

## Batı Karadeniz bölgesi mısır ekiliş alanlarında koçan çürüklüğü etmeni *Fusarium verticilloides*'in zearalenone oluşturma durumu üzerinde araştırmalar<sup>1</sup>

Orhan BÜYÜK<sup>2</sup>

Nuray ÖZER<sup>3</sup>

### SUMMARY

#### Researches on zearalenone producing of *Fusarium verticilloides*, the causal agent of maize ear rot, from maize fields in West Blacksea Region

The aim of this study, which was carried out between the years 2009-2010, was to determine the amounts of zearalenone (ZEA) toxin formed due to *Fusarium verticilloides* which is causal agent of maize ear rot. For this purpose, toxin amounts of 70 maize ear samples collected from maize growing areas of Bartın, Bolu, Düzce and Zonguldak provinces were detected using HPLC equipment. Average ZEA production was determined as 828.47 ppb. As a result of the study, the mean of ZEA toxin at samples was found considerable higher than the limit values placed on Turkish Food Codex and Codex Alimentarius. There was not found any differences between ZEA toxin amounts of collected maize samples from different provinces.

**Key words:** *Fusarium verticilloides*, maize ear rot, zearalenone toxin

### ÖZET

2009-2010 yılları arasında yürütülen bu çalışmanın amacı, koçan çürüklüğüne neden olan *Fusarium verticilloides* etmeninin oluşturduğu zearalenone (ZEA) toksin miktarını belirlemek olmuştur. Bu amaçla, Bartın, Bolu, Düzce ve Zonguldak illeri mısır ekiliş alanlarından toplanan 70 mısır koçan örneğindeki toksin miktarları HPLC cihazı ile tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ZEA toksin miktarı ortalama 828.47 ppb olarak saptanmıştır. Çalışmamız sonucunda elde edilen ZEA miktarları, ülkemiz ve AB'nin ZEA için belirlediği maksimum limitlerin üzerinde bulunmuştur. Farklı illerden toplanan mısır örneklerinde tespit edilen ZEA toksin miktarları arasında herhangi bir farklılık belirlenmemiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Fusarium verticilloides*, mısır koçan çürüklüğü, zearalenone toksini

<sup>1</sup> Mısırdaki Koçan Çürüklüğü Etmeni *Fusarium verticilloides*'in Oluşturduğu Zearalenone Toksini ve Pektolitik Enzimler Üzerinde Araştırmalar adlı Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür.

<sup>2</sup> Ankara Ziraat Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yenimahalle, ANKARA

