

# Bursa Bölgesindeki tavuk çiftliklerinden sağlanan yemlerde mikotoksin düzeyleri

Songül SONAL

H. Hüseyin ORUÇ

Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı-Bursa Türkiye

## ÖZET

Bursa ve yakın çevresindeki tavuk çiftliklerinden Haziran-2000 tarihinde alınan 27 yem örneğinde total aflatoksin, aflatoksin B<sub>1</sub>, okratoksin A, T-2 toksin, zearalenon ve fumonisin düzeyleri belirlendi. Mikotoksinler ELISA metoduyla ölçüldü. Ortalama mikotoksin düzeyleri, total aflatoksin 6.937±2.304 µg/kg, aflatoksin B<sub>1</sub> 0.862±0.225 µg/kg, okratoksin A 4.3619±0.4586 µg/kg, T-2 toksin 58.596±2.455 µg/kg, zearalenon 78.64±31.766 µg/kg ve fumonisin 188±25.38 µg/kg olarak saptandı. Aflatoksin bulunma oranları, total aflatoksinde % 100 ve aflatoksin B<sub>1</sub>'de % 65.38 olarak hesaplandı. Okratoksin A, T-2 toksin, zearalenon ve fumonisin rastlantı oranlarının % 100 olduğu görüldü. Sonuç olarak yem numunelerindeki mikotoksinlerin, bireysel olarak tavukların sağlık ve verimlerinde bir risk oluşturmayacağı ancak, birlikte bulunmalarının tavukçuluk işletmelerinde ekonomik sorunlara yol açabileceği kanısına varıldı.

**Anahtar kelimeler:** Mikotoksin, tavuk yemi, Bursa

## Natural Mycotoxin levels in mixed feed taken from poultry farm in Bursa Province

### SUMMARY

Total aflatoxin, aflatoxin B<sub>1</sub>, ochratoxin A, T-2 toxin, zearalenon and fumonisin levels were determined in 27 poultry feeds that were collected from chicken farms during June 2000 in the Bursa province of Turkey. Mycotoxins were analysed by ELISA method. The mean aflatoxin concentrations were found for the total aflatoxin 6.937±2.304 µg/kg and aflatoxin B<sub>1</sub> 0.862±0.225µg/kg. The other mycotoxins; ochratoxin A, T-2 toxin, zearalenone and fumonisin levels were 4.3619±0.4586 µg/kg, 58.596±2.455 µg/kg, 78.64±31.766 µg/kg, and 188±25.38 µg/kg respectively. The incidence of total aflatoxin, ochratoxin A, T-2 toxin, zearalenone and fumonisin in the poultry feeds were 100%; aflatoxin B<sub>1</sub> was 65.38%. In conclusion, the levels of aflatoxin, ochratoxin A, T-2 toxin, zearalenone and fumonisin found in the samples could not be considered a risk to poultry health and productivity. Therefore, the combination of these toxins were more toxic than the single mycotoxins, and may pose an economic problem for the poultry industry than any of the toxins individually.

**Key words:** Mycotoxin, poultry feed, Bursa

## GİRİŞ

Toksijenik mantarların metabolitleri olan mikotoksinler, hayvan yemi ve insan gıdası olarak üretilen bitkisel ürünlerin üretimi, hasadı, işlenmesi ve depolanması sırasında şekillenebilmektedir. Mikotoksinlerle bulaşmış yemlerle beslenen hayvanlarda meydana getirdikleri akut ve kronik zehirlenme, verim kaybı, ağırlık artışında azalma ve immunosupresyon gibi etkilerinin yanı sıra; genotoksik etkileri ve aflatoksin, okratoksin ve fumonisin gibi toksinlerin çeşitli kanser tiplerinin oluşumunda rol oynaması ve bu hayvanlardan elde edilen besinler aracılığı ile insanlarda yaratacağı sorunlar halk sağlığı açısından önemlidir.

İnsan ve hayvanlarda toksik etkiler meydana getiren mikotoksinlerle ilgili olarak yapılmış çalışmaların büyük bir kısmını aflatoksinler oluşturmaktadır. Aflatoksinlerle birlikte hububat, tohum ve mısırdaki bulunan okratoksin A, trikotesenler ve fumonisin insan ve hayvan sağlığı açısından büyük problemler oluşturmaktadır (11,22).

*Aspergillus flavus* ve *A. parasiticus* tarafından üretilen Aflatoksinler kanatlı yemlerinde (Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>) oldukça büyük sorun teşkil etmektedir. 1961 yılında hindi X hastalığı olarak adlandırıldığı zamandan itibaren, üreme ve bulaşma kaynakları ve etkileri konusunda oldukça fazla sayıda çalışmalar yapılmıştır (33). Kanatlılarda karaciğer dejenerasyonu ve karaciğer tümörü, kondrosit fonksiyonlarında bozulma, büyümede gerileme, yumurta üretiminde azalma ve immun sistem fonksiyonlarında yetersizlikler meydana getirir (11). İmmun sistemdeki etkileri spesifik ve non-spesifik immunitite oluşumunu engellemesi temeline dayanır. Makrofajların sorumlu olduğu non-spesifik immunitede, aflatoksin B<sub>1</sub>'in

(AFB<sub>1</sub>) murin peritoneal makrofajların nitrik oksit üretimlerini azaltarak, protein G (Guanine nucleotide binding protein), protein kinaz C ve kalsiyum iyonlarının uyarı transüksiyonunu engelleyerek makrofajların intraselüler sinyallerini inhibe ettiği bildirilmiştir (31). Canlılarda, immun sistemdeki etkileri sonucunda genel sağlık performanslarında oluşan zayıflık nedeniyle hastalıklara ve stres etkenlerine duyarlılık şekillenir. İnsanlarda karsinojen, immunotoksik ve embriyotoksik etkilere yol açar. Kanatlılarda yemle alınan aflatoksinin yumurtaya geçtiği bilinmektedir. Bu alanda ülkemizde yapılan deneysel ve saha çalışmaları sonucunda yumurtaya belli oranlarda geçebildiği ve aflatoksin alımı durdurulduktan 4 gün sonra rezidü saptanmadığı bildirilmiştir (2).

