

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**SARILOP İNCİR (*Ficus carica* L.) ÇEŞİDİNİN
KURUTULMUŞ MEYVELERİNDE FUMONİSİN
VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

İlknur VURAL KÖSOĞLU

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.01.01

Sunuş tarihi: 07/07/2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Uygun AKSOY

Bornova-İzmir

III

İlknur VURAL KÖSOĞLU tarafından **DOKTORA** tezi olarak sunulan “**Sarılop İncir (*Ficus carica L.*) Çeşidinin Kurutulmuş Meyvelerinde Fumonisin Varlığının Araştırılması**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve/...../2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı :

Raportör Üye :

Üye :

ÖZET**SARILOP İNCİR (*Ficus carica* L.) ÇEŞİDİNİN
KURUTULMUŞ MEYVELERİNDE FUMONİSİN
VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI****VURAL KÖSOĞLU, İlknur****Doktora Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı****Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Uygun AKSOY****Temmuz, 2008, 213 sayfa**

Fusarium incirde önemli kalite ve ürün kayıplarına neden olan endosepsisin (iç çürüklüğü) hastalık etmenidir ve Ege Bölgesi incir bahçelerinde yaygın olarak görülmektedir. Bu çalışmada ülkemiz incir yetiştiriciliğinde önemli bir paya sahip olan Sarılop incir çeşidinde Büyük ve Küçük Menderes Havzası'nı temsil eden hurda (H) ve kaliteli (A) kuru incir örneklerinde, *Fusarium* sp.'nin mikotoksinlerinden biri olan fumonisinin varlığı araştırılmıştır. İncir için analiz yöntemi modifiye edilmiş ve optimizasyon sağlanmıştır. Metanol/Acetonitril/Su (25/25/50) ekstraksiyonu, immunoaffinite kolonla ekstraktın temizlenmesi, metanol/asetik asit (99+1,v/v) elüsyonu aşamalarından geçirilen örneklerde fumonisin B1 ve B2 flouresan dedektörlü yüksek performanslı sıvı kromatografisi cihazı ile (HPLC) analiz edilmiştir. Analiz edilen 262 kuru incir örneğinin %66,7'sinde toksin tespit edilmiştir. Pozitif örneklerin %68'inde FB1 0,04-0,32 µg/g, %30,8'inde

VI

FB1+FB2 0,08-0,39 µg/g konsantrasyon aralığında bulunmuştur. Kaliteli incir sınıfına (A sınıfı) dahil olan örneklerin %70'nin, hurda sınıfına (H sınıfı) dahil olan örneklerin %62'sinin fumonisinle bulaşık olduğu ortaya konmuştur. Yıllar arasındaki farklılık önemli olmuştur. 2004 yılında toplanan örneklerde 0,21-0,40 µg/g konsantrasyon aralığında hiç örneğe rastlanmazken, 2005 yılında bu oran %39,5 olmuştur. Maksimum değerler ise 2004 yılında 0,21µg/g, 2005'te ise 0,39µg/g olarak tespit edilmiştir.

Metod optimizasyonu için yapılan çalışmalarda LOD (Limit of Detection) ve LOQ (Limit of Quantification) değerleri FB1 için sırasıyla 0,0176 ve 0,176 µg/g, FB2 için 0,0272 ve 0,272 µg/g olarak tespit edilmiştir. Geri kazanım oranları 0,25-2 µg/g spike aralığında FB1 için %84,8-103,9, FB2 için %79,2-96,0 arasında tespit edilmiştir. Bağlı standart sapma (RSD) FB1 için %17,24 ve FB2 için %8,25 bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Ficus carica*, kuru incir, *Fusarium* sp, fumonisin, iç çürüklüğü

ABSTRACT

**RESEARCH ON OCCURENCE OF FUMONISIN IN DRIED FIG
FRUITS OF SARILOP FIG (*Ficus carica* L.) VARIETY**

VURAL KÖSOĞLU, İlknur

PhD Thesis, in Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Uygun AKSOY

Temmuz, 2008, 213 pages

Fusarium is the agent causing endosepsis (internal rot) in fig fruits and is widely spread in fig orchards in the Aegean Region. The research aimed at determining fumonisin, one of *Fusarium* toxins occurrence in Sarılop (syn. Calimyrna) fruits of two different quality classes, cull (H) and Class A (A) collected from the Big and Small Meander Valleys. The analytical method is modified for dried figs and optimized. The extraction was done with Methanol/Acetonitrile/Water (25/25/50), clean-up with immuno affinity column and elution by methanol/acetic acid (99+1,v/v) and quantification was made by high performance liquid chromatography using a fluorescence detector. The occurrence of fumonisin was investigated in total of 262 dried fig samples. Fumonisin was detected in 175 samples representing 66,7% of the whole samples. In the 68,0% of positive samples FB1 ranged from 0,04-0,32 µg/g and in the 30,8% of positive samples FB1+FB2 ranged from 0,08-0,39 µg/g. The fumonisin contamination was detected in the 70% of Class A (A)

VIII

and 62% of cull (H) class of dried fig samples. Although the highest incidences of fumonisin positive samples were obtained within the range 0,21-0,40 $\mu\text{g/g}$ for 2005, there was no sample between this concentration for 2004. The maximum fumonisin concentration was 0,21 $\mu\text{g/g}$ in 2004, 0,39 $\mu\text{g/g}$ in 2005.

For method optimization determined LOD (Limit of Detection) and LOQ (Limit of Quantification) levels for FB1 were 0,0176, 0,176 $\mu\text{g/g}$ and for FB2 were 0,0272, 0,272 $\mu\text{g/g}$, respectively. The recoveries for FB1 and FB2 spiked in the ranges of 0,25-2 $\mu\text{g/g}$ were 84,8%-103,9%, and 79,2%-96,0%, respectively, with average relative standard deviations 17,24 % and 8,25%

Keywords: *Ficus carica*, fig, *Fusarium* sp, endosepsis, fumonisin, internal rot.

IX

TEŞEKKÜR

Adnan Menderes Üniversitesi'nde başlayıp Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında sona eren bu yolculukta bilgisi ve ilgisiyle yol gösterici, destekleyici, yüreklendirici ve bu çalışmanın bilimsel bir kimlik kazanmasında en önemli paya sahip olan değerli hocam Prof. Dr. Uygun AKSOY'a,

Sağladıkları özgür çalışma ortamı ve gösterdikleri anlayıştan dolayı Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü Müdürü Ramazan ÖZKAN ve Müdür yardımcısı Kamil KÜÇÜKYILMAZ'a,

Fumonisin analizlerinin yapılması aşamasında labratuvar kapılarını ardına kadar açarak bu çalışmanın sonuçlanmasında büyük emekleri olan, gösterdikleri sabır ve ilgiden dolayı Aydın Ticaret Borsası Toksin Laboratuvarı Müdürü Ülkü ÜLKEN ve laboratuvar şefi Rahşan PEHLİVAN ve diğer tüm çalışanlarına,

Örneklerin toplanmasında, analizlerin yapılmasında, istatistik analizin yapılması ve yorumlanmasında yol arkadaşlarım Ramazan KONAK ve Nilgün TAN'a ve diğer enstitü çalışanlarına,

Verdikleri teknik destekle yolumu çizmemde destek olan Deryalar Analitik ve Endüstriyel Ürünler Ltd. Şti.'den Sayın Işıl AKŞAHİN'e,

Çalışmaya maddi olarak destek olan TÜBİTAK'a ve kuru incir örneklerinin temin edildiği Tariş İncir Tarım Satış Kooperatifleri Birliğine,

Her zaman olduğu gibi bu çalışma esnasında gösterdiği destek ve anlayışla beni bir kez daha yanıltmayan sevgili eşim Mustafa KÖSOĞLU'na,

X

Örnek toplama ve analizlerin bir bölümünün yapılması aşamasında benimle birlikte varlığını hissettirmeden yolculuk yapan, süt saatlerini bu çalışma ile paylaşan canım oğlum Murathan KÖSOĞLU'na,

Varlıkları ile var olduğum sevgili anneme ve babama, TEŞEKKÜR
EDERİM.

İÇİNDEKİLER**Sayfa No**

ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
ÇİZELGELER DİZİNİ	XVI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	11
2.1. Mikotoksinler	11
2.1.1. Mikotoksinlerin Ortak Özellikleri.....	16
2.1.2. Önemli Mikotoksigenik Funguslar ve Mikotoksinleri	18
2.1.3. Meyve ve Sebzelerde Mikotoksinler.....	21
2.1.4. Mikotoksinlerin Besin Zincirinde Oluşumları ve Kontrolü.....	24
2.1.5. Mikotoksinlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	29
2.2. Fusarium.....	31
2.2.1. İncirde <i>Fusarium</i> spp.	34
2.3. Fumonisin.....	41
2.3.1. Biyosentezi, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	42
2.3.2. Toksin Metabolizması	44
2.3.3. Fumonisin Oluşumunda Etkili Olan Faktörler	46
2.3.4. Fumonisinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	50

XII

2.3.5. Farklı Ürünlerde Fumonisin Oluşumu	54
2.3.6. Yemlerde Fumonisin Oluşumu	59
2.3.7. Fumonisinlerin Parçalanmasını Sağlayan Uygulamalar	60
2.3.8. Fumonisinin Görülme Sıklığı ve Sınır Değerler	61
2.3.9. Fumonisin Analizi.....	66
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	79
3.1. Materyal.....	79
3.1.1. Bitki Materyali	79
3.1.2. Fumonisinin Kantitatif Olarak Saptanmasında Kullanılan Ekipman.....	84
3.1.3. Fumonisin Analizi için Gerekli Olan Ayıraçlar, Çözeltiler ve Diğer Kimyasallar.....	85
3.2. Yöntem.....	87
3.2.1. Meyve Kalite Parametreleri	87
3.2.2. Fumonisin Analizi.....	92
3.2.3. Geri Kazanım Denemeleri	95
3.2.4. En Düşük Gözlem (LOD) ve Raporlama Limitlerinin Belirlenmesi (LOQ).....	96
3.2.5. İstatistik Analiz	97
4. BULGULAR.....	98
4.1. Araştırma Bölgesi-İklim Verileri.....	98
4.2. Kuru İncir Meyvelerinin Kalite Özellikleri	102
4.3. Fumonisin	106
4.3.1. İncirde Fumonisin Analiz Yönteminin Optimizasyonu ...	107
4.3.2. Fumonisin Oluşumu.....	112
4.4. Meyve Kalitesi ve Fumonisin İlişkisi	119

XIII

5. TARTIŞMA	122
5.1. Yıllar Arası Fark	122
5.2. Kooperatifler Arası Fark	126
5.3. Kalite Sınıfları Arasındaki Fark	127
5.4. Meyve Kalite Kriterleri ile Fumonisin İlişkisi	130
5.5. Metod Optimizasyonu	132
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	136
KAYNAKLAR DİZİNİ	139
EKLER.....	166
ÖZGEÇMİŞ	213

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa No</u>
1.1. Sağlıklı ilek meyveleri ve üzerlerindeki ilek arıcığı <i>Blastophaga psenes</i>	4
1.2. İlek meyvesi ve polen yüklü <i>Blastophaga psenes</i>	5
1.3. İlekleme olgunluğuna gelmiş dişi incir meyvesi ve <i>Blastophaga psenes</i>	5
1.4. Dişi incir meyvelerine filelerde asılmak üzere hazırlanmış ilek meyveleri	6
2.1. Pieter Bruegel'in St. Anthony'nun Ateşi hastalığını konu alan "Dilenciler" isimli tablosunun bir bölümü (CAST, 2003).....	12
2.2. <i>F. verticillioides</i> 'e ait üreme yapıları (a) koloni, (b) makrokonidia, (c) mikrokonidialar (http://www.pf.chiba-u.ac)	32
2.3. (a) Hastalıklı ve sağlıklı ilek meyvelerin dış görünüşü, (b) sağlam ilek meyvesi, (c) hastalıklı ilek meyvesi.....	36
2.4. Taze Sarılop meyvelerinde İç Çürüklüğü belirtileri a) Dış görünüş, b) İç görünüş, c) İleri safha	38
2.5. Buruklaşmış meyvelerde İç Çürüklüğü belirtileri a) Sağlam meyve, b) Hastalıklı meyve, c) Hasta ve sağlam meyvenin iç görünüşü.....	39
2.6. Erkek ve dişi incir meyvesinde iç çürüklüğü etmeninin hayat döngüsü ve gelişimi (Michailides, 1997'den modifiye edilmiştir)..	40
2.7. Fumonisinlerin kimyasal yapısı (Soriano, 2004).....	43
2.8. Fumonisinlerin Toksin Metabilizması , : Fumonisinler tarafından engellenen bölge (Soriana, 2005).	45

3.1. Kuru incir meyvelerinde güneş yanıklığı hasarı. (a): Güneş yanıklığının ağaçta başlaması (b): 1/3'den fazlası güneş yanıklığı zararlı olan meyveler.....	88
3.2. Çatlak (a ve b) ve kuş yeniği (c) hasarı olan kuru incir	89
3.3. Duyusal olarak oluşturulan kuru incir renk sınıfları	90
3.4. Kimyasal analizler için örneğin hazırlanması. (a) Paçal partinin iyice karıştırılması, (b) parçalama, (c) ezme haline getirme.....	91
3.5. Immunoaffinity kolon (IAC) çalışma prensibi.....	93
4.1. Erkek ve dişi incir ağacı ile hastalık etmeninin gelişme dönemleri arasındaki ilişki ve kritik dönemler.....	100
4.2. Araştırmada kullanılan örneklerin temin edildikleri Tariş İncir Tarım Satış Kooperatiflerine göre dağılımı	102
4.3. 2004 ve 2005 yıllarında farklı kalite sınıflarına ait örneklerde FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin minimum ve maksimum değerleri	118
4.4. 2004 ve 2005 yıllarında farklı kalite sınıflarında meydana gelen ortalama fumonisin değerleri	119

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa No</u>
1.1. Aydın ilinde ilçeler bazında incir üretim alanları (da).....	2
2.1. Bazı mikotoksinler ve bunları üreten funguslar.....	18
2.2. Farklı ülkelerden toplanan mısır örneklerinde fumonisin miktarları (Munkvold,1997).....	64
2.3. Avrupa Birliği Komisyon kararı gereğince ile FB1+FB2 maksimum düzeyleri.....	66
2.4. Fumonisin B1 ve B2 için EC 401/2006'ya göre belirlenmiş performans ölçütleri (http://europa.eu.int).....	78
3.1. 2004 ve 2005 yıllarında Tariş İncir Tarım Satış Kooperatiflerinin alım yaptıkları incir miktarları.....	82
3.2. Çalışma materyalinin temin edildiği kooperatifler ve kalite sınıflarına ait miktarlar.....	83
3.3. Fumonisin B1 ve B2 kalibrasyonu için çalışma solüsyonlarının hazırlanması.....	87
3.4. Geri kazanım çalışmaları için solüsyonların hazırlanması aşamasında ana stoktan alınan miktarlar ve spike edilen konsantrasyonlar.....	96
4.1. 2004 ve 2005 üretim sezonunda dönemlere ait ortalama iklimsel veriler.....	101
4.2. A Sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde kooperatiflere göre meyve kalitesi ile ilgili ortalama veriler.....	104
4.3. A Sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde yıllara göre meyve kalitesi ile ilgili ortalama veriler.....	105

XVII

4.4. Hurda sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde meyve kalitesinin kooperatiflere göre değerlendirilmesi	106
4.5. Hurda sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde meyve kalitesinin yıllara göre değerlendirilmesi	106
4.6. Farklı oranlardaki ekstraksiyon solventinin geri kazanım oranı üzerine etkisi	107
4.7. Saflaştırma prosedürünün geri kazanım oranı üzerine olan etkisi .	108
4.8. Kuru incirde optimize edilen fumonisin analiz yönteminde geri alma performansı	109
4.9. Kuru incirde optimize edilen fumonisin analiz yönteminin standart sapma ve % bağıl standart sapma değeri.....	110
4.10. Kuru incirde optimize edilen fumonisin analiz yönteminin en düşük gözlem (LOD) ve raporlama limitleri (LOQ)	111
4.11. A sınıfı ve hurda sınıfında tespit edilen pozitif örnek sayıları	113
4.12. Kooperatiflere göre 2004 ve 2005 üretim sezonuna ait toplam (Hurda+A sınıfı) fumonisin pozitif örnek sayıları	113
4.13. Yıllara göre farklı konsantrasyon aralıklarında FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin belirlendiği örnek sayıları ve yüzde oranları	115
4.14. 2004 yıllarına ait farklı kooperatiflerden alınan kuru incir örneklerinde FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin bulunduğu konsantrasyon aralıkları, ortalama ve medyan değerleri.....	116
4.15. 2005 yıllarına ait farklı kooperatiflerden alınan kuru incir örneklerinde FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin bulunduğu konsantrasyon aralıkları, ortalama ve medyan değerleri.....	117
4.16. İstatistik analiz sonuçları.....	120
4.17. Korelasyon analizi sonuçları.....	121

XVIII

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACN	acetonitrile
ALT	altenuene
AME	alternariol monomethyl ether
AOH	alternariol
ATXI	altertoxins
ATA	alimentary toxic aleukia
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
aw	water acvity
DAS	diacetoxyscirpenol
ELEM	equine leukoencephalomalacia
EHC	Environmental Health Criteria
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
FB1	fumonisin B1
FB2	fumonisin B2
HPLC	high performance liquid chromatography
HACCP	hazard analysis and critical control points
IARC	International Agency for Research on Cancer
IAC	immunoaffinity column
IMA	immunoaffinity column
LC	liquid chromatography
LC/MS	liquid chromatography/mass spectrometry
LOD	limit of detection
LOQ	limit of quantification

XIX

MEC	2-mercaptoethanol
NOAEL	no observed adverse effect levels
NBD-F	4-fluoro-7-nitrobenzofurazan
OPA	<i>ortho</i> -phthalaldehyde
OTA	okratoksin A
PPE	porcine pulmonary edema
RAD	radicinin
PBS	phosphate buffered saline
RSD	relative standart deviation
SAX	strong anion exchange
SCOOP	scientific cooperation task reports
TA	tenuazonic acid
T2	Trichothecene 2
TLC	thin-layer chromatography
ZEA	zearalenone
WHO	World Health Organization

1. GİRİŞ

Geçmişi insanlık tarihi kadar eski olan, üç kutsal kitapta da hakkında ayetler bulunan ve kutsal meyve olarak kabul edilen incir meyvesi; meyve yapısının özelliği, dölllenme biyolojisindeki akıl almaz sınırları ve mükemmel besin içeriği ile günümüze kadar insanoğlunun ilgisini çekmekte haklı sebeplere sahip olmuştur.

İncir bitkisi, bitkiler aleminin *Urticales* takımından, *Moraceae* familyasının *Ficus* L. cinsine aittir. Bu cinse ait olan en önemli tür *Ficus carica* L.'dir. Suptropik ve ılıman iklim kuşağındaki ülkelerde yetiştiriciliği yapılan incirin gen merkezi Anadolu'dur. Ülkemizde Doğu Anadolu bölgesi hariç hemen her bölgede incir ağacına rastlanır. Üstün kalitede kurutmalık incir yetiştiriciliği, Sarılop incir çeşidiyle kurutma dönemindeki ekolojik şartların uygun olması nedeniyle Büyük ve Küçük Menderes Havza'larını içine alan bölgede gerçekleştirilir. Bölgenin önemli üretim alanları Büyük Menderes Havza'sında Sarayköy, Buharkent, Kuyucak, Köşk, Bozdoğan, Nazilli, Sultanhisar, Aydın, İncirliova, Ortaklar, Germencik, Söke, Küçük Menderes Havza'sında ise Ödemiş, Tire, Bayındır, Torbalı ve Selçuk'tur. Bu bölge ülkemiz toplam incir ağaç varlığının %70'ine yakın bir bölümünü kapsamaktadır Dünya kuru incir üretiminin yaklaşık olarak %60'nı Türkiye, bunun da % 85'ini Aydın ili karşılamaktadır (Aksoy, 1990a). İl genelinde gerek kapladığı alan, gerekse sahip oldukları ağaç sayıları bakımından Nazilli, Germencik, Bozdoğan, İncirliova, Köşk, Sultanhisar ilk sıralarda yer almaktadır (Çizelge 1.1) (Anonim, 2007).

Çizelge 1.1. Aydın ilinde ilçeler bazında incir üretim alanları (da)

Nazilli	92.000
Germencik	88.020
Bozdoğan	53.000
İncirliova	38.000
Köşk	24.500
Sultanhisar	23.085
Aydın-merkez	22.295
Kuyucak	16.800
Buharkent	13.000
Yenipazar	5.500
Karacasu	4.000
Kocanlı	2.200
Söke	2.182
Kuşadası	1.443
Karpuzlu	210
Didim	135
Çine	92
Toplam	386.462

(Aydın Tarım İl Müdürlüğü, 2007)

Kışları ılık ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen, yıllık ortalama sıcaklığın $18-20C^0$, ortalama yıllık yağışın 625mm olduğu, en düşük sıcaklığın $-10C^0$ 'nin altına düşmediği bölgelerde ekonomik anlamda incir yetiştiriciliği yapılabilir. Kuru incir yetiştiriciliğinde ise yağışların Kasım-Mayıs aylarında olması istenirken, hasat ve kurutma periyodu olan Temmuz-Eylül aylarında yağışsız bir dönem arzu edilir. Yüksek bağıl nem meyvede bozulmaya, kalitenin düşmesine neden olur. Meyve olgunlaşma ve kurutma döneminde hava bağıl neminin %40-45 arasında olması arzu edilir. Bu şartlarda meyveler şeker ve aromaca istenen özelliklere sahip olurken, ağaç üzerinde buruklaşma ve sergide kuruma hızlı bir şekilde gerçekleşir.

Büyük ve Küçük Menderes Havza'sında etkili olan rüzgar sistemleri kaliteli kurutmalık incir yetiştiriciliğinin burada sınırlı kalmasında en önemli rolü üstlenmiştir. Kuzeyden esen ve "gümüşkanat" adı verilen poyraz, incirlerin olgunlaşması ve kuruması için çok önemlidir ve öğleden önce eser. Batıdan esen nemli deniz rüzgârına "imbat" ismi verilir ve öğleden sonra başlar, meyvenin irileşmesi ve ince kabuklu olmasında rol oynarken bu iki rüzgârın nöbetleşe esmesi arzu edilir (Duyar, 1997).

İncir dölllenme biyolojisi açısından diğer meyve türlerinden oldukça farklıdır. İncir, dişi ve erkek çiçeklerin ayrı ağaçlarda meydana geldiği dioik bir bitkidir. İlek arıcığı, *Blastophaga psenes*, bir yıl içersinde erkek ağaçlarda birbirini izleyen yaz meyvesi ebe, kış meyvesi boğa ve ilkbahar meyvesi ilek içersinde hayat döngüsünü tamamlar (Şekil 1.1., Şekil 1.2.) Arıcığın hayat döngüsü erkek incir meyvesi içersinde tamamlanırken bu meyveler içersindeki polenlerin olgunlaşma süreci de bu döngüyle kusursuz bir biçimde uyum gösterir. Arıcığın yumurtalarını bırakmak için diğer bir meyveye geçme zamanı ile ayrılacağı meyvenin polen olgunluk zamanı birbiri ile çakışır. Böylece arıcık, polenleri de beraberinde diğer meyveye taşımış olur (Şekil 1.3.). Arıcığın dış çevre ile olan tek bağlantısı böylece gerçekleşir. Hastalık etmenlerinin incir meyvesi içersine girişi de bu kısa yolculuk esnasında havadan, meyvelerden, yapraklardan, dallardan arıcığın üzerine bulaşması ile gerçekleşir. Arıcık, Haziran'ın ilk haftalarında olgunlaşan ilek meyvelerinden ebe meyvelerine geçmeye hazırlanırken bu meyveler erkek ağaçlardan toplanarak dişi ağaçlara üzerine asılır (Şekil1.4.).

Böylece yapay olarak dişi ağaçlara getirilmiş olan ilek meyvelerinden çıkan polen yüklü arıcıklar dişi meyvelere girerek dölleme olayını gerçekleştirmiş olurlar. Bu olay ilekleme olarak bilinir. İlekleme dönemindeki ekolojik faktörler-sıcaklık, yağış, rüzgar- ilek meyvesinin kalitesi, atılacak ilek miktarı kuru incir yetiştiriciliğinde verim ve kalite açısından önemli bir yer tutmaktadır.



Şekil 1.1. Sağlıklı ilek meyveleri ve üzerlerindeki ilek arıcığı
Blastophaga psenes



Şekil 1.2. İlek meyvesi ve polen yüklü *Blastophaga psenes*



Şekil 1.3. İlekleme olgunluğuna gelmiş dişi incir meyvesi ve *Blastophaga psenes*



Şekil 1.4. Dişi incir meyvelerine filelerde asılmak üzere hazırlanmış ilek meyveleri

Sarılop kurutmalık incir çeşidinin kuru meyve renginin beyaza yakın sarı, küçük çekirdekli, nem oranının %22-24, şeker oranının %50-55 civarında ve ince kabuklu olması kalite açısından bir avantaj oluşturmaktadır. Büyük ve Küçük Menderes Havza'sında Aydın ve İzmir illerini içine alan bölgede optimum iklim isteği karşılanmaktadır. Sarılop çeşidinde ağaç 7-8 m yükseklik ve 8-9 metre genişlikte olup seyrek dallanma gösteren, gelişme hızı orta, büyüme hızı yüksektir. Yaprakları

iri ve çok derin dilimli genellikle beş parçalıdır. Ürün verebilmesi için mutlak dölllenme ihtiyacı gösteren çeşitte ileklemede yapılan hatalar, ilekleme dönemindeki aşırı sıcak, soğuk, yağmur ve rüzgarlar döllenmeyi olumsuz yönde etkileyebilir. Meyveleri çok iyi görünüşlü, tatlı hissedilebilir bir aromaya sahiptir. Taze meyve ağırlığı ortalama 65-70gr, meyve çapı 55-60 mm'dir. Meyve iriliği ortanın üstü irilikte yuvarlak ve basıkça şekillidir. İlk olgunlaşma yörede Temmuz sonu, Ağustos başında başlar Eylül sonu tamamlanır. Hasat süresi 40-45 gündür (Aksoy, 1981, Kabasakal, 1983). Meyve kabuğu orta derecede dayanıklı olup, kolay soyulur. Ancak bazen bir miktar kabuk ostiole yakın kısımda soyulmadan kalır. Meyve kabuk kalınlığı ortalama 1,17-1,03 mm, kabuk rengi sarı, et rengi beyaz-sarı, meyve iç rengi amber ile sarı arasındadır. Meyvede çekirdek orta miktarda ve orta iriliktir. Meyve iç boşluğu yoktur. Ostiol açıklığı belirgindir. Meyve olgunluğu döneminde serin hava, yüksek nem ve yağışlar meyvelerde yarılmaya neden olur. Bir çok faktöre bağlı olmakla birlikte taze meyvede ortalama toplam suda eriyebilir madde %20-22, titre edilebilir asit % 0,13, toplam kuru madde %23-24, kuru incir meyvelerinde toplam suda eriyebilir madde miktarı %55,5, titre edilebilir asit (sitrik asit cinsinden) % 0.48, kuru madde %78 civarındadır (Aksoy ve ark., 1987, Aksoy ve ark. 1991).

Kuru incir kalitesine, olgunlaşma, hasat ve kurutma esnasında maruz kaldığı birçok şart etkilidir. Ağaç üzerinde olgunlaşmaya devam eden incirler yaklaşık olarak %30-50 neme ulaştığında “*buruk*” olarak nitelendirilen aşamada kendiliğinden yere düşer. Yere düşen meyveler toplanır ve nemin %18-20 civarına düşmesini sağlamak için kurutma

kerevetlerine konur, hava şartlarına bağlı olarak 4-5 gün içersinde kuruma gerçekleşir. Hasat ve kurutma esnasında yaşanacak nemli hava şartları, meyvelerin toprak üzerinde ve kerevetlerde kalma sresinin uzaması, kurutma esnasında toprakla olan temasın kesilmemesi, gece kerevetlerin üzerlerinin kapatılmaması, hurda incirlerle iyi incirlerin aynı hasat ve kurutma işleminde ayrılmaması, tam kuruma sağlanmadan depolama gibi faktörler kalite kayıplarını önemli derecede arttırmaktadır.

Sarılop eşidi, kuru meyve kalitesi nedeniyle üretici ülkeler arasında en iyi meyve özelliklerine sahip çeşit olarak bilinmesine rağmen mikotoksinler yüzünden bir numaralı ihracatçı ülke konumunda olan Türkiye, ihracat kanalında 1980’li yılların sonundan itibaren ciddi problemler yaşamaktadır (Aksoy and Nagler, 1989).

İncir meyvesi gerek yüksek karbonhidrat içeriği, gerekse ilk olgunlaşma (0.91-0.97 aw) ve buruk meyve dönemindeki (0.80-0.89 aw) yüksek su aktivitesi ile mikotoksin oluşumu için uygun bir substrattır. Olgunlaşma, hasat ve kurutma dönemi boyunca üretim bölgelerinde ortalama sıcaklık 27-30°C’dir ve bu sıcaklıklar da bazı mikotoksinlerin gelişimi için çok uygundur (zay ve Alperden, 1991). Ekonomik kayıpların yanında, mikotoksinlerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri incir meyvesinde mikotoksin çalışmalarının önemini gittikçe arttırmaktadır. İlk kez 1973 yılında, Türkiye’den ihraç edilen kuru incirlerin Danimarka’da yapılan analizlerinde 938 ppb düzeylerinde aflatoksine rastlanması sorunun o günlerde çok boyutlu olarak ele alınmasını ve çalışılmasını zorunlu kılmıştır (Demir ve ark., 1991). Kuru

incirle ilgili olarak 1980'li yılların başlarında yaşanmaya başlanan aflatoksin ve ardından 90'lı yıllarda okratoksin sorununun çözümüne yönelik bir çok araştırma yapılmıştır (Aksoy, 1990b, Aksoy, 2000, Şahin 2003). Demir ve ark. (1991) sergi, üretici deposu ve bahçeden alınan 282 kuru incir örneğinden 16 örnekte iz-62.9 ppb arasında değişen miktarlarda okratoksin A (OTA) bulunmuştur. Özay ve Alperden, (1991) bahçe ve işletmelerden alınan 103 örnekte OTA düzeyinin 5.20-8.80 ppb arasında değiştiğini ve bulunma sıklığının %3 olduğunu belirtmişlerdir. Aksoy ve ark. (2003) 1999-2001 yılları arasında 238 kuru incir örneğinde okratoksin A varlığını araştırdıkları çalışmalarında örneklerin %38.2'sinin 2-10 ppb arasında değişen düzeylerde, 3 örnekte de 1000 ppb'nin üzerinde OTA saptanmıştır.

Fumonisin oldukça yeni bulunmasına rağmen insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeni ile gündemde olan bir mikotoksindir. İlk olarak 1988 yılında bulunan fumonisin hayvan ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri konusunda günümüzde tahıllar başta olmak üzere tüm dünyada ve Avrupa Birliği ülkelerinde çok sayıda araştırma yürütülmektedir. İncirde *Fusarium* yaygın olarak bulunmakta ve iç çürüklüğüne (endosepsis) neden olmaktadır. Kuru incir *Fusarium*'un yaygın bulunması nedeni ile riskli ürünlerden biri olarak ele alınabilir. Son yıllarda yurt dışında yapılan bazı ön çalışmalarda incirde fumonisine rastlandığı bildirilmektedir (Moretti ve Ark, 2000).

Araştırmanın hedefi, halen dünya üretim ve ticaretinde % 60'ın üzerinde paya sahip olan ülkemizde 1980'li yıllardan itibaren

yaşanmakta olan aflatoksin, yeni başlayan okratoksin-A sorunu yanında fumonisin riskinin bulunup bulunmadığını ortaya koymaktır. Mikotoksinler konusunda ülkemizde yapılan çalışmaların yaygın olmaması ve incirde fumonisin oluşumu konusunda ilk çalışma olması, çalışmanın önemini ve önceliğini ortaya koymaktadır. Araştırma, kuru incirde fumonisin analiz yönteminin optimize edilerek kuru incir yetiştiriciliğinin yapıldığı Büyük ve Küçük Menderes Havzası (Aydın-İzmir)'nı temsil eden hurda ve kaliteli incir örneklerinde fumonisin analizinin yapılarak mikotoksinin varlığı, varsa bulunma sıklığı ve düzeyi hakkında bilgilerin elde edilmesine yönelik planlanmıştır. Mikotoksin oluşumunda substratın ve çevre koşullarının önemli rolü olduğu düşünüldüğünde her üründeki riskin ayrı ayrı değerlendirilmesi zorunludur. Hurda ve kaliteli incirlerin ayrı ayrı örneklenip analiz edilme nedeni, *Fusarium* spp.'nin dişi incir meyvelerinde yarattığı iç çürüklüğü sonucunda ortaya çıkabilecek kalite kaybının mikotoksin oluşumu ile ilişkisini araştırmaya yöneliktir. Elde edilen veriler, sorunun ortaya çıkışına göre riskin değerlendirilmesine ve yeni çalışmaların planlanmasına temel veri teşkil edecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Mikotoksinler

Değişen günümüz şartlarında güvenilir besinlere ulaşma ve bunların tüketilebilmesi için ulusal ve uluslar arası düzeyde karşımıza çıkan önemli sorunlardan birini mikotoksinler oluşturmaktadır. Bilinçsiz kullanılan kimyasalların güvenliği büyük ölçüde tehdit ettiği tartışılmaz bir gerçektir. Bunun yanında 1960'lı yıllardan beri tartışılabilen fungus (mikotoksin) ve alg toksinleri (fikotoksin) ile son yıllarda tartışılan bitki toksinleri (fitotoksin) doğal bulaşanlar adı altında literatürde yerini almıştır. Mikotoksinler, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu'nun (FAO) istatistiklerine göre tarımsal üretimin %25'ini tehdit eden en zararlı doğal kirleticilerdir (CAST, 2003).

Mikotoksinlerin insan ve hayvan sağlığı üzerinde ne denli olumsuz etkilerinin olduğu veya olabileceği konusundaki bilgiler, bilimin ilerleyişine paralel olarak artmış ve ortaya çıkan riskler bazı sınır değerlerin koyulmasını zorunlu kılmıştır. İlk limitler, 1960'lı yıllarda gelmiş ve 2003 yılına kadar toplam 100 ülkede gıdalarda ve hayvan yemlerinde limitler getirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır (CAST, 2003).

Ortaçağda mikotoksinlerin neden olduğu “St Anthony's fire” (St Anthony'nun ateşi) adlı hastalık Avrupa'da ilk tanınan hastalıklar arasındadır ve *Claviceps purpurea* fungusu tarafından üretilen ergot

alkoloitleri ile bulaşmış çavdarın tüketilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Kol ve bacaklarda şişme ve yanmalarla başlayan ve bu organlarda kangrene neden olan hastalık, birçok hacıyı çare olması umuduyla Fransa’da bulunan St Anthony tapınağına getirmiştir. Öyle ki dönem ressamlarından 1525-1569 yılları arasında yaşamış Pieter Bruegel’de “*Dilenciler*” isimli tablosunda bunu anlatmıştır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Pieter Bruegel’in St. Anthony’nun Ateşi hastalığını konu alan “*Dilenciler*” isimli tablosunun bir bölümü (CAST, 2003).

1900’lü yıllardan önce İtalyan araştırmacılar küflü mısırların tüketilmesinin çocuklarda hastalık yaptığına dair kanıtlara rastlamışlardır. O yıllarda küflerin hastalık yaptığı bulunmuş fakat maddeyi izole etme şansı olmadığı için bilgiler bu düzeyde kalmıştır. 1950’li yılların başlarında Amerika’da mısır tarlalarında otlayan yüzlerce yaban domuzunun hastalanıp ölmesi, veteriner ve mikologları bir araya

getirmiş, sadece küfler izole edilmiş ve hastalık yapan küfler ortaya konmuştur. Küflü tahıllarla beslenmenin olumsuz etkileri çok uzun yıllardır bilinmesine rağmen sorunun mikotoksin olduğu 1961 senesinde tam anlamıyla teşhis edilmiştir. 1960 senesinde İngiltere’de 100,000 hindinin ölmesine neden olan rasyonda kullanılan yer fıstığı ununda bulunan toksik bir bulaşanın, aflatoksinin belirlenmesi dönüm noktası olmuştur. Bu gelişme, mikotoksinlerin oluşturduğu potansiyel tehdidin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve ciddi mikotoksin çalışmalarının yapıldığı modern dönemin başlangıcı olmuştur (CAST, 2003).

“Mycotoxin” ismi Yunanca’da “*mykes*” fungus, Latince’de “*toxicum*” zehir anlamına gelmektedir. Birçok fungus, bitkilerde hastalık meydana getirirken bazı türleri de ölü bitki dokuları üzerinde yaşayarak dekompozisyona yardım ederler. Antibiyotikler ve diğer birçok yararlı kimyasalın meydana gelmesi ile insanlığa çok büyük hizmetlerde bulunsalar da, ölüm ve hastalıkların nedeni olan toksik maddeler yine bazı tür funguslar tarafından meydana getirilirler (Hudler,1998).

Küfler, hif adı verilen uzun iplikler üreterek üreyen funguslardır. Bu organizmalar klorofil içermeyen bitkilerdir ve gün ışığı olmadan yaşayabilirler. Küfler tek bir hücreden saçaklı bir küf yumağına dönüşürler. Genellikle hif, fungusların yaşayabilmesi ve yayılabilmesi için önemlidir. Hifden oluşan ağa miselyum adı verilir. Ürünlerde oluşan küf fungusları aynı zamanda depoda olduğu gibi sahada da hava yoluyla yayılabilen sporlar (conidia) üretirler. Küfe karakteristik rengini veren de genellikle bu spor öbekleridir. Fungus miselleri 3-4 µm çapında ipliksi

yapılardır. Bazı istisnaların dışında miselyumun sadece birkaç terminal hücreyi biyolojik olarak aktiftir. Mikotoksinler her bir miselyum gelişirken sondan bir önceki hücre tarafından üretilmektedir. Bunun anlamı mikotoksin üretiminin mikro düzeydeki her bir iplikçi yapıda meydana geldiği, mikotoksin akümülyasyonunun ürün üzerindeki milyonlarca hücreden gerçekleştiğidir. Mikotoksin üretimi zamandan daha ziyade toplam fungus biomasının bir fonksiyonudur. Yani mikotoksinler çimlenme anında milyonlarca hücrenin üretilmesi sonucu oluştururlar. Küf funguslarının üretilmesi için gerekli şartlar mikotoksin üretimini de olumlu yönde tetikler. Şartlar toksigenik fungusların gelişmesi yönünde olursa genetik yapısından da ileri gelen özellikler nedeniyle bir ya da daha fazla toksin oluşturabilir (Tuite, 1994).

Her yerde ve her an hazır bulunan funguslar, gelişme ve üremeleri için gerekli olan besini cansız organik maddelerden sağlarlar, yani saprofitlerdir. Funguslar bu materyalleri sindirmeleri esnasında besin kaynağının içine enzim salgılar. Bu enzimler kompleks yapıda besin maddelerini daha basit yapıda kullanılabilir forma parçalayarak fungusun kullanımı için hazır hale getirirler. Sindirilen besinler iki tip bileşik meydana getirir; büyüme ve gelişme için gerekli olan enerjiyi sağlayan primer bileşikler ve funguslara diğer mikroorganizmalara üstünlük sağlama avantajı kazandıran sekonder bileşikler. Bununla birlikte bu maddelerin organizmaya ne kattığı veya organizmada ne işe yaradığı tam olarak açıklanamamaktadır. Bu ürünlerin biyosentezi genellikle hücre farklılaşması ve gelişmesiyle alakalı olup çoğu sekonder

metabolit, filament gelişimi başlayınca yani daha karmaşık bir yapıya ulaşınca başlar ve bunun nedeni henüz bulunamamıştır. Spor oluşumunun sekonder metabolit metabolizmasıyla olan ilişkisi 3 şekilde açıklanabilir (Steyn,1998):

1. Metabolitler spor oluşumunu aktive edebilirler,
2. Sporulasyon yapısı için pigmentlere ihtiyaç vardır,
3. Toksik metabolitler gelişen koloniler tarafından sporulasyon zamanında meydana getirilirler.

Tüm bunlara ek olarak spor oluşturmak için ihtiyaç duyulan çevresel faktörlerle sekonder metabolit üretimi için gerek duyulan faktörler benzerdir. Şu an nedeni anlayamamakla birlikte bu tür doğal bileşiklerin spor oluşumunda rol oynadığı bilinmektedir (Steyn,1998). Mikotoksin üretimi ve spor oluşumu arasındaki ilişki birçok mikotoksigenik türde ortaya çıkarılmıştır. Örneğin *A. parasiticus*'da spor oluşumunu engelleyen kimyasalların aflatoksin oluşumunu da engellediği ortaya çıkarılmıştır. Yine *A. parasiticus* ve *A. nidulas*'da poliamin biyosentezinin kimyasallarla engellenmesi spor oluşumu, aflatoksin ve sterigmatocystin üretimini engellemiştir. Spor oluşturmayan *Aspergillus* türlerinde aflatoksin oluşumunun gerçekleşmediği görülmüştür. *Fusarium* sp.'de de spor oluşumuyla mikotoksin üretimi arasındaki genetik bağlantı bulunmuştur. *F. verticillioides* FCC1 gen mutantında spor oluşumunda azalma, FB1 oluşumunda düşme gözlenmiştir. Birçok çalışmada miseller tarafından açığa çıkarılan bileşiklerin diğer fungusların seksüel ve aseksüel spor oluşumunda rol aldığı gösterilmiştir. Bu da türlerin ya da çeşitlerin birbirleri üzerine olan etkilerini

göstermektedir. Çoğu durumda bu bileşikler belirlenememiştir ancak bunların misel döneminde meydana gelen doğal bileşikler oldukları tahmin edilmektedir. Bunlardan bazıları iyi bir şekilde karakterize edilmişlerdir. Örneğin *F. graminearum*'un ürettiği 'zearalenone' adı verilen östrojenik mikotoksin, bu fungusta peritesiyal üretimini etkiler. Buna ek olarak zearalenonun inhibe edilmesiyle fungusun aseksual üremesinin de baskı altına alındığı ortaya çıkmıştır. Çoğu sekonder metabolit, fungus başlangıç gelişmesini tamamlayıp spor oluşturma aşamasına geldiği andan itibaren fungus tarafından oluşturulmaya başlar (Steyn,1998).

2.1.1. Mikotoksinlerin Ortak Özellikleri

Mikotoksinlerin üretilebilmesi için 3 temel faktörün bir arada olması gerekir; toksin üretecek fungusu destekleyebilecek ürün-*besin ortamı*-, toksini üretecek *fungus*, fungusun gelişmesi ve toksin üretebilmesi için gerekli *çevresel şartlar*. Bununla birlikte toksin üreten fungusun varlığı otomatik olarak ilgili toksinin bulunacağı anlamına gelmez. Çünkü toksin oluşumunda birçok faktör rol oynar. Tam tersi olarak da gözle görülebilen herhangi bir fungus ya da küfün bulunmaması da toksin olmayacağını garanti etmez. Çünkü küf hali hazırda ölmüş fakat toksin herhangi bir zarar görmeden duruyor olabilir (www.mycotoxins.org).

Her bir mikotoksin bir ya da daha fazla fungus türü tarafından meydana getirilir. Örneğin aflatoksin, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus*

parasiticus tarafından meydana getirilebilir. Bazı durumlarda bir fungus türü birden fazla toksin meydana getirebilir (Çizelge 2.1.2.1).

Çoğu mikotoksin, kararlı bir yapıya sahip olduğu için depolama ve işleme sırasında, örneğin yüksek sıcaklıklarda yapılan ekmeğin yapısında dahi bozulmadan kalır. Bu nedenle mikotoksin oluşumuna neden olacak, tetikleyecek şartlardan mümkün olduğunca kaçınmak çok önemlidir. Mikotoksin meydana geldikten sonra elimine etmek çok güç olduğu için en iyi kontrol, mikotoksin oluşumunu engellemektir. Bir çok fungus, yaşamak ve kolonize olmak için çok basit şeylere ihtiyaç duyar. En çok ihtiyaç duyulan nemdir. Bu tetikleyici etki olarak bilinir. Küf gelişmesinin başlaması bazen 24 saat gibi kısa bir sürede gerçekleşir. Funguslar çok farklı nem ve sıcaklık koşullarında yaşamlarını sürdürebilirler. Sıcaklık, oksijen, azot gibi çevresel faktörler küf gelişmesi için gerekli faktörlerdir. Küfler ayrıca organik besin kaynağı olarak gıda maddelerini kullanırlar (Scudamore, 2004).

Oluşumları için çok basit şartlara gereksinim duyan mikotoksinlerin yapıları, birçok içsel ve dışsal faktörün sentezde rol oynaması, birçok enzimatik faaliyetin primer yapıdan sekonder yapıya dönüşmede rol alması, olayda etken genlerin aktif hale geçmesi için fazla sayıda aktivatörün gerekmesi ve birden fazla genin birlikte rol oynaması gibi nedenlerden dolayı çok komplekstir (Moss, 1998).

2.1.2. Önemli Mikotoksigenik Funguslar ve Mikotoksinleri

Mikotoksigenik funguslar genel olarak *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, ve *Penicillium* cinslerine aittir. Araştırmacılar tarafından funguslar tarla koşullarında oluşanlar ve depolama esnasında oluşanlar olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. son zamanlarda fungus türleri arasındaki farklılık, sıcaklık ve nem gereksinimini vurgulamak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü spesifik bir organizmanın gelişimi için uygun koşullar tarlada da depoda da oluşabilir. Sahada oluşan funguslar ürün daha tarladayken tohumları istila eder ve yüksek neme ihtiyaç duyarlar (% 20-21). *Fusarium*, *Cladosporium*, *Diplodia*, *Gibberella* bu gruba girer. Depolama esnasında oluşan depo küfü adı da verilen funguslar ürünü depolama aşamasında istila eder. Sahada oluşan funguslara göre daha az neme (% 13-18) ihtiyaç duyar ve hasattan önce ciddi bir tehlike teşkil etmezler. *Aspergillus* ve *Penicillium* bu gruba girmektedir (Çizelge 2.1.) (<http://www.fao.org/docrep>).

