

**TÜRKİYE'NİN DEĞİŞİK BÖLGELERİNDE ÜRETİLEN KARMA YEM VE YEM
HAMMADDELERİNİN MİKOTOKSİNLERLE KİRLENME DURUMUNUN
İNCELENMESİ***

A. Nazım Özkazaç H. Russel-Sin*** Yusuf Şanlı**
Sezai Kaya******

**The investigation of the pollution status arising from mycotoxins in the mixed
feeds and feedstuffs produced in various region of Turkey.**

Summary: *In this study, multi-mycotoxin residue analysis were carried out in totally 302 feeds and feedstuffs obtained regularly from 25 feed factory in seven different region of Turkey. Using thin layer chromatographic and fluorodensitometric procedures, samples were subjected to the residue analysis for aflatoxins, ochratoxin A, patulin, citrinine, T-2 toxin and zearalenone. According to the results of residue analysis, it was found that mycotoxin incidence was 31.65 per cent in the samples. It was determined that the incidence of aflatoxin B₁ was 11.2 per cent, aflatoxin G₁ 1.98 per cent, aflatoxin G₂ 0.3 per cent and ochratoxin A 18.2 per cent.*

According to the results of individual analysis, it was determined that minimum and maximum levels were 1-80 ppb for aflatoxin B₁, 10-150 ppb for aflatoxin G₁, 1-150 ppb for aflatoxin G₂ and 4-150 ppb for ochratoxin A. The average level of aflatoxin B₁ was 27.93 ppb, aflatoxin G₁ 15.57 ppb, aflatoxin G₂ 33 ppb and ochratoxin A 48.87 ppb.

As a result of interpretation of analysis results, it was resulted that fungal invasion and mycotoxin residues in feeds and feedstuffs would be encountered in all region of Turkey for years and every seasons. When such feeds and

* Bu çalışma A.Ü. Veteriner Fakültesi ve Hannover Veteriner Yüksek Okulu arasındaki bilimsel ve teknik işbirliği çerçevesinde yürütülen 17 numaralı araştırma projesinin mikotoksinlerle ilgili bölümünü kapsamaktadır.

** Prof. Dr., A.Ü. Veteriner Fakültesi, Farmakoloji-Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

*** Prof. Dr., Hannover Veteriner Yüksek Okulu, Kimya Enstitüsü, Hannover, Almanya.

**** Doç. Dr., A.Ü. Veteriner Fakültesi, Farmakoloji-Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

feedstuffs contained high levels and incidences of mycotoxins than those of national and international tolerance levels fed continuously to animals, there would be some potential risks for human and animal health and economical lost in animal production.

Özet: Bu çalışma kapsamında, 1986-1989 yılları arasında ülkemizin 7 ayrı bölgesinde sürekli üretim yapan 25 yem fabrikasından düzenli olarak sağlanan 302 adet karma yem ve yem hammaddesinde çoğul mikotoksin analizleri gerçekleştirildi. Kontrollü bir şekilde ince tabaka kromatografisi ve fluorodansitometrik yöntemler kullanılarak aflatoksinler (B_1, B_2, G_1, G_2) okratoksin A, patulin, sitrinin, T-2 toksin ve zearalenon yönünden yapılan analizler sonucunda örneklerin % 31.65 sıklığında mikotoksinlerle kirlendiği saptandı. Farklı mikotoksin çeşitlerine göre kirlenme sıklığının AFB_1 % 11.2, AFG_1 % 1.98, AFG_2 % 0.3 ve okratoksin A % 18.2 şeklinde değiştiği belirlendi.

Bireysel analizler sonuçları esas alınmak suretiyle yapılan değerlendirmelerde mikotoksin çeşidine göre en düşük ve en yüksek kirlilik değerleri AFB_1 1-80 ppb, AFG_1 10-150 ppb, AFG_2 1-150 ppb ve okratoksin A 4-150 ppb arasında bulundu. Mikotoksin çeşidine göre ortalama kirlilik düzeyleri de AFB_1 27.93 ppb, AFG_1 15.57 ppb, AFG_2 33.0 ppb ve okratoksin A 48.87 ppb olarak hesaplandı.

Analitik bulguların çok yönlü olarak değerlendirilmesi sonucunda, küflenme ve kirlenme olgularının ülkemizde bütün bölgelerde, yıllardır ve her mevsimde meydana gelebildiği anlaşıldı. Literatür kaynaklarda bildirilen değerlere, ulusal ve uluslararası nitelikli yasal kontrol limitlerine göre daha sık ve yüksek boyutlarda mikotoksinlerle kirlendiği ortaya çıkan böyle yem ve yem hammaddelerinin sürekli olarak hayvan beslemede kullanılması halinde hayvansal üretimde önemli ekonomik kayıplara yol açabileceği, insan ve hayvan sağlığına yönelik çok yönlü toksisite riskinin söz konusu olabileceği anlaşıldı.

Giriş

Tahıllar, yağlı tohumlar ve karma yem çeşitlerinin, mantarların invazyonuna uğraması sonucunda gelişen küflenmeler bütün dünyada yaygın biçimde karşılaşılan doğal bir kirlenme olgusudur (1,39,40, 44). Günümüze değin konuya ilişkin olarak yapılan yoğun araştırmalarla invazyona katılan mantarların metabolizma ürünleri izole edilerek, çok yönlü toksik etkileri açıklığa kavuşturulmuş; sorunun insan ve hayvan sağlığını tehdit eden boyutları ortaya çıkartılmıştır. (6,8,9,13,21).

Mısır, soya fasülyesi, pamuk tohumu ve ayçiçeği küspesi gibi yağlı tohumlar ile bunlardan hazırlanan karma yem çeşitleri değişik oranlarda farkı türden mantarların üremesine çok uygun bir ortam oluşturur (1,23,28,34,45). Özellikle ılıman, sıcak ve rutubetli bölgelerde üretilen veya uygunsuz koşullarda depolanan böyle tarımsal ürünlerin küflenme riski son derece yüksektir (2,4,44). Ancak, üreme etkinliği yönünden mantarların bir substrat bağımlılığı yoktur. Çevre koşulları mantar üremesine uygun hale geldiğinde, % 13'den daha yüksek oranlarda rutubet tutan bütün tarımsal ürünler, karma yem ve hazır yiyecek çeşitleri, tarlada ve depolama ortamlarında, kolayca küflenebilir. Bu yüzden, her yıl dünya tahıl ve yağlı tohum üretiminin en az % 1 küflenme ve çürüme yüzünden işe yaramaz hale gelir (1,6,24,40).

Küflenmiş tarımsal ürünler ve besin maddelerinde zehirlenmeye yol açan toksik madde, mantarlarının metabolizma ürünü olan mikotoksinlerdir. Ancak, toksijenik nitelikli olan mantar türleri mikotoksin sentezleyebilirler. Günümüze değin varlığı ortaya konmuş 300.000'den fazla mantar türünden 250 kadarının toksijenik nitelikli olduğu ve bunlardan 20 dolayındaki türün de yaygın biçimde küflenmelere katılarak hazırladıkları mikotoksinlerle insan ve evcil hayvanlarda ciddi sağlık sorunu yaratabilecekleri anlaşılmıştır (6,28,37,38,44,49).

Günümüze değin her çeşit tarımsal ürün, karma yem ve hazır besinlerin doğal kirlenmesine katılan ve dolayısıyla tüketici hayvan türleri ile insanlar için sürekli sağlık riski yaratan başlıca mikotoksin çeşitleri arasında aflatoksinler (B_1, B_2, G_1, G_2) okratoksinler, zearalenon, sitrinin, patulin, penisillik asit, trikotesenler, fusariotoksin, sterigmatosistin ve ergot alkaloidleri bulunur (1,4,6,45).

Aynı türden olan bütün mantar suşları mikotoksin sentezleyemediği gibi, uygun koşullar bulunmadıkça toksijenik suşlar da mikotoksin sentezleyemezler (6,8,28,38,40,50).

Küflenme olguları sonucunda tarımsal ürünler ve besin maddeleri gözle görülebilir şekil, renk ve koku değişikliğine uğrar. Hızla çoğalan mantarların enzimatik etkinliğiyle biyokimyasal ve organoleptik olarak bozular (7,21,44). Böyle ürünler besin değerlerini önemli derecede kaybettikleri gibi, küflenmeye katılan mantarların türüne ve invazyon boyutuna bağımlı bir şekilde değişik derecelerde mikotoksinlerle kirlenirler (1,13,28,31,51).

Konuya ilişkin olarak günümüze değin gerçekleştirilmiş çok sayıda araştırma bulguları, aflatoksinler başta olmak üzere, tarımsal ürünler ve hazır besinlerin doğal kirlenmesine katılan mikotoksin çeşitlerinin hepsi de insan ve evcil hayvan türleri için toksik etkili olduğunu ortaya koymuştur (4,5,6,15,20,44). Ancak, toksisitenin derecesi ve ortaya çıkan klinik zehirlenme belirtileri ile gelişen patolojik bozuklukların niteliği mikotoksin çeşidine, alınma miktarına ve hayvanın türüne göre önemli derecede ayırım gösterir (8,9,15,17,18,49).

Kısaca açıklandığı üzere, mikotoksinlerle kirlenmiş yemleri tüketen bütün evcil hayvan türlerinde farklı klinik belirtilerle kendini gösteren ve mikotoksikozis olarak adlandırılan gizli, akut ve kronik tipte zehirlenmeler meydana gelir. Büyük ve küçükbaş evcil hayvanlar genellikle mikotoksinlere nisbeten dayanıklı olmalarına karşın, özellikle civcivler, hindi ve ördek palazları başta olmak üzere, bütün kanatlı hayvanlar mikotoksinlerin çoğunluğuna karşı aşırı derecede duyarlıdır (2,12,14,19,29). Genellikle, diğer hayvan türlerinde tümüyle etkisiz kalabilen veya subklinik etkiler oluşturan mikotoksin miktarları evcil kanatlılarda dramatik akut zehirlenmeler sonucu toplu ölümlere neden olabilir. Daha da kötüsü, yem hammaddeleri ve karma yemlerde bulunan ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) düzeyindeki mikotoksin kirlilikleri bile bu hayvan türlerinde çok karmaşık sendromlarla kendini gösteren birincil ve ikincil nitelikli kronik zehirlenme epidemilerine yol açabilir (1,13,22,37,42).

Başta aflatoksikozisler olmak üzere, kanatlılarda karşılaşılan kronik mikotoksikozis olguları genellikle diğer bulaşıcı enfeksiyöz, sistemik, organik ve metabolik hastalıklarda da karşılaşılabilen, genel nitelikli bozukluk ve sendromlarla kendini gösterir (1,2,37,40). Genellikle, kalıcı nitelikli ve sağıtılma şansı çok zayıf olan söz konusu bozukluklar azot metabolizması ve protein sentezinin bozulması, vitamin ve mineral kullanımının sınırlandırılması (22,25,26,32) gibi metabolik bozukluklar; vücut direnci ve immünitenin kırılması, aşılama ve ilaçla sağıtım etkinliğinin azalması, stres olaylarına uyum yeteneğinin kaybolması, sonuçta hastalanma ve ölüm oranlarının artması gibi kondüsyon bozuklukları (4,9,10,15,30); zayıf pigmentasyon, tüylenme ve karkas kalitesinin bozulması sorunları (12,22,29,46) ile bütün bunlara bağlı olarak gelişen yemden yararlanma, canlı ağırlık kazanma ve büyüme oranlarının azalması ve yumurta veriminin düşmesi gibi ekonomik sorunlardan oluşur (1,15,34,44). Belirtilen nedenlerle

mikotoksinlerle kirlenmiş yem tüketimi, bütün dünyada hayvancılık sektöründe karşılaşılan önemli bir sorun olarak dikkati çeker.

Bu çalışma kapsamında ülkemizde üretilen başlıca yem hammaddeleri ve karma yem çeşitlerinin mikotoksinlerle kirlenme sıklığı ve boyutları ortaya çıkartılarak, öncelikle hayvancılık sektörünü ilgilendiren çok yönlü olumsuz etkileri ile halk sağlığına yönelik toksisite riskinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Analiz örnekleri

Çalışma kapsamında ülkemizin 7 ayrı coğrafik bölgesinden seçilmiş ve sürekli üretim yapan 25 ayrı yem fabrikasından düzenli olarak sağlanan 302 adet karma yem örneği araştırma materyali olarak kullanılmıştır. 1986-1989 yılları arasındaki 4 yıllık üretim dönemlerini kapsayan örnekler civciv geliştirme yemi (70 adet), etlik piliç yemi (70 adet), yumurta tavuğu yemi (60 adet), damızlık tavuk yemi (15 adet), sığır besin yemi (14 adet), mısır (23 adet), soya fasülyesi unu (14 adet), ayçiçeği küspesi (9 adet), pamuk tohumu küspesi (5 adet) ve balık, et-kemik ve kan unu (toplam 22 adet) çeşitlerinden oluşturulmuştur. Aylık olarak sağlanan yem örnekleri normal çevre ısısında ve rutubetsiz ortamda tutularak, en kısa sürede analize alındı.

Adsorbanlar: *Silikajel-G* (ince-tabaka kromatografi için, Type 60, Merck, Art. 7731); *Ön kaplamalı ince-tabaka plakaları* (Merck. 5748.0001); *Silikajel* (kolon kromatografisi için 70-230 mesh ASTM, Merck, Art. 7734): 80 °C'de iki saat süreyle aktive edilip, desikatörde soğutulduktan sonra, ağırlık/ağırlık esasına göre % 1 oranında damıtık su katılarak iyice karıştırılmakla bölümsel olarak deaktive edildi. Analiz süresince desikatörde saklandı.

Ayıraçlar: *Sodyum Sülfat* (Susuz, granüllü, Merck. Art. 6649); *Kurşun Asetat Çözeltisi*: 20 g nötral kurşun asetat trihidrat, bir miktar damıtık su ile balon jodede çözdürüldükten sonra 0.3 ml glasiyal asetik asit katıldı ve damıtık su ile hacmi 100 ml'ye tamamlandı; *Doymuş Sodyum Klorür Çözeltisi*; *Alüminyum Klorür Çözeltisi*: % 95'lik etil alkolde % 24'lük; *Trifluoroasetik asit* (Merck. Art. 808206); *Sülfürik asit* (% 25'lik); *Formik asit* (Merck. Art. 263); *Potasyum klorür çözeltisi*: % 4'lük sulu çözelti.

Mikotoksin standartları: *Aflatoksin B₁* (Sigma, No: A-6636); *Aflatoksin B₂* (Sigma, No: A-9887); *Aflatoksin G₁* (Sigma, No: A-0138); *Aflatoksin G₂* (Sigma, No: A-0263); *Okratoksin A* (Sigma, No: 0-1877); *Sitrinin* (Sigma, No: C-a017); *Patulin* (Sigma, No: P-1639); *T-2 toksin* (Sigma, No: T- 4887); *Zearalenon* (Sigma, No: Z-2125).

Mikotoksin Standart Çözeltileri: Mikotoksin standartları etiketleri üzerindeki ağırlıkları dikkate alınarak, 8-10 µg/ml'lik derişim sağlayacak şekilde, benzol: asetonitril (98:2) karışımında çözdürüldü. Horwitz ve Arkadaşlarınca (16) önerilen yöntem ile her bir stok çözeltideki mikotoksin derişimi ölçüldükten sonra, aynı yöntem uyarınca çalışma standart çözeltileri hazırlandı. Stok ve standart çalışma çözeltileri toplam ağırlık yönünden mg düzeyine kadar tartılıp, alüminyum plakalarla kaplandıktan sonra analizler süresince soğutucuda saklandı.

Çözücüler: *Asetonitril* (Merck, Art. 800015); *Benzol* (Merck, Art. 1781); *İzooktan* (Merck, Art. 2727); *Kloroform* (Merck, Art. 2431); *n-Hekzan* (Merck, Art. 4368); *Dietileter* (Anhidr. Merck. Art. 921); *Metanol* (Merck. Art. 6008); *Toluol* (Riedel, 242-51); *Etil asetat* (Merck, Art. 864).

Aygıt ve Gereçler: *Yüksek hızlı TLC tarayıcısı* (Shimatzu, CS-920 model); *İnce-tabaka kromatografisi aygıtı ve ekleri* (Desaga); *Otomatik Spotter* (Desaga, PS-01); *Ultraviyole lambası* (Chromatolux 2L); *Spektrofotometre* (Beckman, model-13); *Rotatif evaporatör* (Buchi); *Homojenizatör* (Virtis, model-23); Ayrıca, *Etiiv, desikatör, saç kurutma makinası, kromatografi kolonları* (20 mm iç çaplı ve 400 mm uzunluğunda), *ayırma hunileri, pipetler, rodajlı tüpler.*

Metot

Yem örneklerinde mikotoksin çeşitlerinin nitel ve nicel analizleri *Roberts ve Patterson* (33) tarafından önerilen ilkeler esas alınmak suretiyle Şanlı ve Arkadaşları (41)'nce uyarlanan yöntemle göre yapıldı. Aynı yöntemin uygulanmasına temel oluşturan işlemler özetle şu aşamalara göre gerçekleştirildi. 1. Yem örneklerindeki mikotoksin çeşitleri asetonitril: potasyum klorür çözeltisiyle ekstrakte edildi. 2. Kurşun asetat ve doymuş sodyum klorür çözeltileri kullanılarak divalant çöktürme işlemi ile flavinoid yapısındaki kirlilikler bertaraf edildi. 3. İzooktan ile sıvı-sıvı dağılım kromatografisi uygulanarak, çözülebilir yağlı kirlilikler giderildi. 4. Böylece ön arıtma

işlemleri tamamlanan asetonitril ekstraktına aynı zamanda kloroform ve damıtık su katılarak uygulanan dağılım kromatografisi ile mikotoksinlerin çözünme özelliklerine göre kloroform ve su fazlarına geçmesi sağlandı. 5. Sulu faza geçen mikotoksin çeşitleri ortamın asitleştirilmesinden sonra tekrar kloroform ile ekstrakte edildi. 6. Aynı ekstrakt yoğunlaştırılarak doğrudan kromatografik analizlerde kullanıldı. 7. Kloroform fazını oluşturan ekstraktın silikajel kolon kromatografisi uygulanmak suretiyle ileri temizlenme işlemi gerçekleştirildi. 8. Elde edilen temizlenmiş eluatlar yoğunlaştırılıp, ince-tabaka plakalarına uygulanarak ultraviyole ışığı altında nitel tanı ve yüksek hızlı TLC tarayıcısından yararlanılmak suretiyle de her bir mikotoksinin fluorodansitometrik nicel ölçümleri gerçekleştirildi. 9. Bulunan değerler ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) olarak hesaplandı.

Bulgular

Bu çalışma kapsamında mikotoksin çeşitleriyle kirlenme durumunun ortaya çıkartılması amacıyla 302 adet karma yem ve yem hammaddesi örneği çoğul mikotoksin varlığı yönünden analiz edilmiştir. Yem örneklerinin çeşit, bileşim ve nitelik olarak mikotoksinlerle kirlenme sıklığını ve boyutlarını ortaya çıkartabilmek için sağlanan bireysel analiz bulguları karma yem ve yem hammaddesi çeşitlerine göre gruplandırılmıştır. Böylece oluşturulan 11 ayrı yem grubu ile örnek sayısı ve her bir grupta saptanan mikotoksin çeşitleri, bunlara ilişkin rastlantı sıklığı, en düşük ve en yüksek kirlilik değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de toplanan verilerin değişik yönlerden değerlendirilmesi sonucunda analizi gerçekleştirilen yem örneklerinden % 31.65'inin mikotoksinlerle kirlendiği saptanmıştır. Çoğul mikotoksin analizleriyle aynı örnekte 9 çeşit mikotoksin varlığı ortaya çıkartma olanağı bulunduğu halde örneklerin hiç birinde aflatoksin B₂, patulin, sitrinin, T-2 toksin ve zearalenon bulunamamıştır. Buna karşın, bireysel analiz sonuçlarına göre yem örneklerinin % 11.2'sinde aflatoksin B₁, % 1.98'inde aflatoksin G₁, % 0.3'ünde aflatoksin G₂ ve % 18.2'sinde de okratoksin A varlığına rastlanmıştır.

Aynı tablo kapsamında gruplara göre dağılım mikotoksin çeşitleri rastlantı sıklığı esas alınmak suretiyle yapılan değerlendirmeler sonucunda, yem çeşitlerindeki kirlenme sıklığının mısır örneklerinde % 46.3, ayçiçeği küspesinde % 44.4, damızlık tavuk yeminde %

Tablo 1. Yem ve yem hammaddelerinde saptanan mikotoksin kirliliklerine ilişkin yüzde, en düşük ve en yüksek değerler (ppb olarak).

Yem örneklerinin çeşidi	Analiz örneği sayısı	Çeşitli Analitik ve İstatistiksel bulgular				
		Değerler	AF B1	AF G1	AF G2	Okratoksin
Civciv geliştirme yemi	70	%	14.2	2.8	-	14.2
		min.	1	10	-	4
		maks.	50	20	-	100
Etlik piliç yemi	70	%	12.8	-	-	24.2
		min.	10	-	-	10
		maks.	80	-	-	150
Yumurta tavuğu yemi	60	%	6.5	1.6	1.6	24.5
		min.	30	150	150	10
		maks.	50	-	-	80
Damızlık tavuk yemi	14	%	7.1	14.2	-	21.4
		min.	40	30	-	15
		maks.	-	-	-	40
Sığır besi yemi	14	%	-	-	-	15.3
		min.	-	-	-	40
		maks.	-	-	-	-
Mısır	23	%	37.7	-	-	8.6
		min.	20	-	-	25
		maks.	40	-	-	40
Soya fasulyesi	14	%	-	-	-	7.1
		min.	-	-	-	16
		maks.	-	-	-	-
Ayçiçeği küspesi	9	%	11.1	-	-	33.3
		min.	10	-	-	40
		maks.	-	-	-	100
Balık unu	16	%	6.2	6.2	-	12.5
		min.	-	16	-	30
		maks.	-	-	-	60
Et-kemik unu	6	%	-	-	-	-
		min.	-	-	-	-
		maks.	-	-	-	-
Pamuk tohumu	5	%	-	-	-	-
		min.	-	-	-	0.05
		maks.	-	-	-	0.1

42.7, broyler yeminde % 37, yumurta tavuğu yeminde % 32.2, piliç büyütme yeminde % 31.2, balık ununda % 24.7, sığır besi yeminde % 15.3 ve soya fasulyesi ununda da % 7.1 şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Karma yem çeşitleri ve yem hammaddelerinde saptanan mikotoksin çeşitlerine ilişkin ortalama değerler (ppb olarak).

Yem Örneğinin			Mikotoksin Çeşitleri			
Çeşidi	Üretim yılı	Sayısı	AFB ₁	AFG ₁	AFG ₂	Okratoksin A
Cırciv geliştirme yemi	1986-1989	70	11.6 ± 0.239	20.0 ± 2.637	—	83.3 ± 3.746
Etlik piliç yemi	1986-1989	70	34.0.0 ± 13.714	12.5 ± 2.637	—	49.5 ± 4.983
Yumurta tavuğu yemi	1987-1989	61	41.1 ± 9.522	15.2 ± 1.889	15.3 ± 1.889	42.3 ± 9.286
Damızlık tavuk yemi	—	14	26.7 ± 0.375	3.18 ± 0.869	—	40.6 ± 9.286
Sığır besi yemi	1987-1989	14	—	—	—	120 ± 4.432
Mısır	1986-1989	23	47.3 ± 3.159	—	—	72.4 ± 9.483
Soya Fasulyesi	1987-1989	14	—	—	—	28.7 ± 4.482
Ayçiçeği küspesi	1987	9	10.5 ± 2.615	—	—	59.0 ± 0.168
Pamuk tohumu küspesi	1987-1988	5	—	—	—	—
Balık, et-kemik, kan unu	1986-1989	22	10.3 ± 2.083	—	—	—

Bireysel analiz sonuçlarının karma yem ve yem hammaddesi çeşitlerine göre gruplandırılmasıyla her bir mikotoksin çeşidi için hesaplanan ortalama kirlilik değerleri ile standart sapmalarına ilişkin veriler Tablo 2'de toplanmıştır. Belirtilen verilerin incelenmesiyle yem çeşitlerinde okratoksin A kirliliklerini yansıtan ortalama değerlerin aflatoksin çeşitlerine ait değerlerden belirgin derecede yüksek olduğu dikkati çekmiştir.