**Okratoksin A; *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium verrucosum* ve *P. chrysogenum*** tarafından üretilen bir mikotoksin-dir. Nefrotoksik (proksimal tubuluslarda dejenerasyon ve glomeruluslarda hyalinizasyon), immunosupressif ve teratojen etkilere; renal adenom ve karsinom insidensinde artışa ve genotoksiteye yol açması nedeniyle insan ve hayvan sağlığı açısından oldukça önemli kabul edilmektedir (14,34,38). İn vitro olarak fare ve tavşan karaciğer böbrek mikrozomlarında yapılan bir çalışmada (34), okratoksinin peroksidazlara etkileyerek prostaglandin sentetaz ve lipooksijenaz aktivitesini değiştirdiği ve bunun sonucunda genotoksik metabolitlerin oluşumuna ve indirekt olarak genotoksik etkiye yol açtığı bildirilmiştir. Okratoksinin immunosupressif etkileri nedeniyle kanatlılarda *E. coli* enfeksiyonlarında artış şekillenmektedir. Okratoksinle kontamine yemlerle beslenen kanatlılarda hızla emilen okratoksin tüm dokulara yayılır. Kanatlılarda en fazla birikim yeri böbrektir. Bunu karaciğer, et ve yumurta sarısı izler (11). Amerika Birleşik Devletleri'nde akut okratoksikosis nedeniyle tavuklarda ölüm oranında artış, yemden



yararlanmada yem tüketiminde ve ağırlık artışında azalma bildirilmiştir (17)

*Fusarium türleri* toprak mikroorganizmaları olarak adlandırılır. *Fusarium graminearum* ve *F. culmorum* tarafından üretilen trikotesenler (deoksinivalenol (DON) ve T-2 toksin), *F. graminearum* tarafından üretilen zearalenon ve *F. Moniliforme* tarafından üretilen fumonisin insan ve hayvan sağlığı açısından önemli kabul edilen toksinlerdir.

T-2 toksin akut intoksikasyona yol açan bir toksin olarak bilinmektedir. Sitotoksik etkisi oldukça fazladır. Deri, ağız mukozası ve gastrointestinal sistemde, yoğun kanama ve yangı nedeniyle irritasyon ve nekroz şekillenir. Protein sentezini inhibe eder ve immunosupresyon sonucunda sekonder enfeksiyonlara duyarlılıkta artış gözlemlenir. Bu etkiler, radyometik ajanların oluşturduğu hastalık tablosuna benzer. Kemiricilerde yapılan uzun süreli çalışmalar sonucunda akciğer ve karaciğer adenomu insidensinde artışa yol açtığı saptanmıştır. T-2 toksine en duyarlı hayvanlar domuzlardır. Ruminantlar ve kanatlılar daha az duyarlıdır (11). Kanatlılarda ağırlık kazanmada, timus ve dalak ağırlığında azalma; ağız mukozası ve oesofagusta ülseratif lezyonlar şekillendirdiği bildirilmiştir (5).

Zearalenon soğuk iklim koşullarına maruz kalan nemli hububatta hızla ürer. Östrojen benzeri anabolik bir etkiye sahiptir. Etkileri veteriner hekimliğinde daha iyi bilinmektedir. En duyarlı hayvan domuzdur. Süt sığırları, tavuk ve hindilerde infertilite, mumifikasyon ile fetal absorpsiyon ve abort meydana getirir. Bir östrojen agonisti gibi davranarak 17- $\beta$  östradiol ile östrojen reseptörlerine bağlanmak üzere yarışır; zayıf mitojen maddeler gibi davranarak meme tümörü oluşumuna yol açar. Kadınlarda meme ve uterus kanserine neden olur. Ratlara 10 ppm zearalenon verildiğinde meme kanseri oluşumu gözlemlenmiştir. Zearalenon, kontamine yemle beslenen hayvanların sütü ve yumurtası ile çıkartılmaktadır (54). Kanatlılarda ibik, ovaryum ve testis ağırlığında artışa ve ovidukt kisti oluşumuna; yüksek dozda fertilite ve spermatogenezde azalmaya yol açar. Yemle birlikte 0.05 ppm miktarlarında alan domuzlarda bu belirtiler daha baskın olarak açığa çıkar. Yüksek dozlarda hayvanlarda kalıcı öst-rusa ve infertiliteye neden olur (11).

Fumonisin (En önemli metaboliti fumonisin B<sub>1</sub>'dir), atlarda küflü mısır hastalığı olarak bilinen ve sinirlerde dejenerasyonla karakterize Equine leucoencephalomalacia'nin nedeni olarak saptanmıştır. 5-10 °C ısı ve % 5-35 nemli ortamda bir yıl süreyle yaşayabilir. Mısır ve mısır ürünlerinde 20-30 °C ısıda hızla üreyebilmektedir. Ceramid sentetaz enziminin (Sphinganın-N-acetyl-transferase) aktivitesini değiştirerek biyolojik işlevlerde değişiklik ve sitotoksiteye yol açar. Ayrıca nefrotoksik, hepatotoksik, embriyotoksik ve teratojenik etkileri vardır (11). Ratlarda yapılan çalışmalar sonucunda karaciğer ve böbrek (erkeklerde) kanserine yol açtığı kanıtlanmıştır. Temel besin maddesinin mısır (Fumonisin içermesi nedeniyle) kaynaklı olduğu Güney Afrika ülkelerinde yaşayan insanlarda oesofagus kanseri ve arteriyoskleroz olgularının görülme sıklığının fazla olduğu bildirilmiştir (33). Fumonisin kanatlılarda ağız yoluyla alındığında % 0.7 oranında emilmekte ve değişime uğramaksızın gaita ile çıkartılmaktadır. Tavuklar, fumonisine hindi ve ördeklerden daha dayanıklıdır. İki aylık civcivlere yemle birlikte 0-627 ppm arasında total fumonisin verildiğinde, 33-66 ppm düzeylerinde verilen grupta, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, karaciğerde herhangi bir lezyon