Çizelge 2.1. Bazı mikotoksinler ve bunları üreten funguslar

Mikotoksin	Fungus
Acetoxyscirpenediol	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Acetyldeoxynivalenol	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Acetylneosalaniol	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Acetyl T-2 toxin	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Aflatoxin	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. Parasiticus</i>
Aflatrem	<i>Aspergillus flavus</i>

Altenuic acid	<i>Alternaria alternata</i>
Austdiol	<i>Aspergillus ustus</i>
Austamide	<i>Aspergillus ustus</i>
Austocystin	<i>Aspergillus ustus</i>
Avenacein	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Beauvericin	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Bentenolide	<i>Monographella nivalis</i>
Brevianamide	<i>Aspergillus ustus</i>
Butenolide	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Calonectrin	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Chaetoglobosin	<i>Chaetomium globosum</i>
Citrinin	<i>Aspergillus carneus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>P. hirsutum</i> , <i>P. Verrucosum</i>
Citreoviridin	<i>Aspergillus terreus</i> , <i>Penicillium citreoviride</i>
Cochliodinol	<i>Chaetomium cochliodes</i>
Crotocin	<i>Acremonium crotocinigenum</i>
Cytochalasin E	<i>Aspergillus clavatus</i>
Cyclopiazonic acid	<i>Aspergillus versicolor</i>
Deacetylcalonectrin	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. Avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Deoxynivalenol diacetate	<i>Fusarium moniliforme</i> , and <i>F. Nivale</i>
Deoxynivalenol monoacetate	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Diacetoxyscirpenol	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. Equiseti</i>
Destruxin B	<i>Aspergillus ochraceus</i>
Enniatins	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. solani</i> , and <i>F. Nivale</i>
Fructigenin ⁺¹	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. avenaceum</i> , and <i>F. Roseum</i>
Fumagilin	<i>Aspergillus fumigatus</i>
Fumonisin B ₁	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. avenaceum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Fusaric acid	<i>Fusarium moniliforme</i>

Fusarin	<i>Fusarium moniliforme</i>
Gliotoxin	<i>Alternaria, Aspergillus fumigatus, Penicillium</i>
HT-2 toxin	<i>Fusarium moniliforme, F. culmorum, F. avenaceum, and F. Nivale</i>
Ipomeanine	<i>Fusarium moniliforme, F. culmorum, F. avenaceum, and F. Nivale</i>
Islanditoxin	<i>Penicillium islandicum</i>
Lateritin ⁺¹	<i>Fusarium moniliforme, F. culmorum, F. avenaceum, and F. Nivale</i>
Lycomarasmin ⁺¹	<i>Fusarium moniliforme</i>
Malformin	<i>Aspergillus niger</i>
Maltoryzine	<i>Aspergillus spp.</i>
Moniliformin	<i>Fusarium moniliforme, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, F. Avenaceum, F. roseum, and F. Nivale</i>
Monoacetoxyscirpenol	<i>Fusarium moniliforme, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, F. Avenaceum, F. roseum, and F. Nivale</i>
Neosolaniol	<i>Fusarium moniliforme, F. solani, F. culmorum, F. avenaceum, and F. Roseum</i>
Nivalenol	<i>Fusarium moniliforme, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, F. Avenaceum, F. roseum, and F. Nivale</i>
NT-1 toxin	<i>Fusarium moniliforme, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, F. Avenaceum, F. roseum, and F. Nivale</i>
NT-2 toxin	<i>Fusarium moniliforme, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, F., F. solani, avenaceum, F. roseum, and F. Nivale</i>
Ochratoxin	<i>Aspergillus ochraceus, Penicillium verrucosum</i>
Oxalic acid	<i>Aspergillus niger</i>
Patulin	<i>Aspergillus clavatus, Penicillium expansum, Botrytis, P. roquefortii, P. claviforme, P. Griseofulvum</i>
Penicillic acid	<i>Aspergillus ochraceus</i>
Penitrem	<i>Penicillium crustosum</i>
Roridin E	<i>Myrothecium roridum, M. verrucaria, Dendrodochium spp., Cylindrocarpon spp., Stachybotrys spp.</i>
Rubratoxin	<i>Penicillium rubrum</i>
Rubroskyrin	<i>Penicillium spp.</i>
Rubrosulphin	<i>Penicillium viridicatum</i>
Rugulosin	<i>Penicillium brunneum, P. kloeckeri, P. rugulosum</i>
Sambucynin ⁺¹	<i>Fusarium moniliforme, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, F. solani, F. avenaceum, F. roseum, and F. Nivale</i>

Satratoxins, F,G,H	<i>Stachybotrys chartarum</i> , <i>Trichoderma viridi</i>
Scirpentriol	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Slaframine	<i>Rhizoctonia leguminicola</i>
Sterigmatocystin	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. nidulans</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Penicillium rugulosum</i>
T-1 toxin	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
T-2 toxin	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Triacetoxyscirpendiol	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. roseum</i> , and <i>F. Nivale</i>
Trichodermin	<i>Trichoderma viride</i>
Trichothecin	<i>Trichothecium roseum</i>
Trichoverrins	<i>Stachybotrys chartarum</i>
Trichoverrols	<i>Stachybotrys chartarum</i>
Tryptoquivalene	<i>Aspergillus clavatus</i>
Verrucarın	<i>Myrothecium verrucaria</i> , <i>Dendrodochium spp.</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i>
Verruculogen	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i>
Viopurpurin	<i>Trichophyton spp.</i> , <i>Penicillium viridicatum</i>
Viomellein	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Penicillium aurantiogriseum</i> , <i>P. crustosum</i> , <i>P. Viridicatum</i>
Viriditoxin	<i>Aspergillus fumigatus</i>
Xanthocillin	<i>Eurotium chevalieri</i>
Yavanicin ⁺¹	<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. equiseti</i> , and <i>F. Nivale</i>
Zearalenone	<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. equiseti</i> , and <i>F. Nivale</i>

Kaynak: (<http://www.fao.org/docrep/x5036e>)

2.1.3. Meyve ve Sebzelerde Mikotoksinler

Mikotoksinleri konu alan çalışmaların büyük çoğunluğu depolanan ürün grubu olarak tahılları ve yağlı tohumlu bitkileri kapsamaktadır. Son

yıllarda taze veya kurutulmuş sebze ve meyvelerde kolonize olan hastalık etmeni toksigenik fungusların ürettiği mikotoksinlerle ilgili çalışmalara hız verilmiştir.

Kuru bezelyede Saber ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan araştırmada birçok *Fusarium* türü ve T2 toksini tespit edilirken Mısır'da farklı bölgelerden hasat edilen ayçiçeği tohumlarında *F. semitectum* ve *F. acuminatum* tarafından üretilen zearalenone (ZEA) ve diacetoxyscirpenol (DAS) toksinine rastlanmıştır (Abdel-Malek ve ark. 1994).

Bottalico ve Logrieco'nun (1998) domatesde yaptıkları çalışmada domates siyah küf hastalığına neden olan *A. alternata* toksinleri araştırılmış ve Güney İtalya'dan toplanan örneklerde 7200 ng/g'a kadar tenuazonic asid (TA), 270 ng/g'a kadar alternariol monomethyl ether (AME) ve 1300 ng/g alternariol (AOH) tespit edilmiştir.

Havuç bitkisinde *Alternaria* sp. toksinlerinin araştırıldığı çalışmada *Alternaria radicina*'nın neden olduğu radicinin (RAD) toksini 266 örneğin 3'ü dışında 0,10—13,9 mg/kg konsantrasyon aralığında tespit edilmiştir (Solfrizzo, 2004).

Visconti ve arkadaşları (1986) İtalya'nın Apulia bölgesinden topladıkları küflü ve hasarlı zeytin örneklerinde zeytin siyah çürüklüğü etmeni *A.alternata* 'nın toksinlerinden AOH, AME, altertoxins (ATXI) ve TA bulunmuştur. Çok hasarlı meyvelerde 2900 ng/g AME, 2300 ng/g AOH, 1400 ng/g altenuene (ALT) ve 260 ng/g TA tespit edilmiştir. Buna

karşılık zeytinyağında insan sağlığına zararlı mikotoksinlere rastlanmamıştır.

Siyah ve gri çürüklük gösteren mandarin örneklerinde siyah çürüklük gösterenlerden 87 mg/kg TA, 1,4 mg/kg AME, 5,2 mg/kg AOH izole edilirken gri çürüklük gösteren meyvelerde düşük konsantrasyonlarda TA'ya rastlanmıştır. Yine *A. alternata*'nın biberde neden olduğu siyah leke hastalığına yakalanmış örneklerin analizinde 54 ng/g TA, 49 ng/g AME, 640 ng/g AOH mikotoksinine rastlanmıştır. Kavun siyah küfü hastalığı etmeniyle bulaşık meyvelerden 8 ng/g TA ve 5,1 ng/g AME tespit edilmiştir (Bottalico ve Logrieco, 2001).

Üzümlerde siyah çürüklük hastalığı etmeni *A. niger*'in toksinleriyle ilgili beyaz ve kırmızı şaraplarda yüksek miktarda (7600 mg/l'ye kadar) okratoksin A'ya (OTA) rastlanmıştır (Visconti ve ark, 1999). Fransa, İtalya ve İspanya'da yapılan birçok çalışma bu sonuçları doğrular niteliktedir.

Arıcı ve arkadaşları (2004) tarafından küflü üzümlerden elde edilmiş pekmezde yapılan çalışmada 2.1 ve 9.8 µg/L arasında OTA bulunmuştur. Bu miktar üzüm suyunda bulunan miktarın 4-5 kat daha fazlasıdır.

Gökmen ve Acar (1998) ticari olarak satılan 70 adet elma konsantresinde yaptıkları çalışmada 67-216µg/L konsantrasyon aralığında patulin, 1,7-9,5 µg/L aralığında da fumarik asitte tespit etmişlerdir.

Penicillium türlerinin neden olduğu patulin de yine yaş meyvelerden elma, muz, ananas, üzüm, şeftali kayısı ve bunların yan ürünlerinde bulunmuştur. Fakat patulin, alkolik fermantasyonla parçalandığı için bu meyve sularından elde edilen şaraplarda rastlanmamıştır (Logrieco, 2003).

2.1.4. Mikotoksinlerin Besin Zincirinde Oluşumları ve Kontrolü

Birkaç günden fazla saklanan her ürün, fungusun mikotoksin oluşumu için hedefleri arasına girmesine neden olur. Özellikle tahıl ve yağlı tohumlar gibi tarımsal ürünleri bitki gelişimi sırasında, hasat sırasında ve hasat sonrasında depoda enfekte edebilirler. Mikotoksinler, bulaşık ürünler ve bu ürünlerin işlenmesiyle meydana gelen yan ürünlerde örneğin bira, un ve şarapta; kontamine olmuş ürünlerden yapılan yemle beslenen hayvanlar vasıtasıyla süt, yumurta peynir gibi ürünlerle besin zincirine katılırlar (Logrieco, 2003).

Gerek işlenmiş ya da işlenmemiş bitkisel ve hayvansal ürünlerde gerekse de hayvan yemlerindeki mikotoksinler bir yandan insan ve hayvan sağlığını tehdit ederken diğer yandan ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Mikotoksin kontaminasyonunun düzeyi yıldan yıla, üründen ürüne ve bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. Ekolojik şartların yanında kültürel uygulamalar, hasat tekniği, depolama teknolojisini kullanabilme, insektisit ve fungusit uygulayabilme imkânlarını sağlayan ekonomik faktörler de oluşumda etkilidir. Mikotoksin üretimi organizmanın gelişmesi için uygun, üzerlerinde geliştikleri ürünün gelişmesi ya da depolanabilmesi içinse uygun olmayan şartlar

gerçekleştirdiği taktirde başlar. Mikotoksin probleminin riski ne zaman, nerede ve hangi ürün üzerinde oluştuğuna bağlıdır. Fungusların gelişimi için gereken koşullar fungusun türüne göre farklılık gösterir, ancak küflerin genellikle yüksek sıcaklık ve neme ihtiyaçları vardır. Fungus oluşumu her zaman çıplak gözle görülemez. Fungus oluşumundaki ilk safha mikroskopiktir. Saha koşullarındaki stres ve buna bağlı olarak azalan direnç, bitkiyi toksijenik fungus istilasına ve kolonizasyonuna açık hale getirir. Depolanan ürünlerdeki fungus bulaşması ve mikotoksin üretimi nem, sıcaklık, ürün bileşimi, oksijen ve karbondioksit konsantrasyonu, böcekler ve fungus popülasyonunun çokluğu gibi faktörlerin karmaşık etkileşiminin bir sonucudur. Sporlar rüzgâr ve yağmur yoluyla pasif olarak taşınırken böcekler de bu sporları vücutları ile transfer ederek taşıyıcı görevi yapabilirler. Böcekler aynı zamanda ürünün yüzeyindeki koruyucu tabakayı zayıflatarak, fungusların gelişmesi için gerekli olan yüzey alanını genişletirler. Sporlar fungus oluşumu için gerekli koşullar oluşana dek aylarca ya da yıllarca uyur pozisyonda kalabilirler (<http://.fao.org/docrep/x5036e.htm>).

İklim kontrol altında tutulamayacağına göre hasat öncesi dönemde küf oluşumunu önlemek pek de mümkün olmamaktadır. Ürünün yetişmesi esnasında kritik dönemlerde yağışın yetersiz veya gereğinden fazla olması da küf oluşumuna, ürünün zarar görmesine ve mikotoksin oluşumuna neden olabilir. Ancak hasat sonrası dönemde küf oluşumu ve sonuçlarının önlenmesi ürünün doğru uygulamalara tabi tutulması ile mümkün olmaktadır. Ürünün özenle kurutulması ve doğru koşullarda

saklanması, hasat sonrasında fungal oluşumları, dolayısı ile mikotoksin üremesini en aza indirgeyecektir (Shephard, 2007).

Küf kolonizasyonunun boyutunu belirleyen, sıcaklık, O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ile nem faktörleri arasındaki etkileşimdir. Funguslar yaşamak için genelde 20-30 C° arasındaki sıcaklıklara ihtiyaç duyar. Ürün, hasat aşamasındayken yüksek sıcaklığa maruz kalırsa depolama ünitesi soğutma ekipmanına sahip olsa bile ürün günlerce ya da haftalarca sıcaklığını koruyabilir. Normalde saklama esnasında funguslar nem oranı %13-18'e ulaştınca ortaya çıkar. Ancak yüksek oranda yağ içeren ürünlerde nem %7 gibi düşük bir oranda iken bile fungus gelişimine rastlanabilir. Bazen de fungusun gelişmesini azaltmaya yönelik olarak alınan tedbirler tam tersine enfeksiyon potansiyelini artırır. Buna en güzel örnek tahılın yüksek sıcaklıklarda kurutulmasıdır. Çünkü bu esnada tahıl tanesini koruyan ince zar yırtılır ve endosperm küf istilasına açık hale gelir (Muschen ve Frank, 1994).

Özetle mikotoksin meydana geldikten sonra elimine etmek çok güç olduğu için en iyi kontrol mikotoksin oluşumunu engellemektir. Bunu sağlamak için dayanıklı türler, toprak işlemede alternatif yöntemler, farklı kurutma ve depolama şartları geliştirilmiştir. Son zamanlarda HACCP prensipleri doğrultusunda kritik kontaminasyon noktaları saptanarak bulaşmanın önlenmesi konusunda çalışmalara devam edilmektedir (www.mycotoxins.org). Ürünlerde küf ve mikotoksin oluşumunu engellemek için gereken uygulamalar, aşağıda tahıl grubu

ürünler dikkate alınarak sıralansa da tüm ürün gruplarında genel kural olarak ele alınabilir, bunlar:

Hasat Öncesi

Ürünlerin sağlıklı kalmalarını sağlayan iyi tarım ve işleme uygulamaları hasat öncesi mikotoksin kontaminasyonunu azaltabilir ancak yok etmez. Örneğin *Bacillus thuringiensis* Berliner kristal proteinini taşıyan gen ile modifiye edilmiş mısır (BT mısırı) gibi böceklere dayanıklı genotiplerde fumonisin varlığı daha az olabilir. Yer fıstığının sulanması, yer fıstıklarında fungus kontaminasyonuna yol açtığı bilinen kuraklık stresini büyük olasılıkla engelleyerek gerçekte aflatoksin kontaminasyonunu önlemektedir. Bununla beraber, maliyet, coğrafi konum veya üretim sisteminin doğası nedeniyle her zaman mümkün değildir (Cleveland ve ark., 2003).

Küf ve/veya mikotoksin sorununun olduğu bölgelerde mümkünse daha dayanıklı çeşitlerin ekimi yapılmalıdır. Uygun çeşitler seçilmeden önce yaygın patojenlerin saptanması gerekir. Ekimden sonra, küf ile baş etmede temel strateji, bitki stresini en az düzeye indirmektir. Mikotoksin kontaminasyonunu azaltmada etkili olabilecek diğer bir strateji de zararlı toksinleri üreten taksonomik grup ya da türden elde edilen ve mikotoksin üretmeyen fungus türlerinin uygulanmasıdır. Günümüzün biyokontrol stratejileri, toksin üretmeyen türlerin baskın hale geçerek toksin üreten türlere tarımsal ortamda yaşama hakkı tanımamasına dayanmaktadır (Cleveland ve ark. 2003).

Hasat Dönemi

Hasat tekniklerini geliştirerek ürünün yapısına uygun hasat yöntemlerini uygulayarak, hasat esnasında zararlanmayı en aza indirmeyi amaçlar. Böylece kontaminasyon kaynakları elemine edilebilir. Çok erken ve çok geç hasatlarda ürün yine fungus istilasına hassas bir yapı kazanır. Çok erken hasatta yağmurlu geçen mevsim, üründe istenmeyen neme neden olur ve depolama sırasındaki risklerin artmasına neden olur (Sanders, 1981). Hasatta geç kalınması ürünün su stresiyle karşı karşıya kalmasına neden olarak fungus istilasına açık hale getirir. Geç kalınmış hasatta ürün, mekanik zararlanmaya karşı daha hassastır (Jones, 1981).

Hasat Sonrası

Depolanan ürünlerde küf oluşumunu kontrol edebilmek için tüm depo binaları düzenli olarak denetlenmelidir. Küfler bir depolama biriminde nadiren bir örnek gelişir zira sıcak noktaların oluşumu sık görülen bir durumdur. Denetleme yapabilmek için her depolama tesisinin farklı fiziksel koşullarında geçerli olacak sistematik bir numune alım yöntemi geliştirilmesini gerektirir. Fungus gelişimini önlemek için depolama tesisinde tüm noktaların kontrol edilmesi önemlidir çünkü ambarlar, yem değirmeni, karma yem ambarları ve hayvan yemlikleri dahil her yerde oluşabilir. Doğru depolama sıcaklığını ve nem koşullarını sağlamak ve ambar ile ekipmanları sık sık temizlemek büyük önem taşır (Sanders, 1981).

Küf ve mikotoksin oluşum potansiyelini en aza indirmek için, ürün nem içeriği hasattan sonra 48 saat içinde %15'in (ürüne bağlı olarak)

altına indirilmelidir. Özellikle geniş kapasiteli pek çok depoda bunu gerçekleştirmek zor olabilir. Ambar içinde iyi bir hava sirkülasyonu sağlamak son derecede önemlidir (Jones, 1981).

Hasat esnasında ve sonrasında ürünün nakliyesi, mekanik hasarı en aza indirecek şekilde düzenlenmelidir. Küf patojenlerinin büyük çoğunluğu doğrudan bitki dokusuna nüfuz etse de mekanik hasar, enfeksiyonun oluşması ve nakliye ile depolama sırasında taneden taneye yayılmasına neden olacak ek giriş kanalları oluşturur. Mekanik hasar gibi böceklerin verdiği hasar da küf patojenleri için ek giriş bölgeleri sağlar, enfeksiyona uygun zemin hazırlar ve enfeksiyonun tahıl kitlesi boyunca yayılmasını hızlandırır. Bazı böcekler patojenler için vektör rolü oynar. Böcek zararının önlenmesi, yetiştirme mevsimi boyunca olduğu kadar hasat sonrasında da ürünün nakliyesi ve depolanması esnasında küf ve mikotoksin kontaminasyonunu azaltabilir. Küf bir kez tahıla hasar verdiğinde ve/ veya mikotoksin ürettiğinde, bu uygulamanın etkisinin sınırlı olduğunu belirtmek gerekir. Bununla birlikte bazı durumlarda küf inhibitörü kullanmak küf kontrolü için faydalı olabilir. Organik asitler önemli ve etkili küf inhibitörleridir ve fungusun üremesini engelleyecek şekilde gıdanın pH'ını değiştirebilirler (Leeson and Summers, 1991).

2.1.5. Mikotoksinlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Mikotoksinler yüksek dozda *öldürücü*, düşük dozda *kanserojenik* ve çok düşük dozda gıdaların *besin değerini düşürücü* özelliklere sahiptir. Görülme sıklığı ve oranları, iklimsel değişiklikler ve bitki stresine bağlı olarak her yıl değişim gösterir. 200'ün üzerinde bilinen

mikotoksinlerin neredeyse tamamının öldürücü toksik etkiye sahip olduğu, hücre membranlarını bozup, RNA, ve DNA gibi hücre için yaşamsal önemi olan maddelerin sentezini engelleyerek zarar yaptığı araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu bileşikler, vücutta mikotoksikozis olarak adlandırılan toksik sendromları oluştururlar (Logriecio, 2002).

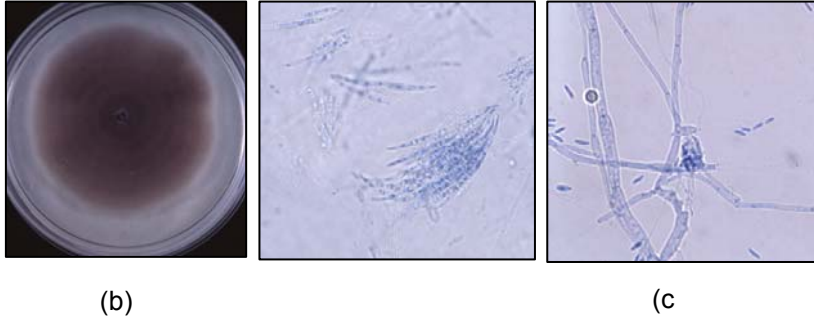
Mikotoksinler genelde yapısal olarak birbirlerinden farklı oldukları için, birçok değişik semptomun görülmesine neden olabilirler. İnsanlar üzerinde akut etkilerinin görülebilmesi için çok yüksek konsantrasyonda alınmaları gereklidir ve bu gibi durumlara daha çok kontrol mekanizmalarının yeterli olmadığı az gelişmiş ülkelerde rastlanır. Mikotoksinlerin insan sağlığı üzerine uzun dönemdeki kronik etkileri düşündürücüdür. Dolayısı ile gıdalarda düşük seviyelerde bulunan mikotoksinleri önemli hale getirir. Sık rastlanılan mikotoksinlerden bazıları kanserojendir, bağışıklık sistemi ya da böbrek veya karaciğer gibi organları hedef alabilir. Hayvan yemlerinde mikotoksin bulunması ise, üretkenlikte kayıplara ve çeşitli sağlık problemlerine neden olur. Uluslar arası ve yerel organizasyonlar tarafından, mikotoksinlerin insanlar üzerindeki zararları sürekli olarak araştırılmaktadır. Bu çalışmalar mikotoksinler için izin verilen maksimum seviyelerin belirlenmesi ile sonuçlanmaktadır. Bugün pek çok ülke, gıda ürünlerindeki mikotoksin ve yemdeki aflatoksin seviyeleri için yasal düzenlemeler yapmıştır. Belirlenen limitler uluslar arası düzeyde bir örnek değildir (Tunail, 2000).

2.2.Fusarium

İnsan ve hayvan sağlığı için önemli mikotoksinlerin üreticisi olan *Fusarium*'un rolü 1970'li yıllara kadar tam olarak netlik kazanamamıştır. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda *Fusarium*'un “alimentary toxic aleukia, ATA”nın (beslenmeye bağlı toksik etki ile kanda lökosit sayısının düşmesi sonucu oluşan lösemi) sebebi olduğu tespit edilmiştir. 1942 ve 1948 yılları arasında Rusya'da epidemik mikotoksikozun neden olduğu zannedilen 100,000'den fazla insan ölmüştür. 1932 ve 1933 yılları arasında aynı bölgede ATA'ya rastlanmış ve bu verilerden yola çıkarak küçük bir ihtimal de olsa bu salgının daha önceki yıllarda da gerçekleşmiş olabileceği düşünölmüştür. Yine aynı kaynağa göre ATA salgınının İngiltere dahil diğer Avrupa ölkelerinde 16. yüzyıl ve 18. yüzyıllarda olmuş olabileceği düşünölmektedir (Scudamore, 1999).

Aspergillus ve *Penicillium* türleri çok önemli mikotoksin üreticisi iken, *Fusarium* fungusları tüm dünyada yayılım gösteren ve ekonomik açıdan en önemli bitki patojenlerindendir. Tarım için kullanılan topraklarda çok yüksek değerde saptanabilen *Fusarium* populasyonları arasında topraktaki bitki kalıntılarını parçalayan saprofitler gibi çürüme, solma ve diğer bitki hastalıklarına neden olan patojenler bulunur. *Fusarium*'un bir çok türü bitkiler için çok önemli hastalıklara neden olur. Bunlardan en önemlileri solgunluk, tohum, kök ve gövde çürümeleri, fide yanması, meyve çürümeleridir. Genellikle hasattan önce tarlada kolonize olmalarına rağmen bazı türleri depolama ve işleme sırasında da kolonize olabilir.

Fusarium türlerinin toprağın üzerindeki ya da toprağa karışmış halde bulunan hastalıklı bitki kalıntıları üzerinde yaşamlarını sürdürdükleri (miselyum ya da diğer yapılarla) (Şekil 2.2.) ve bunun da potansiyel bulaşma kaynağını oluşturduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bulunmuştur. Fungus sadece hastalıklı bitki dokularında değil diğer bitki ve yabancı otların kurumuş dokularında da yaşamını sürdürebilir. Etmek bu kalıntılar üzerinde birçok tipte bulaşma kaynağı geliştirebilir.



Şekil 2.2. *F. verticillioides*'e ait üreme yapıları (a) koloni, (b) makrokonidia, (c) mikrokonidialar (<http://www.pf.chiba-u.ac>)

Fungusun gelişmesi için çok geniş bir sıcaklık aralığı varsa da optimum sıcaklık 28 C° dir fakat askosporun meydana gelmesi için optimum sıcaklık 16 C° dir. *Fusarium verticillioides* bitkilerin vegetatif üreme organlarını endofitik olarak istila eder ve hiçbir semptom göstermez. Böcek zararları ve fizyolojik stres, hastalığın gelişmesini teşvik eder (Logrieco, 2002; Munkvold, 2003).

Fusarium spp. türleri toprakta her an her yerde bulunurlar. Fungus, birçok bulaşma kaynağını içeren hastalık döngüsüne sahiptir. Yani bulaşması için muhtemel pek çok yol vardır. Örneğin mısırdada;

- Tohumdan mısır koçanına, oradan daneye ve yaprak sapına doğru olan bulaşma,
- Kökten daneye, bu yolla yaprak sapına ve koçana,
- Havadan, sıçrayan çamurlu sudan fungusun konidialarının daneye bulaşması,
- Böceklerin vektör işlevi görmesiyle meydana gelen bulaşma,

Fusarium tek bir türe özgü patojen değildir. Sorgum, buğday, pamuk, fasulye, domates, muz, soya fasulyesi, yeşil biber, yerfıstığı konucuları arasındadır. Fakat en çok mısırdada gözlenir. Bu fungusun mısırdada gözlenen hayat döngüsü iki safhadan meydana gelmektedir. Bunlar:

- Saprofitik dönem
- Parazitik dönem

Saprofitik dönemde fungus, besin ihtiyacını canlı olmayan kurumuş dokulardan sağlar ve bu sürede hastalığın yayılmasıyla ilgili bulaşma yapılarını meydana getirmeye başlar. Hücreler arası kolonizasyondan sonra parazitik dönem boyunca besinini yaşayan canlı dokulardan sağlar (Munkvold ve Desjardins, 1997).

2.2.1. İncirde *Fusarium* spp.

İncirde pembe çürüklük ya da yumuşak çürüklük olarak da adlandırılan meyve iç çürüklüğü hastalık etmeni olarak pek çok *Fusarium* türü izole edilmiştir. Bunlardan bazıları *F. verticillioides*, *F. solani*, *F. dimerum*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*, *F. lactis*, ve *F. ramigenum*'dur (Moretti et al 2000).

İncir meyvesine bulaşan birçok hastalık etmeni arasında en yaygın görülen ikisi *Aspergillus* ve *Fusarium* spp. dir. İncirde endosepsise daha önceleri *F. moniliforme* Sheldon olarak bilinen *F. verticillioides* (Sacc) Nirenberg (*Gibberella fujikuroi*) ve diğer *Fusarium* spp türleri neden olur. İncir yetiştiriciliği yapılan ülkelerde bu etmen ve neden olduğu hastalık ciddi sorunlara ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. İncir endosepsisinin, Sarılop gibi dölllenme isteyen incirlerin yetiştirildiği Yunanistan, Türkiye, Macaristan ve A.B.D.'de Kaliforniya'da incir endüstrisi açısından çok önemli olduğu belirtilmekte ve son beş yıl içerisinde kuru incir üretiminin %14'ünün ekşime ve küflenme nedeniyle kayba uğradığı belirtilmektedir (Michailides ve ark. 1996). Bulaşması muhtemel pek çok yolu olan incir iç çürüklüğü hastalık etmeninin başlıca bulaşma yolları şöyle sıralanabilir:

- Hastalık etmeninin *Blastophaga psenes*'e topraktan, meyve yüzeyinden ya da havadan bulaşması
- Arıcık vasıtası ile hastalığın erkek bitkideki ürün döngüsüne katılması

- Bulaşık ilek meyvelerinden dişi incir meyvesine taşınımı (Şekil 2.3.)
- Hastalıklı erkek ve dişi meyvelerin toprağa, toz ile ve diğer ajan böceklerle meyve yüzeyine, oradan da arıcık ve tripslerle meyve içine taşınması (Michailides, 1996).

Etkin bir mücadele metodunun henüz bulunamamış olması nedeniyle ilek meyvelerinin bulaşık olup olmadığı Kaliforniya’da her yıl yasalarla zorunlu olarak test edilmektedir. Endosepsis, incir meyvesinin içinde ostiol kapandığı anda gelişmeye başlar. Sadece böcekler bu yapının içine girip çıkabilir ve hastalık etmeni de bu yolla taşınır. Döllenme ihtiyacı olmayan partenokarpik çeşitlerde de çok sık olmamakla birlikte endosepsis görülmesi sadece ilek arıcığı değil ondan önce giren tripslerin de bulaşmaya neden olabileceği sonucunu doğurmuştur. Kültürü yapılan veya yabani incir ağaçlarında çiçek yapısının özelliğinden dolayı tozlanma ve döllenmenin olabilmesi için bir ajana gereksinim vardır. Böcekler vasıtasıyla döllenmeye en güzel örneği teşkil eden incirde, bu ajan *Blastophaga psenes* denen bir arıcıktır. Bu arıcık erkek incir ağaçlarındaki meyvelerde simbiyoz bir yaşam döngüsüne sahiptir. Arıcık 3-4 generasyonu bir yılda erkek incir ağaçlarında tamamlar, buna karşılık erkek incir ağacında bu generasyonlara yataklık yapacak 3 ürün meydana gelir. Fungus, erkek ağacın boğa ürünüde kışı geçirir. Fakat patojenin propagüllerine hem erkek hem dişi ağacın meyvelerinin yüzeyinde rastlanmıştır. Patojenin konidiaları dişi arıcıklar tarafından yumurtalarını bırakmak için girdikleri boğa ürününe sonbaharda taşınır. Aynı yöntemle patojen, kışı izleyen baharda kış meyvesi boğadan ilkbahar ürünü ileğe, oradan da yaz ürünü

ebeye taşınır ve bu döngü böylece devam eder. Bu yolla erkek ağacın tüm ürünleri bu etmenle bulaşmış olur. Endosepsis de böylece yıldan yıla yayılarak hem erkek hem de dişi incir ağaçları için endemik bir hastalık halini alır (Michailides, 1996).



(a)

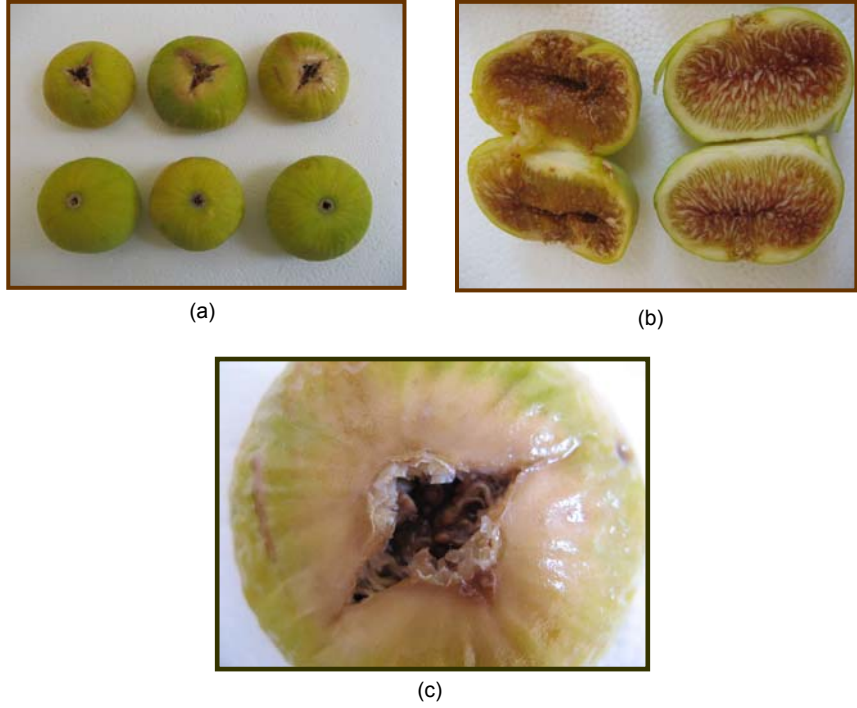


(c)

Şekil 2.3. (a) Hastalıklı ve sağlıklı ilek meyvelerin dış görünüşü, (b) sağlam ilek meyvesi, (c) hastalıklı ilek meyvesi

İncir iç çürüklüğünün ilek arıcığı vasıtasıyla taşınımıyla ilgili Caldis (1927) tarafından yapılan ilk çalışmada araştırmacı hastalık etmeninin arıcığın kanatları ile taşındığına ilişkin bir görüş ortaya sunmuş fakat daha sonra yapılan araştırmalarda arıcığın ostiolden girerken kanatlarının

ve antenlerinin büyük bir bölümünün koptuğu bu nedenle etmenin arıcığın taşıdığı polen ve bacakları ile meyveye taşındığı saptanmıştır. Polen sporulasyonu olgun arı çıkışından önce olduğu için arıcık çok yoğun bir şekilde *F. verticillioides* mikrokonidiaları ile enfekte olurlar. Enfekte olmuş meyveden çıkan arıcıklar sağlıklı meyvelere taşırılar. Meyveler daha yeşil ve ostiol hala kapalı iken dışı arıcık dışı meyveye girer. Polinasyonun tamamlandığı 2-3 hafta içerisinde ölü arıcıkların etrafındaki stiller altın sarısından kahverengiye doğru renk değiştirir, genellikle bu sarımsı kahverengi lekeler ostiole doğru bir hat üzerinde görülür. 2-3 hafta sonra endosepsisin semptomları görülmeden önce *F. verticillioides* miselleri ölü arıcık üzerinde görünmeye başlar. Temmuz başında arıcık üzerindeki sporulasyon meyve dokusuna ulaşır ve meyve olgunlaşmaya başladıktan sonra yani Ağustos ayının başında arıcık üzerinden meyveye yayılmaya başlar. Sulu bir yapı kazanan meyvenin ostiol bölümünden pembe renkli bir sıvı akar (Şekil 2.4.). Bu yapıyı kazanan meyveler buruklaşma tam gerçekleşmeden normal meyvelere nazaran daha nemli olarak toprak yüzeyine düşerler (Şekil 2.5.). Arıcık bir meyveden diğerine geçerken sadece fungusu ve poleni değil meyvenin yüzeyinde bulunan diğer hastalık etmenlerini ve bakterileri de içeriye taşır. İçeriye taşınan bakterilerin neden olduğu fermentasyon sonucu ekşime meydana gelir (Mrak,1942). *Fusarium*'un olgunlaşmamış meyve dokusu yerine arıcık üzerinde büyüüp gelişmesi nedeniyle genç meyvenin bu etmene dayanıklı olabileceği tahmin edilmektedir (Michailides, 1994).

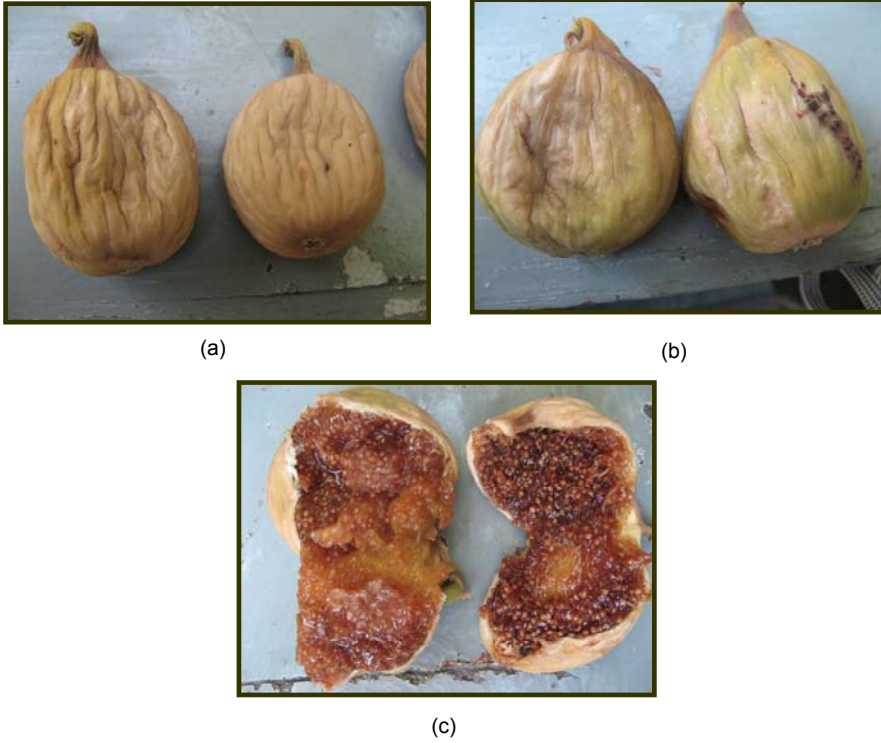


Şekil 2.4. Taze Sarılop meyvelerinde İç Çürüklüğü belirtileri

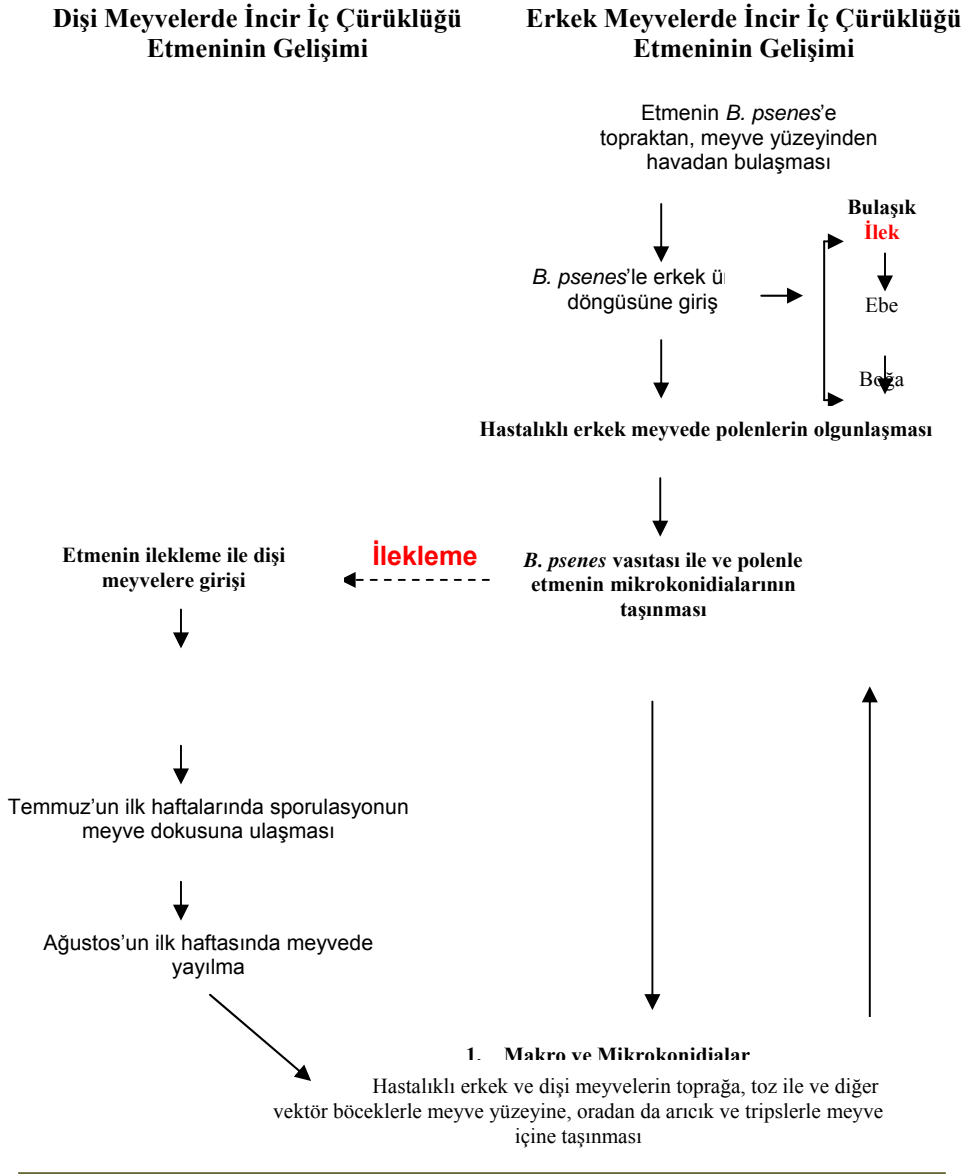
a) Dış görünüş, b) İç görünüş, c) İleri safha

Subbarao ve arkadaşlarının 1996'da yaptıkları çalışmada *F. moniliforme*'nin neden olduğu endosepsis ve *A. niger*'in neden olduğu siyah küfün fenolojik olarak gözlemi yapılmıştır. Hem erkek hem de dişi meyvenin olgunlaşmadan 7 hafta öncesine kadar endosepsise dayanıklı olduğu halde dişi incir meyvesinde siyah küf gelişiminin bulaşır bulaşmaz başladığı gözlenmiştir. İncir sütünün *F. moniliforme*'nin gelişimini engellediği fakat *A. niger* gelişimi üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı bulunmuştur. Yine aynı çalışmada alınan sonuçlara göre incirde baskın olarak bulunan iki tip şekerden glikoz ve fruktozla yapılan çalışmada *A. niger* fruktozda daha iyi gelişim gösterirken, *F. moniliforme* iki tip şekerde de iyi gelişmiştir.

Benlioğlu ve arkadaşları tarafından (2004) Aydın ilinde 1999-2003 yılları arasında erkek ve dişi incir çeşitlerinin “İncir İ Çürüklüğü Hastalığı” etmeni *Fusarium* spp. ile bulaşıklığını tespit etmek amacıyla yürütölen çalışmada, hastalığa neden olan etmenin *Fusarium moniliforme* ve *Fusarium solani* olduğu, çalışmanın yürütöldüğu ilek bahçesinde boğa meyvelerinin %70-95 oranında bu etmenlerle bulaşık olduğu saptanmıştır.



şekil 2.5. Buruklaşmış meyvelerde İ Çürüklüğü belirtileri a) Sağlam meyve, b) Hastalıklı meyve, c) Hasta ve sağlam meyvenin i görünüşü



Şekil 2.6. Erkek ve dişi incir meyvesinde iç çürüklüğü etmeninin hayat döngüsü ve gelişimi (Michailides, 1997'den modifiye edilmiştir).

2.3.Fumonisin

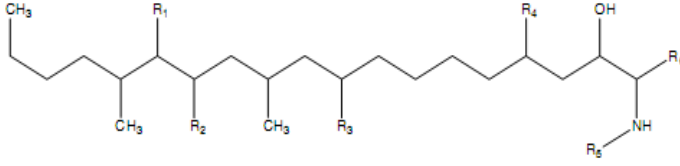
Fumonisin, *Fusarium moniliforme* tarafından sentezlendiği ilk olarak bulunan mikotoksindir. Fumonisinler birçok *Fusarium* türü tarafından özellikle *F. verticillioides* (Sacc) Nirenberg (sinonimi *F. moniliforme* J. Sheld.; telemorph: *Gibberella fujikuroi* mating population A) ve *F. proliferatum* tarafından üretilen bir toksindir. Diacetoxyscirpenol, moniliformin, ve zearalenone yanında bu iki *Fusarium* türü şu anda %90'lık bir payla fumonisinin üretilmesinden sorumludur. Bu iki fungus öncelikli üreticisi olsa da literatürler *F. napiforme*, *F. dlamini*, *F. anthophilum* *F. beomiforme* *F. globosum*, *F. polyphialidicum*, *F. subglutinans* ve *F. thapsinum* *F. oxysporum* *F. nygamai*' yi de işaret etmektedir. Tahıllar *Fusarium*'un değişik genuslarıyla bulaşmada en büyük paya sahip bitki guruplarındandır. (<http://www.efsa.eu.int>).

1988 yılında Güney Afrikalı Gelderblom ve arkadaşlarının izole ettiği fumonisin B1 (FB1) ve fumonisin B2 (FB2)'in yapıları Benzuidenhaut ve arkadaşları tarafından bulunmuştur. ABD'de 1989 ve 1990 yıllarında buğdayla beslenen at ve domuzlarda görülen salgınlar, tüm dünyada buğdayda fumonisinin ölçülebilir konsantrasyonlarda bulunması ve *Fusarium* spp.'dan kaynaklanan bu fungal toksinin yemek borusu kanseri ile ilintili olduğunun bulunması, fumonisin ve *Fusarium* çalışmalarında büyük patlamaya neden olmuştur. 1988 yılından bu yana fumonisin bazı *Fusarium* türlerinden izole edildi. Bunlardan en bilineni *Fusarium verticillioides* ve *Fusarium proliferatum*'dur fakat bunun yanında *Alternaria alternata* f.sp. *lycopersici*'den de izole edilmiştir. Bu

mikotoksinin atlarda leukocephalomacia'ya (beyin iltihabı), denek farelerde böbrek yetmezliğine ve karaciğer kanserine, kanatlılarda bağışıklık sisteminin baskılanmasına neden olduğu bulunmuştur (Bucci ve Hansen, 1996). Afrika, Kuzey İtalya, İran ve Güney Amerika'da yapılan çalışmalarda kesin sonuçlar olmamakla birlikte yemek borusu kanserinin bulaşık buğdayların tüketilmesiyle ilişkili olabileceğine dair bulgulara rastlanmıştır (Shephard ve ark. 2000). Yine Çin Halk Cumhuriyetinde yapılan araştırma sonuçları ülkenin bazı endemik bölgelerinde akciğer kanserinin bulaşık buğday tüketimiyle ilişkili olabileceğine dair ipuçları yakalanmıştır (Chu ve Li 1994). Uluslararası Kanser Araştırma Enstitüsüne göre fumonisinler, 2B sınıfı kanserojenler içersine dahil edilmiştir (WHO-IARC, 1993).

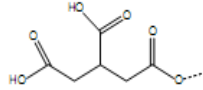
2.3.1. Biyosentezi, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Birçoğunun doğal olarak oluştuğu gösterilememiş olsa dahi bu güne kadar 15 farklı fumonisin tespit edilmiştir. Bunlar 4 ana grupta kategorize edilmektedir; i) FA1, FA2, FA3, FAK1, ii) FB1, FB2, FB3, FB4, iii) FC1, FC2, FC3, FC4, iv) FP1, FP2 ve FP3. Hidroksil gurubuna sahip olan FB1, FB2, FB3 ve FB4'den farklıdır. Fumonisinin en toksik ve en sık rastlanan formu Fumonisin B1 (FB1)'dir. Kimyasal yapısı Şekil 2.7.'de gösterilen FB1 $C_{34}H_{59}NO_{15}$ şeklinde formülize edilmiştir (propane-1,2,3-tricarboxylic acid'in diesteri ve 2-amino-12,16-dimethyl-3,5,10,14,15-pentahydroxyeicosane) (Abbas and Shier, 1997; Musser and Plattner, 1997).



