
6.KAYNAKLAR	43
7. EKLER	53

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1.1.1 Bazı Aflatoksinlerin Kimyasal Yapısı	4
Şekil 2.1.2.1. Okratoksin A'nın Kimyasal Yapısı	5
Şekil 2.1.3.1. Bazı Fumonisinlerin Kimyasal Yapısı	6
Şekil 2.5.5.1. Direk Yarışmalı ELİZA Prensibi	19
Şekil 2.5.5.2.A Direk Yarışmalı ELİZA.....	20
Şekil 2.7.5.2.B İndirek Yarışmalı ELİZA	20

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.3.1.1. Organik tarımda kullanılmasına izin verilen bitki ve hayvansal orijinli maddeler	10
Çizelge 4.1. Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin Analizleri ve Küf-maya Sayımı Sonuçları.....	25
Çizelge 4.2. Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin Düzeyleri (Ortalama, Standart Sapma (SD), Dağılım)	33
Çizelge 4.3. Organik Gıda Örneklerinde Okratoksin A Düzeyleri (Ortalama, Standart Sapma (SD), Dağılım)	34
Çizelge 4.4. Organik Gıda Örneklerinde Fumonisin Düzeyleri (Ortalama, Standart Sapma (SD), Dağılım)	35
Çizelge 4.5. Organik Tarım Ürünleri Örneklerinin Aflatoksin, Okratoksin A ve Fumonisin ile Kontaminasyonu Sıklıkları.....	40

EKLER

Ek 1: Hububat Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	10
Ek 2: Kuru Meyve Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	57
Ek 3: Pekmez Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	61
Ek 4: Hububat Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiki Analizi.....	65
Ek 5: Kuru Meyve Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	69
Ek 6: Pekmez Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	73
Ek 7: Hububat Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi.	77
Ek 8: Kuru Meyve Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	81
Ek 9: Pekmez Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi	85

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım ve tez çalışmam süresince bana her türlü desteklerini sunan canım aileme ve saygıdeğer hocam Yrd.Doç.Dr. Halil TOSUN'a teşekkürlerimi sunarım.

İstatistiksel analiz için bana kıymetli vaktini ayıran Sayın hocam Doç.Dr. Ersel OBUZ'a ve her türlü desteklerini esirgemeyen Sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Bülent ERGÖNÜL'e teşekkür ederim.

ÖZET

BAZI ORGANİK TARIM ÜRÜNLERİNDE AFLATOKSİN, OKRATOKSİN A VE FUMONİSİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Mikotoksinler küflerin ikincil metabolitleri olup, hasat öncesinde veya sonrasında belirli çevresel koşullar altında üretilmektedirler. İnsanlarda ve hayvanlarda kanserojen, teratojen ve mutajen etkileri olduğu bilinmektedir. Aflatoksinler, okratoksin A ve fumonisinler gıda ve yemlerde en sık rastlanan mikotoksinlerdir.

Sentetik pestisitler ve gübreler, veteriner ilaçları, genetik olarak modifiye edilmiş tohumlar ve türler, koruyucular, katkılar ve alerjenler kullanılmaksızın yetiştirilen organik tarım ürünleri, konvansiyonel tarım ürünlerine göre daha sağlıklı, daha besleyici ve daha güvenli gibi algılanmaktadır. Tüketicilerin gıda güvenliği konusunda endişesi organik gıdalara olan talebi arttırmaktadır. Organik gıdaların güvenli olduğu kanısının aksine organik gıdalar da konvansiyonel gıdaların taşıdığı riskleri taşıyabilir. Hatta sentetik fungusitlerin organik tarım uygulamalarında kullanılmayışına dayanarak organik gıdaların küf kontaminasyonuna karşı daha duyarlı olabileceği iddia edilmektedir. Bu iddiayı destekleyecek yeterli bilimsel veri bulunmasa da; çalışmalar, organik gıdalarda da mikotoksinlere rastlandığını göstermiştir.

Bu çalışmada toplam 235 adet organik gıda örneği analiz edilmiştir. Aflatoksin analizi için 159 adet, okratoksin A analizi için 211 adet ve fumonisin analizleri için 225 adet örnek analiz edilmiştir. Örneklerin küf-maya sayımları için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar'a dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Organik gıdaların mikotoksin kontaminasyonunun tayini için ELİZA metodu kullanılmıştır. Toplam Aflatoksin, Okratoksin A ve Fumonisin ELİZA kitlerinin tespit limitleri sırasıyla 1,75 ppb, 2,5 ppb ve 25 ppb'dir. Sonuçlar hububat ürünlerinin %15'inin; kuru meyve ürünlerinin %1,2'sinin ve pekmez örneklerinin %20'sinin maksimum limitleri aşan düzeylerde aflatoksinlerle kontamine olduğunu göstermiştir. Hububat ürünlerinin %24,1'inin; kuru meyve ürünlerinin %9,5'inin ve pekmez örneklerinin %33,3'ünün maksimum limitlerin üzerindeki seviyelerde okratoksin A ile kontamine olduğu saptanmıştır. Fumonisinler açısından hiçbir örneğin kontaminasyonu yasal limitler üzerinde çıkmamıştır. Aflatoksin kontaminasyonu aralığı hububatlarda 0-42,73 ppb; kuru meyvelerde 0-10,47 ppb; pekmezlerde 0-18,11 ppb şeklinde bulunmuştur. Hububatlar, kuru meyveler ve pekmezler için okratoksin A kontaminasyon aralığı sırasıyla; 0-18,11 ppb; 0-34,35 ppb ve 0-25,24 ppb olarak tespit edilmiştir. Fumonisinler için kontaminasyon aralıkları hububatlar, kuru meyveler ve pekmezlerde sırasıyla; 0-1684 ppb, 0-1816 ppb ve 0-1714 ppb şeklindedir. Küf-maya sayımları hububat örneklerinde $<10^{-6,7} \times 10^4$ aralığında; kuru meyve örneklerinde $<10^{-3,4} \times 10^5$ aralığında ve pekmez örneklerinde $<10^{-2} \times 10^2$ aralığında bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: organik gıda, mikotoksin, ELİZA, aflatoksinler, okratoksin A, fumonisinler.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF OCCURENCE OF AFLATOXIN, OCHRATOXIN A AND FUMONISIN IN SOME ORGANIC AGRICULTURAL PRODUCTS

Mycotoxins are secondary metabolites of molds that can be produced before or after harvest under certain environmental conditions. Mycotoxins are known to have carcinogenic, teratogenic and mutagenic effect on both humans and animals. Aflatoxins, ochratoxin A and fumonisins are some of the mycotoxins mostly found in food and feed.

Organic agricultural products which are grown without synthetic inputs such as synthetic pesticides, synthetic fertilizers, veterinary drugs, genetically modified seeds and breeds, preservatives, additives and irradiation are perceived as healthier, more nutritious and safer than conventional foods regarding to growing practices. Consumer concern over food safety increases the demand for organic foods. Organic foods, despite the assumption that they are safe, can also carry risks as conventional foods do. In fact organic crops claimed to be more vulnerable to mold contamination due to non-use of effective synthetic fungicides. Although there is no significant scientific evidence to support that thesis, some studies show that organic foods can contain mycotoxins.

In this study, a total 235 of organic food samples were analyzed. 159 of organic food samples were analyzed for aflatoxin, 211 of organic food samples were analyzed for ochratoxin A and 225 of organic food samples were analyzed for fumonisin. Enumeration of yeast and molds of the samples were conducted with pour plate technique using Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar. Contaminations of the organic food samples with mycotoxins were determined with ELISA method. The detection limits of the Total Aflatoxin ELISA kit, Ochratoxin A ELISA kit and Fumonisin ELISA kit were 1,75 ppb, 2,5 ppb and 25 ppb respectively. Results show that 15 percent of the cereal samples, 1,2 percent of dried fruit samples, 20 percent of the molasses samples were contaminated with aflatoxins and they were contaminated with levels above the legal maximum limits. 24,1 percent of the cereal samples, 9,5 percent of the dried fruit samples, 33,3 percent of the molasses samples were contaminated with Ochratoxin A in such levels above the legal maximum limits. None of the contamination levels of the samples contaminated with fumonisins were above the legal maximum levels. Contamination range of aflatoxins in cereals were 0-42,73 ppb, in dried fruits 0-10,47 ppb and in molasses 0-29,3 ppb. Contamination range of Ochratoxin A in cereals, dried fruits and molasses were 0-18,11 ppb; 0-34,35 ppb and 0-25,24 ppb respectively. Contamination range of fumonisins in cereals, dried fruits and molasses were 0-1684 ppb; 0-1816 ppb and 0-1714 ppb respectively. Yeast and mold count of the samples ranged between $<10^{-6,7 \times 10^4}$ in cereal samples; $<10^{-3,4 \times 10^5}$ in dried fruit samples and $<10^{-2 \times 10^2}$ in molasses samples.

Key Words: organic food, mycotoxins, ELISA, aflatoxins, ochratoxin A, fumonisins.

1.0. GİRİŞ

Günümüzde organik gıdalara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Tüketici organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha sağlıklı olduğuna inanmaktadır. Gıda ve yemlerde dioksin, pestisit ve antibiyotik kalıntılarının bulunması, içme sularının pestisit ve nitrat ile kirlenmesi gibi durumlar toplumda gıda güvenliği ile ilgili endişelere yol açmaktadır. Bu durum organik gıdalara olan ilginin artmasına neden olmuştur (1).

Organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha sağlıklı olduğuna dair algı organik gıda üretimi ilkeleriyle bağlantılıdır. Yapay kimyasalların kullanılmayışı ve birtakım çevreye yararlı uygulamalar organik gıdaların cazibesinin bir parçasıdır ve organik gıdaların konvansiyonel gıdaların taşıdığı riskleri taşımadığı inancının temelini oluşturur (2). Ancak organik gıdalar da pestisid kalıntıları, mikotoksinler, patojenler, çevresel kirlilikler bakımından çeşitli riskler taşımaktadır.

Mikotoksinler, gıda, yem ve ham maddeleri kontamine edebilen küfler tarafından üretilen ikincil metabolitlerdir (3). Besin ve yemlerde bulunabilen, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden mikotoksinlerin bazıları şunlardır: aflatoksinler, okratoksinler, zearalenon, sitrinin, patulin, kojik asit, sterigmatosistin, trikotesenler, PR toksin, slaframin, penisilik asit, sporidesmin, ergot alkaloidleri, streoviridin, alternariol, tenuazonik asit, rubratoksinler, sikloklorotin, luteosikrin, rugulosin, tremorin A ve okzalik asit (4).

Bu çalışmada toplam 235 adet organik tarım ürününün küf-maya yükleri ve bu örneklerde aflatoksin, okratoksin A ve fumonisin varlığı araştırılmıştır.

2.0. GENEL BİLGİLER

2.1. Mikotoksinler

Gıdalarda küf gelişimi; besin değerindeki kayıplar, danenin çimlenme yeteneğindeki düşüşler ve bozulmalar gibi sebeplerle ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bunların yanı sıra küfler gelişme sürecini tamamladıktan sonra oluşturdukları ve üzerinde buldukları gıdaya ya da yeme salgıladıkları toksik metabolitler ile insan ve hayvan sağlığını tehdit etmektedirler (5).

Mikotoksinler *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* ve *Alternaria* spp. başta olmak üzere küfler tarafından üretilen ikincil metabolizma ürünleri olup (6, 7) akut toksisiteye, böbrek, karaciğer toksisitesine ve kanser gibi kronik rahatsızlıklara yol açabilmektedirler (8).

Mikotoksinlerle kontamine olmuş gıdaların ve yemlerin tüketimiyle oluşan hastalıklara "Mikotoksikozis" denilmektedir (9). Mikotoksin içeren gıdaların doğrudan tüketimi sonucu insan ve hayvanlarda oluşan mikotoksikozise "birincil mikotoksikozis" adı verilmektedir. Hayvanlar tarafından mikotoksinlerle kontamine olmuş yemlerin tüketimi sonucu hayvansal ürünlere geçen mikotoksinler bu hayvansal ürünlerin tüketimiyle insanlara geçebilmekte ve bu tip mikotoksikozis ise "ikincil mikotoksikozis" olarak ifade edilmektedir (10).

Mikotoksinler hasat öncesi veya hasat sonrası, belirli çevresel şartlar altında oluşabilmektedirler (11). Mikotoksinlerin oluşabilmesi toksini üreten küfün gıdaya bulaşması ve çevresel şartların uygun olmasına bağlıdır. Mikotoksin oluşumunu etkileyen en önemli faktör ortamdaki bağıl nem düzeyi ve sıcaklıktır. Ortamın nemi gıdanın nem içeriğini değiştirdiğinden sıcaklıkla birlikte fungus sporlarının gelişmesine ve çimlenmesine neden olur. Misellerin oluşumu sonrasında uygun koşullar altında toksin oluşumu gözlenir. Ayrıca gıdanın çeşidi, kimyasal bileşimi, ürünün yetiştirildiği iklim, ürünün olgunluk düzeyi, hasat, kültürel işlemler, depolama sırasındaki kontaminasyon mikotoksin oluşumuna etki eden diğer faktörlerdir. Ayrıca, atmosferik oksijen, modifiye atmosfer gazları, ışık, pH gibi faktörlerin de etkisi vardır (5).

Başta aflatoksinler olmak üzere mikotoksinlerin önemli bir kısmı kendilerini üreten küfler inhibe edildikten sonra bile parçalanmadan kalabilirler. Gıdalarda gözle görülebilir bir küflenme olmadığında bile, mikotoksinler tehlikeli düzeyde bulunabilirler (4).

Doğada 100'ün üzerinde küf türü tarafından üretilen 400 kadar ikincil metabolitin toksik aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir (12, 13).

Mikotoksinlerin önem derecesine göre sıralanması ülke ve bölgelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde, mısırdaki fumonisin birinci derecede önemli mikotoksinler arasında değerlendirilirken, Avustralya'da mısır beslenmede fazla kullanılmadığından fumonisin varlığı önemli bir tehlike olarak görülmemektedir (5).

Bu çalışmaya konu olan aflatoksinler, fumonisinler ve okratoksin A gıdalarda en sık rastlanan mikotoksinler arasındadır (14).

2.1.1. Aflatoksinler

Aflatoksinler 1961 yılında İngiliz bilim adamları tarafından "Turkey X " hastalığının etmeni olarak keşfedilmiştir (15).

Aflatoksinler, *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* ve *A. tamarii* gibi *Aspergillus* türleri tarafından üretilen mikotoksinlerdir (16). Tarımsal ürünlerde en sık rastlanan aflatoksinler Aflatoksin B₁ (AFB₁), Aflatoksin B₂ (AFB₂), Aflatoksin G₁ (AFG₁) ve Aflatoksin G₂ (AFG₂)'dir (17, 18) ve doğada 18 farklı türevi olduğu belirtilmektedir (19). Aflatoksinler immünotoksik ve mutajenik etki göstermektedirler (20). Aflatoksinler Uluslararası Kansere Araştırma Örgütü (IARC) tarafından "Grup I Kanserojen" olarak sınıflandırılmıştır (21).

Aflatoksin oluşumunu etkileyen faktörler arasında; sıcaklık, oksijen, karbon ve nitrojen yer almakla birlikte en önemli iki faktörün ürünün nem içeriği ve sıcaklık olduğu vurgulanmaktadır (19, 22).

Araştırmacılar aflatoksin oluşturan küflerin gelişmesi için en uygun nem miktarının % 14-30 olduğunu belirtmekle birlikte *Aspergillus* cinslerinin %13-18 gibi çok az nem içeren besinlerde dahi gelişebileceği saptanmıştır (23). Aflatoksinlerin üretildiği optimum nispi nemin % 85 olduğu belirtilmektedir (24).

Aflatoksin üretiminin optimum olarak 25-30°C arasında olduğu saptanmıştır (23). Toksin üretiminin 8°C - 42°C arasında gerçekleştiği, üretimin en fazla 27°C'de olduğu bildirilmiştir (23).

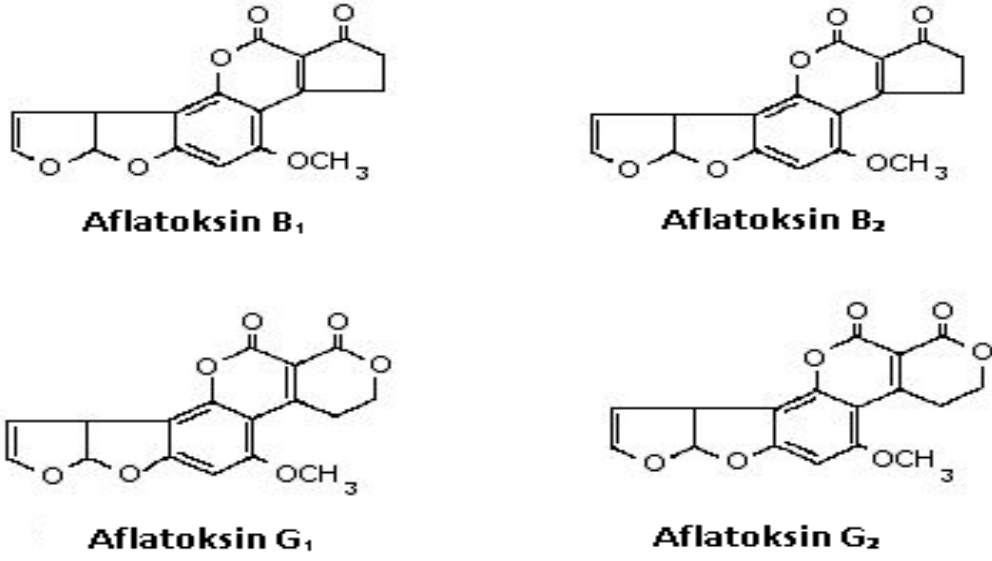
Küfler aerobik mikroorganizmalar grubunda olmalarına karşın % 1 gibi düşük bir oksijen varlığının bile küfün gelişmesi için yeterli olduğu belirtilmektedir (23).

Aflatoksin oluşturan küflerin gelişmesi için en uygun pH dereceleri 3 - 4,5 olarak tespit edilmiştir (23).

Yer fıstığı, antep fıstığı, fındık, incir, kırmızı pul biber, çeşitli baharatlar, buğday ve mısır aflatoksin açısından risk oluşturan başlıca ürünlerdir (25).

Aflatoksinler, metanol, kloroform ve diğer birçok organik çözücüde çözünebilmekle birlikte sudaki çözünürlükleri azdır. Aflatoksinler çok düşük veya yüksek pH'larda, oksijen olan ortamda UV ışığına maruz kaldıklarında hızla aktivasyonlarını yitirirler (26).

Aflatoksin B₁, B₂, G₁ ve G₂'nin kimyasal formülleri sırasıyla şu şekildedir: C₁₇ H₁₂ O₆ B₂, C₁₇ H₁₄ O₆ G₁, C₁₇ H₁₂ O₇ G₂, C₁₇ H₁₄ O₇ ve kimyasal yapıları Şekil 2.1.1.1'de gösterildiği şekildedir (27).



Şekil 2.1.1.1: Bazı aflatoksinlerin kimyasal yapıları (27).

2.1.2. Okratoksin A

Okratoksinler 1960'lı yılların ortalarında Güney Afrika'da yapılan bir araştırmada, laboratuvar çalışması ile tanımlanmıştır. İlk olarak 1965' de *Aspergillus ochraceus*'dan izole edilmiştir (28). Gıdalarda en sık görülen ve en toksik tipi okratoksin A (OTA)'dır (29). OTA üreten en önemli küf türlerinin başında *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium verrucosum* gelmektedir. *Penicillium* türlerinin OTA üretimi ılıman iklimlerde gerçekleşirken, *Aspergillus ochraceus* türleri daha sıcak iklimlerde OTA üretmektedir (30).

Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC) tarafından "muhtemel kanserojen" olarak sınıflandırılmıştır (21). OTA'nın nefrotoksik etkisi olduğu ise bilinmektedir ve insanlarda Balkan Endemik Nefropatisi, domuzlarda Danimarka böbrek nefropatisi hastalığıyla ilişkilendirilmiştir (28,31). Hayvanlar üzerinde yapılan çeşitli deneyler sonucunda, teratojen, immünotoksik, genotoksik ve nörotoksik etkileri olduğu görülmüştür (32).