<sup>3</sup> Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, TEKİRDAĞ

Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: orbuy23@hotmail.com

Yazının Yayın Kuruluna Geliş Tarihi (Received): 13.08.2011

## GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L.) doğrudan insan tüketiminde, hayvan beslenmesinde, sanayinin değişik alanlarında hammadde olarak ve tohumluk endüstrisinde kullanılmaktadır. Ekiliş alanı ve üretim miktarları açısından mısır, ülkemizde buğday ve arpadan sonra 3. sırada yer almaktadır (Anonim 2010). Mısır ekim alanlarında hastalık ve zararlılardan kaynaklanan önemli ürün kayıpları söz konusudur. Bunlar arasında *Fusarium verticilloides* (Sacc) Nirenberg (Syn: *F. moniliforme*) tarafından oluşturulan koçan çürüklüğü hastalığı önemli bir yer tutmaktadır (Soran ve Asan 1987, Leslie et al. 1990, Nelson 1992, Logrieco et al. 1993, 1995, Gonzalez et al. 1995, Aktaş ve ark. 1998, Glenn et al. 2002, Adejumo et al. 2007a). Hastalık etmeni ürün miktarı ve kalitesinde azalmalara neden olmakta, ayrıca hastalığın şiddetine bağlı olarak oluşan toksin miktarları da sıcakkanlılara zarar verecek seviyelere ulaşabilmektedir. *F. verticilloides*'in yaygın olarak görüldüğü mısırlarda Fumonisin (FUM), Deoxynivenol (DON) ve Zearalenone (ZEA) toksinlerinin üretildiği bilinmektedir (Blandino et al. 2009, Miadener et al. 2010, Mukanga et al. 2010, Goertz et al. 2010). Ülkemizde ise etmenin yaygın olduğu mısır örneklerinde FUM'un varlığı bildirilmekle birlikte (Demir 2002), insanlarda ve sıcakkanlılarda önemli sağlık sorunlarına neden olan (Munkvold 2001) ZEA ile ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada Batı Karadeniz bölgesinde (Bartın, Bolu, Düzce, Zonguldak) yetiştirilen ve *F. verticilloides* ile bulaşıklılık oranları bilinen mısır çeşitlerinde ZEA varlığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışmanın ana materyalini “Batı Karadeniz Bölgesi Mısır Ekiliş Alanlarında Koçan Çürüklüğüne Neden Olan *Fusarium* Türlerinin Yayılışı ve Önemli Mikotoksinlerinin Saptanması” isimli proje kapsamında 2005 ve 2006 yıllarında toplanan, *F. verticilloides* ile farklı oranlarda bulaşık olduğu bilinen 70 mısır tohum örneği ile izolasyon çalışmaları sonucunda herhangi bir *Fusarium* türü ile bulaşık bulunmayan 11 adet mısır tohum örneği oluşturmuştur (Çizelge 1). Mısır örnekleri kağıt torbalarda -20°C de saklanmıştır. Çalışmada ayrıca besi ortamları, antibiyotikler, Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazı, çalkalayıcı, santrifüj, evaporatör, vb. cihazlar, toksin standartları, toksin analiz çalışmalarında kullanılan kimyasallar kullanılmıştır.

### Metot

Toksin analizi sırasında *F. verticilloides*'in saptandığı örneklerin her birinden hassas terazi ile 50'şer g tartılarak kağıt poşetlere konulduktan sonra, bu poşetler numaralandırılmıştır. Analizler HPLC cihazında, Fazekasa and Tar (2001)'dan

yararlanılarak yapılmıştır. ZEA analizi sırasında aşağıda belirtilen işlem sırası takip edilmiştir.

**Örnek hazırlama:** Mısır örneklerinden 50 g alınarak 20 meshlik elekli değirmende öğütülmüştür. Öğütülerek elde edilen mısır unları kapaklı bir kaba konularak numaralandırılmıştır.

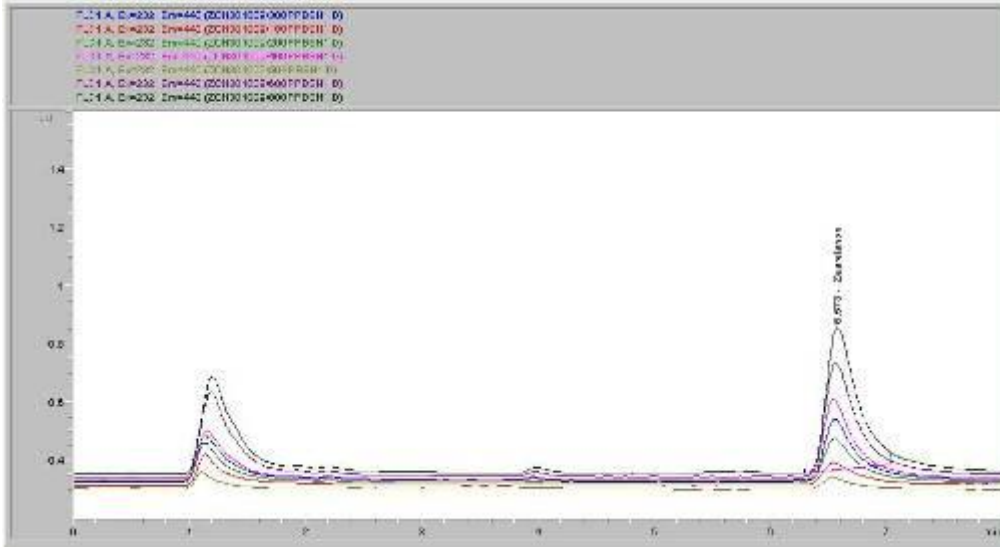
**Ekstraksiyon:** ZEA toksin analizi için hazırlanan örnekler aşağıdaki yönteme göre ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. 250 ml'lik erlen içinde 25 g mısır ununa, 4 g tuz (NaCl) ilave edilerek karıştırılmış, üzerine 100 ml metanol+su (80+20)(V+V) karışımı eklenmiş ve 60 dakika çalkalama cihazında çalkalanmıştır. Elde edilen karışım, filtre kâğıdından (Whatman No.4) geçirilerek süzölmüştür.

Immunoaffinite kolon (IAK) ile temizleme işlemi: Ağzı kapaklı bir erlene elde edilen süzöntüden 10 ml alınarak üzerine 40 ml saf su eklenmiş ve karıştırılmıştır. Bu şekilde seyreltilmiş olan bu ekstrakt cam mikrofiber filtreden süzölmüştür. IAK kolonları vakum manifolduna yerleştirilmiştir. Ekstraktan 20 ml alınarak yaklaşık 3-6 ml/dakika (1-2 damla/sn) hızla kolondan geçirilmiştir. Ekstrakt geçişi tamamlandıktan sonra kolondan 2-3 ml hava, ardından 20 ml su geçirilerek (2 damla/sn) yıkanmış, tekrar 2-3 ml hava geçirilerek kolon manifolddan ayrılarak vial üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra 1.5 ml HPLC saflıkta Asetonitril (ACN) ile ZEA vial elute edilmiş ve tekrar 2-3 ml hava geçirilerek kolonda ACN kalmaması sağlanmıştır. Eluata 1.5 ml ultra saf su ilave edilmiş ve 0.2 µm' lik filtreden geçirilerek HPLC cihazında enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. Her bir örnek iki paralel çalışılmıştır.

Tüm standartların (50-800 ppb) kromatogramları birbirleriyle karşılaştırmalı olarak Şekil 2'de gösterilmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen ZEA konsantrasyon değerleri Türk ve AB Gıda Kodeksi "Zeraelonone" toksin limitleri (Çizelge 1) ile karşılaştırılmıştır.

İllerin ortalama ZEA toksin miktarları arasında farklılığın olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine tabii tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemliliği Duncan Çoklu Karşılaştırma (p=0.05) yöntemine göre belirlenmiştir. Hastalık şiddeti ile toksin miktarı arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson's korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Ekstraksiyon verimini karşılaştırmak için, geri kazanım çalışmaları da yapılmıştır.



Şekil 1. 50–800 ppb konsantrasyon aralığında standartların kromatogramlarının birbirleriyle karşılaştırılması olarak gösterilmesi.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### *F. verticilloides*'in oluşturduğu ZEA düzeyleri

ZEA düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan metot ile %87-94 arasında geri kazanım elde edilmiş ve bu metodun çalışmada kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Bartın, Bolu, Düzce ve Zonguldak illeri mısır ekiliş alanlarından alınan ve *Fusarium verticilloides* ile bulaşık olduğu bilinen 70 mısır çeşidinde tespit edilen Zearalenone toksin miktarı Çizelge 1'de verilmiştir.

Aynı örneklerde saptanan en düşük toksin miktarı 112.15 ppb, en yüksek toksin miktarı ise 6001,75 ppb olarak belirlenmiştir. Toplam 70 örneğin 9 tanesinde (%13) ZEA miktarı 100–200 ppb, 15 tanesinde (%21) 200–400 ppb, 9 tanesinde (%13) 400–600 ppb ve 37 tanesinde (%53) ise 600 ppb ve üzerinde bulunmuştur (Şekil 3). Yapılan istatistiki analiz sonucunda da etmenin bulunma oranları ile ZEA toksin miktarı arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir ( $r=0.015$ ).

ZEA toksin miktarı 2005 ve 2006 yılları ortalaması 828.47 ppb olarak saptanmıştır ki bu değer Türkiye ve AB'nin ZEA maksimum limitleri (Çizelge 3) üzerindedir.