	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

Tricarballic Acid (TCA)

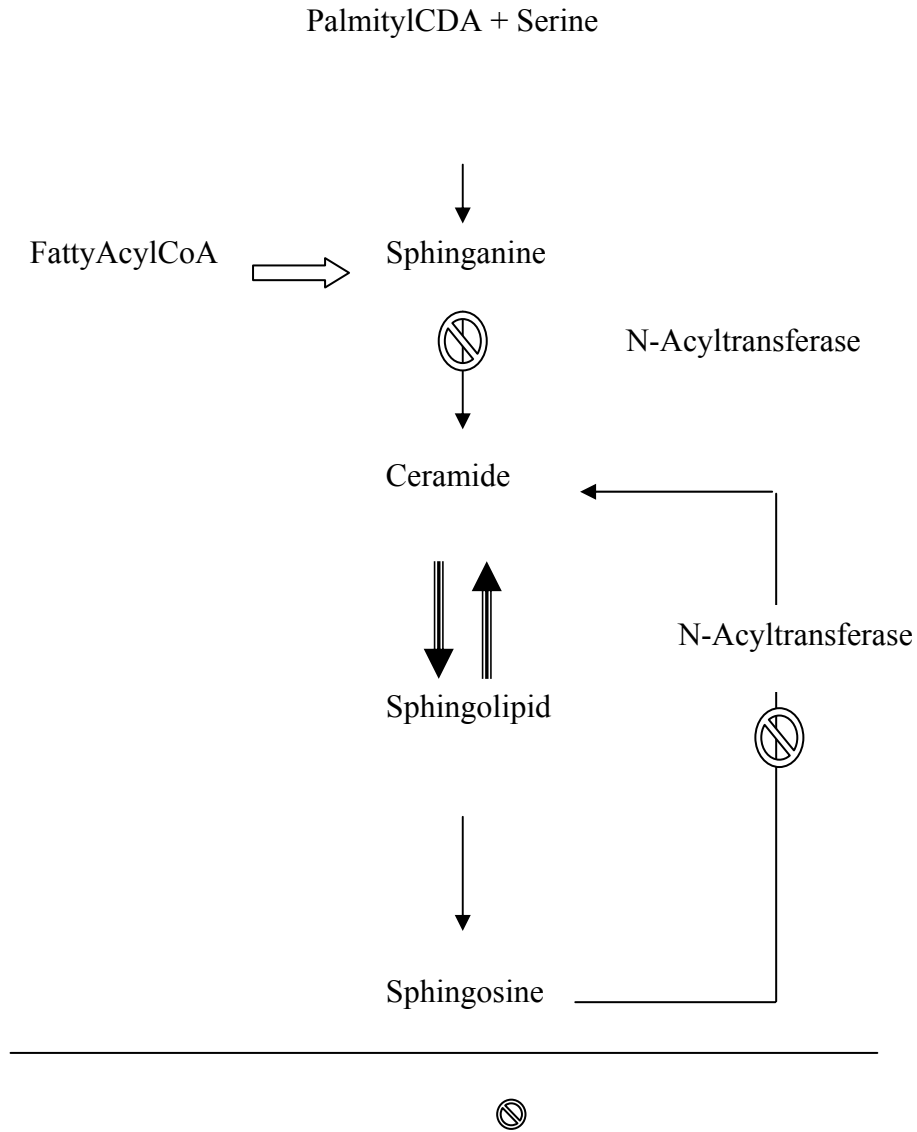
**Şekil 2.7.** Fumonisinlerin kimyasal yapısı (Soriano, 2004)

Birçok proses süresince FB1'in kimyasal yapısı bozulmaksızın stabil kalır. Ayrıca birçok faktör FB1'in işlenmiş ürünlerden ekstrakte edilmesini zorlaştırır. FB1'in kalsiyum hidroksitle hidrolize edilmesi ile hidrolize FB1 elde edilir. Böylece konsantrasyonun azaltılmış olacağı düşünülse de toksik ürün yok edilemez. Saf halde beyaz renkli, hidroskobik yapıda, su, acetonitrile-su ya da metanol de çözünebilir. Acetonitrile-suda (1:1) stabil, metanolde stabil değildir. Ayrıca besin işleme sıcaklığına ve ışığa karşı stabil bir yapısı vardır. Ancak işleme sırasında 150 C⁰'ye kadar uygulanan ısı işlemler toksin içeriğinde önemli azalmaya neden olmuştur. Fermentasyon işlemi sonucunda çok az bir parçalanma gözlenmiştir (Flynn et.al.1997).

2.3.2. Toksin Metabolizması

Sphingolipidlerin fumonisine olan yapısal benzerliklerinden dolayı toksin mekanizmasının sphingolipid metabolizmasını engellemesi şeklinde olabileceği tahmin edilmektedir. Bu önemli bir saptamadır, çünkü bunların sentezinin engellenmesi demek hücre büyümesinin farklılaşmasının değiştirilmesi anlamını taşımaktadır. Bunlar hücre membranında bulunan ikinci tip yağlardır ki özellikle sinir ve beyin hücrelerinin membranlarında bulunur (Soriano, 2005).

Fumonisinler yapısal olarak sphingolipid molekülünün bir bileşeni olan sphingosinle benzerlik gösterirler. Sphinganine N-aceyltransferase (ceramide synthetase) enzimini inhibe ederek sphingolipid kompleksinin sentezini bloke ederler (Şekil 2.8.). Memelilerde sphingolipid biyosentezi tüm dokularda meydana gelir ve birçok enzim tarafından düzenlenir ve katalize edilir. Bunlar tüm eukaryotik hücrelerin hücre dışı ve içi membranlarında bulunur. Sphingolipidlerin ara ürünleri birçok hücrenel olayda farklı etkilere sahiptir. Sphingosin, hücre büyümesinin düzenlenmesi, hücre farklılaşması, hücre morfolojisi ve hücre geçirgenliğinde rol oynar. Glycosphingolipid ceramide yine hücre farklılaşması ve bunun düzenlenmesinde protein parçalanmasında, hücre olgunluğunun uyarılmasında ve diğer önemli bazı proseslerde rol oynar. Karaciğer ve böbreklerde sphingolipid metabolizmasının FB1 tarafından engellenmesi direk doku hasarına neden olur. Dokulardan izole edilen Sphinganine/sphingosine oranı FB1 varlığı hakkında bilgi verebilir (Wang ve ark., 1999).



Şekil 2.8. Fumonisinlerin Toksin Metabilizması ,

⊗ : Fumonisinler tarafından engellenen bölge (Soriana, 2005).

2.3.3. Fumonisin Oluşumunda Etkili Olan Faktörler

Bitki genotipi, yetiştirildiği lokasyon, yükseklik ve yetiştirme sezonu boyunca gözlenen hava şartları arasındaki interaksiyonların fumonisin üretimini ne derece etkilediğine dair çalışmalar özellikle sıklıkla problem yaşanan tahıllarda son yıllarda ivme kazanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toprak işleme, bitkinin genotipi, ve çevre faktörlerinin mikotoksin üretiminde etkili olabileceği ortaya atılmıştır. Bu tip çalışmalara diğer ürün guruplarında da ihtiyaç olduğu çok açıktır. Diğer taraftan ürünün hasattan sonra maruz kaldığı şartlar, işleme ve depolama koşulları fumonisin oluşumunda diğer önemli faktörlerdir (Fandohan, 2004).

Nelson ve arkadaşları (1991) farklı coğrafik bölgelerden 95 *F. moniliforme* ırkı toplayarak ve bunların fumonisin oluşturma durumlarına bakmışlar ve toksin üretimi için ırkların orijinlerinin üzerlerinde geliştikleri üründen çok daha önemli olduğunu bulmuşlardır. Dokko ve arkadaşları (1995) Avrupa ve Afrika'dan 98 örnek üzerinde çalışmışlar ve bunların alındıkları bölgeye bağlı olarak yüksek ve düşük düzeyde fumonisin içeren örnekler olmak üzere iki grupta sınıflandırılabileceğini belirtmişlerdir.

Camargos ve arkadaşları tarafından (2001) Brezilya'da yetiştirilen ticari mısır çeşitlerinde FB1 ve FB2 oluşumuna etki eden faktörleri saptamak üzere iki farklı yılda 3 lokasyonda denemeler kurulmuş ve üretim sezonunun, genotipin ve lokasyonun etkisi araştırılmıştır. 94/95 üretim sezonunda 3 lokasyondaki 35 çeşitten 105 örnek elde edilmiş ve

tüm örneklerde 0,10-6,58 µg/g konsantrasyon aralığında FB1 ve 0,04-2,15 µg/g konsantrasyon aralığında FB2 tespit edilirken 97/98 üretim sezonunda yine 3 farklı lokasyonda yetiştirilen 39 çeşitten elde edilen 87 örneğin 1,15-43,8 µg/g konsantrasyon aralığında FB1 ve 0,08-11,65 µg/g konsantrasyon aralığında FB2 tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre üretim sezonları, lokasyon ve çeşitler arasında FB1, FB2 ve FB1+FB2 oluşma açısından fark önemli çıkmıştır. Özetle fumonisin oluşumu ekolojik şartlarla doğrudan ilişkili olup çeşitlerin genotipik eğilimleri de bunda etkili rol oynamaktadır.

Doko ve Visconti (1994) İtalya'da mısırla yapılan yiyeceklerde konsantrasyonları 500-4700 mg/kg arasında değişen yüksek miktarlarda FB1 bulmuşlardır. Yapılan araştırmalarda tahıl grubunda arpa ve buğdayda fumonisin oluşumunun çok yaygın olmadığı görülmüştür. Bununla ilgili iki hipotez ortaya atılmıştır (Marin et al. 1999). Birincisi *Fusarium*'un buğday ve arpada mısıra nazaran daha az bulaşma yapıyor olması, ikincisi ise buğday ve arpanın besin içeriğinde fumonisin biyosentezini engelleyen bir maddenin varlığı yada mısırdaki fumonisin gelişimini kolaylaştıran bir bileşen olabileceği hipotezidir.

Torres ve ark. (2001) mısırın hangi şartlar altında yetiştirildiğinin *Fusarium* türlerinin ortama hakim olmalarıyla ilgili olduğunu saptamışlardır. Yapılan çalışmalarda artan fumonisin düzeylerinin artan bölgesel sıcaklıkla orantılı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yüksek sıcaklıklar tarlada fungal gelişmeyi ve mikotoksin oluşumunu etkileyen en önemli

faktördür. Ayrıca yüksek nemdeki ürün kuruya göre *Fusarium* türlerinin gelişmesi için daha uygundur.

Scudamore ve Patel'in (2000) gözlemlerine göre de Güney Avrupa'dan toplanan örneklerdeki fumonisin miktarı daha güneyden toplananlardan daha fazladır. Lokasyonun enlemi azaldıkça fumonisin içeriği artar. Yani *Fusarium* türleri yüksek sıcaklıkları severler. Velluti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2000) *F. verticillioides*'in gelişme hızının 25 C°'de 15 C°'den daha fazla olduğu bulunmuştur. Aynı araştırmacılar bunun yanında belli bir sıcaklıkta fungusun büyüme hızının su aktivitesi ile arttığını gözlemiştirler. Scott (1993) mısırdaki FB1 üretimi için en uygun sıcaklığın 20 C° olduğunu, Marin ve arkadaşları (1999) ise optimal gelişme sıcaklığının 30 C° ve su aktivitesinin 0,98 olduğunu belirtmişlerdir.

Visconti 1996'da birçok farklı çevre şartlarından topladıkları mısır genotiplerini fumonisin içerikleri açısından değerlendirmiştir. Bu çalışmada doğu Avrupa'da yetiştirilen (Romanya, Polonya) mısır genotiplerinde az miktarda fumonisine rastlanırken Arjantin, Batı Avrupa ve Afrika'da yetiştirilen genotiplerde daha yüksek fumonisine rastlanmıştır. Bu araştırmaya göre düşük fumonisin içeren hibritler mevcuttur ve bunlar özel alanlara adapte edilerek yetiştirilebilirler.

Ono ve ark. (2001) yetiştirme şartlarının ve endosperm karakteristiklerinin tavsiye edilen mısır hibritlerinin fumonisine dayanıklı olup olmadığını tahminde rol oynadığını ortaya koymuşlardır. Bakan ve arkadaşları tarafından (2002) zararlılara dayanıklı genetiği değiştirilmiş

mısırlarda *Fusarium* gelişmesinin geleneksel çeşitlere oranla nasıl olduğu araştırılmıştır. *Bacillus thuringiensis* bakterisinden izole edilen Bt geni böcekler için toksik etkiye sahip bir protein oluşturarak transfer edildikleri mısırlarda böcek zararına karşı dayanıklılık kazandırır. Araştırma sonucunda *Fusarium* tarafından enfekte edilen bitki yüzdesi geleneksel varyetelerde genetiği değiştirilmişlere göre daha fazla olmuştur. Dowd (2001) transgenik hibritlerde gözlenen total fumonisin miktarının transgenik olmayanlara nazaran 1,5-1,8 kat daha az olduğunu tespit etmiştir.

Dowd (2001) mısırdaki böcek zararını azalttığına fumonisin düzeyinin düşürüldüğünü belirlemiştir. *Fusarium moniliforme* endofitiktir ve mısırdaki pedisel boyunca koçanın içine girer, boşlukta gelişmeye başlar ve tohum böylece bulaşmış olur. Medina-Martinez ve Martinez (2000) fumonisin düzeyi ile tohum zararı, kirlilik, nem, ağırlık ve sıcaklık sonucu zararlanmış dane, kırık dane ve kristalize olmuş dane gibi farklı özellikler arasındaki korelasyona bakmış ve tamamen zararlanmış tanelerle fumonisin konsantrasyonu arasında korelasyon bulmuştur.

Fusarium moniliforme'nin *Aspergillus flavus* enfeksiyonunu inhibe edebildiği ve aflatoksin bulaşmasını engelleyebildiği düşünülmektedir (Hirooka ve ark.,1996). Fakat diğer yandan Chamberlain (1993) mısırdaki doğal yolla bulaşma görülen örneklerde aflatoksin ve FB1 konsantrasyonlarının birbirinden bağımsız olduğunu iddia etmiştir. Belli miktarda örnekte bu iki mikotoksin arasında önemli bir korelasyon

bulunmamasına rağmen sonuçlar her iki mikotoksinin akümülyasyonu için gerekli olan şartların hemen hemen aynı olduğunu göstermektedir. Üstelik pek çok araştırma sonucu FB1'in diğer mikotoksinlerle birlikte bulunma durumunu ortaya çıkarmıştır. Örneğin okratoksin A, beauvericin, deoksinivanol, zearalenone, moniliformin, trichothecenes'in birlikte bulunmaları neticesinde birbirleri üzerine aditif ve sinerjik etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Kubena, 1997).

Marin ve ark. (1999) sıcaklık ve su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak fumonisin üretimini polynomial regresyonla tarif eden araştırmalarında *F. verticillioides*'in FB1 üretmesi için gerekli olan optimum şartların 30 C° sıcaklık ve 0,97 su aktivitesi (aw) olduğu, *F. proliferatum* içinse 15 C° sıcaklık 0,97 su aktivitesinin (aw) uygun olduğunu bildirmektedir. Sıcaklık ve su aktivitesi arasındaki ilişki önemli bulunmuştur. Bu iki fungusun gelişmesi ve fumonisin üretimi, su aktivitesi 0,92 aw civarlarındayken büyük ölçüde azalmıştır. İki fungusun da çimlenmesi için optimal sıcaklık 30 C° olarak bulunmuş fakat gelişme için minimum su aktivitesi 0,88 aw iken 0,94 aw ve üstü su aktivitesinde gelişme hızı maksimum olmuştur.

2.3.4. Fumonisinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Hayvan yemlerinde fumonisin oluşumu ile ilgili veriler sınırlıdır ve konsantrasyonları birkaç ppb'den onlarca ppm'e kadar çıkabilir. Birçok hayvan türünde özellikle kemirgenlerde, domuz, at, tavuk, tavşan, koyun, sığır, vizon üzerinde yapılan toksisite çalışmalarında, FB1'in düşük oral

akut toksisiteye sahip olduğu bulunmuştur. Çalışmaların büyük çoğunluğu saf fumonisinden daha ziyade bulaşık yemlerle yapılan çalışmalardır. Hemen hemen tüm çalışmalarda karaciğer ve böbreklerin en çok etkilenen organlar olduğu bulunmuştur. FB1'in tipik ve en belirgin etkisi domuzlarda görülen porcine pulmonary edema-akciğer ödemi (PPE) ve atlarda görülen leukoencephalomalacia-beyin iltihabı (ELEM)'dir (SCOOP, 2003).

PPE için NOAEL değeri domuzlarda 5,0 mg FB1/kg va/gün. ELEM'in oluşması için gerekli olan minimum doz 0,2-0.44 mg FB1/kg va/gün konsantrasyon aralığındadır. Atlar için NOAEL 0,2 mg FB1/kgva/gün'dür. Böbrek tümörünün oluşabilmesi için gerekli minimum doz, erkek sıçanlarda 2,5 mg/kg va dişilerde ise 7.0 mg/kg va'dır. Hayvanlarda yapılan çalışmalar üreme ve gelişme üzerine toksik bir etkinin olmadığı yönündedir (Reddy, 1996, Penner 1998). Yine yapılan çalışmalar FB1'in plasenta ve süte transferinin ya çok az ya da hiç olmadığını göstermiştir. İnsan plasentas, sözü geçen hayvanlardan çok farklı bir yapıda olduğu için FB1'in transfer olabileceği ve insanlarda bazı gelişimsel ve embryonik etkilerinin söz konusu olabileceği düşünülmektedir.

Belirlenen nörotik ve immunotoksik etkisinin yanında domuz, eşek ve maymunlarda yapılan araştırmalarda kardiovasküler sisteme olan etkileri araştırılmış kolestrol oranının arttığı ve böbreklerde yağlanmanın olduğu gözlenmiştir. Domuz, inek, ve fareler üzerinde yapılan deneyler, FB1'in çok az miktarda absorbe edildiği boşaltım sistemiyle çabuk bir

şekilde bağırsaktan atıldığını göstermiştir. İnsanlar için böyle bir veri mevcut değildir. Az da olsa bir miktar karaciğer ve böbrekte kalmaktadır.

Güney Afrika ve Çin’de yemek borusu kanserinin FB1 alımıyla ilişkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Benzer bir çalışma İtalya’da yürütülmüş ve herhangi bir korelasyona rastlanmamıştır. IARC, FB1, FB2 ve fusarin C’yi muhtemel kanser etmeni olarak 2B sınıfına dahil etmiştir. Bu toksinlerin insanlar için kanserojenik olduğuna dair bulgular yetersizdir (WHO-IARC, 1993). FB1’in kemirgenlerde böbrek ve karaciğer tümörlerine neden olduğu bulunmuş fakat genotoksik etkileri üzerine herhangi bir bilgiye ulaşılmamıştır (WHO/FAO, 2002).

Güney Afrika ve Çin’de üreticilerin yetiştirdiği mısırlarda yüksek konsantrasyonda fumonisin bulunmasına rağmen fumonisinlerin insanlar üzerindeki akut etkilerini doğrudan ortaya koyan bir araştırma yoktur. Güney Afrika’nın Transkei bölgesinde yaşayan yerli halkta yüksek oranda görülen yemek borusu kanseri, yüksek konsantrasyonda FB1 içeren mısırın sürekli olarak tüketilmesine bağlanmış ve *F. verticillioides* görülme sıklığı ile ilişkili olduğu birçok araştırmayla ortaya çıkarılmıştır (WHO-IARC, 1993). Güney bölgelerde bu kanserin görülme sıklığı her iki cinsiyet için de kuzeye kıyasla yüksektir. Bu iki alan arasında yaklaşık olarak 200 Km uzaklık vardır ve kuzey bölgesi 500 m daha yüksektir. *F. verticillioides* ve *F. graminearum* oldukça farklı ekolojik şartlar altında mısır koçan çürüklüğüne neden olur. Yemek borusu kanserinin yaygın olarak görüldüğü Transkei bölgesindeki ekolojik

şartlar bu hastalığın kolonize olması için uygun şartlardır (Jaskiewicz et al., 1987; Makaula et al., 1996).

Çin'in Henan eyaletine bağlı Linxian ve Cixian eyaletlerinde mısır, halk tarafından tüketilen temel gıdadır (Yoshizawa et al., 1994). Yüksek riskin olduğu bölgelerde erkekler için ölüm oranı 100000'de 76–161 arasında değişmektedir. *F. verticillioides*'in ortaya çıkma oranının yüksek risk taşıyan bölgelerde daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Zhen, 1984). Yemek borusu kanserinin yaygın olduğu Linxian ve Cixian bölgelerinden toplanan 31 mısır örneğinde FB1 konsantrasyonu 18-155 mg/kg. arasında değişmektedir (Chu ve Li 1994). Diğer bir araştırma, yine bu kanser türünün yaygın olarak görüldüğü bölgelerden toplanan 246 örnekte gerçekleştirilmiş ve bu yöredeki insanların yüksek konsantrasyonda FB1'e maruz kalabileceği görülse de ikisi arasında ilişki bulunamamıştır (Zhang et al., 1997). Yoshizawa ve arkadaşlarının (1994) yaptığı benzer bir çalışmada da bu kanser türünün sık ve nadir görüldüğü alanlardan alınan örneklerle FB1 bulunma düzeyleri arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Ueno ve arkadaşları (1997) karaciğer kanserinin sık ve az rastlandığı iki bölgeden aldıkları örneklerin karşılaştırılmasına dayanılan araştırmalarında, FB1 konsantrasyonunun yüksek risk taşıyan bölgelerden toplanan örneklerde daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Karaciğer kanserinin sıklıkla görüldüğü bölgede fumonisin düzeyi 120 örneğin 80'inde 0.14–34,9 mg/kg, daha az görüldüğü

bölgeden toplanan 120 örneğin 54'ünde 0.08–15,1 mg/kg olarak saptanmıştır.

Diğer bir analitik çalışma Kuzey İtalya'da yapılmıştır. Pordenone bölgesi İtalya'nın kuzey doğusundadır ve ağız, yutak ve yemek borusu kanserine dayalı ölümlerin İtalya ve Avrupa'ya oranla daha sıklıkla yaşandığı bir bölgedir (Franceschi et al., 1990). Bu kanser türlerinde risk faktörü, alkol ve sigara kullanımı olarak belirlense de mısır tüketimiyle de önemli bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bölgede tüketilen mısır lokal olarak üretilir ve yöresel ismi polenta olan mısır yemeği olarak sıklıkla tüketilir. 1993-94 yıllarında yürütülen bir çalışmada polentadan alınan örneklerde 0.15–3.76 mg FB1/kg'e rastlanmıştır (Pascale et al., 1995).

2.3.5. Farklı Ürünlerde Fumonisin Oluşumu

Fumonisin ile ilgili araştırmaların büyük çoğunluğu tahıl ve tahıl ürünlerinde yoğunlaşmıştır. Bunun nedeni bu gruptaki ürünlerin tüketim miktarlarının çok fazla olmasıdır. Belçika'da 2003-2004 yılları arasında 205 mısır gevreği örneğinde yapılan çalışmada 104 µg/kg FB1, 12 µg/kg FB2, 21µg/kg FB3'e rastlanmıştır (Paepens, 2005). 2002 yılında Hırvatistan'da 49 mısır örneğinin hepsinde FB1'e rastlanırken ve ortalama 459 µg/kg bulunurken, 3 örnekte -68-3084 µg/kg konsantrasyon aralığında FB2'ye rastlanmıştır (Domijan, 2005). Fas'ta 20 adet mısır örneğinde ortalama 1930 µg/kg FB1 bulunmuştur (Zinedine, 2006). Portekiz'de 31 adet mısır ürününün 14'ü fumonisin pozitif çıkmış ve düzeylerinin 113-2026 µg/kg arasında olduğu bulunmuştur (Lino, 2006).

Güney Afrika'da geleneksel yöntemle üretilen birada yapılan çalışmada toplam fumonisinin ortalama 369 ng/mL olduğu ve 43-1329 ng/mL konsantrasyonları arasında değiştiği bulunmuştur (Shephard, 2005).

Sadece tahıl ürünlerinde değil henüz çok fazla bilgiye sahip olmadığımız taze sebze ve meyvelerde problem olan toksigenik funguslar ve bunların mikotoksinleriyle ilgili araştırmaların artarak devam edeceği tahmin edilmektedir. Sebze ve meyvelerde bulunan konsantrasyonlarının düşük miktarlarda olması nedeniyle tayin edilebilmeleri için daha hassas analizlere ihtiyaç duyulması mikotoksinlerin bu ürün guruplarında çalışılmasını engellemektedir.

Kuşkonmazda görülen pençe ve kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türlerinden en sık görüleni *F. oxysporum f. Sp.* Asparagi ve *F. proliferatum*'dur. Hastalıklı bitkilerden %72'sinin *F. proliferatum* ile %28'inin *F. oxysporum f. Sp.* Asparagi ile kolonize olduğu saptanmıştır. Bu etmenlerin hangisinin daha öncelikli olduğu göreceli olarak arazinin coğrafi konumuna bağlıdır. Logrieco'nun 1998 yılında yaptığı çalışmada kuşkonmazın taç ve gövdesinde 0,5mg/kg FB1, 0,1 mg/kg FB2 tespit edilmiştir.

Seefelder ve arkadaşlarının 2002'de yaptığı çalışmada amaç, liquid chromatography-electrospray-ionization mass-spectrometry (LC-ESI-MS) yöntemi kullanarak tahıllara göre daha düşük seviyelerde fumonisin içeren sebzelerde bu miktarı tespit edebilecek daha gelişmiş, hassas bir analiz metodu geliştirmektir. Doğal yolla kuşkonmaz dokusunda kolonize olan *F. proliferatum*'um meydana getirdiği fumonisinin insan

sağlığı açısından risk oluşturduğu belirtilmiştir. 10 örneğin 9'unda 36,4-4513,7 ng/g aralığında FB1 bulunmuştur. Bu çalışma, Almanya'da kuşkonmaz sürgünlerinde doğal yolla meydana gelen FB1'in tespiti için yapılan ilk araştırmadır. Çalışmada aynı zamanda sarımsak dişlerinin bulaşık olduğu fungusların FB1 oluşturma kapasitelerine bakılmıştır. Bu amaçla sarımsak dişleri *F. proliferatum* ile kontamine olmuş toprağa ekilmiş ve bu fungusun bulaşma ve FB1 oluşturma durumu gözlenmiştir. Tüm sarımsak dokularında fungusa rastlanmış ve hepsinin de 26,0-94,6 ng/g konsantrasyon aralığında FB1 oluşturduğu saptanmıştır. Sonuçlar sarımsak bitkisinin de fumonisin oluşturma açısından risk taşıdığı konusunda ipuçları vermektedir.

Rizzo ve arkadaşları (2004) Arjantin'de ilaç sanayiinde hammadde olarak kullanılan 56 tıbbi bitki türünden 152 örnekle yaptıkları çalışmada, *Aspergillus*, *Penicilium* ve *Fusarium* cinslerinin toksigenik ırkları araştırılmıştır. Örneklerin %16'sının *Fusarium spp.*'la bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Buna göre toplam 29 ırkın %28'i *Fusarium verticillioides* ve *F. proliferatum*' a ait olduğu ve bunların 20-22000 µg/g FB1 ve 5-3000 µg/g FB2 ürettiği tespit edilmiştir.

Martins ve arkadaşları (2001) tarafından Portekiz'in Lizbon şehrindeki marketlerden toplanan 18 siyah çay ve dört çeşit tıbbi bitkiyi kapsayan (portakal ağacı yaprakları, ıhlamur, papatya) 69 örnekte, FB1 ve FB2 oluşma durumlarını araştırmışlardır. En fazla pozitif örneğe siyah çayda rastlanmıştır (80 ile 280 µg/kg arasında). Portakal ağacı yapraklarında 350-700µg/kg, ıhlamur yapraklarında 20-200µg/kg

konsantrasyon aralığında FB1'e rastlanmıştır. Örneklerin hiçbirinde FB2'ye rastlanmamıştır.

Logrieco ve arkadaşlarının (1998) bulaşık kuşkonmaz bitkilerinde yaptıkları FB1 ve FB2 analizlerinde pençelerde 7.4 mug/g FB1, 0.46 mug/g FB2, köklerde 0.83 mug/g FB1 0.06 mug/g FB2 tespit edilmiştir.

Türkiye'de ise fumonisin ile ilgili yapılan çalışma sonuçları 2000'li yıllarda yayınlanmaya başlamıştır. Omurtag ve arkadaşlarının (2001) temizleme için SAX kartuşları ve türevlendirme için OPA kullanarak HPLC metoduyla Türkiye'de yetiştirilen buğday ve ürünlerinde FB1 ve FB2 varlığını tespit etmek üzere yaptıkları araştırmada 82 örnek analize tabi tutulmuştur. Örneklerin %25'inde FB1 0,25 ppm ile 2,66 ppm arasında bulunurken FB2 0,55 ppm olarak sadece bir örnekte bulunmuştur. Omurtag ve Yazıcıoğlu tarafından 2004'de 115 adet bitki çayında ve tıbbi bitkide yapılan çalışmada yine aynı yöntemle 2 örnekte FB1 tespit edilmiş (0,160 ve 1,487 µg/g), FB2 hiçbir örnekte tespit edilememiştir. Bu araştırma, Türkiye'de bu alanda yapılan ilk çalışmadır ve tıbbi bitkilerin gerek sağlık gerekse ihracat yönü düşünülürse araştırmanın sonuçları daha fazla önem kazanmaktadır.

Park ve arkadaşları Kore'de (2005) yetiştirilen pirinçlerde fungal mikoflora ve bunların toksinleri üzerine araştırma yapmışlar ve *F. proliferatum*'un en yaygın *Fusarium* spp. türü olduğunu bulmuşlardır. Toplanan 88 örnekten sadece 2 tanesinde 48,2-60,6 ng/g oranında FB1'e rastlanmıştır.

İncir iç çürüklüğü, yumuşak çürüklük olarak da adlandırılan, 1920'de Kalifornia'da tanımlanan incirin en önemli fungal hastalıklarından biridir. Etmenleri arasında *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenb. (syn. *F. moniliforme* Sheldon), *F.solani*, *F.dimerun* *F. proliferatum*, *F. subglutinans*, *F. lactis* ve *F. ramigenum* yer alır (Michailides, 1996, Nirenberg, 1998). Güney İtalya'da incir yetiştiriciliği açısından önemli bir bölge konumunda olan Apulia Bölgesinde Moretti ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan araştırmada yöreden toplanan hurda incirlerden 120 *Fusarium* ırkı izole edilmiştir. Farklı incir türlerinden 9 farklı lokasyondan 87 örnek toplanmış ve her bir örnek 15 meyveden oluşmuştur. Morfolojik kriterlerine bakılarak 3 baskın tür bulunmuştur. Bunlar *F. ramigenum*, *F.solani* ve *F. subglutinans*'dir. Bunun yanında düşük frekansta da olsa *F. proliferatum*'a rastlanmıştır. İrkların toksin oluşturma potansiyellerinin araştırılmasıyla beauvericin, fumonisin B1 ve B2 ve fusaproliferin HPLC analiziyle fusaric asid ise GC analizi ile bulunmuştur. Sonuçlara göre fusaric acid, tüm türler tarafından çok düşük miktarlarda üretilirken sadece *F. subglutinans* tarafında yüksek miktarda üretilmiştir. Hurda incirlerden izole edilen bazı ırkların toksigenik olduğu tespit edilmiştir. Meyvede gerçekleştirilen toksin analizlerinde bazı örneklerde düşük seviyede fumonisine rastlanmıştır. Sonuç olarak araştırmaya konu olan Apulia Bölgesinde *Fusarium* kontaminasyonu yüksek düzeyde bulunmuştur. *Fusarium* türüne ait birçok toksigenik ırkın izole edilmesi kuru incirde *Fusarium* toksinleri ile karşılaşılma olasılığı olduğunu göstermektedir.

Kıraç (2006) tarafından hurda ve A sınıfı kuru incirlerde yapılan çalışmada okratoksigenik fungus türleri ve bunların OTA toksisiteleri araştırılmıştır. Araştırma sonunda *Fusarium* spp. ye hurda sınıfı incirlerde hiç rastlanmamıştır. *Fusarium* türleri *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerine göre daha yüksek su aktivitelerinde yaşamaktadırlar. Kurutma ve depolama sırasında su aktivitesinde meydana gelen değişiklikler sebebi ile incirin küf florasında değişimler olduğu için bu sonucun elde edilmiş olduğu düşünülmektedir.

Mısır'da şekerpancarında 73 ng/ml'ye kadar *F. verticillioides* tarafından üretilen FB1 tespit edilmiştir. (Ziedan ve Hegazy, 2002).

Fusarium toksinleri az miktarda da olsa fasulye, sarmısak, tarçın, siyah çay, yerfıstığı, zencefil, köri ve daha birçok tıbbi bitkide bulunmuştur. Ancak bu ürünlerin tüketimi çok fazla olmadığı için şu anda çok ciddi bir sağlık riski oluşturmadıkları düşünülmektedir. *Fusarium* toksinleri ile ilgili toksikolojik çalışmalar henüz yeterli düzeyde değildir. Örneğin birçok üründe (muz, mango ananas, patates, kırmızı yonca) önemli patojen olduğu bilinen toksigenik *Fusarium* türü için ve bu meyvelerden elde edilen ürünlerde oluşabilecek mikotoksinlerle ilgili yeterli çalışma yoktur (Logrieco, 2003).

2.3.6. Yemlerde Fumonisin Oluşumu

Mikotoksinler içinde fumonisin, keşfedildikleri günden itibaren mısırın en önemli kontaminantı olmaya başlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre mısırların büyük çoğunluğunun fumonisinle bulaşık

olduğu bulunmuştur (Placinta et al., 1999). Bulaşmanın olmadığı mısırın bulunmasının çok güç olduğu, bulaşma çok önemli düzeylerde olmayıp çok düşük konsantrasyonlarda bile olsa, bulunabileceği, yapılan araştırmalardan elde edilmiştir. Fumonisin kontaminasyonunun olduğu örneklerde konsantrasyonlar genelde 0,02 mg/kg (oğu araştırmada LOD değeridir) –10 mg/kg arasındadır. Afrika, Kuzey ve Güney Amerika, Asya ve Avrupa’da 21 ülkede FB1 konsantrasyonu 0,02-25,9 mg/kg iken FB2 ile birlikte buldukları konsantrasyon 0,05-11,3 mg/kg’dır (Placinta et al., 1999). Danimarka’da yapılan araştırmada toplam FB1, FB2 ve FB3 düzeyi 0.025 ve 1.93 mg/kg arasındadır. Güney Afrika’da hayvan yemlerinde 4.0 -11.0 mg/kg, Uruguay’da 0.2 to 6.3 mg/kg, FB1 tespit edilmiştir (Pineiro et al. 1997). Hindistan’da tavuk yemlerinde az miktarda (0.02-0.26 mg/kg) FB1’e rastlanmıştır (Shetty and Bhat, 1997). Fransa’da kk üretici bahçelerinde yetiştirilen mısırlardan elde edilen 35 adet domuz yeminde 2.1 mg/kg FB1 ve 0.9 mg/kg FB2 tespit edilmiştir (Dragoni et al., 1996). Benzer sonuçlar yine aynı ekibin 1997’de yaptıkları çalışmada mısır gluteni ilavesi yapılmış yemlerden alınmış, 32 örneğin 28’inde 0.1-4.5 mg/kg düzeylerinde FB1 bulunmuştur (Scudamore et al., 1997).

2.3.7. Fumonisinlerin Parçalanmasını Sağlayan Uygulamalar

Mısırın tortilla hamuru olarak işlenmesi süresince Ca(OH)₂ ve ısı ile muamele edilerek FB1 konsantrasyonu azaltılabilir. Fakat hidrolize olmuş FB1’in en az FB1 kadar tehlikeli olduğu bulunmuştur. Bira fermentasyonu boyunca fumonisinlerin stabil kaldığı bilinmektedir. Diğer mikotoksinler gibi fumonisinler de sıcaklığa karşı kararlı bir

yapıdadır. 150C°'nin altındaki sıcaklıklarda FB1 ve FB2'de çok küçük değişiklikler gözlenirken bunun üzerindeki sıcaklıklar toksinin parçalanmasında etkilidir. Kuru ya da nemli buğdayda 60 dk 200 C° derece sıcaklık işlemine gerek duyulmaktadır. Keklerin 220 C° derecede 25 dk fırında pişirilmesi ile kısmi bir parçalanma söz konusu olmuştur. Farklı mısır ürünlerinin konserve olarak işlenmesi fumonisinin miktarında önemli bir değişikliğe neden olmamıştır (Park et al., 1997).

2.3.8. Fumonisin Görülme Sıklığı ve Sınır Değerler

Uluslararası ve yerel organizasyonlar mikotoksinlerin insanlar üzerindeki zararlarını sürekli olarak araştırmakta ve çalışmalar çoğunlukla mikotoksinler için izin verilen maksimum seviyelerin belirlenmesi ile sonuçlanmaktadır. Bugün pek çok ülke gıda ürünlerindeki mikotoksin seviyeleri için yasal düzenlemeler yapmıştır fakat belirlenen limitler uluslararası düzeyde bir örnek değildir. Doksanlı yılların aflatoksini olarak adlandırılan fumonisinler başta tahıl gurubu ve yan ürünleri olmak üzere birçok üründe bulunmuştur. 2003 yılı itibari ile 99 ülkede mikotoksinlerle ilgili düzenlemeler getirilmiştir ki bu ülkeler dünya nüfusunun % 87'sini oluşturmaktadır. 1995 yılı ile karşılaştırıldığında % 30'luk bir artış söz konusudur (Shephard 2007).

FAO'nun 1997 verilerine göre 1995 yılında sadece bir ülkede fumonisinle ilgili düzenlemeler getirilirken 2004 senesi itibari ile bu sayı 6'ya yükselmiştir. Avrupa'da, Bulgaristan'da mısır ve mısır ürünlerinde, Fransa'da buğday ve ürünlerinde, İsviçre'de mısırdaki düzenlemeler getirilmiş limitler belirlenmiştir. ABD'de FDA tarafından insan

gıdalarında ve yemlerde 2001 yılında FB1+FB2+FB3 için limitler belirlenmiştir. Buna göre toplam fumonisin insanlar tarafından tüketilen mısır, mısır unu ve ürünlerinde limitler 2-4 ppm hayvan yemlerinde ise 5 ile 100 ppm arasında belirlenmiştir (Arranz, 2004).

Fumonisinlerin dünyanın pek çok yerinde örneğin A.B.D., Kanada, Güney Afrika, Endonezya, Nepal, Tayland, Filipinler, Endonezya, Meksika, Fransa, İtalya, Polonya, İspanya'da mısır ve mısır yan ürünlerinde doğal kontaminant olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Eriksen and Alexander, 1998). Birçok ülkede tahıl ürünlerinde fumonisinlerin bulunuşları ile ilgili veriler toplanmaya başlanmıştır. 9 Avrupa ülkesini kapsayan gıdalardaki *Fusarium* toksinleri ile ilgili, SCOOP raporu 2003 yılında yayınlanmıştır (EC, 2003).

FB1'in mısır ve ürünlerinde meydana gelişleriyle ilgili yapılan araştırma sonuçlarına göre analize tabi tutulan 5211 örneğin % 60'nın bulaşık olduğu saptanmıştır. En yüksek bulaşıklığa Okyanusya ülkerinde (82 örneğin %82 sinde) ve Afrika'da (383 örnekte %77), Latin Amerika'da (266 örneğin %85), Güney Amerika'da (1662 örneğin %63), Avrupa'da (1918 örneğin % 53) ve Asya'da (900 örnekten % 52) rastlanmıştır. Elde edilen veriler mısır ve yan ürünlerinin bulaşma düzeyinin kaynağına göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. En yüksek bulaşma, mısır yeminde görülürken bunu yan ürünleri ya da işlenmiş ürünlerinden un, polenta, irmik ve diğer işlenmiş ürünleri izlemektedir. FB1 düzeyi hayvan yemlerinde maksimum seviyelere yaklaşmıştır. Örneğin Kuzey Amerika'da 330, Avrupa'da (İtalya) 70,

Latin Amerika'da (Brezilya) 38, Afrika (Güney Afrika) 9 ve Asya (Tayland) 2 mg/kg FB1'e rastlanmıştır Shephard, 2007).

Birleşmiş Devletler Gıda ve İlaç Dairesi tarafından fumonisinler için insan ve hayvan gıdalarında tavsiye edilen maksimum düzeyler verilmiş olup bu düzeylerin de iyi tarım ve üretim uygulamaları ile kolayca başedilebileceği vurgulanmıştır (FDA, 2001).

Tolare edilebilir maksimum seviyeler o ülkede yaşayan insanların bu yiyeceği ne kadar sıklıkla tükettiği ile ilintili olduğu için bu seviyeler ülkeden ülkeye değişebilir. Analize tabi tutulan hayvanların dokularında iz miktarda toksine rastlanmıştır ancak hayvanların süt, yumurta ve et gibi ürünlerinde herhangi bir probleme rastlanmamıştır (Murphy et al., 1996).

Çizelge 2.2.'de farklı ülkelerden toplanan örneklerde saptanan FB1 konsantrasyonlarının maksimum seviyeleri ve pozitif örnek miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.2. Farklı ülkelerden toplanan mısır örneklerinde fumonisin miktarları (Munkvold,1997)

Ülke	Örnek	Fumonisin B1 (İg/g)		Maks.	Ort. (µg/g)	Belirleme Limiti(µg/g)
		Örnek Sayısı	Pozitif Örnek Yüzdesi			
A.B.D.	Yem-PPE ^a	83	88	330	63	1
A.B.D.	Yem- ELEM ^b	98	87	126	29	1
A.B.D.	Taramalar	160	100	239	21	0,1
Çin	Mısır-EC ^c	31	100	155	54	1
Güney Afrika	Yüksek EC	12	92	118	28	0,05
Güney Afrika	Yüksek EC	24	100	47	13	0,05
Brezilya	Yem	21	67	38	9	1
Kenya	Mısır	33	18	47	15	0,1
Brezilya	Mısır	48	100	18	2-11	0,1
İtalya	Mısır	33	58	5	2	0,1
İtalya	Yiyecek	29	62	6	3	0,1
A.B.D.	Mısır	22	73	15	2	0,1
A.B.D.	Mısır	49	67	28	3	0,1
A.B.D.	Mısır	59	88	19	3	0,1
A.B.D.	Mısır	50	96	16	3	0,1
A.B.D.	Mısır	230	22	6		0,5
A.B.D.	Mısır	245	11	10		0,5
A.B.D.	Mısır	639	46	24	1-2	0,5
A.B.D.	Yem	51	37	9	4	1
Güney Afrika	Düşük EC	23	52	19	3	0,05
Güney Afrika	Düşük EC	15	87	11	2	0,05
A.B.D	Yiyecek	20	50	7	2	0,1
A.B.D	Yiyecek	35	86	3	1	0,05
Güney Afrika	Yiyecek	81	72	0,5	0,1	0,05
İsviçre	Yiyecek	120	37	0,8	0,1	0,05

(a) PPE: porcine pulmonary edema.
(b) ELEM: equine leucoencephalomalacia.
(c) EC: İnsanlarda gırtlak kanseri

Avrupa Birliği ülkelerinde FB1 riskine maruz kalma ile ilgili sistematik veri toplanmasına ilişkin veriler 2003 yılında yayınlanan

SCOOP analizi sonuçlarına dayanmaktadır. *Fusarium* türlerinin en fazla zarar verdiği ürün gruplarından olan mısır, buğday ve bunların yan ürünlerinden oluşan örnekler üzerinde çalışılmıştır. SCOOP analizi sonuçlarına göre 13 Avrupa ülkesinde *Fusarium* toksinlerinden 3 ana grup üzerinde çalışma yoğunlaştırılmış bunlar trichothecenes, zearalenone ve fumonisinlerdir. 9 ülkeden toplanan 3863 örneğin %46 sı FB1, 6 ülkeden toplanan 1010 örneğin %42'sinde FB2, bir ülkeden alınan 239 örneğin %36'sında FB3 bulunmuştur. Ürün gruplarına göre FB1 öğütülmemiş mısır örneklerinin %66'sında, mısır ununun %79'unda, mısır cipsinin % 46'sında buğdayın %79'unda ve FB2 öğütülmemiş mısır örneklerinin %51'inde tespit edilmiştir. Raporun sonucunda günlük alınan ortalama miktarlar günlük tolere edilebilir miktarın (2 µg/kg) hayli altında olmasına rağmen çocuk ve gençlerde daha yüksektir (%22).

Mısır ve mısır ürünlerinde rapor edilen konsantrasyonlar Latin Amerika'da 0.07-38.5 mg/kg, Kuzey Amerika'da 0.004-330 mg/kg, Afrika'da 0.02-8.85 mg/kg, Asya'da 0.01-153 mg/kg, Avrupa'da 0.007-250 mg/kg'dır. İnsanların maruz kaldığı risk açısından Kanada'da yapılan araştırma 0.017-0.089 µg/kg va/gün, Amerika'da 0.08 µg/kg va/gün. İsviçre'de 0.03 µg/kg va/gün, İsviçre'de günde alınabilecek tahmin edilen ortalama miktar 0.03 µg/kg va/gün Hollanda'da 0.006-7.1 µg/kg va/gün arasında Güney Afrika'da 14-440 µg/kg va/gün arasındadır (EHC, 2000).

1 Ekim 2007 tarihinde yürürlüğe giren yeni düzenlemeyle herhangi bir değişiklik yada bağlayıcılık olmadığı takdirde AB ülkeleri için *Fusarium* toksinleri maksimum seviyeleri belirlenmiş (European Commission Regulation, 2007) ve bu düzenlemeye göre bir çok üründe *Fusarium* toksinleri limitleri öngörülen değerlerin üstünde tutulmuş ve mısırın çeşitli partikül büyüklüklerindeki öğütme fraksiyonları için limit değerler belirlenmiştir (Çizelge 2.3.8.2). Türkiye’de mısır ve ürünleri için 17 Mayıs 2008 tarih, 26879 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2008/26 nolu tebliğe göre ise maksimum FB1+FB2 limitler işlenmemiş mısırdaki 4000 µg/kg, mısır unu ve mısır bazlı ürünlerde 1000 µg/kg, mısır bazlı kahvaltılık tahıllar ve çerezlerde 800 µg/kg, bebek mamalarında 200 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2.3. Avrupa Birliği Komisyon kararı gereğince ile FB1+FB2 maksimum düzeyleri

Ürün	Maksimum Düzey FB1+FB2 (µg/kg)
İşlenmemiş mısır	2000 µg/kg
Mısır unu	1000 µg/kg
Mısır ürünleri	400 µg/kg
Bebek mamaları	200 µg/kg

2.3.9. Fumonisin Analizi

Fumonisinlerin mısır ürünlerinde fazla miktarda bulunması ve insan ve hayvan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin saptanmasından sonra bu mikotoksinin nitel ve nicel olarak tespit edilebilmesi için

yöntem geliştirme, tüm mikotoksinlerde olduğu gibi temel çalışmaların başında gelmiştir. Gıdalarda ve yemlerde fumonisin analizi kromatografik yöntemlere dayanmaktadır. Tayin için birçok analitik metot kullanılmıştır. Bunlar; ince tabaka kromatografisi (TLC), sıvı kromatografisi (LC), mass spektrometri (MS), post –hidrolize gaz kromatografi, immuno kimyasal ve elektroforetik yöntemlerdir (Shephard, 1998). En başarılı sonuçlar HPLC kullanarak floresan türevini dedektör yardımıyla okuyan likid kromatografik yöntemde alınmıştır ve çalışmaların %90'ı bu konu üzerinde yoğunlaşmıştır. Fumonisin molekülünde floresan dedektörde okunmasına izin veren kromofor yapısı olmadığı için türevlendirme, yani HPLC cihazında okunabilmesi için ekstrakt p-anisaldehyde, fluorescamine ya da o-phthaldialdehyde gibi kimyasallarla muamele edilmelidir. Her metodun zayıf bir noktası veya eksik bir yanı bulunmakla birlikte seçilecek metod, amaca göre farklılık gösterebilir. İnce tabaka kromatografisi (TLC) nicelik olarak fumosin düzeyi hakkında bilgi verirken miktar konusunda yeterli bilgi vermez. Yüksek performanslı likid kromatografi (HPLC) yöntemi fumonisin analizlerinin çoğunda kullanılan bir yöntemdir. Ancak fumonisinin ölçülebilmesi floresan ışık altında okunabilmesini sağlayacak bir kimyasalın makinaya konmadan önce eklenmesi ile mümkün olmaktadır. Bu metodun eksik tarafı, bazı örneklerde düşük seviyelerde de olsa n-acylated fumonisin türevini tespit edememesidir. Diğer bir olumsuz tarafı ise temizleme aşamasının çok iyi yapılmasının gerekliliğidir. Gaz-kromatografi/kitle spektrometrisi (GC/MS) yöntemi kullanıldığında esterize olmuş yan zincirlerin hidrolize olmasına dayanan yöntemde türevlendirme için trimethylsilyl yada trifluoroacetate kullanılır. Çok

hassas olan bu yöntem oldukça pahalı alet ekipmanı gerektirdiği için cazip değildir. Uygulaması kolay ve pahalı ekipman gerektirmeyen bir yöntem olan ELISA, fumonisini sadece nicelik olarak belirleyebilir. Capillary zone electrophoresis, fumonisin florasan özelliği veren bir kimyasalla muamelesini zorunlu kılar ve tespit limiti 50 ppb dir. GC/MS, liquid secondary ion mass spectrometry, immunosorbent assays thermospray mass spectrometry ve electrospray mass spectrometry metodları plazma, üre gibi fizyolojik örneklerin analizinde kullanılır (Shephard et al., 1994). Fumonislinlerin suda çözülebilirliği doğası ve metabolitlerinin özellikleri, HPLC metodunun en ideal metod olduğu konusunda araştırmacıları birleştirmiştir. Fumonisin bu yöntemle tayin çalışmaları Shephard (1998) tarafından tanımlanmış ve yine aynı araştırmacı tarafından metod geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar fumonisin bazı durumlarda matriksde şeker ve proteinlere bağlı olabileceğini ve ekstraksiyonun bu anlamda zor olabileceğini göstermiştir (Seefelder *et al.*, 2003; Humpf and Voss, 2004). Yüksek oranda geri kazanım sağlanması için ekstraksiyon şartlarının çok iyi sağlanması ve takip edilmesi gereklidir (Park *et al.*, 2004).