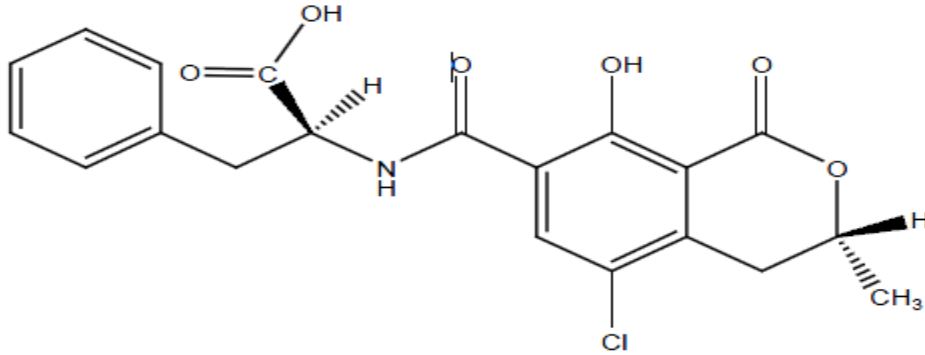
OTA' ya hububat ve ürünleri, bira, şarap, üzüm, kahve çekirdekleri, kabuklu yemişler (33), kurutulmuş meyveler (incir, kuru üzüm, kuru kayısı, kuru erik) gibi gıdalarda sıklıkla rastlanmaktadır (34).

Su aktivitesi (aw), sıcaklık, substratın cinsi, fungusun cinsi gibi etkenkenler gıda ve yemlerde OTA üretiminde etkili olan başlıca etkenler olarak sıralanabilmektedir (35, 36). *A. ochraceus* ile yapılan çalışmalarında, optimum üremenin 20-30°C arasında olduğu görülmüştür. En yüksek

toksin üretiminin 30°C'de ve % 95 nispi nemde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıklarda nem gereksinimi yüksektir. Örneğin 15°C'de su aktivitesi 0,997 veya nem oranı %52'dir. *Penicillium* cinsi, düşük sıcaklıklarda gelişebilen türleri içerir. Düşük inkübasyon sıcaklıklarının etkilerinin araştırılması, *P.viridicatum* suşlarının, 5-10°C' de OTA üretebildiklerini göstermiştir. Bunlar için aw değeri 0,95-0,99 arasındadır. OTA üreticisi küflerin OTA üretebilmeleri bir diğer önemli faktör pH olmaktadır. Okratoksin üretebilen küflerin gelişebildikleri pH aralığı 3,9-9,1'dir (37).

OTA'nın molekül formülü $C_{20}H_{18}O_6NCl$ ve moleküler ağırlığı 403,82'dir. OTA renksiz, kristalimsi, polar organik solventlerde yüksek çözünürlüğe sahip, suda az çözünen fakat sulu sodyum hidrojen karbonatlı çözeltilerde çözünebilen bir bileşiktir. OTA zayıf asidik özellik göstermektedir (38).

OTA ışığa ve özellikle nemli koşullara maruz kaldığı zaman bozulabilir ve etkisini kaybedebilir. OTA ısıya karşı oldukça stabildir (39). Şekil 2.1.2.1'de OTA'nın kimyasal yapısı gösterilmektedir. OTA asitlendirilmiş ortamlardan organik çözücülerle kolaylıkla ekstrakte edilebilmektedir (37).



Şekil 2.1.2.1: Okratoksin A'nın kimyasal yapısı (43).

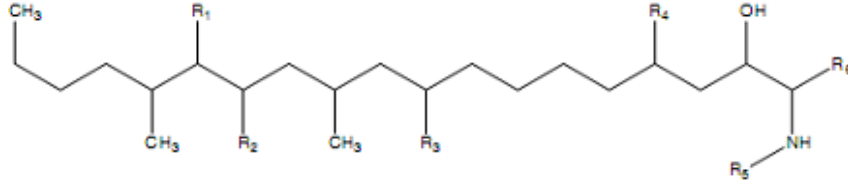
2.1.3. Fumonisinler

Fumonisinler genel olarak Fumonisin A₁ (FA₁), Fumonisin A₂ (FA₂), Fumonisin B₁ (FB₁), Fumonisin B₂ (FB₂), Fumonisin B₃ (FB₃), Fumonisin B₄ (FB₄) ve Fumonisin C₁ (FC₁) olarak sınıflandırılır (41). Fumonisinler, lökoensefalomalazi olarak bilinen hastalığın araştırması sonucu bulunmuşlardır (42). İlk olarak *Fusarium moniliforme*'den izole edilmiştir (43). *F. moniliforme*, *F. proliferatum* ve *F. nygamai*'yi de içeren *fusarium* türleri mısır, mısır içerikli gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır (44, 45). Fumonisin kontaminasyonlarının genelde %70'ini Fumonisin B₁ oluşturur ve bunu FB₂ ve FB₃ izler (46). *F.napiforme*, *F. anthophilum*, *F. dlamini* and *F. nygamai* küflerinin de FB₁ üretebildikleri iddia edilmiştir (47). Mısırdaki en yaygın olarak bulunan

doğal kontaminant FB₁'dir. "Grup IIB" kanserojen olan FB₁'in yapılan çalışmalarla sıçanlarda hepatotoksik, hepatokanserojenik, nefrotoksik olduğu belirlenmiştir (48, 49). Hayvanlarda pek çok hastalığa ve insanlarda da özofagal kansere neden oldukları düşünülmektedir (42).

FB₁ Birleşmiş Milletler, Kanada, Güney Afrika, Nepal, Avustralya, Tayland, Filipinler, Endonezya, Meksika, Fransa, İtalya, Polonya ve İspanya gibi birçok ülkede mısır ve mısır bazlı gıdalarda kontaminant olarak bulunmuştur (47).

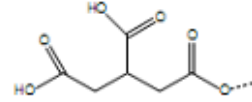
FB₁, FB₂, FB₃, FB₄'ün kimyasal formülleri sırasıyla C₃₄H₅₉NO₁₅, C₃₄H₅₉NO₁₄, C₃₄H₅₉NO₁₄, C₃₄H₅₉NO₁₃'tür (50). Şekil 2.1.3.1'de fumonisinlerin kimyasal yapıları gösterilmektedir.



	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
FB ₁	TCA	TCA	OH	OH	H	CH ₃
FB ₂	TCA	TCA	H	OH	H	CH ₃
FB ₃	TCA	TCA	OH	H	H	CH ₃
FB ₄	TCA	TCA	H	H	H	CH ₃
FC ₁	TCA	TCA	OH	OH	H	H
FC ₂	TCA	TCA	H	OH	H	H
FC ₃	TCA	TCA	OH	H	H	H
FC ₄	TCA	TCA	H	H	H	H
AP ₁	OH	OH	OH	OH	H	CH ₃

Trikarbalkilik Asit (TCA)

(propan-1,2,3-trikarboksilik asit)



Şekil 2.1.3.1: Bazı fumonisinlerin kimyasal yapısı (FB: grup B fumonisinler; FC: grup C fumonisinler; AP: aminofentol) (51).

Fumonisinler suda çözünebilen polar bileşiklerdir. Suda en iyi çözünebilen çeşidi ise FB₁'dir (50). Fumonisinler metanolde de çözünebilirler (52). Proses tiplerinin büyük bir çoğunluğunda FB₁ parçalanmamaktadır. Mısırın kuru değirmende öğütülmesi FB₁'in kepek, tohum ve una dağılmasına neden olur. Bununla birlikte, FB₁ suda çözünebilir olduğundan ıslak nemli değirmen işlemlerinde ve mısır nişastası üretiminde FB₁ konsantrasyonu azaldığı söylenmektedir (53). Ayrıca besin işleme sıcaklığına ve ışığa karşı stabil bir yapısı vardır. İşleme sırasında 150 C° 'ye kadar uygulanan ısı işlemler toksin içeriğinde önemli azalmaya neden olmuştur. Fermantasyon işlemi sonucunda çok az bir parçalanma gözlenmiştir (52).

2.2. Tarım Ürünlerinde Mikotoksinler

Tarımsal ürünler hasat öncesi veya sonrasında, tarım ürününün bileşimine ve su içeriğine bağlı olarak değişik küflerle kontamine olurlar (5). Dünyadaki ekinlerin her yıl ortalama %25'inin mikotoksinlerle bir şekilde kontamine olduğu belirlenmiş ve bu mikotoksinlerle kontamine olmuş ekinlerin veya bu yemlerle beslenen hayvanların tüketimi ile insanlara geçebildiği belirtilmiştir (8).

Mikotoksin kontaminasyon düzeyi iklim koşullarıyla ve ürünün yapısıyla değişmekte ve yıldan yıla farklılık göstermektedir. Özellikle tarımsal ürünlerde hasat sırasında veya sonrasında depo koşullarında uygun şartlar altında mikotoksinler ürünü kontamine edebilmektedirler. Ekolojik şartların yanı sıra hasat tekniği, insektisit ve fungusit kullanımı gibi faktörler de tarımsal ürünlerde mikotoksin oluşumunu etkilemektedir. Küf gelişimi ilk safhada mikroskobiktir ve gözle görülemez. Çevresel stres faktörleri bitkinin direncini azaltır ve küf gelişimine zemin hazırlar. Depolama sırasında küf gelişimi ise nem, sıcaklık, oksijen ve karbondioksit konsantrasyonu gibi birçok depo koşuluna bağlı olarak gerçekleşir. Kurutulmuş ürünlerde kurutma koşulları da mikotoksin oluşumu üzerinde etkilidir (52).

Ülkemizde yetiştirilen fındık, yer fıstığı, antep fıstığı, incir, kuru üzüm, kırmızı pul biber başta olmak üzere çeşitli baharatlar, hububatlar gibi tarımsal ürünlerde görülebilen mikotoksinler toplum sağlığı ve ülke ekonomisi açısından tehlike oluşturmaktadır (54).

Mikotoksinlerin toksik etkisinin giderilmesinde en iyi yolun, mikotoksin oluşumunun engellenmesi olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla; dayanıklı ürün çeşidi kullanımı, iyi tarım tekniklerinin uygulanması, biyolojik ve kimyasal ajanların kullanımı vb. çeşitli stratejiler önerilmesine karşın mikotoksin oluşumu çoğu zaman engellenememektedir (55).

Tarım ürünlerinde mikotoksinlerle ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Örneğin 1998'de yürütülen bir çalışmada kuru bezelye örneklerinde T2 toksin tespit edilmiştir (56).

Shundo et. al. (57) tarafından yapılan çalışmada kırmızıbiber örneklerinin %61,4'ünde AFB₁ açısından kontaminasyon tespit edilmiş ve bu örneklerin %13'ünde AB limit değerini aşan düzeylerde kontaminasyon olduğunu belirlenmiştir.

Domateste siyah küf hastalığına neden olan *A. alternata* toksinlerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada maksimum mikotoksin miktarları 7200 ng/g tenüazonik asit (TA), 270 ng/g alternaryol monomeil eter (AME) ve 1300 ng/g altarnaryol (AOH) olarak bulunmuştur (52).

Zinedine et. al. (58) tarafından yapılan çalışmada pirinç örneklerinde ortalama 4,15 ng/g OTA tespit edilmiştir.

Kanada'da kahvaltılık mısır gevreklerinin mikotoksin kontaminasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada mısır bazlı, pirinç bazlı ve buğday bazlı gevreklerde deoksinivalenol ve zearalenon açısından bulaşma tespit edilmiş nivalenol ve HT-2 toksin açısından bulaşma tespit edilememiştir (59).

Fadl-Allah et. al. (60) tarafından yapılan *Fusarium proliferatum*'un FB₁, FB₂, FB₃ üretiminin araştırıldığı çalışmada ise 4 haftanın sonunda pirinç örneklerinde FB₁, FB₂ ve FB₃ kontaminasyon ortalamaları sırasıyla 3816 µg/g, 1068 µg/g ve 985 µg/g olarak tespit edilmiştir.

Edwards (61) tarafından 2002-2005 yılları arasında yapılan konvansiyonel ve organik yulaf örneklerinin *Fusarium* mikotoksinleri açısından incelendiği bir çalışmada HT2+T2 toksin miktarları ortalaması konvansiyonel ürünlerde 687 ppb ve organik ürünlerde 238 ppb olarak bulunmuştur.

Malmauret et al. (62) organik ve konvansiyonel buğdaylarda sırasıyla 494 µg/kg ve 215 µg/kg'a kadar, organik ve konvansiyonel çavdarlarda sırasıyla 209 µg/kg ve 73 µg/kg'a kadar deoksinivalenol tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada organik ve konvansiyonel çavdarlarda sırasıyla ortalama 83 µg/kg ve 10 µg/kg nivalenol kontaminasyonu tespit edilmiştir.

2.3. Organik Tarım

Organik tarım faaliyetleri; Organik Tarım Kanununun, 3b maddesinde şu şekilde tanımlanır: "Toprak, su, bitki, hayvan ve doğal kaynaklar kullanılarak organik ürün veya girdi üretilmesi ya da yetiştirilmesi, doğal olan ve kaynaklardan ürün toplanması, hasat, kesim, işleme, tasnif, ambalajlama, etiketleme, muhafaza, depolama, taşıma pazarlama, ithalat, ihracat ve ürün veya girdinin tüketiciye ulaşıncaya kadar olan diğer işlemlerdir". Organik ürün ise aynı kanunda yer alan 3p maddesinde şu şekilde ifade edilir: "Organik tarım faaliyetleri esaslarına uygun olarak üretilmiş ham, yarı mamul veya mamul haldeki sertifikalı ürün" (63).

2.3.1. Organik Tarımın Esasları

Organik üretim, biyolojik çeşitliliği, biyolojik döngüleri ve toprağın biyolojik aktivitesini destekleyen ve artıran bir ekolojik üretim sistemi olarak tanımlanır.

10 Haziran 2005 tarih ve 25841 sayılı "Organik tarımın esasları ve uygulanmasına ilişkin yönetmelik"; organik tarımın amaç, kapsam ve dayanaklarını genişçe tarif etmiştir (63). Bu yönetmelikte organik tarımla konvansiyonel tarımı birbirinden ayıran en önemli koşullar, organik tarımda genetik mühendisliğin ve genetik olarak modifiye edilmiş organizmaların (GMO) kullanılmasının yasaklanması, sentetik gübrelerin kullanılmasının yasaklanması ve hayvansal gübrelerin dekar başına maksimum 170 kg saf azot ile sınırlandırılması, sentetik pestisitlerin ve fungusitlerin yasaklanması ve hormon kullanımının yasaklanmasıdır. Organik tarım ürünlerinde genetiğine müdahale edilmiş mikroorganizma, fide, tohum veya yem kullanılmaz. Dolayısıyla organik ürünlerin GMO açısından güvenilir olduğu kabul edilir. Ancak organik ürünler GMO içeren konvansiyonel ürünlerle kirlenebilir. Bu kirlenme atmosfer aracılığıyla yayılma şeklinde, kirli depo araçlarıyla ve GMO içeren yemle beslenen hayvanlar aracılığıyla olabilir (61).

Organik tarım yönetmeliğinde, organik bitkisel ürün yetiştiriciliği yapılacak alana geçiş süreci uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Geçiş süreci tek yıllık bitkiler ile mera ve yem bitkilerinde iki yıl, çok yıllık bitkilerde üç yıldır. Tek yıllık bitkiler ekim tarihi, çok yıllık bitkilerde hasat tarihi göz önüne alınır (63).

Yönetmeliğe göre hastalık, zararlı ve yabancı otların mücadelesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınır.

- Hastalık ve zararlılara dayanıklı tür ve çeşit seçimi yapılmalıdır.
- Uygun ekim nöbeti hazırlanmalıdır.
- Uygun toprak işleme yöntemleri uygulanmalıdır.
- Kültürel, biyolojik ve biyoteknik mücadele metotları uygulanmalıdır.

Organik tarım denilince birçok kişinin aklına hiç kimyasal girdi kullanılmadan yapılan üreticilik gelmektedir. Ancak, bu düşünce hatalıdır. Canlı veya ölü tüm materyaller kimyasal bir bileşime sahip olduğu kabul edildiğinde organik tarımda da kimyasal madde kullanımının kaçınılmaz olduğu anlaşılır. Ancak organik tarımda suda çabuk çözünebilen, yapay yollarla üretilen ve doğrudan bitkilere uygulanan kimyasal bileşikler kullanılmamaktadır (64).

Organik tarımda bitki hastalık ve zararlıları ile yabancı otlara karşı yukarıda belirtilen hususların uygulanamaması veya yetersiz kalması halinde Çizelge 2.3.1.1' de belirtilen maddeler kullanılır. Organik tarımın esasları ile ilgili yönetmeliğe göre bitkisel ürün yetiştiriciliğinde kullanımına izin verilen, gübre ve toprak iyileştirici olarak talaş ve tahta parçaları, kompostlaştırılmış ağaç kabuğu ve ağaç külü kimyasal işlem görmemiş olmaları koşuluyla kullanılabilirler. Mikrobiyal gübreler, genetik olarak modifiye edilmemiş olması ve yetkili kuruluş tarafından izin verilmiş olması şartıyla kullanılabilir. Kalinite, silvinit ve benzeri ham potasyum tuzları yanında bazik curuf da yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verildiği sürece kullanılabilir (63).

Yönetmeliğe göre mikroorganizmalarla üretilen maddelerden yalnızca spinosad insektisit olarak, genetik olarak modifiye edilmemiş olması koşuluyla kullanılabilir (63).

Yönetmeliğe göre tuzaklar ve yayıcıların içerdikleri maddelerin çevreye bulaşması ve ekimi yapılmış ürünlerle teması önlenmeli, kullanıldıktan sonra toplanmalı ve kullanım süresi dolanlar güvenli şekilde yok edilmelidir. Diamonyum fosfat ve benzeri amonyum tuzları cezbedici olarak sadece tuzaklarda kullanılır. Feromon eşeysel davranış bozucu olarak sadece tuzak ve yayıcılarda kullanılabilir. Pyrethroidler (sadece deltamethrin veya lambda-cyhalothrin) insektisit olarak sadece türe özgü cezbedici tuzaklarda kullanılır ve yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verilmelidir (63).

Yönetmeliğe göre tuzaklar ve yayıcıların içerdikleri maddelerin çevreye bulaşması ve ekimi yapılmış ürünlerle teması önlenmeli, kullanıldıktan sonra toplanmalı ve kullanım süresi dolanlar güvenli şekilde yok edilmelidir. Diamonyum fosfat ve benzeri amonyum tuzları cezbedici olarak sadece tuzaklarda kullanılır. Feromon eşeysel davranış bozucu olarak sadece tuzak ve yayıcılarda

kullanılabilir. Pyrethroidler (sadece deltamethrin veya lambda-cyhalothrin) insektisit olarak sadece türe özgü cezbedici tuzaklarda kullanılır ve yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verilmelidir (63).

Çizelge 2.3.1.1: Organik tarımda kullanılmasına izin verilen bitki ve hayvansal orijinli maddeler (63).

İsim	Tanım, içerik ve kullanım koşulları
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (Neem ağacı)'dan elde edilmiş azadirachtin	-İnsektisit. -Yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verilmelidir.
Hidrolize proteinler	-Çekici -Yönetmelikte izin verilen diğer uygun ürünlerle birlikte kullanımına izin verilir.
Lesitin	-Fungisit
Balmumu	-Budama ve aşı yaralarında kullanılır.
Jelatin	-İnsektisit
Nane yağı, çam yağı ve kimyon yağı gibi bitkisel yağlar	-İnsektisit, akarisit, fungusit ve çimlenme önleyici.
<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> 'dan elde edilmiş piretrinler	-İnsektisit, -Yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verilmelidir.
<i>Quassia amara</i> 'dan elde edilmiş Quassia	-İnsektisit, uzaklaştırıcı
<i>Derris</i> spp, <i>Lonchocarpus</i> spp. ve <i>Terphrosia</i> spp.'dan elde edilmiş rotenone	-İnsektisit -Yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verilmelidir.

Yönetmeliğe göre tuzaklar ve yayıcıların içerdikleri maddelerin çevreye bulaşması ve ekimi yapılmış ürünlerle teması önlenmeli, kullanıldıktan sonra toplanmalı ve kullanım süresi dolanlar

güvenli şekilde yok edilmelidir. Diamonyum fosfat ve benzeri amonyum tuzları cezbedici olarak sadece tuzaklarda kullanılır. Feromon eşeyssel davranış bozucu olarak sadece tuzak ve yayıcılarda kullanılabilir. Pyrethroidler (sadece deltamethrin veya lambda-cyhalothrin) insektisit olarak sadece türe özgü cezbedici tuzaklarda kullanılır ve yetkilendirilmiş kuruluş tarafından kullanımına onay verilmelidir (63).