tespit edilmemiş fakat, yemden yararlanmada azalma ve karaciğer ağırlığında artış saptanmıştır. Daha yüksek dozlarda verildiğinde (99-627 ppm) ise hepatoselüler hiperplazi şekillenmiştir. 192 günlük broiler piliçlere yemle birlikte 21 gün süreyle verilen 89-190 ppm fumonisinin, piliçlerde besin alımı, ağırlık kazancı ve yemden yararlanma; karaciğer, böbrek, kalp, taşlık, proventrikülüs ve bursa fabricius ağırlığında artış ve hematolojik değerlerde kontrollere göre istatistiksel bir fark oluşturmadığı bildirilmiştir (13). Tavuk yemlerindeki fumonisin, kanatlılarda performans düşüklüğü, yem tüketiminde azalma, zayıflık, diare ve mortalite oranında artışa neden olur (5, 49). Hindistan'da benzer belirtiler ve ölümlerin görüldüğü iki tavukçuluk işletmesinde, yemlerde >8.5 ppm fumonisin B<sub>1</sub> ve >0.1 ppm aflatoksin saptanmıştır (39). Besinlerde bulunan fumonisine ısı uygulama işlemlerinin etkisi araştırılmış ve 150 °C'de 60 dakika sonunda fumonisinin % 80-90 oranında azaldığı bildirilmiştir (19).

Yem ve yem hammaddeleri birden çok mikotoksin içerebilmektedir. Bu durum, canlılarda mikotoksinlerin etkilerinin artmasına yol açar. Özellikle tropik ve subtropik iklim koşullarında elde edilen yem hammaddeleri uygun depolama koşulları sağlanmadığı takdirde mikotoksinlerle hızla kirlenmektedir. Bu çalışmayla, gerek yerel üretim ve gerekse ithal ürün olarak sağlanan yem hammaddeleriyle hazırlanan ve tavukçulukta kullanılan karma yemlerin mikotoksin analizlerinin yapılarak mikotoksin yaygınlığının ve miktarlarının belirlenmesi; kanatlı hayvanlarda ve yumurta ve tavuk eti aracılığı ile insanlarda meydana getirebileceği etkiler yönünden irdelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bursa ve yakın çevresindeki 14 tavuk çiftliğinden sağlanan yumurtacı, etlik, civciv ve damızlık yemi olmak üzere toplam 27 adet karma yem analiz materyali olarak kullanıldı. Haziran 2000 tarihinde her çiftlikten polietilen torbalara yaklaşık 1 kg yem örneği alındı. Çiftliklerin büyük bir bölümü kendi hazırladıkları yemi kullanmaktaydı. Yemler laboratuvarında tekrar öğütülerek her birinden yaklaşık olarak 100 gr. lık örnekler alındı ve buzdolabında + 4 °C'de saklandı. Bekletilmeden aynı ay içinde analizleri yapıldı.

Mikotoksin analizleri RBiopharm firmasına ait aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, zearalenon ve fumonisin kitleri kullanılarak ELISA yöntemi ile 450 nm dalga boyunda yapıldı (41). Yöntemin duyarlılık limitleri; total aflatoksin <1.7 ppb, aflatoksin B<sub>1</sub><0.625 ppb, okratoksin <5 ppb, T-2 toksin < 20 ppb, zearalenon <50ppb ve fumonisin için <100 ppb'dir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesi Graphpad Instat Programı ile yapıldı.

## BULGULAR

Tavukçuluk işletmelerinden sağlanan yemlerde yapılan mikotoksin analizlerinin sonuçları Tablo-1'de gösterilmiştir. Aflatoksin B<sub>1</sub> analiz sonuçlarından yedi tanesi, yöntemin duyarlılık sınırlarının altında kaldığı için ortalamaya alınmamıştır. Aflatoksin rastlantı oranları, total aflatoksin'de % 100 ve aflatoksin B<sub>1</sub>'de % 65.38 olarak hesaplanmıştır. Okratoksin A, T-2 toksin, zearalenon, fumonisin'in tavuk yemlerinde rastlantı oranı % 100'dür.



Tablo-1. Tavuk yemlerinde tespit edilen mikotoksin düzeyleri ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Mikotoksin	n	n.d.	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Min.	Max.
<b>Aflatoksin</b>					
Total Aflatoksin	16	-	6.937 $\pm$ 2.304	2.600	41.000
Aflatoksin B <sub>1</sub> <sup>a</sup>	26	9	0.862 $\pm$ 0.225	0.425	2.602
<b>Okratoksin A</b>	21	-	4.3619 $\pm$ 0.458	0.100	7.400
<b>T-2 toksin</b>	25	-	58.596 $\pm$ 2.455	40.00	98.40
<b>Zearalenon</b>	25	-	78.640 $\pm$ 31.766	1.60	831.00
<b>Fumonisin</b>	25	-	188.00 $\pm$ 25.380	0.00	500.00

nd: Değer ölçülemeyen numune sayısı

a: 7 numunedeki AFB<sub>1</sub> düzeyi duyarlılık limitinin altında kaldığı için ortalamaya dahil edilmemiştir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Kanatlı yemlerinde mikotoksinlerin saptanması ve etkileri konusunda oldukça fazla sayıda literatüre rastlanmaktadır. Benzeri çalışmalar ülkemizde aflatoksinler için yapılmıştır.

**Aflatoksin:** Şanlı ve arkadaşları (48) tarafından tavuk yemlerinde ve yem ilkel maddelerinde ince tabaka kromatografisi (İTK) ile aflatoksin analizlerinin yapıldığı çalışmada, toplam 96 adet yem örneği incelenmiş; yumurta tavuğu yeminde 9.297 $\pm$ 2.668  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , broiler yeminde 4.018 $\pm$ 1.114  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ve yem ilkel maddelerinde 6.042 $\pm$ 1.557  $\mu\text{g}/\text{kg}$  düzeylerinde bulunmuştur. Çeşitli gıdalar, yem bileşenleri ve yemlerde aflatoksin düzeylerinin likit kromatografisi metoduyla ölçüldüğü bir çalışmada (37); mısırdaki 36.83  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , buğdayda 10.34  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , buğday ununda 10.7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , pamuk tohumu küspesinde 49.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ve çeşitli yemlerde 58.6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  total aflatoksin tespit edilmiştir. Mikotoksin şüphesiyle laboratuvara gönderilen yem ve yem hammaddelerinde aflatoksinlerin analizi İTK ile yapılmış ve AFB<sub>1</sub> 'in ortalama 2.3 (0.125)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  arasında olduğu belirtilmiştir (32). Kaya ve arkadaşları (23), 48 yem fabrikasından aldıkları 1200 yem ve yem hammaddesinde mikotoksin rastlantı oranının % 1.08 olduğunu; mikotoksin saptanan yemlerin % 41'inde 8-320 ppb miktarlarında aflatoksin kalıntısı bulunduğunu bildirmişlerdir. Kars Yöresinde (9), yem örneklerinin % 62'sinde <10 ppb ve % 8'inde >10ppb AFB<sub>1</sub> saptanmıştır.

Polonya'da hayvan yemlerinde (625 yem ve 1120 yem hammaddesi) mikotoksin kirlilik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada (21), karma yemlerin hububattan daha fazla kirlenmiş olduğu ve karma yemlerin % 13 oranında aflatoksin içerdiği; tavuk yemlerinde mikotoksinlerle kirlenme düzeyinin diğer yem türlerine göre daha düşük olduğu (%4) bildirilmiştir. Mısır'da kanatlı yemi hammaddesi olarak kullanılan mısırın %88'inde 480 ppb aflatoksin bulunduğu (28); İngiltere'ye ithal edilen 140 mısır örneğinin % 95'inde total aflatoksin ve % 92.1'inde AFB<sub>1</sub>'e (tolerans limitleri içinde) rastlandığı bildirilmiştir (45 Arjantin'de mısır içeren yiyeceklerde aflatoksin düzeyi <2). ppb olarak saptanmıştır (47).

Fas'ta (24), 1989-1991 yılları arasında 30 tavukçuluk işletmesi ve 4 yem fabrikasından alınan kanatlı yemlerinde 20-200 ppb arası düzeylerde AFB<sub>1</sub> bulunmuştur. Güney Afrika'nın Natal kentinde 233 kanatlı yemi örneğinden 46' sında (% 19.74) aflatoksin saptanmış ve analizi yapılan tüm yem örneklerindeki mikotoksinler içinde en fazla kirliliği aflatoksin-

lerin oluşturduğu (%14) belirtilmiştir (10). Arjantin'de tavuk yemlerinde en fazla AFB<sub>1</sub>'in bulunduğu ve 17-197 ppb arası miktarlarda olduğu (6); 130 tavuk yeminden %48'inin 10-123 ppb AFB<sub>1</sub> içerdiği (7) bildirilmiştir. Hindistan'da tavuk yemlerinde yapılan ölçümler sonucunda yemlerin AFB<sub>1</sub>'le kontamine olduğu saptanmıştır (46).

**Okratoksin A:** Türkiye'de yemlerde okratoksin kirlilik düzeylerinin bildirildiği bir araştırmaya rastlanabilmiştir (23). Bu çalışmada, yem ve yem hammaddelerindeki mikotoksinler içinde en fazla okratoksin A'ya rastlandığı (%58) ve 80-7000 ppb arası düzeylerde bulunduğu bildirilmiştir.

İngiltere'de (44) 1997 yılında hasat edilerek depolanmış 306 arpa, buğday ve yulaf örneğinde, okratoksin A düzeyi sırasıyla 0.69, 0.29 ve 0.15 ppb olarak saptanmıştır. Örneklerin %21'inin okratoksin A ile kontamine olduğu ve arpa numunelerinden % 2.7 ve buğday numunelerinin % 0.3'ünün tolerans limitlerini (Arpa 5 ppb, buğday 10 ppb) aştığı belirtilmiştir. İngiltere'ye ithal edilen mısırlarda, okratoksin A en yüksek 1.5 ppb olarak ölçülmüştür (45).

**Fusarium türleri:** Ülkemizde 30 adet tahıl ve tahıl ürününde T-2 toksinin HPLC ile ölçüldüğü bir çalışmada (35) sadece iki adet mısır örneğinde 1.60 ve 4.08 ppm T-2 toksin bulunmuştur. 19 ülkeden sağlanan 500 tahıl örneğinde yapılan taramalar sonucunda, örneklerin % 44'ünde ortalama olarak 45  $\mu\text{g}/\text{kg}$  zearalenon saptanmıştır (45). 1984-1985 yılları arasında Hollanda'da hasat edilen tahıl örneklerinin % 61'nin 61 ppb (Maksimum 677 ppb) zearalenon içerdiği bildirilmiştir (50).

Ülkemizde, çeşitli illerdeki yem fabrikalarından alınan yem ve yem hammaddelerinde % 33.3 oranında ve ortalama olarak 4.31  $\mu\text{g}/\text{kg}$  zearalenon bulunduğu belirtilmiştir (1). Kaya ve arkadaşları (23) yem ve yem hammaddelerinden bir pil-iç yeminde 2000 ppb düzeyinde zearalenon (% 0.08) saptamışlardır.