Ekstraksiyon: Fumonisinlerin analizinde ilk aşama diğerlerinde olduğu gibi etkili bir ekstraksiyon işlemi ile bunların kullanılan ekstraksiyon solventine kayıpsız bir şekilde transfer edilmesidir. Ekstraksiyon, asetonitril-su (1:1, v/v) yada %70-80 su içeren metanol – su karışımı ile yapılmakta bu oranlar analize tabi tutulan örneğin türüne göre değişiklik göstermektedir. Uygulanacak ekstraksiyon işlemi, analizi yapılacak materyalin niteliklerine, mikotoksin türüne ve polarite gibi

kimyasal özelliklerine bağlıdır. Fumonisinlerin üründen ekstrakte edilmesinde asetonitril-su, metanol-su yada bu ikisinin belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilen çözümler vasıtasıyla olmaktadır. 1996 yılında Avrupa’da birçok laboratuvarın katılımı ile gerçekleştirilen ortak çalışmada (Visconti et al., 1996) mısırdaki 30 dakika karıştırmanın blendırla muameleden daha etkin olduğu geri kazanımın karıştırmada %85’lerde iken blendırdaki %60’larda olduğu bulunmuştur. Yine aynı çalışmada solvent miktarının numune miktarına göre daha fazla olması da geri kazanım oranını arttırmıştır. Asetat-ACN ya da trichloromethane-MeOH gibi karışımlar da bazı çalışmalarda kullanılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Yapılan bir çok çalışmada (Doko and Visconti, 1994; Scott and Lawrence, 1994 Shephard et al., 1990) ekstraksiyonda çözücü olarak Metanol-su (3:1) kullanımı ve uzun süre çalkalama yada blendırdaki homojenizasyon kabul edilmiştir. Ancak bazı çalışmalarda bunun tersi olarak da asetonitril-su karışımının daha etkili sonuç verdiği bulunmuştur (Sydenham et al., 1992). Etkin ekstraksiyon için uygulanması gereken şartlar kendi arasında varyasyon göstermekle birlikte en az bunun kadar önemli diğer bir konu da farklı ürün gruplarına göre en iyi ekstraksiyon çözümlerinin bulunmasıdır. Fumonisinler nispeten stabil yapıdadırlar. Birçok faktör, onların işlenmiş ürünlerden ekstrakte edilmesini zorlaştırabilir (Bullerman & Tsai, 1994). FB1’in oda sıcaklığında ve daha üst sıcaklıklarda mısıra bağlanması gerçekleştirilebilir. Bazı işlemler sırasında eklenen demir de geri kazanım üzerine etkilidir. Çözümlemeyen işleme faktörleri yada gıda içerikleri tahıllarda geri kazanım oranının etkileyebilir. Yükselen sıcaklıklarda

fumonisinlerin indirgen şekerlerle reaksiyona girdikleri bulunmuştur (Murphy et al., 1996).

Temizleme (Clean-Up, Yıkama, Arındırma): Mikotoksin analizinde diğer önemli bir işlem aşamasıdır çünkü ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edilen ekstrakt, sadece mikotoksinleri içermez. Örneğin içerdiği tüm şeker ve organik asitler analiz sırasında interferans yaparak yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Numuneden ekstraksiyon solventinin içine taşınan fumonisin, temizleme işlemi ile numuneyle gelen diğer kalıntılardan da temizlenir. C18 zıt faz, SAX, IMA gibi ekipmanlar kullanılarak yapılabilir. SAX kartuşları, zıt faz C18'e göre daha üstün bir temizleme sağlar fakat bu yöntem okuma için örnek ekstraktının pH'sının 5,8'in üstünde olması ve akış hızının maksimum dakikada 1 ml olacak şekilde kontrol edilmesi gerekir. SAX kartuşları hidrolize olmuş aminopolyol fumonisini tespit edemez. C18 kartuşlarındaki adsorbanlarla fumonisinlerin aktif bölgeleri reaksiyona girer. IMA kolonlarının kapasiteleri sınırlıdır ve ekstraksiyon işleminin çok iyi yapılması gereklidir. Bunlar sütte, birada, tatlı mısırdaki ve mısırdaki kullanılmışlardır (Samapundo, 2006).

Türevlendirme prosedürü: Fumonisin molekülü floresan dedektörde okunmasını sağlayacak kromofomlardan yoksundur. Bu nedenle HPLC analizinden önce örneğin içindeki fumonisin molekülünün amin grubu ile reaksiyona girip onun dedektörde okunabilir hale gelmesini sağlayacak bir kimyasalla muameleye ihtiyaç vardır. Örneğe floresan özellik kazandırmak için birçok kimyasal kullanılır. Bunlar

fluorescamine naphthalene-2,3-dicarboxaldehyde/potassium cyanide, 4-fluoro-7-nitrobenzo-2-oxa-1,3-diazole, (Scott & Lawrence, 1994), 6-aminoquinolyl *N*-hydroxysuccinimidylcarbamate, 9-fluorenylmethyl chloroformat e ve *o*-phthaldialdehyde (OPA) (Shephard et al., 1990; Sydenham et al., 1992). Bunlardan en sık kullanılanı OPA'dır (Samapundo, 2006). Türevlendirme için birçok laboratuvarın kullandığı OPA, 50 ng/g ve daha düşük konsantrasyonlarda fumonisinin tespitine izin verir. OPA'nın içine eklenen 2-mercaptoethanol oda sıcaklığında hızlı bir şekilde reaksiyona girip örneğe floresan özellik kazandırabilir ancak stabilitesi çok düşüktür (Scudamore and Patel, 2000). OPA'nın elue edilen solüsyona eklenmesinden yaklaşık 2 dk sonra (Sydenham et al., 1996), fumonisin ile reaksiyona girmesi tamamlanır fakat hemen makinaya enjekte edilmesi gereklidir. Hazırlandıktan yaklaşık 4 dakika sonra OPA'nın türevlendirme özelliğini kaybetmeye başladığını yapılan araştırmalar göstermiştir (Shephard, 1998). Sydenham ve arkadaşları (1996) OPA'nın oda sıcaklığında ışık almayan bir ortamda 1 hafta depolanabileceği, ACN-su karışımı içinde ise 6 ay boyunca 4 C°'de stabilitelelerini koruyabileceğini bulmuşlardır. 2-mercaptoethanol'e alternatif stabilitesi yüksek birçok kimyasal araştırmalar sonucu bulunmuştur (Stroka ve ark. 2002) . Bunlardan en uygun ve kullanılabilir olanları 3-mercapto-propionic asid (3-MPA), N-acetyl-cystein (N-AC) ve 2-thioglycerol (2-TG)'dur.

OPA'nın yanında başka kimyasallar da türevlendirici olarak kullanılabilir. Bunlar naphthalene-2,3-dicarboxaldehyde potassium cyanide—reagent yüksek oranda floresan özelliği gösterir, 24 saatten

fazla stabilitelerini koruyabilir ve 50 pg/mg konsantrasyonlara kadar analiz etme şansı vardır (Bennett and Richard, 1994.). Bu ajanı kullanarak sütteki FB1 ve FB2'nin tespitinde geliştirilen metodda tespit limiti 5 ng/ml olarak bulunmuştur. Fakat bu türevlendirme metodunda kullanılan siyanür çok toksiktir ve insan sağlığı için tehdit oluşturur. Scott ve Lawrence (1994) türevlendirme ajanı olarak 4-fluoro-7-nitrobenzofurazan (NBD-F) ve HPLC kullanarak çok hassas bir metod geliştirmişlerdir. Fakat kullanılan ajanın çok stabil olmadığı ve tespit limiti 100 ng/g olduğu belirtilmiştir. 1-dimethylaminonaphthalene-5-sulphonyl chloride (dansyl chloride) formları güçlü birer florasan türevlendirici olarak kullanılsa da mısırdaki uygulamada problemler ortaya çıkmıştır. Holcomb ve arkadaşları (1998) 72 saat stabilitesini koruyabilen (9-fluorenylmethyl) chloroformate (FMOC) türevlendirici olarak kullanarak reaksiyon zamanını 1 dakikaya indirmişlerdir.

OPA referans metodunda 200 µl OPA 50 µl örneğe eklenir hızlıca karıştırılır ve bu karışımdan 2 dakika sonra HPLC sistemine 20 µl enjekte edilir (Arranz, 2004). OPA uluslar arası işbirliği çerçevesinde yapılan ortak projelerde en sık kullanılan metoddur. Sydenham ve arkadaşları tarafından 1996 yılında yapılan araştırmada kısmen tatmin edici sonuçlara ulaşılmış ve FB1 0,5-8,0 mg/kg. konsantrasyon aralığında bulunmuştur. Laboratuvar içinde tekrar edilebilirliğin relatif standart sapması %5,8 ile %13,2, laboratuvarlar arasında 13,9% - % 22,2 bulunmuştur. 7 örnek için HORRAT oranları 0,75 ile 1,73 arasında değişmektedir. 2'den düşük oranlar kabul edilebilir sınırlar içindedir. Bu araştırmada elde edilen veriler sonucunda mısırdaki FB1 tespitinde resmi

method olarak kabul edilmiştir (Sydenham et al. 1996). Halen farklı ürünlerdeki fumonisini tayin etmek için standart metodlar henüz oturtulmamıştır. Biradan FB1'in ekstrakte edilmesi ve miktar tayini için de benzer bir çalışma yapılmıştır (Scott et al. 1996).

2006 yılında Samapundo ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada mobil fazın pH'sının, kolon sıcaklığının, türevlendirme zamanının ve ekstraksiyon yönteminin florasan özelliğine ve geri kazanım üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Fumonisin analizi Shephard ve arkadaşlarının (1990) mısır için geliştirdikleri yöntem çok az değiştirilerek referans olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre florasan tepkisi ile kolon sıcaklığı arasında negatif ve türevlendirme zamanı ile pozitif korelasyon olduğu bulunmuştur. Ekstraksiyon aşamasında ultraturaks karıştırıcı kullanımıyla rotary karıştırıcıya göre daha yüksek geri kazanım sağlanmıştır. Diğer araştırmaların aksine maksimum florasan tepkisi türevlendirmeden 8 dakika sonra meydana gelmiştir.

Chelule ve arkadaşlarının (2001) Güney Afrika'da hem şehir, hem de kırsal alanda yaşayan popülasyonun mısır ve mısır ürünlerini tüketerek maruz kaldıkları FB1 tehdidini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada elde edilen sonuçlar kırsal alanda yaşayan popülasyonun FB1'e maruz kalma riskinin şehir de yaşayanlardan daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Kırsal alandan toplanan 50 örneğin %32'sinde FB1 konsantrasyonu 0,1-22,2 mg/kg bulunurken kentsel bölgelerden toplanan 49 örneğin %6'sında 0,2-5 mg/kg konsantrasyonlarında

rastlanmıştır. Çalışmanın bir diğer önemi analiz aşamasında elde edilen geri kazanım oranıyla ilgili probleme çözüm getirmesidir. Mısırla yapılan ve yöre halkı tarafından çok sıklıkla tüketilen “*phutu*” ismi verilen geleneksel bir yemek çeşidinde ve işlenmemiş mısırdan yapılan geri kazanım çalışmalarında işlenmemiş mısırdan geri kazanım oranı ortalama %97 seviyelerindeyken aynı yöntemin mısırın işlenmiş formundan meydana gelen phutu örneklerinde geri kazanım oranlarının %36’lar da kaldığı bulunmuştur. İşleme ve pişirme tekniklerinin FB1’in geri kazanım oranları üzerindeki etkileri nedeniyle araştırmacılar IAC kolonda tutulan fumonisini geri almak için viallere toplama aşamasında metanolün içersine %1 lik asetik asit çözeltisi ekleyerek geri kazanım oranını %36’lar dan %90 lara çıkarmışlardır.

Solfrizzo ve arkadaşları tarafından 2004 yılında yapılan çalışmada analiz için HPLC ve temizleme için IMA metodu kullanılarak mısır cipslerinde FB1 ve FB2 varlığına bakılmıştır. Buğday için geliştirilen standart metod, daha kompleks yapıdaki mısır cipsinde istenen sonucu vermemiş bu yüzden yöntemde bazı değişikliklere gidilmesi zorunluluğu doğmuştur. Metodu geliştirmek için yapılan ön çalışmada ekstraksiyon solventinin cinsi, miktarı, şekli, örnek miktarı ve yönteminin etkisine bakılmıştır. Bunlardan ekstraksiyon solventinin tipi ve prosedürünün metod performansı üzerine etkisi olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım oranlarında IMA temizleme SAX’a göre önemli derecede üstün bulunurken ACN-su (50:50) ekstraksiyon solventi MeOH-su’ya göre daha yüksek geri kazanım sağlamıştır. Buna rağmen yine de bu solvent kompozisyonunun mısır cipsi için uygun olmadığı, filtrasyondan sonra

ortaya 2 fazlı bir solüyon çıktığı ve bu iki fazdan az olanında fumonisinin %96-100'ünün bulunduğu tespit edilmiştir. Faz ayrımını önlemek için önerilen karışım ACM-MeOH-su (25:25:50)'dir. Ön çalışmaların ışığında mısır cipsi için geliştirilen metottan elde edilen ortalama geri kazanım oranları FB1 için 0,33-2,80 µg/g aralığında %102,6, FB2 için 0,17-1,40 µg/g aralığında %95,1 olarak bulunmuştur. Ortalama relatif standart sapma FB1 için %9, FB2 için %8, tespit edilebilir en düşük miktar 0,005 µg/g olarak bulunmuştur.

Lino ve arkadaşları (2006), Portekiz'de tüketilen mısır ve ürünlerinde FB1, FB2 bulunma durumlarını ortaya koymak üzere immuno afinite temizleme kolonu ve dedektör kullanarak, HPLC floresan dedektörde okumaları yapılan analiz metodunu optimize etmeyi amaçlayan bir araştırma yürütmüşlerdir. Optimize edilen metotta ekstraksiyon metanol/su (80:20) karışımıyla, temizleme immunoafinite kolonla yapılmıştır. Türevlendirme için OPA ve NDA (o-phthaldialdehyde ve naphthalene-2,3-dicarboxaldehyde) kullanılmıştır. NDA'nın stabilitesinin OPA ya göre çok daha uzun olması ve düşük konsantrasyonlarda daha iyi floresan özellik vermesi nedeniyle NDA kullanımı metotta yerini almıştır. Farklı kromatografik şartların etkileri araştırılmış, bu anlamda mobil faz kompozisyonunun alıkonma zamanına etkisine bakılmıştır. Sonuçlara göre solüsyondaki acetonitril oranı arttıkça alıkonma zamanının azaldığı bulunmuştur. Örneğin A kompozisyonu, ACN/H₂O/CH₃COOH (49.5:49.5:1.0), B kompozisyonu ACN/H₂O/CH₃COOH (59.0:40.0:1.0)'dur. Mobil faz A kompozisyonunda olursa alıkonulma zamanı 12.57 dk. FB1 ve 33.10 dk. FB2. B

kompozisyonda olursa 5.49 dk. FB1 için ve 10.09 dk. FB2 için saptanmıştır. Optimize edilen metotta ise ACN/H₂O/CH₃COOH (61:38:1) oranları kullanılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre tespit limiti FB1 için 20 µg kg⁻¹, FB2 için 15 µg kg⁻¹ geri kazanım oranları ise %79-99,6 arasındadır. 31 örnekten 14'ünde 113- 2,026 µg kg⁻¹. konsantrasyon aralığında FB1 ve FB2'ye rastlanmıştır.

De Girolamo ve arkadaşları (2001) yaptıkları çalışmada mısır ve ürünleri için farklı ekstraksiyon ve temizleme yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Fumonisinlerin geri kazanım oranları üzerine kullanılan temizleme yöntemi etkili olmuş ancak geri kazanıma en fazla etki ürünün kendisinden gelmiş, bunu ekstraksiyon solventi ve ekstraksiyon biçiminin takip ettiği belirtilmiştir.

Fumonisin tayininde referans olarak alınan Visconti (2001) ve arkadaşlarının yayınladığı buğday için geliştirilen 2001.04 Sayılı AOAC resmi metodu ile örnekteki fumonisin metanol-acetonitril-su (25+25+50, V/V/V) ile ekstrakte edilir. Analizin dayandığı prensipler,

- Filtre edilen ve seyreltilen ekstrakt toksine karşı monoklonal antikor içeren immunoaffinite kolonundan geçirilir.
- Methanol ile elue edilir ve elde edilen ekstraktın suyu uçurulur.
- Elde edilen ekstrakt tekrar acetonitril-su çözeltisi (50+50, V/V) ile çözülür.
- Ortho-phtalaldehide ve mercaptoethanol eklenen bu çözelti HPLC'de zıt faz ilkesine göre ayrılır.

- Florasan dedektörde standardının alanı ile karşılaştırılarak konsantrasyonu hesaplanır

Ekstraksiyona başlamadan önce örneğin oda sıcaklığına ulaşması sağlanır. 0,1-20 g. örnek 50 ml ekstraksiyon solventi metanol-acetonitrile-su (25+25+50, V/V/V) ile 20 dakika karıştırıcıda çalkalanır daha sonra 10 dakika 2500 devirde santrifüje konur. Elde edilen çözelti kağıt filtreden süzülür. Kalan katı faza tekrar 50 ml ekstraksiyon solventi eklenerek 20 dakika karıştırıcıda çalkalanır daha sonra 10 dakika 2500 devirde santrifüje konur ve süzülür. Daha sonra bu iki ekstrakt birbirine karıştırılır. Karışımdan 10 ml alınarak süzülür ve bir kapta toplanır. 40 ml fosfat tuzu ile seyreltilip (PBS) iyice karıştırılır. Seyreltilen ekstrakt filtreden geçirilerek 10 ml'si affinite kolondan geçirilmek üzere alınır.

İmmune Affinite Kolonu; 10 ml ekstrakt saniyede 1-2 damla olacak şekilde affinity kolondan geçirilerek mikotoksinin antikorlar tarafından tutulması sağlanır Kolon 10 ml PBS ile tekrar yıkanır kolonda tutulan antikorlardan fumonisini ayırmak için kolon 1,5 ml HPLC grade metanol ile saniyede 1 damla geçecek şekilde yıkanır. Elde edilen ekstraktın azot gazı altında 60 C°'de nemi uçurulur.

Kalibrasyon Eğrisinin Hazırlanması; Yazılım programı kullanılarak, kalibrasyon standartlarının konsantrasyonlarına karşı (x-ekseni) sinyal birim (pik alanları, y-ekseni) ile orijinden geçen kalibrasyon eğrisi çizdirilir. Kalibrasyon solusyonu 0.025-2.000 µg/g arasında FB1, 0.0125-1.000µg/g arasında FB2 içerir. Lineer regresyon $y=ax+b$ kullanılarak kalibrasyon eğrisinin korelasyon katsayısı

hesaplanır. Kalibrasyon eğrisinin korelasyon katsayısı en az 0,99 olmalıdır.

HPLC Şartları; Mobil Faz: Methanol: 0,1M sodium phosphate monobasic (NaH₂PO₄.H₂O) (77:23), o-phosphoric acid ile pH 3,3; akış Hızı: 0,8 ml/dakika; tespit edilebilen dalgaboyu: 335 nm (ortaya çıkış dalga boyu) 440 nm (yayıma dalga boyu) olarak ayarlanır.

HPLC Analizi; kurutulan ekstrakt 200µl acetonitrile-su (50+50,V/V)ile çözülür. Bundan 50µl çekilerek 50µl ortho-phtalaldehide (OPA) eklenerek 30 saniye karıştırılır. Bu ajanı ekledikten yaklaşık 3 dakika sonra hazırlanan bu çözeltiliden 20µl alınarak HPLC kolonuna enjekte edilerek miktar tayini yapılır. FB1 için alıkonulma zamanı yaklaşık 6 dakika FB2 için 15 dakikadır.

Avrupa Birliği EC No 401/2006 nolu yeni mikotoksin kanununda Fumonisin B1 ve B2 için belirlenen performans ölçütleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Çizelge 2.4.).

Çizelge 2.4. Fumonisin B1 ve B2 için EC 401/2006'ya göre belirlenmiş performans ölçütleri (<http://europa.eu.int>)

Düzyey ig/kg	Fumonisin B1 yada B2		
	RSDr %	RSDR %	Gerikazanım %
≤ 500	≤ 30	≤ 60	60 - 120
> 500	≤ 20	≤ 30	70 - 110

RSDr: Laboratuvar içinde tekrar edilebilirliğin relatif standart sapması

RSDR: Labarotuvuarlar arasında tekrar edilebilirliğin relatif standart sapması

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Materyali

Araştırma materyali Ege Bölgesi Büyük ve Küçük Menderes Havzalarında yetiştirilen ve ülkemiz kuru incir dış satımının tamamını karşılayan Sarılop (*Ficus carica* L.) incir çeşididir. Bölgedeki üretimi temsil etmek üzere 2004 ve 2005 üretim sezonunda kuru incir örnekleri, Tariş'e ait İncir Tarım Satış Kooperatiflerine teslim edilen partilerden temin edilmiştir. Her kooperatiften alınan örnek sayısı alım yapılan miktarlar oranında belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Nazilli ve yöresi incir üretim alanı olarak en fazla paya sahip olması ile birlikte (Çizelge 1.1.) kooperatifin bölgede yöreyi temsil edecek miktarda alım yapmaması nedeniyle bu bölgeden istenen sayıda örnek temin edilememiştir.

Tariş İncir Tarım Satış Kooperatiflerinde 20/08/2000 tarih 19/16 sayılı 2000 ürünü kuru incir alım esaslarına göre özel alım kuralları uygulanarak alınmış ve sınıflandırılmış kuru incirlerden örnekleme yoluyla iş malı (A Serisi) ve hurda (endüstriyel) olarak ayrılmış farklı kalite sınıflarındaki partilerden 2 kg'lık agregat örnekler oluşturulmuştur (Anonymus, 2005, Tariş 2005-2006 Ürünü Kuru İncir İşleri Alım, Ekspertiz ve Depolama Yönetmeliği). Bu yönetmeliğe göre kuru incirler 4 grupta sınıflamaya tabi tutulup, A Serisi (iş malı), B Serisi (kürekmalı), C Serisi (ballı kara lekeli) ve hurda (endüstriyel) şeklinde değerlendirilir.

(A) Serisi (İş malı) İncirler: Ballı, yumuşak, kabuğu normal kalınlıkta, temiz lekesiz, düzgün ve tabii renkli incirlerdir. Bu nitelikleri taşıyan incirler partinin %80' ini oluşturması halinde iş malı olarak değerlendirilir. Ayrıca bu serideki incirler kalitesi ne olursa olsun hastalıklı, az lekeli, kavurya, örümcekli, ekşi, az yarık, az ballı, kuş ve kurt yenikli, kurtlu ve gün yanıklı olanlar rufuz sayılır.

(B) Serisi (Kürek malı) İncirler: Az ballı, kalın kabuklu, kısmen esmer renkli, lekeli ve sert incirlerdir. Bu nitelikleri taşıyan incirler, partinin %80'ini oluşturması halinde kürek malı olarak değerlendirilir. Ayrıca, bu serideki incirler kalitesi ne olursa olsun hastalıklı, lekeli, kavurya, ekşi, yarık, balsız, kuş ve kurt yenikli ve kurtlu olanlar rufuz sayılır.

(C) Serisi (Ballıkara-lekeli) İncirler: Bu tip incirler, genelde glikoz oranının yüksek olması ve hurda incirlerden ayrı bir değerlendirmeye alınması nedeniyle, yeni bir grup oluşturan (C) serisi olarak tanımlanmıştır. Bu incirler, mantari bir hastalıktan dolayı balını dışarı kusmuş, kabuğu incelmış, rengi kararmış, dıştan bakıldığında kısmen çekirdeği görülen, morarmış, ekşimeye müsait ve çabuk topaklaşan özellikli incirlerdir. İçersinde yaklaşık %25 oranında hurda incir mevcut ise bu incirlerin tamamı hurda (endüstriyel) muamelesi görür.

Hurda (Endüstriyel) İncirler: (A) Serisi, (B) Serisi, (C) Serisi grubuna girmeyen, çok düşük kalitedeki incirleri kapsar. Tam olgunlaşmadan ağaçtan düşmüş, ağaç altında veya sergide fazla çiğ

maruz kalarak muhtelif hastalık ve zararlıların etkisi ile bozulmuş, kara boğaz olmuş, sergide tam kurumadan paçala karışmış, mor tamamen lekeli siyah renkli veya kilodaki adadi (100)'ü aşan incirlerdir.

Aynı yönetmelikte rüfuzların tarifi şöyle yapılmaktadır:

Hastalıklı; kanlı balsıra küf kara ballık ve çeşitli renklerde görülen mantari hastalıklara tutulmuş incirlerdir.

Az lekeli; Yağmur ve çiğden dolayı üzerinde 1/3 oranında benek oluşan incirlerdir.

Lekeli; Terli, yapışkan, kabuğu mukavemetsiz, gözden itibaren sapa doğru erime nedeniyle koyulaşan ve % 50'den fazlası benekli olan incirlerdir.

Kavurya; Ağacın yaprak dökmesinden dolayı gelişemeyen ve güneş vurması nedeniyle balının 1/3'ünü kaybetmiş, yanık ve olgunlaşmadan kurumuş incirlerdir.

Örümcekli; Örümcek tarafından zedelenmiş, çiçeği dışarı çıkmış incirlerdir.

Ekşi; Yarıldığında kokusu ve lezzeti ekşi mat renkli incirlerdir.

Yarık; Göz ile sap arasındaki mesafenin yarısından fazlası yarılmış inciler.

Az ballı; Balının 1/3'ünü kaybetmiş incirler

Balsız; Balının 2/3'ünü kaybetmiş incirler

Kuş yenikli; Kuş tarafından bariz şekilde tahrip edilmiş incirler

Kurt yenikli: İncir kurdu tarafından tahrip edilmiş incirler

Kurtlu: İçinde ölü veya canlı kurt bulunan incirlerdir.

Gün yanığı: Herhangi bir sebeple, kabuğun 1/3'ünden fazlası elastikiyetini kaybetmiş ve sertleşmiş incirlerdir.

Çizelge 3.1. 2004 ve 2005 yıllarında Tariş İncir Tarım Satış Kooperatiflerinin alım yaptıkları incir miktarları

Kooperatif	2004		2005	
	İncir (Kg.)	Hurda (Kg.)	İncir (Kg.)	Hurda (Kg.)
Germencik	2,103,326	5,665	1,750,527	56,535
Ortaklar	1,277,435	19,735	955,899	51,179
Buharkent	531,757	860	476,107	9,069
Erbeyli	453,594	185	376,758	5,709
Tire	364,287	64	335,076	1,954
Horsunlu	444,171	2,049	290,519	8,291
İncirliova	311,100	0	267,799	1,314
Sultanhisar	275,315	1,140	249,820	670
Söke	149,498	3,867	126,420	3,175
Pamukören	93,672	1,618	101,336	4,334
Nazilli	40,965	0	77,823	0
Köşk	122,252	0	70,067	888
Selçuk	138,013	0	90,560	0
Edremit	1,824	0	361	0
Tepeköy	31,031	0	20,309	0
TOPLAM	6,338,240	35,183	5,189,381	143,118

Çizelge 3.2.'de iki farklı üretim sezonunda örnek alınan örnek sayıları ve alındıkları kooperatifler belirtilmiştir. Buna göre 2004 sezonunda 8 (Germencik, Ortaklar, İncirliova, Erbeyli, Buharkent, Horsunlu, Sultanhisar, Söke), 2005 sezonunda 11 (Germencik, Ortaklar, İncirliova, Erbeyli, Buharkent, Horsunlu, Sultanhisar, Köşk, Pamukören,

Tire, Selçuk) kooperatiften temin edilen 144 adedi A sınıfına 117 adedi hurda sınıfına ait olmak üzere toplam 262 örnekle çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışma materyalinin temin edildiği kooperatifler ve kalite sınıflarına ait miktarlar

İncir Örnekleri (n)				
Kooperatif	2004		2005	
	A Sınıfı	Hurda	A Sınıfı	Hurda
Germencik	26	26	16	16
Ortaklar	16	10	11	11
İncirliova	5	–	4	5
Erbeyli	6	5	4	4
Buharkent	4	4	4	4
Horsunlu	6	6	5	5
Tire	–	–	14	6
Köşk	–	–	5	–
Sultanhisar	5	–	4	4
Pamukören	–	–	4	4
Selçuk	–	–	7	–
Söke	3	3	–	–
Toplam	71	54	78	59

–: Örnek temin edilemedi

3.1.2. Fumonisinin Kantitatif Olarak Saptanmasında Kullanılan Ekipman

Cam malzemeler (huni, beher, erlen, 2 ve 5 ml'lik vialler)

Otomatik pipet (20-200 µl, 100-1000µl, 1-5 ml)

Analitik terazi (0,001 g hassasiyetli)

Waring blender

Filtre kağıtları (Katlı filtre kağıdı Watman No:4, 12cm; Mikrofiber cam filitre kağıdı, Watman GF/A, 9cm)

Fumonitest immunoaffinite kolonları (VICAM Firmasından temin edilmiştir.

Plastik şırıngalar (10ml'lik)

Ultrasonik banyo

HPLC sistemi; Shimadzu, Isocratic pompa, manuel enjeksiyon portu, (20 µl enjeksiyon hacimli), florasan dedektör (ortaya çıkış dalga boyu (eksitasyon) 335 nm, yayılma dalga boyu 440 nm (yayılma dalga boyu) olarak ayarlandı), oto örnekleyici, HPLC sistemine bağlı bilgisayar ve yazıcı bilgisayar programı CLASS-VP V 6.13 SP1

HPLC kolon; (ACE 5 C 18 150X4,6 mm C18), 150 mm uzunluğunda çelik tüp ve iç çapı 4,6 m, dolgu maddesi 5 mikrometre çapında, oktadesilin formunda %22-23 karbon ihtiva eden silika partikülleri,

Likid kromatogram; 1 ml/dak. Sabit akış hızına sahip ve enjeksiyon sistemi 20 µl'ye kalibre edilmiş.

3.1.3. Fumonisin Analizi için Gerekli Olan Ayıraçlar, Çözeltiler ve Diğer Kimyasallar

Metanol (HPLC saflıkta), Asetonitril (HPLC saflıkta), o-Phthaldialdehyde (OPA), 2- Merkaptoetanol (MCE).

Sodyum dihidrojen fosfat solüsyonu: 0,1M. 15,6g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ saf su ile çözülür ve 1 L'ye tamamlanır.

Sodyum tetraborat solüsyonu: 0,1M. 3,8g $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ saf su ile çözülür ve 100 mL.'ye tamamlanır.

Hidroklorik asit : 2M. HCl (12M) 1+5 saf su ile seyreltilir

Ekstraksiyon solventi: Asetonitril-metanol-su (25+25+50,v/v/v)
Elüsyon Solventi: 100 µl asetik asit methanol ile 10 ml'ye tamamlanıp %1'lik çözelti elde edilir.

Asetonitril-su: (50+50, hacim/hacim)

Fosfat tuzu (PBS): 8 g NaCl, 1,2 g Na_2HPO_4 , 0,2 g KH_2PO_4 , 0,2 g KLC 990 Ml suda çözülür. pH'ı 2 M HCL ile 7'ye ayarlanır ve 1 L. ye tamamlanır.

HPLC mobil faz: Metanol + 0,1M NaH_2PO_4 (77+23, hacim/hacim) $\text{Ph H}_3\text{PO}_4$ ile 3,35'e ayarlanır. Solüsyon 0,45 µm'lik membran filtreden geçirilir. Ultrasonik banyoda 10 dk. Tutularak çözünmenin tam olması sağlanır.1 ml/dk akış hızında pompalanır ve kolon sıcaklığı 22C^0 ayarlanır.

OPA ayıracı: 40 mg OPA 1ml metanol içinde çözülür. 5 ml 0,1M $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ile seyreltilir. 50 μl MCE eklenir. Karanlık ortamda bir hafta süresince oda sıcaklığında vialler içinde saklanabilir

Fumonisin B1 ve B2 standart özellikleri: (FumoniTest, VICAM, Watertown, MA, U.S.A), Fumonisin B1 ve B2 standartlarının herbiri 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ACN:su (1:1) içinde 5 mL

LC için fumonisin stok solüsyonların hazırlanması: 5 ml ACN/su karışımı içinde 48,4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ FB1 ve 51,7 $\mu\text{g}/\text{ml}$ FB2 içeren ana stoktan:

1. Stok Standart Solüsyonunun Hazırlanması: 5 ppm FB1 ve FB2 içeren 2000 μl stok solüsyon hazırlayabilmek için FB1'e ait ana stoktan 206 μl FB2'ye ait ana stoktan 193 μl çekilip 1600 μl ACN+ su karışımı (50+50,v/v) ile 2000 μl 'ye tamamlanır.

2. Stok Standart Solüsyonunun Hazırlanması (Çalışma Standartları için Kullanılan Stok Solüsyonlar): Her biri 1000 μl olacak ve sırasıyla 0,025ppm, 0,125ppm, 0,50ppm, 1ppm, 2ppm, 4ppm FB1 ve FB2 içerecek 6 adet vial 1. stok çözeltisi kullanılarak hazırlanır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Fumonisin B1 ve B2 kalibrasyonu için çalışma solüsyonlarının hazırlanması

Çalışma Kalibrasyon Solüsyonu	Çalışma Solüsyonu (ppm)	Çekilen 1. Stok Hacmi (μ l)	Eklenen ACN-su 50:50(μ l)	Alınan (μ l)	Eklenen OPA (μ l)	Türevlen. Son Kon. (ppm)
1	0,025	5	995	200	200	0,0125
2	0,125	25	975	200	200	0,0625
3	0,50	100	900	200	200	0,25
4	1	200	800	200	200	0,5
5	2	400	600	200	200	1
6	4	800	200	200	200	2

3.2.Yöntem

Kimyasal analiz yöntemleri ile alınan kuru incir örneklerinde fumonisin B1 ve B2 değerleri tespit edilmiştir. Kooperatiflerin alımda sorumlu oldukları coğrafî bölgeler göz önüne alınarak üretim bölgeleri, üretim sezonu, kalite parametreleri ve kalite sınıfları farklı örneklerde fumonisin B1 ve B2 oluşum sıklığı ve düzeyleri μ g/mL (ppm) olarak saptanmış ve aralarındaki ilişkinin varlığı istatistik olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2.1.Meyve Kalite Parametreleri

Meyve iriliği (adet/kg): Alınan örnek tartılmış ve meyve sayımı yapılarak ortalama meyve ağırlığı hesaplanmıştır.

Güneş yanıklı kuru incir oranı (%): Herhangi bir sebeple kabuğunun üçte birinden fazlası elastikiyetini kaybetmiş, sertleşmiş, güneş yanıklığı (Şekil 3.1) olmuş kuru incirlerin oranları tespit edilmiştir.

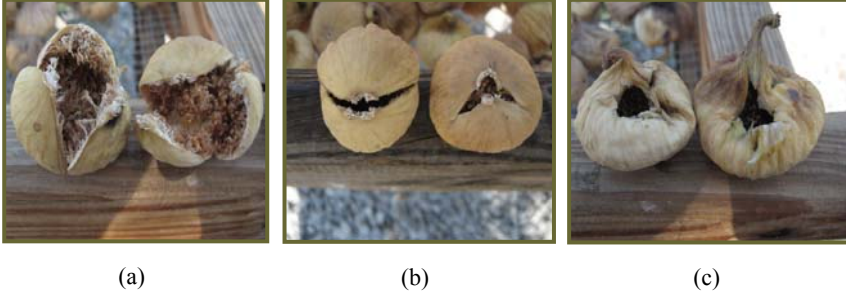


(a)

(b)

Şekil 3.1. Kuru incir meyvelerinde güneş yanıklığı hasarı. (a): Güneş yanıklığının ağaçta başlaması (b): 1/3'den fazlası güneş yanıklığı zararı olan meyveler

Çatlak, yarık ve yırtık kuru incir oranı (%): Kuru incir sapı ile arasındaki uzunluğunun üçte birinden fazlası çatlak, yırtık veya yarık olan kuru incir oranı tespit edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çatlak (a ve b) ve kuş yeniği (c) hasarı olan kuru incir

Sertlik: Duyusal olarak değerlendirilen meyve sertliğinde sertlik sınıf değerleri oluşturularak her numune bu değerler içerisinde sınıflamaya tabi tutulmuş daha sonra her bir örnek için ortalama sertlik sınıf değeri belirlenmiştir. Buna göre oluşturulan skalada sert meyvelerin oluşturduğu guruba 1, orta yumuşaklıktaki meyvelerin oluşturduğu guruba 2, yumuşak meyvelerin oluşturduğu guruba da 3 değeri verilmiş ve her bir guruba giren meyve sayıları tespit edilmiştir. Her sınıfa giren meyve sayısı sınıf değeri ile çarpılarak toplam değer belirlenmiş, toplam meyve sayısına bölünerek ortalama sınıf değerleri hesaplanmıştır

Renk, Duyusal olarak değerlendirilen meyve rengi için, renk sınıf değerleri oluşturularak her numune sınıflamaya tabi tutulmuş daha sonra her bir örnek için ortalama renk sınıf değeri belirlenmiştir. Buna göre oluşturulan skalada çok açık renkli meyvelerden oluşan guruba 5, açık renkli gruba 4, orta renkli guruba 3, koyu renkli guruba 2, çok koyu renkli guruba ise 1 değeri verilmiş ve her bir guruba ait olan meyve sayıları tespit edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Duyusal olarak oluşturulan kuru incir renk sınıfları

Suda çözülmüş toplam kuru madde (%): 2kg olarak temin edilen kuru incir örnekleri homojen bir şekilde karışması için iyice karıştırılır, parçalara ayrılır, daha sonra kıyma makinesinden geçirilip ezme haline getirilir (Şekil 3.4). Bu ezmeden 20 gr tartılıp saf su ile 120 ml'ye tamamlanarak blendırda karıştırıldı ve kaba filtre kağıdından geçirilip analize hazır duruma getirildi. Hazırlanan çözeltide suda çözülmüş kuru madde oranı el refraktometresi ile tespit edilmiş, okunan değer sulandırma oranıyla çarpılması ile gerçek değere ulaşılmıştır.



Şekil 3.4. Kimyasal analizler için örneğin hazırlanması. (a) Paçal partinin iyice karıştırılması, (b) parçalama, (c) ezme haline getirme.

pH: Suda çözülmüş toplam kuru madde analizi için hazırlanan kuru incir örneklerinde filtre edilmeden önce pH-metre ile ölçüm yapılmıştır.

Titre edilebilir asit miktarı: Püre haline getirilmiş kuru incir örneklerinden 20 gr alınıp saf su ile 120ml'ye tamamlanarak karıştırılıp bir gece bekletilmiştir. Bu karışım blendırdan geçirildikten sonra çözeltiden 10 ml alınıp saf su ile 30 ml'ye tamamlanmıştır. 0,1N NaOH çözeltisi ile fenol fitaleyn indikatörlüğünde titre edilmiştir. Formül üzerinde sitrik asit cinsinden hesaplamalar yapılırken sulandırma faktörü dikkate alınmıştır.

3.2.2. Fumonisin Analizi

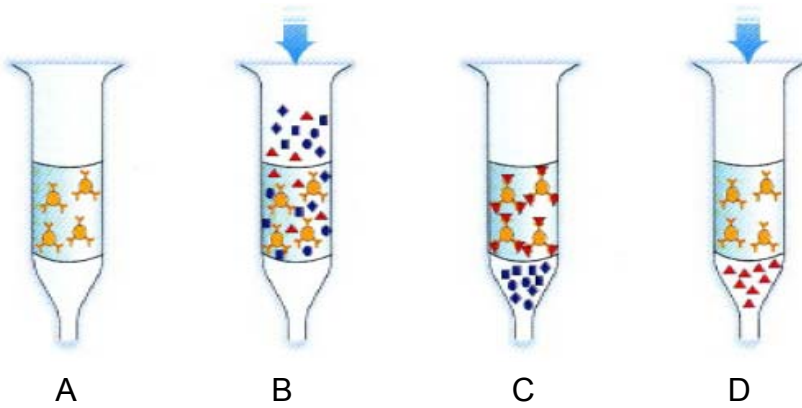
Fumonisin tayininde Visconti (2001) ve arkadaşlarının yayınladığı buğday için geliştirilen 2001.04 Sayılı AOAC Resmi Metodu referans alınmış ve ürünün özelliğine bağlı olarak bazı değişiklikler yapılmıştır. 2kg.lık alt partileri oluşturan her bir örnek homojen bir dağılım için kıyma makinesinden karıştırılarak geçirilmiş ve örnekler fumonisin analizine hazır hale getirilmiştir.

Prensip; Örnekteki fumonisin metanol-acetonitrile-su (25+25+50, V/V/V) ile ekstrakte edildi. Filtre edilen ve seyreltilen ekstrakt toksine karşı monoklonal antikor içeren immunoaffinite kolonundan geçirildikten sonra asetik asit+metanol ile elue edilir. Elde edilen ekstraktın suyu uçurularak, tekrar acetonitrile-su çözeltisi (50+50, V/V) ile çözülür. Ortho-phtalaldehide ve mercaptoethanol eklenen bu çözelti HPLC’de zıt faz ilkesine göre ayrılarak ve florasan detektörde standardın alanı ile karşılaştırılarak konsantrasyonu hesaplanmıştır.

Ekstraksiyon; Ekstraksiyona başlamadan önce örneğin oda sıcaklığına ulaşması sağlandı. 20g analiz örneği tartıldı ve üzerine acetonitril-metanol-sudan oluşan (25+25+50, V/V/V) 100 mL ekstraksiyon solventi eklendi. Karışım 10 dk. blendırda karıştırılıp ve kağıt filtreden (Whatman No.4,12 cm) süzüldü. Bu süzüntüden 10 mL alınıp 40 mL fosfat tuzu (PBS) ile seyreltilip iyice karıştırıldı. Seyreltilen ekstrakt mikrofiber cam filtreden (Whatman GF/A. 9cm) süzülerek affinite kolondan geçmeye hazır hale getirildi.

Temizleme: Oda sıcaklığına ulaşması beklenen kolonlar vakum manifold düzeneğine yerleştirildi ve üzerlerine 20 ml hacminde şırıngalar monte edildi. 10 mL ekstrakt saniyede 1-2 damla olacak şekilde affinit kolondan (FumoniTest, VICAM, Watertown, MA, U.S.A) geçirilerek mikotoksinin antikor tarafından tutulması sağlandı. Kolon 10 ml PBS ile saniyede 1-2 damla olacak şekilde tekrar yıkandı ve son damlaların da alınması için şırınga ile hava verildi (Şekil 3.5).

Elusyon: Tüplerin içinden önce 1,5 ml elusyon solventi (HPLC saflıkta metanol+ asetik asit çözeltisi) geçirilerek fumonisinin kendiliğinden tüp içine akması sağlandı ve şırınga ile hava verilerek son damlanın da alınması temin edildi. Vialler içinde toplanan ekstraktın azot gazı altında 60⁰C'de methanolü uçuruldu ve analiz aşamasına kadar 4⁰C'de tutuldu.



Şekil 3.5. Immunoaffinity kolon (IAC) çalışma prensibi

- Immunoaffinity kolonlar özel bir monoklonal antikor içerir
- Mikotoksin içeren örnek ya da örnek ekstraktı kolondan geçirilir
- Antikor izole halde kalır, mikotoksinler kolonda tutulur
- Geçen eluent kolonda antikorunu denatüre eder, toksinler elusyon çözücüsüne geçer, HPLC de analize alınır

Türevlendirme: Methanolü uçurulan örnek 200 µL acetonitril+su (50+50, V/V) karışımıyla çözüldü. Üzerine 200 µLOPA eklenerek 30 saniye karıştırıldı. Bu ajan eklendikten yaklaşık 3 dk. sonra bu karışımdan 20µL örnek alınarak HPLC kolonuna enjekte edildi.

HPLC Şartları; ACE5 C18 (150x4,6 mm) kolonu akış hızı: 0,8 ml/dakika olarak ayarlanarak kullanıldı. Mobil faz, metanol: 0,1 M sodium phosphate monobasic (NaH₂PO₄.H₂O) (77:23, hacim/hacim), oranlarında karıştırılarak elde edildi, o-phosphoric acid ile pH 3,3'e ayarlandı. Mobil fazı dağıtmak için kullanılan isocratic HPLC pompası akış hızı dakikada 1 ml maksimum 250 kgf basınç altında çalışacak şekilde ayarlandı. Florasan dedektör ortaya çıkış dalga boyu 335 nm, yayılma dalga boyu 440 nm olarak ayarlandı.

HPLC Analizi; kurutulan ekstrakt 200µl acetonitrile-su (50+50,V/V) ile çözüldü. Üzerine 200µl ortho-phtalaldehyde (OPA) eklenerek 30 saniye karıştırıldı. Bu ajanı ekledikten yaklaşık 3 dakika sonra hazırlanan çözeltiden 20µl alınarak HPLC kolonuna enjekte edilerek miktar tayini yapıldı. FB1 için alıkonulma zamanı yaklaşık 6 dakika, FB2 için 15 dakika tespit edildi.

Kalibrasyon Eğrisinin Hazırlanması; Kalibrasyon eğrisi mikotoksin miktarının belirlenmesinde kullanılan ve korelasyon katsayısının hesaplandığı eğridir. CLASS-VP V 6.13 SP1 HPLC yazılım programı kullanılarak, kalibrasyon standartlarının konsantrasyonlarına (ng/ml) (x-eksen) karşı sinyal birim ile (pik alanları) (y-eksen) ile

orijinden geçen kalibrasyon eğrisi 0.0125-2.000 µg/g arasında FB1ve FB2 içeren kalibrasyon solusyonu ile çizdirildi. Lineer regresyon $y=ax+b$ kullanılarak kalibrasyon eğrisinin korelasyon katsayısı, FB1 için 0.997, FB2 için ise 0,998 olarak hesaplandı.

3.2.3. Geri Kazanım Denemeleri

Fumonisin ekstraksiyon yönteminin verimini belirlemek amacı ile her bir fumonisin tipi için kontaminasyon düzeyi, aynı yöntem ve cihaz kullanılarak önceden belirlenmiş 3 adet örneğe konsantrasyonları bilinen fumonisin standart çözeltilerinden belli miktarlarda ilave edildi ve HPLC'de okutularak geri kazanım oranları belirlendi.

Geri kazanım için temizliği doğrulanmış örnek, yumuşaması için su banyosunda ısıtıldı ve kalibrasyonu yapılan makinede okutuldu. Numuneye 2 ppm, 1 ppm, 0,5 ppm, 0,25 ppm, 0,0625 ppm, ve düzeylerinde FB1 ve FB2 spike edilmek istendiğinde gerekli olan stok solüsyon hacimleri Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Geri kazanım çalışmaları için solüsyonların hazırlanması aşamasında ana stoktan alınan miktarlar ve spike edilen konsantrasyonlar

Spike Edilmek İstenen Kon. (ppm)	Fumonisin	Ana Stoktan Alınması Gereken Miktar (μl)
2	FB1	832
1	FB1	416
0,5	FB1	208
0,25	FB1	104
0,0625	FB1	26
2	FB2	774
1	FB2	387
0,5	FB2	193,5
0,25	FB2	96,75
0,0625	FB2	24,18

3.2.4. En Düşük Gözlem (LOD) ve Raporlama Limitlerinin Belirlenmesi (LOQ)

En düşük gözleme sınırı bu çalışmada sistemde okuyabileceğimiz minimum konsantrasyonun bulunması, bulunan bu konsantrasyonla spike edilmiş 9 temiz örnekle okumaların yapılması ve bunların standart sapmalarının hesaplanarak 3 standart sapmanın eklenmesi ile elde edilen konsantrasyon LOD değerini vermiştir. LOD değerinin 10 ile çarpılması ile elde edilen değer LOQ olarak hesaplanmıştır (Holcombe, 1998).