Bakır hidroksit ve bakır oksiklorür gibi bakır tuzları fungusit olarak, potasyum sabunu insektisit olarak, parafin yağları insektisit ve akarisit olarak, mineral yağlar insektisit, akarisit ve fungusit olarak kullanılabilir (63).

2.3.2. Türkiye’de Organik Tarımın Gelişimi

Türkiye’de organik tarım 1984 yılında yabancı alıcıların talepleri ile başlamıştır. Üretilen ilk organik ürünler kuru üzüm, kuru incir olmuş daha sonra kuru kayısı ve fındık üretimine geçilmiştir. 1990’lı yıllara kadar organik ürün çeşidi 8 adet olmuş, daha sonraki yıllarda yurt dışı taleplerine bağlı olarak ürün çeşitliliği gelişmiştir. Günümüzde organik ürün çeşidi işlenmiş ürünlerle beraber artış göstererek 270 adet ürünü geçmiştir (65).

2.4. Organik Gıdalarda Riskler

2.4.1. Kimyasal Kalıntılar

Geleneksel tarımda yapay kimyasallar kullanılmaktadır. Kimyasal kalıntılar gıda zincirine dört ana yolla geçiş yapmaktadır: tarlada kullanılan pestisitler, hasat sonrası kullanılan pestisitler, ithal edilen gıdalarda kullanılan pestisitler ve sonradan yasaklanmış ancak doğada varlığını sürdüren pestisitler (66).

Organik üretim standartları yapay kimyasalların kullanımına izin vermemektedir. Kontrollü koşullarda dikkatle tasarlanmış uzun süreli deneyler organik olarak işlenen tarlalardaki yapay kimyasal girdisinin geleneksel olanlara göre yaklaşık % 97 daha düşük olduğunu göstermiştir (67).

Organik ürünler, daha önce kontamine olmuş toprakta işlenmeleri, özellikle eğimli arazilerde kimyasalların toprağa sızması, izinli olmayan kimyasalların kullanımı, rüzgarla sürüklenme sonucu çapraz bulaşmalarla, yakındaki konvansiyonel tarlalardan sprey olarak kullanılan ilaçlar ile yer altı suları ile hatta ürünlerin transferi, işlenmesi ve depolanması sırasında pestisitlerle kontamine olabilirler (68).

Organik gıdalar, pestisit ve diğer kimyasal kalıntılarını içerebilirler bununla beraber; bu durum tüm üretim prosedürlerine uyulduğunda gıdanın organik olarak değerlendirilmesine engel teşkil etmemektedir (69).

Gonzalez et al. (70), yaptıkları bir çalışmada, organik domateslerin bünyesinde organoklorin pestisitlere rastlandığını ancak yetiştirme sırasında bu pestisitlerin yetiştiriciler tarafından kullanılmadığını belirtmişlerdir.

2.4.2. Organik Pestisitler

Organik tarımda üretilen organik ürünlerin güvenliğinin korunması için yaklaşık 20 farklı organik pestisit kullanıldığı kaydedilmiştir (71). Bununla birlikte organik pestisitlerin kararsız olduğu, çevreye zarar vermeden toprakta çözünebilir, çevre dostu oldukları ve ürünlere dışarıdan uygulanmalarının güvenli bir işlem olduğu ileri sürülmektedir. Bu kimyasalların çoğunluğu, bazıları önceden bilinmeyen riskler taşıyabilirse de insan sağlığına etkileri bakımından uygun bir biyolojik araştırmaya konu olmamışlardır (72). Biyolojik pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri bilimsel araştırmalar ile ortaya konmalıdır.

Organik tarımda izin verilen sentetik kimyasallar kullanılabilir. Bu kimyasallara izin verilirken mahsulün, toprağın ya da suyun kontaminasyonuna yol açmaması gibi özellikler aranır ve sadece tavsiye edilen diğer yöntemlerin etkili olamaması durumlarında kullanımına izin verilir (73). Buna ek olarak, organik tarım için kullanılacak arazinin yasaklanan kimyasallardan arınması amacıyla, 2 ya da 3 yıllık bir geçiş dönemi süresince işlenmemesi talep edilirken; bazı toprakların 3 yılın sonunda bile uygun olmayacak düzeyde kontamine olduğu savunulmaktadır (74).

Literatürde organik ve konvansiyonel gıdaların pestisit içerikleri konusunda çalışmalar yer almaktadır. Birçok durumda organik gıdalardaki pestisit oranı konvansiyonel gıdalara oranla daha düşüktür, ancak çok az sayıda çalışmada bu oranlar eşit olarak tespit edilmiştir (68).

Pussemier et al. (75), Belçika'da 1995 - 2001 yılları arasında yapılan çalışmada konvansiyonel ürünlerin % 49'unda, organik ürünlerin ise % 12' sinde pestisit kalıntısına rastlandığını belirtmişlerdir.

Bir organik ürün işletmesinde yürütülen başka bir çalışmada örneklerin yaklaşık %21'inde düşük seviyelerde kimyasal kalıntısına rastlanmış, bu kontaminasyon çevresel kirlenme ve/veya uygunsuz işleme veya organik gıdalarda yasadışı yapay kimyasal kullanımı sebeplerine bağlanmıştır (76).

Yeni Zelanda'da 2002 - 2003 yıllarında yapılan geniş çaplı araştırmada 60 değişik çeşitte sertifikalı organik meyve, sebze, çerez, aktariye ve hububat örneklerinden 300'den fazla örnek 45 farklı kimyasalın varlığı açısından test edilmiş ve organik ürünlerin %99'undan fazlasında tespit edilebilir kalıntıya rastlanmamıştır (77).

Bazı çalışmalarda ise organik gıdalarda yapay kimyasallara rastlanmıştır. Bununla birlikte kontaminasyonun seviye ve sıklığı geleneksel olarak yetiştirilen gıdalara kıyasla daha düşük bulunmuştur (68).

2.4.3. Çevresel Kirlilikler

Çevre kirliliğinin sonucu olan gıdalardaki kimyasal kontaminantlar; kadmiyum, civa, bakır, arsenik, çinko, kurşun, dioksinler, poliklorlu bifeniller, radyoaktif elementler, ciddi akut ve/veya kronik sağlık riski oluşturmaktadır (78).

Çevresel kirlilikler sonucunda oluşan kimyasal kontaminantlar hem konvansiyonel hem de organik ürünlerde bulunabilmektedir. Bu durum, klorlu hidrokarbonların, poliklorlu bifenillerin ve bazı ağır metallerin organik tarım prosedürleriyle engellenememesi bakımından beklenen bir durumdur (79). Dahası bu kontaminantlardan bazıları örneğin poliklorlu bifeniller değişik konsantrasyonlarda havada bulunmaktadır. Bununla beraber bu kimyasalların organik veya organik olmayan gıdalarda bulunması veya bulunmaması temelde tarımın yapıldığı alana bağlıdır. Birçok çalışmada organik ve konvansiyonel gıdalardaki bu kirlilik düzeyi benzer miktarlarda bulunmuştur (79).

Gıdaların kadmiyum ile kontaminasyonu çok tartışılan bir konudur. Kadmiyumun topraktaki ana kaynakları fosfatlı suni gübrelerdir. Fosfatlı suni gübrelerin kullanımı organik tarımda kabul görmemektedir. Ancak inorganik suni fosfat gübrelerin konvansiyonel ürünlere kullanımından önce kadmiyum içeriğinin büyük oranda gideriliyor olmasına rağmen organik ürün üreticilerinin değişik miktarlarda kadmiyum içeren ham fosfat kayalarını kullanmalarına izin verilmektedir (80). Kadmiyum ile kontamine olması mümkün olan lağım suyu arıtma işleminde oluşan tortul atıkların konvansiyonel tarımda kullanılıyor olması daha ciddi endişeler doğurmuştur ancak şaşırtıcı biçimde kimyasal toprak analizlerinde bu atıkla eklenen kadmiyum miktarı aynı oranda tespit edilememiştir. Ayrıca kadmiyum birikimi organik tarlaların topraklarında daha yüksek bulunmuştur (81). Organik üretimde kullanılan domuz gübresinin daha yüksek oranlarda kadmiyum içerdiği belirlenmiştir (82). Bu konuda organik ve konvansiyonel gıdaların karşılaştırılmasının yapıldığı sınırlı sayıda çalışma olmakla beraber kadmiyum düzeylerinde belirgin farklılıklar bulunamamıştır (79).

Dikkatleri üzerine toplayan bir diğer husus organik tarımda bordo bulamacının (bakır sülfatın sulu çözeltisi) ve diğer bakır tuzlarının fungusit olarak kullanılmasıdır. Bununla alakalı olarak organik ve konvansiyonel gıdaların karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmalarda organik meyvelerin, sebzelerin ve tahılların konvansiyonel gıdalara göre yaklaşık %10 daha fazla bakır içerdikleri sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte beslenmedeki gereksinimleri ve tolere edilebilir bakır seviyeleri tahminlere dayalı olduğundan bu bulguların insan sağlığı üzerindeki etkileri bilinmemektedir (83).

2.4.4. Nitrat

Nitrat, bitkilere toprak tarafından sağlanan nitrojenin ana formudur ve gıdaların içeriğinde bulunması eskiden beri tartışılan bir konu olmuştur. Vücuttaki yüksek konsantrasyonunun küçük çocuklarda ve bebeklerde methemoglobinemiye neden olması ve N-nitroz bileşiklerini oluşturması nitratın potansiyel zararlı etkileridir. Nitrat hayvanlarda zararlı etki göstermemektedir ancak insanlarda tükürük ve bağırsaklarda bulunan mikroorganizmalar tarafından nitrite dönüştürülebilir ve böylelikle vücutta normal olarak bulunan aminler ve amidlerle reaksiyona girerek nitrozamin oluşturabilir. Nitrozaminler kanser oluşumunu başlatma veya ilerlemesini sağlama kapasitesine sahiptirler (68).

Organik ürünlerde azot kullanımı konvansiyonel ürünlere göre daha azdır. Organik ürünlerde daha az azot kullanılması ürünün kuru madde, protein, C vitamini, karoten ve nitrat kompozisyonu üzerinde etkili olacaktır. Ürün kompozisyonundaki bu değişikliğin insan sağlığı üzerinde muhtemel olumsuz bir etkisi olmayacaktır (84). Organik ürünlerde düşük azot kullanımının bu anlamda sağlığa pozitif etkileri olduğu söylenebilir.

Organik sebzelerin konvansiyonel olanlara göre yaklaşık üç kat daha az nitrat içerdiği ve ortalama nitrat seviyelerinin yaklaşık olarak %15 daha düşük olduğu hesaplanmıştır. Buna karşın organik süt konvansiyonel süte göre daha fazla nitrat içermektedir (85).

Organik olarak yetiştirilen; yaprak, kök ve yumru sebzeler gibi nitrat depolama potansiyeli yüksek olan sebzelerde nitrat konsantrasyonu konvansiyonel olanlara göre daha düşük bulunmuş, aynı eğilimin patates için de geçerli olduğu belirtilmiştir (79).

Ürünlerin nitrat konsantrasyonlarına etki edebilecek ve yetiştirme, toprak tipi, ekim ve hasad zamanları, sulama ve yer altı suyunda bulunan nitrat, coğrafi pozisyon, iklim, depolama koşulları, hasad sonrası işleme, bitki hastalıkları gibi tarım tekniğinden bağımsız olan çok sayıda faktör hesaba katıldığında bahsi geçen sonuçlara dair bir belirsizlik söz konusudur (79).

2.4.5. Doğal Toksinler

Bitkiler enfeksiyon sebebiyle strese maruz kaldıklarında karakteristik olarak savunmacı kimyasal miktarlarında hızlı bir artış ile karşılık verirler ve sentetik pestisitler bitkinin bu stresini azaltmak için kullanılır (86). Sonuç olarak doğal toksin üretiminin sentetik pestisid varlığında baskılandığı ve bu pestisidlerin yokluğunda savunma bütünlüğünün korunması için doğal toksin üretiminin teşvik edildiği savunulabilir. Dahası böceklerin, kuşların, sürüngenlerin ve kemirgenlerin neden olduğu mekanik hasar doğal toksinlerin ön maddeleri olan ikincil metabolitlerde belirgin bir artışa neden olur (87).

Organik tarımda sentetik tarımsal kimyasalların kullanılmaması tarım arazilerindeki böceklerin, artropodların, solucanların ve kuşların popülasyonlarında artışa neden olmaktadır (69).

Neticede doğal pestisitlerin insan sağlığı için tehlike oluşturmadığı iddiası, doğal kimyasalların sentetik karşılıkları kadar potansiyele sahip oldukları göz önüne alınınca mantıksız bir iddiadır. Aslında moleküler bazda bilinen akut toksik kimyasalların çoğu doğal kimyasallardandır (88).

Yapılan bir çalışmada organik olarak yetiştirilmiş sebzelerden yapılan çorbalarda konvansiyonel olanlardan yapılanlara göre yaklaşık altı kat daha fazla salisilik asit saptanmıştır (89). Salisilik asit bitkinin patojenlerce enfekte edildiğine dair kimyasal bir sinyaldir. Her ne kadar organik çorbalarda daha yüksek seviyelerde olması yazarlar tarafından iyiye yorumlanmış ve aspirinin iltihap önleyici, antienflamatuar, kalp krizine, inmeye ve kansere karşı koruma etkisine benzetilmişse de bu bulgu aynı zamanda ikincil metabolitlerin konsantrasyonlarında artışa neden olan, organik ürünlerin stres düzeyinde artış olduğunun da kanıtıdır (68).

Bir başka çalışmada organik olarak yetiştirilen çilek ve mısırın konvansiyonel olanlara göre yaklaşık olarak % 30-50 daha yüksek seviyelerde fenolik bileşikler içerdiğini göstermiştir (90).

Organik tarımın temel uygulamalarından biri de hasarı en aza indirmek ve hastalıkları önlemek için dayanıklı ekin türlerinin kullanılmasıdır (91). Organik tarımda dayanıklı türlerin kullanımı bu türlerin daha yüksek doğal toksin düzeylerine sahip olduğu veya toksinlerin daha yüksek potansiyele sahip oldukları anlamına da gelebilir. Bununla bağlantılı olarak patateslerde, kerevizlerde ve havuçta ıslah programları ile hastalığa olan direncin artırılması amaçlı yapılan girişimler, doğal toksin seviyelerinde artışa ve bu ürünlerin piyasadan geri çekilmesine neden olmuştur (68).

Bu bilgiler organik gıdaların daha yüksek düzeylerde doğal toksin içerdiği hipotezini destekler görünmektedir. Ancak burada kıyaslanabilir verilerin bulunmadığının ve bu ifadenin şimdilik bir iddia olduğunun altı çizilmelidir. Öte yandan bitkisel savunma ile ilgili bazı sekonder metabolitlerin insan sağlığına yararlı olabilecekleri de unutulmamalıdır (93).

2.2.6. Organik Gıdalarda Mikrobiyolojik Riskler

2.4.6.1. Patojenler

Organik tarımda hayvansal gübrelerden bazı patojenlerin toprağa geçişi söz konusu olabilmekte, bu patojenlerin bir kısmı zamanla ölmekte ancak bir kısmı varlığını sürdürmektedirler. İşlem görmemiş gübre kullanmak, patojen seviyeleri düşürülen işlem görmüş gübre kullanımına göre daha fazla risk oluşturmaktadır (93).

İşlem görmüş ve işlem görmemiş gübrelerden yararlanılması hem organik hem de konvansiyonel tarımda yaygındır. Böylelikle risk potansiyelleri eşit olmaktadır. Ancak organik tarımda sentetik kimyasalların kullanımı yasak olduğundan işlem görmemiş gübre kullanımı daha yaygındır (15).

Mukherjee et al. (94), organik ve konvansiyonel ürünlerin mikrobiyolojik güvenliğinin kıyaslandığı çalışmada 476 organik ürün örneği ve 129 konvansiyonel ürün örneğini incelemiş ve bu ürünlerde *Salmonella*, *Escherichia coli* ve *Escherichia coli* 0157:H7 aramıştır. Örneklerin hiçbirinde *Escherichia coli* 0157:H7 bulunamamış, sadece iki örnekte (organik marul ve organik yeşilbiber) *Salmonella*'ya rastlanmıştır. *E.coli*, organik örneklerin % 9,7'sinde ve konvansiyonel örneklerin % 1,6'sında saptanmıştır. Sertifikalı organik ürünlerde *E. coli* oranının % 4,3'e düştüğü ve istatistiki olarak konvansiyonel ürünlerde tespit edilen orandan farklı olmadığı belirlenmiştir. Çalışma sertifikalı ve sertifikalı olmayan organik ürünlerin mikrobiyal güvenlikleri arasında farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur ancak sertifikalı organik ürünlerin konvansiyonel ürünlerden daha fazla mikrobiyal risk taşıdığına bir kanıt oluşturmamaktadır (68). Benzer bir diğer çalışmada inorganik gübre, kompost ve katı gübre ile muamele edilen marullar arasında bu anlamda bir farklılık bulunamamıştır (95).

2.4.6.2. Mikotoksinler

Sentetik fungusitlerin organik tarımda kullanımına izin verilmediği için organik ürünlerin küf kontaminasyonuna karşı daha hassas olabilecekleri iddia edilmektedir (68).

Çalışmalar organik mahsüllerin küfler için uygun bir ortam olduğunu ve enfeksiyon için orta düzeyde kaynaklar olduklarını göstermiştir (96). Bununla birlikte organik tarlaların hastalıkların tüm etkilerinden çevresindeki konvansiyonel arazilerde kullanılan etkili fungusitler sayesinde korunduğu öne sürülmüştür (97).

Yapılan çalışmalarda tahıl ve tahıl kökenli ürünler, taze elma ve elma suyu gibi belirli organik ürünlerin küf kontaminasyonuna konvansiyonel olarak yetiştirilenlere göre daha hassas oldukları bulunmuştur (79). Bununla beraber bazı çalışmalarda ise ürünün yetiştirme tarzıyla mikotoksin oluşumu arasında anlamlı bir ilişki bulunamazken, mikotoksin seviyelerinin konvansiyonel ürünlerde daha yüksek tespit edildiği çalışmalar da bulunmaktadır (98). Buna ek olarak kontaminasyonun sıklığı ve mevcut kontaminasyon düzeyi tutarlılık göstermemektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada organik buğday örneklerinin deoksinivalenol ile kontamine olma oranı konvansiyonel olanlara göre yaklaşık % 40 daha düşük bulunmuş ancak bu mikotoksinin ortalama ve maksimum düzeyleri organik ürünlerde konvansiyonel olanlara göre daha fazla bulunmuştur (62).

2008 yılında İspanya ve Portekiz'de organik ve konvansiyonel hububat ürünlerinde okratoksin A varlığı araştırılmıştır. Organik ürünlerin % 72'sinde, konvansiyonel ürünlerin ise % 8'inde 1,64-0,05 ng/kg düzeyinde OTA bulunduğu saptanmıştır (99).

İtalya'da 125 adet şeftali, armut, kayısı ve karışık meyve suyu örnekleri patulin açısından incelenmiştir. Konvansiyonel örneklerin % 37,8'i, organik örneklerin ise % 27,2'sinde patuline rastlanmıştır. Konvansiyonel örneklerde ortalama patulin düzeyi 3,6 µg/kg, organik ürünlerde ise

ortalama 3,3 µg/kg düzeyindedir. Örneklerin hiçbiri Avrupa Birliğinde geçerli olan 50µg/kg'lık yasal sınırı aşmamıştır (100).

Başka bir çalışmada 60 adet konvansiyonel ve organik mısır örneğinde fumonisin varlığı araştırılmıştır. Konvansiyonel mısır örneklerinin % 13,3'ünde 22-43 ng/g düzeyinde, organik mısır örneklerinin ise % 10'unda 19-35 ng/g düzeyinde fumonisine rastlanmıştır. Örneklerin hiçbirinde yasal sınır olan 2000 ng/g üzerinde fumonisin bulunmamıştır (101).

Polonya'da 1997 yılında hasad edilen organik ve konvansiyonel 200 adet arpa, buğday ve çavdar örneği okratoksin A varlığı açısından analiz edilmiştir. Organik arpa, buğday ve çavdar örneklerinde okratoksin A düzeyi (0,2- 57µg/kg) konvansiyonel ürünlere göre daha yüksek çıkmıştır (102).

