

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Van Havzasında Üretilen Çeşitli Karma Yemlerin Aflatoksin İçeriklerinin Araştırılması

Vedat RÜSTEMOĞLU, Filiz KARADAŞ*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Van, Türkiye
*e-posta: fkaradas@yyu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, hayvan yemlerinde aflatoksinlerden B1, B2, G1 ve G2 araştırılmıştır. Van ilindeki 5 ayrı fabrikada üretilen yemlerden 3 farklı zamanda örnekler alınmış ve Shimadzu Prominence HPLC ile aflatoksinler belirlenmiştir. Her üç dönemde de analiz edilen toplam 48 yem örneğinde sırasıyla %67'sinde 0.12-4.74 µg/kg AFB1; %44'ünde 0.01-4.27 µg/kg AFB2; %4'ünde 0.11-0.52 µg/kg AFG1 ve %40'ında 0.14-10.30 µg/kg AFG2 saptanmıştır. Van havzasında elde edilen sonuçların kabul edilen üst sınır değerlerinin altında olduğu ve risk teşkil etmediği görülmüştür. Ancak yemlerin halen %67'sinin aflatoksinlerle bulaşık olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: AFB1, AFB2, AFG1, AFG2, HPLC, Karma yemler

Investigation of Aflatoxin in the Completed Feed that Produced in the Van Basin

Abstract: In this study; it has been investigated that aflatoxins B1, B2, G1, G2 in the completed animal feed produce in the manufactures located in the Van basin. Feed samples were collected from 5 different commercial feed manufactures at the three different time and aflatoxins were analyzed by Shimadzu Prominence HPLC. The results showed that 67% rate of feed samples were contaminated with AFB1 0.12-4.74 µg kg⁻¹; 44% rate of feed 0.01-4.27 µg kg⁻¹ AFB2; 4% rate of feed 0.11-0.52 µg kg⁻¹ AFG1 and 40% 0.14-10.30 µg kg⁻¹ AFG2 respectively. It has been showed that obtained results of aflatoxin levels in the completed animal feed were lower than acceptable upper limit and were not at the risk level in the Van Basin. However it has been determined that there is still 67% of feed were contaminated with aflatoxins.

Keywords: AFB1, AFB2, AFG1, AFG2, Completed feed, HPLC

Giriş

Aflatoksinler, yem ve gıdalarda mantarlar tarafından üretilen, toksik, mutajenik, tetrajenik ve kanserojen sekonder metabolitler olup (Dimitrieska Stojkovic ve ark. 2016), hayvanlarda ve insanlarda özellikle akut ve kronik karaciğer hastalıklarına neden olurlar (Abdel-Fattah ve ark. 1982). Mikotoksinler ile bulaşık gıda ve tahılların hayvanlar tarafından tüketilmesi, hem hayvan sağlığını hem de hayvansal ürünlere geçerek insanların da sağlığını dolaylı olarak olumsuz yönde etkiler (Liu ve ark. 2016). Yem sektörü, hayvan yetiştiricileri ve hayvansal gıda üreticileri mikotoksinlerden dolayı, önemli problemlerle karşılaşmakta ve ekonomik anlamda ciddi kayıplar yaşamaktadırlar (Basmacıoğlu ve Ergül 2003). Mikotoksinli yem tüketen hayvanlarda, akut ve kronik zehirlenme, verim kaybı (Khlanguiset ve ark. 2011), ağırlık artışında azalma, insan ve hayvanların bağışıklık sisteminde kötüleşme (Bondy ve Pestka 2000) gibi olumsuz belirtiler gözlenmektedir. Yapılan çalışmalar, insan ve hayvanlarda söz konusu toksik etkileri gösteren mikotoksinlerin büyük bir kısmını aflatoksinler oluşturmaktadır (Sonal ve Oruç 2000). Aflatoksinler B1, B2, G1 ve G2 (Akiama ve ark. 2001) olarak isimlendirilmişlerdir. Aflatoksin B1 (AFB1) süt hayvanları tarafından tüketildiğinde aflatoksin M1 (AFM1)'e hidrolize olmakta ve süte geçmektedir (Applebaum ve ark. 1982). Doğal olarak küflenmiş tarımsal ürünlerde, yem ve işlenmiş besinlerde en sık ve en yüksek oranda görülen B1 çeşididir ve en önemli özelliği yüksek oranda kanserojen olması nedeniyle insanlarda karaciğer kanserine sebep olmasıdır (Liu ve ark. 2012). AFG1 ve AFG2 daha az gözlemlenirken, B2 en seyrek saptanan küf aflatoksinidir. Bu nedenle günümüzde yüksek toksik özelliği nedeniyle karma yemlerde sadece AFB1 için maksimum seviyeler belirlenmiştir. Avrupa Birliği yem hammaddeleri ve karma yemlerin maksimum AFB1 üst sınırı 5-20 µg/kg (European

Commission 2003/100/EC, amending directive 2002/32), Çin'de karma yemler için bu sınır 10-50 µg/kg olarak kabul edilmiştir (National Criterion of China GB13078.3-2007).

Aflatoksinlerin hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra hayvansal ürünlere ve besin zinciri ile insanlara geçmeleri, yemlerin sürekli kontrol ve denetimini zorunlu kılmaktadır. Bu kontroller il kontrol laboratuvarları tarafından rutin olarak yapılmaktadır. Van ilinde bu konu ile ilgili herhangi bir bilimsel çalışmaya literatür taramasında rastlanmamıştır. Bu çalışmada; Van ilinde bulunan karma yem üretimi yapan fabrikalardan karma yem örnekleri alınarak karma yemlerde aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 düzeylerinin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Karma yemlerde aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 düzeylerini belirlemek amacıyla Van yöresinde yem üretimi yapan 5 fabrikadan, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında toplam 48 yem örneği (Sığır süt, besi, yumurta, civciv vb. yemlerden yaklaşık 1 kg laboratuvar örneği) alınmıştır. Analiz edilecek yem sayısı ve çeşidinin artırılması amacıyla her fabrikadan farklı zamanlarda (yaklaşık bir ay ara ile) 3 kez yem numunesi alınmış ve her dönemde alınan yemler kendi içinde değerlendirilmiştir. Alınan yem örnekleri değirmende elekten geçirilecek şekilde öğütülmüş, öğütülen yemlerden 100 g'lık örnekler alınarak aflatoksin ekstraksiyonuna kadar buzdolabında (+4°C) tutulmuştur. Aflatoksin tayini Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı'nda bulunan Shimadzu Prominence HPLC serisi (otomatik enjektör, pompa ve Floresans dedektörü bulunan, yazıcı/integratör veya bu amaçla hazırlanmış özel yazılımı olan bir bilgisayara sahip tam donanımlı) cihaz ile belirlenmiştir. Analizlerde kullanılan tüm kimyasallar ve mobil fazlar HPLC gradedir. İyice öğütülmüş yem örneklerinden 25 g tartılarak 5 gr NaCl + 100 ml (%60 metanol) ilave edilerek karıştırıcı ile 3 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra Whatman 4 filtre kâğıdından karışım süzölmüştür. Tamamen süzülen örnekten 5 ml alınarak 15 ml'ye deiyonize saf su ile (Milipour 18.2) seyreltilerek AflaStar™ Fit aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 antijeni içeren immunoafinite kolondan geçirilmiştir. Daha sonra, 10 ml fosfat tampon çözeltisi (sigma) ile kolon tekrar yıkanmıştır. Son olarak 1 ml metanol ve 1 ml deiyonize saf su ile kolon son kez yıkanıp bu son karışım bir tüpte toplanarak vortekslenmiştir. Vortekslenen son çözelti 1.5 ml'lik HPLC vialine alınarak, Kobra Cell (100 µA'ya ayarlanmış) ile hassasiyeti artırılmış HPLC sistemine 100 µl enjekte edilmiştir. Spherisorb ODS- 3, 250x4.6 mm, 5 µm, HPLC kolonu kullanılarak, 1 litresinde 350µ 4M Nitrik asit ve 119 mg KBr ilave edilmiş Metanol/Asetonitril/Su (20:30:50) içeren 1 ml/dakika mobil faz ve exc:362 nm, emis: 425 nm ayarlanmış Floresans dedektör ile örnekler sırasıyla okunmuştur (AOAC 2005). Örnekler okunmadan önce HPLC cihazı, Supelco Inc., Bellefonte, PA aflatoksin (B1, B2, G1 ve G2) karma standart kiti ile; AOAC metod 970.44 kullanılarak çok noktalı kalibrasyon çözeltileri hazırlanmış ve standart eğrileri çizilerek kalibre edilmiştir. Ekstrakt edilen her bir numunenin kromatogramındaki pikleri standart pikin alıkonma zamanı ile karşılaştırılmıştır. Numunede toksin olduğuna karar verildiği durumlarda, standart grafikten enjekte edilen numunedeki aflatoksin (B1, B2, G1, G2) miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Formül } C = A / [(M / V_{\text{ext}}) * (V_{\text{col}} / V_{\text{fin}}) * V_{\text{inj}}]$$

A= Numune ekstraktına ait pikin kalibrasyon grafiğinden hesaplanan miktar (ng),

M= Örnek miktarı (g),

V_{ext}: Ekstraksiyon hacmi (ml),

V_{col}= Immunoafinite kolondan geçen solvent volümü (ml),

V_{inj}=Enjekte edilen numunenin hacmi (µl),

V_{fin}=Elde edilen eluatın çözüldüğü son hacim (ml).

İstatistiksel analizler

Araştırmada elde edilen verilerin standart ortalama ve standart hataları SPSS 11.05 Windows (SPSS Inc, Chicago, IL) paket programında hesaplanmıştır.

Bulgular

Van ilinde bulunan yem fabrikalarından Nisan, Mayıs ve Haziran 2010 tarihlerinde alınan yem numunelerinde tespit edilen AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2 düzeyleri (µg/kg) Çizelge 4.1., 4.2., 4.3. ve 4.4.'te sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 1. Van ilinde bulunan yem fabrikalarında 3 ayrı dönemde alınan yem numunelerinin aflatoksin B1 düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ortalama ve standart hataları

| Yem Türü | Yem Toplama Dönemleri | | | Fabrika |
|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Kuzu-buzağı | 1.22±0.04 | - | - | F1 |
| Sığır süt | 0.39±0.08 | - | - | F1 |
| Sığır besi | 0.33±0.11 | - | - | F1 |
| Toklu besi | - | 0.15±0.02 | 0.96±0.01 | F1 |
| Civciv | - | - | - | F1 |
| Yumurtacı | 0.58±0.28 | * | * | F2 |
| Sığır besi | 0.58±0.03 | 0.41±0.19 | 0.77±0.15 | F2 |
| Toklu besi | 0.54±0.84 | 1.00±0.98 | * | F2 |
| Sığır Süt | 1.05±0.01 | 0.56±0.16 | 0.53±0.18 | F2 |
| Kuzu-buzağı | 1.07±0.17 | * | 0.94±0.16 | F2 |
| Koyun süt | 0.19±0.01 | - | * | F2 |
| Sığır besi | * | 0.56±0.30 | 0.63±0.61 | F3 |
| Toklu | 1.00±0.18 | 2.66±0.87 | 0.18±0.46 | F3 |
| Sığır süt | 0.59±0.12 | 0.56±0.28 | 0.18±0.04 | F3 |
| Kuzu-buzağı | * | 0.12±0.02 | 4.50±0.42 | F3 |
| Civciv | * | * | 4.74±0.56 | F3 |
| Sığır besi | - | - | - | F4 |
| Toklu besi | - | * | * | F4 |
| Sığır Süt | 0.58±0.45 | * | * | F4 |
| Sığır besi | 1.20±0.25 | 0.66±0.06 | * | F5 |
| Sığır süt | - | * | * | F5 |

:- aflatoksin saptanmamıştır, *: örnek alınmamıştır, F1-F5: Fabrikalar

Çizelge 2. Van ilinde bulunan yem fabrikalarında 3 ayrı dönemde alınan yem numunelerinin aflatoksin B2 düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ortalama ve standart hataları

| Yem Türü | Yem Toplama Dönemleri | | | Fabrika |
|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Kuzu-buzağı | 0.53±0.13 | - | - | F1 |
| Sığır süt | - | - | - | F1 |
| Sığır besi | - | - | - | F1 |
| Toklu besi | - | - | 0.22±0.06 | F1 |
| Civciv | - | - | - | F1 |
| Yumurtacı | 0.31±0.13 | * | * | F2 |
| Sığır besi | 3.56±0.42 | 0.22±0.31 | 0.58±0.42 | F2 |
| Toklu besi | 0.51±0.13 | 0.50±0.11 | * | F2 |
| Sığır süt | 1.14±0.17 | 0.58±0.40 | 0.58±0.04 | F2 |
| Kuzu-buzağı | 0.83±0.82 | 0.78±0.05 | 1.23±0.25 | F2 |
| Civciv | - | - | - | F2 |
| Sığır besi | - | - | - | F3 |
| Toklu | 0.61±0.24 | 2.70±0.63 | - | F3 |
| Sığır Süt | 0.01±0.001 | - | - | F3 |
| Kuzu-buzağı | - | - | 3.30±0.81 | F3 |
| Civciv | - | * | 4.27±0.87 | F3 |
| Sığır besi | - | - | - | F4 |
| Toklu | - | * | * | F4 |
| Sığır Süt | - | * | * | F4 |
| Sığır besi | 0.61±0.13 | 0.14±0.02 | * | F5 |
| Sığır süt | - | * | * | F5 |

:- aflatoksin saptanmamıştır, *: örnek alınmamıştır, F1-F5: Fabrikalar

Çizelge 3. Van ilinde bulunan yem fabrikalarında 3 ayrı dönemde alınan yem numunelerinin aflatoksin G1 düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ortalama ve standart hataları

| Yem Türü | Yem toplama dönemleri | | | Fabrika |
|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Kuzu-buzağı | - | - | - | F1 |
| Sığır süt | - | - | - | F1 |
| Sığır besi | - | - | - | F1 |
| Toklu besi | - | - | - | F1 |
| Civciv | - | - | - | F1 |
| Yumurtacı | - | * | * | F2 |
| Sığır besi | - | - | - | F2 |
| Toklu besi | - | - | * | F2 |
| Sığır Süt | - | - | - | F2 |
| Kuzu-buzağı | - | - | - | F2 |
| Civciv | - | * | - | F2 |
| Sığır besi | * | 0.52±0.46 | - | F3 |
| Toklu | - | - | - | F3 |
| Sığır Süt | - | - | 0.11±0.02 | F3 |
| Kuzu-buzağı | * | - | - | F3 |
| Civciv | * | - | - | F3 |
| Sığır besi | - | - | - | F4 |
| Toklu | - | * | * | F4 |
| Sığır Süt | - | * | * | F4 |
| Sığır besi | - | - | * | F5 |
| Sığır süt | - | * | * | F5 |

-: aflatoksin saptanmamıştır, *: örnek alınmamıştır, F1-F5: Fabrikalar

Çizelge 4. Van ilinde bulunan yem fabrikalarında 3 ayrı dönemde alınan yem numunelerinin aflatoksin G2 düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ortalama ve standart hataları

| Yem Türü | Yem toplama dönemleri | | | Fabrika |
|-------------|-----------------------|-----------|------------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Kuzu-buzağı | 1.13±0.28 | 1.03±0.11 | 0.23±0.02 | F1 |
| Sığır süt | 0.41±0.19 | 0.17±0.17 | 0.76±0.15 | F1 |
| Sığır besi | 1.16±0.13 | 0.43±0.03 | 0.44±0.25 | F1 |
| Toklu besi | - | 0.63±0.06 | 0.25±0.19 | F1 |
| Civciv | - | - | - | F1 |
| Yumurtacı | - | * | * | F2 |
| Sığır besi | 0.14±0.08 | - | - | F2 |
| Toklu besi | - | - | - | F2 |
| Sığır Süt | - | - | - | F2 |
| Kuzu-buzağı | - | - | - | F2 |
| Civciv | - | * | - | F2 |
| Sığır besi | * | 1.82±0.19 | - | F3 |
| Toklu | - | - | - | F3 |
| Sığır Süt | - | - | 0.92±0.17 | F3 |
| Kuzu-buzağı | * | - | 0.28±0.16 | F3 |
| Civciv | * | * | 0.38±0.23 | F3 |
| Sığır besi | 7.14±0.08 | 4.34±0.24 | 10.30±0.75 | F4 |
| Toklu besi | - | * | * | F4 |
| Sığır Süt | 4.40±1.07 | * | * | F4 |
| Sığır besi | - | - | * | F5 |
| Sığır süt | - | * | * | F5 |

-: aflatoksin saptanmamıştır, *: örnek alınmamıştır, F1-F5: Fabrikalar

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Van ilinde ticari hayvan yemi üreten fabrikalardan piyasaya sürülen ve 3 farklı zamanda (Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında) alınan karma yemlerde yapılan analizlerde aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 miktarları belirlenmiştir. Birinci dönemde fabrikalardan alınan 18 yem örneğinin 13'ünde (%72) aflatoksin B1 belirlenmiş olup, yemlerdeki AFB1 düzeyi 0.19- 1.22 µg/kg arasında olduğu gözlenmiştir. İkinci dönemde alınan 15 yem örneğinden 10 örnekte (%67) AFB1 belirlenmiş olup bu değerler 0.02-0.12 µg/kg arasında olup oldukça düşük seviyelerde seyretmiştir. Üçüncü dönemde alınan 15 yem örneğinden 9 örnekte (%60) AFB1 belirlenmiş olup bu değerler 0.18-4.74 µg/kg arasında saptanmıştır. Her üç dönemde de analiz edilen toplam 48 yem örneğinden 32'sinde (%67) AFB1 tespit edilir iken; AFB1 düzeyi tespit edilen 32 yemden 25'inde (%78) ≤ 1 µg/kg 'dan daha düşük, 5 adet yemde ise (%16) 1-3 µg/kg değerleri arasında AFB1'e rastlanmış, 2 adet yem örneğinde ise (%6) 4-5 µg/kg sınır düzeyinde AFB1 saptanmıştır.

AFB2 değerleri incelendiğinde; birinci dönemde toplam 18 yem örneğinin %50'sinde 0.01-3.56 µg/kg değerleri arasında belirlenmiştir. İkinci dönemde toplanan 15 yem örneğinin 6'sında (%40) 0.14-2.70 µg/kg değerleri arasında belirlenmiştir. Üçüncü dönemde toplanan 15 yem örneğinin yine %40'ında 0.22-4.27 µg/kg değerleri arasında AFB2 belirlenmiştir.

Aflatoksin G1 değerleri ele alındığında; birinci dönem alınan 18 yem örneğinde belirlenmemiş, ikinci ve üçüncü dönemde alınan 15 yem örneğinden ise sadece bir tanesinde (%6.6) sırasıyla 0.52 ve 0.11 µg/kg AFG1 belirlenmiştir.

Aflatoksin G2 değerleri; birinci dönemde alınan 18 yem örneğinden 6'sında (%33) 0.41-7.14 µg/kg arasında AFG2 belirlenmiştir. İkinci dönemde alınan 15 yem örneğinden 6'sında (%40) 0.17-4.34 µg/kg değerleri arasında belirlenmiştir. Üçüncü dönemde toplanan 15 yem örneğinden sadece birinde 10.30 µg/kg olarak belirlenmiş olup, aflatoksin G2 tespit edilen diğer 7 örnekte (%47) 0.23-0.92 µg/kg değerleri arasında AFG2 değeri saptanmıştır.

Toplam aflatoksin (B1, B2, G1, G2) değerleri; birinci dönemde toplanan 18 yem örneğinden sadece birinde 7.14 µg/kg olarak belirlenmiş olup diğer aflatoksin belirlenen 12 örnekte ise (%67) 0.6-4.98 ppb değerleri arasında saptanmıştır. İkinci dönemde alınan 15 yem örneğinden 14'ünde (%93) 0.80- 4.93 ppb değerleri arasında belirlenmiştir. Üçüncü dönem toplanan 15 yem örneğinden 13'ünde (%87) 0.18-10.30 µg/kg değerleri arasında saptanmıştır. Elde edilen bu bulgular literatür ile kıyaslandığında;

Kaya ve ark. (1996), 48 yem fabrikasından aldıkları 1200 yem ve yem ham maddesinde mikotoksin taraması yaptıkları çalışmalarında; mikotoksin saptanan yemlerin %41'inde 8-320 µg/kg değerleri arasında aflatoksin kalıntısı saptamış, mevcut çalışmamızda incelediğimiz yemler ile karşılaştırıldığında elde edilen aflatoksin değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir.

Şanlı ve ark. (1982) tarafından ince tabaka kromatografisi (İTK) kullanılarak toplam 96 adet yem örneği (kanatlı yemleri ve yem hammaddeleri) ile yapılan çalışma sonunda yumurta tavuğu yeminde 9.30 ± 2.67 µg/kg, etlik piliç yeminde ise 4.02 ± 1.11 µg/kg ve yem ham maddelerinde 6.04 ± 1.56 µg/kg düzeylerinde AFB1 değeri saptanmıştır. Bu bulgular mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında, sadece 2 adet (%6) yem örneğinden (4-5 µg/kg) elde edilen AFB1 değerlerine paralellik göstermekte olup diğer bulguların mevcut çalışmadan yüksek olduğu görülmektedir.

Oruç ve ark. (2007) tarafından Bursa bölgesindeki dört yem fabrikası ve 17 süt üreticisi çiftliğinden alınan 93 karma yem ve yem hammaddeleri örneklerinde AFB1 ve T-2 toksin ELISA tekniği ile incelenmiştir. AFB1 ve T-2 toksinleri; besi yemi, buzağı yemi ve etlik piliç yemlerinde tespit edilmiş, ancak süt sığır yemlerinden sadece bir tanesinde T-2 toksin tespit edilememiştir. AFB1 toksin için tespit edilen en yüksek miktar süt sığır yemlerinde 72.80 µg/kg olarak, en düşük değer ise etlik piliç yemlerinde 8.40 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada saptanan tüm AFB1 düzeylerinin mevcut çalışmamızda elde edilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Kichou ve Walser (1993) tarafından; 1989-1991 yılları arasında Fas'ta 30 tavukçuluk işletmesi ve 4 yem değirmeninden alınan toplam 315 kanatlı yeminde ve bu yemlerin ham maddelerinde AFB1 taraması yapılmıştır. Yem değirmeninden alınan örneklerin %4'ünde AFB1 tespit edilmiş, bunun %17'si