3.2.5. İstatistik Analiz

FB1, FB2 ve FB1+FB2 nin oluşum sıklığı ve düzeyleri üzerine iki farklı üretim sezonunun, farklı üretim bölgelerini temsil eden kooperatiflerin, iki farklı kalite sınıfının, istatistiksel olarak etkisi JUMP istatistik programı kullanarak parametrik olmayan tek yönlü test yapılarak ortaya konmuştur. Ayrıca bu bağımsız değişkenlerin örneklerin titre edilebilir asitliği, meyve iriliği, meyve renk ve sertliği, suda çözünür toplam kuru maddesi ve ph'sı üzerine olan etkisi yine aynı program ve test kullanılarak incelenmiş bu kalite parametreleri ile FB1 ve FB2 oluşumu arasındaki korelasyon da yine JUMP istatistik programında değerlendirilmiştir.

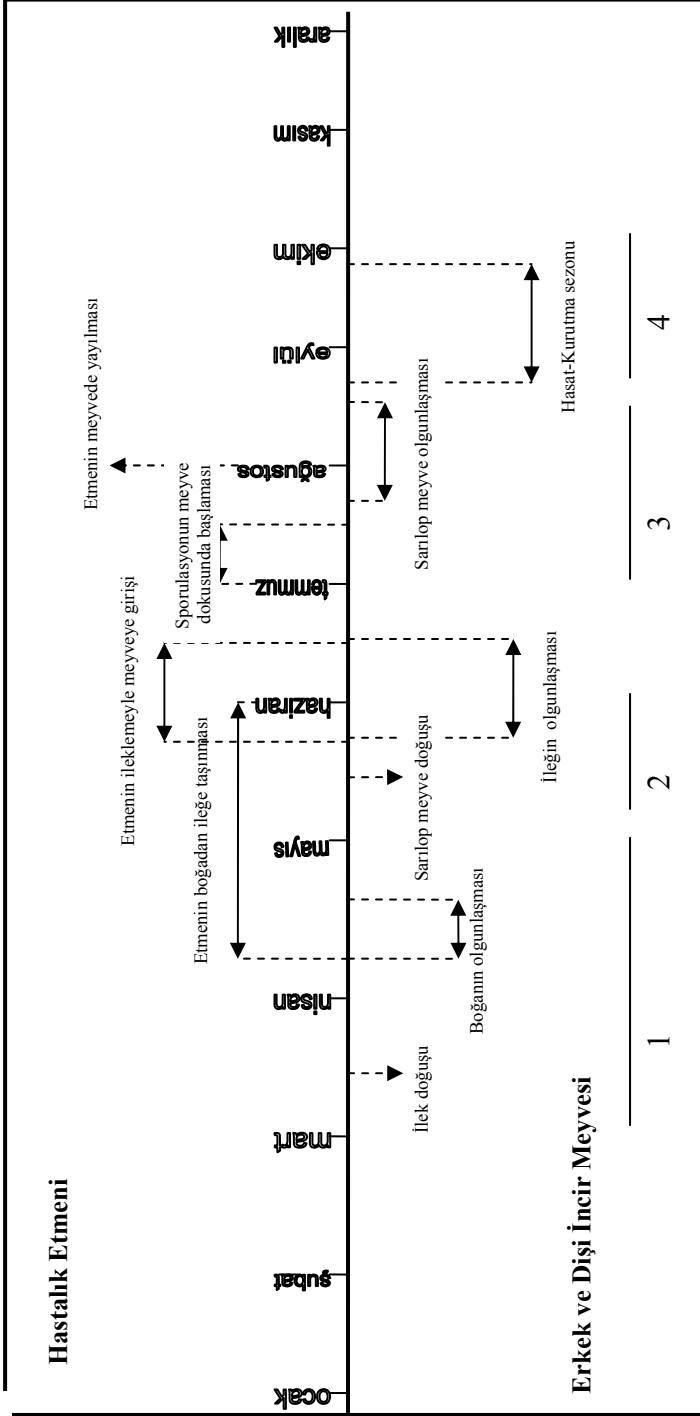
4. BULGULAR

4.1.Araştırma Bölgesi-İklim Verileri

Araştırmaya konu olan fumonisinin *Fusarium* spp. türlerinin neden olduğu bir mikotoksin olduğu bilinmektedir. Çalışmadaki konukçusu erkek ve dişi incir ağacı ve meyveleridir. Hastalık etmeninin ürün döngüsüne katılması, hava, ağacın toprak üstü kısımları toprak üstü, bitki artıkları ve diğer kaynaklardan ilek arıcığına ve diğer ajanlara bulaşması yoluyla meydana gelmekte böylece erkek incir ağaçlarında ürün döngüsüne, ilekleme yoluyla da dişi incir ağaçlarına taşınmaktadır (Michailides, 1996).

Erkek ve dişi incir bitkisinin gelişme dönemleri ve bazı kültürel uygulamalar ile hastalık etmeninin ilişkisi göz önüne alınarak kritik dönemler saptanmış ve dört farklı dönem belirlenmiştir. Birbirini izleyen bu dönemlerden Mart–Nisan ayına rastlayan birinci dönem ilek meyvesinin doğuşu, boğa meyvesinin olgunlaşması ve arıcığın boğadan ilek meyvesine geçişini temsil eder. İlek meyvesinin olgunlaşması ve dişi ağaçlara asılması periyodu Ege Bölgesi koşullarında Mayıs ve Haziran aylarında gerçekleşir ve ikinci dönem olarak adlandırılmıştır. Üçüncü dönem meyve olgunluğunun başladığı ve hasadın yapıldığı Temmuz ve Ağustos aylarını, dördüncü dönem kurutmanın yapıldığı zaman dilimini temsil edecek şekilde işaretlenmiştir (Şekil 4.1). İklim faktörlerinin hastalık etmeninin gelişmesinde ve mikotoksin üretiminde önemli bir rol oynadığı gerçeği, araştırmanın yürütüldüğü coğrafi bölgedeki iklim verilerinin değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu amaçla 1930-2006

yılları arasını kapsayan iklim verileri Aydın Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilmiş ve Ek 6'da verilmiştir. Bu dönemlerdeki 2004, 2005 ve uzun yıllar yağış ortalamaları verilerine göre 2005 yılında birinci, ikinci ve üçüncü dönemlerde düşen ortalama yağış miktarı 2004 yılına göre daha yüksektir. Örneğin birinci dönemde düşen ortalama yağış miktarı 2004 yılında 30,5mm 2005 yılında 66,2mm'dir. İkinci dönemde 2004 yılında 3,6mm olan toplam yağış 2005 yılında 34,5mm'ye ulaşmıştır. Üçüncü dönemde 2005 yılında 10,5mm yağış düşerken 2004'de hiç yağış olmamıştır. Dönemlere ait ortalama sıcaklık değerlerinde yıllar arasında yağışta olduğu gibi dalgalanmalar gözlenmemiştir. 2005 yılı nisbi nem değerleri de benzer şekilde tüm dönemlerde hem 2004 değerlerinden hem de uzun yıllar ortalamalarından daha yüksektir (Çizelge 4.1).



I. Dönem: Mart-Nisan, boğadan ileğe arıcığın geçişi; II. Dönem: Mayıs-Haziran, ilekleme; III. Dönem: Temmuz-Ağustos, meyve olgunluğu, hasat; IV. Dönem: Kurutma

Şekil 4.1. Erkek ve dişi incir ağacı ile hastalık etmeninin gelişme dönemleri arasındaki ilişki ve kritik dönemler

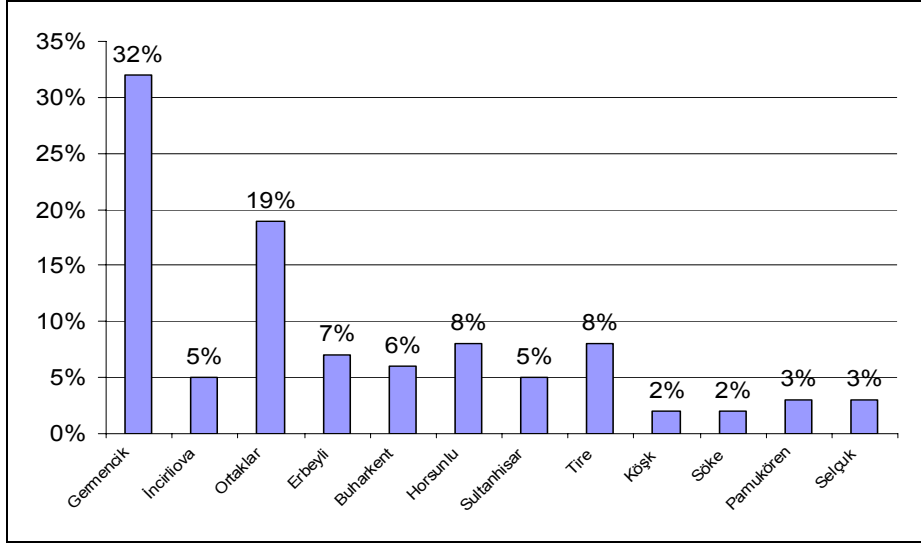
Çizelge 4.1. 2004 ve 2005 üretim sezonunda dönemlere ait ortalama iklimsel veriler

İklim Parametreleri	Dönem	2004	2005	Uzun Yıllar
		Ort.	Ort.	Ort.
Sıcaklık (C°)				
	I. Mart-Nisan	14,1	13,9	13,2
	II. Mayıs-Haziran	23,3	23,2	22,5
	III. Temmuz –Ağustos	28,1	28,5	27,0
	IV. Eylül-Ekim	23,9	23,5	22,
Yağış (mm)				
	I. Mart-Nisan	30,5	66,2	58,9
	II. Mayıs-Haziran	3,6	34,5	31,1
	III. Temmuz –Ağustos	0	10,9	17,3
	IV. Eylül-Ekim	7,3	0,5	37,5
Nisbi Nem (%)				
	I. Mart-Nisan	64,4	69,2	62,6
	II. Mayıs-Haziran	56,4	62,6	52,0
	III. Temmuz –Ağustos	53,1	61,3	49,1
	IV. Eylül-Ekim	59,3	64,1	54,0
Toprak Üstü Sıc.(C°)				
	I. Mart-Nisan	5,5	5,6	5,9
	II. . Mayıs-Haziran	13,3	13,2	13,2
	III. Temmuz –Ağustos	16,1	18,2	18,1
	IV. Eylül-Ekim	12,4	14,1	13,5
5 cm Toprak Sıc. (C°)				
	I. Mart-Nisan	14,9	14,8	14,8
	II. Mayıs-Haziran	27,9	26,2	27,0
	III. Temmuz –Ağustos	34,4	33,2	31,2
	IV. Eylül-Ekim	28,5	28,0	28,0
10 cm Toprak Sıc. (C°)				
	I. Mart-Nisan	15,1	15,0	14,8
	II. Mayıs-Haziran	27,6	26,0	26,5
	III. Temmuz –Ağustos	33,7	32,6	32,7
	IV. Eylül-Ekim	28,7	29,1	27,8

- I. Dönem: Mart-Nisan: Boğadan ileğe arıcığın geçişi
 II. Dönem: Mayıs-Haziran: İlekleme
 III. Dönem: Temmuz –Ağustos: Meyve olgunluğu, hasat
 IV. Dönem: Eylül-Ekim: Kurutma

4.2.Kuru İncir Meyvelerinin Kalite Özellikleri

2004 sezonunda 8 (Germencik, Ortaklar, İncirliova, Erbeyli, Buharkent, Horsunlu, Sultanhisar, Söke), 2005 sezonunda 11 (Germencik, Ortaklar, İncirliova, Erbeyli, Buharkent, Horsunlu, Sultanhisar, Köşk, Pamukören, Tire, Selçuk) kooperatiften temin edilen 144 adedi A sınıfına 117 adedi hurda sınıfına dahil olmak üzere toplam 262 örnekle çalışma gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.2.'de örneklerin kooperatiflere göre oranı belirtilmiştir. Buna göre tüm örneklerin yaklaşık olarak %50'si Germencik ve Ortaklar kooperatifinden elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan örneklerin temin edildikleri Tariş İncir Tarım Satış Kooperatiflerine göre dağılımı

Kooperatiflerin alımda sorumlu oldukları coğrafi bölgeler göz önüne alınarak üretim bölgeleri, üretim sezonu ve kalite sınıfları farklı

olan örneklerde, kuru meyve kalitesi ile ilgili temel analiz ve gözlemler yapılmıştır. Örneklerin meyve iriliği (adet/kg), güneş yanıklı, çatlak, yarık ve yırtık incir oranı (%), sertlik, renk, suda çözünmüş kuru madde (%), pH, titre edilebilir asit miktarı (%) değerleri Ek Çizelge.5’de verilmiştir. A sınıfına ait olan örneklerin kooperatiflere ve yıllara göre ortalama değerleri Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.’de, hurda sınıfına ait örneklerin kooperatiflere ve yıllara göre ortalama değerleri Çizelge 4.4. ve Çizelge 4.5.’de verilmiştir. Örnekler meyve iriliği açısından incelendiğinde 2004 yılında ortalama 20,4 adet iken 2005 yılında 17,8 adet olmuştur. Suda çözünmüş toplam kuru madde 2004 ve 2005 yılına ait örneklerde sırasıyla ortalama %59,69 ve %63,91 olarak tespit edilmiştir. 2004 yılı örneklerinde ortalama titre edilebilir asitlik %0,79 iken 2005 örneklerinde %0,96’dır. Her iki yıla ait ortalama renk sınıf değerleri yine sırayla 3,14 ve 2,99, sertlik sınıf değerleri 1,83 ve 2,07 olarak bulunmuştur. Çatlak meyve ve güneş yanıklı meyve oranı değerleri sadece 2005 yıllarına ait ve sırayla ortalama 3,6 ve 46,43 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3).

A sınıfına dahil olan örnekler kalite özellikleri açısından kooperatiflere göre değerlendirildiğinde kooperatifler arasında pH açısından çok fazla farka rastlanmazken, meyve iriliği 16,0 ile 20,8 arasında değişmiş olup en iri meyveler Sultanhisar kooperatifinden gelmiştir. Suda çözünmüş toplam kuru madde açısından minimum ve maksimum değerler sırasıyla Buharkent ve Erbeyli’ye ait olurken %43,05 ile %67,08 arasında değişmiştir. Titre edilebilir asitlik değeri açısından %0,94 ortalama değeriyle Germencik kooperatifinden alınan örnekler en yüksek değere sahip olurken, Buharkent’ten alınan örnekler %0,69’la en

düşük değeri almıştır. Ortalama renk sınıf değerleri açısından kooperatiflere ait örnekler birbirlerine yakın değerler alırken, sertlik sınıf değerleri açısından 1,54 ile 2,33 arasında değişen değerler ile sırayla Söke ve Selçuk kooperatiflerinden gelen örneklere ait olmuştur. Çatlak meyve oranı açısından Horsunlu kooperatifine ait örnekler % 8 ile ilk sırada yer alırken Söke'den gelen örneklerde hiç çatlak meyveye rastlanmamış bunu %1,15 ile Köşk örnekleri izlemiştir. Güneş yanığı oranı %56,10 ile Buharkent en yüksek değeri alırken, %19,42 ile Selçuk en düşük değere sahip olmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. A Sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde kooperatiflere göre meyve kalitesi ile ilgili ortalama veriler

Kooperatif	Asit (%)	SÇTKM (%)	pH	Mey. İri. Adet/kg	Renk*	Sertlik**	Çatlak ***(%)	Güneş Yanıklığı ****(%)
Germencik	0,94	64,50	4,64	19,30	3,03	1,97	3,56	49,73
Ortaklar	0,94	65,40	4,51	18,20	3,02	1,87	4,86	45,88
İncirliova	0,72	49,80	4,60	19,08	3,07	2,26	3,26	52,77
Erbeyli	0,93	67,08	4,70	20,80	3,22	2,05	3,20	51,42
Buharkent	0,69	43,05	4,50	18,50	3,11	1,66	3,43	56,10
Horsunlu	0,76	53,94	4,70	19,00	3,23	1,70	8,03	52,07
Söke	0,81	65,22	4,70	20,70	3,04	1,54	0,00	0,00
Tire	0,92	65,40	4,60	19,20	2,96	2,02	2,60	47,80
Köşk	0,94	64,44	4,60	16,60	2,96	2,06	1,15	41,03
Sultanhisar	0,92	63,90	4,50	16,00	3,00	2,16	3,66	46,62
Selçuk	0,72	63,25	4,40	19,70	3,13	2,33	3,48	19,42
Pamukören	0,85	64,55	4,50	17,03	3,03	2,02	2,50	55,82

*: Renk, 1 (çok koyu)'den 5 (çok açık)'e kadar değişen renk sınıflarına giren meyvelerin ortalama sınıf değeri olarak hesaplanmıştır.

** : Sertlik 1 (sert)'den 3 (yumuşak)'e kadar değişen sertlik değerine giren meyvelerin ortalama sınıf değeri olarak hesaplanmıştır.

***: % çatlak meyve oranı sadece 2005 yılı örneklerine aittir.

****: % güneş yanıklığı oranı sadece 2005 yılı örneklerine aittir.

SÇTKM: Suda çözünen toplam kuru madde

Çizelge 4.3. A Sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde yıllara göre meyve kalitesi ile ilgili ortalama veriler

Yıl	Asitlik (%)	SÇTKM (%)	pH	Mey. İri. (Adet/kg)	Renk*	Sertlik**	Çatlak ***(%)	Güneş
								Yan. ****(%)
2004	0,79	59,69	4,70	20,35	3,14	1,83	-	-
2005	0,96	63,91	4,56	17,76	2,99	2,07	3,6	46,43

*: Renk, 1 (çok koyu)'den 5 (çok açık)'e kadar değişen renk sınıflarına giren meyvelerin ortalama sınıf değeri olarak hesaplanmıştır.

** : Sertlik 1 (sert)'den 3 (yumuşak)'e kadar değişen sertlik değerine giren meyvelerin ortalama sınıf değeri olarak hesaplanmıştır.

***: % çatlak meyve oranı sadece 2005 yılı örneklerine aittir.

****: % güneş yanıklığı oranı sadece 2005 yılı örneklerine aittir.

SÇTKM: Suda çözünür toplam kuru madde

Hurda sınıfına dahil olan örneklerde yapılan analiz sonuçlarına göre suda çözülmüş toplam kuru madde miktarları açısından kooperatiflere ait örnekler %52-68 arasında değişen ortalama değerleri alırken, pH ise kooperatifler bazında çok fazla değişmemiştir (Çizelge 4.4). Titre edilebilir asit %0,99 ile %2,15 değerleri arasında değişmiştir. Yıllar arasında ise sadece suda çözülmüş toplam kuru madde miktarları arasında bir fark gözlenirken 2004 yılında %66,08, 2005 yılında ise %60,03 olmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. Hurda sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde meyve kalitesinin kooperatiflere göre değerlendirilmesi

Kooperatif	Asitlik (%)	SÇTKM (%)	Ph
Germencik	1,62	65,71	4,19
Ortaklar	1,73	65,91	4,20
Erbeyli	1,63	68,46	4,35
Buharkent	1,91	65,32	4,22
Horsunlu	1,90	65,61	4,31
Söke	1,06	65,00	4,45
Sultanhisar	0,99	52,53	4,41
İncirliova	2,15	64,44	4,11
Tire	0,99	65,10	4,50
Pamukören	2,11	66,30	4,24

SÇTKM: Suda çözünür toplam kuru madde

Çizelge 4.5. Hurda sınıfına dahil olan kuru incir örneklerinde meyve kalitesinin yıllara göre değerlendirilmesi

Yıl	Asitlik (%)	SÇTKM (%)	Ph
2004	1,55	66,08	4,25
2005	1,79	60,03	4,26

SÇTKM: Suda çözünür toplam kuru madde

4.3.Fumonisin

Fumonisine ilişkin bölüm iki alt bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm kuru incirde Fumonisin analizi için yöntem optimizasyonuna ait

sonuçları, ikinci bölüm ise optimize edilen yöntemle analize tabi tutulan 2004 ve 2005 üretim sezonuna ait 262 örneğin analiz sonuçlarının değerlendirilmesini içermektedir.

4.3.1. İncirde Fumonisin Analiz Yönteminin Optimizasyonu

Fumonisin tayininde Visconti (2001) ve arkadaşlarının yayınladığı buğday için geliştirilen 2001.04 Sayılı AOAC Resmi Yöntem'i referans alınmış ve ürünün özelliğine bağlı olarak bazı değişiklikler yapılmıştır. Çalışılan referans yöntemde elde edilen geri kazanım oranlarının çok düşük olması, bazı değişiklikleri gündeme getirmiş, geri kazanım oranları üzerine ekstraksiyon solventinin bileşiminin ve yıkama prosedürünün etkili olabileceği düşünülmüştür. Geri kazanım oranları üzerine ekstraksiyon solventinin etkisini araştırmak üzere solventteki asetonitril oranı artırılmış, metanol oranı düşürülmüştür (Çizelge 4.6). Elde edilen sonuçlara göre bu işlemin geri kazanım oranı üzerinde etkisi istenilen düzeyde olmamış, FB1 için %36, FB2 için %34 gibi çok düşük geri kazanım oranları elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı oranlardaki ekstraksiyon solventinin geri kazanım oranı üzerine etkisi

Ekstraksiyon solventi	Geri Kazanım Yüzdesi	
	FB1	FB2
M:ACN:SU (15:35:50)	%36	%34
M:ACN:SU (25:25:50)	%30	%20

*3 tekrarın ortalaması

Saflaştırma prosedürünün etkisini araştırmak üzere, ekstraksiyon solventi olarak metanol:asetonitril:su, (25:25:50) kullanılmış, elüsyon işleminde %1'lik metanol+asetik asid solüsyonu kullanılmıştır (Çizelge 4.7). Elde edilen sonuçlara göre asetik asidin eklenmesi geri kazanım oranlarında istenilen artışı sağlamış, kontrolde FB1 için geri kazanım oranı %30 iken, uygulamada bu oran %84'e, FB2 için %20 iken %82'ye yükselmiştir.

Çizelge 4.7. Saflaştırma prosedürünün geri kazanım oranı üzerine olan etkisi

Ekstraksiyon Solventi	Elüsyon Solventi	Geri Kazanım	
		FB1	FB2
M:ACN:SU (25:25:50)	methanol + asetik asit	%84	%82
M:ACN:SU (25:25:50)	methanol	%30	%20

*3 tekrarın ortalaması

4.3.1.1. Geri Alma Çalışmaları

Fumonisin ekstraksiyon yönteminin performansını belirlemek amacı ile temiz olduğu önceden belirlenmiş örneğe 0,0625 ppm-2 ppm konsantrasyonları arasında 5 tekrarlı olmak üzere sırasıyla 0,0625, 0,250, 0,50, 1 ve 2 ppm ($\mu\text{g/g}$) FB1 ve FB2 standart çözeltilerinden ilave edildi. Aynı yöntem ve cihaz kullanılarak HPLC'de (yüksek basınçlı sıvı kromatografi) okumalar yapıldı ve geri kazanım oranları belirlendi (Çizelge 4.8). Farklı spike miktarlarında ortalama geri almalar FB1 için %103-85, FB2 için %96-79 arasında bulunmuştur. Çizelge 4.9.'da ise

geri alma denemelerinde elde edilen sonuçlar, sonuçların ortalaması ve % bağıl standart sapmalar gösterilmiştir (RSD).

Çizelge 4.8. Kuru incirde optimize edilen fumonisin analiz yönteminde geri alma performansı

Spike Edilen		
Miktar($\mu\text{g/g}$)	Tekrar Sayısı	Geri Alma Oranı (%)
FB1		
0,0625	5	101,2
0,25	5	103,94
0,5	5	84,8
1	5	97,6
2	5	90,6
FB2		
0,0625	5	98,2
0,25	5	96,0
0,5	5	79,2
1	5	92,2
2	5	86,9

Çizelge 4.9. Kuru incirde optimize edilen fumonisın analiz yönteminin standart sapma ve % bağıl standart sapma değeri

Tekerrür Sayısı	Spike Edilen FB1 Miktarı (µg/g)				Spike Edilen FB2 Miktarı (µg/g)			
	0,25	0,5	1	2	0,25	0,5	1	2
1	0,24	0,45	1,02	1,85	0,22	0,41	0,96	1,75
2	0,25	0,39	0,97	1,87	0,22	0,38	0,92	1,75
3	0,26	0,44	0,98	1,66	0,26	0,41	0,92	1,68
4	0,25	0,41	0,96	1,83	0,22	0,39	0,91	1,74
5	0,3	0,43	0,95	1,88	0,28	0,39	0,9	1,77
Ort.	0,26	0,44	0,98	1,85	0,24	0,40	0,92	1,74
S.S.	0,02	0,02	0,03	0,09	0,03	0,01	0,02	0,03
% B. S. S.	9,08	5,52	2,76	4,89	11,79	3,39	2,47	1,97

Ort: Ortalama

S.S.: Standart Sapma

%B.S.S.: % Bağıl Standart Sapma

4.3.1.2. En Düşük Gözlem ve Raporlama Limitlerinin Belirlenmesi

Belirlenebilecek minimum konsantrasyon olarak da bilinen en düşük gözlem sınırı (Limit of Detection (LOD)) bu çalışmada sistemde okuyabileceğimiz minimum konsantrasyonun bulunması, bulunan bu konsantrasyonla spike edilmiş 9 temiz örnekle okumaların yapılması ve bunların standart sapmalarının hesaplanarak 3 standart sapmanın eklenmesi ile elde edilen konsantrasyon, LOD değerini vermiştir. LOD değerinin 10 ile çarpılması ile elde edilen değer raporlama limiti (Limit of Quantification (LOQ)) olarak hesaplanmıştır (Holcombe, 1998).

Sistemde okunabilen en düşük konsantrasyon FB1 için 0,0125 ($\mu\text{g/g}$), FB2 için 0,0250 ($\mu\text{g/g}$) olarak tespit edilmiştir. Sırasıyla FB1 ve FB2 için LOD değerleri 0,0176 ve 0,0272, LOQ değerleri 0,176 ve 0,272 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Kuru incirde optimize edilen fumonisin analiz yönteminin en düşük gözlem (LOD) ve raporlama limitleri (LOQ)

Tekerrür Numarası	FB1 ($\mu\text{g/g}$)	FB2 ($\mu\text{g/g}$)
1	0,0120	0,024
2	0,0115	0,019
3	0,0092	0,021
4	0,0096	0,0223
5	0,0123	0,0221
6	0,0120	0,0212
7	0,016	0,0211
8	0,0102	0,025
9	0,0112	0,0203
Ortalama	0,0116	0,0218
Standart Sapma	0,002	0,0018
% B.S.S.	17,24	8,25
LOD	0,0176	0,0272
LOQ	0,176	0,272

% B.S.S.: % Bağlı Standart Sapma (RSD)

LOD: En düşük gözlem limiti

LOQ: En düşük raporlama limiti

Kalibrasyon eğrisinin korelasyon katsayısı FB1 için $r^2=0,99792$, FB2 için $r^2=0,998565$ olarak hesaplandı (Ek 3 ve 4). FB1 in alıkonulma zamanı yaklaşık olarak 5,88 dk. FB2 nin 13,3 dk. olarak tespit edilmiştir.

4.3.2. Fumonisin Oluşumu

4.3.2.1. Yıllara, Kooperatiflere ve Kalite Sınıflarına Göre Fumonisin Dağılımı

2004 ve 2005 üretim sezonuna ait toplam 262 örnekte fumonisin analizi yapılmıştır. Bu örneklerden 144'ü A sınıfına, 118'i hurda sınıfa dahildir. Çizelge 4.11'de de görüldüğü üzere iki yıl birlikte değerlendirildiğinde pozitif örneklerin toplam örnek içindeki payı %66,7'dir. Pozitif örneklerin %70,1'i A sınıfına dahil olan örneklerden %62,7'si ise hurda sınıfına dahil olan örneklerden oluşmaktadır. Pozitif örneklerin %68'inde FB1, %2'sinde FB2 bulunurken, FB1 ve FB2'nin birlikte bulunduğu örneklerin toplam içindeki payı %30,8'dir.

Bölgedeki üretimi temsil etmek üzere kuru incir örnekleri, Tariş'e ait İncir Tarım Satış Kooperatiflerine teslim edilen partilerden temin edilmiştir. Her kooperatiftan alınan örnek sayısı o bölgenin toplam üretime olan katkısı oranında belirlenmiştir. Kooperatifler bazında toplam pozitif örneklerin oranı Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Buna göre Tire, Köşk, Selçuk'tan alınan örneklerin hepsi farklı düzeyde fumonisin içerirken Ortaklar'dan alınan örneklerin %90'ı, İncirliova'dan alınanların %71'inde fumonisin pozitif sonuçlar vermiştir. İncelenen örnekler arasında Buharkent'e ait pozitif örnek oranı % 12,5 ile son sırada yer almıştır.

Çizelge 4.11. A sınıfı ve hurda sınıfında tespit edilen pozitif örnek sayıları

Sınıf	Örnek Miktarı	Pozitif Örnek Sayısı			
		(FB1,FB2, FB1+FB2)	FB1	FB2	FB1+FB2
A	144	101 (%70,1)	67 (%66,3)	1 (%1)	33 (%32,6)
H	118	74 (%62,7)	52 (%70,3)	1 (% 1,3)	21 (%28,4)
TOP	262	175 (%66,7)	119 (%68.0)	2 (%1,1)	54 (%30,8)

Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2004 yılında toplanan 125 örneğin %52'sinde, 2005 yılında 137 örneğin %79,5'inde fumonisin saptanmıştır.

Çizelge 4.12. Kooperatiflere göre 2004 ve 2005 üretim sezonuna ait toplam (Hurda+A sınıfı) fumonisin pozitif örnek sayıları

Kooperatif	2004		2005		Toplam Pozitif Örnek Sayısı (%)
	Örnek Sayısı	Pozitif Örnek Sayısı (%)	Örnek Sayısı	Pozitif Örnek Sayısı (%)	
Germencik	52	25 (%48,0)	32	27 (%84,3)	52 (%62,0)
Ortaklar	26	22 (%84,6)	22	21 (%95,4)	43 (%89,5)
İncirliova	5	2 (%40,0)	9	8 (%88,8)	10 (%71,4)
Erbeyli	11	3 (%27,2)	8	8 (%100,0)	11 (%57,8)
Buharkent	8	2 (%25,0)	8	0	2 (%12,5)
Horsunlu	12	3 (%25,0)	10	5 (%50,0)	8 (%36,3)
Tire	-	-	20	20 (%100,0)	20 (%100,0)
Köşk	-	-	5	5 (%100,0)	5 (%100,0)
Sultanhisar	5	4 (%80,0)	8	5 (%62,5)	9 (%69,0)
Pamukören	-	-	8	3 (%37,5)	3 (%37,5)
Selçuk	-	-	7	7 (%100,0)	7 (%100,0)
Söke	6	4 (%66,6)	-	-	4 (%66,6)
TOPLAM	125	65 (%52,0)	137	109 (%79,5)	174 (%66,4)

4.3.2.2. Yıllara, Kooperatiflere ve Kalite Sınıflarına göre Fumonisin Düzeyleri

Çizelge 4.13'de yıllara göre farklı konsantrasyon aralıklarında FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin bulunduğu örnek sayıları ve yüzdeleri verilmiştir. Buna göre 2004 yılında FB1 örneklerin %90'ında 0,08 µg/g ve daha aşağı konsantrasyonlarda oluşurken sadece %10'luk bir bölümünde 0,09-0,15 µg/g düzeylerinde bulunmuştur. Yine aynı yıl FB1+FB2 meydana geldiği örneklerin %72'sinde 0,09-0,15 µg/g konsantrasyon aralığında bulunurken, %18' 0,16-0,20 µg/g düzeylerinde bulunmuştur. 2005 yılında FB1 meydana geldiği örneklerin %84'ünde 0,08 µg/g ve daha düşük konsantrasyonlarda bulunurken, %11'inde 0,09-0,15 µg/g, %2'sinde 0,16µg/g'dan daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bu yıl içersinde FB1+FB2 tespit edilen örneklerin %44'ü 0,09-0,15µg/g konsantrasyon aralığında bulunurken, %55'i 0,16 µg/g'dan daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Her iki yılda sadece FB2 oluşturan örnek sayısı toplam 3'tür.

Çizelge 4.14'de 2004 yılında kooperatiflerden alınan farklı kalite sınıflarına ait örneklerde fumonisin düzeyleri gösterilmiştir. Buna göre 2004 yılında FB1, İncirliova kooperatifi, A sınıfı örneklerde elde edilen 0,08 µg/g' ortalama değeri ile en yüksek konsantrasyona sahip olurken, maksimum değer Germencik kooperatifinden gelen Hurda sınıfı ve Ortaklar'dan gelen A sınıfı örneklerden elde edilmiş olup 0,12 µg/g'dır. Yine aynı yıl toplam fumonisin değerleri incelendiğinde en yüksek ortalamanın 0,18 µg/g 'la Ortaklar kooperatifinden hurda örneklere ait olduğu ve yine aynı kooperatifin 0,21 µg/g ile en yüksek maksimum düzeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

2005 yılı verileri incelendiğinde (Çizelge 4.15.) FB1 açısından Buharkent A sınıfı örnekleri 0,18 µg/g ortalamayla en yüksek değere sahip olurken maksimum değer yine aynı kooperatif ve sınıfa ait olup 0,32µg/g'dır. En yüksek ortalama toplam fumonisin 0,27µg/g ile Erbeyli Kooperatifinden elde edilen A sınıfı örneklerden elde edilirken, 0,39 µg/g değeriyle maksimum toplam fumonisin yine aynı kooperatif ve sınıfa ait olmuştur.

Çizelge 4.13. Yıllara göre farklı konsantrasyon aralıklarında FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin belirlendiği örnek sayıları ve yüzde oranları

Fumonisin Düzeyleri (µg/g)	2004						2005					
	FB1		FB2		FB1+FB2		FB1		FB2		FB1+FB2	
	Ö. S.	%	Ö. S.	%	Ö. S.	%	Ö. S.	%	Ö. S.	%	Ö. S.	%
LOD<0,06	30	56,6	1	100	0	0,0	23	34,3	2	100	0	0,0
0,06-0,08	18	33,9	0	0,0	1	9,1	34	50,7	0	0,0	0	0,0
0,09-0,15	5	9,4	0	0,0	8	72,2	8	11,9	0	0,0	19	44,2
0,16-0,20	0	0,0	0	0,0	2	18,2	1	1,5	0	0,0	7	16,3
0,21-0,40	0	0,0	0	0,0	0	0	1	1,5	0	0,0	17	39,5
Toplam	53	100	1	100	11	100	67	100,0	2	100	43	100

LOD: En düşük gözlem limiti (FB1 için LOD, 0,0176 µg/g, FB2 için 0,0272 µg/g)
Ö.S.: Örnek Sayısı

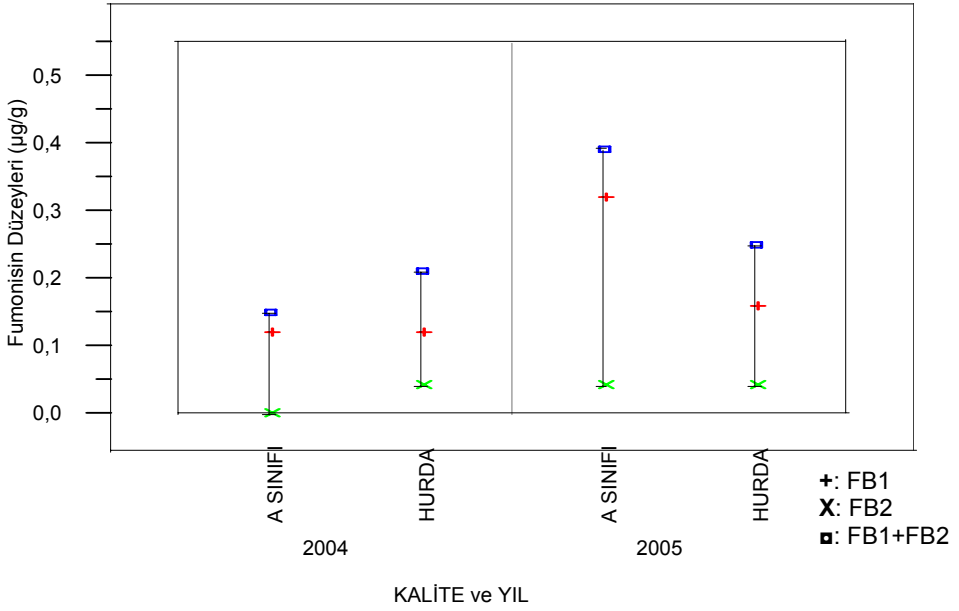
Çizelge 4.14. 2004 yıllarına ait farklı kooperatiflerden alınan kuru incir örneklerinde FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin bulunduğu konsantrasyon aralıkları, ortalama ve medyan değerleri.

Koop.	KaliteSınıfı	FB1 min-mak (µg/g)	FB1 ort	FB1 medyan	FB2 min-mak (µg/g)	FB2 ort	FB2 medyan	FB1+FB2 min-mak (µg/g)	FB1+FB2 ort	FB1+FB2 medyan
GRM	A	0,04-0,08	0,05	0,05	TE	TE	TE	0,08-0,12	0,1	0,10
	H	0,04-0,12	0,06	0,05	TE-0,04	0,04	0,04	TE-0,09	0,09	0,09
ORT	A	0,04-0,12	0,06	0,06	TE	TE	TE	0,13-0,15	0,14	0,14
	H	0,05-0,06	0,05	0,05	TE	TE	TE	0,15-0,21	0,18	0,18
INC	A	TE-0,08	0,08	0,08	TE	TE	TE	TE-0,13	0,13	0,13
ERB	A	0,05-0,06	0,05	0,05	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	H	TE-0,06	0,06	0,06	TE	TE	TE	TE	TE	TE
BHRK	A	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	H	TE-0,04	0,04	0,04	TE	TE	TE	TE-0,12	0,12	0,12
HRS	A	0,04	0,04	0,04	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	H	0,04-0,05	0,04	0,04	TE	TE	TE	TE	TE	TE
SÖKE	A	0,04-0,06	0,05	0,05	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	H	TE-0,07	0,07	0,07	TE	TE	TE	TE	TE	TE
SLTH	H	0,04-0,06	0,05	0,05	TE	TE	TE	0,12-0,19	0,15	0,15

TE: FB1 < 0,0176 µg/g, FB2 < 0,0272 µg/g, Grm: Germencik, Inc: İncirliova, Ort: Ortaklar, Erb: Erbeyli, Bhrk: Buharkent, Hrs: Horsunlu, Slth: Sultanhisar, Pmkr: Pamukören, Sİç: Selçuk, TE: Tespit Edilemedi

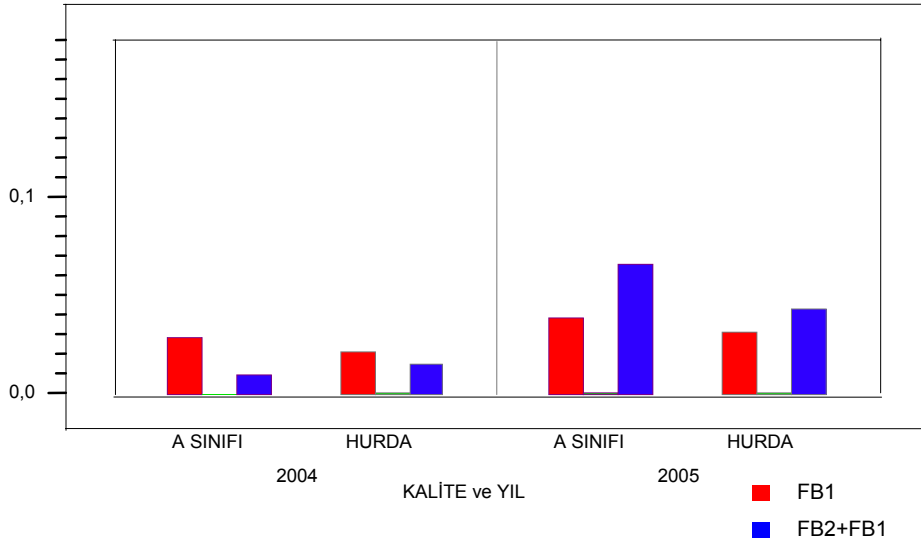
Çizelge 4.15. 2005 yıllarına ait farklı kooperatiflerden alınan kuru incir örneklerinde FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin bulunduğu konsantrasyon aralıkları, ortalama ve medyan değerleri.

Koop.	Kalite Sınıfı	FB1 min-mak (µg/g)	FB1 ort	FB1 medyan	FB2 min-mak (µg/g)	FB2 ort	FB2 medyan	FB1+FB2 min-mak (µg/g)	FB1+FB2 ort	FB1+FB2 medyan
GRM	A	0,05-0,11	0,07	0,07	TE	TE	TE	0,17-0,24	0,19	0,17
	H	0,04-0,16	0,07	0,06	TE	TE	TE	TE-0,15	0,15	0,15
ORT	A	0,06-0,12	0,08	0,07	TE	TE	TE	0,13-0,23	0,17	0,16
	H	0,05-0,07	0,06	0,05	TE	TE	TE	0,013-0,25	0,19	0,18
İNC	A	TE-0,06	0,06	0,06	TE-0,04	0,04	0,04	0,23-0,25	0,24	0,24
	H	TE-0,04	0,04	0,04	TE	TE	TE	0,12-0,22	0,17	0,17
ERB	A	TE-0,08	0,08	0,08	TE	TE	TE	0,14-0,39	0,27	0,27
	H	0,04-0,05	0,05	0,05	TE	TE	TE	0,13-0,21	0,17	0,17
BHRK	A	0,04-0,32	0,18	0,18	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	H	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
HRS	A	TE-0,04	0,04	0,04	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	H	0,04-0,05	0,04	0,04	TE	TE	TE	TE-0,11	TE	TE
TIRE	A	0,05-0,11	0,07	0,06	TE	TE	TE	0,12-0,22	0,16	0,15
	H	0,06-0,1	0,07	0,06	TE	TE	TE	TE	0,15	0,14
KÖŞK	A	0,06-0,08	0,06	0,06	TE	TE	TE	0,18-0,31	0,25	0,25
SLTH	A	TE-0,05	0,05	0,05	TE	TE	TE	0,21-0,23	0,22	0,23
	H	TE-0,06	0,06	0,06	TE	TE	TE	TE	TE	TE
SLÇ	A	TE-0,06	0,06	0,06	TE	TE	TE	0,13-0,17	0,14	0,13
	H	0,05-0,12	0,09	0,09	TE	TE	TE	TE	TE	TE
PMKÓ	A	TE-0,05	0,05	0,05	TE	TE	TE	TE	TE	TE



Şekil 4.3. 2004 ve 2005 yıllarında farklı kalite sınıflarına ait örneklerde FB1, FB2 ve FB1+FB2'nin minimum ve maksimum değerleri

Her iki yılda da maksimum FB1 düzeyi A sınıfında, FB1+FB2 maksimum seviyesi 2004 yılında hurda sınıfında, 2005 yılında A sınıfında belirlenmiştir. Tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde A sınıfı incirlerin FB1 ve FB1+FB2 oluşturma açısından Hurda sınıfı incirlerden daha uygun olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3). Yine aynı verilerden yola çıkılarak yıllar arasında fumonisins oluşturma düzeyleri açısından farkın olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 4.4).

Fumonisin Düzeyleri ($\mu\text{g/g}$)

Şekil 4.4. 2004 ve 2005 yıllarında farklı kalite sınıflarında meydana gelen ortalama fumonisin değerleri

4.4.Meyve Kalitesi ve Fumonisin İlişkisi

İstatistik analizler JUMP istatistik programı kullanılarak yapılan parametrik olmayan tek yönlü test sonuçları Çizelge 4.16'da, bağımlı değişkenler arasındaki ilişkilerin korelasyonunu veren analiz sonuçları da Çizelge 4.17'de verilmiştir. 0,05'in altında önem derecesine sahip ikili karşılaştırmalar, aradaki korelasyonun önemli olduğu, korelasyon katsayısının negatif yada pozitif değer alması bu ilişkinin yönünü belirlemektedir.

Analiz sonuçlarına göre FB1 ve FB1+FB2 oluşumu, titre edilebilir asit, ortalama meyve ağırlığı, meyve renk ve sertliği açısından 2004 ve

2005yılı örnekleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir. Kooperatifler arasında da FB1 ve FB1+FB2 oluşumu, titre edilebilir asit, meyve iriliği, meyve renk ve sertliği, pH açısından gözlenen fark önemlidir. A ve hurda sınıfa dahil olan örnekler arasında FB1 ve FB1+FB2, titre edilebilir asit ve pH açısından istatistiki olarak fark vardır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. İstatistik analiz sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler Ortalaması							
		FB1	FB1+FB2	SÇTKM	K.M.	pH	M.İ.	Renk	Sertlik
YIL	1	43,00**	19,20**	9,38**	0,07	2,07	32,46**	11,64**	23,53**
KOOP.	11	71,42**	38,74**	42,07**	11,20	31,5**	23,04**	24,94**	47,48**
KALİTE SINIFI	1	10,92**	15,44**	154,44**	0,65	155,0**	-	-	-

V.K.: Varyasyon Kaynağı

** : Tek-Yönlü Test sonuçlarına göre %1 düzeyinde önemli

TA: Titre edilebilir asit miktarı

SÇTKM.: Suda çözünür toplam kuru madde

M.İ.: Meyve İriliği

Korelasyon analizi sonuçlarına göre titre edilebilir asit, meyve iriliği ve renk sınıf değeri ile FB1 bulunma arasında negatif bir korelasyon varken, sertlik sınıf değeri ile FB1 arasında pozitif bir korelasyon vardır. FB1+FB2 bulunma durumu ile renk sınıf değerleri arasında negatif, sertlik sınıf değerleri arasında da pozitif bir korelasyon söz konusudur (Çizelge 17).

Çizelge 4.17. Korelasyon analizi sonuçları

Değişken	Değişken	Korelasyon Katsayısı	Önem Düzeyi
TA	FB1	-0,1984	0,0017
TA	FB1+FB2	0,0147	0,8176
KURU MADDE	FB1	-0,0575	0,3685
KURU MADDE	FB1+FB2	-0,1075	0,0917
PH	FB1	0,0890	0,1625
PH	FB1+FB2	-0,0474	0,4575
MEYVE İRİLİĞİ	FB1	-0,2440	0,0033
MEYVE İRİLİĞİ	FB1+FB2	-0,0363	0,6670
RENK SINIF DEĞERİ	FB1	-0,2711	0,0011
RENK SINIF DEĞERİ	FB1+FB2	-0,2478	0,0029
SERTLİK SINIF DEĞERİ	FB1	0,2698	0,0011
SERTLİK SINIF DEĞERİ	FB1+FB2	0,1948	0,0193

5. TARTIŞMA

Farklı coğrafi bölgelerdeki birçok çevresel faktör fumonisinlerin bulaşmasında ve konsantrasyonlarının artmasında önemli rol oynar. Bu faktörlerden sıcaklık nem, sıcaklık stresi, hasattan önce ve hasat döneminde olan yağışlar en önemlileridir. Tüm bunlara bağlı olarak mikotoksin kontaminasyonunun düzeyi yıldan yıla, üründen ürüne ve bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. Mikotoksin probleminin ciddiyeti ne zaman, nerede ve hangi ürün üzerinde oluştuğuna bağlıdır. Fungus gelişimi ve mikotoksin oluşumu birçok faktörün karmaşık etkileşimi sonucu meydana gelmesine rağmen, her bir faktörü anlamaya çalışmak, fungus zararını ve toksin oluşumunu tahmin etmek, bu risklere karşı ürünü korumak için gereklidir. İklimsel faktörler de bunlardan en önemlileri olup fungal gelişme ve mikotoksigenesis epidemiyolojisinde önemli rol oynar (FDA, 2001).

5.1. Yıllar Arası Fark

Araştırmaya konu olan örnekler için FB1 ve FB1+FB2 oluşturma açısından yıllar arasında fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Birbirini izleyen bu iki yılda da örneklerin alındığı kooperatiflerin ve örnek alma kriterlerinin değişmediği göz önüne alınacak olursa toksin oluşturma açısından gözlenen bu farklılığın iklimsel koşullardaki farklılıktan kaynaklanabileceğini söylemek mümkün olacaktır. Buna göre 2004 yılında örneklerin %52'sinde fumonisine rastlanırken bu sayı 2005'de %80 olmuştur. 2004 ve 2005 yıllarındaki pozitif örnek sayılarındaki farklılık fumonisinlerin düzeyleri açısından da bulunmuştur.