2.5. Gıdalarda Mikotoksin Tespitinde Kullanılan Başlıca Yöntemler

2.5.1. İnce Tabaka Kromatografisi (TLC)

İnce tabaka kromatografisi tespit limiti 0,01 ppm olan mikotoksinlerin florodensidometri veya görsel prosedürlerle kantitatif ve yarı-kantitatif tayini için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Silikajel, F254 floresan silikajel veya organik asit emdirilmiş silikajel ile yapılan ince tabaka kromatografisinin aflatoksinler, sitrinin ve fumonisin gibi yaygın mikotoksinlerin tayininde kullanıldığı belirtilmiştir (103). Yöntemin hassasiyeti ince tabakanın amonyak buharlarına tutulması ile artırılabilir (37). Fumonisin seviyelerini ölçmede, kantitatif olarak belirlemede kesin sonuçlar vermemektedir (50).

2.5.2. Gaz Kromatografisi

Gaz kromatografisi uçucu ve ısıya dayanıklı bileşikler için uygulanabilir bir yöntemdir. Sistemin bir kütle spektrometresine (MS), alev iyonlaştırıcısına veya fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisine bağlanmasıyla tayin yapılabilir. Birçok mikotoksin uçucu değildir ve bu nedenle ölçülebilmeleri için kimyasal reaksiyonlarla türevlerine dönüştürülmeleri gerekmektedir. Bu metot kütle spektrometresiyle birlikte trikotesenlerin ölçülmesinde kullanılmaktadır (104). Hassas ve seçici olmasına rağmen uçucu ve ısıya dayanıklı bileşiklerle ilgili kısıtlamasından (103), pahalı ekipman gerektirmesinden (50) dolayı ticari amaçlarla kullanıma uygun değildir.

2.5.3. Yüksek Performanslı Likit Kromatografisi (HPLC)

HPLC toksin analizleri için geniş çevrelerce kabul görmüş bir metottur. UV, floresan, amperometrik veya spektroföörimetrik tayinlerle bağlantılı olarak uygulanır. Hem normal hem

de ters faz HPLC ayırma ve saflaştırma için kullanılabilir (105). Okratoksin ve sitrinin gibi bazı mikotoksinler doğal floresan gösterdikleri için direk olarak floresan detektörlü ters faz HPLC (HPLC-FD) ile tespit edilebilmektedirler (37, 50, 106). Fumonisin gibi diğer bazı mikotoksinlerde türevlendirme gerekmektedir (50). HPLC yüksek kararlılığa sahip olması, tespit limitleri ve birden fazla tespit metoduyla birleştirilebilmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Kromatografik ölçümlerin çoğu kesin ve spesifik olmasına karşın zaman alıcıdır ve aynı zamanda pahalı ekipman gerektirmektedir (103). İlave olarak yoğun temizleme aşaması gerekmektedir (50).

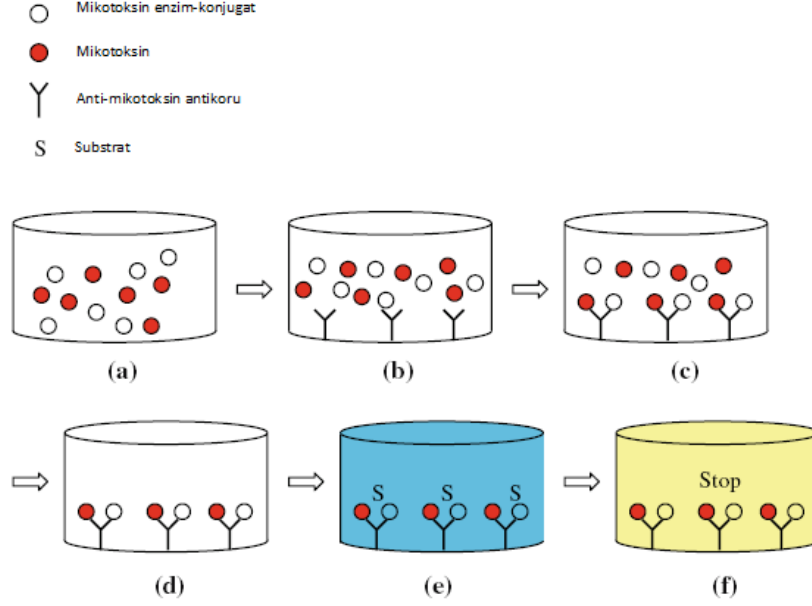
2.5.4. Kapiler Elektroferez (CE)

Kapiler elektroforezde örnekler ince, dayanıklı kapilerlerden geçirilmektedir. Bu proses bileşiklerin yüklerine göre ayrılmasını sağlamakta geleneksel yöntemlerde olduğu gibi herhangi bir çözücü kullanılmamaktadır (107). Floresan detektörü ile kombine edildiğinde iz miktarlardaki mikotoksinlerin tespitine olanak sağlamaktadır (103). Bununla birlikte çok sayıdaki deneysel değişkenin sıkı şekilde kontrolünü gerektirir (50).

2.5.5. ELİZA (Enzyme linked immuno-sorbent assay)

ELİZA mikotoksin analizi metodu belirli bir antikorun belirli bir mikotoksinin üç boyutlu yapısını ayırt etme yeteneğine dayanmaktadır. Direk yarışmalı ELİZA mikotoksin analizlerinde sıkça kullanılmaktadır (108). ELİZA yöntemi, antijen-antikor reaksiyonlarının direk olarak saptandığı bir enzim immünoassay yöntemidir. Mikotoksinler antijenik özellik göstermezler. Mikotoksinlerin antijenik özellik göstermeleri için bir protein veya polipeptid zincirine bağlanmaları gerekir. Protein olarak genellikle serum albumini, gamma globulin ve polilisini kullanılmaktadır. Okratoksin, patulin ve penisilik asit gibi reaktif gruplara sahip mikotoksinler direk bağlanma reaksiyonları gösterirler. Buna karşın aflatoksin ve trikotesenleri kapsayan birçok toksin ise reaktif gruplara sahip değildirler ve bu nedenle reaktif karboksil veya başka bir grubun öncelikle toksin molekülüne bağlanması gerekmektedir (108).

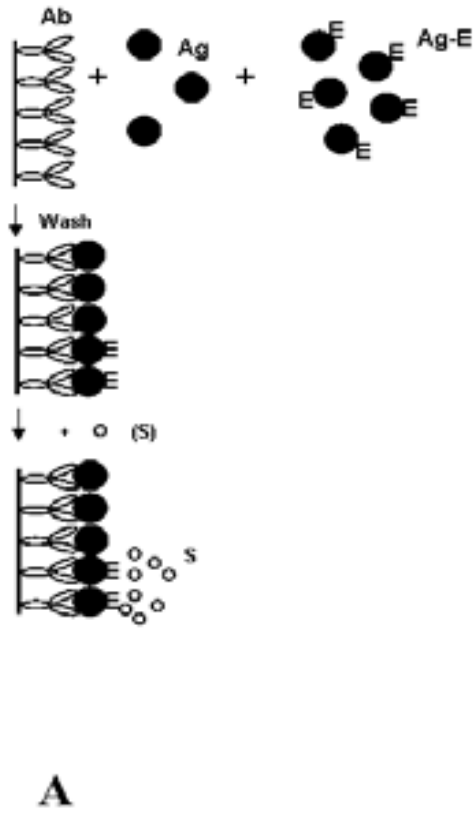
Geleneksel bir mikrotiter plaka ELİZA yaklaşık 1-2 saatlik inkübasyonu gerektiren antikor-antijen reaksiyonu dengesi ile gerçekleşir. Günümüzde ticari olarak kullanılabilen ELİZA mikotoksin test kiti antikor-antijen bağlama kinetiğinde çalışırlar ve bu durum inkübasyon süresinin kısalmasına yol açar (108). Antijenler antikora hidrogen bağları, elektrostatik etkileşimler, hidrofobik etkileşimler ve Van Der Waals bağları gibi kovalent olmayan bağlarla geri dönüşümlü olarak bağlanırlar (107). Direk yarışmalı ELİZA tipik prensibi Şekil 2.5.5.1'te gösterilmektedir.



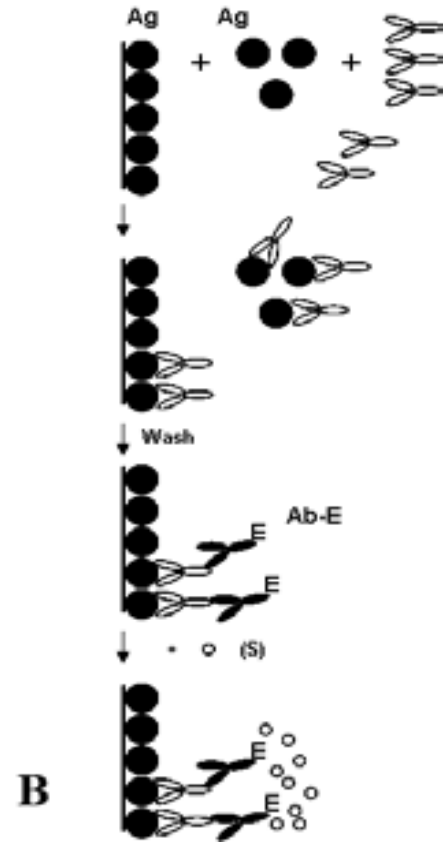
Direk Yarışmalı ELİZA prensibi (a) Örnek konjugat ile karıştırılır (b) Karışım antikor kaplı kuyucuğa eklenir (c) Mikotoksin birinci inkübasyonda antikora bağlanır (d) Bağlanmamış materyaller yıkama basamağında uzaklaştırılır (e) Renk oluşumu için substrat eklenir (f) Reaksiyonu durdurmak için stop çözeltisi eklenir

Şekil 2.5.5.1: Direk yarışmalı ELİZA Prensibi (108).

Genel olarak diğer yöntemlerde olduğu gibi ELİZA yönteminde de ilk aşama ekstraksiyondur (107). Bir mikotoksinin solvent yardımıyla örnekten ekstrakte edilmesinden sonra örnek ekstraktının bir kısmı ve bir enzim-mikotoksin çifti karıştırılır. Ardından antikor kaplı kuyucuklara eklenir. Yıkamadan sonra bir enzim substratı eklenir ve mavi renk gelişimi gözlenir. Rengin yoğunluğu örnekteki veya standarttaki mikotoksin konsantrasyonu ile ters orantılıdır. Daha sonra enzim reaksiyonunu durdurmak için bir çözelti ilave edilir (108). Mikotoksin analizlerinde antijenlerin işaretlenmesinde genellikle peroksidaz ve alkali fosfotaz enzimleri kullanılmaktadır (108). Bu enzimlerle reaksiyon veren birçok substrat reaksiyon sonucunda renkli maddeler oluşturarak reaksiyon sonucunun gözle saptanmasına olanak tanır (24). Mikrotiter kuyucuklardaki çözeltinin renk yoğunluğu 450 nm absorbans filtresi olan ELİZA okuyucusu kullanılarak optik olarak tespit edilir. Örneklerin optik yoğunlukları standartların absorbans değerleri ile karşılaştırılır ve sonuçlar yorumlanır (108). Şekil 2.5.5.2 A'da direk, Şekil 2.5.5.2 B'de de indirek yarışmalı ELİZA gösterilmiştir (103).



Şekil 2.5.5.2 A: Direk yarışmalı ELİZA.



Şekil 2.5.5.2 B: İndirek yarışmalı ELİZA (103).

3.0. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmada kullanılan örnekler Türkiye'de organik üretim yapan sertifikalı işletmelerden satın alınmıştır. Çalışma için 235 adet organik gıda örneğinin (Kuru kayısı, kuru üzüm, kuru erik, kuru dut, kuru elma, kuru incir; buğday unu, mısır unu, arpa unu, çavdar unu; dut pekmezi, incir pekmezi, üzüm pekmezi) tüketime hazır orijinal ambalajlarında alımları yapılmıştır. Örnekler analize alınana kadar kendi orijinal paketlerinde buzdolabı koşullarında (+4°C) saklanmıştır.

3.1.1. Kimyasallar

1. Ridascreen Aflatoksin Total ELİZA Kiti (Art. No.: R4701)

- a. 1 adet 96 kuyucuklu mikropate (Enine 12, boyuna 8 kuyucuk)
- b. 6 adet standart (0 ppb, 0,5 ppb, 1,5 ppb, 4,5 ppb, 13,5 ppb, 40,5 ppb konsantrasyonlarında her biri 1,3 ml)
- c. 1 adet konjugat (0,7 ml)
- d. Anti-aflatoksin antikoru (0,7 ml)
- e. 1 adet substrat (7ml)
- f. 1 adet kromojen (7ml)
- g. 1 adet stop solüsyonu (14 ml, 1N sülfürik asit)
- h. 1 adet buffer (60 ml, seyreltme tamponu)

2. Ridascreen Ochratoxin ELİZA Kiti (Art. No.: R1311)

- a. 1 adet 96 kuyucuklu mikropate (Enine 12, boyuna 8 kuyucuk)
- b. 6 adet standart (0 ppb, 50 ppt, 100 ppt, 300 ppt, 900 ppt, 1800 ppt konsantrasyonlarında her biri 1,3 ml)
- c. 1 adet konjugat (0,7 ml)
- d. 1 adet substrat/kromojen (10 ml)
- e. 1 adet stop solüsyonu (14 ml, 1N sülfürik asit)
- f. 1 adet buffer (7 ml, konjugat seyreltme tamponu)
- g. 1 adet wash buffer (tuz halinde, %0,05 tween 20)

3. Ridascreen Fumonisin ELİZA Kiti (Art. No.: R3401)

- a) 1 adet 96 kuyucuklu mikropate (Enine 12, boyuna 8 kuyucuk)
- b) 6 adet standart (0 ppm, 0,025 ppm, 0,074 ppm, 0,222 ppm, 0,666 ppm, 2 ppm konsantrasyonlarında her biri 1,3 ml)
- c) 1 adet konjugat (6 ml)
- d) 1 adet Anti-Fumonisin antikoru (6ml)

- e) 1 adet substrat/kromojen (10 ml)
- f) 1 adet stop solüsyonu (14 ml, 1N sülfürik asit)

4. Metanol (Merck Art.No: 1.06008)

5. 0,13 M sodyum hidrojen karbonat

6. Distile Su

3.1.2. Besiyerleri

1. Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar (258710 - BD Difco™)
2. Ringer Tablet (Çözeltisi ; ¼)

3.1.3. Cihazlar

1. ELx50 Microplate Strip Washer (ELx800 Absorbance Microplate Washer, BioTek Instruments)
2. ELx800 Absorbance Microplate Reader (ELx800 Absorbance Microplate Reader, BioTek Instruments)

Absorbans ölçümlerini temel alan konsantrasyon hesaplamaları Gen 5.1.05 programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toplam Aflatoksin Analizleri

3.2.1.1. Örnek Hazırlama

Örneklerden 2 gr tartım alınmış ve ekstraksiyon için 10ml metanol/saf su (70/30) eklenerek oda sıcaklığında (20-25°C) 10 dakika boyunca çalkalanmıştır. Daha sonra Whatman No:1 filtre kağıdıyla süzülerek elde edilen süzüntüden 100µl alınarak, 600µl örnek seyreltme tamponu ile seyreltilmiştir (109).

3.2.1.2. Toplam Aflatoksin ELİZA Analizi

ELİZA kiti içerisindeki standartlar üreticinin direktifleri doğrultusunda 50µl standarta 450µl seyreltme tamponu ilave edilerek seyreltilmiştir. Yine kitte mevcut olan aflatoksin enzim konjugat ve anti-aflatoksin antikor solüsyonu 1:11 oranında seyreltme tamponu ile seyreltilmiştir. Standart ve örneklerin pozisyonları kullanmış olduğumuz Gen 5 programı üzerinde paralelleriyle birlikte kaydedilmiş daha sonra seyreltilmiş örnek ekstraktları ve standartlar her bir kuyucuğa 50µl kadar aktarılmıştır. Üzerlerine sırasıyla 50'şer mikrolitre seyreltilmiş enzim konjugat ve seyreltilmiş antikor solüsyonu eklenerek elle karıştırma gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonunda oda sıcaklığında ve karanlıkta 30dk inkübasyon yapılmıştır. İnkübasyon sonunda ELİZA Washer

ile kuyucuklar 250'şer mikrolitre distile suyla 2 defa yıkanmıştır. Daha sonra sırasıyla 50'şer mikrolitre substrat ve kromojen eklenmiş ve yine 30 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. İşlem sonunda kuyucuklara 100'er mikrolitre stop solüsyonu eklenerek reaksiyon sonlandırılmış ve 450 nm'de ELİZA Reader ile absorbanlar ölçülmüştür. Sonuçlar Gen 5 programı çıktısı olarak alınmış, üretici firmanın belirttiği dilüsyon faktörü ile (35) çarpılmıştır. Toplam Aflatoksin ELİZA kitinin geri alma (recovery) oranı %85'tir. Kitin tespit limiti ise 1,75 ppb'dir (109).

3.2.2. Okratoksin A Analizleri

3.2.2.1. Örnek Hazırlama

Herbir örnekten 5'er gram tartımlar alınmış ve 100 ml 0,13 M sodyum hidrojen karbonat eklenerek 15 dk stomacher'da karıştırılmıştır. Whatman No:1 filtre kağıtlarıyla süzölmüştür (109).

3.2.2.2. Okratoksin A ELİZA Analizi

ELİZA kiti ile tedarik edilen okratoksin A enzim konjugatı 1:11 oranında seyreltme tamponu ile seyreltilmiştir. Kit içersindeki tampon tuzu üretici firmanın belirttiği şekilde yıkama tamponu olarak hazırlanmıştır. Standart ve örnek pozisyonları Gen 5 programı üzerinde kaydedilmiş ve 50'şer mikrolitre paralelli olarak kuyucuklara aktarılmıştır. 50 µl seyreltilmiş enzim konjugat eklenip karıştırılarak 30 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübe edilmiştir. ELİZA Washer ile her bir kuyucuk 250'şer mikrolitre yıkama tamponu ile 2 defa yıkanmıştır. 100 µl substrat/kromojen eklenerek 15 dk karanlıkta ve oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu eklenmiş ve 450 nm'de ELİZA Reader ile absorban ölçümü gerçekleştirilmiştir. Alınan sonuçlar dilüsyon faktörü olarak belirtilen 20 ile çarpılmıştır. Kitin tespit limiti 2,5 ppb ve geri alma (recovery) oranı %100'dür (109).

3.2.3. Fumonisin Analizleri

3.2.3.1. Örnek Hazırlama

Örnekler 5'er gram tartılmış ve üzerine 25 ml %70'lik metanol eklenerek 3 dk kadar karıştırılmıştır. Ekstraktın tamamı Whatman No:1 filtre kağıdından süzölerek 1:14 oranında distile su ile seyreltilmiştir (109).

3.2.3.2. Fumonisin ELİZA Analizi

Standart ve örnek pozisyonları paralelleriyle birlikte Gen 5 programında kaydedilmiş ve her birinden 50'şer mikrolitre kuyucuklara aktarılmıştır. Herbir kuyucuğa sırasıyla 50'şer mikrolitre enzim konjugat ve anti-fumonisin antikor solüsyonu eklenerek karıştırılmış ve 30 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. ELİZA Washer kullanılarak her bir kuyucuk 250 µl distile suyla 2 defa yıkanmıştır. Yıkama işlemi sonrası kuyucuklara 100µl substrat/kromojen eklenerek oda sıcaklığında ve karanlıkta 15 dk inkübe edilmiştir. Daha sonra kuyucuklara 100 µl stop solüsyonu eklenerek 450 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Kitin tespit limiti 25 ppb olup, geri alma (recovery) oranı mısır örnekleri için %60'tır (109).

3.3. Küf-Maya Analizleri

Her bir örnekten aseptik koşullarda 10'ar gram tartım alınmış ve 90 ml ringer çözeltilisi ile seyreltilerek 10^{-1} 'lik dilüsyon hazırlanmıştır. 10^{-1} 'lik dilüsyondan 1 ml alınarak 9ml'lik ringer çözeltilisine aktararak 10^{-2} 'lik dilüsyon hazırlanmış, 10^{-2} 'lik dilüsyondan 1ml alınarak yine 9ml'lik ringer çözeltilisine aktararak 10^{-3} 'üncü dilüsyon hazırlanmıştır (110). Hazırlanan dilüsyonlardan 1'er ml alınarak steril petri kaplarına paralelli olarak aktarılmış ve üzerine 45-50°C 'de 15-20 ml DRBC agar (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol) dökülerek inokulum ile besiyeri karıştırılmıştır. Petri kapları besiyeri donduktan sonra inkübatöre kaldırılmış ve 25 - 27°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Sayımlar 3. veya 5. gün alınmıştır (111).