ABD-Wisconsin'de küflü mısırların 305.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  T-2 toxin (Tip A trikotesenler) ve 904.3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  zearalenon içerdiği bildirilmiştir (36). Arjantin'de mısır içeren gıdalarda <50 ppb zearalenon bulunurken, örneklerin % 95'inde ortalama olarak 556, 232 ve 150 ppb (Fumonisin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>) fumonisin türlerine rastlanmıştır. Total fumonisin %24 oranında 1000 ppb'den fazla olduğu ve bu düzeylerde fumonisin içeren mısırın özellikle çocuklar için toksik olabileceği vurgulanmıştır (47). İngiltere'de ithal mısır örneklerinin tümünde zearalenon ve fumonisin bulunduğu; % 41.7'sinin >100 ppb zearalenon ve %48'inin >1000 total fumonisin içerdiği bildirilmiştir (45). Mısır'da kanatlı yemi hammaddesi olarak kullanılan mısırın %88'inde 40 ppb düzeyinde zearalenon ölçülmüştür (28). Arjantin'de 300 tavuk yemi örneğinden yalnız üçünde 30, 120 ve 280 ppb zearalenon saptanırken (6), 130 tavuk yemi örneğinde 327-5850 ppb arası miktarlarda zearalenon bulunmuştur (7). Bulgaristan'da 1995 yılında (Yağmurlu geçen ilkbahar ve yaz aylarında) farklı bölgelerden alınan 140 buğday örneğinde en fazla zearalenona (% 69) rastlanmıştır. Zearalenon miktarının ortalama 17 ppb (Maksimum 120 ppm) olduğu ve T-2 toksinin yalnız bir buğday örneğinde saptandığı (55 ppb) bildirilmiştir (53).

Arjantin'de 158 tavuk yemi örneğinde total fumonisin düzeyinin 7.41-5921.6 ppm [En fazla fumonisin B<sub>1</sub> (5.4-3991 ppm)] olduğu bildirilmiştir (27). Buenos Aires'de satılan 35 mısır ürününde fumonisin miktarının 0-4987 ppb arasında



(En çok mısır ununda) saptandığı belirtilmiştir (15). İspanya'da mısır içeren 50 hayvan yeminin % 88'inde ortalama olarak 400 ppb fumonisin saptanmıştır (42). Hindistan'da tavuk yemlerinde yapılan ölçümler sonucunda, yemlerin 2.02-0.26 ppm fumonisinle kontamine olduğu bildirilmiştir (46). Aynı ülkede Haryana'da (20) tavuk yemlerinin %84'ünde 0.02-2.80 ppm, mısır örneklerinin % 91'inde 0.1-87.0 ppm düzeyinde fumonisin B<sub>1</sub> saptanmıştır. Türkiye'de yemlerde bildirilmiş fumonisin değerine rastlanamamıştır. Araştırmamızda tavuk yemlerindeki fumonisin, total fumonisin olarak ölçülmüştür.

A.B.D'inde 1988 yılında 1018 kanatlı yemi mikotoksin yönünden incelenmiş ve yem örneklerinden % 38'inin aflatoksin, %12'sinin zearalenon ve %4'ünün T-2 toksin içerdiği ve bu miktarların güvenli kabul edilebileceği belirtilmiştir (30). İngiltere'de (43), 330 adet karma yem hammaddesinde mikotoksin analizleri yapılmış ve en fazla mikotoksinin (Aflatoksin fumonisin ve zearalenon) mısır gluteninde bulunduğu, bunu buğday ve arpa örneklerinin (okratoksin) izlediği belirtilmiştir. Bursa'da tavuk yemlerinde analizi yapılan mikotoksinlerin tümüne rastlanmıştır. Birden fazla mikotoksinin aynı anda tavuklara verilmesi sonucunda toksik etkilerinin arttığı kanıtlanmıştır (8,16,18,25,26).

Hayvanlarda mikotoksinlerle zehirlenme olayları daha çok subakut ve kronik niteliktedir. Mikotoksin çeşitlerinin yaygınlık bölgeleri farklı olmakla beraber pek çok ülkede yem hammaddelerinin büyük bir kısmının ithal ürünlerden sağlanması risk boyutunu artırmaktadır. Avrupada düzenli olarak yapılan kontroller nedeniyle ithal yem ve yem hammaddelerindeki bulaşmadan kaynaklanan tehlikeler büyük oranda engellenmiştir (11). Mikotoksinlerin yemle birlikte alım süreci ve alınan mikotoksin miktarı değerlendirildiğinde, canlılarda çeşitli etkilerinin görülebileceği ve bu nedenle en güvenli tolerans düzeyinin sıfır olması gerektiği kabul edilir. Fakat, günümüzde mikotoksinlerin çeşitli ürünlerde doğal olarak yaygın bir şekilde bulunması nedeniyle bu düzeyin uygulanması mümkün olmayacağı için maksimum tolerans düzeyleri kullanılmaktadır.

Kanatlı yemlerinde yapılan araştırmalar sonucunda doğal kirlilik düzeyleri olarak tanımlanan ve insan ve hayvan sağlığı açısından bir risk oluşturmayacak miktarlar farklı yem çeşitlerine göre verilmiştir. Türkiye'de tavuk yemlerinde aflatoksin için belirtilmiş bir tolerans düzeyi yoktur. Tüm besin maddelerinde maksimum alım limiti Aflatoksin B<sub>1</sub> için 5 ppb, total aflatoksin için 10 ppb olarak bildirilmiştir. Okratoksin, T-2 toksin, zearalenon ve fumonisin için bildirilmiş bir limit bulunmamaktadır (52). Avrupa Topluluğuna üye ülkelerde aflatoksin tolerans limitleri; hububatta aflatoksin B<sub>1</sub> 2 ppb, total aflatoksin 4 ppb ve hayvan yemlerinde 10 ppb'dir (4). Hollanda'da hayvan yemlerinde AFB'in tolerans düzeyi 5 ppb olarak kabul edilmektedir (40).