Örneğin 2004 yılında 0,21-0,40 $\mu\text{g/g}$ konsantrasyon aralığında FB1+FB2 içeren örnek sayısı sıfır iken, 2005 yılında bu sayı 17'ye yükselmiştir. En yüksek FB1 (0,32 $\mu\text{g/g}$) ve toplam fumonisin (FB1+FB2, 0,39 $\mu\text{g/g}$) konsantrasyonu 2005 yılında toplanan örneklerde tespit edilmiştir.

Aynı kooperatiflerden alınan iki üretim sezonuna ait örneklerin toksin düzeyleri açısından önemli derecede farklı çıkması nedeniyle iki yıla ait iklimsel veriler değerlendirmeye alınmıştır. Erkek ve dişi incirin gelişme dönemleri ve bazı kültürel uygulamalar ile hastalık etmeninin ilişkisi göz önüne alınarak saptanan kritik dönemlere ait ortalama sıcaklık, nem ve yağış değerleri hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmede 2005 yılında Mart ve Nisan aylarını kapsayan, boğadan ileğe arıcığın geçiş zamanına rastlayan dönem olan birinci dönemdeki ortalama yağış miktarının 2004 yılındaki miktarın iki katı ve uzun yıllar ortalamasından da daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunu takip eden ikinci dönem ilekleme yapıldığı dönemdir. Bu dönemde de 2005 yılında düşen ortalama yağış miktarı hemen hemen 10 katı gibi bir farka ulaşmıştır ki bu değer de uzun yıllar ortalamasına eşittir. Meyve büyümesini ve olgunlaşmayı temsil eden üçüncü dönem de 2005 üretim sezonunda, 2004 yılına göre daha yağışlı geçmiştir. Karşımıza çıkan bu tablo, 2004 yılı verilerinin uzun yıllar ortalamalarıyla da karşılaştırıldığında oldukça kurak olduğu, 2005 yılının ise oldukça yağışlı geçtiğini göstermiştir. Buna bağlı olarak tüm dönemlere ait ortalama nisbi nem oranları da hem 2004 yılı hem de uzun yıllar ortalamalarından daha yüksek gerçekleşmiştir. İki yıl arasındaki yağış miktarının farklı olmasına karşın dönemlere ait sıcaklık ortalamalarında önemli bir farklılığa

rastlanmamıştır. Birinci dönemde ortalama 13-14 °C, ikinci dönemde 21-22 °C, üçüncü dönemde 26-27 °C sıcaklık değerleri saptanmıştır. Yüksek nem ve sıcaklığın fungusun toksin üretebilmesi için gerekli olduğu bilinmektedir. Özellikle *Fusarium* türleri yaşamak, çoğaltmak ve toksin üretmek için yüksek neme ihtiyaç duyan funguslardır. Yapılan araştırmalar sonucunda *Fusarium* türlerinin mikotoksin üretmek için 20-30 C° gibi yüksek sıcaklıklara ve 0,98 aw gibi yüksek su aktivitesine gerek duyduğu, ascosporun meydana gelmesi için ise 16 C° optimum sıcaklığın yeterli olduğu bulunmuştur (Logrieco, 2002; Munkvold, 2003). Marin ve ark (1999) sıcaklık ve su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak fumonisin üretimini tarif eden araştırmalarında *F. verticillioides*'in FB1 üretmesi için gerekli olan optimum şartların 30 C° sıcaklık ve 0,97 aw su aktivitesi olduğunu belirtmişlerdir. Torres ve ark. (2001) mısırdaki çalışmada yüksek nemdeki ürünün kuruya göre *Fusarium* türlerinin gelişmesi için daha uygun olduğunu bulmuşlardır.

Tüm bu veriler ışığında iki üretim sezonunda fumonisin oluşturma açısından gözlenen farklılığın iklimsel farklılıktan kaynaklanabileceğini söylemek mümkündür. 2005 sezonunda arıcığın ilağe geçişi sırasında gözlenen yağışlı hava gerek meyve yüzeyinde gerekse bitki artıklarında ve ağacın diğer bölümlerinde hastalık etmeninin inokulum yoğunluğunun artması için uygun şartları meydana getirmiştir. Aynı yıl ilikleme döneminde devam eden uygun hava şartları, ilik meyvelerinden çıkan arıcıkların dışı meyveye geçişleri sırasında etmen lehine ortam oluşturmuştur. Meyve içine penetrasyonunun olduğu ve sporulasyonun gerçekleştiği, olgunlaşma ile birlikte semptomlarının görülmeye başladığı

üçüncü dönemdeki yağışlı ve nemli havanın da fumonisin oluşumunu tetiklediği düşünülmektedir. İncirde fumonisinle ilgili çalışmaların yeni olması nedeniyle meyvede fungus bulaşması ile toksin oluşumu arasında geçen zaman dilimi konusunda bir bilgiye rastlanmamış olmasına rağmen diğer ürünlerde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar yol gösterir niteliktedir. Daha önce mısırdaki yapılan çalışmalarda (Payne, 2004) *F. verticillioides*'in polinasyondan 4-5 hafta sonra bulaştığı, fumonisin oluşumunun hastalık etmeninin görülmeye başlandıktan 1 hafta içinde gerçekleştiği ve sonraki 2-3 hafta süresince maksimum konsantrasyona ulaştığı bulunmuştur. Fumonisin konsantrasyonu tanenin fizyolojik olgunluğundan hasat tarihine kadar artış göstermiştir. Kesin verilere dayanmamakla birlikte incirde de meyve olgunluğunun başlaması ile hastalık etmeninin belirtilerinin ortaya çıktığı dönem çakışmakta (3. dönem) ve olgunluk ilerledikçe belirtiler belirginleşmektedir. Yani belirtiler ileklemeden sonraki yaklaşık olarak 4-5 hafta içerisinde ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden 3. dönem incirde (Şekil 4.1.) fumonisin oluşmasında kritik dönem olarak kabul edilebilir ancak bu konuda kesin bilgilere ulaşmak adına daha detaylı araştırmalara gerek vardır.

Özetle 2005 üretim sezonunun başından sonuna kadar hastalığın inokulum kaynağının artması ve toksin oluşturması için iklim şartları özellikle yağış ve hava bağıl nemi optimum şartlarda kendini göstermiştir.

5.2.Kooperatifler Arası Fark

Fumonisin oluşturma açısından kooperatifler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif örneklerin oranının kooperatiflere göre dağılımı incelendiğinde Büyük Menderes Havzasında daha iç kısımlarda yer alan Buharkent, Horsunlu ve Pamukören'den toplanan örneklerin, kıyı etkisine daha açık olan Ortaklar, Germencik, İncirliova ve Erbeyli kooperatiflerine ait örneklere göre hayli düşük miktarda olduğu görülmektedir. Fumonisin oluşumunun evre şartları ile doğrudan ilişkili olduğu araştırmalar sonucu ortaya çıkarılmıştır, rneğin Camargos ve arkadaşları tarafından (2001) Brezilya'da yetiştirilen ticari mısır eşitlerinde FB1 ve FB2 oluşumuna etki eden faktörleri saptamak üzere iki farklı yılda 3 lokasyonda üretim sezonunun ve lokasyonun etkisinin araştırıldığı çalışmada üretim sezonlarının ve lokasyonların FB1, FB2 ve FB1+FB2 oluşma açısından önemli farka sahip olduğu bulunmuştur.

Batı Afrika'da, Benin'de mısırlarda yapılan çalışmada kuzey ve güney bölgelere ait farklı agroekolojik zonlardan toplanan örneklerin fumonisin içeriğinde daha nemli bir iklime sahip olan güney bölgesinden kuzeye doğru azaldığı tespit edilmiştir (Fandohan 2004). Arjantin'de Hennige ve arkadaşları tarafından (2000) yapılan çalışmada mısırların fumonisin içeriklerinin yüksek hava bağıl nemi ile ilişkisi olduğu bulunmuştur. Her iki çalışmada da yıllar arasında yağışlardan kaynaklanan konsantrasyon farkını yakalamak mümkün olmuş yağışlı geçen sezon örneklerinde önemli bir artış gözlenmiştir.

Menderes havzasında yürütülen araştırmada farklı üretim yöntemlerini temsil eden kooperatifler bazında farklılıklar saptanmıştır. Ancak nedenlerinin açıklanabilmesi için en azından kooperatiflerin sorumlu oldukları alım bölgelerine ait ekolojik verilere sahip olunmalıdır. Konu üzerinde ayrı bir çalışmanın yapılması zorunludur. Öte yandan kooperatifler bazında da yıllar arasındaki farklılık açık bir şekilde görülmektedir. Kooperatiflerin çoğunda 2005 üretim sezonunda pozitif örnek miktarında ve konsantrasyonlardaki artış çok belirgindir (Şekil 4.3, Şekil 4.4).

5.3.Kalite Sınıfları Arasındaki Fark

Kalite sınıfları arasında fumonisin oluşturma açısından gözlenen farklılık istatistiki açıdan önemli çıkmıştır. Pozitif örnek sayısı A sınıfında %71, hurda sınıfında %65 olmuştur. Her iki yılda FB1'in maksimum düzeyine A sınıfında, FB1+FB2 maksimum seviyesine 2004 yılında hurda sınıfında, 2005 yılında A sınıfında ulaşılmış olup tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde A sınıfı incirlerin FB1 ve FB1+FB2 oluşturma açısından hurda sınıfı incirlerden daha yüksek risk taşıdığı saptanmıştır (Şekil 4.3, Şekil 4.4). Kıraç (2006) tarafından hurda ve A sınıfı kuru incirlerde mevcut fungus türleri ve bunların okratoksin A potansiyellerinin araştırılması üzerine yapılan çalışmada *Fusarium* spp.ye hurda sınıfı incirlerde hiç rastlanmamıştır. Elde edilen bu sonuç bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. *Fusarium* türleri *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerine göre daha yüksek su aktivitelerinde yaşamaktadırlar. Kurutma ve depolama sırasında su aktivitesinde meydana gelen değişiklikler sebebi ile incirin küf florasında değişmelerin

olduğu, hurda incirlerde düşen su aktivitesi nedeniyle ortama *Aspergillus* ve diğer fungusların hakim olup *Fusarium*'u baskılayabilecekleri düşünlmektir. Yine aynı çalışmada (Kıraç, 2006) genel olarak izole edilen 59 türün %78'i A ve B kalite incirlerden, %52'si ise hurda incirlerden izole edilmiştir. Hurda incirlerden izole edilen küflerden *Aspergillus foetidus* var. *pallidus*'un örneklerin hepsinden, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger* %69'undan, *Aspergillus parasiticus* %53'ünden izole edilirken *Fusarium*'um hiç olmadığı bulunmuştur. Erbeyli, Germencik ve Sultanhisar Tariş İncir kooperatiflerden alınan kuru incir örneklerinde *Fusarium* sp. izole edilirken, hurda incirlerden hiç izole edilmemiştir. Farnochi ve arkadaşlarının (2005) mısır tanelerinde *F. verticillioides* ve *F. proliferatum*'um fumonisin oluşturma kabiliyetlerinin ortamda bulunan diğer funguslardan nasıl etkilendiği konusunda laboratuvar şartlarında yapmış oldukları çalışmada fumonisin düzeyindeki düşmenin ortamda bulunan rekabetçi *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinden kaynaklanabileceği sonucuna ulaşmışlardır. *Fusarium moniliforme*'nin mısırdaki *A. flavus*'un gelişimini engellediği bulunurken, fumonisin içeriği ile aflatoksin içeriği arasında da negatif bir korelasyon bulunmuştur (Yoshizawa, 1996).

Karışık kültürlerin bir arada bulunduğu besi yerlerinde yapılan çalışmada diğer fungusların *F. verticillioides* ve *F. proliferatum*'um gelişimlerini engelledikleri, özellikle *A. niger* ve *A. flavus*'un bu fungusların rekabetçi özelliğini azalttığını bulmuşlardır. Sıcaklık ve su aktivitesi *Fusarium* ile diğer funguslar arasındaki interaksiyonda en önemli rolü oynar. Yüksek düzeydeki yarayışlı su koşullarında

Fusarium'un bazı *Aspergillus* türleri ile etkileşimi sırasında fumonisin konsantrasyonunda önemli artış olduğu gözlenmiştir (Marin et.al., 1998a). Ortama hangi fungus türünün hakim olacağı o andaki abiyotik ve biyotik faktörlere bağlıdır. Özellikle sıcaklık ve yarayışlı su en etkilisidir. Yapılan çalışmalarda rekabetçi *Fusarium* türlerinin (*F. moniliforme*, *F. proliferatum*) bu özelliklerini geniş bir sıcaklık ve nem aralığında devam ettirdikleri bulunmuştur (Marin et.al.1998b). Genel anlamda *Fusarium* türleri 15 C° ye yakın sıcaklıklarda ve yüksek su aktivitesinde daha istilacı bir yapı kazanırlar. Yapılan bir diğer araştırmada mısırdaki *Fusarium* türlerinin *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri tarafından engellenmesinin 25 C°de başladığı ortaya konmuştur Bu çalışma sonuçlarına göre *F. verticillioides* ve *F. proliferatum*'um diğer funguslarla aynı ortamda yetiştirildikleri taktirde büyümelerinin engellendiği, özellikle *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger*'in bunların yarışmacı özelliklerini azalttığı, buna karşın *Fusarium* türlerinin 0,98 su aktivitesinin ve 15 C° sıcaklığın sağlandığı şartlarda mücadele yeteneğinin arttığı bulunmuştur (Marin, 1998).

Endosepsis (iç çürüklüğü) görülen meyvelerin sulu bir yapı kazanmasıyla (Şekil 2.4.; Şekil 2.5) etmeninin toksin oluşturması için uygun şartlar sağlanmış olur. Bu durumdaki meyvelerde buruk safhaya geçme süresi uzamakta, etmen toksin oluşturmak için ideal şartlarda uzun süre meyve içinde canlı kalabilmektedir. Dış ortamda nisbi nemin de fazla olması toksin üretiminin tetiklenmesine, bu sürenin daha da uzamasına neden olmaktadır. A sınıfı incirlerde bu şekildeki meyvelerin diğer meyvelerden ayrılması çok kolay olmamakla birlikte meyve

renginin daha koyu, daha yumuşak olduğu, tadının ve kokusunun ayırt edici özellikte olduğu düşünülebilir. Yine bu konuda da kesin verilere ulaşmak için yapılacak başka çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5.4.Meyve Kalite Kriterleri ile Fumonisin İlişkisi

Meyve kalite kriterleri ve fumonisin bulunma durumları arasında bir ilişkinin olup olmadığının incelendiği korelasyon analizi sonuçlarına göre çatlak meyve oranı ile FB1, FB1+FB2 oluşumu arasında negatif bir korelasyondan söz edilebilir. Örnekteki çatlak meyve oranı arttıkça yani nem kaybettiğçe fumonisin oluşturma olasılığının azalabileceği düşünülebilir. Hurda sınıfına giren incirlerde fumonisin düzeyinin düşük olmasının sebebi hurda incirlerin çatlayıp kuruması ile su aktivitesinin düşüp yüksek su aktivitesinde çalışan *Fusarium*'un ortam hakimiyetini kaybetmesinden kaynaklanıyor olabileceği varsayımı çatlak meyveler için de geçerli olabileceği düşünülebilir.

Renk sınıf değerleri ve FB1 ve FB1+FB2 oluşumu arasında da negatif bir korelasyon vardır. Renk sınıf değeri düştükçe yani renk koyulaştıkça fumonisin oluşturma eğiliminde artış söz konusu olmuştur. Meyvenin su içeriğinin artması kuruma süresini uzatmakta ve sonuçta açık renk kaybolarak koyulaşmaktadır (Aksoy ve ark.,1987).

Sertlik sınıf değeri ile fumonisin oluşturma açısından pozitif bir korelasyon vardır. Sertlik sınıf değeri arttıkça yani meyve yumuşadıkça fumonisin oluşumu artmıştır. Meyvenin yumuşaması ise yine onun nem içeriği ilişkilidir (Aksoy ve ark., 1987). Tüm bu sonuçlar nem içeriği

yüksek olan kuru incir meyvelerinin fumonisin oluşturma açısından riskli guruba girebileceği sonucunu doğurmaktadır.

2004 ve 2005 üretim sezonu, kooperatifler ve kalite sınıfları arasında titre edilebilir asit, ortalama meyve ağırlığı, renk ve sertlik sınıf değerleri, kuru madde, pH, açısından istatistiksel değerlendirme sonuçlarının verildiği Çizelge 4.16. incelendiğinde iki üretim sezonuna ait örnekler arasında titre edilebilir asit, ortalama meyve ağırlığı, renk ve sertlik değerleri açısından istatistiki olarak fark bulunduğu görülmektedir. Kooperatifler arasında titre edilebilir asit, pH, ortalama meyve ağırlığı, renk ve sertlik sınıf değerleri açısından fark önemlidir. Kalite sınıfları arasında titre edilebilir asit ve pH açısından fark vardır.

Kalite kriterlerinin karşılaştırıldığı hem istatistik analiz hem de korelasyon analizi sonuçları birbirini destekler özelliktedir. Farklı kooperatiflerden gelen örneklerin renk, sertlik ve titre edilebilir asit miktarları açısından farklılıklarının, fumonisin bulunma durumları üzerine de etkide bulunmuş olabileceğini söylemek mümkündür. İki yıla ait örneklerde renk, sertlik, titre edilebilir asit ve meyve iriliği değerlerinin farklılığı yıllar arasında fumonisin oluşma eğilimi arasında farklılıklara neden olmuştur. 2005 yılında yaşanan ekstrem hava şartları meyvelerin kuruma sürecinde problem yaşanmasına, buna bağlı olarak meyve renginin koyulaşmasına ve sertliğin azalmasına, asitliğin artmasına neden olmuştur. Bu gelişmelerin yanı sıra fumonisin konsantrasyonlarının ve pozitif örnek sayılarının artmasında rol oynamıştır.

5.5. Metod Optimizasyonu

Fumonisinlerin analizinde ilk aşama diğerlerinde olduğu gibi etkili bir ekstraksiyon işlemi ile bunların kullanılan ekstraksiyon solventine kayıpsız bir şekilde transfer edilmesidir. Fumonisinler nispeten stabil yapıdadırlar. Birçok faktör onların işlenmiş ürünlerden ekstrakte edilmesini zorlaştırabilir (Bullerman ve Tsai, 1994). Etkin ekstraksiyon için uygulanması gereken şartlar kendi arasında varyasyon göstermekle birlikte en az bunun kadar önemli diğer bir konu da farklı ürün guruplarına göre en iyi ekstraksiyon çözgeninin bulunmasıdır. Uygulanacak ekstraksiyon işlemi, analizi yapılacak materyalin niteliklerine, mikotoksin türüne ve polaritesi gibi kimyasal özelliklerine bağlıdır. Fumonisinlerin üründen ekstrakte edilmesi ya asetonitril-su, methanol-su ya da bu ikisinin belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilen çözgenler vasıtasıyla olmaktadır. Araştırmada çalışılan Referans yöntem kullanılarak elde edilen geri kazanım oranlarının çok düşük olması bazı değişiklikleri gündeme getirmiş, geri kazanım oranları üzerine ekstraksiyon solventinin bileşiminin ve saflaştırma prosedürünün etkili olabileceği düşünülmüştür. Geri kazanım oranları üzerine ekstraksiyon solventinin etkisini araştırmak üzere solventteki asetonitril oranı arttırılmış, methanol oranı düşürülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre bu işlemin geri kazanım oranı üzerinde etkisi istenilen derecede olmamış, FB1 için %36, FB2 için %34 gibi çok düşük geri kazanım oranlarına ulaşılmıştır. Saflaştırma prosedürünün etkisini araştırmak üzere, ekstraksiyon solventi olarak methanol:asetonitril:su, (25:25:50) kullanılmış, geri alma (Elusyon) işleminde %1'lik methanol+asetik asid solüsyonu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre asetik asidin

eklenmesi geri kazanım oranlarında istenilen artışı sağlamış, kontrolde FB1 için geri kazanım oranı %30 iken, uygulamada bu oran %84'e, FB2 için %20 iken %82'ye yükselmiştir. Benzer bir çalışma Chelule ve arkadaşları (2001) tarafından mısırla yapılan "*phutu*" ismi verilen geleneksel bir yemek çeşidinde ve işlenmemiş mısırdan yapılmış ve geri kazanım çalışmalarında işlenmemiş mısırdan geri kazanım oranı ortalama %97 seviyelerindeyken aynı yöntemin mısırın işlenmiş formundan meydana gelen phutu örneklerinde geri kazanım oranlarının %36'larda kaldığı bulunmuştur. İşleme ve pişirme tekniklerinin FB1'in geri kazanım oranları üzerinde etkiye sahip olduğunu bilen araştırmacılar IAC kolonda tutulan fumonisini geri almak için viallere toplama aşamasında metanolün içersine %1 lik asetik asit çözeltisi ekleyerek sorunu çözmüşler ve geri kazanım oranının %36'lar dan %90 lara çıkarmışlardır.

Fumonisin ekstraksiyon yönteminin verimini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen geri kazanım çalışmalarında geri kazanım oranları FB1%84,5-103,9 FB2 için %79-96 arasında gerçekleşmiştir. FB1 için ve FB2 için hesaplanan relatif standart sapma sırasıyla %2,76-9,08 ve %2,7-11,79 arasında olmuştur. Bulunan bu sonuçlar Avrupa Birliği'nin EC No 401/2006 nolu mikotoksinler konusunda yayınladığı direktifindeki ve 26.04.2007 tarih ve 26504 nolu Resmi Gazete'de Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinin 2007-21 sayılı Gıda Maddelerinde Mikotoksinlerin Seviyesinin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma, Numune Hazırlama Ve Analiz Metodu Kriterleri Tebliğinde Fumonisin B1 ve B2 için belirlenen performans ölçütleriyle uyumludur. Referans metoda (Visconti 2001) elde edilen geri kazanım oranlarınının FB1 için %76-110 FB2 için %72-97

arasında değiştiği belirtilmiş olup elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Solfrizzo ve arkadaşları tarafından 2001 yılında yapılan çalışmada ACN-MeOH-su (25:25:50) ekstraksiyon solventi olarak kullanılmış, ortalama geri kazanım oranları FB1 %102,6, FB2 için %95,1 olarak bulunmuştur. Bağlı standart sapma (RSD) FB1 için %17,24 ve FB2 için %8,25 bulunmuştur.

Kalibrasyon eğrisinin korelasyon katsayısı FB1 için 0,99792, FB2 için 0,998565 olarak hesaplanmış, FB1'in alikonulma zamanı yaklaşık olarak 5,88 dk. FB2'nin 13,3 dk. olarak tespit edilmiştir.

Lino ve arkadaşları (2006) immuno afinity kolon kullanarak, HPLC florasan dedektör ile mısır ve rnlerinde FB1, FB2 bulunma durumlarını ortaya koyan ve hassas, doğru analiz metodunu optimize etmeyi amaçlayan bir araştırma yrtmuşlerdir. Optimize edilen metotta ekstraksiyon metanol/su (80:20) karışımıyla, temizleme immunoafinity kolonla yapılmıştır. Farklı kromotografik şartların etkileri araştırılmış, bu anlamda mobil faz kompozisyonunun alikonma zamanına etkisine bakılmıştır. Buna göre solüsyondaki acetonitril oranı arttıkcaya alikonma zamanının azaldığı bulunmuştur. Optimize edilen metotta ise ACN/H₂O/CH₃COOH (61:38:1) oranları kullanılmıştır. Bu veriler işığında yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre tespit limiti FB1 için 20 $\mu\text{g kg}^{-1}$, FB2 için 15 $\mu\text{g kg}^{-1}$ geri kazanım oranları ise %79-99,6 arasında bulunmuştur.

Tespit edilen en düşük tespit limiti (LOD) FB1 için 0,0176 ve FB2 için 0.272 ppm'dir. FB1 0,04-0,32 ppm limitleri arasında bulunurken FB2 LOD-0,04 ppm, FB1+FB2 0,08-0,39 limitleri arasında tespit edilmiştir. Bu değerler mısır ve ürünleri için AB ülkeleri (European Commission Regulation, 2007) ve Türkiye (17 Mayıs 2008 tarih, 26879 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2008/26 nolu tebliğ) için geçerli olan maksimum seviyeler ile karşılaştırıldığında bebek mamalarında bulunması gereken (200 µg/kg) düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Kuru incirde bulduğumuz bu değerler limitlerin altında olmasına rağmen kuru incir için fumonisin riskinin bulunduğu görülmektedir.

AB ülkeleri için *Fusarium* toksinleri maksimum seviyeleri belirlenmiş (European Commission Regulation, 2007) ve bu düzenlemeye göre bir çok üründe *Fusarium* toksinleri limitleri öngörülen değerlerin üstünde tutulmuş ve mısırın çeşitli partikül büyüklüklerindeki öğütme fraksiyonları için limit değerler belirlenmiştir (Çizelge 2.3). Türkiye'de mısır ve ürünleri için 17 Mayıs 2008 tarih, 26879 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2008/26 nolu tebliğe göre ise maksimum FB1+FB2 limitler işlenmemiş mısırdaki 4000 µg/kg, mısır unu ve mısır bazlı ürünlerde 1000 µg/kg, mısır bazlı kahvaltılık tahıllar ve çerezlerde 800 µg/kg, bebek mamalarında 200 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gıda ürünlerindeki sağlık risklerinin etkileri üzerine yapılan araştırmalarda mikotoksinlerin kronik olarak en yüksek riske sahip olduğu bunu, bilinçsiz diyet, fikotoksinler (alg toksinleri), gıda katkı maddeleri ve tarımsal ilaç kalıntılarının izlediği bulunmuştur. Gelişmiş ülkeler mikotoksinleri öldürücü bir etki olarak kabul etmiş, ulusal ve uluslar arası alanda bu konu ile yapılan bilimsel araştırmalara mali desteklerini attırarak devam ettirmişlerdir.

1990'lı yılların aflatoksini olarak tanımlanan fumonisinlerle ilgili olan çalışmalar son yıllarda büyük ivme kazanmış, hem çalışılan ürün yelpazesi genişlemiş, hem de metodoloji çalışmalarında büyük yol alınmıştır. Fumonisin üreten fungus türlerinin yüksek su aktivitesinde çalışıyor olması çok kesin olmamakla birlikte bunların meyve olgunlaşmaya başladıktan sonra ağaç üzerindeyken üretimlerinin başladığını ve büyük bir bölümünün burada gerçekleştiği anlamını taşır. Fumonisin üreten fungusların ekolojileri ve epidemiyolojileriyle ilgili daha kapsamlı araştırmaların yapılması, tarla ve bahçe koşullarında fumonisin üretimine etki eden ekolojik faktörlerin irdelenmesine yardımcı araştırmalar yapmak, ürün yönetim modelleri geliştirmek, hayvanlar ve insanlar açısından risk analizi yapmak, tahmin edilen günlük alım miktarlarının ışığında fumonisinlerin insan sağlığı üzerine olan etkilerini araştıracak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışma, üretilen miktarın %90'lık bir bölümünün ihraç edildiği geleneksel ürünlerimizden olan incirde fumonisin konusunda yapılan ilk kapsamlı araştırma ve metodoloji çalışması olması açısından önemlidir. İç çürüklüğü hastalığının yıldan yıla daha çok bahçede epidemi yaparak ciddi ekonomik ve kalite kayıplarına neden olması, her geçen gün tüketici tercihlerinin çok daha güvenli ürün tüketme yönünde hız kazanması, incirde böyle bir çalışma yapmayı zorunlu hale getirmiştir. İncirde aflatoksin sorunu nedeniyle yaşanan problemler göz önüne alınacak olursa fumonisin için risk değerlendirmesine yönelik olarak bu çalışmanın sonuçları temel verileri sağlayacaktır.

Araştırmada, FDA'nin şu an için belirlediği sınırlar dahilinde olmamakla birlikte Avrupa Birliği Komisyon'unda alınan kararlar doğrultusunda işlenmiş mısır ürünlerinde (400 µg/kg) ve bebek mamalarında (200 µg/kg) belirlenen limitlere yakın değerler bulunmuş olması, incirde fumonisinin önlem alınmadığı taktirde ileride problem yaratabileceğinin sinyallerini vermiştir. Daha da önemlisi doğrudan tüketime giden A kalite sınıfına dahil olan örneklerde fumonisin seviyesi ve sıklığının hurda sınıfına dahil olanlardan daha fazla olmasıdır. Fumonisinin ağaç üzerindeki meyvelerde oluşmaya başlama zamanı, riskli dönemler, incirde toksin üreten *Fusarium* ırklarının tanımlanması ve diğer *Fusarium* toksinleri gibi daha birçok konuda detaylı çalışmalara gerek olduğu şüphe götürmez bir gerçektir.

Bitki genotipi, yetiştirildiği lokasyon, yükseklik ve yetiştirme sezonu boyunca gözlenen hava şartlarının ve aralarındaki

interaksiyonların fumonisin üretimini ne derece etkilediğine dair çalışmalar özellikle çok sıklıkla problem olarak görülen tahıllarda tek yıllık olması nedeniyle yoğun olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre de iki üretim sezonunda toplanan kuru incir örneklerinde fumonisin bulunma düzey ve sıklıkları arasında önemli farklar ortaya çıkmıştır. Kontrol altına alamadığımız iklimsel faktörlerin fungus gelişimi ve mikotoksin oluşumundaki önemli etkisi nedeniyle mikotoksinlerin tamamen önlenmesinin mümkün olmadığını söylemek mümkündür. Risk her zaman vardır ancak en önemli nokta bu riskin ne kadar azaltılabileceğidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbas, H.K., Shier, W.T., 1997**, Phytotoxicity of australifungin and fumonisins to weeds. In: Proceedings of the 1997 Brighton Crop Protection Conference–Weeds. Croydon, United Kingdom, British Crop Protection Council, pp 795-800.
- Abdel-Mallek, A.Y.,El-Maraghy, S.S.M. ve Hasan, H.A.H. 1994**, Mycotoxin-producing potentialities of *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Fusarium* from corn grains and sunflower seeds. *Assiut Journal of Agriculture Sciences* 25: 133-141.
- Aksoy, U., 1981**, Akça, Göklop ve Sarılop İncir Çeşitlerinde Meyve Gelişmesi, Olgunlaşması ve Depolanması Üzerine Araştırmalar, E.Ü.Z.F. Doktora Tezi.
- Aksoy, U., Hakerlerler, M., Anaç, D., Düzbastılar, M., 1987**, Germencik Yöresi Sarılop İncir Bahçelerinin Beslenme Durumu ve İncelenen Besin Elementleri ile Bazı Verim ve Kalite Özellikleri arasındaki İlişkiler, TARİŞ Araştırma Geliştirme Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje No: Ar-Ge 006.
- Aksoy, U. and M. J. Nagler, 1989**. Comparison of Three Analytical Methods for Determination of Aflatoxins in Dried Figs. Int. Symposium on Dried Fig and Aflatoxins. Izmir, 4-8 1989.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Aksoy, U. 1990a. İncir Ders Notları, E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü.

Aksoy, U. 1990b. Aflatoksin, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni No:2 Bornova-İZMİR.

Aksoy, U., Anaç, D., Hakerlerler, H., Düzbastılar, M., 1991, Küçük Menderes Havzası İncir Bahçelerinin Beslenme Durumu ve İncelenen Toprak ve Yaprak Besin Elementleri ile Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler, TARIŞAraştırma Geliştirme Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje No: Ar-Ge.

Aksoy, U. 2000, Current Status of Aflatoxin Formation And Control in Turkish Dried Figs. (Basılmamış Rapor).

Aksoy, U., E. Sabır, R. Eltem, S. Kırac, N. Sarıgül, , K.B., Meyvacı, M. Ateş ve M. Çakır, 2003. Kuru İncirlerde Okratoksin A'nın Potansiyel Kontaminasyon Riskinin Araştırılması. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, 18-19 Eylül, 2003. İstanbul, 41.

Anonim, 2007. Aydın Tarım İl Müdürlüğü, Proje İstatistik Şubesi 2007 Aydın Tarımsal İstatistik Kayıtları.

Arici, M., Gümüş, T., Kara, F., 2004, The fate of ochratoxin A during the Pekmez production from mouldy grapes, *Food Control*, 15: 597–600.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Arranz, I., Baeyens, W. R. G., Van Der Weken G., De Saeger S., Van Peteghem C., 2004, Review: HPLC Determination of Fumonisin Mycotoxins *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44:195–203

Bakan, B., Melcion, D., Richard-Molard, D., and Cahagnier, B., 2002, Fungal growth and fusarium mycotoxin content in isogenic traditional maize and genetically modified maize grown in France and Spain, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 728-731.

Bennett, G. A., Richard, J. L., & Eckho., S. R., 1996, **Distribution of fumonisins in food and feed products prepared from contaminated corn,** *Advances in Experimental and Medicine Biology*, 392: 317–322.

Benlioğlu,S., Akşit, T., Yıldız, A., Zeybekoğlu, N., Şahin, N., Öncüer, C., 2004, İncir Meyve Bahçelerinde İç Çürüklüğü (*Fusarium spp*) Hastalığı Üzerine Çalışmalar, TÜBİTAK, TARP-2436 Nolu proje, Yayınlanmamış Rapor.

Bottalico, A. and Logrieco, A., 1998, Toxigenic *Alternaria* species of economic importance. In: Sinha, K.K. *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety* (pp65-108), Marcel Dekker, Inc, New York.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Bottalico, A., Logrieco, A., 2001,** Occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in Italy. In: Logrieco, A., (ed), Occurrence of Toxigenic Fungi and Mycotoxins in Plants, Food and Feeds in Europa, European Commission, COST Action835,19695:69-104.
- Bucci, T.J., Hansen, D.K. and LaBorde, J.B., 1996,** Leukoencephalomalacia and hemorrhage in the brain of rabbits gavaged with mycotoxin fumonisin B1, *Natural Toxins* 4, pp. 51–52.
- Bullerman, L. B. and Tsai, W-Y. J., 1994,** Incidence and levels of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum*, and fumonisins in corn and corn-based foods and feeds, *Journal of Food Protection*, 57(6):541-546
- Caldis, P.D., 1927,** Etiology and transmission of endosepsis (internal rot) of the fruit of the fig, *Hilgardia* 2:287-328.
- Camargos, S.M., L.V. Soares, E. Sawazaki, D. Bolonhezi, J. Castro, N.Bortolletto, 2001,** Accumulation of fumonisins B1 and B2 in freshly harvested Brazillian commercial maize at three location during two nonconsecutive seasons, *Mycopathologia*, 155:219-228.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- CAST (Council for Agricultural Science and Technology), 2003,** Mycotoxins: Risks in plant, animal, and human systems. Ames, Iowa. USA.
- Cemeroğlu, B. 2007,** Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Yayınları, 34: 407s.
- Chamberlain, W.J., Bacon, C.W., Norred, W.P. and Voss, K.A., 1993,** Levels of fumonisin B1 in corn naturally contaminated with aflatoxins, *Food and Chemical Toxicology*, 31, 995-998.
- Cheule, P.K., Gqaleni, N., Dutton, M.F., Chuturgoon, A.A., 2001,** Exposure of Rural and Urban Population in KwaZulu Natal, South Africa, to Fumonisin B1 in Maize, *Environmental Health Perspectives*, 109 (3): 253-256.
- Chu, F.S. and Li, G.Y., 1994,** Simultaneous occurrence of fumonisin B1 and other mycotoxins in moldy corn collected from the People's Republic of China in regions with high incidences of esophageal cancer, *Applied and Environmental Microbiology*, 60: 847-852.
- Cleveland, T.E., P.F. Doxd, A.E. Desjardins, B. Deepak and P.J. Cotty, 2003,** United States Department of Agriculture Agriculture research on pre-harvest prevention of mycotoxins and mycotoxigenic fungi in US crops. *Pest. Man. Sci.*, 59:629-642.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- De Girolamo, A., Solfrizzo, M., von Holst, C., and Visconti, A., 2001,** Comparison of different extraction and clean-up procedures for the determination of fumonisins in maize and maize-based food products. *Food Addit. Contam.*, 18:59–67.
- Demir, S.T., Gülseri, O., Çoksöyler, N., Konca, R., Aksoy, U., Düzbastılar ve Özar, A.İ., 1991,** Ege Bölgesinde İncirlerde Görülen Aflatoksin Ve Okratoksin Oluşumu İle Önlenmesi Üzerinde Araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 7-11 Ekim 1991. İzmir.
- D’mello, J.P.F and A.M.C. Macdonald, 1997,** Mycotoxins. *Anim. Feed.Sci. Tech.*, 69:155-166.
- Doko M.B., Rapior S., Visconti A., Schjoth J.E., 1995,** Incidence and levels of fumonisin contamination in maize genotypes grown in Europa and Africa, *J Agric Food Chem*, 4:429-434.
- Doko, M.B.,and Visconti, A., 1994,** Occurrence of fumonisins B1 and B2 in corn and corn-based human foodstuffs in Italy, *Food Additive and Contaminants*, 11:433-439.
- Dombrink-Kurtzman, M. A., & Dvorak, T. J., 1999,** Fumonisin content in masa and tortillas from Mexico, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47: 622–627.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Doohan, F.M., J.Brennan and B.M. Cooke, 2003**, Influence of climatic factors on Fusarium species pathogenic to cereals, *European Journal of Plant Pathology* 109: 723-730
- Dowd, F., 2001**, Biotic and abiotic faktors limiting efficacy of Bt corn in indirectly reducing mycotoxin levels in commercial fields, *Journal of Economic Entomology*, 94: 1067-1074.
- Duyar, E.,1997**, Impact of ecological cahnges on fig plantations in Big Menderes (Meander) basin, Proceeding of the First International Symposium on Fig, *Acta Horticulturae*, 480: 311-316.
- Dragoni I, Pascale M, Piantanida L, Tirilly Y, & Visconti A, 1996**, Presence of fumonisin in foodstuff destined for feeding to pigs in Brittany (France).] *Microbiol Alim Nutr*, 14: 97-103.
- EC (European Commission), 2003**. Updated opinion of the Scientific Committee on Food on Fumonisin B1, B2 and B3. Expressed on 4 April 2003.
- EHC, 2000**, Environmental Health Criteria 219 fumonisin B1 and B2 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.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- European Commission regulation 2007/1126, 2007**, Official Journal of the European Union, L 255, 14-17
- Eriksen G.S. and Alexander, J., 1998**, Fusarium toxins in cereals – risk assessment. TemaNord 1998:502, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, ISBN 92-893- 0149-X, 3 – 115.
- Fandohan, P., Gnonlonfin, B., Hell, K., Marasas, W.F.O., Wingfield, M.J., 2004**, Natural occurrence of Fusarium and subsequent fumonisin contamination in preharvest and stored maize in Benin, West Africa, *Interbational Fournal of Food Microbiology*, 99:173-183.
- Franceschi, S., Bidoli, E., Baron, A.E. and La Vecchia, C., 1990**, Maize and risk of cancers of the oral cavity, pharynx and esophagus in Northeastern Italy. *Journal of National Cancer Institute*, 82: 1407–1411.
- Farnochi, M.C., Torres, A.M., Magan, N., Chulze, S.N., 2005**, Effect of antioxidants and competing mycoflora on *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum* populations and fumonisin production on maize grain, *Joyrnal of Stored Products Research*, 41: 211-219.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

FDA, 2001, Background Paper in Support of Fumonisin Levels in Corn and Corn Products Inteded for Human Consumption. USA Food and Drug Administration Centre for Food Safety and Applied Nutrition. URL: <http://vm.efsan.fda.gov/-dms/fumon.html>. 9 January 2003.

FDA , 2001, Fumonisin levels in human foods and animal feeds A guidanceforindustry.Available:<http://www.fda.gov/OHRMS/DOCKETS/98fr/001277gd.pdf>

Flynn, T.J., Stack, M.E., Troy, A.L. and Chirtel, S.J., 1997, Assessment of the embryotoxic potential of the total hydrolysis product of FB using cultured organogenesis-staged rat embryos, *Food and Chemical Toxicology*, 35: 1135 – 1141.

Gökmen, V. AND Acar, j., 1998, Incidence of patulin in apple juice concentrates produced in Turkey, *Journal of Chromatography A*, 815: 99-102.

Hennigen, M.R., Valente Soares, L.M., Sanches, S., Di Benedetto N.M. Longhi, A., Torroba, J., Zanelli, M., 2000, Fumonisin in corn hybrids grown in Argentina for two consecutive seasons. Proceeding of the Xth International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Pyhtotoxins, 21-25, May 200, Guaruja, Brazil, pp. 331-339.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Hirooka, E.Y., Yamaguchi, M.M., Aoyama, S., Sugiura, Y., 1996,** The natural occurrence of fumonisins in Brazilian corn kernels, *Food Additives and Contaminants*, 13:173-183.
- Holcombe, D., 1998,** Quality Assurance for Research and Development and Non Routine Analysis, Eurachem/Citac Working Group, LGC Ltd., 1998, U.K., 67p.
- Hudler, G. 1998.** Magical and Mischievous Molds. Princeton University Press. 248 pp.
- Jaskiewicz, K., van Rensburg, S.J., Marasas, W.F.Q. and Gelderblom, W.C.A., 1987,** Carcinogenicity of *Fusarium moniliforme* culture media in rats, *Journal of the National Cancer Institute*, 78: 321–325.
- Jones, R.K., Duncan, H.E., Hamilton, P.B., 1981,** Planting date, harvest date, and irrigation effects on infection and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in field corn, *Phytopathology*, 71: 810-816.
- Kabasakal, A., 1983,** Sarılop İncir Çeşidinde Bazı Mineral Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişimi ve Toprak Bitki Sürgün ve Meyve Gelişmesi Üzerine Araştırmalar, E.Ü.Z.F. Doktora Tezi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Kıraç, S., 2006,** Kuru İncirlerden Potansiyel Okratoksijenik Küflerin İzolasyonu ve Tanılanması ile Potansiyel Okratoksijenik Küflerin Okratoksin A Üretiminin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 319 s. (yayımlanmamış).
- Kubena, L. F., Edrington, T. S., Harvey, R. B., Phillips, T. D., Sarr, A. B., & Rottinghaus, G. E., 1997a,** Individual and combined effects of fumonisin B1 present in *Fusarium moniliforme* culture material and diacetoxyscirpenol or ochratoxin A in turkey poults, *Poultry Science*, 76: 256–264.
- Kubena, L. F., Edrington, T. S., Harvey, R. B., Buckley, S. A., Phillips, T. D., Rottinghaus, G. E., et al., 1997b,** Individual and combined effects of fumonisin B1 present in *Fusarium moniliforme* culture material and T-2 toxin or deoxynivalenol in broiler chicks, *Poultry Science*, 76: 1239–1247.
- Leeson, S.H. and J.D. Summers, 1991,** In: Commercial Poultry Nutrition. University Books, Guelph, Ontario, Canada, p. 283.
- Lino, C.M., . L. Silva, J.G., Pena, A.L.S., Silveira, M.I., 2006,** Determination of fumonisins B1 and B2 in Portuguese maize and maize-based samples by HPLC with fluorescence detection, *Anal Bioanal Chem*, 384: 1214–1220.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Logrieco A., B. Doko, A. Moretti, S. Frisullo and A.Visconti., 1998**
Occurrence of fumonisin B1 and B2 in *Fusarium proliferatum* infected Asparagus plants, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 5201-5204 .
- Logrieco A, Doko B, Moretti A, Frisullo S, Visconti A., 1998,**
Occurrence of fumonisin B-1 and B-2 in *Fusarium proliferatum* infected asparagus plants, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 46 (12): 5201-5204.
- Logrieco, A., A.Bottalico., 2002,** Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe, *European Journal of Plant Pathology*, 108: 685-690.
- Logrieco, A., A. Bottalico, G. Mule, A. Moretti and G. Perrone, 2003,**
Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Mediterranean crops, *European Journal of Plant Pathology*, 109: 645-667.
- Makaula, A.N., Marasas, W.F., Venter, F.S., Badenhorst, C.J.,
Bradshaw, D. and Swanevelder, S., 1996,** Oesophageal and other cancer patterns in four selected districts of Transkei, Southern Africa: 1985–1990, *African Journal of Health Science*, 3: 11–15.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Magan, N., R. Hope, A. Colleate and E.S. Baxter, 2003**, Relationship between growth and mycotoxin production by Fusarium species, biocides and environment, *European Journal of Plant Pathology*, 109: 755-768.
- Marin, S., Magan, N., Serra, J., Ramos, A.J., Canela, R., and Sanchis, V., 1999**, Fumonisin B1 production and growth of Fusarium moniliforme and Fusarium proliferatum, on maize, wheat and barley grain., *Journal of Food Science*, 64: 921-924.
- Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J., Vinas, I., Magan, N., 1998**, Environmental factors, in vitro interspecific interactions, and niche overlap between F. moniliforme and F. proliferatum, and F. gramineum, Aspergillus and Penicilium species isolated from maize grain, *Mycological Research* 102: 831-837.
- Martins ML, Martins HM, Bernardo F 2001**, Fumonisin B-1 and B-2 in black tea and medicinal plants, *Journal Of Food Protection* 64 (8): 1268-1270
- Medina-Martinez, M.S., and Martinez A.J., 2000**, Mold occurrence and aflatoxin B1 and fumonisin B1 determination in corn samples in Venezuela, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 48: 2833-2836.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Michailides, T.J., Morgan, D.P., and Subbarao K.V., 1996**, Fig endosepsis: an old disease stil a dilemma for California growers, *Plant. Dis.*, 80: 828-841.
- Michailides, T. J., D. P. Morgan, 1994**, Dynamics of *Blastophaga psenes* populations, avilability of caprifigs and fig endosepsis caused by *Fusarium moniliforme*, *Phytopathology*, 84:1254-1263.
- Michailides, T. J., D. P. Morgan, 1997**, Spread of endosepsis disease caused by *Fusarium moniliforme* in Calimyrna fig orchards in California . *Proceeding of the first International Symposium on Fig, 24-28 June 1997, ISHS Fruit Section Comission Tropical Horticulture Working Group on Fig*. 325p.
- Moretti. A.,R. Ferracane, A. Ritieni, S. Frisullo, A. Lops and A. Logrieco, 2000**, *Fusarium* species from fig in Apula: Biological and toxicological characterisation, *Mitt Biol Bundesanst Land-Forstwirtsch* 377: 31-32.
- Moss, M. O., 1998**, Recent studies of mycotoxins, *Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement*, 84: 62-76.
- Mrak, E.M., Phaff H.J., Vaughn, R.H., and Hansen, H.N., 1942**, Yeast occurring in souring figs, *J. Bacteriol*, 44:441-450.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Munkvold, G.P., 2003,** Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears, *European Journal of Plant Pathology*, 109: 705–713.
- Munkvold, G.P. and Desjardins, A.E., 1997,** Fumonisin in Maize: Can we Reduce Their Occurrence?, *Plant Disease*, 81(6): 556-565.
- Muschen, H. And K. Frank, 1994.** Mycotoxins in oilseeds and risks in animal production. In: Moulds, Mycotoxins and Food Preservation in the Food Industry. Parsippany, New Jersey, BASF Corporation, p. 31-35.
- Musser, S.M., Plattner, R.D, 1997** Fumonisin composition in cultures of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum*, and *Fusarium nygami*. *J Agric Food Chem*, 45:1169-1173.
- Murphy, P.A., Hendrich, S., Hopmans, E.C., Hauck, C.C., Lu, Z., Buseman, G. and Munkvold, G., 1996,** Effect of processing on fumonisin content of corn. *Advances in Experimental and Medicine Biology*, 392: 323–334.
- Nelson, P.E., R.D. Plattner, D.D. Shackelford, A.E. Desjardins, 1991,** Production of fumonisins by *Fusarium moniliforme* strains from various substrates and geographic areas, *App Environ Microbiol*, 57: 2410-2412.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Nelson, P.E., R.D. Plattner, D.D. Shackelford, A.E. Desjardins, 1992,** Fumonisin B₁ production by *Fusarium* species other than *F. moniliforme* in section *Liseola* and by some related species, *Applied and Environmental Microbiology*, 58: 984-989.
- Nirenberg, H.I., O'Donnell, K., 1998,** New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* complex, *Mycologia*, 90: 434-458.
- Norred, W. P., 1993,** Fumonisin-mycotoxins produced by *Fusarium moniliforme*, *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 38: 309-328.
- Omurtag G.Z., Yazicioglu D., 2004,** Determination of fumonisins B-1 and B-2 in herbal tea and medicinal plants in Turkey by High performance liquid chromatography. *Journal of Food Protection* 67 (8), 1782-1786.
- Omurtag, G.Z., 2001,** Determination of fumonisin B₁ and B₂ in corn and corn-based products in Turkey by high- performance liquid chromatography, *Journal of Food Protection*, 64: 873-876.
- Ono, E.Y., Ono, M.A., Funo, F.Y., Medinal, A.E., Oliveira, T.C., Kawamura, O., 2001,** Evaluation of fumonisin-aflatoxin cooccurrence in Brazilian corn hybrids by *ella*, *Food Additives and Contaminants*, 18: 719-729.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Özay, G., İ. Alperden, 1991.** Kuru Incirlerde (*Ficus carica L.*) Aflatoksin ve Okratoksin A Oluşumu. Gıda Sanayi 1991/24. s. 57-62.
- Paepens, C., De Saeger, S., Sibanda, L., Barna-Vetro, I., Anselma, M., 2005,** *J. Agric. Food Chem*, 53: 7337-7343.
- Park, J.W., Choi, S.Y., Hwang, H., Kim, Y., 2005,** Fungal mycoflora and mycotoxins in Korean polished rice destined for humans, *International Journal of Food Microbiology*, 103: 305– 314.
- Park, J. W., Scott, P. M., Lau, B. P., Lewis, Y. D. A., 2004,** Analysis of heat-processed corn foods for fumonisins and bound fumonisins, [*Food Additives and Contaminants*](#), 21(12): 1168-1178.
- Park, D.L; Garcia-Lopes, R.; Trujillu-Preciado, S. & Price, R.L., 1997,** Reduction of risks associated with fumonisin contamination in corn. In:*Fumonisin in Food, Advances in Experimental Medicine and Biology*, 392: 335-344.
- Pascale, M., Doko, M.B. and Visconti, A., 1995,** Determination of fumonisins in polenta by high performance liquid chromatography. In: Atti 228 Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti, Giardini-Naxos. Italy, pp 1067 – 1071.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Payne, G.A., Bush, J.B., Carson, M.A., Cubeta, M.A., Hagler, W.M., 2004,** Infection and Fumonisin Production by *Fusarium verticillioides* in Developing Maize Kernels, *Phytopathology*, 94:8-93.
- Penner, J.D., Casteel, S.W., Pittman, L Jr, Rotting, G.E. and Wyatt, R.D., 1998,** Developmental toxicity of purified fumonisin B1 in pregnant Syrian hamsters, *Journal of Applied Toxicology*, 18: 197–203.
- Placinta, C.M., D'Mello, J.P.F. & Macdonald, A.M.C., 1999,** A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins, *Animal Feed Science and Technology*, 78: 21-37.
- Pineiro MS, Silva GE, Scott PM, Lawrence GA, Stack ME, 1997,** Fumonisin levels in Uruguayan corn products, *Journal of AOAC International*, 80: 825–8.
- Reddy, R.V., Johnson, G., Rottinghaus, G.E., Casteel, S.W. and Reddy, C.S. 1996,** Developmental effects of fumonisin B1 in mice, *Mycopathologia* 134: 161-166.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Resmi Gazete, 17 Mayıs 2008, 26879 Nolu, ‘Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, No:2008/26

Rizzo, I., Vedoya, G., Maurutto, S., Haidukowski, M. and Varsavsky, E., 2004, Assessment of toxigenic fungi on Argentinean medicinal herbs, *Microbiological Research*, 159: 113-120.