Etmenin oluşturduğu ZEA miktarı, iller ve yıl bazında incelendiğinde en yüksek ZEA miktarı ortalama 1163.36 ppb ile Bartın ilinden toplanan örneklerde tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda; farklı illerden toplanan mısır örneklerinde tespit edilen ZEA toksin miktarları arasında herhangi bir farklılık belirlenmemiştir ( $F=0.422$ ;  $p=0.738$ ) (Çizelge 2).

Çizelge 1. *F. verticillioides* ile bulaşık danelerde zearalenone (ZEA) miktarı

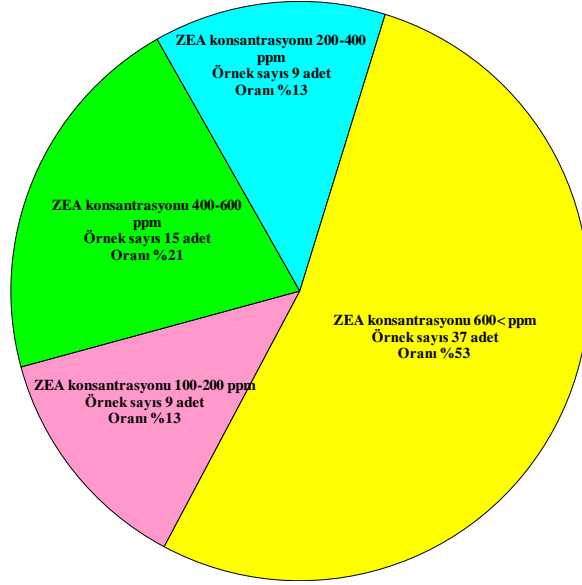
İl	Örneğin alındığı	Bulaşık tohum oranı (%)	Ort.ZEA miktarı ppb
	İlçe-köy		
Bartın	Göynük-Çavuştepe	6	329.51
	Göynük-Çavuştepe	18	125.36
	Merkez	10	296.23
	Kayadibi	12	202.00
	Gürpınar	10	112.15
	Kayadibi	10	170.04
	Merkez	18	233.89
	Merkez	78	650.38
	Merkez	26	4497.91
	Merkez	36	6001.75
	Merkez-Okçular	12	663.7
	Merkez-Okçular	36	434.83
	Darıören	42	906.33
	Bolu	Merkez	12
Merkez		6	378.01
Merkez-Mescile		12	274.23
Merkez-Mescile		12	578.56
Merkez-Mescile		12	338.89
Merkez-Mescile		4	604.82
Örencik		12	960.03
Merkez		2	1037.21
Mudurnu-Sarıyar		4	960.03
Mudurnu-Sarıyar		44	670.14
Mudurnu-Sarıyar		12	424.19
Mudurnu-Sarıyar		8	3227.33
Düzce	Merkez-Yazıpınar	6	195.13
	Merkez-Alacamescit	10	237.85
	Hocaoğlu	13	258.75
	Merkez-Kuşaçması	16	157.11
	Merkez-Kuşaçması	10	129.11
	Gölyaka	40	341.58
	Merkez-Yenikaraköy	14	165.98
	Merkez-Köprübaşı	2	805.56
	Merkez-Konuralp	6	227.50
	Merkez-Köprübaşı	16	163.97
	Merkez-İçmeler	50	203.48
	Merkez-Paşakonağı	8	1864.89
	Gölyaka-Boyamacı	38	1181.00
	Gölyaka-Hacıyakup	14	2126.65
	Gölyaka-Hacıyakup	40	1110.70

Çizelge 1. Devamı

İl	Örneğin alındığı	Bulaşık tohum oranı (%)	Ort.ZEA miktarı ppb
	İlçe-köy		
Düzce	Merkez-Konuralp	20	1794.31
	Merkez-Köprübaşı	18	828.57
	Gölyaka-Hacıyakup	46	858.23
	Gölyaka-Aydınpınarı	18	784.52
	Gölyaka-Boyamacı	4	1466.50
	Gölyaka-Aydınpınarı	6	863.11
	Gölyaka-Aydınpınarı	24	636.77
	Merkez-Yenikaraköy	8	195.13
Zonguldak	Çaycuma-Çomralı	10	297.41
	Çaycuma-Karakoç	12	266.51
	Karapınar	11	242.41
	Çaycuma-Çomralı	18	237.87
	Çaycuma-Çomralı	14	558.34
	Çaycuma-Çomralı	86	182.73
	Çaycuma-Kayıkcılar	60	131.37
	Çaycuma-Kayıkcılar	4	167.01
	Ereğli-Çiğdemli	26	156.95
	Çaycuma-Çomralı	56	930.47
	Çaycuma-Kayıkcılar	6	1010.55
	Ereğli-Yazıcılar	12	534.18
	Çaycuma-Karakoç	54	1277.65
	Çaycuma-Çomralı	10	1443.03
	Çaycuma-Çomralı	16	815.25
	Ereğli-Kızılcapınar	12	1942.14
	Çaycuma-Kayıkcılar	18	701.54
	Çaycuma-Kayıkcılar	4	474.95
	Ereğli-Yazıcılar	24	1332.23
	Ereğli-Yazıcılar	68	479.38
	Çaycuma-Kayıkcılar	24	297.41
	Çaycuma-Karakoç	6	266.51
	<b>ORTALAMA</b>		

Çizelge 3. Türk ve AB Gıda Kodeksine göre maksimum zearalenone (ZEA) limitleri

Gıda Maddesi	Maksimum limitler (ppb)	
	Türkiye	AB
İşlenmemiş tahıllar (mısır hariç)	100	100
İşlenmemiş mısır (ıslak öğütülecekler hariç)	350	350
Doğrudan tüketime sunulan tahıllar, doğrudan insan tüketimine sunulan tahıl unları, kepek (son ürün olarak) ve embriyo	75	75
Rafine mısır yağı	400	400
Ekmek (hafif fırıncılık ürünleri dahil), pastacılık ürünleri, bisküvi, tahıl çerezleri, kahvaltılık tahıllar (mısır çerezleri ve mısır bazlı kahvaltılık tahıllar hariç)	50	50
Doğrudan insan tüketimine sunulan mısır, mısır çerezleri ve mısır bazlı kahvaltılık tahıllar	100	100
Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları <sup>(3)</sup>	20	20
500 mikrondan büyük eleklerden geçirilerek üretilen mısırın kabaca öğütülmesinden elde edilen küçük parçalar ve mısır irmiği (GTİP 1103 13) veya mısırdan elde edilen pelleter (GTİP 1103 20 40) ve doğrudan insan tüketimine sunulmayan 500 mikrondan büyük eleklerden geçirilerek üretilen mısır veya mısır ürünlerinin kabartılması veya kavrulması suretiyle elde edilen gıda maddeleri (GTİP 1904 10 10)	200	200
500 mikrondan küçük ve eşit eleklerden geçirilerek üretilen mısır unu (GTİP 1102 20) ve doğrudan insan tüketimine sunulmayan 500 mikrondan küçük ve eşit eleklerden geçirilerek üretilen mısır veya mısır ürünlerinin kabartılması veya kavrulması suretiyle elde edilen gıda maddeleri (GTİP 1904 10 10)	300	300



Şekil 2. *F. verticilloides* ile bulaşık mısır çeşitlerindeki ZEA miktarının örneklere göre dağılımı.

Çizelge 2. *F. verticilloides* ile bulaşık mısır çeşitlerindeki zearalenone (ZEA) miktarının yıllara göre dağılımı

İller	Yıllar	Örnek sayısı	ZEA toksin miktarı (ppb) Ortalama±Standart hata (min-max)
Bartın	2005	6	1931.66±1067.88 (125.36–6001.76)
	2006	7	395.07±128.95 (112.16–906.33)
	Ortalama	13	1163.36±562.68 (112.16–6001.76)
Bolu	2005	4	1093.05±717.15 (162.03–3227.34)
	2006	8	500.31±118.31 (186.38–960.04)
	Ortalama	12	731.19±221.10 (162.03–3227.34)
Düzce	2005	18	700.79±141.91 (129.11–2126.65)
	2006	5	844.00±310.48 (157.11–1864.89)
	Ortalama	23	731.93±127.07 (129.11–2126.65)
Zonguldak	2005	15	783.11±256.69 (131.37–4094.89)
	2006	7	849.38±248.35 (156.95–1942.15)
	Ortalama	22	804.19±188.69 (131.37–4094.89)
<b>Çalışma alanı</b>		70	828.47±125.22 (112.16–6001.76)

Mısırdaki koçan ve sap çürüklüğü hastalık etmeni *F. verticilloides*'in oluşturduğu mikotoksinlerden ZEA toksini ile ilgili çalışmalar son yıllarda ülkemizde ve yurt dışında büyük önem kazanmıştır. Bu toksin insanlarda ve hayvanlarda birçok hastalıklara neden olmakta, hatta ölümle sonuçlanan vakalar oluşturmaktadır.



Daha önceki çalışmalarda, *F. verticillioides* ile yüksek oranda bulaşık mısır tanelerinde FUM B1 (Demir 2002, Blandino et al. 2009, Miadaner et al. 2010, Mukanga et al. 2010), DON, DAS, ZEA (115-779 ppb,  $\alpha$ -zearalenols)'nın (Adejumo et al. 2007a,b, Goertz et al. 2010) varlığını bildirmektedirler. Söz konusu patojenle düşük oranda bulaşık mısır örneklerde ise FUM B1, FUM B2 ve ZEA (1.40 ppb) belirlenmiştir (Domijan et al. 2005, Tabuc et al. 2009). Bu çalışmaların aksine Arjantin'in Entre Rios eyaletinin 3 ayrı bölümünde yapılan sürvey çalışmalarında tüm bölgelerde *F. verticilloides* en yaygın fungus türü olarak belirlenmesine rağmen ZEA, DON ve Ochratoksin (OA) örneklerin hiçbirinde tespit edilmemiştir (Pacin et al. 2001).

Çalışmamızda ise 2005 yılına ait yerel mısır çeşitlerinden elde edilen izolatların büyük çoğunluğunu (%66), 2006 yılı izolatlarının ise %34'ünü *F. verticillioides* oluşturmuştur. Türk ve Avrupa Birliği (AB) Gıda Kodeksinde mısır ve mısır ürünlerindeki maksimum ZEA limitleri ile karşılaştırıldığında, çalışmada tespit edilen ZEA değerleri oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen ZEA toksin miktarı ortalamaları ülkemiz maksimum toksin limit sınırlarının da üzerindedir.

*Fusarium* spp ile bulaşık olmayan ve aynı illerden alınan mısır çeşidi örneklerinde 2 çeşit hariç Türk Gıda Kodeksi maksimum ZEA limit değerlerinin altında ZEA tespit edilmiştir.

Batı Karadeniz Bölgesi en fazla mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerden biri olması, mısırın insan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak fazla miktarlarda tüketilmesi, bölgenin yağışlı ve nemli bir iklime sahip olması nedeniyle bölgede yetiştirilen mısırların mikotoksinlerle bulaşıklık ihtimali göz ardı edilmemeli ve mısır yetiştiriciliğinde tarladan başlayarak hasat, kurutma, depolama ve nakliye aşamalarında büyük titizlik gösterilmelidir.

Ülkemizde ve özellikle Karadeniz Bölgesi'nde insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan mısırdaki, koçan çürüklüğü ve mikotoksinler konusunda özellikle de dayanıklılık üzerine daha detaylı çalışmalar yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.

Ülkemizde ise etmenin yaygın olduğu mısır örneklerinde FUM'un varlığı bildirilmekle birlikte (Demir 2002), insanlarda ve sıcakkanlılırda önemli sağlık sorunlarına neden olan (Munkvold 2001) ZEA ile ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anonim 2010. Bitkisel Üretim. Tahıllar Tarım İstatistikleri (<http://www.tuik.gov.tr>) (erişim tarihi, 31.12.2010).
- Adejumo T.O., Hettwer U., Karlovsky P. 2007a. Occurrence of *Fusarium* species and trichothecenes in Nigerian maize. *Inter. J. Food Microbiol.*, 116: 350-357.
- Adejumo T.O., Hettwer U., Karlovsky P. 2007b. Survey of maize from soith-western Nigeria for zearalenone,  $\alpha$ - and  $\beta$ -zealarenols, fumonisin B<sub>1</sub> and enniatins produced by *Fusarium* species. *Food Addit. Contam.*, 24: 993-1000.
- Aktaş H., Tunalı B., Aktuna İ. 1998. Bolu ve Zonguldak illerinde mısır tohumlarında görülen fungusların saptanması üzerinde araştırmalar. VIII. Türkiye Fitopatoloji Kongre Bildirileri, 305-310, Türkiye.
- Blandino M., Reyneri A., Vanara F. 2009. Effect of sowing time on toxigenic fungal infection and mycotoxin contamination of maize kernels. *J. Phytopathol.*, 157: 7-14.
- Demir C. 2002. Samsun ve civarında yetiştirilen mısırlarda *Fusarium moniliforme* ve Fumonisin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> varlığı üzerinde bir araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 84 s.
- Domijan A.M., Peraica M., Cvjetkovic B., Turcin S., Jurjevic Z., Ivic D. 2005. Mould contamination and co-occurrence of mycotoxins in maize grain in Croatia. *Acta Pharm*, 55: 349-356.
- Fazekas B., Tar A. 2001. Determination of Zearalenone Content in Cereals and Feedstuffs by Immunoaffinity Column Couple with Liquid Chromatography. *Journal of AOAC International* vol.84, No.5, 1453-1459
- Glenn A.E., Gold S.E., Bacon C.W. 2002. *Fdb1* and *Fdb2*, *Fusarium verticillioides* loci necessary for detoxification of preformed antimicrobials from corn. *Mol. Plant Microbe Interac.*, 15 (2): 91-101.
- Goertz A., Zuehlke S., Spiteller M., Steiner U., Dehne H.W., Waalwijk C., de Vries I., Oerke E.C. 2010. *Fusarium* species and mycotoxin profiles on commercial maize hybrids in Germany. *Eur J Plant Pathol*, 128: 101-111.
- Gonzalez H.H.L., Resnik S.L., Boca R.T., Marasas W.F.O. 1995. Mycoflora of Argentinian corn harvested in the main production area in 1990. *Mycopathologia*, 130: 29-36.
- Logrieco A., Moretti A., Altomare C., Bottalico A., Torres E.C. 1993. Occurrence and toxicity of *Fusarium subglutinans* from Peruvian maize. *Mycopathologia*, 122: 185-190.
- Logrieco A., Moretti A., Ritieni A., Bottalico A., Corda P. 1995. Occurrence and toxigenicity of *Fusarium proliferatum* from preharvest maize ear rot and associated mycotoxins in Italy. *Plant Dis.*, 79: 727-731.
- Leslie J.F., Pearson C.A.S., Nelson P.E. and Toussoun T.A. 1990. *Fusarium* spp. from corn, sorghum and soybean fields in the Central and Eastern United States. *Phytopathology*, 80: 343-350.

- Miadener T., Bolduan C., Melchinger A.E. 2010. Aggressiveness and mycotoxin production of eight isolates each of *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* for ear rot on susceptible and resistant early maize inbred lines. *Eur. J. Plant Pathol.*, 127: 113-123.
- Mukanga M., Derera J., Tongoona P., Laing M.D. 2010. A survey of pre-harvest ear rot diseases of maize and associated mycotoxins in South and central Zambia. *Inter. J. Food Microbiol.*, 141: 213-221.
- Munkvold G.P. 2001. Ear rot and mold problems. *Integrated Crop Management*, 486 (23): 183-184.
- Nelson P.E. 1992. Taxonomy and biology of *Fusarium moniliforme*. *Mycopathologia*, 117: 19-36.
- Pacin A.M., Broggi L.E., Resnik S.L., Gonzalez H.H.L. 2001. Mycoflora and mycotoxins natural occurrence in corn from Entre Rios province, Argentina. *Mycotoxin Res.*, 17: 31-38.
- Soran H., Asan A. 1987. Edirne ve civarında yetiştirilen mısırlarda tohumla taşınan fungusların tespiti üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 27: 111-117.
- Tabuc C., Marin D., Guerre P., Sesan T., Bailly J.D. 2009. Molds and mycotoxin content of cereals in Southeastern Romania. *J. Food Protec.*, 72: 662-665.