3.4. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analiz SAS istatistik programı ile tamamen rastgele dizayn (CR) kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen verilerin LSD ve P değerlerine bakılarak istatistiksel olarak kıyaslama yapılmıştır (112).

4.0. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.1'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları.

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
1	Kuru İncir	TE	TE	1440,5	6x10 ³
2	Kuru İncir	TE	TE	1385	<10
3	Kuru İncir	TE	TE	1613,5	1,5x10 ²
4	Kuru İncir	TE	TE	1354,5	1,5x10 ²
5	Kuru İncir	TE	TE	1438	<10
6	Kuru İncir	1,8567	TE	1485	<10
7	Kuru İncir	2,3677	TE	1382	<10
8	Kuru İncir	8,8165	TE	1464	<10
9	Kuru İncir	TE	TE	-	<10
10	Kuru İncir	TE	TE	-	<10
11	Kuru İncir	TE	6,3843	TE	1,8x10 ³
12	Kuru İncir	TE	2,5251	TE	8x10 ³
13	Kuru İncir	TE	4,5199	184	<10
14	Kuru İncir	TE	3,9984	TE	2,2x10 ⁴
15	Kuru İncir	TE	4,5069	1470	2x10 ³
16	Kuru İncir	TE	2,6555	TE	<10
17	Kuru İncir	TE	6,5147	1645	4x10 ³
18	Kuru İncir	TE	1,4951	TE	<10
19	Kuru İncir	TE	2,4338	TE	1x10 ⁵
20	Kuru İncir	TE	0,9997	TE	3,4x10 ⁵
21	Kuru İncir	TE	1,1778	37	<10
22	Kuru Elma	TE	7,1219	TE	2x10 ²
23	Kuru Elma	TE	10,0635	TE	5x10 ¹
24	Kuru Elma	TE	11,4229	TE	<10
25	Kuru Elma	TE	8,3253	TE	1x10 ¹
26	Kuru Elma	TE	11,1555	TE	<10
27	Kuru Kayısı	TE	TE	1277	<10

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
28	Kuru Kayısı	10,4685	TE	1363,5	<10
29	Kuru Kayısı	TE	TE	-	<10
30	Kuru Kayısı	TE	32,506	1491	1x10 ²
31	Kuru Kayısı	5,5422	33,304	1468,5	<10
32	Kuru Kayısı	TE	34,355	1434,5	2x10 ²
33	Kuru Kayısı	TE	33,724	1492	2x10 ³
34	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
35	Kuru Kayısı	TE	TE	38	3x10 ¹
36	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
37	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
38	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
39	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	1x10 ²
40	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	9x10 ¹
41	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
42	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
43	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
44	Kuru Kayısı	TE	TE	113	<10
45	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	1,3x10 ²
46	Kuru Kayısı	TE	TE	-	3x10 ²
47	Kuru Kayısı	TE	TE	-	1x10 ²
48	Kuru Kayısı	TE	24,835	-	<10
49	Kuru Kayısı	TE	TE	1476,5	<10
50	Kuru Kayısı	TE	TE	TE	<10
51	Kuru Kayısı	TE	0,0826	TE	<10
52	Kuru Kayısı	TE	TE	4	<10
53	Kuru Erik	TE	TE	1539	3x10 ²
54	Kuru Erik	TE	TE	1670,5	1x10 ²
55	Kuru Erik	TE	TE	1606	2x10 ²
56	Kuru Erik	TE	TE	1683,5	2x10 ²
57	Kuru Dut	TE	TE	TE	2x10 ²
58	Kuru Dut	TE	TE	TE	9x10 ²

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
59	Kuru Dut	TE	TE	TE	3x10 ²
60	Kuru Dut	TE	TE	TE	4x10 ¹
61	Kuru Dut	TE	3,9574	TE	9x10 ¹
62	Kuru Dut	TE	TE	1372,5	8x10 ²
63	Kuru Üzüm	TE	TE	1522,5	1,3x10 ³
64	Kuru Üzüm	TE	TE	1480,5	8x10 ²
65	Kuru Üzüm	TE	TE	1376,5	3x10 ³
66	Kuru Üzüm	TE	TE	1570,5	1x10 ³
67	Kuru Üzüm	TE	TE	1359,5	1x10 ²
68	Kuru Üzüm	TE	TE	1328,5	5x10 ²
69	Kuru Üzüm	TE	TE	1782	1x10 ²
70	Kuru Üzüm	5,8485	TE	1393	1x10 ³
71	Kuru Üzüm	TE	TE	-	2x10 ³
72	Kuru Üzüm	TE	TE	-	4,5x10 ²
73	Kuru Üzüm	TE	TE	1816	2x10 ³
74	Kuru Üzüm	TE	TE	-	1,1x10 ³
75	Kuru Üzüm	TE	0,0565	TE	1x10 ³
76	Kuru Üzüm	TE	1,3864	TE	2x10 ³
77	Kuru Üzüm	TE	TE	TE	1x10 ³
78	Kuru Üzüm	TE	TE	50	1x10 ²
79	Kuru Üzüm	TE	TE	TE	<10
80	Kuru Üzüm	TE	TE	TE	<10
81	Kuru Üzüm	TE	TE	TE	1x10 ³
82	Kuru Üzüm	TE	TE	21	2x10 ³
83	Kuru Üzüm	TE	TE	TE	<10
84	Kuru Üzüm	TE	TE	TE	2x10 ²
85	Üzüm Pekmezi	TE	8,9159	TE	<10
86	Üzüm Pekmezi	TE	TE	1449	<10
87	Üzüm Pekmezi	TE	TE	1487	1x10 ²
88	Üzüm Pekmezi	TE	TE	1541,5	1x10 ²

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
89	Üzüm Pekmezi	TE	TE	1527	<10
90	Üzüm Pekmezi	TE	TE	1434,5	1x10 ²
91	İncir Pekmezi	TE	TE	1714	1x10 ²
92	İncir Pekmezi	TE	TE	1678	2x10 ²
93	Dut Pekmezi	16,6985	1,551	1573	1x10 ²
94	Dut Pekmezi	29,3037	TE	1603	1x10 ²
95	Dut Pekmezi	2,2242	10,0301	TE	<10
96	Dut Pekmezi	0,8207	16,4705	TE	<10
97	Dut Pekmezi	TE	22,3537	TE	<10
98	Dut Pekmezi	17,108	25,2396	TE	<10
99	Dut Pekmezi	TE	11,624	1666,5	<10
100	Mısır Unu	TE	-	720,5	<10
101	Mısır Unu	TE	-	1114,5	4x10 ³
102	Mısır Unu	12,614	-	1684	4,5x10 ⁴
103	Mısır Unu	22,3492	-	1529,5	6x10 ⁴
104	Mısır Unu	23,38	-	1189	1x10 ²
105	Mısır Unu	0,539	-	1111	<10
106	Mısır Unu	TE	-	849	<10
107	Mısır Unu	35,8995	-	1418,5	8x10 ⁴
108	Mısır Unu	42,7332	-	1672	6,7x10 ⁴
109	Mısır Unu	4,1895	-	1680	2,4x10 ⁴
110	Mısır Unu	TE	-	670	<10
111	Mısır Unu	1,1007	TE	1677	1,7x10 ⁴
112	Mısır Unu	22,7237	TE	1668	1x10 ³
113	Mısır Unu	TE	-	1206,5	1,6x10 ⁴
114	Mısır Unu	TE	-	1461,5	3x10 ²
115	Mısır Unu	TE	-	1157	4x10 ¹
116	Buğday Unu	TE	0,9406	TE	1x10 ²
117	Buğday Unu	TE	17,3730	TE	4x10 ²
118	Buğday Unu	TE	0,6082	TE	1x10 ²

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
119	Buğday Unu	TE	5,1608	TE	8x10 ²
120	Buğday Unu	TE	TE	TE	1x10 ¹
121	Buğday Unu	TE	TE	TE	1x10 ²
122	Buğday Unu	TE	TE	TE	1x10 ²
123	Buğday Unu	TE	2,8543	TE	7x10 ²
124	Buğday Unu	TE	TE	TE	4x10 ²
125	Buğday Unu	TE	TE	TE	4x10 ²
126	Buğday Unu	24,4405	TE	TE	7x10 ¹
127	Buğday Unu	25,75	5,0271	TE	4x10 ¹
128	Buğday Unu	TE	0,7484	TE	1x10 ²
129	Buğday Unu	TE	TE	TE	3x10 ¹
130	Buğday Unu	TE	TE	TE	4x10 ¹
131	Buğday Unu	TE	0,1809	TE	<10
132	Buğday Unu	TE	5,8370	TE	2x10 ²
133	Buğday Unu	TE	TE	TE	4x10 ²
134	Buğday Unu	TE	TE	TE	4x10 ²
135	Buğday Unu	-	TE	TE	7x10 ²
136	Buğday Unu	-	TE	TE	2x10 ²
137	Buğday Unu	-	1,2105	TE	4x10 ¹
138	Buğday Unu	-	0,7982	TE	3x10 ²
139	Buğday Unu	-	TE	TE	7x10 ²
140	Buğday Unu	-	0,0817	TE	1,3x10 ³
141	Buğday Unu	-	0,1255	TE	1x10 ³
142	Buğday Unu	-	0,0085	TE	8x10 ²
143	Buğday Unu	-	TE	TE	2,2x10 ²
144	Buğday Unu	-	TE	TE	2,4x10 ²
145	Buğday Unu	-	1,2379	TE	7x10 ²
146	Buğday Unu	-	6,4301	TE	1x10 ²
147	Buğday Unu	-	TE	TE	1,8x10 ²
148	Buğday Unu	-	TE	TE	1,2x10 ⁴
149	Buğday Unu	-	0,1079	TE	1x10 ⁴

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
150	Buğday Unu	-	0,3303	TE	7x10 ³
151	Buğday Unu	-	TE	TE	1,4x10 ²
152	Buğday Unu	-	0,0378	TE	2x10 ³
153	Buğday Unu	-	TE	TE	8x10 ²
154	Buğday Unu	-	0,5789	TE	1x10 ³
155	Buğday Unu	-	TE	TE	2x10 ³
156	Buğday Unu	-	TE	TE	7x10 ²
157	Buğday Unu	-	0,1109	TE	5x10 ²
158	Buğday Unu	-	4,9336	TE	2x10 ²
160	Buğday Unu	-	3,1177	TE	3x10 ¹
161	Buğday Unu	-	TE	TE	9x10 ²
162	Buğday Unu	-	TE	TE	1x10 ²
163	Buğday Unu	-	0,5079	TE	1,3x10 ²
164	Buğday Unu	-	4,596	TE	2x10 ⁴
165	Buğday Unu	-	5,6089	TE	3x10 ⁴
166	Buğday Unu	-	1,7215	TE	2,2x10 ⁴
167	Buğday Unu	-	TE	TE	4x10 ²
168	Buğday Unu	-	0,2133	TE	3x10 ³
169	Buğday Unu	-	TE	TE	8x10 ¹
170	Buğday Unu	-	TE	TE	2x10 ³
171	Buğday Unu	-	TE	TE	1,7x10 ²
172	Buğday Unu	-	TE	TE	2x10 ³
173	Buğday Unu	-	2,5763	TE	8x10 ²
174	Buğday Unu	-	TE	TE	4x10 ²
175	Buğday Unu	-	3,1612	TE	1,1x10 ³
176	Buğday Unu	-	0,1255	TE	1,3x10 ³
177	Buğday Unu	-	0,418	TE	3x10 ³
178	Buğday Unu	-	TE	TE	2x10 ³
179	Buğday Unu	-	TE	TE	8x10 ²
180	Buğday Unu	-	TE	TE	1,5x10 ²
181	Buğday Unu	-	TE	TE	1,8x10 ³

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
182	Buğday Unu	-	TE	TE	7x10 ³
183	Buğday Unu	-	TE	TE	3x10 ²
184	Buğday Unu	-	TE	TE	9x10 ²
185	Buğday Unu	-	0,7397	TE	1,4x10 ²
186	Buğday Unu	-	TE	TE	6x10 ²
187	Buğday Unu	-	TE	TE	3x10 ³
188	Buğday Unu	-	TE	TE	1,7x10 ³
189	Buğday Unu	-	TE	TE	1,3x10 ³
190	Buğday Unu	-	0,6812	TE	1x10 ²
191	Buğday Unu	-	1,3393	TE	5x10 ²
192	Buğday Unu	-	-	TE	4x10 ²
193	Buğday Unu	-	-	TE	8x10 ²
194	Buğday Unu	-	-	TE	2,3x10 ³
195	Buğday Unu	-	-	TE	3,5x10 ³
196	Buğday Unu	-	-	TE	1,1x10 ³
197	Buğday Unu	-	-	TE	3x10 ³
198	Buğday Unu	-	-	TE	9x10 ²
199	Arpa Unu	TE	5,3280	TE	<10
200	Arpa Unu	TE	0,1987	TE	<10
201	Arpa Unu	TE	9,8851	TE	4x10 ¹
202	Arpa Unu	TE	4,0758	TE	<10
203	Arpa Unu	TE	1,7306	TE	<10
204	Arpa Unu	TE	8,1365	TE	<10
205	Arpa Unu	TE	9,2407	TE	<10
206	Arpa Unu	-	TE	TE	1.2x10 ³
207	Arpa Unu	-	TE	TE	9x10 ²
208	Arpa Unu	-	4,1671	TE	1x10 ¹
209	Arpa Unu	-	0,7086	TE	3x10 ¹
210	Arpa Unu	-	5,0431	TE	1x10 ¹
211	Arpa Unu	-	1,0113	TE	2x10 ²
212	Arpa Unu	TE	13,3196	TE	<10

Çizelge 4.1: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin, Okratoksin A, Fumonisin analizleri ve küf-maya sayımları sonuçları (Devam).

Örnek No	Örnek Cinsi	Toplam Aflatoksin (ppb)	Okratoksin A (ppb)	Fumonisin (ppb)	Küf-Maya Sayımları (kob/g)
213	Arpa Unu	TE	9,8794	TE	<10
214	Arpa Unu	TE	8,7844	TE	<10
215	Arpa Unu	TE	0,9982	TE	1x10 ¹
216	Arpa Unu	TE	18,1119	TE	1x10 ¹
217	Arpa Unu	TE	5,796	TE	2x10 ¹
218	Çavdar Unu	-	2,5428	TE	1x10 ³
219	Çavdar Unu	-	0,3345	TE	8x10 ¹
220	Çavdar Unu	-	2,1139	TE	2x10 ³
221	Çavdar Unu	-	4,3587	8,5	1,2x10 ²
222	Çavdar Unu	TE	1,2561	TE	4x10 ²
223	Çavdar Unu	TE	1,8493	TE	4x10 ³
224	Çavdar Unu	TE	3,1451	TE	<10
225	Çavdar Unu	TE	3,1907	TE	3,7x10 ²
226	Çavdar Unu	TE	0,2070	TE	1x10 ²
227	Çavdar Unu	TE	1,6064	TE	1,4x10 ⁴
228	Çavdar Unu	TE	0,4299	TE	9x10 ³
229	Çavdar Unu	TE	TE	TE	1,7x10 ³
230	Çavdar Unu	TE	TE	103	9x10 ¹
231	Çavdar Unu	TE	0,6527	TE	5x10 ²
232	Çavdar Unu	TE	TE	TE	8x10 ¹
233	Çavdar Unu	TE	12,5075	TE	4x10 ²
234	Çavdar Unu	-	3,7838	TE	3x10 ²
235	Çavdar Unu	-	TE	TE	8x10 ³

"TE" :Tespit edilemedi "-": analizi yapılmadı

Bazı organik tarım ürünlerinde mikotoksin varlığının araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.2: Organik Gıda Örneklerinde Toplam Aflatoksin Düzeyleri (Ortalama, Standart Sapma (SD), Dağılım).

Örnek Cinsi	Örnek Sayısı	Ortalama±SD Min/Mak (ppb)	0-4* ppb n (%)	4-10** ppb n (%)	10< n(%)	Yasal Limiti Aşan n(%)
Buğday Unu*	19	2,64±7,91 0-25,75	17 (%89,5)	0	2 (%10,5)	2 (%10,5)
Arpa Unu*	13	Pozitif Örnek Yok	12 (%100)	0	0	0
Çavdar Unu*	12	Pozitif Örnek Yok	13 (%100)	0	0	0
Mısır Unu*	16	10,34±14,47 0-42,73	9 (%56,2)	1 (%6,2)	6 (%37,5)	7 (%43,7)
Toplam	60					9 (%15)
Kuru Kayısı**	26	0,61±2,28 0-10,47	23 (%92)	1 (%3,8)	1 (%3,8)	1 (%3,8)
Kuru İncir**	21	0,62±1,98 0-8,82	20 (%95,2)	1 (%4,7)	0	0
Kuru Üzüm**	22	0,26 ±1,25 0-5,85	21 (%95,4)	1 (%4,5)	0	0
Kuru Erik**	4	Pozitif örnek yok	4 (%100)	0	0	0
Kuru Dut**	6	Pozitif örnek yok	6 (%100)	0	0	0
Kuru Elma**	5	Pozitif örnek yok	5 (%100)	0	0	0
Toplam	84					1 (%1,2)
Pekmezler**	15	4,41±9,04 0-29,3	12 (%80)	0	3 (%20)	3 (%20)

***Türk Gıda Kodeksi** Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'e göre "Tahıllar (karabuğday (*Fagopyrum* sp.) dahil) ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar (doğrudan tüketilen veya gıda bileşeni olarak kullanılan)"da bulunabilecek maksimum Aflatoksin (aflatoksin B₁+B₂+G₁+G₂) miktarı (µg/kg).

****Türk Gıda Kodeksi** Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'e göre "Fındık, antepfıstığı gibi sert kabuklu meyveler, yer fıstığı, yağlı tohumlar, kuru meyveler ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar"da ve "Diğer gıda maddeleri (bulunması muhtemel riskli gıdalar)"da bulunabilecek maksimum Aflatoksin (aflatoksin B₁+B₂+G₁+G₂)miktarı (µg/kg).

Çizelge 4.3: Organik Gıda Örneklerinde Okratoksin A Düzeyleri (Ortalama, Standart Sapma (SD), Dağılım).

Örnek Cinsi	Örnek Sayısı	Ortalama±SD Min/Mak (ppb)	0-3* ppb n (%)	3-10** ppb n (%)	10< n (%)	Yasal Limiti Aşan n(%)
Buğday Unu*	75	1,06±2,52 0-17,37	65 (%86,7)	9 (%12)	1 (%1,3)	10 (%13,3)
Arpa Unu*	19	5,6 ±5,05 0-18,11	7 (%36,9)	10 (%52,6)	2(%10,5)	12 (%63,1)
Çavdar Unu*	18	2,11±2,96 0-12,51	13 (%72,2)	4 (%22,2)	1(%5,6)	5 (%27,8)
Toplam	112					27 (%24,1)
Kuru Kayısı**	26	6,1±12,85 0-34,35	21 (%80,7)	0	5(%19,2)	5 (%19,2)
Kuru İncir**	21	1,77±2,21 0-6,51	17 (%80,9)	4 (%19,1)	0	0
Kuru Üzüm**	22	0,06±0,3 0-1,38	22 (%100)	0	0	0
Kuru Erik**	4	Pozitif örnek yok	4 (%100)	0	0	0
Kuru Dut**	6	0,66±1,61 0-3,96	6 (%100)	0	0	0
Kuru Elma**	5	9,62±1,85 7,12-11,42	0	2 (%40)	3 (%60)	3 (%60)
Toplam	84					8 (%9,5)
Pekmezler**	15	6,41±8,9 0-25,24	9 (%60)	1 (%6,7)	5 (%33,3)	5 (%33,3)

***Türk Gıda Kodeksi** Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'e göre ". Tahıldan elde edilen tüm ürünler (doğrudan tüketime sunulan tahıllar ve işlenmiş tahıl ürünleri dahil)"de bulunabilecek maksimum Okratoksin A miktarı (µg/kg).

****Türk Gıda Kodeksi** Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'e göre ". Kurutulmuş asma meyveleri (kuşüzümü, kuru üzüm ve çekirdeksiz üzüm dahil)"nde ve "Diğer gıda maddeleri (bulunması muhtemel riskli gıdalar)"da bulunabilecek maksimum Okratoksin A miktarı(µg/kg).

Çizelge 4.4: Organik Gıda Örneklerinde Fumonisin Düzeyleri (Ortalama, Standart Sapma (SD), Dağılım).

Örnek Cinsi	Örnek Sayısı	Ortalama±SD Min/Mak (ppb)	0-1000 ppb n (%)	1000-2000 ppb n(%)	*2000< n(%)
Buğday Unu	82	Pozitif Örnek Yok	0	0	0
Arpa Unu	19	Pozitif Örnek Yok	0	0	0
Çavdar Unu	18	6,19±24,24 0-103	16 (%88,89)	2 (%11,11)	0
Mısır Unu*	16	1300,5±351,03 670-1684	3 (%18,75)	13 (%81,25)	0
Toplam	135				0
Kuru Kayısı	22	461,72±678,14 0-1492	15 (%68,18)	7 (%31,82)	0
Kuru İncir	19	784,13±744,51 0-1645	9 (%47,37)	10 (%52,63)	0
Kuru Üzüm	19	721,05±782,54 0-1816	10 (%52,63)	9 (%47,37)	0
Kuru Erik	4	1624,75±66,45 670-1684	0	4 (%100)	0
Kuru Dut	6	228,75±560,32 0-1372,5	5(%83,34)	1 (%16,67)	0
Kuru Elma	5	Pozitif Örnek Yok	0	0	0
Toplam	75				0
Pekmezler	15	1044,9±768,76 0-1714	5 (%33,33)	10 (%66,67)	0

***Türk Gıda Kodeksi** Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'e göre "500 mikrondan küçük ve eşit eleklerden geçirilerek üretilen mısır unu (GTİP 1102 20) ve doğrudan insan tüketimine sunulmayan 500 mikrondan küçük ve eşit eleklerden geçirilerek üretilen mısır veya mısır ürünlerinin kabartılması veya kavrulması suretiyle elde edilen gıda maddeleri (GTİP 1904 10 10)"nde bulunabilecek maksimum Fumonisin (B₁,B₂) miktarı (µg/kg).

Bu çalışma sonucunda, organik hububat örneklerinin % 15'i aflatoksinlerle, %24,1'i okratoksin A ile; organik kuru meyve örneklerinin % 1,2'si aflatoksinlerle ve %9,5'i okratoksin A ile; organik pekmezlerin %20'si aflatoksinlerle ve %33,3'ü okratoksin A ile yasal limitleri aşan düzeylerde kontamine olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde fumonisin kontaminasyonu yasal

limitlerin üzerinde tespit edilememiştir. Yasal limitlerin üzerinde kontamine olan organik pekmez örneklerinin tamamı dut pekmezi olup bu durumdan bu ürün için hasat öncesi veya hasat sonrası işlemede küf kontaminasyonuna karşı alınan tedbirlerin yetersiz olduğu ve bu ürünün küf kontaminasyonu açısından inceleme gerektirdiği sonucu çıkarılmıştır. Organik mısır unu örneklerinin tamamı Fumonisinlerle kontamine olmuş ve bu örneklerin % 56'sında fumonisin kontaminasyonun yanı sıra aflatoksin kontaminasyonu tespit edilmiştir.

Aflatoksin kontaminasyonu bakımından istatistiki olarak organik mısır unu örneklerinin kontaminasyon sıklığı diğer örneklere göre daha yüksek bulunmuştur ($p < .0001$).

Okratoksin A kontaminasyonu bakımından organik kuru elma örneklerinin kontaminasyon sıklıkları diğer organik kuru meyvelere göre daha yüksek bulunmuştur. Organik arpa unu örneklerinin kontaminasyonları organik buğday unu ve organik çavdar unu örneklerinden daha yüksek bulunmuştur ($p < .0001$).

Fumonisin kontaminasyonu açısından organik mısır unu örneklerinin kontaminasyonu diğer organik hububat örneklerine göre daha fazla bulunmuştur. Organik kuru erik örneklerinin kontaminasyonları diğer organik kuru meyvelere göre daha yüksek bulunmuştur ($p < .0001$).

Organik pekmez örneklerinin hiçbirinin aflatoksin, okratoksin A ve fumonisin kontaminasyon sıklığında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Yapılan istatistiki analizlerin sonuçları Ek 1'de verilmiştir.

Bu çalışmada organik çavdar unlarında OTA kontaminasyon ortalaması 2,11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve maksimum kontaminasyon 12,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$, kontamine olan örneklerin yüzdesi ise % 77,8 olarak bulunmuştur.

Jorgensen ve Jacobsen (113), HPLC metodu ile yaptıkları çalışmada organik çavdar unu örneklerinin %90,3'ünde konvansiyonel çavdar unu örneklerinin %83,6'sında OTA açısından bulaşma tespit etmişler ve analize alınan örneklerin ortalama kontaminasyon düzeyini sırasıyla 1,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak bulmuşlardır. Analize alınan çavdar unlarının sonuçları bu çalışmayla kontaminasyon yüzdesi (%77,8) ve ortalama kontaminasyon miktarı (2,11 $\mu\text{g}/\text{kg}$) bakımından benzerlik göstermektedir. Maksimum OTA düzeyi (organik çavdar unu 68 $\mu\text{g}/\text{kg}$, konvansiyonel çavdar unu 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$) bu çalışmada elde edilen maksimum miktardan oldukça fazladır (12,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Yine Biffi et al (114) HPLC metoduyla 4 adet organik çavdar ununda ortalama 0,347 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve maksimum 1,15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ OTA tespit etmiştir. Literatürde bu çalışma sonuçlarından daha yüksek düzeylerde sonuçların elde edildiği çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Juan et al (17), yaptıkları bir çalışmada organik çavdar örneklerinin %20'sinde OTA kontaminasyonu tespit etmişler (ortalama 5,42 $\mu\text{g}/\text{kg}$) konvansiyonel örneklerde ise kontaminasyon tespit edememişlerdir. Her ne kadar kontaminasyon yüzdesi düşük olsa da kontaminasyon ortalamasının yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada organik arpa ve çavdar unlarında aflatoksinler tespit edilememiştir. Sonuçlar Baydar ve diğerleri (115) HPLC metoduyla yaptıkları çalışma ile arpa ve çavdar unlarında

toplam Aflatoksin kontaminasyonu açısından benzerlik göstermemektedir. Ancak OTA kontaminasyonu açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Analizler sonucunda organik arpa unlarında fumonisin tespit edilememiş ve organik çavdar unlarında ise çok düşük düzeylerde kontaminasyon tespit edilmiştir. Martos et al. (116) HPLC metoduyla analiz ettikleri 15 adet çavdar ve 20 adet arpa örneğinde FB₁ ve FB₂ açısından bulaşma tespit edememişlerdir. Yine Castella et al. (117) HPLC metodu kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada analize alınan 29 adet arpa örneğinde FB₁+FB₂ açısından kontaminasyon sıklığının yüksek olduğu (%72,4) ancak, kontaminasyon düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Ibáñez-Vea et al (118), arpa örneklerinin %58'inde OTA ve %100'ünde Aflatoksin (AB₁, AB₂, AG₁, AG₂) tespit etmişler ve kontaminasyon ortalamalarını sırasıyla 0,06 µg/kg, 0,15 µg/kg olarak belirtmişlerdir (maksimum 3,53 µg/kg). Örneklerde kontaminasyon sıklığı her ne kadar yüksek olsa da aflatoksin miktarı ortalamasının 0,15 µg/kg gibi küçük bir değer olması bu çalışmada analiz edilen organik arpa unu örneklerinde aflatoksin tespit edilememiş olmasıyla paralellik göstermektedir. Her ne kadar OTA ile kontamine olmuş örneklerin yüzdesi bu çalışmada elde edilen verilerden daha düşük olsa da maksimum OTA düzeyi açısından paralellik göstermektedir (5,6 µg/kg). İspanya'da 2008-2010 arasında toplanan arpa örneklerinin incelendiği bir başka çalışmada arpa örneklerinde AB₁, AB₂, AG₁, AG₂ maksimum değerleri sırasıyla 0,61 µg/kg, 0,06 µg/kg, 0,26 µg/kg, 0,05 µg/kg şeklinde bulunmuş OTA maksimum değeri ise 2,0 µg/kg olarak verilmiştir (119). OTA açısından sonuçlar bu çalışmadan daha yüksek bulunmuştur. Biffi et al (114), yaptıkları çalışmada organik arpa ununda OTA tespit edememişlerdir. Ghali et al (16), ise ELİZA metodu ile gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda arpa ve ürünlerinde aflatoksin ortalamasını 7 µg/kg ve OTA ortalamasını 18,4 µg/kg olarak vermişler kontaminasyon düzeylerini sırasıyla % 44 ve % 12 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada maksimum aflatoksin ve OTA seviyesi de oldukça yüksek bulunmuştur (11,5 µg/kg ve 50 µg/kg) ve hububat örneklerinin (buğday, arpa, mısır) %31,9'unun yasal sınır olan 4 µg/kg 'ı aştığı belirtilmiştir. Öte yandan Ayalew et al (120) yine ELİZA metoduyla yaptıkları çalışma ile benzer sonuçlar elde edildiği söylenebilir (arpa örneklerinin % 26,2 'sinde ortalama 6,1 µg/kg düzeyinde OTA tespit etmişlerdir).

Organik buğday unlarında OTA kontaminasyon yüzdesi % 45,3 ve ortalaması 1,07 µg/kg olarak bulunmuştur. İspanya'da organik ve konvansiyonel hububat örneklerinin çalışıldığı bir çalışmada organik ve konvansiyonel arpa örneklerinin hiçbirinde OTA'ya rastlanmazken organik buğday örneklerinin %36,4'ünde (ortalama 0,84 µg/kg) konvansiyonel buğday örneklerinin %50'sinde (ortalama 0,22 µg/kg) OTA tespit edilmiştir (16). Buğday unlarında OTA kontaminasyon sıklığının daha yüksek bulunduğu çalışmalar da mevcuttur. Jorgensen ve Jacobsen (113), organik buğday unu örneklerinin % 84,2' sinde, konvansiyonel buğday unu örneklerinin ise % 69,2' sinde OTA tespit etmiştir. Bu çalışmada organik ve konvansiyonel buğday unları için

saptanan kontaminasyon düzeyi ortalaması sırasıyla 0,5 µg/kg ve 0,3 µg/kg olarak daha düşük bulunmuştur. Yine Ayalew et al (120), yaptıkları çalışma sonucunda buğday örneklerinin % 23,4'ünde ortalama 14,9 µg/kg düzeyinde OTA tespit etmişlerdir. Baydar ve diğerleri (115) 12 adet buğday ununda yaptıkları çalışmada tüm örneklerde ortalama 0,75 µg/kg OTA tespit etmişlerdir. Organik ve konvansiyonel buğday unlarının çalışıldığı bir diğer çalışmada OTA düzeyi ortalamaları sırasıyla 0,053 µg/kg ve 0,134 µg/kg olarak verilmiştir (120).

Çizelge 4.2 'de görüldüğü üzere bu çalışmada organik buğday unlarının % 10,5' inde aflatoksin tespit edilmiş ve aflatoksin düzeyi ortalaması 2,64 µg/kg olarak bulunmuştur. Analize alınan 19 adet buğday unu örneğinin yalnızca 2 tanesinde aflatoksinler açısından bulaşma tespit edilmiş ve kontaminasyon düzeylerinin yasal limitlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Organik buğday unu örneklerinde fumonisinler açısından bulaşma tespit edilememiştir. Baydar ve diğ. (115) 12 adet konvansiyonel buğday örneğinin tamamında bulaşma tespit etmişler ve örneklerin ortalama aflatoksin değerini 0,16 µg/kg olarak bulmuşlardır.

Fumonisin kontaminasyonu açısından organik mısır unu örneklerinin kontaminasyon düzeyi literatürdeki bir takım çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Örneğin D'Arco et al. (121) yaptıkları çalışma ile İspanya'dan temin edilen konvansiyonel mısır unlarında ortalama 18µg/kg FB₁, 5 µg/kg FB₂ ve 4 µg/kg FB₃ tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada İtalya'dan temin edilen organik mısır unlarında ortalama 81 µg/kg FB₁, 53 µg/kg FB₂, 24 µg/kg FB₃; konvansiyonel mısır unlarında ise ortalama 199 µg/kg FB₁, 133 µg/kg FB₂ ve 63 µg/kg FB₃ tespit edilmiştir. Yine Castella et. al. (117) ve Martos et. al. (116) mısır örneklerinde ortalama fumonisin kontaminasyonunu daha düşük bulmuşlardır,

Çalışma sonucunda organik mısır unu örneklerinde aflatoksin düzeyi ortalama 10,34 µg/kg olarak bulunmuştur. Baydar ve diğerleri mısır unlarında ortalama aflatoksin düzeyini 0,16 µg/kg olarak tespit etmişlerdir (115).

Zinedine et. al. (58), floresan detektörlü sıvı kromatografisi ile kuru üzümde %30 ve kuru incirde %65 oranında ve sırasıyla ortalama 0,96 µg/kg ve 0,33 µg/kg OTA tespit etmişler yasal limiti aşan (10 µg/kg) örnek tespit edilemediğini belirtmişlerdir. McDonald et. al. (122) immunoafinite kolon temizlemeli HPLC metoduyla gerçekleştirdikleri analizler sonucunda 20 adet kuru üzüm örneğinin % 85'inin OTA ile kontamine olduğunu belirlemişlerdir. Avrupa Birliği bilimsel işbirliği kapsamında hazırlanan Avrupa Birliği üye ülkelerinde diyetle alınan OTA miktarının belirlendiği raporda Avrupa Birliği üye ülkelerinde yapılan çalışmalar derlenmiştir. Rapora göre ilgili ülkelerde OTA kontaminasyon sıklıkları; Finlandiya'da kuru üzümde kontaminasyon sıklığı %70, Fransa'da kuru üzümde % 46, Almanya'da çekirdekli kuru üzümde %94, Yunanistan'da çekirdekli kuru üzümde %62, İngiltere'de çekirdekli ve çekirdeksiz kuru üzümde sırasıyla %86 ve %90 olarak rapor edilmiştir (123). Yine Kanada'da floresan detektörlü sıvı kromatografisi kullanılarak yapılan analizler sonucunda kuru üzümde % 79 çekirdeksiz kuru üzümde % 59 oranında OTA tespit edilmiştir (124). Bahsi geçen bu

çalışmalarla kıyaslandığında organik kuru üzümün OTA bakımından kontaminasyon sıklığı (% 4,5) ve ortalaması (0,06 µg/kg) oldukça düşük bulunmuştur. Çalışmalar maksimum kontaminasyon miktarları bakımından kıyaslandığında elde ettiğimiz maksimum kontaminasyon miktarı 1,38 µg/kg literatürdeki birçok çalışmaya göre düşük bulunmuştur (119, 122, 124, 125, 126, 127).

Kuru incirlerin aflatoksinler açısından incelendiği çalışmalarda kontaminasyon miktarları oldukça yüksek seviyelere çıkabilmektedir. Örneğin Boyacıoğlu ve Gönül (128) tarafından yapılan 284 adet kuru incir örneğinin analiz edildiği çalışmada kuru incirlerde ortalama 112,3 µg/kg AFB₁, 20,6 µg/kg AFB₂ ve 61,4 AFG₁ tespit edilmiştir.

Kuru kayıslarda (129); ve kuru eriklerde (129, 130) OTA belirlenen çalışmalar mevcuttur. Kuru kayıslarda ve kuru eriklerde AFB₁ 'e rastlandığı rapor edilmiştir (131). Alghalibi ve Shater (132), ince tabaka kromatografisi ile gerçekleştirdikleri çalışmada kuru üzümün % 30'unda (130-350 µg/kg) kuru incirlerin % 10'unda (120-250 µg/kg) AB₁ tespit etmişlerdir. Bu çalışmada analizi yapılan organik incir örneklerinin kontaminasyon sıklığı ve aralığı daha düşük bulunmuştur. Yine Alghalibi ve Shater (132), 60 adet kuru meyve örneğinden 2 adet kuru incir örneğinde 70-160 µg/kg aralığında OTA kontaminasyonu tespit etmişlerdir. Mısır'da bazı kuru meyvelerin mikotoksin içeriklerinin ve mikroflorasının araştırıldığı bir çalışmada kuru kayıslarda 50-110 µg/kg; kuru incirlerde 60-120 µg/kg; ve kuru eriklerde 210-280 µg/kg aralığında OTA kontaminasyonu tespit edilmiştir (129). Çalışmada mikotoksin analizleri için ince tabaka kromatografisi kullanılmıştır (129).

Bu çalışmada organik kuru meyve örneklerinin % 50,6 'sında fumonisinlerle bulaşma tespit edilmiş ve özellikle organik kuru eriklerde bu kontaminasyonun daha yüksek düzeylerde olduğu yapılan istatistiksel değerlendirme ile tespit edilmiştir. Fumonisin kontaminasyonu açısından tebliğde kuru meyveler için herhangi bir yasal limit bulunmamakla beraber kuru meyveler üzerinde fumonisin kontaminasyonu açısından yapılan çalışmalara rastlanmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre fumonisin her ne kadar mısır ve ürünlerinde önemli sorunlara neden oluyorsa da fumonisin sorunu yalnızca bu gıdalarla sınırlı kalmamaktadır.

OTA ile kontamine olmuş hammaddeden üretilen pekmezlerin hammaddeye göre 5-6 kat daha yüksek OTA içeriğine sahip olduğu belirtilmektedir (133). Literatürde pekmezlerin mikotoksin kontaminasyonuna yönelik pek fazla çalışma bulunmamakla birlikte aflatoksinler ve OTA bakımından yasal limitlerin üzerinde örnekler bulunması ve organik pekmez örneklerinin %66,7 'sinin fumonisinlerle kontamine olmuş olması konuya daha fazla eğilmek gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 4.5'te analizi yapılan örneklerin aflatoksin, okratoksin A ve fumonisin kontaminasyonu sıklıkları özetlenmektedir.

Çizelge 4.5: Organik Tarım Ürünleri Örneklerinin Aflatoksin, Okratoksin A ve Fumonisin ile Kontaminasyonu Sıklıkları

Örnek Cinsi	Aflatoksin		Okratoksin A		Fumonisin	
	Kontamine olmuş örnekler (%)	Yasal limitlerin üzerinde olan (%)	Kontamine olmuş örnekler (%)	Yasal limitlerin üzerinde olan (%)	Kontamine olmuş örnekler (%)	Yasal limitlerin üzerinde olan (%)
Buğday Unu	10,5 (2/19)	10,5 (2/19)	45,3 (34/75)	13,3 (10/75)	- (0/82)	- (0/82)
Arpa Unu	- (0/13)	- (0/13)	89,5 (17/19)	63,1 (12/19)	- (0/19)	- (0/19)
Çavdar Unu	- (0/12)	- (0/12)	77,8 (14/18)	27,8 (5/18)	11,1 (2/18)	- (0/18)
Mısır Unu	56,2 (9/16)	43,7 (7/16)	-	-	100 (16/16)	- (0/16)
Hububat (Toplam)	18,3 (11/60)	15 (9/60)	58 (65/112)	24,1 (27/112)	5,9 (8/135)	- (0/135)
Kuru Kayısı	7,7 (2/26)	3,8 (1/26)	23 (6/26)	19,2 (5/26)	45,4 (10/22)	- (0/22)
Kuru İncir	14,3 (3/21)	- (0/21)	52,4 (11/21)	- (0/21)	63,1 (12/19)	- (0/19)
Kuru Üzüm	4,5 (1/22)	- (0/22)	4,5 (1/22)	- (0/22)	57,9 (11/19)	- (0/19)
Kuru Erik	- (0/4)	- (0/4)	- (0/4)	- (0/4)	100 (4/4)	- (0/4)
Kuru Dut	- (0/6)	- (0/6)	16,7 (1/6)	- (0/6)	16,7 (1/6)	- (0/6)
Kuru Elma	- (0/5)	- (0/5)	100 (5/5)	60 (3/5)	- (0/5)	- (0/5)
Kuru Mayveler (Toplam)	7,1 (6/84)	1,2 (1/84)	28,6 (24/84)	9,5 (8/84)	50,6 (38/75)	- (0/75)
Üzüm Pekmezi	16,7 (1/6)	- (0/6)	16,7 (1/6)	- (0/6)	83,3 (5/6)	- (0/6)
Dut Pekmezi	71,4 (5/7)	42,8 (3/7)	85,7 (6/7)	71,4 (5/7)	42,8 (3/7)	- (0/7)
İncir Pekmezi	- (0/2)	- (0/2)	- (0/2)	- (0/2)	100 (2/2)	- (0/2)
Pekmezler (Toplam)	40 (6/15)	20 (3/15)	46,7 (7/15)	33,3 (5/15)	66,7 (10/15)	- (0/15)

5.0. SONUÇLAR

Örneklerin küf yükleri ile mikotoksin düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki kurulamamıştır. Bu durumun paketlenmeden veya işlemeden önce uygulanan fümigasyon işlemlerinin sonucu olarak küf yükünün düşürülmesi ve toksin miktarının düşürülememesi, örneklerin zedelenmiş ya da bozuk tanelerle kontamine olması veya mikotoksin oluşumundan sonra ortam koşullarının uygun olmayışı sebebiyle canlı küf sayısının düşmesi sebebiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre diğer örneklerle kıyaslandığında aflatoksin en yaygın olarak mısır ununda görülmüştür (%56,2) ve kontamine olan örneklerin azımsanamayacak bir kısmının yasal limitlerin üzerindeki düzeylerde (toplam örneklerin %43,7'si) kontamine olduğu görülmektedir. Yine organik mısır unu örneklerinin fumonisin kontaminasyonu düzeyi her ne kadar yasal limitlerin üzerinde olmasa da örneklerin büyük kısmının 1000 - 2000 ppb arasında fumonisin ile kontamine olduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre organik mısır unu örneklerinde aflatoksin ve fumonisin kontaminasyonunun sorun olduğu açıkça görülmektedir. Bu örneklerin hasat, depolama veya işleme aşamalarında iyi tarım uygulamalarının gerçekleştirilmesinde ve kritik kontrol noktalarının gözden geçirilmesinde yarar vardır. Diğer hububat örneklerinde ise okratoksin A kontaminasyonu aflatoksin ve fumonisin kontaminasyonuna göre daha yaygın görülmektedir.

Kuru meyve örneklerinde fumonisin kontaminasyonu daha yaygın görülmektedir. Özellikle organik kuru incir örneklerinde okratoksin A ve fumonisin kontaminasyonu öne çıkmaktadır. Yine pekmez örneklerinde fumonisin kontaminasyonu sıklığı daha yüksek gözlenmiştir. Özellikle de incir pekmezlerinde aflatoksin ve okratoksin A bakımından kontaminasyon tespit edilememiş ancak fumonisin kontaminasyonu tespit edilmiştir.

Fumonisin kontaminasyonu üzüm pekmezlerinde diğer mikotoksinlere kıyasla daha fazla görülmektedir ancak yapılan istatistiki analizde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yine organik kuru erik örneklerinin yanı sıra organik kuru incir ve kuru üzüm örneklerinin fumonisin kontaminasyonlarının diğer kuru meyvelere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu meyvelerin şeker içeriklerinin yüksek olması sebebiyle küf istilalarına karşı daha hassas olabilecekleri fikrini uyandırmaktadır. Organik kuru meyve örneklerinde fumonisin kontaminasyonunun yaygın olması dikkat çekicidir. Bu konuda yapılan çalışmaların artırılması ve bu ürünlerin kontaminasyonunun göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir. Tebliğde fumonisin kontaminasyonu için yalnızca mısır ve mısır bazlı ürünler için limit bulunmaktadır. Fumonisin diğer gıda maddeleri için de sorun teşkil ettiği görülmektedir ve bu gıdalar için de çalışmalar yapılmasında fayda görülmektedir.

Yine OTA kontaminasyonunun beklenenin aksine organik kuru üzüm ve incirlerden ziyade organik hububat örneklerinde daha yaygın ve daha yüksek düzeylerde olması da bir başka dikkate değer ayrıntı olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle organik arpa unu örneklerinde OTA kontaminasyonu öne çıkmaktadır. OTA'nın diğer gıda maddelerinde de sorun oluşturabildiği bu ve benzer çalışmalarla ortaya konmuştur ve gerekli hassasiyetin bu gıdalarda da gösterilmesi gerekmektedir. Organik pekmez ürünlerinde bu mikotoksinler açısından kontaminasyonun diğer gıdalara kıyasla yüksek olmadığı gözlenmesine karşın kontamine olmuş pekmezlerin kontaminasyon düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir. Burada pekmezin konsantre bir ürün olmasının faktör olduğu düşünülmektedir. Pekmeze işlenecek meyvelerin mikotoksin düzeyi her ne kadar düşük olsa da son üründe mikotoksin kontaminasyonu sorun teşkil etmektedir. Bu hususlar göz önüne alınarak pekmez üretilecek meyvelerin kontaminasyon düzeylerinin hassasiyetle incelenmesi gerekmektedir. Aflatoksin, okratoksin A kontaminasyonu bakımından yasal limitin üzerindeki pekmez örneklerinin dut pekmezi örnekleri olması (şeker içeriğinin yüksek olmasının yanısıra) bu meyvenin yapısı nedeniyle böcek ve dış etmenlerle zararlanmaya daha müsait olması nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler literatürdeki organik ve konvansiyonel gıdalarla ilgili yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında genel bir kaniya varmak mümkün olmamaktadır. Mikotoksin oluşumunun iklim ve çevresel başka koşullardan etkilendiği düşünüldüğünde bu durum beklenen bir durumdur.

Sonuç olarak tarım sistemi ne olursa olsun belirli gıda ürünlerinin belirli mikotoksinler açısından risk taşıdığı görülmektedir. Organik üretim yapan işletmelerin hasat öncesinden başlayarak kontaminasyon kaynaklarını tespit etmeleri ve gerekli önlemleri almaları yararlı olacaktır. Tarla zararlılarına karşı önlemlerin arttırılması, depolama sırasında sıcaklık ve nemin özenle kontrolü, daha etkili antifungal ajanlar kullanımı ile mikotoksin sorununun kontrol altına alınabileceği düşünülmektedir.

Farklı zaman dilimlerinde daha uzun süreçli çalışmalar ile bu alandaki takip ve kontrolün geliştirilebileceği düşünülmektedir.

6.0. KAYNAKLAR

1. Mitchell, L., Normile, M. A., 1999. Consumer concerns elicit policy changes, In: Kelch, D.R., Ed. *The European Union's Common Agricultural Policy: Pressures for Change* Washington, DC: United States Department of Agriculture (USDA). Economic Research Service, pp: 45–52.
2. Marcus, M.B., 2001. Organic foods offer peace of mind—at a price. *US News World Report*, 130 (2):48–50.
3. Moss, M.O.,1994. Hongos micotoxigenicos. In: Eley A R. *Intoxicaciones alimentarias*. Spain. Editorial Acirbia S.A., p.:81-101.
4. Kaya, S., 2002. S.Kaya, İ.Pirinç, A.Bilgili edit. *Mikotoksinler*. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi.
5. Bayram, M., Anlı, E.,2008. Mikotoksinler ve Şarap. 10. Gıda Kongresi. 21-23 Mayıs, Erzurum.
6. Soyöz, M., Ozcelik, N., 2002. Okratoksin A'nın Toksik Etkileri ve Eliminasyonu, *Türk Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 22- 421.
7. Tanker, M., Soner, O., Sahin, A.A., Kaya, S., Dulger, G., Ersoy, O., Omurtag, G., Yurdun, T., 1995. Aflatoksinler ve Besinlerle Sağlığımız Üzerinde Oluşturabileceği Tehlikeler, *Eczacılık Dergisi Nisan* 16.
8. Bennett, J. W., Klich, M., 2003. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Review*, 16: 497-516.
9. 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.
10. Özkaya, Ş., Taydaş, E.E., Başaran, A., Avcı, B., Hızlı, S., 1999. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Aflatoksin Analiz Kurs Notları., 7-14 Ağustos, Ankara.
11. 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: 347- 68.
12. Wang, J., Groopman, J.D., 1999. DNA Damage by Mycotoxins. *Mutation Research*. 424: 167-181.
13. Altuntaş, H.D., Coşgun, G.D., İmamoğlu, N., Hamurcu, Z., Liman, B.C., Demirtaş, H., 2006. İnsan kan lenfositlerinde sitrininin mitotik indeks üzerine etkisinin araştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15: 71-78.
14. 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, (January, 2003) ISSN 0194-4088; no: 39.

15. Asao, T., Buchi, G., Abdel-Kader, M.M., Chang, S.B., Wick, E.L. and Wogan, G.N.,1963. Aflatoxins B and G. *Journal of the American Chemical Society*, 85:1706–1707.
16. Ghali, R., Hmaissia-khlifa, K., Ghorbel, H., Maaroufi, K., Hedili, A., 2008. Incidence of Aflatoxins, Ochratoxin A and zearalenone in tunisian foods (letter). *Food Control*; 19:921-924.
17. 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.
18. 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.
19. Jay, J.M., 1992. *Modern Food Microbiology*. Fourth Edition, Chapman & Hall, London, 701p.
20. Aksoy, U. 1990. Aflatoksin. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama Ve Araştırma Merkezi. *Teknik Bülten*: 2.
21. International Agency for Resaerch on Cancer (IARC), 1993. Ochratoxin A some naturally occuring substances. *Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans*, 56: 489-452.
22. D"mello, J.P.F., Macdonald, A.M.C., 1997. *Mycotoxins. Animal Feed Science Technology*, 69:155-166.
23. Çamlıbel, İ., F. 2001. Aflatoksinler. (OMÜ).19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun
24. Ünlütürk A, Turantaş F. 1998. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Ege Üniversitesi Yayınları,1.Baskı, İzmir.
25. Kabak, B., Var, I. 2006. Ülkemiz Açısından sorun Olan Mikotoksinler Ve Riskli Gıda Maddeleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs, Bolu.
26. Özkaya, Ş., Temiz, A. 2003. Aflatoksinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. *Orlab online Mikrobiyoloji Dergisi*, 1:1-21.
27. <http://www.forumfood.net/aflatoksin-nedir-nasil-olusur-findikta-aflatoksin-t5706.html>
28. Karagözlü, N., Karapınar, M., 2000. Bazı tahıl Ürünlerinde Okratoksin-A Ve Fungal Kontaminasyon. *Turkish Journal Of Biology*, 24:561-572.
29. Tosun, H., Demirel, N. N., Çoban, H., 2006. Üzüm ve üzüm ürünlerinde Okratoksin A sorunu. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 2: 141-145.
30. Villa, P., Markaki, P., 2009. Aflatoxin and Ochratoxin A in breakfast cereals from athens market : Occurence and risk assessment. *Food Control*, 20:455-461.

31. Stoev, S.,D., Paskalev, M., MacDonald, S., Mantle, P.,G. 2002. Experimental One Year Ochratoxin A Toxicosis in Pigs. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 53:481-487.
32. European Commission, 2002. EC No 472/2002 of 12 March 2002 amending regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuff. *Official journal of the European Union*, 75:18-20.
33. Palumbo, J.D., O'Keeffe, D.L., Mahoney, N.E., 2007. Inhibition of Ochratoxin A production and growth of *Aspergillus* species by phenolic antioxidant compounds. *Mycopathologia*, 164: 241- 248.
34. Barkai-Golan, R., Paster, N., 2008. Mouldy fruits and vegetables as a source of mycotoxins: Part 1. *World Mycotoxin Journal*, 1: 147-159.
35. Gümüş, T., 2002. Arpa, malt ve birada okratoksin A (OTA) varlığı ve bira üretimi sırasında OTA'nın maya tarafından parçalanması, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.
36. Bucheli, P., Taniwaki, M.H., 2002. Review Research on the origin, and on the impact of post-harvest handling and manufacturing on the presence of ochratoxin A in coffee. *Food Additives and Contaminants*; 7:655 – 665.
37. Ünal, S.A., 2009. Kuru üzüm ve ürünlerinde okratoksin A varlığının araştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
38. Ringot, D., Chango, A., Schneider, Y.J., Larondelle, Y., 2006. Toxicokinetics and Toxicodynamics of Ochratoxin A, an Update. *Chemico-Biological Interactions*. 159:18–46.
39. Soyöz, M., Özçelik, N., 2002. Okratoksin A'nın Toksik Etkileri ve Eliminasyonu. *T. Klin. Tıp Bilimleri*, 22:421-427.
40. El Khoury, A., Atoui, A., 2010. Ochratoxin A: General Overview and Actual Molecular Status. *Toxins*, 2:461-493.
41. Cawood, M.E., Gelderblom, W.C., Vleggaar, R., Behrend, Y., Thiel, P.G., Marasas, W.F., 1991. Isolation of the fumonisin mycotoxins: A quantitative approach, *Journal of Agricultural Food Chemicals*, 39:1958-1962.
42. Atasayar Sabuncuođlu, S., Baydar, T., Giray, B.,Şahin, G. 2008. Mikotoksinler: Toksik Etkileri, Degredasyonları, Oluşumlarının Önlenmesi ve Zararlı Etkilerinin Azaltılması. Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakülte Dergisi. 28:63-92.
43. Gelderblom, W.C.A., Jaskiewicz, W.F.O., Marasas, P.G., Thiel, R.M., Horak, R., Vleggar, N.P.J. Kriek, K. 1988. Fumonisins novel mycotoxins with cancer promoting activity produced by *Fusarium*. *Applied Environmental Microbiology*, 54: 1806.
44. Seefelder, W., Gossmann, M., Humpf, H.U. 2002. Analysis of Fumonisin B(1) in *Fusarium Proliferatum*-Infected Asparagus Spears and Garlic Bulbs from Germany by

- Liquid Chromatography-Electrospray Ionization Mass Spectrometry, Journal of Agricultural Food Chemicals 50: 2778.
45. Abdel-Wahhab, M.A., Hassan, A.M., Amer, H.A., Naguib, K.M. 2004. Prevention of Fumonisin- Induced Maternal and Developmental Toxicity in Rats by Certain Plant Extracts, Journal of Applied Toxicology. 24: 469.
 46. Doğan, A., Tuzcu, M. 2001. Fumonizinler. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 7:237-244.
 47. EHC. 2000. Environmental Health Criteria 219: fumonisin B1, International Programme on Chemical Safety (IPCS; UNEP, ILO and WHO). Eds. W.H.O. Marasas, J.D. Miller, Riley, R.T. and A. Visconti. WHO, Geneva. 150 pp.
 48. Fernández-Surumay, G., Osweiler, G.D., Yaeger, M.J., Hauck, C.C., Hendrich, S., Murphy, P.A. 2004. Glucose Reaction with Fumonisin B1 Partially Reduces its Toxicity in Swine, Journal Agricultural Food Chemicals. 52: 7732.
 49. Humpf, H.U., Voss, K.A. 2004. Effects of Thermal Food Processing on the Chemical Structure and Toxicity of Fumonisin Mycotoxins, Molecular Nutrition & Food Research. 48:255.
 50. Çevik, A. 2006. Ankara bölgesi kanatlı karma yemlerinde fumonisin B₁ varlığının araştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi.
 51. Soriano, J. M., Dragacci, S. 2004. Occurrence of fumonisins in food. Food Research International. 37:985-1000.
 52. Vural Köseoğlu, İ. 2008. Sarılop incir (*Ficus carica L.*) çeşidinin kurutulmuş meyvelerinde fumonisin varlığının araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Bornova/İZMİR.
 53. Norred, W.P., Voss, K.A., Riley, R.T., Meredith, F.I., Bacon, C.W., Merrill, A.H. 1998. Mycotoxins and health hazards: toxicological aspects and mechanism of action of fumonisins. Toxicological Sciences. 23:160 –164.
 54. Kabak, B., Var, I. 2006. Meyve suyu ve şaraplarda mikotoksin varlığı. Dünya Gıda Dergisi. 11:73-79.
 55. Kabak, B. 2007. Bazı Mikotoksinlerin Detoksifikasyonunda *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* Suşlarının Kullanımı. Adana Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği anabilim Dalı Doktora Tezi.
 56. Saber, S.M., Aboul-Nasr, M.B., and El-Maghraby, O.M.O. 1998. Contamination of pea (*Pisum sativum*) seeds by fungi and mycotoxins, African Journal of Mycology and Biotechnology, 6:53-64.

57. 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.
58. Zinedine, A., Soriano, J.M., Juan, C., Mojemmi, B., Moltó, J.C., Bouclouze, A., Cherrah, Y., Idrissi, L., El Aouad, R., Mañes, J. 2007. Incidence of ochratoxin A in rice and dried fruits from Rabat and Salé area, Morocco. *Food Additives and Contaminants*. 24:285-291.
59. Lombaert, G.A., Pellaers, P., Roscoe, V., Mankotia, M., Neil, R., Scott, P.M. 2003. Mycotoxins in infant cereal foods from the Canadian retail market. *Food Additives and Contaminants*. 20, 494-504.
60. Fadl-Allah, E., Stock, M., Goth, R., Bean, G. 1997. Production of fumonisins B₁, B₂, B₃ by *Fusarium proliferatum* isolated from rye grains. *Mycotoxin Research*, Vol 13.
61. Edwards, G. 2009. *Fusarium* mycotoxin content of UK organic and conventional barley. *Food Additives Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure Risk Assessment*, 26:1185–1190.
62. Malmauret, L., Parent-Massin, D., Hardy, J.L., Verger, P. 2002. Contaminants in organic and conventional foodstuffs in France. *Food Additives and Contaminants*. 19:524–532.
63. Anonim 2005. Türk Gıda Kodeksi. Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 10 Haziran 2005 tarih ve 25841 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
64. Yanmaz, R. 2001. Organik tarım ve Türkiye’de Organik Meyve ve Sebze Üretiminin Durumu. *Türk-Koop, Ekin Dergisi*. s 16.
65. http://www.tarimmerkezi.com/yazar_kose.php?hid=10834
66. Kuchler, F., Chandran, R., Ralston, K. 1996. The linkage between pesticide use and pesticide residues, *American Journal of Alternative Agriculture*. 11:161–167.
67. Mader, P., Fliessbach, A., Dubois, D. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*. 296:1694–1697.
68. Magkos, F., Avanti, F., and Zampelas, A., 2006, Organic Food: Buying More Safety or Just Peace of Mind? A Critical Review of the Literature, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46 (1):23–56.
69. Greene, C. 2001. Organic labeling, In *Economics of Food Labeling*, [E Golan, F Kuchler, L Mitchell, C Greene and A Jessup, editors], Washington, DC: USDA/Economic Research Service. pp: 26-29.
70. Gonzalez, M., Miglioranza, K.S., Aizpun de Moreno, J.E., Moreno, V.J. 2003. Occurrence and distribution of organochlorine pesticides (OCPs) in tomato (*Lycopersicon esculentum*) crops from organic production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51:1353–1359.

71. Trewavas, A. 2001. Urban myths of organic farming. *Nature*. 410:409–410.
72. Dewhurst, I.C. 2001. Toxicological assessment of biological pesticides. *Toxicology Letters*. 120:67–72.
73. Winter, C.K., Davis, S.F. 2006. Organic Foods. *Journal Of Food Science*. 71:117-124.
74. Fisher, B.E. 1999. Organic: What's in a name? *Environmental Health Perspect*. 107:A150–A153.
75. Pussemier, L., Larondelle, Y., Van Peteghem, C., Huyghebaert, A. 2006. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under Belgian conditions. *Food Control*. 17:14–21.
76. Lo, M., Matthews, D. 2002. Results of routine testing of organic food for agrochemical residues. In: Powell, J., Ed.. *UK Organic Research 2002: Proceedings of the Colloquium of Organic Researchers (COR) Conference*, Aberystwyth: Organic Centre Wales, Institute of Rural Sciences, University of Wales; pp: 61–64.
77. McGowan, R. 2003. *Victorian Produce Monitoring 2002–Results of Victorian Government Chemical Residue Testing of Fresh Produce*, Victoria: State Government of Victoria, Department of Primary Industries.
78. Bernard, A., Hermans, C., Broeckaert, F. 1999. Food contamination by PCBs and dioxins. *Nature*. 401:231–232.
79. Magkos, F., Arvaniti, F., Zampelas, A. 2003. Putting the safety of organic food into perspective. *Nutrition Research Reviews*. 16:211–221.
80. Kirchmann, H., Thorvaldsson, G. 2000. Challenging targets for future agriculture. *European Journal of Agronomy*. 12:145–161.
81. Jones, K.C., Symon, C.J., Johnston, A.E. 1987. Retrospective analysis of an archived soil collection. II. Cadmium. *Science of Total Environment*. 67:75– 89.
82. Linden, A., Andersson, K., Oskarsson, A. 2001. Cadmium in organic and conventional pig production. *Archives of Environmental Contaminants and Toxicology*. 40: 425–431.
83. Buttriss, J., Hughes, J. 2000. An update on copper: contribution of MAFF-funded research. *Nutritional Bulletin*. 25:271–280.
84. Hansen, B., Alroe, H.F., Kristensen, E.S., Wier, M. 2002. Assessment of food safety in organic farming, DARCOF Working Papers no: 52. Danish Research Centre for Organic Farming. [Unpublished] Available from URL: http://orgprints.org/206/1/Hansen_organic_food_safety.pdf
85. Woese, K., Lange, D., Boess, C., Bogl, K.W. 1997. A comparison of organically and conventionally grown foods—results of a review of the relevant literature. *Journal of Science of Food Agriculture*. 74:281–293.
86. Mattsson, J.L. 2000. Do pesticides reduce our total exposure to food borne toxicants? *Neurotoxicology*. 21:195–202.

87. Harborne, J.B. 1990. Role of secondary metabolites in chemical defence mechanisms in plants. *Ciba Foundation Symposium*. 154:126–134.
88. Ames, B.N., Profet, M., Gold, L.S. 1990. Nature's chemicals and synthetic chemicals: comparative toxicology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 87:7782– 7786.
89. Baxter, G.J., Graham, A.B., Lawrence, J.R. et al. Wiles D, Paterson JR. 2001. Salicylic acid in soups prepared from organically and non-organically grown vegetables. *European Journal Nutritional*. 40:289–292.
90. Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, D.M., Mitchell, A.E. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 51:1237– 1241.
91. Agrawal, A.A. 2000. Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interactions. *Current Opinion in Plant Biology*. 3:329–335.
92. Brandt, K., Molgaard, J.P. 2001. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of Science of Food and Agriculture*. 81:924–931.
93. Pell, A.N. 1997. Manure and microbes: Public and animal health problem? *Journal of Dairy Science*. 80:2673–2681.
94. Mukherjee, A., Speh, D., Dyck, E. and Diez-Gonzalez, F. 2004. Preharvest evaluation of coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers. *Journal of Food Protection*. 67: 894–900.
95. Johannessen, G.S., Froseth, R.B., Solemdal, L., Jarp, J., Wasteson, Y., Rorvik, L.M. 2004. Influence of bovine manure as fertilizer on the bacteriological quality of organic iceberg lettuce. *Journal of Applied Microbiology*. 96:787–94.
96. Eltun, R. 1996. The Apelsvoll cropping system experiment. III. Yield and grain quality of cereals Norwegian. *Journal of Agricultural Science*. 10:7–21.
97. Zwankhuizen, M.J., Govers, F., Zadoks, J.C. 1998. Development of potato late blight epidemics: Disease foci, disease gradients, and infection sources. *Phytopathology*. 88:754–763.
98. Schollenberger, M., Jara, H.T., Suchy, S. et al. 2002. *Fusarium* toxins in wheat flour collected in an area in southwest Germany. *Int. Journal of Food Microbiology*. 72:85–89.
99. Juan, C., Molto, J.C., Lino, C.M., Manes, C. 2008. Determination of ochratoxin A in organic and non-organic cereals and cereal products from Spain and Portugal. *Food chemistry*. 107:525-530.

100. Spadaro, D., Garibaldi, A., Gullino, M.L. 2008. Occurrence of patulin and its dietary intake through pear, peach, and apricot juices in Italy, *Food Additives and Contaminants*. 1:134-139.
101. Arino, A., Estopanan, G., Juan, T., Herrera, A. 2007. Estimation of dietary intakes of fumonisins B₁ and B₂ from conventional and organic corn. *Food control*. 18:1058-1062.
102. Cizerwiecki, L., Czajkowska, D., Witkowska, G.A. 2010. On ochratoxin A and fungal flora in Polish cereals from conventional and ecological farms. I. Occurrence of ochratoxin A and fungi in cereals in 1997. *Food Additives and Contaminants*. 19:470-477. 2002.
103. Roseanu, A., Jecu, L., Badea, M., Evans, R.W. Mycotoxins:An overview of their quantification. *Romanian Journal of Biochemistry*. 4:79-86.
104. Nielsen, K.F., Thrane, U. 2001. Fast methods for screening of trichothecenes in fungal cultures using gas chromatography-tandem mass spectrometry, *Journal of Chromatography. A*. 929:75–87.
105. De Saeger, S., Sibanda, L., Van Peteghem, C. 2003. Analysis of zearalenone and α -zearalenol in animal feed using high-performance liquid chromatography. *Analitica Chimica Acta*. 487:137–143.
106. Toscani, T., Moseriti, A., Dossena, A., Dall'Asta, C., Simoncini, N., Virgili, R. 2007. Determination of ochratoxin A in dry-cured meat products by a HPLC-FLD quantitative methods, *Journal of Chromatography. B*. 855: 242–248.
107. Var, I., Kabak, B., Özkarslı, M. 2004. Mikotoksin aranmasında kullanılan analiz yöntemleri. *Orlab on-line Mikrobiyoloji Dergisi*. 2004; 11:1-11. Available from URL: www.mikrobiyoloji.org/pdf/702041101.pdf
108. Binder, J., Richard, J.L., Zheng, M.Z. 2006. A review of rapid methods for the analysis of mycotoxins. *Mycopathologia*. 161: 261-273.
109. R-Biopharm AG, 1988. Darmstadt, GERMANY.
110. Akın, B., M.,Atlı, A. 2010. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örnek Alımı ve Hazırlanması:Gıda Mikrobiyolojisi. *Editör: Osman Erkmən*. 465-472.
111. Anonim, 2005. Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. *Editör: A.K. Halkman*. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara. s 176.
112. SAS, 1999. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
113. Jorgensen, K., Jacobsen, J. S. 2002. Occurrence of ochratoxin A in Danish wheat and rye, 1992–99. *Food Additives and Contaminants*, 19: 1184–1189.
114. Biffi, R., Munari, M., Dioguardi, L., Ballabio, C., Cattaneo, A., Galli, C.L., Restani, P. 2004. Ochratoxin A in conventional and organic cereal derivatives: a survey of the italian market 2001–02. *Food Additives and Contaminants*. 21:586–591.

115. Baydar, T., Engin, A.B., Girgin, G., Aydin, S., Sahin, G. 2005. Aflatoxin and Ochratoxin in various types of commonly consumed retail ground samples in Ankara, Turkey. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 12:193-197.
116. Martos, P.A., Thompson, W., Diaz, G.J. 2010. Multiresidue mycotoxin analysis in wheat, barley, oats, rye and maize grain by high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *World Mycotoxin Journal*. 3: 205-223.
117. Castella, G., Bragulat Rosa, M., Cabanes, J. 1999. Surveillance of fumonisins in maize-based feeds and cereals from Spain. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 47: 4707-4710.
118. Ibáñez-Vea, M., González-Peñas, E., Lizarraga, E., López de Cerain, A. 2011; (In press). Co-occurrence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in barley from a northern region of Spain. *Food Chemistry*. 132:35-42.
119. Mateo, E. M., Gil-Serna, J., Patiño, B., Jiménez, M. 2011. Aflatoxins and ochratoxin A in stored barley grain in Spain and impact of PCR-based strategies to assess the occurrence of aflatoxigenic and ochratoxigenic *Aspergillus* spp. *International Journal of Food Microbiology*. 149:118-126.
120. Ayalew, A., Fehrmann, H., Lepschy, J., Beck, R., Abate, D. 2006. Natural occurrence of mycotoxins in staple cereals from Ethiopia. *Mycopathologia*. 162: 57–63.
121. D'Arco, G., Fernández-Franzón, M., Font, G., Damiani, P., Mañes, J. 2009. Survey of fumonisins B₁, B₂ and B₃ in conventional and organic retail corn products in Spain and Italy and estimated dietary exposure. *Food Additives and Contaminants*. 2:146-153.
122. MacDonald, S., Wilson, P., Barnes, K., Damant, A., Massey, R., Mortby, E., Shepherd, M.J. 1999. Ochratoxin A in dried vine fruit: method development and survey. *Food Additives and Contaminants*. 16:253–260.
123. Miraglia, M., Brera, C. 2002. Assessment of dietary intake of ochratoxin A by the population of EU member states. Reports. on tasks for scientific cooperation. Reports of experts participating in SCOOP Task 3.2.7. Rome: Directorate-General Health and Consumer Protection;
124. 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*. 21:578–585.
125. Meyvacı, K.B., Altındışli, A., Aksoy, U., Eltem, R., Turgut, H., Arasiler, Z., Kartal, N. 2005. Ochratoxin A in sultanas from Turkey I: Survey of unprocessed sultanas from vineyards and packing-houses. *Food Additives and Contaminants*. 22:1138–1143.
126. Aksoy, U., Eltem, R., Meyvacı, K.B., Altindisli, A., Karabat, S. 2007. Five-year survey of ochratoxin A in processed sultanas from Turkey. *Food Additives and Contaminants*. 24: 292–296.

127. Möller, T.E., Nyberg, M. 2003. Ochratoxin A in raisins, & 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 and Contaminants*. 20:1072–1076.
128. Boyacıoğlu, D., Gönül, M. 1990. Survey of aflatoxin contamination of dried figs grown in Turkey in 1986. *Food Additives and Contaminants*. 7:235–237.
129. Zohri, A.A., Abdel-Gawad, K.M. 1993. Survey of mycoflora and mycotoxins of some dried fruits in Egypt. *Journal of Basic Microbiology*. 33:279–288.
130. Iamanaka, B.T., Taniwaki, M.H., Menezes, H.C., Vicente, E., Fungaro, M.H. 2005. Incidence of toxigenic fungi and ochratoxin A in dried fruits sold in Brazil. *Food Additives and Contaminants*. 22:1258–1263.
131. Apergi, E., Gardikis, J.P., Panagiotopoulou, V.-Y. 1998. Occurrence of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in imported goods in Greece during 1995. In: Miraglia M, Van Egmond H, Brera C, Gilbert J, editors. *Mycotoxins and phycotoxins– developments in chemistry, toxicology and food safety*. Fort Collins, CO: Alaken. pp 105–110.
132. Alghalibi, S.M.S., Shater, A.R.M. 2004. Mycoflora and mycotoxin contamination of some dried fruits in Yemen republic. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches*. 7:19-27.
133. Arıcı, M., Gümüş, T., Kara, F. 2004. The fate of ochratoxin A during the Pekmez production from moldy grapes. *Food Control*. 15:597–600.

6.0. EKLER

Ek 1: Hububat Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi

aflatoksin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	4	Bugday Misir arpa cavdar

Number of observations 60

Ek 1: Hububat Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

Dependent Variable: aflatoksin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1069.490646	356.496882	4.67	0.0055
Error	56	4270.853908	76.265248		
Corrected Total	59	5340.344555			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	aflatoksin Mean
0.200266	242.8995	8.732998	3.595313

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	3	1069.490646	356.496882	4.67	0.0055

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	3	1069.490646	356.496882	4.67	0.0055

Ek 1: Hububat Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for aflatoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	56
Error Mean Square	76.26525
Critical Value of t	2.00324
Least Significant Difference	6.4916
Harmonic Mean of Cell Sizes	14.52496

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gida
A	10.346	16	Misir
B	2.642	19	Bugday
B	0.000	13	arpa
B	0.000	12	cavdar

Ek 1: Hububat Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for aflatoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	56
Error Mean Square	76.26525
Harmonic Mean of Cell Sizes	14.52496

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4
Critical Range	6.492	6.829	7.051

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	10.346	16	Misir
B	2.642	19	Bugday
B	0.000	13	arpa
B	0.000	12	cavdar

Ek 2: Kuru Meyve Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistikî Analizi

aflatoksin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	6	Kayisi Uzum dut elma erik incir

Number of observations 84

Ek 2: Kuru Meyve Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistikî Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

Dependent Variable: aflatoksin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	5.0122327	1.0024465	0.32	0.8975
Error	78	241.7820009	3.0997692		
Corrected Total	83	246.7942336			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	aflatoksin Mean
0.020309	423.7574	1.760616	0.415477

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	5	5.01223269	1.00244654	0.32	0.8975

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	5	5.01223269	1.00244654	0.32	0.8975

Ek 2: Kuru Meyve Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistik Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for aflatoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	78
Error Mean Square	3.099769
Critical Value of t	1.99085
Least Significant Difference	1.7505
Harmonic Mean of Cell Sizes	8.019227

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gıda
A	0.6210	21	incir
A			
A	0.6158	26	Kayisi
A			
A	0.2658	22	Uzum
A			
A	0.0000	6	dut
A			
A	0.0000	4	erik
A			
A	0.0000	5	elma

Ek 2: Kuru Meyve Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for aflatoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 78
 Error Mean Square 3.099769
 Harmonic Mean of Cell Sizes 8.019227

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.750	1.842	1.902	1.947	1.981

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	0.6210	21	incir
A			
A	0.6158	26	Kayisi
A			
A	0.2658	22	Uzum
A			
A	0.0000	6	dut
A			
A	0.0000	4	erik
A			
A	0.0000	5	elma

Ek 3: Pekmez Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi

aflatoksin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	3	dutp incirp uzump

Number of observations 15

Ek 3: Pekmez Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

Dependent Variable: aflatoksin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	333.447410	166.723705	2.47	0.1265
Error	12	810.637120	67.553093		
Corrected Total	14	1144.084530			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	aflatoksin Mean
0.291453	186.3591	8.219069	4.410340

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	333.4474100	166.7237050	2.47	0.1265

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	333.4474100	166.7237050	2.47	0.1265

Ek 3: Pekmez Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for aflatoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	67.55309
Critical Value of t	2.17881
Least Significant Difference	13.156
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.705882

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gida
A	9.451	7	dutp
A			
A	0.000	2	incirp
A			
A	0.000	6	uzump

Ek 3: Pekmez Örneklerinde Aflatoksin Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

aflatoksin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for aflatoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	67.55309
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.705882

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	13.16	13.77

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	9.451	7	dutp
A			
A	0.000	2	incirp
A			
A	0.000	6	uzump

Ek 4: Hububat Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi

okratoksin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	3	Arpa Bugday Cavdar

Number of observations 112

Ek 4: Hububat Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

Dependent Variable: okratoksin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	312.781649	156.390824	15.81	<.0001
Error	109	1077.910811	9.889090		
Corrected Total	111	1390.692459			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	okratoksin Mean
0.224911	157.2894	3.144692	1.999304

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	312.7816486	156.3908243	15.81	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	312.7816486	156.3908243	15.81	<.0001

Ek 4: Hububat Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for okratoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	109
Error Mean Square	9.88909
Critical Value of t	1.98197
Least Significant Difference	1.774
Harmonic Mean of Cell Sizes	24.6872

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gıda
A	5.6008	19	Arpa
B	2.1099	18	Cavdar
B			
B	1.0604	75	Bugday

Ek 4: Hububat Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistik Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for okratoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	109
Error Mean Square	9.88909
Harmonic Mean of Cell Sizes	24.6872

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1.774	1.867

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	5.6008	19	Arpa
B	2.1099	18	Cavdar
B	1.0604	75	Bugday

Ek 5: Kuru Meyve Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi

okratoksin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	6	Dut Elma Erik Incir Kayisi Uzum

Number of observations 84

Ek 5: Kuru Meyve Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

Dependent Variable: okratoksin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	760.018828	152.003766	2.79	0.0229
Error	78	4256.740943	54.573602		
Corrected Total	83	5016.759770			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	okratoksin Mean
0.151496	248.7066	7.387395	2.970325

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	5	760.0188276	152.0037655	2.79	0.0229

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	5	760.0188276	152.0037655	2.79	0.0229

Ek 5: Kuru Meyve Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for okratoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	78
Error Mean Square	54.5736
Critical Value of t	1.99085
Least Significant Difference	7.3448
Harmonic Mean of Cell Sizes	8.019227

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gıda
A	9.618	5	Elma
A			
B A	6.108	26	Kayısı
B			
B	1.772	21	İncir
B			
B	0.660	6	Dut
B			
B	0.066	22	Uzum
B			
B	0.000	4	Erik

Ek 5: Kuru Meyve Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistik Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for okratoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 78
 Error Mean Square 54.5736
 Harmonic Mean of Cell Sizes 8.019227

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	7.345	7.728	7.982	8.167	8.311

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	9.618	5	Elma
A			
B A	6.108	26	Kayisi
B			
B	1.772	21	Incir
B			
B	0.660	6	Dut
B			
B	0.066	22	Uzum
B			
B	0.000	4	Erik

Ek 6: Pekmez Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiki Analizi

okratoksin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	3	dutp incirp uzump

Number of observations 15

Ek 6: Pekmez Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

Dependent Variable: okratoksin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	246.2514307	123.1257154	3.01	0.0870
Error	12	490.2811438	40.8567620		
Corrected Total	14	736.5325745			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	okratoksin Mean
0.334339	131.0094	6.391929	4.878987

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	246.2514307	123.1257154	3.01	0.0870

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	246.2514307	123.1257154	3.01	0.0870

Ek 6: Pekmez Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistik Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for okratoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	40.85676
Critical Value of t	2.17881
Least Significant Difference	10.231
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.705882

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gida
A	9.181	7	dutp
A			
A	1.486	6	uzump
A			
A	0.000	2	incirp

Ek 6: Pekmez Örneklerinde Okratoksin A Kontaminasyonu İstatistiki Analizi (Devam)

okratoksin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for okratoksin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	40.85676
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.705882

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	10.23	10.71

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	9.181	7	dutp
A			
A	1.486	6	uzump
A			
A	0.000	2	incirp

Ek 7: Hububat Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi

fumonisin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	4	Misir arpa bugday cavdar

Number of observations 135

Ek 7: Hububat Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

Dependent Variable: fumonisin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	23819824.46	7939941.49	559.71	<.0001
Error	131	1858339.07	14185.79		
Corrected Total	134	25678163.53			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	fumonisin Mean
0.927630	76.86158	119.1041	154.9593

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	3	23819824.46	7939941.49	559.71	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	3	23819824.46	7939941.49	559.71	<.0001

Ek 7: Hububat Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for fumonisin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	131
Error Mean Square	14185.79
Critical Value of t	1.97824
Least Significant Difference	71.249
Harmonic Mean of Cell Sizes	21.872

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gıda
A	1300.50	16	Misir
B	6.19	18	cavdar
B	0.00	82	bugday
B	0.00	19	arpa

Ek 7: Hububat Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for fumonisin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	131
Error Mean Square	14185.79
Harmonic Mean of Cell Sizes	21.872

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4
Critical Range	71.25	74.99	77.48

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	1300.50	16	Misir
B	6.19	18	cavdar
B	0.00	82	bugday
B	0.00	19	arpa

Ek 8: Kuru Meyve Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistik Analizi

fumonisin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	6	Dut Erik Incir Kayisi elma uzum

Number of observations 75

Ek 8: Kuru Meyve Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

Dependent Variable: fumonisin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	8135302.19	1627060.44	3.48	0.0073
Error	69	32240373.36	467251.79		
Corrected Total	74	40375675.55			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	fumonisin Mean
0.201490	109.9487	683.5582	621.7067

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	5	8135302.190	1627060.438	3.48	0.0073

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	5	8135302.190	1627060.438	3.48	0.0073

Ek 8: Kuru Meyve Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistik Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for fumonisin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 69
 Error Mean Square 467251.8
 Critical Value of t 1.99495
 Least Significant Difference 689.69
 Harmonic Mean of Cell Sizes 7.818768

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gıda
A	1624.8	4	Erik
B	784.1	19	Incir
B			
B	721.1	19	uzum
B			
C B	461.7	22	Kayisi
C B			
C B	228.8	6	Dut
C			
C	0.0	5	elma

Ek 8: Kuru Meyve Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for fumonisin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 69
 Error Mean Square 467251.8
 Harmonic Mean of Cell Sizes 7.818768

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	689.7	725.6	749.4	766.7	780.1

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	1624.8	4	Erik
B	784.1	19	Incir
B			
C B	721.1	19	uzum
C B			
C B	461.7	22	Kayisi
C B			
C B	228.8	6	Dut
C			
C	0.0	5	elma

Ek 9: Pekmez Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistikî Analizi

fumonisin

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
gida	3	dutp incirp uzump

Number of observations 15

Ek 9: Pekmez Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

Dependent Variable: fumonisin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1948684.338	974342.169	1.85	0.1996
Error	12	6325227.262	527102.272		
Corrected Total	14	8273911.600			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	fumonisin Mean
0.235522	69.48206	726.0181	1044.900

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	1948684.338	974342.169	1.85	0.1996

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gida	2	1948684.338	974342.169	1.85	0.1996

Ek 9: Pekmez Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistiksel Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for fumonisin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	527102.3
Critical Value of t	2.17881
Least Significant Difference	1162.1
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.705882

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	gıda
A	1696.0	2	incirp
A			
A	1239.8	6	uzump
A			
A	691.8	7	dutp

Ek 9: Pekmez Örneklerinde Fumonisin Kontaminasyonu İstatistik Analizi (Devam)

fumonisin

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for fumonisin

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	527102.3
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.705882

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1162	1216

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	gıda
A	1696.0	2	incirp
A			
A	1239.8	6	uzump
A			
A	691.8	7	dutp