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.

Samapundo,S., Meulenaer, B., Muer, N., Debevere, J., Devlieghere, F., 2006, Influence of experimental parameters on fluorescence response and recovery of the high-performance liquidchromatography analysis of fumonisin B1, *Journal of Chromatography A*, 1109:312-316.

Sanders, T.H., Hill, R.A., Cole, R.J., 1981, Effects of drought on occurrence to *Aspergillus flavus* in maturing peanuts, *J.Am. Oil. Chem. Soc.*, 58: 966A

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

SCOOP, 2003 SCOOP (Scientific Cooperation Task 3.2.10 of the European Commission), 2003, Collection of occurrence data of *Fusarium* toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU Member States. Final report. Directorate – General Health and Consumer Protection. European Commission, Brussels, Belgium.

Scott, P.M., 1993, Fumonisin, *International Journal of Food Microbiology*, 18: 257-270.

Scott, P.M. and Lawrence, G.A., 1996, Determination of hydrolysed fumonisin B1 in alkali-processed corn foods, *Food Additives and Contaminants* 13: 823–832.

Scudamore, K.A., and Patel, S., 2000, Surveys for aflatoxins, ocratoxin A, zearalenone and fumonisins in maize imported into the United Kingdom. *Food Additives and Contaminants*, 17: 407-416.

Scudamore, K.A., 1999, Mycotoxins: A report of MAFF Funded Applied Research and Surveillance, London: MAFF, 167.

Scudamore, K.A., 2004, The control of mycotoxins during secondary processing. In: *Mycotoxins in Food Detection and Control*, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, pp 224-243.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Scudamore, K. A., Hetmanski, M. T., Nawaz, S., Naylor, J. and Ainbird, S., 1997, Determination of mycotoxins in pet foods sold for domestic pets and wild birds using linked- column immunoassay clean-up and HPLC, *Food Add. and Contamin.*, 14:175-182.

Seefelder W., M. Gossmann and H.U. Humpf 2002, Analysis of fumonisin B1 in *Fusarium proliferatum*-infected *Asparagus* spears and garlic bulbs from Germany by liquid chromatography-electrospray ionisation mass spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2778-2781.

Shelby R.A., White, D.G., Bauske M.E., 1994, Differential fumonisin production in maize hybrids, *Plant Dis.*, 78: 582-584.

Shephard, G.S., Sydenham, E.W., Thiel, P.G., Gelderblom, W.C.A., 1990, *J. Liq. Chromatogr.*, 13: 2077

Shephard, G.S., 1998, Chromatographic Determination of the Fumonisin Mycotoxins, *Journal of Chromatography A*, 815, 31-39

Shephard, G.S., Marasas, W.F., Leggott, N.L., Yazdanpanah, H., Rahimian, H. and Safavi, N., 2000, Natural occurrence of fumonisins in corn from Iran, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 1860–1864.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Shephard, G.S. Van der Westhuizen, L., Gatyeni, P.M., Somdyala, N.I.M., Burger, H.M., Marasas, W.F.O., 2005, *J. Agric.Food Chem*, 53: 9634-9637.**
- Shephard, G.S., 2007, Committee on Natural Toxins and Food Allergens-Mycotoxins, General Rferee Reports, *Journal of AOAC International*, 90: No.1.**
- Shetty, P.H., Sudershan, R.V., Rao, J.P.K. and Bhat, R.V., 1997, Outbreak in layer hens due to consumption of fumonisin contaminated feed, *British Poultry Science*, 38: 475–479.**
- Solfrizzo, M., De Grolamo, A., Vitti, C., Visconti, A., Bulk, R., 2004, **Liquid chromatographic determination of Alternaria Toxins in Carrots, *Journal of AOAC International*, 87: 101-106.**
- Soriano, J.M., Dragacci, S., 2004, Intake, decontamination and legislation of fumonisins in foods, *Food Research International*, 37: 367-374.**
- Soriano, J.M., Gonza´lez, L., Catala, A.I., 2005, Mechanism of action of sphingolipids and their metabolites in the toxicity of fumonisin B1, *Progress in Lipid Research*, 44: 345–356.**
- Soriano, J. M., Dragacci, S., 2004, Occurrence of fumonisin in foods, *Food Research International*, 37: 985-1000.**

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Steyn, P.S., 1998**, The biosynthesis of mycotoxins, *Revue de médecine Veterinaire*, 149: 469-478.
- Stroka, J., Capelletti, C., Pallaroni, Lea, Anklam, E., Papadopoulou-Bouraoui, A., 2002**, Investigation of Alternative Reagents to 2-Mercaptoethanol for the pre-column derivatization of fumonisins with o-phthalaldehyde, for HPLC analysis, *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 25: 1821-1833.
- Subbarao, K.V. and Michailides, 1992**, A re-evaluation of *Fusarium moniliforme* var. Fici, the causal agent of fig. *Mycol. Res.*, 96: 766-768.
- Subbarao K.V., Michailides, T.J, 1996** Development of phenological scales for fig and their relative susceptibilities to endosepsis and smut, *Plant Disease*, 80 (9): 1015-1021.
- Sydenham, E.W., Shepherd, G.S. and Thiel, P.G. 1992**, Liquid chromatographic determination of fumonisin B₁, B₂ and B₃ in foods and feeds. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 75:313-318.
- Sydenham, E.W., Thiel P.G., 1996**, Physicochemical data for some selected *Fusarium* toxins, *J. AOAC Int.*, 79: 1365-1379.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Şahin, E., 2003**, Büyük ve Küçük menderes havzalarında yetiştirilen kurutmalık incirlerde (*Ficus carica* L.) aflatoksin ve okratoksin a varlığının, dağılımının ve kalite ile ilişkisinin araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 209 s.
- Torres, A.M., Reynosa, M.M., Rojo, F.G., Ramirez, M.L., and Chulse, S.N., 2001**, Fusarium species and its mycotoxins in maize harvested in northern Argentina, *Food Additives and Contaminants*, 18: 836-843.
- Tuite, J., 1994**, Epidemiology of moulds in grain. In: Moulds, Mycotoxins and Food Preservatives in the Food Industry. Parsippany, New Jersey, BASF Corporation.
- Tunail, N., 2000**, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını, Sim Matbaası, Ankara 522s. 3. Bölüm, 13. kısım.
- Ueno, Y., Iijima, K., Wang, S.-D., Sugiura, Y., Sekijima, M., Tanaka, T., Chen, C. and Yu, S.-Z., 1997**, Fumonisin as a possible contributory risk factor for primary liver cancer: a 3-year study of corn harvested in Haimen, China by HPLC and ELISA. *Food and Chemical Toxicology* 35: 1143–1150.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Velluti, A., Marin, S., Bettuci, L., Ramos, A.J., Sanchis, V., 2000**, The effect of fungal competition of maize grain by *Fusarium moniliforme*, *F.proliferatum*, and *F. graminearum*, and on fumonisin B1 and zearalenone formation, *International Journal of Food Microbiology*, 59: 59-66.
- Visconti, A., Solfrizzo, M., De Girolamo, A., 2001**, Determination of Fumonisin B1 and B2 in Corn and Corn Flakes by Liquid Chromatography with Immunoaffinity Column Cleanup: Collaborative Study, *Journal of AOAC International* 84(6): 1828-1836.
- Visconti, A., 1996**, Fumonisin in maize genotypes grown in various geographic areas, *Advances in Experimental and Medicine Biology*, 392: 193-204.
- Visconti, A., Logrieco, A. and Bottalico, A., 1986**, Natural occurrence of *Alternaria* mycotoxins in olives-their production and possible transfer into oil, *Food Additives and Contaminants*, 3: 323-330.
- Visconti, A., Pascale, M. and Centonze, G., 1999**, Determination of ochratoxin A in wine by mean of immunoaffinity column clean up and high performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 864:89-101.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Vural, G., and Acar, J., 1998,** An Investigation on the Relationship between Patulin and Fumaric Acid in Apple Juice Concentrates *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 31: 480–483.
- Yoshizawa, A. Yamashita and Y. Luo, 1994,** Fumonisin occurrence in corn from high- and low-risk areas for human esophageal cancer in China, *Applied and Environmental Microbiology*, 60: 1626–1629.
- Yoshizawa, T., Yamashita, A., Chokethaworn, N., 1996,** Occurrence of fumonisins and aflatoxins in corn from Thailand, *Food Addit. Contam.* 13: 163-168.
- Wang , E., Riley, R.T., Meredith, F.I. and Merrill, A.H. Jr., 1999,** Fumonisin B consumption by rats causes reversible, dose-dependent increases in urinary sphinganine and sphingosine, *Journal of Nutrition*, 129: 214–220.
- World Health Organization, 2002,** *Evaluation of certain mycotoxins in food.* Geneva: World Health Organization (WHO Technical Report Series, 906)
- WHO IARC (World Health Organization International Agency for Research on Cancer), 1993,** IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France: IARC.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Zhang, Y., Yao, B., Delikat, S., Bayoumy, S., Lin, X.-H., Basu, S., McGinley, M., Chan-Hui, P.-Y., Lichenstein, H., and Kolesnick, R., 1997, Kinase suppressor of Ras is ceramide-activated protein kinase, *Cell*, 89: 63–72.

Ziedan, E.H. and Hegazy M.E., 2002, Fungal flora associated with decayed sugarcane and their potential production of mycotoxins, *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 10: 363-374.

Zinedine, A., Brera, C., Elakhdari, S., Catano, C., Debegnach, F., Angelini, S., De Santis, B., Faid, M., 2006, *Food Control* 17: 868-874.

İnternet Adresleri:

http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out185_en.pdf

<http://.fao.org/docrep/x5036e.htm>

<http://mycotoxins.org/coom/intx45.htm>

<http://efsa.eu.int.htm>

EKLER

Ek Çizelge 1: FB1 Ve FB2 Tespit Edilen Bazı Örneklere Ait Sonuçlar

Ek Çizelge 1a: 0,32 µg/g FB1 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 b: 0,32 µg/g FB1ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 c: 0,26 µg/g FB1ve 0,05 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 d: 0,18 µg/g FB1ve 0,05 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 e: 0,12 µg/g FB1ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 f: 0,15 µg/g FB1ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 g: 0,13 µg/g FB1ve 0,08 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 h: 0,05 µg/g FB1ve 0,19 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 ı: 0,16 µg/g FB1ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 i: 0,15 µg/g İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 1 j: 0,16 µg/g FB1ve 0,05 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Ek Çizelge 2: Geri Kazanım Çalışmaları

Ek Çizelge 2 a: 1 µg/g Konsantrasyonda FB1 ve FB2'ye Ait Geri
Kazanım Çalışması

Ek Çizelge 2b: 2 µg/g Konsantrasyonda FB1 ve FB2'ye Ait Geri
Kazanım Çalışması

Ek Çizelge 2c: 0,5 µg/g Konsantrasyonda FB1 ve FB2'ye Ait Geri
Kazanım Çalışması

Ek Çizelge 3: FB1'e Ait Geri Kalibrasyon Eğrisi

Ek Çizelge 4: FB2'ye Ait Geri Kalibrasyon Eğrisi

- Ek Çizelge 5: 2004-2005 Üretim Sezonuna Ait Tariş İncir Birliği
Kooperatiflerinden Elde Edilen Kuru İncir Örneklerine
Ait FB1, FB2 Konsantrasyonları Ve Kalite Parametreleri
- Ek Çizelge 6: Meteorolojik Veriler
- Ek Çizelge 6a: 1929-2005 Yılları Arası Aylık Toplam Yağış Miktarları
(mm)
- Ek Çizelge 6b: 1971-2006 Yılları Arası Aylık Yağmurlu Gün Sayıları
- Ek Çizelge 6c: 1938-2004 Yılları Arası Ortalama Hava Sıcaklıkları (c)
- Ek Çizelge 6d: 1971-2006 Yılları Arası Aylık Ortalama Nisbi Nem
Değerleri (%)
- Ek Çizelge 6e: 1971-2006 Yılları Arası Toprak Üstü Minimum Sıcaklık
Değerleri (c)
- Ek Çizelge 6f: 1971-05 Yılları Arası Aylık Ortalama 5 cm Toprak
Sıcaklık Değerleri (c)
- Ek Çizelge 6g: 1971-2005 Yılları Arası Aylık Ortalama 10 cm Toprak
Sıcaklık Değerleri (c)
- Ek Çizelge 6h: 1971-2005 Yılları Arası Aylık Ortalama 20 cm Toprak
Sıcaklık Değerleri (c)

Ek Çizelge 1: FB1 ve FB2 Tespit Edilen Bazı Örneklerle Ait Sonuçlar

Ek Çizelge 1a: 0,32 µg/g FB1 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

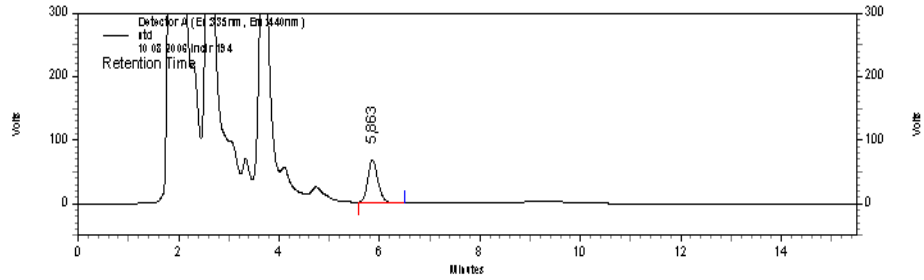
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\fumonisino fline.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\10.08.2006 incir 194

Instrument: HPLC 5 (Offline)

Acquired: 10.08.2006 14:56:00



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,863	927866	0,32	BB
	fumonisin B2			0,00	BDL
Totals			927866	0,32	

Ek 1b: 0,32 µg/g FB1 ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

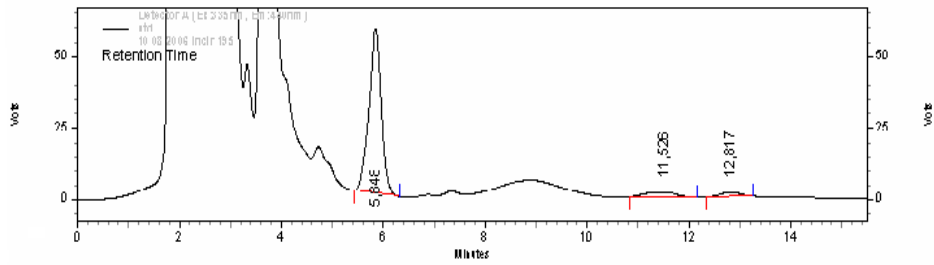
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisln\incir\10.08.2006\incir.195

Instrument: HPLC5

Acquired: 10.08.2006 15:16:12



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,848	963268	0,328	BB
3	fumonisin B2	12,817	37843	0,044	BB
Totals			1001112	0,372	

Ek 1c: 0,26 µg/g FB1 ve 0,05 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

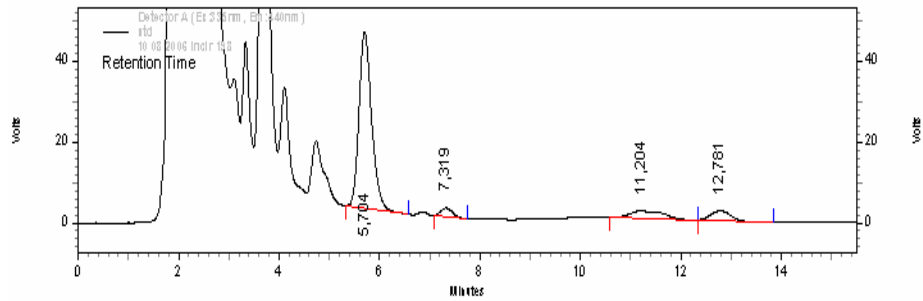
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\10.08.2006 incir 198

Instrument: HPLC5

Acquired: 10.08.2006 16:18:33



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,704	757736	0,265	BB
4	fumonisin B2	12,781	67007	0,054	BB
Totals			824743	0,319	

Ek 1d: 0,18 µg/g FB1 ve 0,05 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

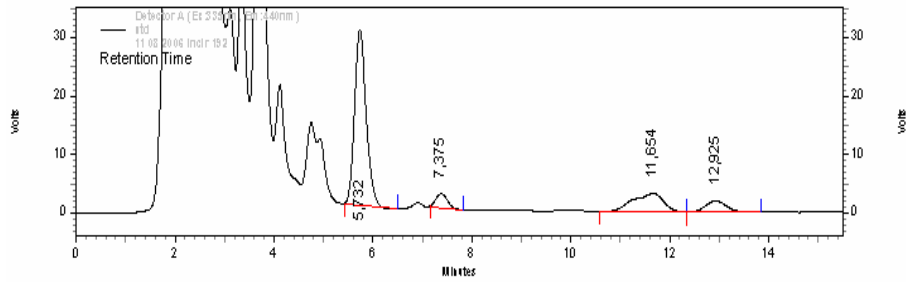
Report Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\11.08.2006 incir 192

Instrument: HPLC5

Acquired: 11.08.2006 09:21:13



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,732	484146	0,181	BB
4	fumonisin B2	12,925	54212	0,050	BB
Totals			538357	0,231	

Ek 1e: 0,12 µg/g FB1 ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

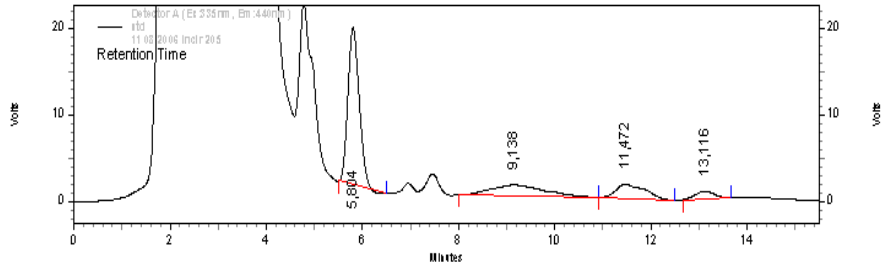
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\11.08.2006 incir 205

Instrument: HPLC5

Acquired: 11.08.2006 11:32:22

Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,804	297123	0,124	BB
4	fumonisin B2	13,116	24347	0,040	BB

Totals			321470	0,164	
--------	--	--	--------	-------	--

Ek 1f: 0,15 µg/g FB1ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS VP V 6.13 SP1

Report

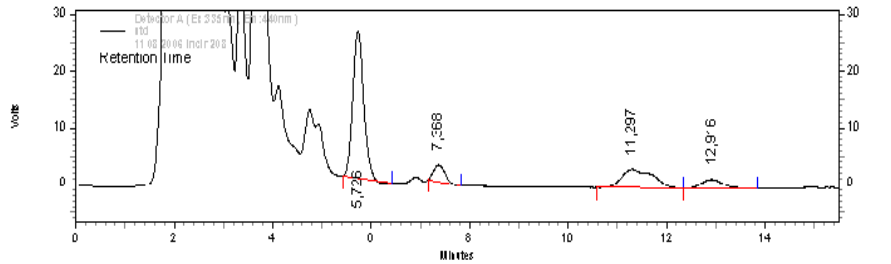
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\11 08 2006 incir 208

Instrument: HPLC5

Acquired: 11.08.2006 12:42:57



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESID concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,726	403780	0,157	BB
4	fumonisin D2	12,916	47148	0,048	DD

Totals			450928	0,204	
--------	--	--	--------	-------	--

Ek 1g: 0,13 µg/g FB1 ve 0,08 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

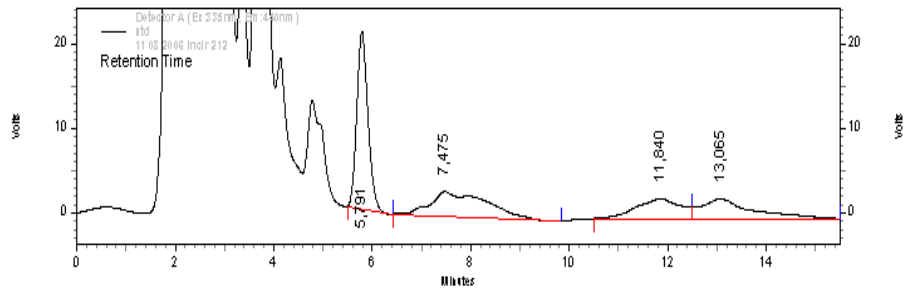
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\11.08.2006 incir 212

Instrument: HPLC5

Acquired: 11.08.2006 15:16:10



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,791	333035	0,135	BB
4	fumonisin B2	13,065	169108	0,089	VB
Totals			502144	0,224	

Ek 1h: 0,05 µg/g FB1 ve 0,19 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

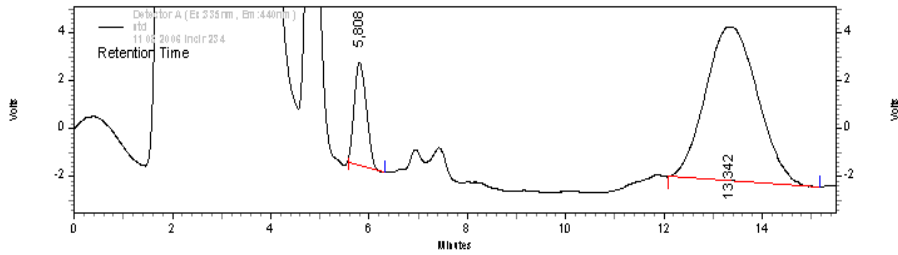
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\11.08.2006 incir 234

Instrument: HPLC5

Acquired: 11.08.2006 14:13:48



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,808	74285	0,056	BB
2	fumonisin B2	13,342	473121	0,193	BB
Totals			547406	0,249	

Ek 1ı: 0,16 µg/g FB1ve 0,04 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

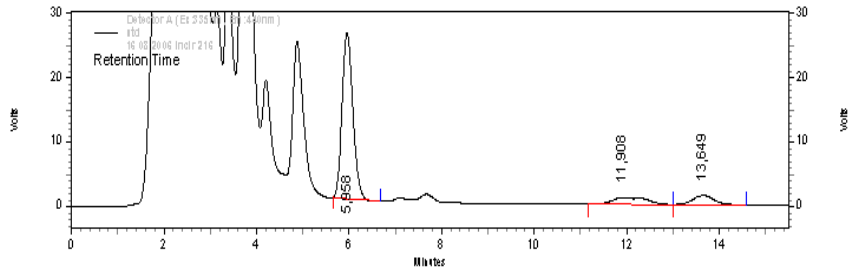
Report Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\incir\16.08.2006 incir 216

Instrument: HPLC5

Acquired: 16.08.2006 09:24:49



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,958	415322	0,160	BB
3	fumonisin B2	13,649	44430	0,047	BB
Totals			459752	0,207	

Ek 1i: 0,15 µg/g İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

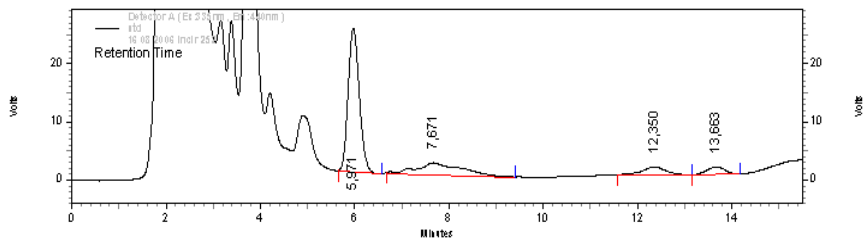
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\funonisin\incir\16 08 2006 incir 252

Instrument: HPLC5

Acquired: 16.08.2006 20:28:22



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

Pk#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1 fumonisin B2	5,971	401482	0,156 0,000 BDL	BB
Totals			401482	0,156	

Ek 1j: 0,16 µg/g FB1ve 0,05 µg/g FB2 İçeren Kuru İncir Örneği

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

Report

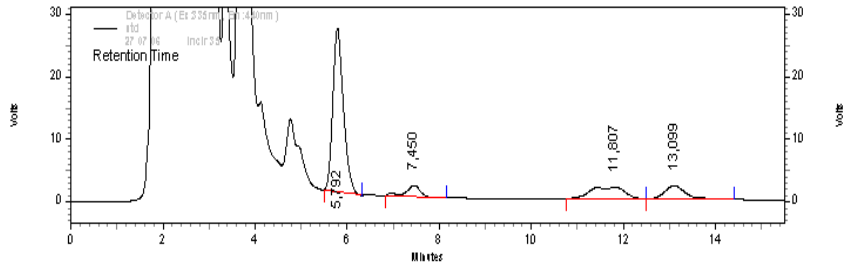
Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\funonisin\incir\27.07.06 incir 35

Instrument: HPLC5

Acquired: 27.07.2006 16:15:34



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

Pk#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	funonisin B1	5,792	422645	0,163	BB
4	funonisin B2	13,099	68281	0,055	VB

Totals			490926	0,217	
--------	--	--	--------	-------	--

Ek 2: Geri Kazanım Çalışmaları

Ek 2a: 1 µg/g Konsantrasyonda FB1 ve FB2'ye Ait Geri Kazanım Çalışması

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1

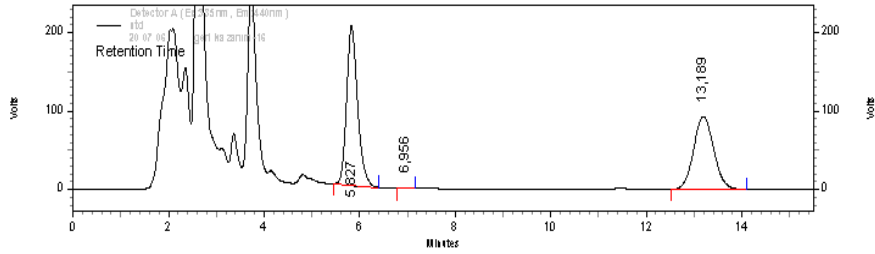
Report Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met

Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\gk19.07.20 07 06 geri kazanım-16

Instrument: HPLC5

Acquired: 20.07.2006 13:24:02



Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

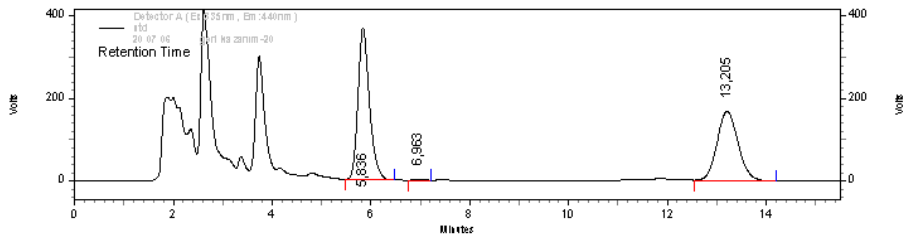
PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,827	3254807	1,028	BB
3	fumonisin B2	13,189	2701737	0,952	BB

Totals			5956544	1,980	
--------	--	--	---------	-------	--

Ek 2b: 2 µg/g Konsantrasyonda FB1 ve FB2'ye Ait Geri Kazanım Çalışması

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1
Report Page 1 of 1

Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met
Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\gk19.07\20 07 06 geri kazanım-20
Instrument: HPLC5
Acquired: 20.07.2006 15:11:11



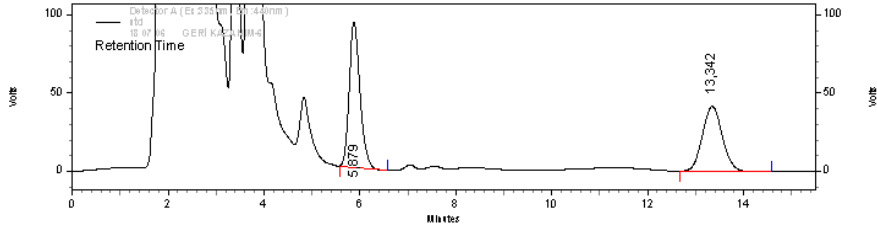
Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

Pk#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,836	5975587	1,859	BB
3	fumonisin B2	13,205	4920309	1,708	BB
Totals			10895896	3,567	

Ek 2c: 0,5 µg/g Konsantrasyonda FB1 ve FB2'ye Ait Geri Kazanım Çalışması

Shimadzu CLASS-VP V 6.13 SP1
Report Page 1 of 1

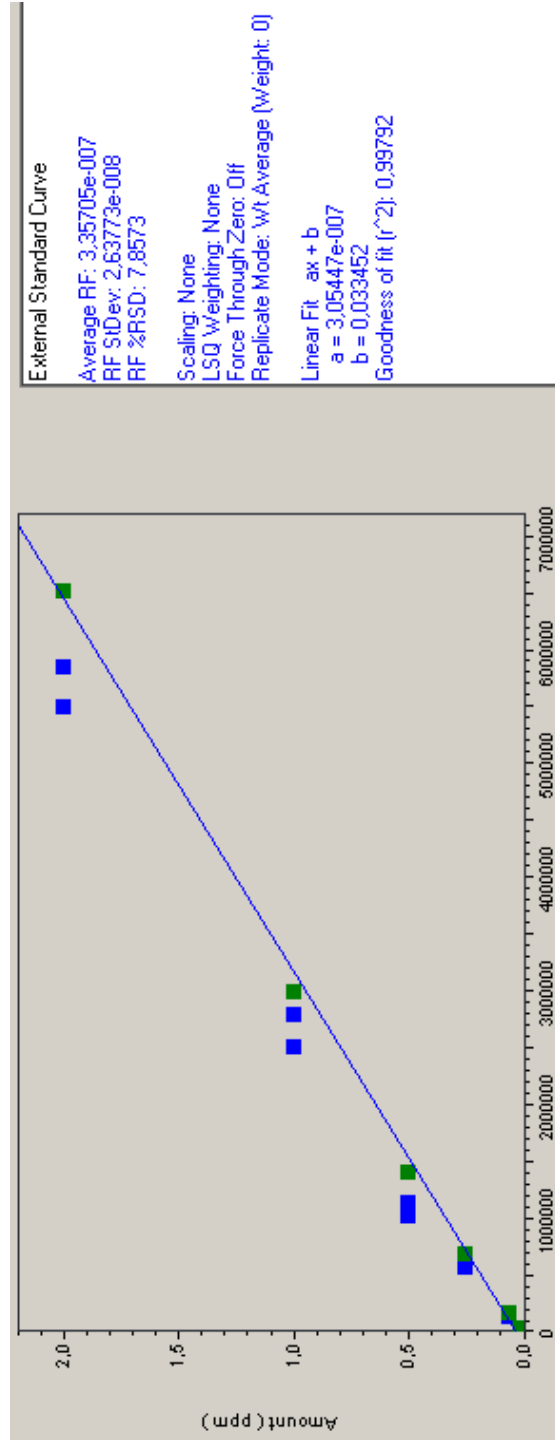
Method Name: C:\CLASS-VP\Methods\OTA.met
Data Name: C:\CLASS-VP\Data\fumonisin\gk18.07.2006\18 07 06 GERİ KAZANIM-6
Instrument: HPLC5
Acquired: 18.07.2006 17:52:21



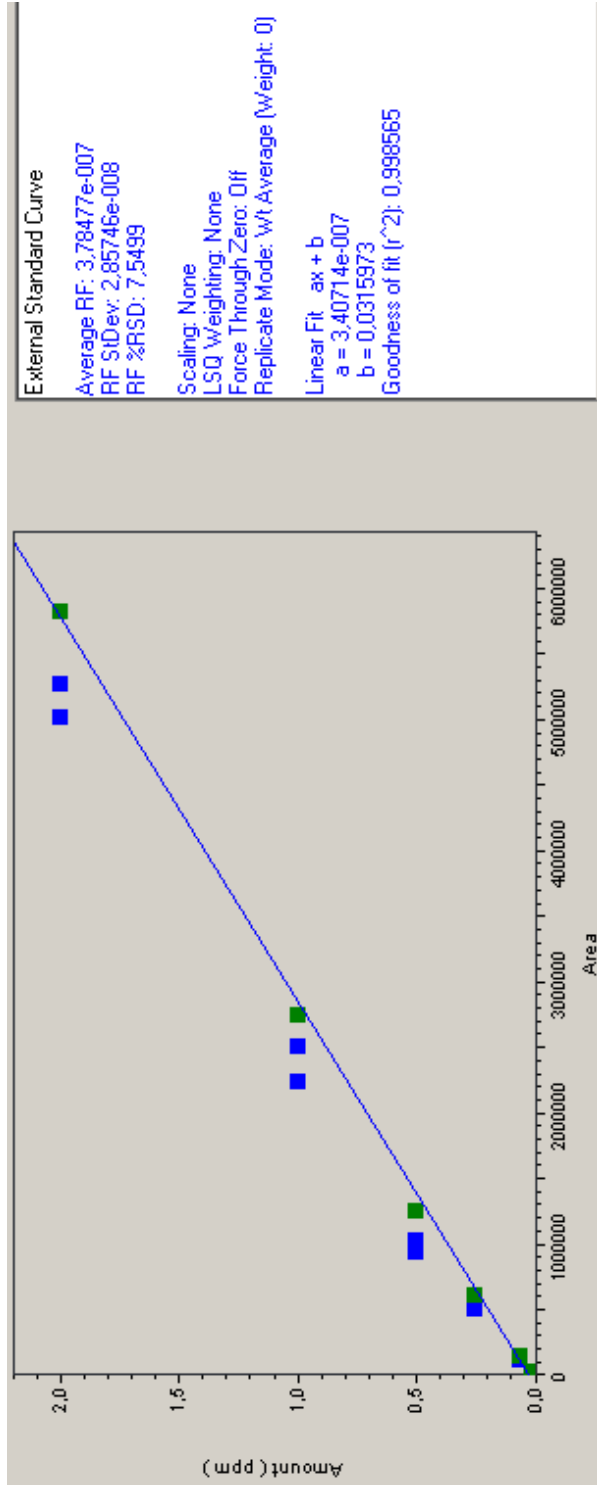
Detector A (Ex:335nm,
Em:440nm)

PK#	Name	Retention Time	Area	ESTD concentration	Integration Codes
1	fumonisin B1	5,879	1454935	0,456	BB
2	fumonisin B2	13,342	1199540	0,417	BB
Totals			2654475	0,873	

Ek 3: FBI'e Ait Geri Kalibrasyon Eğrisi



Ek 4: FB2'ye Ait Geri Kalibrasyon Eğrisi



Ek 5: 2004-2005 Üretim Sezonuna Ait Tarış İncir Birliği Kooperatiflerinden Elde Edilen Kuru İncir Örneklerine Ait FB1, FB2 Konsantrasyonları ve Kalite Parametreleri

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	Germencik	A SINIFI	0,07	0	0,84	63	4,72	17,5	12	.	3,07	1,39
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,74	54	4,98	26,27	11,86	.	3,02	1,66
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,95	36	4,87	26,32	1,75	.	3,11	1,61
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,77	61,2	4,7	18,54	17,98	.	3,07	1,61
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,89	70,8	4,91	26,97	10,53	.	3,03	1,49
2004	Germencik	A SINIFI	0,07	0	0,95	65,4	4,67	19,66	15,73	.	3,02	1,48
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,7	60,6	4,75	19,1	15,73	.	3,11	1,87
2004	Germencik	A SINIFI	0,05	0	0,97	66	4,62	18,59	14,1	.	2,99	1,54
2004	Germencik	A SINIFI	0,05	0	0,77	63,6	4,71	21,6	6,67	.	2,95	1,45
2004	Germencik	A SINIFI	0,08	0,04	0,73	61,2	4,66	18,33	30	.	2,94	1,70
2004	Germencik	A SINIFI	0,05	0	0,73	60	4,74	23,28	12,07	.	2,98	1,41
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,87	66	4,66	18,37	25,51	.	2,92	1,51
2004	Germencik	A SINIFI	0,05	0	0,84	66	4,75	20,14	13,89	.	2,89	1,85
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,89	66	4,67	19,08	10,53	.	3,01	1,91
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,82	70,8	4,74	22,39	7,46	.	3,13	2,13
2004	Germencik	A SINIFI	0,08	0	0,98	78	4,66	19,01	9,86	.	3,13	2,10
2004	Germencik	A SINIFI	0,05	0	1,23	67,2	4,48	18,45	19,05	.	2,98	1,98
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,82	66	4,74	18,89	11,11	.	3,12	2,03

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	Germencik	A SINIFI	0,05	0	1,24	72	4,58	18,14	10,78	.	3,14	1,74
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,8	63	4,93	25	5,88	.	3,22	2,01
2004	Germencik	A SINIFI	0,04	0	0,66	67,2	4,91	25	10,94	.	3,14	2,09
2004	Germencik	A SINIFI	0,04	0,04	0,76	61,2	4,67	18,89	5,56	.	3,04	1,90
2004	Germencik	A SINIFI	0,08	0	0,89	66	4,71	19,78	13,19	.	3,09	2,00
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,97	69,6	4,7	18,57	10,2	.	3,07	2,04
2004	Germencik	A SINIFI	0,04	0	0,75	60	4,68	20,11	13,33	.	3,14	1,51
2004	Germencik	A SINIFI	0	0	0,81	61,2	4,75	18,67	18,07	.	3,02	1,96
2004	Germencik	HURDA	0,12	0	1,7	64,8	4,11	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,53	65,4	4,19	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,04	0	1,53	62,4	4,24	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,09	0	1,48	60	4,13	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,49	57	4,15	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,56	60	4,17	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,65	61,2	4,14	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0,04	1,68	66	4,22	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,48	63	4,16	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,6	66	4,18	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,08	0	1,97	68,4	4,12	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,95	70,8	4,15	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,04	0,05	1,56	66	4,16	.	.	.	.	.

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,74	63	4,11	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	2,18	70,8	4,08	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,75	72	4,17	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,51	60	4,1	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,05	0	1,87	66	4,1	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,05	0	1,81	67,2	4,9	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,04	0	2,23	78	4,11	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,07	0	1,59	66	4,11	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,84	64,8	4,12	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,81	66	4,08	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0,04	0	1,56	61,2	4,26	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,58	66	4,19	.	.	.	.	.
2004	Germencik	HURDA	0	0	1,74	66	4,15	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,04	0	0,86	60	4,58	19,78	17,78	.	3,45	2,16
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,04	0	1,08	69,6	4,53	17,78	5,56	.	3,82	2,47
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,09	0	0,77	60,6	4,57	18,76	11,24	.	3,15	2,32
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,05	0	0,82	60	4,63	19,32	5,68	.	3,15	2,16
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,08	0	0,94	67,2	4,59	18,77	9,88	.	2,80	2,00
2004	Ortaklar	A SINIFI	0	0	0,82	60	4,56	19,22	7,79	.	2,94	1,90
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,06	0,09	0,73	62,4	4,55	19,74	3,9	.	2,96	1,93
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,06	0	0,75	57	4,61	17,75	8,99	.	3,04	1,81

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yamağı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,05	0	1,08	73,2	4,48	21,45	12,9	.	2,89	1,66
2004	Ortaklar	A SINIFI	0	0	0,86	66	4,5	20,24	3,57	.	3,02	1,50
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,1	0	0,83	66	4,63	20,12	13,41	.	2,99	1,43
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,08	0	0,74	60	4,56	19,77	11,49	.	3,18	1,80
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,12	0	0,91	64,8	4,46	18,4	16,98	.	3,10	1,65
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,07	0	0,9	75	4,57	20,63	10	.	3,06	1,65
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,05	0	0,85	63	4,49	19,62	13,92	.	3,10	1,65
2004	Ortaklar	A SINIFI	0,09	0,04	0,84	61,2	4,63	18,92	9,46	.	2,97	1,59
2004	Ortaklar	HURDA	0,05	0	1,1	60	4,34	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,05	0	1,61	66	4,24	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0	0	1,78	76,8	4,15	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,06	0	1,35	66	4,33	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,05	0	1,61	72	4,2	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,09	0,06	1,67	67,8	4,11	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,16	0,05	1,52	64,8	4,23	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0	0	1,71	67,2	4,19	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,05	0	1,53	66	4,25	.	.	.	.	.
2004	Ortaklar	HURDA	0,06	0	1,3	66	4,38	.	.	.	.	.
2004	İncirliova	A SINIFI	0	0	0	0	.	20,85	15,96	.	3,45	2,71
2004	İncirliova	A SINIFI	0	0	0	0	.	17,43	7,96	.	3,85	2,66
2004	İncirliova	A SINIFI	0,09	0,04	0,83	60	4,66	21,88	6,25	.	2,86	2,23

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yamağı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	İncirliova	A SINIFI	0	0	0,86	61,2	4,74	21,13	5,15	.	3,01	2,12
2004	İncirliova	A SINIFI	0,08	0	0,84	63	4,84	20,5	8	.	3,11	2,20
2004	Erbeyli	A SINIFI	0	0	0,97	72	4,79	22,22	1,59	.	4,22	2,21
2004	Erbeyli	A SINIFI	0,05	0	0,91	75,6	4,76	23,67	4,08	.	2,98	2,16
2004	Erbeyli	A SINIFI	0	0	1,03	68,4	4,64	18,76	6,19	.	3,48	2,10
2004	Erbeyli	A SINIFI	0,06	0	0,69	64,8	4,81	22,34	4,26	.	3,27	1,93
2004	Erbeyli	A SINIFI	0	0	0,86	66	4,83	26,32	3,95	.	3,11	1,80
2004	Erbeyli	A SINIFI	0	0	0,73	61,2	4,99	24,3	6,54	.	3,04	1,68
2004	Erbeyli	HURDA	0,06	0	1,29	61,2	4,28	.	.	.	.	.
2004	Erbeyli	HURDA	0	0	1,45	63,6	4,31	.	.	.	.	.
2004	Erbeyli	HURDA	0	0	1,48	77,4	4,44	.	.	.	.	.
2004	Erbeyli	HURDA	0	0	1,14	65,4	4,45	.	.	.	.	.
2004	Erbeyli	HURDA	0	0	1,57	74,4	4,29	.	.	.	.	.
2004	Buharkent	A SINIFI	0	0	0	0	.	18,14	5,81	.	3,31	1,88
2004	Buharkent	A SINIFI	0	0	0	0	.	19	12,5	.	3,10	1,94
2004	Buharkent	A SINIFI	0	0	0,89	66	4,7	19,62	6,33	.	3,08	1,43
2004	Buharkent	A SINIFI	0	0	0,88	67,2	4,75	20,13	5,19	.	3,12	1,48
2004	Buharkent	HURDA	0	0	1,78	68,4	4,23	.	.	.	.	.
2004	Buharkent	HURDA	0,04	0	1,62	66	4,16	.	.	.	.	.
2004	Buharkent	HURDA	0	0	1,42	67,2	4,25	.	.	.	.	.
2004	Buharkent	HURDA	0,08	0,04	1,66	61,2	4,2	.	.	.	.	.
2004	Horsunlu	A SINIFI	0,04	0	0,92	69,6	4,75	17,76	21,18	.	3,50	2,13

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0,69	63,6	4,85	18,54	12,2	.	3,72	1,95
2004	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0	0	.	21,61	3,45	.	3,56	1,88
2004	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0,8	66	4,78	18,81	10,09	.	3,27	1,46
2004	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0,78	66	4,9	18,69	10	.	3,07	1,65
2004	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0,88	65,4	4,82	22,66	10,94	.	3,20	1,27
2004	Horsunlu	HURDA	0	0	1,93	69,6	4,18	.	.	.	.	.
2004	Horsunlu	HURDA	0	0	1,58	61,2	4,3	.	.	.	.	.
2004	Horsunlu	HURDA	0	0	1,68	69,6	4,27	.	.	.	.	.
2004	Horsunlu	HURDA	0,04	0	1,53	67,8	4,25	.	.	.	.	.
2004	Horsunlu	HURDA	0	0	1,6	66	4,32	.	.	.	.	.
2004	Horsunlu	HURDA	0,05	0	1,49	60,6	4,36	.	.	.	.	.
2004	Söke	A SINIFI	0,05	0	0,93	66	4,68	19,32	5,68	.	3,06	1,59
2004	Söke	A SINIFI	0,06	0	0,9	78	4,81	21,43	6,35	.	3,06	1,57
2004	Söke	A SINIFI	0,04	0	0,6	51,66	4,83	21,43	11,69	.	3,03	1,48
2004	Söke	HURDA	0,07	0	1,12	70,8	4,42	.	.	.	.	.
2004	Söke	HURDA	0	0	1,05	63	4,5	.	.	.	.	.
2004	Söke	HURDA	0	0	1,02	61,2	4,43	.	.	.	.	.
2004	Sultanhisar	HURDA	0,06	0	0,95	63,6	4,46	.	.	.	.	.
2004	Sultanhisar	HURDA	0,08	0,04	1,24	73,2	4,53	.	.	.	.	.
2004	Sultanhisar	HURDA	0,04	0	0,99	64,8	4,41	.	.	.	.	.
2004	Sultanhisar	HURDA	0,05	0,14	1,16	66	4,55	.	.	.	.	.