ayçiçeği küspesinde (20-80 µg/kg arasında) AFB1 ve %4'ü mısır ham maddesinde (110 µg/kg) tespit edilmiştir. Karma yemlerde ise 20-100 µg/kg düzeyinde AFB1 tespit edilmiştir. Tavuk çiftliklerinde alınan yem numunelerinin %17'sinde AFB1 tespit edilmiş, bunun %20'sinin pelet yemlerde, %16'sının Cramble civciv yemlerinde ve %15'ininde toz yemlerde olduğu belirlenmiştir. AFB1 düzeyinin 4 örnek hariç 20-200 µg/kg arasında olduğu ancak 4 yem örneğinin ise çok yüksek seviyede 2000-5625 µg/kg arasında AFB1 içerdiği bildirilmiştir. Fas'taki yemlerde Aflatoksin miktarları %4 ile %20 arasında belirlenmiş olup belirlenen bu düzeyler dikkate alındığında, mevcut çalışmamızdan çok yüksek olduğu görülmektedir.

Elzupir ve ark. (2009)'nın, Sudan'ın Khartoum ilinde hayvan yemlerinde yaptıkları aflatoksin taramasında; yaz, sonbahar ve kış mevsiminde, çiftlikler ve direkt satış yapan fabrikalardan yem örnekleri alınmıştır. Bu çalışmada alınan 8 adet fabrika yeminden 2 tanesinde (%25'inde) 110.89 µg/kg AFB1, 1 tanesinde (%12.5) 10.23 µg/kg AFB2, 5 tanesinde AFG1 (%62.5) 225.83 µg/kg ve 3 tanesinde (%37.5) 31.53 µg/kg AFG2 tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki sonuçlar mevcut çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular ile kıyaslandığında (Çizelge 1-4) 10 kat kadar daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Nizamlıoğlu ve Oğuz (2003) tarafından Konya havzasında; 52 farklı yumurtacı tavuk karma yeminde toplam aflatoksin (B1+B2+G1+G2) seviyesinin incelendiği bir çalışmada 37 adet yemde (%71.1) aflatoksin saptanmıştır. Ancak aflatoksin seviyesinin büyük kısmının 5 µg/kg'dan düşük olduğu (pozitif örneklerin %50'si) tespit edilmiş, 2 adet yem örneğinin yemler için kabul edilen maksimum 20 µg/kg seviyesinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Bu değerler, elde ettiğimiz değerler ile kıyaslandığında sonuçlar paralellik göstermektedir.

Liu ve ark. (2016) tarafından, Çin'in orta bölgelerinden 2012-2014 yılları arasında 3 yıl boyunca 2528 yem hammaddesi ve karma yem örneklerinde aflatoksin B1 (AFB1), zearalenone (ZEN) ve deoxynivalenol bulaşmaları araştırılmıştır. Araştırma sonunda domuz, civciv, kaz ve balık karma yemlerinin %13.5'den %72'ye kadar AFB1 bakımından pozitif olduğu bunun yıllara göre farklılık gösterdiği 2012 yılında en düşük 2014 yılında ise en yüksek pozitif AFB1 saptanmıştır. İncelenen karma yemlerde AFB1 miktarı ortalamaları 3.7 ile 36.2 µg/kg arasında tespit edilmiştir. Bu değerler Van ilinde üretilen karma yem değerleri ile kıyaslandığında yüksek oldukları gözlenmektedir. Ancak bulaşıklık oranı bakımından paralellik göstermektedir.

Thieu ve ark. (2008), Güney Vietnam'da domuz karma yemlerinde yaptıkları aflatoksin taraması çalışmasında; yavru domuz yemlerinin %100'ünde ortalama 4.7 µg/kg ve damızlık yemlerinin %96'sında ortalama 7.5 µg/kg aflatoksin B1 belirlemiştir. Bu sonuçların çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara yakın olduğu görülmektedir.

Hadzadeh Moalem ve ark. (2010) tarafından Kuzey İran'da 2008 yaz ve 2009 kış mevsiminde konsantre, şeker pancarı, pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeği ham maddelerinden oluşan ve her mevsimde 192 adet olmak üzere toplam 384 adet yem Mazandaran havzasındaki köylerde bulunan sığır çiftliklerinden toplanarak analize tabii tutulmuştur. Yaz döneminde alınan 192 örneğin 52'sinde (%27.1) AFB1 pozitif (min=1 ve max=11, ortalama 3.83 µg/kg) olarak saptanmıştır. Ancak kış döneminde 192 örnekten 82'sinde (%42.7) AFB1'in (min=0.4 ve max=14, ortalama=5.09 µg/kg) pozitif olduğu saptanmıştır. Araştırmaya konu olan yemlerin niteliği farklı olmakla beraber bu çalışmada saptanan bulgular elde ettiğimiz değerler gibi kabul edilebilir üst seviyelerden oldukça düşük olması nedeniyle paralellik arz etmektedir.

Zinedine ve ark. (2007) tarafından Fas'ın Rabat ilinde 21 adet kanatlı yeminde yapılan aflatoksin taramalarında yemlerin %66.6'sında aflatoksin saptanmış olup AFB1 değerinin 0.05 ile 5.38 µg/kg arasında olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, elde ettiğimiz sonuçlar ile tam bir paralellik göstermektedir.

Alkhalaf ve ark. (2010) tarafından, Suudi Arabistan'ın Al-Qassim bölgesinde yerel marketlerden alınan 96 adet çeşitli kanatlı karma yemlerinde yapılan aflatoksin analizlerinde, etlik piliç (başlangıç, büyütme ve geliştirme) ve yumurtacı yemlerinde; AFB1 <10 µg/kg; AFB2 < 2 µg/kg; AFG1 (3 ile 46 µg/kg arasında) ve AFG2 değerlerinin büyütme yemi hariç diğer yemlerin <10 µg/kg (14 ile 35 µg/kg arasında) olduğu saptanmıştır. Bu değerler, bizim çalışmamızda elde edilen bulgulardan biraz yüksek olmakla beraber yine de paralellik göstermektedir.

Özkaya ve Temiz (2003), Türkiye’de gıda ve yemlerde bulunmasına izin verilen aflatoksin düzeylerinin; geviş getiren hayvanların karma yemlerinde (kuzu buzağı yemleri hariç) 50 µg/kg kümes kanatlıları karma yemlerinde (civciv yemleri hariç) 20 µg/kg, diğer karma yemlerde ise 10 µg/kg olarak kabul edildiğini bildirmektedir. Hayvanların tükettiği ile birlikte mikotoksinlerin hayvanlara, hayvanlardan da insanlara geçerek insanların sağlıkları üzerine olumsuz etki oluşturabileceğinden dolayı mikotoksinlerin en güvenli tolerans değeri sıfır kabul edilmektedir. Fakat günümüzde mikotoksinlerin çeşitli ürünlerde doğal olarak yaygın bir şekilde bulunması nedeniyle bu düzeyin uygulanması mümkün olmadığından maksimum tolerans düzeyleri kullanılmaktadır. Bu tolerans düzeyleri ülkemizde AB normları dikkate alınarak, karma yemlerde istenmeyen maddeler faslında, kabul edilebilir maksimum Aflatoksin düzeyleri ile ilgili tebliğ, 5 Şubat 2007 tarih ve 2571 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş ve halen yürürlükte olup yem fabrikaları denetim altına alınmıştır. Ülkemizde AFB1 üst tolerans sınırları (Anonim 2007), karma yem hammaddelerinde 20 µg/kg, besi yemlerinde 20 µg/kg, süt yemi, buzağı ve kuzu yeminde 5 µg/kg, kanatlı yemlerinde (civciv hariç) 20 µg/kg, civciv yemlerinde 5 µg/kg ve diğer yemlerde 5 µg/kg’dır.

Sonuç olarak Van havzasında ticari olarak piyasaya sürülen yemlerde yapılan aflatoksin analizlerinde yemlerin çoğunda yukarıdaki kabul edilebilir üst seviye limitleri dikkate alındığında; yemlerdeki aflatoksin miktarının oldukça düşük değerlerde olduğu saptanmıştır. Ancak arzu edilen yemlerde aflatoksinlere hiç rastlanmamıştır. Yüksek sıcaklık, yağışlı ve havasız ortam gibi kötü koşullarda ve uzun süreli depolamadurumlarında aflatoksinin artacağı bilinen bir gerçektir. Bu nedenle yem hammaddelerinin depolanacağı siloların havalandırma özelliğinin olması, yeni hasat edilen hammaddelerin nem oranının %10-12 arasında tutulması, yem hammaddelerinin propiyonik asit gibi asitler ile muamele edilerek saklanması aflatoksin gelişimini engelleyecektir.

Teşekkür

Bu çalışmayı, yüksek lisans tez projesi olarak destekleyen (2010-FBE-YL070) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdel-Fattah HM, Kamel YY, Megalla SE, Hafez AH (1982). Aflatoxin and aflatoxicosis. I. fungal flora of some food and animal feeds with special references to aflatoxin-producing abilities. *Mycopathologia*. 77(3): 129-135.
- Akiama H, Goda Y, Tanaka T, Toyoda M (2001). Determination of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in spices using multi-functional column clean-up. *Journal of Chromatography A*. 932: 153-157.
- Alkhalaf NA, Osman AK, Salama KA (2010). Monitoring of aflatoxins and heavy metals in some poultry feeds. *African Journal of Food Science*. 4 (4):192-199.
- Anonim (2007). Karma yemde aflatoksin düzeylerine dikkat. *Türkiyem-Bir Bülteni 2007*. Sayı: 17. Türkiye Yem Sanayicileri Birliğinden Haberler 2007/195.
- AOAC (2005). International, AOAC Official Method 2003.02.
- Applebaum RS, Brackett RE., Wiseman DW, Marth, EH (1982). Responses of dairy cows to dietary aflatoxin: feed intake and yield, toxin content, and quality of milk of cows treated with pure and impure aflatoxin. *Journal of Dairy Science*. 65(8): 1503-1508.
- Basmacıoğlu H, Ergül M (2003). Yemlerde bulunan toksinler ve kontrol yolları. *Hay. Üret.* 44(1): 9-17.
- Bondy GS, Pestka JJ (2000). Immunomodulation by fungal toxins. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Review*. 3: 109-143.
- Dimitrieska-Stojkovic E, Stojanovska-Dimzoska B, Ilievska G, Uzunov R, Stojkovi G, Hajrulai-Musliu Z, Jankuloski D (2016). Assessment of aflatoxin contamination in raw milk and feed in Macedonia during 2013. *Food Control*. 59: 201-206.
- Elzupir AO, Younis MH, Fadul MH, Elhussein AM (2009). Determination of aflatoxins in animal feed in Khartoum State, Sudan. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8(5): 1000-1003.
- European Commission (2002). Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed. *Off J Eur Communities*. L140/16:30.5.2002:16
- Hadizadeh Moalem SH, Gholampour AI, Azarmi M (2010). Prevalence of aflatoxin B1 in feedstuffs in Northern Iran. *Global Veterinaria*. 4(2): 144-148.

- 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.
- Khlangwiset P, Shephard GS, Wu F (2011). Aflatoxins and growth impairment: a review. *Critical Reviews in Toxicology*. 41(9): 740-755.
- Kichou F, Walser MM (1993). The natural occurrence of aflatoxin B1 in Moroccan poultry feeds. *Veterinary and Human Toxicology*. 35(2): 105-108.
- Liu Y, Chang CC, Marsh GM, Wu F (2012). Population attributable risks of aflatoxin-related liver cancer: systematic review and meta-analysis. *Eurasian Journal of Cancer*, 48(14): 2125-2236.
- Liu J, Sun L, Zhang J, Guo J, Chen L, Qi D, Zhang N (2016). Aflatoxin B1, zearalenone and deoxynivalenol in feed ingredients and complete feed from central China. *Food Additives & Contaminants: Part B*. 9 (2): 91-97.
- National Criterion of China (2007). Tolerance limits for deoxynivalenol in formula feed. GB13078.3-2007. Beijing: Standards Press of China.
- Nizamlıoğlu F, Oguz H (2003). Occurrence of aflatoxins in layer feed and cornsamples in Konya province, Turkey. *Food Addit Contaminat*. 20(7): 654-658.
- Oruç HH., Cengiz M, Uzunoğlu İ (2007). Occurrence of aflatoxin B1, and T-2 toxin in feed and raw ingredients used for animal feeding stuffs. *Uludag. Univ. J. Vet. Med*. 26: 1-5.
- Özkaya Ş, Temiz A (2003). Aflatoksinler: kimyasal yapıları, toksisiteleri ve toksifikasyonları. *Mikrobiyoloji Dergisi Cilt*, 01
- Sonal S, Oruç HH (2000). Bursa bölgesindeki tavuk çiftliklerinden sağlanan yemlerde mikotoksin düzeyleri. *YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*. 11(2): 1-6.
- Şanlı S, Ceylan S, Kaya S (1982). Tavuk yemlerinde ve yem hammaddelerinde aflatoksinler. *AÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*. 29(3-4): 473-492.
- Thieu NQ, Ogle B, Pettersson H (2008). Screening of aflatoxins and zearalenone in feedstuffs and complete feeds for pigs in Southern Vietnam. *Tropical Animal Health and Production*. 40(1):77-83.
- Zinedine A, Juan C, Soriana JM, Molto JC, Idrissi L, Manes J (2007). Limited survey for the occurrence of aflatoxins in cereals and poultry feeds from Rebat, Morocco. *International Journal of Food Microbiology*. 115(1):124