Çoğul mikotoksin analizleri sonucunda kirlendiği anlaşılan toplam 96 adet yem ve yem hammaddesi örneğinin % 83'ünde bir çeşit ve geri kalanında da iki veya daha fazla çeşitten mikotoksin varlığı saptanmıştır. Keza, böyle örneklerde ölçülen aflatoksin kirliliklerinden % 24.3'ünün 10 ppb'den, % 24.3'ünün 20 ppb'den ve % 51.4'ünde 40 ppb veya daha yüksek düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Benzeri şekilde okratoksin A kirliliklerine, ilişkin değerlerin de % 21.4'ünün 10 ppb'den, % 23.4'ünün 20 ppb'den ve % 55.2'sinin ise 40 ppb veya daha yüksek boyutlara ulaştığı anlaşılmıştır.

Bütün analiz örneklerinde saptanan mikotoksin çeşitleri esas alınmak suretiyle hesaplanan en düşük, en yüksek ve ortalama kirlilik değerleri de aşağıdaki şekilde ayırım göstermektedir.

Mikotoksinler	En düşük değer, ppb	Ortalama değer, ppb	En yüksek değer, ppb
Aflatoksin B ₁	1	27.93	80
Aflatoksin G ₁	10	15.57	150
Aflatoksin G ₂	1	33.0	150
Okratoksin A	4	48.87	150

Yem örneklerinin üretim bölgelerine göre gruplandırılmasıyla yapılan istatistiksel değerlendirme verileri Tablo 3'de sergilenmiştir. Bireysel analiz verilerinin incelenmesi sonucunda, hiç yem örneği sağlanamayan Güney Doğu Anadolu Bölgesi hariç, diğer bölgelere ait yem örneklerinde hesaplanan kirlenme sıklığının Akdeniz Bölgesinde % 26, Karadeniz Bölgesinde % 24, İç Anadolu Bölgesinde % 22.6, Marmara Bölgesinde % 22.3, ve Doğu Anadolu Bölgesinde % 12.5 şeklinde değiştiği ortaya çıkmıştır. Üretim bölgelerini temsil eden yem örneklerinde her bir mikotoksin çeşidi için hesaplanan ortalama kirlilik değerleri (Tablo 3) dikkate alındığında, genellikle Akdeniz Bölgesine ait yemlerin daha yüksek düzeylerde kirlendiği, bunu sırasıyla Marmara, İç Anadolu, Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinden

Tablo 3. Karma yem çeşitleri ve yem hammaddelerinde üretim bölgelerine göre saptanan mikotoksin çeşitlerine ilişkin ortalama değerler (ppb olarak).

Yem örneğinin			Mikotoksin çeşitleri			
Çeşidi	Üretim yılı	Sayısı	AFB ₁	AFG ₁	AFG ₂	Okratoksin A
Marmara Bölgesi	1987-1989	85	33.6 ± 11.0121	50*	50*	21.6 ± 15.885
Ege Bölgesi	1987-1989	5	—	—	—	—
Akdeniz Bölgesi	1986-1988	23	36.3 ± 17.521	—	—	37.3 ± 14.444
İç Anadolu Bölgesi	1986-1989	146	22.9 ± 7.211	14.0 ± 6.752	16.0 ± 1.317	31.6 ± 14.431
Karadeniz Bölgesi	1986-1989	29	23.7 ± 8.538	20*	10*	21.6 ± 9.679
Doğu Anadolu Bölgesi	1986-1989	14	23.3 ± 9.820	—	—	20.0 ± 10.210
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	—	—	—	—	—	—

* : Bir örneğe ilişkin değer.

sağlanan yemlerin izlediği anlaşılmıştır. Ege Bölgesinden sağlanan örneklerde mikotoksin varlığı saptanamadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Farklı yıllardaki kirlenme durumunu ortaya koyabilmek için bireysel analiz sonuçları üretim yıllarına göre gruplandırılarak, her bir grupta yer alan yem örneklerinde saptanan mikotoksin çeşitlerinin rastlantı sıklığı ile ortalama kirlilik düzeyleri hesaplanmıştır. Tablo 4'de yer alan söz konusu verilerin incelenmesiyle, 1986-1989 dönemi arasındaki yıllara göre mikotoksin çeşitleriyle kirlenme sıklığının sırasıyla % 30.6, % 21.7, % 26.6 ve % 24.1 şeklinde olduğu dikkati çekmiştir. Ayrıca, farklı yıllarda üretilen yem örneklerinde saptanan mikotoksin çeşitleri için hesaplanan ortalama kirlilik düzeylerinin (Tablo 4) genellikle 20-30 ppb'lik değerleri arasında değiştiği, ancak, 1987 ve 1988 yıllarına ait yem örneklerinde okratoksin A'ya ve yalnızca 1988 yılı örneklerinde aflatoksin B₁'ye ilişkin değerlerin belirtilen düzeyi geçtiği dikkati çekmiştir.

Tablo 4. Karma yem ve yem hammaddelerinde üretim yıllarına göre saptanan mikotoksin çeşitlerine ilişkin ortalama değerler (ppb olarak).

Yem örneği		Mikotoksin çeşitleri			
Yıllar	Örnek sayısı	AFB ₁	AFG ₁	AFG ₂	Okratoksin A
1986	49	30.7 ± 1.147	20.0 ± 7.290	-	18.0 ± 6.163
1987	129	27.5 ± 1.603	10*	—	38.2 ± 0.782
1988	105	39.6 ± 0.525	13.0 ± 0.210	15.5 = 1.125	31.3 ± 0.716
1989	29	19.2 ± 1.612	—	—	25.0 ± 2.116

* : bir örneğe ilişkin değer.

Yem örneklerinde saptanan mikotoksin kirliliklerinin yıl içi değişim sıklığı mevsimlik üretimleri esas alınmak suretiyle ilkbaharda % 23.4, yaz aylarında % 22.7, sonbaharda % 24.4 ve kış aylarında da % 31.5 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, farklı mevsimlerde üretilen yem örneklerinde ayrı ayrı mikotoksin çeşitleri için hesaplanan ortalama kirlilik düzeyleri de Tablo 5'de verilmiştir. Belirtilen rakamsal değerler arasındaki ayrımların değerlendirilmesiyle, yem örneklerinde bulunan her çeşitten mikotoksin kirliliklerinin genellikle yaz aylarından başlayarak kış aylarına değin ılımlı bir artış gösterdiği anlaşılmıştır.

Tablo 5. Karma yem ve yem hammaddelerinde saptanan mikotoksin çeşitlerinin mevsimlere göre değişimini gösteren ortalama değerler (ppb).

Yem örneği		Mikotoksin çeşitleri			
Mevsim-ler	Örnek sayısı	AFB ₁	AFG ₁	AFG ₂	Okratoksin A
İlkbahar	67	26.6 ± 1.112	15.5 ± 2.639	15.5 ± 2.639	29.0 ± 3.240
Yaz	76	17.0 ± 1.004	—	20.0 ± 3.919	26.3 ± 2.054
Sonbahar	49	24.6 ± 2.185	80*	—	40.3 ± 0.615
Kış	110	28.7 ± 1.216	20*	—	42.6 ± 0.710

* : bir örneğe ilişkin değer.

Tartışma ve Sonuç

Bugün için mikotoksinlerle kirlenmiş yem ve besin tüketiminden doğabilecek çok yönlü sağlık sakıncalarının önlenmesi ve ekonomik kayıpların en az düzeye indirilmesi bakımından koruyucu önlemler ve gözlem niteliğindeki çalışmalar büyük önem taşır. Bu bağlamda olmak üzere, tarımsal ürünler, yem çeşitleri ve besin maddelerinde küflenme olgularının önlenmesi, kirlenmiş olanların ortaya çıkartılması, tüketimlerinin sınırlandırılması veya önlenmesi, bilimsel ve yasal kontrol çalışmalarına temel oluşturabilecek alt yapıların geliştirilmesi ile bütün bunlara dayanarak oluşturabilecek kapsalı bilimsel araştırmaların gerçekleştirilmesi başlıca kilit uygulamaları oluşturur (8,21, 29,31,42,43).

Çalışma kapsamında ülkemiz hayvancılık sektöründe tüketilen yem ve yem hammaddelerinin mikotoksinlerle kirlenme sıklığı ve boyutlarını gerçekçi bir şekilde ortaya koyabilecek şekilde araştırma materyali seçimine özen gösterilmiştir. Bu amaçla 1986-1989 yılları arasında kalan 4 yıllık dönemde, ülkemizi tümüyle kapsayacak şekilde, farklı coğrafik yapı ve iklimsel koşulları temsil eden 7 ayrı bölgede sürekli üretim yapan 25 yem fabrikasından, yıl içi değişimleri de temsil edecek şekilde, aylık yem ve yem hammaddesi örnekleri sağlanmıştır. Ayrıca, aynı ekstraksiyon teknikleriyle analiz örneklerinden ekstrakte edilebilen, güvenilir doğrulama testleri bulunan, kromatografik ve fluorodansitometrik yöntemlerle nitel tanısı ve nicel ölçümleri yapılabilen aflatoksinler (B₁,B₂,G₁,G₂), okratoksin A, patulin, sitrinin, T-2 toksin ve zearalenon çeşitlerinin varlığı esas alınmıştır (6,16,31,33,41).

Araştırma materyali yem ve yem hammaddelerinin % 31.65 sıklığında mikotoksin çeşitleriyle kirlenmiş halde bulunması (Tablo 1), ülkemizde yetiştirilen veya üretilen böyle ürünlerin yaygın nitelikli küflenme olguları ve kirlenme sorunuyla yüzyüze olduğu gerçeğini vurgulamaktadır. Gerçi aynı örneklerdeki kirlenme sıklığı aflatoksin B₁ yönünden % 11.2'ye, okratoksin A yönünden % 18.2 kadar inmekle beraber, belirtilen çeşitler yüksek düzeyde ve çok yönlü toksisite riski taşıdıklarından çok daha düşük değerlerdeki kirlenme sıklıkları bile son derece riskli bir durum olarak kabul edilmektedir (3,4,34,49).

Benzeri amaçlarla gerçekleştirilmiş çok sayıdaki araştırma sonuçlarından çeşitli ülkelerde üretilen tarımsal ürünlerin ve yem çeşitlerinin mikotoksinlerle kirlenme sıklığı arasında önemli ayrımlar bulunabileceği anlaşılmaktadır (6). Şöyleki, Amerika Birleşik Devletlerinde analizi gerçekleştirilen toplam 10212 tarımsal ürün ve yem örneğinde sırasıyla % 9.2 ve % 2.6 sıklıkla aflatoksin B₁ ve okratoksin A'ya rastlanırken, Kanada'da yetiştirilen tarımsal ürünlerde aynı sırayla % 1 ve % 21 oranlarında bulunmuştur (1). Aynı şekilde çeşitli tarımsal ürünlerde aflatoksin B₁'e ilişkin rastlantı sıklığı Fransa'da % 27, Danimarka'da % 49, İsveç'de % 10, İngiltere'de % 3.2, Almanya'da % 45 ve Türkiye'de % 12.8 olarak bildirilirken, okratoksin A için Danimarka'da % 35, İsveç'de % 3.5, Fransa'da % 2.5, Polonya'da % 5.3, Yugoslavya'da % 16, Japonya'da % 4 ve Türkiye'de % 17.8 olarak hesaplanmıştır (5,8,13,34,43).

Mikotoksinlerden kaynaklanan kirlenme sıklığına ilişkin olarak yukarıda sıralanan literatür veriler göz önüne alındığında, bu çalışma ile sağlanan aynı nitelikli bulguların ne denli uyumlu olduğu ve ülkemiz koşulları bakımından şaşırtıcı olamayacağı hususu açıkça görülebilir.

Analiz örneklerinde saptanan bireysel mikotoksin kirliliklerinin mısır örneklerinde % 46.3, ayçiçeği küspesinde % 44.4, tavuk yemi çeşitlerinde % 15.3, balık, et ve kemik ununda % 24.7 sıklıkları arasında değişim göstermesi beklenen ve normal bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Çünkü, bu alanda gerçekleştirilmiş çok sayıdaki araştırma sonuçlarıyla (1,4,8,15,21,28,34) enerji ve protein içeriğince zengin birer kaynak oluşturan mısır, soya fasülyesi, yer fıstığı, pamuk tohumu ve ayçiçeği gibi yağlı tohumların kolayca küflenebilecekleri ortaya konmuştur. Aflatoksin B₁ ile kirlenen 35 adet analiz

örneğinde % 24.3'nün 10-20 ppb arasında, % 24.3'ünde 20-40 ppb ve % 51.4'ünün 40-80 ppb arasında kirlilik içerdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde okratoksin A ile kirlenmiş toplam 55 örnekten % 21.4'ünün 10-20 ppb arasında, % 23.4'ün 20-40 ppb arasında ve % 55.2'sinin de 40-150 ppb arasında kirlilik içerdiği anlaşılmıştır.

Yem ve yem hammaddelerinden oluşan analiz örneklerinin mikotoksinlerle kirlenme düzeyleri ve aynı durumdaki ürünler arasındaki yerini daha gerçekçi bir şekilde irdelenebilmek için benzeri amaçlarla gerçekleştirilmiş, başlıca yerli ve yabancı araştırma bulgularının kısaca incelenmesinde yarar görülmüştür. Tarımsal ürünler ve her çeşit besin maddesindeki mikotoksin kirliliklerini sıkı bir şekilde izleyen ülkelerden biri olan A.B.D. inde yetiştirilen buğday örneklerinde 9 ppb, sorgum darısında 38 ppb, soya fasüyesinde 10-11 ppb ve mısır ürününde de 38 ppb düzeyinde aflatoksin B₁ ve G₂ ile 38.4 ppb'den daha fazla düzeylerde aflatoksin B₂ ve G₁ kirliliği saptanmıştır (1,29,36). Fransa'da analizi gerçekleştirilen 126 adet karma yem örneğinin 43'ünde 10-2000 ppb arasında aflatoksin B₁ ve 15-200 ppb derişimlerinde okratoksin A, A.B.D. inde analize alınan 825 yem örneğinden 42'sinde 200 ppb'ye varan boyutlarda aflatoksin B₁ ve 1-16.000 ppb arasında okratoksin A ve İngiltere'de incelenen 123 yem örneğinden 4'ünde 4-270 ppb derişimlerinde aflatoksin B₁ varlığı ölçülmüştür (13,34).

Ülkemizde küflenmekten kuşku yem ve yem hammaddeleri üzerinde yürütülmüş iki ayrı araştırmada (24,42) analizi gerçekleştirilen toplam 278 yem ve yem hammaddeleri örneğinde, ürün çeşidine göre değişmek üzere, % 7.1-37.7 oranlarında ve 1-80 ppb derişimlerinde aflatoksin B₁, % 1.3-14.2 sıklıkla ve 0.1-20 ppb boyutlarında aflatoksin G₁, % 4.2 oranında ve 0.2 ppb derişiminde aflatoksin G₂ ile % 4.4-3.3 oranlarında ve 1-100 ppb derişimleri arasında okratoksin A varlığı saptanmıştır.

Tarımsal ürünler, yem ve besin maddelerinde günümüze değin saptanan başlıca mikotoksin kirliliklerine ilişkin değerleri yansıtan yukarıdaki literatür verileri ile bu çalışma kapsamında aynı çeşitten ürünlerde belirlenen mikotoksin çeşitlerine ait kirlilik düzeyleri rastlantı sıklıkları arasında yakın bir uyumun bulunduğu kolayca farkedilebilmektedir. Aynı değerlendirmeler kapsamında olmak üzere, özellikle aflatoksin B₁ (1-80 ppb arasında) ve okratoksin A (4-150 ppb)

kirliliklerine ilişkin bireysel değerlerin pek çok araştırmada sakıncalı olarak nitelenen limitlerin üstüne çıktığı görülmüştür. Çünkü aflatoksin B₁'e ait bireysel kirlilik değerlerinin % 75.7 ve okratoksin A'ya ilişkin değerlerin de % 78.6 oranlarında 20 ppb'lik kirlenme değerlerinden yüksek olduğu anlaşılmıştır (1,9,42,49). Açıklanan bu durum ise, ülkemizde üretilen yem ve yem hammaddelerinin sürekli olarak sakıncalı düzeylerde küflenme ve mikotoksinlerle kirlenme riskiyle yüzyüze bulunduğu gerçeğini ortaya koymaktadır.

Ülkemizde üretilen yem ve yem hammaddelerinin farklı bölgelere göre mikotoksinlerle kirlenme durumunu ortaya koyabilmek amacıyla 7 ayrı bölgeden sağlanan örnekler esas alınmak suretiyle rastlantı sıklığı ve kirlenme düzeyleri yönünden istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Böylece, 4 bölgeye (Marmara, İç Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz Bölgelere) ait örneklerin % 22.3-27.5 ve Doğu Anadolu bölgesinde sağlananların da % 12.5 sıklıkla kirlendiği ortaya çıkmıştır. Çok az veya hiç analiz örneği sağlanmayan Ege ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri değerlendirmeye alınmamıştır. Böylece, ortaya çıkan tablo dikkate alındığında ülkemizin değişik bölgelerinde yetiştirilen ya da üretilen yem ve yem hammaddelerinin aşağı yukarı aynı sıklıkla kirlenme sakıncasıyla karşı karşıya olduğu veya bütün bölgelerimizde ihmal edilemeyecek boyutlarda benzeri sorunlarla karşılaşabileceği sonucu çıkartılabilir.

Benzeri şekilde, gerek analiz örneklerinde bölgelere göre ortalama kirlilik düzeylerinin toplandığı Tablo 3'deki veriler ve gerekse her bir bölgeye ait kirlenmiş örneklere ilişkin bireysel sonuçların karşılaştırılması sonucunda Akdeniz bölgesinde yetiştirilen ürünlerin daha sık ve yüksek düzeylerde kirlendiği, bunu sırasıyla Marmara, İç Anadolu, Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinin izlediği görülmüştür. Belirtilen bölgeler arasındaki iklimsel değişiklikler dikkate alındığında ortaya çıkan kirlenme ayrımları normal karşılanabilir.

Analiz örneklerinde yıllara göre kirlenme durumunu yansıtan Tablo 4'deki ortalama kirlilik değerleri ile bireysel sonuçların incelenmesiyle örneklerin sağlanma sürecini oluşturan 1986-1989 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte kirlenme sıklığının % 24.1 ile % 30.6 arasında ve ortalama kirlilik değerlerinin de aflatoksinler için 19.2-39.6 ppb ve okratoksin A yönünden de 18.0-38.2 ppb'lik değerleri arasında kaldığı belirlenmiştir. Belirtilen rakamsal veriler ülkemizde tarımsal ürünler, yem ve yem hammaddelerinin sürekli olarak küflenme ve mikotoksinlerle kirlenme tehdidi altında bulunduğunu yansıtmaktadır.

Örneklerde saptanan mikotoksin kirliliklerinin yıl içi derişimleri İlkbahar ve Yaz aylarında % 22.7-23.4 oranlarından başlayarak, Sonbaharda % 24.4 ve Kış aylarında da % 31.5'e yükseldiği hesaplanmıştır. Benzeri şekilde kirlenmiş örneklerdeki mikotoksin düzeylerinin de genellikle yaz aylarından başlayarak kış aylarına değin ılımlı bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Belirtilen durum, tarımsal ürünler, yem ve yem hammaddelerinin küflenme süreci yönünden tümüyle normal bir bulgu olarak kabul edilmiştir (1,13,28,45,49).

Mikotoksin çeşitlerinin evcil hayvanlara yönelik toksisitesi ile, akut ve kronik toksik etkileri türe, yaşa, cinsiyete, beslenme şekline, fizyolojik duruma ve maruziyet süresine göre önemli derecede değışebilir (6,7,45). Ancak, günümüze değin gerçekleştirilen gözlemler ve sağlanan epidemiyolojik bulgular evcil hayvanlarımızın genellikle mikotoksinlerle düşük düzeylerde kirlenmiş yem tüketimine bağlı olarak subklinik ve kronik mikotoksikozis olgularıyla yüzyüze kaldıkları görüşünde birleşmektedir (1,4,13,29,44).

Genellikle yemlerde bulunan 10-100 ppm arasındaki aflatoksin B₁ kirlilikleri evcil hayvanların çoğunluğunda akut zehirlenmelere sebep olabilir. Oysa, kronik ve subklinik zehirlenmelere yol açan kirlilik düzeyleri 20 ppb'ye kadar inebilir (7). Bu tipten zehirlenmelere karşı ördek palazlarının en duyarlı ve ergin tavukların da en az duyarlı türler olduğu bilinir. Ancak, sürekli kirlenmiş yem tüketimi söz konusu olduğunda duyarlık ayırımı hemen hemen kaybolmaktadır. Şöyleki, yemlerde bulunan 0.5 ppm yoğunluğundaki aflatoksin B₁ günlük ördek palazları ve civcivlerde ve 0.6 ppm'lik derişimleri de 7 haftalığa kadar olan broyler piliçlerinde görünür klinik belirtilerle ortaya çıkan kronik zehirlenmelere yol açmaktadır (1,13,25,26).

Et-tipi piliçlere küflenmiş yem verilerek yapılan denemelerde 75 ppb'lik aflatoksin B₁ ve 60 ppb'lik okratoksin kirliliklerinin yemden yararlanma oranının düşmesi, büyüme hızının gerilemesi, zayıf pigmentasyon ve yağlı karaciğer sendromunun gelişmesi gibi ekonomik yönü ağır basan olumsuz etkilere yol açtığı saptanmıştır (2,15,17,18,19).

Belirtilen durum dikkate alındığında et-tipi piliçlerde aflatoksizlere karşı korunma bakımından karma yemlerde bulunan aflatoksin kirliliklerinin sınırlandırıcı güvenli bir eşik değerin belirlenmesi oldukça zordur (27). Yemlerde bulunan aflatoksin ve okratoksin kirliliklerinin yumurta tavuklarına yönelik en önemli sakıncası, hızlı yumurta veriminin azalmasına ve yağlı karaciğer sendromuna yol açmalarıdır (1,13,14).

Yukarıda belirtilenlerden başka yemlerde bulunan 0.6-1 ppm düzeylerindeki aflatoksin ve okratoksin kirliliklerinin maruz kalan kanatlılarda enerji ve azot metabolizmasını bozarak, stres olaylarına karşı uyum yeteneğini azalttığı, immunosupressif etki yaparak vücut direncini kirdığı ve sonuçta hastalanma ve ölüm oranlarını artırdığı, aşılama, ilaçlama ve sağıtım etkinliklerini azalttığı ortaya çıkartılmıştır (2,5,10,11,19,30,32,37,51).

Yem ve yem hammaddelerinde bulunan düşük derişimlerdeki mikotoksin kirliliklerinin kanatlılara yönelik çok yönlü subklinik ve kronik toksik etkileri göz önünde tutulduğunda, bu çalışma kapsamında yüksek düzeylerde aflatoksin ve okratoksin ile kirlendiğı saptanan örneklerin önemli ekonomik kayıplara yol açma riski kaçınılmaz görülmektedir.

Aflatoksinler, besinlerle birlikte alınan mikotoksin kirliliklerinin insanlara yönelik toksik etki olasıkları yönünden en fazla incelenen mikotoksinlerdir. Nitekim aflatoksin B₁'in bilinen en güçlü doğal karsinojen olduğu ortaya çıkartılmıştır (3). Maymun dahil pek çok deney hayvanı türünde karsinojen olan aflatoksin B₁ yemlerle verilen 15 ppb'lik kirlilik düzeylerinde bile ratlarda % 100'e varan oranlarda karaciğer kanseri yaptığı saptanmıştır. Hatta, günlük rasyonlarda bulunan 1 ppb'lik aflatoksin B₁ varlığının bile aynı etkiyi oluştura-bileceğı doğrulanmıştır (1,6,28,38,39,48).

Son yıllarda aflatoksinlerin beslenme şekli, metabolizma modeli ve toksik maddelere karşı davranışları yönünden insanlara çok benzeyen farklı türden deney hayvanlarında kanser oluşturmaı gerçeğı dikkate alınarak, insanlarda görülen karaciğer kanseri olgularıyla küflenmiş ve aynı mikotoksinlerle kirlenmiş besin tüketimi arasında sebepsel bir ilişki bulunduğuna yönelik görüşler giderek yaygınlaşmıştır (3,9,35). Kısaca açıklanan bu üretici olasılıklar dikkate alınarak günümüzde bitkisel kökenli küflenmiş besin çeşitlerine koşut bir şekilde, sakıncalı boyutlarda mikotoksinlerle kirlenmiş yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen et, süt ve yumurta gibi hayvansal besinlerin tüketiminde büyük kuşkuyla karşılanmaktadır.

Mikotoksinlerle doğal olarak kirlenmiş veya kirlenmiş yemler kullanılarak sığır, koyun ve tavuklar üzerine yapılan yedirme denemeleri sonucunda çok düşük düzeylerde et, süt ve yumurtaya geçebildiğı belirlenmiştir (1,4,9). Emilen mikotoksin çeşitlerinin 6-7 gün süreyle hayvan vücudunda kalarak % 0.4-0.5 oranları arasında ve

etkin bir şekil altında hayvansal besinlere geçebildiği saptanmıştır (13,28,29,31). Böylece, 100-200 ppb düzeylerinde aflatoksin B₁ ile kirlenmiş yemleri tüketen tavukların yumurtalarında 0.2-3.3 ppb derişimlerinde kirlilik geçebilmektedir. Kirlenmiş yem tüketimi durdurulduktan sonra 7 gün boyunca da yumurtada aflatoksin varlığına rastlanabilmektedir (4,13,14). Yemleriyle birlikte 8 ppm yoğunluğunda aflatoksin B₁ tüketen et tipi piliçlerin tüketilebilen dokularına 5-40 ppb derişimlerinde aflatoksin kirliliği geçtiği saptanmıştır. Kirlenmiş yem tüketimi durdurulduktan sonra da 3-4 gün süreyle böyle piliçlerin etlerinde aflatoksin varlığına rastlanmıştır (2,44,45).

Buraya değin özetlenen bilimsel veriler, mikotoksinlerle kirlenmiş yem tüketimi söz konusu olduğu sürece, kaçınılmaz bir şekilde et, süt ve yumurta gibi hayvansal besinlerin de kirlenebileceği ve kirlenme düzeyi ile sakınca derecesinin yemlerdeki mikotoksin kirlilikleriyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu çalışma ile 40 ppb ve daha yüksek düzeylerde mikotoksinlerle kirlendiği saptanan yem ve yem hammaddelerinin hayvan sağlığı yönünden olduğu kadar halk sağlığı bakımından da ciddi bir risk kaynağı oluşturma durumu asla ihmal edilemez.

Mikotoksin kirliliklerinin bilimsel ve yasal denetimine esas olmak üzere, halen pek çok ülkede ve uluslararası kuruluşlarca hayvan yemleri ile insan besinlerinde bulunmasına müsaade edilen mikotoksin düzeylerini sınırlayıcı yasal standartlar geliştirilmiştir (5,9,13,44,50). Böylece, A.B.D.'inde her çeşit hayvan yeminde bulunmasına izin verilen aflatoksin B₁ düzeyi 20 ppb olarak sınırlandırılmıştır. Aynı ülkede insan besinlerinde aflatoksin B₁ kirliliklerinin bulunmasına müsaade edilmemektedir (!). Avrupa ekonomik topluluğunca (47) insan besinlerinde aflatoksin B₁ kirliliklerinin bulunmasına izin verilmezken, yem hammaddelerinde 200 ppb, sığır, koyun ve keçi besi yemlerinde 500 ppb, ergin kanatlılara yedirilen yemlerde 20 ppb, buzağı, civciv ve kuzu gibi genç hayvanlar ile süt ineklerine verilen karma yemlerde de 10 ppb düzeyinde aflatoksin B₁ bulunmasına müsaade edilmiştir.

Ülkemizde ise aflatoksin kalıntılarının kontroluna ilişkin 1990 yılında yayınlanan yönetmelikle (3) bütün çeşitleri içeren toplam aflatoksin (B₁,B₂,G₁,G₂) düzeyi karma yemlerde 50 ppb, çocuk mamlarında 2 ppb, tarım ürünleri ve besin maddelerinde 20 ppb limitiyle sınırlandırılırken, aflatoksin B₁ için bu değer 5 ppb olarak öngörülmüştür.

Yukarıda kısaca özetlenen yasal uygulamalar karşısında bu çalışma kapsamında aflatoksinler ve okratoksin ile kirlendiği ortaya çıkartılan örneklerin büyük bir çoğunlukla hayvan yemi olarak kullanılmayacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak, ülkemizde yetiştirilen veya üretilen yem ve yem hammaddelerinin yüksek oranlarda ve sakıncalı boyutlarda mikotoksinlerle kirlendiği ortaya çıkmıştır. Küflenme ve kirlenme olgularının bütün bölgelerde yıllardır ve bütün mevsimleri kapsayacak şekilde süreklilik gösterdiği anlaşılmıştır. Özellikle mısır, soya fasulyesi unu, pamuk ve ayçiçeği küspesi gibi önemli girdileri oluşturan yağlı tohumların çoğul mikotoksinlerle ve çok yüksek düzeylerde kirlenmiş olması nedeniyle, bütün mikotoksin kirliliklerinden arınmış karma yem üretiminin çok zor olduğu belirlenmiştir. Kirlenmiş ürünlerin çoğunluğunda ölçülen aflatoksin B₁ ve okratoksin A değerlerinin, ülkemizde ve dünyada aynı çeşitten kirliliklerin yasal denetimi amacıyla uygulanan tolerans limitlerine çok yakın veya daha yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır. Küflenmelerin önlenmesi ve sakıncalı derecelerde kirlenmiş ürün tüketiminin denetlenmesi halinde sürekli olarak yaygın biçimde hayvan beslemede kullanılan böyle yemlerin uzun süreçte insan ve hayvan sağlığına yönelik çok yönlü sakıncalar yaratabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. **Anon.** (1979). *Aflatoxin and other mycotoxins : An agricultural perspectiv*. Concil for Agricultural Science and Technology Report No: 86.
2. **Anon.** (1984). *Poultry disease in the Near Eeast*. Faculty of Agriculture University of Jordan, Amman, Food and Agriculture Organization of United Nation, Rome.
3. **Anon.** (1990). *Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığının aflatoksin kontroluna dair tebliği*. (KKGM 90/1), 2.5.1990 tarih ve 20506 sayılı resmi gazete.
4. **Bainton, J. and Jones, B.B.** (1977). *Mycotoxin of foods and feeds their occurence and significance* III. International I.U.P.A.C. Symposium on Mycotoxins foodstuffs, Paris, France Sept. 16-17.
5. **Bartov, I., Paster, N. and Lisker, N.** (1982). *The nutritional value of mouldy grain*. Poultryr Sci., 61: 2247-2254.
6. **Betina, V.** (1989). *Mycotoxins : Chemical, biological and environmental aspects*. Elsevier Amsterdam, Oxford, Tokyo, ISBN: 0.444-98.885-885-8 pp. 438.
7. **Buck, W.B., Osweiler, G.D. and Vangelder, G.A.** (1982). *Clinical and diagnostic veterinary toxicology*. Kendall/Aunt Publishig Comp. Iowa, p. 271-264.

8. **Buckle, A.E.** (1983). *The occurrence of mycotoxins in cereals and feedstuffs*. Veterinary Research Communication, 7: 171-189.
9. **Bullerman, L.B.** (1986). *Mycotoxins and food safety*. Food Technology, 40: 59-66.
10. **Chang, C.F. and Hamilton, P.B.** (1979). *Impaired phagocytosis by heterophils from chickens during aflatoxicosis*. Toxicology and Applied pharmacology, 48: 459-466.
11. **Chang, C.F. and Hamilton, P.B.** (1979). *Impairment of phagocytosis in chicken monocytes during aflatoxicosis*. Poultry Sci., 58: 562-566.
12. **Dafalla, R., Yagi, A.İ. and Adam S.E.İ.** (1987). *Experimental aflatoxicosis in hybrid-type chicks: Sequential changes in growth and serum constituents and histopathological changes*. Vet. Hum. Toxicol 29(3): 222-226.
13. **Edds, G.T., Osuna, O. Neff, G.L. and Bortall, R.A.** (1979). *Aflatoxin incidence in feeds. Toxicology and possible residue hazards in foods*. Proceedings of the 83 rd Annual Meeting of the United States Animal Health Association Sandiego, California p. 301-309.
14. **Exarchos, C.C. and Gentry, R.F.** (1982). *Effect of aflatoxin B₁ on egg production*, Avian Disease, 261: 191-195.
15. **Hamilton, P.B.** (1976). *Effect of aflatoxins on animals and the interrelationship with nutrition*. Feedstuffs, 48(18): 22-23.
16. **Horwitz, W. Senzel, A., Reynolds, H. and Stolof, R.** (1975). *Natural poisons*. In Chapter 26. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C.A.O.A.C.P. 1-24.
17. **Huff, W.E., Kubena, L.F. Harvey, R.B., Hogler, W.M., Swanson, B.P., Pggkuklips, T.D. and Creger, C.R.** (1985). *Individual and combined effect of aflatoxin and deoxy-nivalenol (DON, Vomitoxin) in broiler chickens* Poultry Sci, 65: 1139-1146.
18. **Huff, W.E., Kubena, L.E. Harwey, R.B., Corner, D.E. and Mallenbauer, H.H.** (1986). *Progression of aflatoxicosis in broiler chickens*. Poultry Sci., 65: 1891-1899.
19. **Huff, W.E., Harvey, R.B. and Kubena, L.B.** (1988). *Toxic synergism between aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens*. Poultry Sci. 67: 1418-1423.
20. **Huff, W.E., Kubena, L.F. and Harvey, R.B.** (1988). *Progression of ochratoxicosis in broiler chickens*. Poultry Sci., 67: 1139-1146.
21. **Jemmali, M.** (1975). *Mycotoxines: Contaminant naturels des produits agricoles*. Bull. Anc. E.L.E.F.M., 267: 131-140.
22. **Jones, F.T., Hagler, W.H. and Hamilton, P.B.** (1982). *Association of low levels of aflatoxin in feed with productivity losses in commercial broiler operations*. Poultry Sci., 61: 861-868.
23. **Kaya, S.** (1989). *Yem ve besinlerdeki mikotoksinler: İnsan ve hayvan sağlığı için önemleri*. A.Ü. Vet. Fak. Derg. 36 (1), 226-253.
24. **Kaya, S., Şanlı, Y. ve Özkazanç, N.** (1985). *Küflenmekten şüpheli yem ve yem hammaddelerinde aflatoksinler*. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 31 (1): 1-12.

25. **Kelly, V.C. and More, E.C.** (1976). *Ultrastructural changes induced by chronic aflatoxicosis in chickens.* Poultry. Sci. 55: 317-324.
26. **Mevkley, J.W., Maxwell, R.J., Phillips, J.G. and Huff, W.E.** (1987). *Hepatic fatty acid profiles in aflatoxin-exposed broiler chickens.* Poultry Sci. 66: 59-67.
27. **Moule, Y.** (1974). *Transformations metaboliques de l'aflatoxine B₁ et effets sur la synthese des acides nucleugues et des proteines.* Ann. Nurt. Alim. 28: 375-384.
28. **Newbernc, P.M.** (1974). *The new world mycotoxine -animal and human health.* Clinical Toxicology. 7: 161-177.
29. **Nibbelink, S.K.** (1985). *Aflatoxicosis in food animals: A clinical review.* Iowa State University Veterinarian. 48(1): 28-31.
30. **Pier, A.C., Richard, J.L. and Thurston, J.R.** (1979). *Influence of mycotoxin on resistance and immunity in interaction of mycotoxin in animal production.* NAS. P. 56-66.
31. **Prior, M.G.** (1976). *Mycotoxin determination of animal feedstuffs and tissues in western Canada.* Canadian Journal of comparative medicine. 40 (1) : 75-79.
32. **Rajion, M.A. and Farrell, D.J.** (1976). *Energy and nitrogen metabolism of diseased chickens : Aflatoxicosis.* Bn. Poult. Sci., 17: 79-92.
33. **Goberts, B.A. and Patterson, D.S.P.** (1976). *The multi-mycotoxins screening method and the use of confirmatory tests in the detection of mycotoxins in animal feedstuffs.* Second meeting on mycotoxins in Animal Disase. Abarden- 1976, Central Veterinary Laboratory, Newhaw Weybridgl. Surrey KT 15 3NB, P. 40-45.
34. **Scott, P.M.** (1978). *Mycotoxins in feeds and ingredients their origin.* Journal of food protection, 41(5): 385-398.
35. **Shank, R.C. and Wogan, G.N.** (1965). *Distribution and excretion of labeled aflatoxin B₁ in Rat:* Food Proc., 24: 627-629.
36. **Shotwell, O.L., Hesseltine, C.W., Burmeister, H.R., Kwolek, W.F., Shannon, G.M. and Hall, H.H.** (1969). *Survey of cereal, grains and soybean for presence of aflatoxin.* II. Corn and Soybeans. Cereal Chem. 46: 454-463.
37. **Smith, J.E.** (1981). *Mycotoxins and animal health.* Roche information Animal Nutrition, P. 1-18.
38. **Stoloff, L.** (1976). *Occurence of mycotoxins in foods and feeds In: Todricks, J.V. ed. Mycotoins and other fungus related food problems.* Washington D.C. Americal Chemicla Society-P. 23-450.
39. **Swenson, O.H., Lin, J.K., Miller, E.K. and Miller, J.A.** (1977). *Aflatoxin B₁- 2,3-oxid as a probable intermediate in the covalent binding of aflatoxin B₁ and B₂ and to the liver and ribo somal RNA in vivo.* Can. Res. 37: 172-181.
40. **Şanlı, Y.** (1980). *Besinlerde küflenme olgusu, mitokoksinler ve mikotokzikozisler.* Gıda Bilimi ve Teknolojisi Derg. 3 (3-4): 127-147.
41. **Şanlı, Y., Ceylan, S. ve Kaya, S.** (1982). *Karma yemlerde aflatoksin analizi.* A.Ü. Vet. Fak. Derg. 29 (1-2): 50-70.

42. **Şanlı, Y., Ceylan, S., Kaya, S.** (1982). *Tavuk yemlerinde ve yem ilkel maddelerinde aflatoksinler*. A.Ü. Vet. Fak. Derg. 29 (3-4): 473-491.
43. **Şanlı, Y.** (1989). *Tavukçuluk sektöründe aflatoksinli yem tüketimi ve sağlık sakıncaları*. Çiftlik Dergisi. 62: 22-24.
44. **Şanlı, Y.** (1990). *Tavuk yetiştiriciliğinde küflenmiş yem tüketimi sorunu ve başlıca sakıncaları*. Tavukçuluk Bülteni Özel Sayı No: 46: 41-455.
45. **Şanlı, Y. ve Kaya, S.** (1992). *Veteriner Klinik Toksikoloji*. Medisan yayınları. Yapım Gri ajans Matbaacılık, Tanıtım ve Tasarım evi pp. 464.
46. **Tung, H.T., Cook, F.W., Wyatt, R.D. and Hamilton, P.B.** (1975). *The anemia caused by aflatoxin*. Paoultry Sci., 54: 1962-1969.
47. **Türkmen, M.** (1989). *Yemlerde aflatoksin miktarı*. Çiftlik Dergisi, 65: 26-27.
48. **Wogan, G.N. and Newberne, P.M.** (1967). *Dose-response characteristics of aflatoxin B1 carcinogenesis in the rat*. Can. Res. 27: 2370-2376.
49. **WHO** (1979). *Environmental Criteria II. Mycotoxins*. World Health Organization. Geneva.
50. **World Health Organization** (1990). *IPCS: International programme on chemical safety. Environmental Health Criteria 105: Selected mycotoxins: Ochratoxins, Trichotecens, Ergot*. World Health Organization, Geneva, pp. 263.
51. **Zintzen, H.** (1976). *Aflatoxin sorunu*. Vitamin (Roche), 9(3): 1-10.