FAO/WHO Ekspert Komitesi okratoksin A'nın toksik etkilerini ve gıda maddelerinde bulunuşunu göz önüne alarak, haftalık maksimum alım düzeyini 0.1 g/kg/canlı ağırlık olarak belirtmiştir (12). 2B kanserojen bileşik olarak sınıflandırılan okratoksinin, haftalık alım düzeyinin 1.5 ng/kg/canlı ağırlık olması ve Avrupa Topluluğuna üye ülkelerdeki tahıl ve tahıl ürünlerinde tolerans düzeyinin 5 µg/kg'dan daha az olması gerektiği bildirilmiştir (38).

Zearalenon tolerans düzeyi tavuk yemlerinde 0.6 ppm olarak kabul edilmiştir (5). Amerikan Veteriner Diagnostik

Laboratuvar Birliği (AAVLD) göre karma yemlerde fumonisin düzeyinin 50 ppm'den az olması gerekmektedir (29). İnsanlar için günlük fumonisin alım düzeyi 800 ppb/kg canlı ağırlık olarak belirtilmiştir (3). Mısır, mısır ürünleri ve karma yemlerde total fumonisin tolerans düzeyi, et ve yumurtacı tavuklarda 50 ppm; damızlık tavuk ve laktasyondaki hayvanlarda 15 ppm olarak belirtilmiştir. Emilen fumonisin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>'nin dışkı ile çıkartılması nedeniyle hayvansal ürünlerin insan sağlığı açısından problem teşkil etmeyeceği öne sürülmüştür (13).

Bursa'da tavuk yemlerinde belirlenen mikotoksin düzeyleri literatür verilere ve tolerans limitlerine göre değerlendirildiğinde doğal kirlilik düzeylerinde olduğu görülmüştür. Bursa'da tavuk çiftliklerinde kullanılan karma yemler, özellikle tropik ve subtropik bölgelerdeki yem ve yem hammaddelerinden daha az mikotoksin içermektedir. Kaya (23), Peker (37) ve Omurtag'ın (35) yem, tahıl ve çeşitli yem hammaddelerinde bildirdikleri aflatoksin, okratoksin ve T-2 toksin düzeyleri, elde ettiğimiz aflatoksin, okratoksin ve T-2 toksin miktarlarından hayli yüksektir. Karma yemin, mısır hariç tutulduğunda, yem hammaddelerine oranla daha fazla mikotoksin içerdiği; yem çeşitlerinden, tavuk yemlerinde daha az mikotoksin bulunduğu bildirilmiştir(21).

Bursa Bölgesinde tavukçuluk işletmeleri ve yem fabrikası sayısı oldukça fazladır. Yem fabrikaları yem hammaddelerinin bir kısmını yurt içi kaynaklı olarak Bursa, yakın çevresindeki iller ve diğer bölgelerden, bir kısmını da ithal ederek sağlamaktadır. Büyük işletmeler (Yem fabrikaları ve entegre tavukçuluk işletmeleri) ürün girişinde risk grubunda olan hammaddelerde mikotoksin analizi (Çoğunlukla aflatoksin) yapmaktadırlar. Ancak, küçük işletmelerin çoğunda bir sorunla karşılaşıldığında mikotoksin analizi yaptırılmaktadır. Bursa Bölgesindeki tavukçuluk işletmelerinin büyük bir kısmının kullanacakları yemleri taze olarak hazırlaması risk boyutunu azaltıcı etken olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; Bursa ve çevresindeki tavuk çiftliklerinde kullanılan yemlerde saptanan mikotoksin düzeyleri doğal kirlilik olarak bildirilen limitler içinde kalmaktadır. Fakat, tavuk yemlerinde toksijenik mikotoksin çeşitlerinin birlikte bulunduğu ve yemlerin diğer kirlilik parametrelerini de içerebileceği düşünüldüğünde, tavukların sağlığı olumsuz yönde etkilenebilir. Tavuk eti ve yumurtası ile çıkartılan toksinler nedeniyle insan sağlığı açısından bu düzeylerin bir risk yaratmayacağını söylenebilir. Tavukçulukta kullanılan yem hammaddelerinde ve yemlerde gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, mikotoksinlerin sürekli kontrollerinin yapılması; toksijenik mantarların bulaşmasının önlenmesi ve mikotoksin üretimini azaltıcı yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

*Teşekkür: Araştırmamıza katkılarından dolayı Beta Medikal'e teşekkür ederiz.*

#### KAYNAKLAR

1. Acet A, Demet Ö, Tuncer N, Çoşkun B, Traş B, Ağaçdelen HH, (1989): Yem ve yem hammaddelerinde zearalenon düzeylerinin yüksek performanslı likit kromatografi yöntemi ile araştırılması. Selçuk Univ. Vet.Fak.Derg., 5(1): 37-49.
2. Ağaçdelen H H, Acet H A, (1993): Aflatoksin B<sub>1</sub> ve M<sub>1</sub>'in yumurtaya geçiş düzeyleri ve atılım sürelerinin



tespiti üzerine deneysel araştırmalar. *Veterinarium*, 4(2): 36-43.

3. **Bullerman L B, (1996):** Occurrence of fusarium and fumonisins on food grain and in foods. In: Jackson L S, De Vries J W, Bullerman L B, Fumonisin in foods. New York and London, Plenum Press, 27-38.

4. **Commission Regulations (EC) (1998):** Commission regulation (EC) No 1525/98, Official Journal of the European Communities, L 201/43-46.

5. **D'Mello J P F, Placinta C M, Macdonald A M C, (1999):** Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. *Animal Feed Science and Technology*, 80(3-4): 183-205.

6. **Dalcero A, Maglioni C, Chiacchiera S, Palacios G, Reynoso M, (1997):** Mycoflora and incidence of aflatoxin B<sub>1</sub>, zearalenone and deoxynivalenol in poultry feeds in Argentina. *Mycopathologia*, 137:179-184.

7. **Dalcero A, Maglioni C, Luna M, Ancasi G, Reynoso M, Chiacchiera S, Miazzi R, Palacios G, (1998):** Mycoflora and natural occurring mycotoxins in poultry feeds in Argentina. *Mycopathologia*, 141(1): 37-43.

8. **Diaz G J, Squires E J, Julian R J, Boermans H J, (1994):** Individual and combined effects of T-2 toxin and DAS in laying hens. *Br.Poult.Sci.*, 35: 393-405.

9. **Doğan A, Bayezit M, (1999):** Kars Yöresinde yemlerde bulunan Aflatoxin B<sub>1</sub> düzeylerinin ELISA yöntemi ile araştırılması. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 5(1): 63-70.

10. **Dutton MF, Kinsey A, (1996):** A note on the occurrence of mycotoxins in cereals animal feedstuffs in Kwazulu Natal, South Africa 1948-1993. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 26(2): 53-58.

11. **Fink-Gremmels J, (1999):** Mycotoxins: Their implications for human and animal health. *Vet.Quart.*, 21 (4): 115-120.

12. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, (1997):** Worldwide Regulations for Mycotoxins 1995, a Compendium, FAO Food and Nutrition Paper, 64, Rome, 1997, pp. 6-36.

13. **Food and Drug Administration (2000):** Background paper in support of fumonisin levels in animal feed. Food and Drug Administration Center for Veterinary Medicine, June 6.

14. **Gekle M, Sauvant C, Schwerdt G, Silbernagl S, (1998):** Tubulotoxic Mechanisms of ochratoxin A. *Kidney Blood Press Res.*, 21: 277-279.

15. **Heningen M R, Sanchez S, Di Benedetto N M, Longhi A, Torraba J E, Valente Soares L M, (2000):** Fumonisin levels in commercial corn products in Buenos Aires, Argentina. *Food Addit. Contam.*, 17(1): 55-58.

16. **Huff W E, Harvey R B, Kubena L F, (1988):** Toxic synergism between aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 67: 1484-1423.

17. **Huff W E, Kubena L F, Harvey R B (1988):** Progression of ochratoxicosis in broiler chicks. *Poultry Sci.*, 67: 1139-1146.

18. **Huff W E, Kubena L F, Harvey R B, Doerr J A, (1988):** Mycotoxin interactions in poultry and swine. *J. Anim.Sci.*, 66: 2351-2355.

19. **Jackson L S, Hlywka J J, Senthil K R, Bullerman L B, (1996):** Effect of thermal processing on the

stability of fumonisin. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 392:345-53.

20. **Jindal N, Mahipal S K, Rottinghaus G E, (1999):** Occurrence of fumonisin B<sub>1</sub> in maize and poultry feeds in haryana, India. *Mycopathologia*, 148(1): 37-40.

21. **Juszkiewicz T, Piskorska-Pliszczynska J, (1992):** Occurrence of mycotoxins in animal feeds. *J. Environ. Toxicol. Oncol.*, 11(4): 211-215.

22. **Kaya S, (1984):** Mikotoksinler: Hayvan ve insan sağlığı yönünden önemi. *A.Ü. Vet.Fak.Derg.*, 31(3): 388-409

23. **Kaya S, Şanlı Y, Yarsan E, Özsoy A, Akkaya R, Bilgili A, (1996):** Çok yönlü hayvan yetiştiriciliğinde karma yem ve yem hammaddelerinden kaynaklanan olumsuzluk faktörlerinin araştırılması. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 8(4): 59-80.

24. **Kichou F, Walser M M, (1993):** The natural occurrence of aflatoxin B<sub>1</sub> In Moroccan poultry farms. *Vet. Hum. Toxicol.*, 35(2): 105-108.

25. **Kubena L F, Huff W E, Harvey R B, (1988):** Individual and combined toxicity of deoxynivalenol and T-2 toxin in broiler chicks. *Poultry Sci.*, 68: 622-626.

26. **Kubena L F, Harvey R B, Huff W E, Corrier D E, (1989):** Influence of ochratoxin A and T-2 toxin singly and in combination on broiler chickens. *Poultry Sci.*, 68: 867-872.

27. **Maglioni C E, Saenz M A, Chiacchiera S M, Dalcero A M, (1999):** Natural occurrence of fusarium species and fumonisin-production by toxigenic strains isolated from poultry feeds in Argentina. *Mycopathologia*, 145: 35-41.

28. **Mahmoud A L, (1993):** Toxigenic fungi and mycotoxin content in poultry feedstuff ingredients. *J. Basic Microbiol.*, 33(2): 101-104.

29. **Miller M A, Honstead J P, Lowell R A, (1996):** Regulatory aspects of fumonisins with respect to animal feed. Animal derived residues in foods. In: Jackson L S, De Vries J W, Bullerman L B, Fumonisin in foods. New York and London, Plenum Press, 363-368.

30. **Muirhead S, (1989):** Studies show cost of mycotoxin contamination to poultry firms. *Feedstuffs*, 61: 48, 10.

31. **Moon E Y, Rhee D K, Pyo S, (2000):** Alteration of kinase-mediated signalings in murine peritoneal macrophages by aflatoxin B<sub>1</sub>. *Cancer Lett.*, 155: 9-17.

32. **Nizamhoğlu F, (1996):** Mikotoksin şüphesiyle labora-tuvara getirilen yem ve yem hammaddelerinde aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> araştırılması. *Veterinarium*, 7(1-2): 42-45

33. **Norred W P, (2000):** Agriculturally important fungal toxins. *Chemical Health and Safety*, July/August.

34. **Obrecht-Pflumio S, Dirheimer G, (2000):** In vitro DNA and dGMP adducts formation caused by ochratoxin A. *Chem. Biol. Interact.*, 15; 127(1): 29-44

35. **Omurtag GZ, Yazıcıoğlu D, (2000):** Determination of T-2 toxin in grain and grain products by HPLC and TLC. *J Environ. Sci. Health (B)*, 35(6): 797-807.

36. **Park JJ, Smalley EB, Chu FS, (1996):** Natural occurrence of fusarium mycotoxins in field samples from the 1992 Wisconsin corn crop. *Appl. Environ. Microbiol.*, 62:1642-1648.

37. **Peker İ, Atakul S, Akdoğan O, Az D, Vahapoğlu H, (1994):** The amount of aflatoxin in different food, feedstuffs and feed in Turkey. *Chimica Acta Turcica*, 22:



103-109.

38. **Petzinger F, Zelgler K, (2000):** Ochratoxin A from a toxicological perspective. *J. Vet. Pharmacol. Ther.*, 23(2): 91-98.

39. **Prathapkumar S H, Rao V S, Paramkishan R J, Bhat R V, (1997):** Disease outbreak in laying hens arising from the consumption of fumonisin-contaminated food. *Br. Poul. Sci.*, 38(5): 475-479.

40. Produktschap voor Veevoeder. Kwaliteitsborging aflatoxine in melkveevoeders en melk, Kwaliteitsreeks no. 6, Produktschap voor Veevoeder.(Den Hagg. The netherlands) ISSN 1990; 0923-4225. In **Dalcero A, Magloni C, Chiacchiera S, Palacios G, Reynoso M, (1997):** Mycoflora and incidence of aflatoxin B<sub>1</sub>, zearalenone and deoxynivalenol in poultry feeds in Argentina. *Mycopathologia*, 137:179-184.

41. **R-Biopharm: Ridascreen®:** Total Aflatoxin, Aflatoxin B<sub>1</sub>, Ochratoxin A, T-2 Toxin, Zearalenon, Fumonisin. R-Biopharm GmbH, Darmstad, Germany.

42. **Sanchis V, Abadias M, Oncins L, Sala N, Vinas I, Canela R, (1995):** Fumonisin B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> and toxigenic *Fusarium* strains in feed from the Spanish market. *Int. J. Food Microbiol.*, 27(1): 37-44.

43. **Scudamore K A, Hetmanski M A, Chan H K, Collins S, (1997):** Occurrence of mycotoxins in raw ingredients used for animal feeding stuffs in the United Kingdom in 1992. *Food Addit. Contam.*, 14(2): 157-173.

44. **Scudamore K A, Patel S, Breeze V, (1999):** Surveillance of stored grain from the harvest in the United Kingdom for ochratoxin A. *Food Addit. Contam.*, 16(7): 281-290.

45. **Scudamore K A, Patel S, (2000):** Survey of aflatoxins, Ochratoxin A, zearalenone and fumonisins in maize imported into the United Kingdom. *Food Addit. Contam.*, 17(5): 407-416.

46. **Shetty P H, Bhat R V, (1997):** Natural occurrence of fumonisin B<sub>1</sub> and its co-occurrence with aflatoxin B<sub>1</sub> in

Indian sorghum, maize, and poultry feeds. *J. Agric. Food Chem.*, 45(6): 2170-2173.

47. **Solovey M M S, Somoza C, Cano G, Pacin A, Resnik S, (1999):** A survey of fumonisins, deoxy-nivalenol, zearalenone and aflatoxins contamination in corn-based food products in Argentina. *Food Addit. Contam.*, 16(8): 325-329.

48. **Şanlı S, Ceylan S, Kaya S, (1982):** Tavuk yemlerinde ve yem ilkel maddelerinde aflatoksinler. *A.Ü.Vet.Fak. Derg.*, 29(3-4): 473-492.

49. **Şener S, Yıldırım M (2000):** Toksikoloji, Teknik Yayıncılık, Avcılar- İstanbul.

50. **Tanaka T, Yamamoto S, Hasegawa A, Aoki N, Besling J R, Sugiura Y, Ueno Y, (1990):** A survey of the natural occurrence of *Fusarium* mycotoxins, deoxy-nivalenol, nivalenol and zearalenone, in cereals harvested in the Netherlands. *Mycopathologia*, 110(1):19-22.

51. **Tanaka TA, Hasegawa S, Yamamoto U and at all. (1983):** Worldwide contamination of cereals by the *Fusarium* mycotoxins nivalenol, deoxynivalenol, and zearalenone. I. Survey of 19 countries. *J. Agric. Food Chem.* 36: 979-983 In: **Withanage G S K, Murata H, Koyama T, Ishiwata I, (2001):** Agonistic and anta-gonistic effects of zearalenone, an estrogenic mycotoxin, on SKN, HHUA, and HepG2 human cancer cell lines. *Vet. Hum. Toxicol.*, 43(1): 6-10.

52. **Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği:** Mikrobiyal Toksinler, T.C. Resmi Gazete, 16 Kasım 1997, sayfa 124.

53. **Vrabcheva T, Gessler R, Usleber E, Martlbauer E, (1996):** First survey on the natural occurrence of *Fusarium* mycotoxins in Bulgarian wheat. *Myco-pathologia*, 136(1): 47-52.

54. **Withanage G S K, Murata H, Koyama T, Ishiwata I (2001):** Agonistic and antagonistic effects of zearale-none, an estrogenic mycotoxin, on SKN, HHUA, and HepG2 human cancer cell lines. *Vet. Hum. Toxicol.*, 43(1): 6-10.