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2004	Sultanhisar	HURDA	0	0	1,16	66	4,37	.	.	.	.	.
2005	Germencik	A SINIFI	0,07	0	0,82	62,4	4,46	18,53	4,9	48,25	2,91	2,31
2005	Germencik	A SINIFI	0,11	0,05	1,24	66	4,5	17,41	4,88	47,56	3,06	2,27
2005	Germencik	A SINIFI	0,07	0	1,29	69	4,44	15,68	0	38,74	2,96	2,19
2005	Germencik	A SINIFI	0,09	0	1,17	63	4,49	17,36	0	47,93	3,10	2,16
2005	Germencik	A SINIFI	0,13	0,04	0,81	60,6	4,57	16,67	0	63,64	3,04	2,41
2005	Germencik	A SINIFI	0,05	0	1,17	66	4,62	18,78	7,78	58,89	3,04	2,32
2005	Germencik	A SINIFI	0,05	0	0,94	72,6	4,51	17,62	3,57	48,81	3,10	2,45
2005	Germencik	A SINIFI	0,11	0	1,15	70,8	4,61	17,48	6,67	44,76	3,08	2,21
2005	Germencik	A SINIFI	0,08	0	1,07	66	4,59	18,04	5,43	56,52	3,10	2,11
2005	Germencik	A SINIFI	0,09	0	0,92	70,2	4,38	18,65	1,04	41,67	3,09	2,36
2005	Germencik	A SINIFI	0,2	0,04	1,27	63,6	4,46	14,55	1,65	43,8	3,02	2,40
2005	Germencik	A SINIFI	0,05	0	1,29	60,6	4,48	16,88	5,21	62,5	3,03	2,27
2005	Germencik	A SINIFI	0,07	0	0,8	60	4,49	17,59	3,7	48,15	2,87	2,34
2005	Germencik	A SINIFI	0	0	1,27	72	4,6	16,54	0	58,46	2,94	2,02
2005	Germencik	A SINIFI	0,07	0	0,95	63,6	4,52	15,85	5,38	50,77	2,84	2,32
2005	Germencik	A SINIFI	0,08	0	1,08	60,6	4,51	18,43	6,86	35,29	3,01	2,62
2005	Germencik	HURDA	0,16	0	1,77	65,4	4,29	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,05	0	1,63	60	4,27	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,06	0	1,38	60	4,55	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,1	0,05	1,82	66,6	4,22	.	.	.	.	.

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2005	Germencik	HURDA	0,07	0	1,97	66	4,13	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,06	0	1,81	64,8	4,17	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,07	0	1,79	65,4	4,29	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,04	0	1,83	67,2	4,11	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,06	0	1,88	66	4,31	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,06	0	2,12	66	3,96	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,05	0	1,96	72	4,14	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,05	0	1,94	66,6	4,13	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0,05	0	1,84	66	4,26	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.
2005	Germencik	HURDA	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,12	0,04	0,98	66	4,61	19,67	9,17	32,5	2,62	1,87
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,06	0	1,18	60	4,46	17,91	6,56	54,92	2,65	1,95
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,07	0	1,23	67,8	4,44	17,21	1,64	46,72	2,93	1,96
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,14	0,09	1,02	69	4,55	19,05	3,79	56,82	2,98	1,89
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,16	0,05	1,03	65,4	4,44	0	0,91	55,45	3,09	1,97
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,09	0,04	0,98	70,2	4,46	18,45	8,11	40,54	2,89	1,77
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,12	0	1,1	77,4	4,28	19,45	5,48	47,95	3,00	1,73
2005	Ortaklar	A SINIFI	0	0	1,22	64,8	4,44	16,81	2,65	54,87	3,01	2,20
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,07	0	1,28	69	4,47	17,75	7,21	42,34	3,01	1,79

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,07	0	0,79	61,8	4,47	16,76	2,7	35,14	2,84	1,88
2005	Ortaklar	A SINIFI	0,09	0,04	0,99	72	4,44	20,42	5,21	37,5	3,01	1,88
2005	Ortaklar	HURDA	0,05	0	1,88	66	4,15	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,05	0	1,87	60,6	4,08	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,09	0,04	1,98	66	4,25	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,09	0,04	2,05	66	4,16	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,06	0,19	1,86	60	4,14	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,06	0	1,9	64,2	4,27	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,07	0	1,93	65,4	4,22	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,07	0,15	1,77	63	4,22	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,05	0	2,04	68,4	4,23	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,1	0,04	2,01	66	4,04	.	.	.	.	.
2005	Ortaklar	HURDA	0,1	0,14	1,97	66	4,17	.	.	.	.	.
2005	İncirliova	A SINIFI	0,21	0,04	0,96	64,2	4,74	18,5	10,28	50,47	2,58	2,03
2005	İncirliova	A SINIFI	0,06	0	0,91	69	4,61	16,61	0	47,46	3,00	2,21
2005	İncirliova	A SINIFI	0	0,04	1,23	66	4,49	16,31	0	55,74	2,90	2,03
2005	İncirliova	A SINIFI	0,18	0,05	0,9	65,4	4,6	18,52	2,78	57,41	2,93	2,19
2005	İncirliova	HURDA	0,18	0,04	2,06	66	4,08	.	.	.	.	.
2005	İncirliova	HURDA	0,04	0	2,12	65,4	4,14	.	.	.	.	.
2005	İncirliova	HURDA	0,04	0	2,09	64,8	4,25	.	.	.	.	.
2005	İncirliova	HURDA	0	0	2,57	66	4,01	.	.	.	.	.

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2005	İncirliova	HURDA	0,08	0,04	1,91	60	4,11	.	.	.	.	.
2005	Erbeyli	A SINIFI	0,08	0	1,21	60,6	4,62	16,72	0	38,52	2,98	2,16
2005	Erbeyli	A SINIFI	0,33	0,06	0,85	61,8	4,59	18,99	4,81	48,08	3,01	2,28
2005	Erbeyli	A SINIFI	0,1	0,04	1,03	66	4,63	17,26	3,54	60,18	3,15	2,23
2005	Erbeyli	A SINIFI	0,08	0	1,06	74,4	4,41	17,5	4,46	58,93	3,06	2,04
2005	Erbeyli	HURDA	0,05	0	1,93	72	4,32	.	.	.	.	.
2005	Erbeyli	HURDA	0,04	0	2,05	70,2	4,33	.	.	.	.	.
2005	Erbeyli	HURDA	0,1	0,11	1,71	66	4,45	.	.	.	.	.
2005	Erbeyli	HURDA	0,06	0,07	2,06	66	4,34	.	.	.	.	.
2005	Buharkent	A SINIFI	0	0	1,38	69	4,51	18,3	2,27	70,45	2,92	1,50
2005	Buharkent	A SINIFI	0,32	0	1,16	66	4,58	13,96	6,31	49,55	3,07	1,62
2005	Buharkent	A SINIFI	0,04	0	1,22	76,2	4,45	20,39	1,3	45,45	3,21	1,64
2005	Buharkent	A SINIFI	0	0	0	0	.	18,85	3,85	58,97	3,09	1,83
2005	Buharkent	HURDA	0	0	1,97	67,2	4,35	.	.	.	.	.
2005	Buharkent	HURDA	0	0	2,15	66	4,25	.	.	.	.	.
2005	Buharkent	HURDA	0	0	2,53	64,2	4,1	.	.	.	.	.
2005	Buharkent	HURDA	0	0	2,21	62,4	4,25	.	.	.	.	.
2005	Horsunlu	A SINIFI	0	0	1,14	78	4,58	20,23	12,64	52,87	2,80	1,67
2005	Horsunlu	A SINIFI	0	0	1,12	67,8	4,79	16,18	4,55	49,09	3,11	1,55
2005	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0	0	.	19,17	8,26	55,96	3,14	1,78
2005	Horsunlu	A SINIFI	0	0	0,96	54	4,69	15,8	7,56	50,42	3,21	1,63

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2005	Horsunlu	A SINIFI	0,04	0	1,17	63	4,7	19,59	7,14	52,04	3,03	1,78
2005	Horsunlu	HURDA	0	0	2,21	60,6	4,29	.	.	.	.	.
2005	Horsunlu	HURDA	0,05	0	2,28	72	4,32	.	.	.	.	.
2005	Horsunlu	HURDA	0,05	0,06	2,38	69	4,46	.	.	.	.	.
2005	Horsunlu	HURDA	0,04	0	2,17	65,4	4,4	.	.	.	.	.
2005	Horsunlu	HURDA	0,04	0	2,14	60	4,34	.	.	.	.	.
2005	Tire	A SINIFI	0,06	0	0,98	72	4,68	18,35	3,3	32,97	2,38	1,84
2005	Tire	A SINIFI	0,07	0,05	1,1	63	4,66	21,08	1,35	55,41	2,60	1,14
2005	Tire	A SINIFI	0,17	0,04	0,95	70,2	4,64	20,67	1,33	62,67	2,96	1,92
2005	Tire	A SINIFI	0,09	0	0,77	66	4,89	21,32	4,41	39,71	3,07	1,94
2005	Tire	A SINIFI	0,17	0,05	0,72	63	4,69	18,45	5,75	51,72	3,11	2,08
2005	Tire	A SINIFI	0,11	0,04	1,07	61,8	4,66	20,56	1,41	49,3	3,07	2,48
2005	Tire	A SINIFI	0,09	0,04	0,94	66	4,68	21,18	0	47,37	3,18	2,24
2005	Tire	A SINIFI	0,11	0	0,97	72	4,41	18,95	0	44,44	3,15	2,32
2005	Tire	A SINIFI	0,07	0	0,87	55,8	4,67	17,71	2,41	48,19	3,02	1,99
2005	Tire	A SINIFI	0,08	0,04	0,57	58,2	4,71	22,5	2,78	41,67	2,94	2,00
2005	Tire	A SINIFI	0,06	0	0,88	66	4,72	15,13	2,68	47,32	3,00	2,21
2005	Tire	A SINIFI	0,05	0	1,05	68,4	4,76	17,47	2,3	51,72	3,01	2,02
2005	Tire	A SINIFI	0,16	0,04	1,03	66	4,75	22,35	6,06	45,45	3,04	2,21
2005	Tire	A SINIFI	0,06	0	1,06	67,2	4,7	13,85	2,65	51,33	2,94	1,94
2005	Tire	HURDA	0,06	0	0,85	61,2	4,44	.	.	.	.	.

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2005	Tire	HURDA	0,15	0,04	0,84	60	4,52	.	.	.	.	.
2005	Tire	HURDA	0,1	0	1,19	75	4,41	.	.	.	.	.
2005	Tire	HURDA	0,06	0	1,09	66	4,48	.	.	.	.	.
2005	Tire	HURDA	0,09	0,04	0,77	60	4,54	.	.	.	.	.
2005	Tire	HURDA	0,1	0,04	1,23	68,4	4,66	.	.	.	.	.
2005	Köşk	A SINIFI	0,06	0	1,13	72	4,65	16,67	2,33	41,09	2,85	1,17
2005	Köşk	A SINIFI	0,08	0	0,77	60,6	4,72	15,87	0	40,65	2,99	2,25
2005	Köşk	A SINIFI	0,26	0,05	0,93	63,6	4,62	21,12	0	31,63	2,96	2,45
2005	Köşk	A SINIFI	0,14	0,04	1,06	62,4	4,65	13,79	2,59	40,52	3,00	2,14
2005	Köşk	A SINIFI	0,06	0	0,83	63,6	4,54	15,63	0,84	51,26	3,02	2,31
2005	Sultanhisar	A SINIFI	0,18	0,05	1,15	72,6	4,37	16,48	2,04	51,02	3,08	2,20
2005	Sultanhisar	A SINIFI	0,05	0	0,94	66	4,57	14,17	1,85	54,63	3,05	2,13
2005	Sultanhisar	A SINIFI	0,18	0,05	0,76	51	4,65	16,34	4,3	35,48	2,97	2,22
2005	Sultanhisar	A SINIFI	0,16	0,05	0,83	66	4,66	17,31	6,48	45,37	2,92	2,19
2005	Sultanhisar	HURDA	0,06	0	1,72	72	4,3	.	.	.	.	.
2005	Sultanhisar	HURDA	0	0	1,74	67,2	4,28	.	.	.	.	.
2005	Sultanhisar	HURDA	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.
2005	Sultanhisar	HURDA	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.
2005	Seçuk	A SINIFI	0,09	0,04	0,89	66	4,53	20	11,54	0	3,04	2,31
2005	Seçuk	A SINIFI	0,13	0,04	0,67	65,4	4,58	19,01	4,94	16,05	3,01	2,16
2005	Seçuk	A SINIFI	0,06	0	0,61	60	4,52	20,07	2,74	24,66	3,20	2,32

Ek 5:(devam)

Yıl	Kooperatif	Kalite	FB1	FB2	TEAM	Kuru Madde	pH	Ort. Meyve Adedi	Çatlak Meyve Oranı	Güneş Yanığı	Renk Sınıf Değeri	Sertlik Sınıf Değeri
2005	Selçuk	A SINIFI	0,09	0,04	0,61	60,6	4,16	19,61	0	17,11	3,21	2,34
2005	Selçuk	A SINIFI	0,06	0	0,84	64,8	4,62	19,8	0	24	3,24	2,21
2005	Selçuk	A SINIFI	0,09	0,04	0,65	64,8	4,47	20,06	1,2	30,12	3,08	2,43
2005	Selçuk	A SINIFI	0,06	0	0,77	61,2	4,5	19,53	4	24	3,18	2,55
2005	Pamukören	A SINIFI	0,12	0	0	0	.	18,44	2,22	62,22	2,98	1,99
2005	Pamukören	A SINIFI	0	0	1,13	64,2	4,56	16,1	4	59	3,07	2,03
2005	Pamukören	A SINIFI	0	0	0	0	.	18,67	2,04	45,92	3,03	2,22
2005	Pamukören	A SINIFI	0,05	0	1,13	66	4,59	14,91	1,75	56,14	3,06	1,85
2005	Pamukören	HURDA	0,05	0	2,2	64,8	4,23	.	.	.	.	.
2005	Pamukören	HURDA	0	0	1,95	66	4,32	.	.	.	.	.
2005	Pamukören	HURDA	0	0	1,97	65,4	4,29	.	.	.	.	.
2005	Pamukören	HURDA	0	0	2,35	69	4,15	.	.	.	.	.

Ek 6: Meteorolojik Veriler

Ek 6a: 1929-2005 Yılları Arası Aylık Toplam Yağış Miktarları (mm)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	134,2	164,7	100,0	12,8	11,8	6,9	9,7	6,6	0,0	22,1	107,7	84,8
1972	28,7	61,4	31,6	40,5	36,0	15,5	17,4	0,0	12,8	80,2	27,4	8,2
1973	84,3	110,8	34,3	56,3	1,1	11,1	20,6	0,0	30,0	22,9	34,4	75,8
1974	25,2	167,0	105,1	39,2	29,2	0,9	-	12,8	10,6	29,7	67,5	132,6
1975	122,2	67,5	62,6	60,7	59,8	97,9	-	-	3,5	34,5	96,5	78,8
1976	53,2	54,2	12,7	99,9	32,3	26,8	31,0	-	-	132,2	68,6	73,7
1977	92,1	99,4	50,1	68,2	0,1	25,6	0,1	-	34,4	25,1	38,4	77,1
1978	185,8	207,0	74,6	119,4	5,6	0,0	-	-	50,8	99,4	27,0	116,5
1979	156,0	56,1	40,6	36,6	49,5	22,9	6,4	-	-	63,5	125,2	115,1
1980	114,8	18,3	94,5	28,3	36,1	57,8	-	-	1,9	38,2	90,4	216,8
1981	264,4	71,6	55,5	18,4	35,6	22,4	-	0,8	7,6	3,9	171,8	280,0
1982	68,3	47,4	114,8	73,1	33,7	23,6	2,1	-	11,8	125,0	47,3	114,0
1983	59,3	119,2	62,7	47,3	35,1	20,1	2,9	1,7	0,8	10,4	117,1	159,0
1984	174,5	140,1	141,2	98,6	4,4	0,2	1,0	-	-	-	132,9	45,7
1985	172,7	86,9	101,1	20,1	27,4	-	-	-	-	-	76,2	64,7
1986	209,4	182,3	18,2	26,3	20,8	58,2	-	18,3	4,5	21,9	29,7	153,3
1987	162,0	58,2	78,1	58,9	7,9	2,0	-	-	-	1,5	51,3	77,3
1988	35,6	103,5	167,0	18,4	11,7	-	-	3,7	-	15,3	116,1	133,3
1989	18,2	11,4	77,0	0,6	44,0	6,8	1,0	-	0,1	49,4	114,4	58,8

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1990	6,0	44,8	19,1	98,0	23,2	2,3	-	3,0	15,2	7,8	14,5	213,6
1991	47,8	48,6	28,3	29,3	74,0	0,2	-	1,9	0,1	27,7	19,8	94,8
1992	-	10,8	58,6	75,2	6,7	14,4	2,3	1,8	-	37,6	77,2	74,6
1993	74,6	65,7	107,9	33,1	87,8	2,4	-	-	-	5,8	76,7	59,5
1994	92,3	89,8	78,8	37,3	60,5	21,0	1,9	0,3	-	72,7	117,7	105,6
1995	150,1	29,6	116,7	49,1	54,9	-	4,2	1,1	5,0	26,8	48,0	43,5
1996	24,1	198,9	76,9	72,2	21,8	-	-	-	62,9	17,1	43,5	167,5
1997	68,0	28,7	107,8	112,0	17,3	0,7	-	2,9	3,4	34,0	71,0	260,6
1998	56,7	59,9	111,6	61,4	154,8	0,8	-	-	43,6	44,6	129,7	128,8
1999	88,0	161,7	61,8	26,3	4,6	-	0,3	-	6,6	21,3	31,6	80,1
2000	71,5	74,0	98,7	100,3	4,8	29,7	0,0	20,3	0,0	27,4	84,8	44,9
2001	30,1	77,8	18,6	92,1	60,8	0,1	0,0	1,8	0,9	0,4	344,1	147,3
2002	63,6	45,1	65,0	101,8	6,1	5,3	39,3	0,7	56,0	91,8	114,5	169,6
2003	102,8	181,0	35,3	82,0	109,0	6,7	12,6	4,2	-	135,7	63,5	131,6
2004	236,6	34,3	4,2	56,9	6,6	0,6	-	-	7,3	0,2	74,7	73,3
2005	62,2	155,7	92,6	39,8	61,1	7,9	9,3	12,6	0,5	39,2	160,4	38,2
2006	90,6	109,1	115,7									
ORT	112,4	93,5	71,7	46,3	44,0	24,2	20,2	14,5	37,6	47,4	68,3	93,2

Ek 6b: 1971-2006 Yılları Arası Aylık Yağmurlu Gün Sayıları

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	8	12	14	6	3	2	5	2	0	6	10	8
1972	4	5	6	15	7	2	2	0	4	13	6	3
1973	7	12	6	14	2	2	2	0	1	5	6	17
1974	4	10	11	10	10	1	0	1	3	4	11	11
1975	10	8	9	12	10	8	0	1	2	4	9	9
1976	10	10	10	10	8	4	3	0	0	7	8	11
1977	11	11	5	5	1	3	1	0	3	5	12	14
1978	22	18	11	14	5	0	0	0	9	9	4	11
1979	20	12	8	8	13	5	1	0	0	7	11	10
1980	18	7	10	13	9	5	0	0	2	5	9	18
1981	19	11	10	7	6	3	0	1	1	2	8	23
1982	13	8	10	11	8	2	2	0	1	5	6	13
1983	7	12	6	5	6	5	3	1	2	5	10	17
1984	17	10	13	17	2	1	1	0	0	0	12	9
1985	15	7	7	6	6	0	0	0	0	4	9	6
1986	19	14	3	5	8	6	0	1	4	4	2	10
1987	12	8	9	8	6	1	0	0	0	1	10	9
1988	8	13	17	6	2	0	0	1	0	3	11	11
1989	2	2	8	1	6	2	1	0	1	9	12	10
1990	4	6	1	10	5	1	0	1	2	4	6	17
1991	8	10	7	7	13	1	0	1	1	6	4	13
1992	0	5	12	7	5	3	2	1	0	6	7	10
1993	8	10	8	9	10	1	0	0	0	2	7	12
1994	11	14	5	8	6	2	2	1	0	13	7	8

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1995	17	6	14	10	4	0	1	2	2	2	12	10
1996	7	15	13	6	5	0	0	0	8	6	5	19
1997	5	4	8	11	4	1	0	1	1	7	8	16
1998	7	7	10	8	12	1	0	0	4	6	13	18
1999	12	19	13	7	1	0	1	0	2	3	6	9
2000	8	9	11	10	3	1	0	1	0	5	5	7
2001	6	6	5	13	7	1	0	1	1	1	15	20
2002	7	4	7	14	2	1	4	0	6	9	9	18
2003	15	14	3	11	5	3	1	2	0	8	2	12
2004	21	7	4	10	5	1	0	0	1	1	9	8
2005	11	17	9	8	5	2	1	2	2	2	9	10
2006	10	13	11									
ORT	10,6	9,9	8,7	9,2	6,0	2,0	0,9	0,6	1,8	5,1	8,3	12,2

Ek 6c: 1938-2004 Yılları Arası Ortalama Hava Sıcaklıkları (c)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	11,4	8,6	11,7	14,9	21,6	25,9	26,8	27,6	22,6	16,0	13,2	7,8
1972	7,3	8,5	12,3	17,3	21,4	25,9	26,9	27,3	23,7	16,4	12,7	6,9
1973	6,9	10,4	10,5	14,5	22,0	25,3	28,8	27,3	24,2	18,7	11,2	10,3
1974	4,9	9,9	12,7	14,2	19,9	25,7	28,5	26,4	23,2	20,3	12,6	7,6
1975	7,2	7,8	12,9	16,0	20,1	24,1	28,1	26,2	23,5	18,0	12,4	7,6
1976	7,5	7,1	11,6	15,2	20,6	24,2	26,3	24,3	21,4	18,6	12,9	8,9
1977	7,8	11,5	11,1	15,6	21,9	25,5	28,3	27,2	21,7	15,6	15,3	8,0
1978	8,2	10,8	12,4	15,2	21,0	25,9	28,5	25,7	20,7	17,6	10,9	10,0
1979	8,5	10,4	13,2	15,2	20,1	25,6	27,1	26,4	23,4	18,6	12,7	9,3
1980	6,8	8,0	10,8	14,4	19,5	24,7	27,9	26,8	21,7	19,3	14,3	9,6
1981	7,6	8,4	13,3	15,8	18,8	26,8	27,1	26,9	23,0	20,5	10,9	12,3
1982	9,1	7,1	10,6	15,1	19,5	24,7	27,9	26,8	21,7	19,3	14,3	9,6
1983	5,8	6,7	11,3	16,7	20,9	24,0	27,4	25,4	22,4	17,1	13,0	10,2
1984	8,9	10,0	11,3	13,8	21,5	25,2	27,5	25,2	13,7	19,5	13,4	8,5
1985	10,6	6,1	11,9	16,6	22,4	25,5	28,0	27,6	23,2	16,0	15,4	9,6
1986	10,1	10,5	12,4	18,1	20,4	25,1	28,0	27,9	24,2	17,4	10,3	8,2
1987	9,4	10,0	8,0	14,2	19,4	25,8	29,3	27,0	24,7	17,3	12,3	9,0
1988	8,9	8,9	10,3	15,4	21,5	26,1	30,7	27,8	23,5	17,2	10,0	9,5
1989	5,9	9,0	13,8	19,2	20,3	24,3	28,1	27,0	23,8	16,7	12,4	8,8
1990	6,3	9,4	13,3	16,1	20,9	26,0	29,1	26,9	22,7	19,1	15,4	10,7
1991	7,4	9,2	13,7	15,7	18,4	26,7	27,8	27,2	23,2	18,7	13,4	5,9
1992	5,7	6,1	10,3	15,9	20,4	25,7	27,3	28,1	22,8	20,9	12,1	6,8

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1993	7,0	7,0	11,0	15,2	19,8	26,2	28,0	27,4	23,2	20,7	12,4	11,1
1994	9,8	9,4	12,0	17,4	22,1	26,2	28,7	28,7	26,7	20,8	11,3	8,0
1995	9,1	11,0	11,7	14,6	21,1	27,4	28,6	26,6	23,5	16,9	10,5	10,8
1996	7,7	10,4	9,9	14,3	22,8	27,2	28,7	27,4	21,8	16,1	14,3	12,0
1997	9,5	8,5	10,0	11,8	22,1	26,7	28,6	26,0	22,0	18,0	14,4	9,9
1998	8,5	10,4	9,7	17,1	19,9	26,6	29,3	28,8	23,2	19,2	14,3	9,6
1999	9,6	9,1	12,3	16,7	22,6	27,0	28,9	28,6	24,1	19,9	13,5	11,4
2000	4,9	8,2	10,5	17,2	21,7	27,0	29,9	28,2	23,8	18,0	14,9	15,8
2001	10,3	9,9	16,4	16,4	21,5	26,8	30,2	29,1	24,3	19,7	13,2	8,2
2002	6,8	12,0	13,5	15,4	21,5	27,2	28,5	27,7	22,8	18,0	13,7	8,1
2003	11,8	5,7	9,8	14,2	22,7	27,6	29,1	28,7	23,4	19,5	13,5	9,5
2004	7,6	9,0	12,3	16,0	20,3	26,4	29,0	27,3	23,9	20,6	13,6	9,8
2005	9,4	8,2	12,1	15,7	21,1	25,3	28,8	28,2	23,5	17	12,1	10,7
2006	6,8	9,3	12,1									
ORT	7,9	8,9	11,2	15,2	20,2	24,9	27,4	26,6	22,5	17,8	13,0	9,3

Ek 6d: 1971-2006 Yılları Arası Aylık Ortalama Nisbi Nem Değerleri (%)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	77,0	73,0	67,0	64,0	55,0	46,0	53,0	49,0	54,0	59,0	69,0	70,0
1972	70,0	66,0	64,0	63,0	56,0	50,0	57,0	50,0	59,0	70,0	70,0	64,0
1973	64,0	70,0	65,0	67,0	52,0	47,0	43,0	47,0	50,0	63,0	62,0	76,0
1974	66,0	71,0	72,0	64,0	56,0	46,0	42,0	51,0	51,0	63,0	77,0	78,0
1975	78,0	75,0	68,0	65,0	64,0	58,0	52,0	62,0	55,0	63,0	68,0	67,0
1976	71,0	65,0	67,0	66,0	62,0	54,0	52,0	55,0	56,0	71,0	75,0	72,0
1977	71,0	71,0	66,0	63,0	51,0	47,0	45,0	51,0	62,0	62,0	69,0	71,0
1978	79,0	74,0	71,0	71,0	58,0	50,0	50,0	56,0	68,0	75,0	70,0	79,0
1979	77,0	72,0	71,0	61,0	68,0	57,0	49,0	55,0	55,0	67,0	77,0	78,0
1980	75,0	73,0	68,0	67,0	60,0	56,0	49,0	55,0	59,0	63,0	72,0	80,0
1981	80,0	69,0	67,0	61,0	61,0	51,0	56,0	54,0	60,0	65,0	71,0	80,0
1982	76,0	68,0	68,0	68,0	62,0	52,0	50,0	61,0	62,0	68,0	66,0	71,0
1983	69,0	68,0	65,0	58,0	58,0	53,0	53,0	56,0	58,0	61,0	67,0	75,0
1984	75,0	77,0	69,0	72,0	56,0	51,0	51,0	59,0	57,0	56,0	70,0	69,0
1985	75,0	64,0	71,0	65,0	61,0	53,0	48,0	61,0	57,0	64,0	71,0	73,0
1986	74,0	71,0	70,0	57,0	54,0	56,0	53,0	59,0	65,0	59,0	61,0	67,0
1987	72,0	71,0	64,0	64,0	58,0	52,0	51,0	54,0	54,0	59,0	71,0	70,0
1988	71,0	71,0	71,0	63,0	51,0	47,0	53,0	55,0	52,0	65,0	67,0	71,0
1989	58,0	54,0	64,0	53,0	58,0	55,0	50,0	54,0	54,0	65,0	70,0	73,0

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1990	63,0	63,0	52,0	62,0	52,0	45,0	49,0	54,0	56,0	61,0	65,0	74,0
1991	70,0	69,0	67,0	60,0	61,0	46,0	55,0	56,0	53,0	62,0	66,0	70,0
1992	60,0	52,0	58,0	58,0	53,0	49,0	47,0	53,0	50,0	58,0	62,0	67,0
1993	64,0	61,0	61,0	61,0	63,0	45,0	44,0	53,0	52,0	52,0	62,0	74,0
1994	76,0	73,0	65,0	62,0	53,0	42,0	49,0	46,0	52,0	68,0	71,0	72,0
1995	74,0	70,0	71,0	64,0	52,0	48,0	49,0	56,0	55,0	58,0	66,0	67,0
1996	68,0	68,0	65,0	58,0	55,0	40,0	49,0	54,0	60,0	65,0	66,0	75,0
1997	64,8	60,3	56,8	62,0	50,6	50,0	47,0	58,0	54,0	64,0	70,2	74,6
1998	69,7	60,8	62,4	61,4	66,3	49,0	49,8	56,6	60,8	61,8	72,3	75,6
1999	72,8	70,2	63,6	58,3	49,5	47,1	54,6	50,1	57,1	60,5	63,6	78,8
2000	61,5	63,0	58,8	63,4	52,3	45,7	47,5	51,2	49,8	61,7	61,3	68,7
2001	71,6	67,9	60,7	62,0	56,1	41,2	44,8	53,8	54,2	54,3	68,7	77,0
2002	65,7	71,4	69,6	74,0	63,0	52,7	58,2	58,3	68,2	71,5	74,0	77,3
2003	76,7	75,2	68,5	71,9	62,4	51,5	53,2	62,5	66,1	66,9	74,9	76,4
2004	76,9	67,2	64,0	64,9	60,8	52,0	50,4	55,8	59,3	63,1	69,4	75,5
2005	78,4	76,4	71,8	66,7	66,0	59,2	59,8	62,8	64,1	70,1	73,8	75,3
2006	76,1	76,0	72,9									
ORT	69,7	67,0	64,2	61,1	55,9	48,1	47,2	51,0	54,0	61,0	67,4	71,5

Ek 6e: 1971-2006 Yılları Arası Toprak Üstü Minimum Sıcaklık Değerleri (c)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	6,2	2,5	5,7	6,0	11,3	14,0	16,8	17,7	13,5	8,8	7,4	2,0
1972	1,9	1,9	4,9	10,5	12,8	16,7	18,5	18,2	15,7	11,3	7,2	-0,2
1973	1,1	5,4	3,8	7,9	11,7	15,0	18,6	17,2	14,3	11,3	3,9	5,8
1974	-0,9	4,7	6,6	6,7	11,2	15,0	17,0	17,0	13,9	12,8	7,5	1,8
1975	1,7	2,1	6,1	8,6	12,2	15,3	17,8	16,5	12,6	8,8	6,4	2,4
1976	2,5	1,1	4,6	8,1	11,5	13,6	15,8	13,9	11,2	11,3	7,2	3,7
1977	2,1	15,4	3,0	7,0	10,5	14,3	16,3	15,6	12,8	7,2	9,1	2,5
1978	3,3	6,0	5,5	7,9	10,4	13,8	15,4	14,5	12,3	10,3	3,3	4,8
1979	4,2	5,3	6,1	6,7	11,3	15,3	15,5	15,6	12,6	11,1	7,4	4,0
1980	1,3	1,6	4,0	6,8	10,7	14,0	16,2	16,2	11,2	11,0	9,0	4,8
1981	3,8	2,8	5,6	6,6	9,4	15,6	16,9	16,3	12,9	11,2	4,5	7,5
1982	3,4	0,5	3,2	7,7	10,3	14,2	14,7	15,8	14,0	10,0	3,6	3,6
1983	-0,6	1,1	3,9	8,3	11,6	12,8	16,9	15,1	12,6	7,5	6,3	5,1
1984	4,0	4,0	4,6	6,3	10,7	13,1	15,6	14,6	13,5	9,4	9,2	2,7
1985	5,6	0,6	5,4	7,6	12,4	13,9	15,4	17,0	12,0	6,9	8,3	3,5
1986	5,0	3,1	4,1	7,3	9,4	14,7	17,1	18,4	15,3	8,7	2,7	2,4
1987	4,3	3,7	0,9	6,3	9,5	14,9	18,7	16,2	14,1	8,2	5,5	2,6
1988	1,7	2,2	3,4	6,3	10,6	14,7	19,0	17,4	13,2	8,7	4,5	3,9
1989	-1,9	2,1	6,4	8,7	10,7	13,8	16,8	17,2	14,3	9,1	14,8	3,2

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1990	-0,9	1,5	3,4	7,8	10,7	14,7	18,0	16,4	12,8	10,1	7,8	5,2
1991	1,4	2,8	5,2	6,9	10,2	15,3	17,3	17,5	13,4	11,3	6,3	-0,6
1992	-1,3	-1,6	3,0	7,3	11,1	16,1	17,2	18,5	12,3	12,7	5,3	1,4
1993	1,6	0,1	3,8	6,8	11,0	15,0	16,8	16,9	12,7	11,6	4,8	5,3
1994	4,2	3,2	3,8	8,4	11,9	14,9	18,5	17,7	17,1	14,1	4,8	2,1
1995	3,9	4,0	5,2	6,3	11,6	17,5	18,3	17,1	13,5	6,2	4,0	4,7
1996	1,7	4,8	2,9	5,2	12,8	15,0	17,6	17,1	13,5	8,3	6,6	6,8
1997	3,8	0,7	1,3	3,7	11,0	15,6	17,3	16,3	11,6	10,8	7,8	5,3
1998	2,5	2,8	2,5	9,0	12,5	16,3	18,2	18,9	14,7	11,3	9,0	5,2
1999	4,0	3,9	5,1	8,6	12,8	16,9	19,5	18,2	14,8	11,5	6,7	5,9
2000	-1,5	1,5	2,5	9,7	11,8	16,1	17,9	18,4	14,0	9,9	7,2	2,9
2001	3,7	3,2	7,8	8,7	11,7	15,6	19,3	19,4	14,5	10,0	7,7	3,3
2002	0,7	3,9	5,7	8,3	11,5	16,5	19,2	18,4	15,4	10,8	7,0	3,3
2003	6,3	0,3	1,4	6,7	12,8	16,5	17,8	18,4	13,6	11,4	6,8	4,1
2004	2,8	2,4	3,4	7,6	11,0	15,7	16,4	15,9	12,4	10,5	8,2	4,0
2005	3,5	1,5	4,2	7,1	12,1	14,3	18,2	18,2	14,1	8,4	5,0	5,1
2006	0,5	3,0	4,8									
ORT	2,5	3,1	4,4	7,4	11,3	15,1	17,3	16,9	13,5	10,1	6,8	3,9

Ek 6f: 1971-05 Yılları Arası Aylık Ortalama 5 Cm Toprak Sıcaklık Değerleri (c)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	11,3	9,8	12,4	17,3	25,5	31,2	33,6	33,9	29,5	20,5	14,3	8,2
1972	7,2	9,1	14	18,9	24,8	29,8	31,7	32,5	27,8	17,7	13,2	7
1973	7,1	10,2	11,4	16	26,2	29,3	33	32,3	28,8	20	13,1	10,3
1974	5,8	9,7	14,2	15,7	23	30,1	33,2	31,8	27,9	23,2	13,2	7,9
1975	7,1	8,4	13,1	17,9	21,7	26,1	33	31,8	28	21,2	13,5	7,6
1976	7	7,8	12,9	16,3	23	27,4	30,3	29,4	26,6	20,9	13,9	9
1977	7,8	11,5	12,6	17	24,4	29	31,8	31,6	25,6	17,8	15,6	8,2
1978	8,2	10,5	13,4	17	24	29,4	32,6	31,1	24,9	19,8	11,3	9,8
1979	8,3	10,9	14,1	17,5	23	28,4	30,6	31,4	28,1	21	13,6	9,4
1980	7,3	9	12,3	16,6	22,1	27,5	32,6	32,9	27,8	22,2	14,8	9,5
1981	7,6	8,9	13,7	17,9	22,2	30,8	33	32,8	28,5	24	12,5	11,7
1982	9,2	7,9	11,9	16,8	22,1	28,1	31,2	31,5	29,1	19,6	11,7	9,2
1983	5,9	7	11,9	18,1	24	27,4	32,3	31,4	27,8	20,8	14,6	10,4
1984	9,3	10,2	11,7	15,9	23,2	29	32,2	31,4	28,9	22,9	14,1	8
1985	9,9	7,1	12,2	18,2	24,6	30,1	33,2	33,8	28,9	19,4	15	9,4
1986	9,6	10,5	13,3	19,8	24,1	28,4	33,1	32,6	29	21,2	10,6	7,6
1987	8,3	10	9,8	16	22,5	30,3	34,9	33,4	29,8	21,7	12,3	8,6
1988	7,7	9	11,1	17,5	24,8	30,7	36,7	34,5	29,3	20,6	10,2	8,9
1989	4,8	8	14,2	21,8	23,9	29,6	35,1	34,1	29,4	17,1	13,2	8,4

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1990	5,5	8,6	14,5	18,2	24,4	31,1	35,9	33,7	27,9	21,9	16,1	10,2
1991	7,5	8,9	14,3	18,3	21	31,1	34,5	33,9	28,4	21,6	13,6	5,6
1992	4,6	6,1	10,9	16,8	25,3	32,6	33,9	34,6	28,6	23,4	12,1	6,1
1993	5,8	6,3	11,4	17	22,9	31,6	?	34,4	28,7	24	13,3	10,4
1994	9,6	9,8	12,9	18,6	25	30,9	35,2	35	31,9	22,7	11,9	7,1
1995	8,4	10,8	12	15,8	23,5	32,6	35,4	33	28,3	18,8	10,6	9,2
1996	7,2	10,7	11,7	15,6	25,5	30,7	33,3	32,7	24,4	18,2	14,3	11,4
1997	9,1	8,6	11,6	12,8	24,6	29	32	30,9	26,3	19,3	14,1	9,5
1998	8,1	10,1	10,1	17,7	20,8	30,6	34,7	34,7	26,9	19,6	14,4	9,6
1999	9,1	9,3	13	18,1	27,9	33,4	37	35,6	29,4	22,6	13,5	10,3
2000	5	8	11,2	18,1	24,3	30,5	34,8	33,3	28,1	20,3	14,9	8,5
2001	9,4	9,8	16,5	18	23,6	33,2	37,6	36,4	30,2	22,7	13,1	8,3
2002	6,3	11,1	13,5	16,1	24,3	30,4	32,4	33,2	26	18,8	13,2	7,7
2003	10,7	6,8	10,8	15,3	25,2	30,3	33,9	34,4	28,6	21,4	13,4	9,4
2004	7,7	9	12,5	17,3	24,6	31,3	35,4	33,5	28,5	23,2	14,3	8,9
2005	8,4	8,3	12,7	16,9	23,9	28,6	33,4	33,1	28	19,2	12,3	10
2006	6,8	8,7	12,8									
ORT	7,9	9,3	12,3	17,3	23,9	30,2	29,5	33,1	28	20,6	13,7	9,2

Ek 6g: 1971-2005 Yılları Arası Aylık Ortalama 10 Cm Toprak Sıcaklık Değerleri (c)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	10,9	9,5	12,1	16,6	24,5	29,7	32,2	32,6	28,4	20,8	14,8	8,7
1972	7,4	9,1	13,9	18,4	23,9	28,7	30,6	31,8	27,5	18,1	13,6	7,5
1973	7,3	10,2	11,3	15,7	24,9	28,2	32	31,6	28,5	20,3	13,6	10,6
1974	6	9,6	13,9	15,4	22	29	32,2	31,1	27,6	23,1	13,7	8,3
1975	7,3	8,4	12,9	17,3	20,9	25,2	31,7	31,3	28	21,5		7,8
1976	7,2	7,7	12,9	16,2	22,5	26,7	29,9	29,3	26,8	21	14,1	9,2
1977	7,9	11,4	12,9	17,3	24,6	28,8	31,9	31,7	25,6	17,8	15,8	8,5
1978	8,4	10,8	13,7	17,3	24	29,4	32,6	31,1	24,9	19,8	11,5	10
1979	8,4	11	14,2	17,6	22,9	28,3	30,5	31,3	28,1	21	13,7	9,5
1980	7,3	9,1	12,3	16,6	22	27,4	32,2	32,5	27,5	22	14,8	9,5
1981	7,6	8,9	13,7	17,8	22	30,3	32,7	32,5	28	23,7	12,4	11,6
1982	9,1	7,8	11,8	16,7	21,6	27,4	30,5	31	28,6	19,3	11,5	8,9
1983	5,5	7	11,5	17,7	23,4	26,7	31,8	31,2	27,2	20,4	14,3	9,9
1984	8,9	9,8	11,3	15,4	22,7	28,5	31,8	30,8	28	22,1	13,5	7,3
1985	9,2	6,4	11,5	17,6	24	29,5	32,4	32,9	28	18,9	15,2	9,7
1986	9,9	10,7	13,5	20,1	24,3	28,7	33,2	32,8	29,1	21,2	10,9	7,8
1987	8,4	10,2	9,9	16,2	22,6	30,3	34,8	33,4	29,8	22	13	9,3
1988	7,9	9,4	11,3	17,6	24,6	30	35,3	33,9	29	21	10,8	9,3
1989	5,2	8	14,3	21,4	23,6	29,1	34,2	33,5	29,3	18,2	13,6	8,8

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1990	5,8	8,8	14,6	18,3	24,2	30,3	34,9	33,2	28	22,1	16,4	10,6
1991	7,8	9	14,4	18,2	21,1	30,2	33,7	33,5	28,4	21,9	14,1	6,2
1992	5	6,2	11,1	16,9	25,1	32	33,5	34,2	28,7	23,5	12,6	6,6
1993	6,2	6,7	11,6	17,2	22,7	31,4	34,4	34,1	29,1	23,9	13,8	10,7
1994	9,9	9,9	13	18,4	24,5	30,5	34,3	34,2	31,7	22,9	12,6	7,5
1993	6,4	6,8	11,5	16,9	22	30,4	33,4	33,1	28,7	23,7	14,4	10,9
1994	10,1	9,9	12,9	18,1	23,8	29,8	33,8	33,6	31,2	23,2	13,2	7,8
1995	9	10,7	12,5	15,7	22,9	31,2	33,4	32	28,3	19,3	11,4	9,5
1996	7,6	10,6	11,5	15,4	24,7	29,7	32,2	31,7	24,8	18,6	14,6	11,6
1997	9,5	8,4	11,4	12,6	23,6	28	31,2	30	25,9	19,7	14,4	10
1998	8,2	9,6	10,2	16,9	20,1	28,8	32,8	33,2	26,9	20	14,9	10,5
1999	9,3	9,3	12,8	17,1	25,4	31,1	34	33,6	28,6	22,9	14,6	10,5
2000	5,6	8	10,7	17,6	23	29,3	32,8	32,2	28,1	20,9	15,2	9,2
2001	9,6	9,6	15,6	17,4	22,3	31	34,5	34,3	29,5	23	13,9	8,8
2002	6,7	10,8	13,4	15,9	23,7	29,2	31,6	32,1	26,1	19,5	13,7	8,3
2003	10,7	7,3	10,4	14,9	23,8	28,5	32,3	32,9	28,6	22	14	10
2004	7,9	8,8	12,6	17	23,4	29,8	33,2	32,1	28,1	23,4	15,4	9,4
2005	8,8	8,5	12,7	16,6	22,9	26,9	31,5	31,9	27,6	19,7	12,9	10,5
2006	7,2	8,6	12,7									
ORTALAMA	8,4	9,3	12,4	16,9	22,9	28,2	32,3	32	27,8	21,3	14,2	10

Ek 6h: 1971-2005 Yılları Arası Aylık Ortalama 20 Cm Toprak Sıcaklık Değerleri (c)

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	11,5	10,0	12,6	16,9	24,6	29,6	32,3	32,7	28,9	21,7	15,7	9,8
1972	8,2	9,7	14,1	18,4	23,5	28,2	30,2	31,7	27,9	18,9	14,5	8,7
1973	8,1	10,8	11,7	15,9	24,3	27,9	31,6	31,5	28,8	21,0	14,5	11,4
1974	7,0	10,2	14,1	15,5	21,7	28,6	32,0	31,0	27,9	23,6	14,7	9,7
1975	8,1	9,1	13,3	17,4	20,8	24,9	31,1	31,2	28,5	22,3		8,4
1976	7,4	8,1	12,4	15,8	21,8	26,1	29,5	28,9	26,6	21,3	14,6	9,6
1977	8,0	11,5	12,5	16,6	23,0	27,7	30,9	31,1	25,8	18,2	15,9	8,8
1978	8,4	10,4	13,2	16,5	22,7		32,1	30,5	25,0	20,3	12,1	10,2
1979	8,8	11,1	13,7	19,6	22,1	27,6	30,3	30,9	27,9	21,6	14,4	9,9
1980	7,7	9,1	11,8	16,1	21,2	26,6	31,4	31,9	27,5	22,3	15,6	10,2
1981	8,1	9,1	13,2	17,4	21,2	29,4	32,2	31,9	28,1	24,1	13,6	12,1
1982	9,8	8,3	11,9	16,5	21,1	26,8	30,4	31,1	29,0	20,3	12,5	9,8
1983	6,3	7,7	11,3	17,2	22,8	26,3	31,5	31,2	27,7	21,2	15,0	10,8
1984	9,4	10,2	11,7	15,6	21,8	27,9	31,6	30,9	28,5	23,1	14,8	8,6
1985	10,0	7,8	11,7	17,6	23,8	29,4	32,5	33,2	28,8	20,0	15,4	10,1
1986	9,9	10,6	12,9	19,1	23,3	28,0	32,4	32,4	29,1	21,7	11,7	8,2
1987	8,4	10,1	9,6	15,6	21,5	28,7	33,2	32,5	29,4	22,6	13,4	9,7
1988	8,0	9,4	11,1	17,0	23,8	29,3	34,6	33,4	29,0	21,6	11,3	9,7

YIL/AY	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
1989	5,4	7,9	14,1	20,7	23,1	28,5	33,3	32,9	29,2	18,7	14,1	9,1
1990	6,2	8,8	14,2	17,9	23,5	29,9	34,3	32,6	28,0	22,4	16,5	11,1
1991	8,0	9,0	14,2	17,9	20,9	29,2	33,1	33,0	28,3	22,3	14,4	6,9
1992	5,2	6,2	10,9	16,5	24,4	31,0	32,8	33,4	28,9	23,5	13,2	7,1
1993	6,4	6,8	11,5	16,9	22,0	30,4	33,4	33,1	28,7	23,7	14,4	10,9
1994	10,1	9,9	12,9	18,1	23,8	29,8	33,8	33,6	31,2	23,2	13,2	7,8
1995	9,0	10,7	12,5	15,7	22,9	31,2	33,4	32,0	28,3	19,3	11,4	9,5
1996	7,6	10,6	11,5	15,4	24,7	29,7	32,2	31,7	24,8	18,6	14,6	11,6
1997	9,5	8,4	11,4	12,6	23,6	28,0	31,2	30,0	25,9	19,7	14,4	10,0
1998	8,2	9,6	10,2	16,9	20,1	28,8	32,8	33,2	26,9	20,0	14,9	10,5
1999	9,3	9,3	12,8	17,1	25,4	31,1	34,0	33,6	28,6	22,9	14,6	10,5
2000	5,6	8,0	10,7	17,6	23,0	29,3	32,8	32,2	28,1	20,9	15,2	9,2
2001	9,6	9,6	15,6	17,4	22,3	31,0	34,5	34,3	29,5	23,0	13,9	8,8
2002	6,7	10,8	13,4	15,9	23,7	29,2	31,6	32,1	26,1	19,5	13,7	8,3
2003	10,7	7,3	10,4	14,9	23,8	28,5	32,3	32,9	28,6	22,0	14,0	10,0
2004	7,9	8,8	12,6	17,0	23,4	29,8	33,2	32,1	28,1	23,4	15,4	9,4
2005	8,8	8,5	12,7	16,6	22,9	26,9	31,5	31,9	27,6	19,7	12,9	10,5
2006	7,2	8,6	12,7									
ORT	6,0	6,8	9,1	12,3	16,6	20,3	23,5	23,4	20,4	15,6	10,0	7,0

ÖZGEÇMİŞ

03.02.1970 yılında Aydın'da doğdu. İlk, orta, lise eğitimini Aydın'da tamamladı. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümün'den 1991 yılında mezun oldu. 1998-2000 yıllarında Hannover Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Enstitüsü, Bitki Islahı Kürsüsünde yüksek lisansını bitkilerde eşey kalıtımıyla ilgili olarak tamamladı. 1996-2002 yılları arasında Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalıştı. Halen Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsünde görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir.