

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARDİN İLİNDE RASYON İLE BESLENEN
SÜT SIĞIRLARINDA SÜTTEKİ
AFLATOKSİN M₁ KONTAMİNASYONUNA
MEVSİM ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Deniz KİRAZ

DOKTORA TEZİ

BESİN HİJYENİ ve TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

KONYA - 2016

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARDİN İLİNDE RASYON İLE BESLENEN
SÜT SIĞIRLARINDA SÜTTEKİ
AFLATOKSİN M₁ KONTAMİNASYONUNA
MEVSİM ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Deniz KİRAZ

DOKTORA TEZİ

BESİN HİJYENİ ve TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 12202028 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA - 2016

ONAY SAYFASI

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Deniz KİRAZ tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Gürkan UÇAR

Danışman : Doç. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

Üye : Prof. Dr. Nurcan DÖNMEZ

Üye : Prof. Dr. Mehmet ELMALI

Üye : Doç. Dr. Mustafa ARDIÇ

ONAY :

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Hasan Hüseyin DÖNMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Süt ve süt ürünleri günlük beslenmenin önemli bir parçasıdır. Yapısında bulunan protein, lipit, karbonhidrat, vitamin ve mineraller süte yüksek besin değeri kazandırır. Ancak sütün bazı durumlarda arzu edilmeyen olumsuzluklara da yol açması mümkündür. Toplum içerisinde çok sayıda bireyin günlük yaşamda ve diyet uygulamalarında sıklıkla süt ve süt ürünleri tercih etmelerinin yanında süt ve süt ürünleri bebekler ve çocuklar tarafından gelişimleri esnasında daha çok tüketilmektedir. Bileşiminde bulunan zengin karbonhidrat, yağ ve protein nedeniyle mikroorganizmaların gelişmesi açısından ideal gıdalar arasında yer alan süt için, gıda ürününün hammadesinden tüketiciye ulaşmaya kadar belli önlemlerin alınması ve insan sağlığını tehdit edebilecek tehlikeleri en aza indirmek için HACCP sistemi uygulaması ürün güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Toksik bileşikler özellikle AFM₁ ve kalıntılar, ürün kalite ve güvencesinde büyük etkiye sahiptirler. Bu durum süt ve süt ürünlerinde bulunan kalıntı maddelerinin (AFM₁) seviyesinin tespiti toplum sağlığı açısından oldukça önemlidir. Küflerin ikincil metabolitleri olan aflatoksinler genellikle gıdalarda ve yemlerde ısıtma işlem uygulamalarına karşı dirençli oldukları için bulaşık olan gıdaların aflatoksinlerden tamamen detoksifiye edilmesi kolay görünmemektedir. Aflatoksin gıda ve yemlerden arındırılması kolay ve yeterli bir uygulama olmadığı için kontaminasyonun kontrol altında tutulması ayrı bir önem arz etmektedir. Aflatoksin oluşumunun önlenmesi için üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda gelişmiş tarım teknikleri, ileri teknolojiler ve iyi tarım uygulamaları engellenmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde bilimsel yardım ve desteğini esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi danışman hocam Doç. Dr. K. Kaan TEKİNŞEN'e, tez yazımı ile ilgili her konuda yönlendirmelerde bulunan Mustafa Kemal Üniversitesi Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü Zootekni Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Sema ALAŞAHAN'a, mesai arkadaşım Veteriner Hekim Mehmet Halit ATİK'e, bütün bu süreçte desteğini esirgemeyen eşime ve maddi olarak destek sağlayan S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünya ve Türkiye’deki Süt Üretim ve Tüketim Durumuna Genel Bakış.....	2
1.1.1. Dünyadaki Süt Üretim ve Tüketim Durumu.....	2
1.1.2. Türkiyede’ki Süt Üretim ve Tüketim Durumu.....	7
1.2. Aflatoksinler.....	11
1.2.1. Genel Bilgiler	11
1.2.2. Aflatoksinlerin Oluşumu, Fiziksel ve Kimyasal Yapıları	16
1.2.3. Aflatoksinlerin Biyotransformasyonu ve Toksikokinetiği.....	19
1.3. Gıda ve Yem Maddelerinde Bulunan Aflatoksinlerin Hayvan ve İnsan Sağlığına Etkileri.....	23
1.4. Sütte AFM ₁ Oluşumu, Atılımı ve Geçiş Düzeyini Etkileyen Faktörler.....	33
1.5. Yemlerde AFB ₁ İnsidensi ve Miktarı Üzerine Mevsimin Etkisi.....	39
1.6. Çiğ Sütte AFM ₁ İnsidensi ve Miktarı Üzerine Mevsimin Etkisi	44
2. GEREÇ ve YÖNTEM.....	68
2.1. Gereç	68
2.1.1. İşletmelerin Seçimi	68
2.1.2. Süt Numunelerinin Alımı.....	70
2.1.3. Yem Numunelerinin Alımı	70
2.2. Yöntem.....	72
2.2.1. Numunelerin Analize Hazırlanması	72
2.2.2. Numunelerin Analizi	72
2.2.3. İstatistiksel Analizler.....	72
3. BULGULAR.....	73
3.1. Yem Numunelerinde Aflatoksin B ₁ (AFB ₁) Düzeyleri.....	73
3.2. Süt Numunelerinde Aflatoksin M ₁ (AFM ₁) Düzeyleri.....	76
4. TARTIŞMA.....	85

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	97
6. KAYNAKLAR	100
7. EKLER.....	114
Ek-A Etik Kurul Kararı.....	114
8. ÖZGEÇMİŞ.....	115



SİMGELER ve KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFB ₁	Aflatoksin B ₁
AFB ₂	Aflatoksin B ₂
AFB _{2a}	Aflatoksin B _{2a}
AFG ₁	Aflatoksin G ₁
AFG ₂	Aflatoksin G ₂
AFLA	Aflatoksin
AFM ₁	Aflatoksin M ₁
AFM ₂	Aflatoksin M ₂
AFP ₁	Aflatoksin P ₁
AFQ ₁	Aflatoksin Q ₁
a _w	Su aktivitesi
Carry-Over Rate	Taşınma Oranı
°C	Santigrat Derece
DON	deoksinivalenol
DNA	Deoksiribonükleik asit
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
ELISA	Bağımlı İmmünolojik Ölçüm
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu
FDA	Gıda İlaç Kurulu
FUM	Fumonisin
g	Gram
G+C	Guanin + Sitozin
HBV	Hepatit B Virus
HPLC	Yüksek Performanslı Likit Kromatografi
HSK	Hepatoselüler Karsinoma

IARC	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
IDF	Uluslararası Sütçölük Federasyonu
IFIF	Uluslararası Yem Sanayicileri Federasyonu
KHK	Karaciğer Hücreli Karsinoma
KPSS	Koagulaz Pozitif Stafilokok Sayısı
L	Litre
LD ₅₀	Ortalama Öldürücü Doz
mg	Miligram
µg	Mikrogram
ml	Mililitre
ng	Nanogram
nm	Nanometre
OTA	okratoksin
Ppb	Milyarda bir
Ppm	Milyonda bir
Ppt	Trilyonda bir
RNA	Ribonükleik asit
\$	Dolar
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USAID	Birleşik Devletler Uluslararası Kalkınma Dairesi
UV	Ultraviyole
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
ZEN	Zearalenon

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1.	Dünyada 2005-2011 yılları arasındaki hayvan türlerine göre toplam süt üretim miktarı ve oranı.	3
Çizelge 1.2.	Dünya süt ve süt ürünleri tüketimi.	5
Çizelge 1.3.	Bölgeler bazında global süt tüketimi.	6
Çizelge 1.4.	Türkiye’de hayvan türlerine ve yıllara göre çiğ süt üretimi.	8
Çizelge 1.5.	Kişi başı toplam süt ve süt ürünleri tüketimi	11
Çizelge 1.6.	Bazı toksijenik küf türleri ve sentezlediği mikotoksinler.	12
Çizelge 1.7.	Bazı mikotoksinler ve zararlı etkileri	13
Çizelge 1.8.	2012-2013 yıllarında mikotoksinlerle ilgili dünya genelinde yapılan çalışma sonuçları.	16
Çizelge 1.9.	Aflatoksinlerin kapalı formülleri, erime noktaları ve ultraviyole ışığında verdikleri renkler.	17
Çizelge 1.10.	Aflatoksinlerin oluşumuna etki eden çevresel faktörler.	19
Çizelge 1.11.	<i>Aspergillus</i> küfleri ve toksin üretebilmeleri için uygun ortam koşulları.	19
Çizelge 1.12.	Aflatoksinler ve etkilenen sistemler.	23
Çizelge 1.13.	Hayvanlarda mikotoksikozis şekilleri.	24
Çizelge 1.14.	Sığırlarda kronik zehirlenmelere yol açan AFB ₁ düzeyleri ve etki süreleri.	25
Çizelge 1.15.	Aflatoksin B ₁ ’in kronik toksisitesi.	27
Çizelge 1.16.	Dünya genelinde 1993 yılı Temmuz ayı itibarıyla KHK’da p53 mutasyonu.	32
Çizelge 1.17.	1985 yılından sonra yapılan çalışmalardaki AFB ₁ ’in AFM ₁ ’e dönüşüm oranları.	35
Çizelge 1.18.	AFB ₁ ’in sütte AFM ₁ ’e dönüşüm oranları.	37

Çizelge 1.19. Çiğ sütteki AFM ₁ miktarının mevsimlere göre dağılımı ve yaygınlığı.	61
Çizelge 1.20. Çiğ inek sütlerindeki AFM ₁ varlığı.	62
Çizelge 1.21. Türkiye’de çiğ inek sütlerinde AFM ₁ varlığı.	64
Çizelge 1.22. Bazı gıdalarda aflatoksinler için Türk Gıda Kodeksi tarafından kabul edilen limitler.	65
Çizelge 1.23. Amerikan Gıda İlaç Kurulu (FDA) tarafından aflatoksin kontaminasyonu için kabul edilen maksimum düzeyler.	66
Çizelge 1.24. Çeşitli ülkelerde farklı yıllara ait çiğ sütlerdeki AFM ₁ konsantrasyonu.	67
Çizelge 2.1. Mardin meteoroloji müdürlüğü verileri.	68
Çizelge 2.2. Mardin ilinde 12 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınan süt numunelerinin AFM ₁ seviyeleri.	69
Çizelge 2.3. A ve B işletmelerinde hayvan beslemesinde kullanılan yem türleri.	70
Çizelge 3.1. İşletmelerde mevsimlere göre yem numunelerine ait AFB ₁ seviyeleri.	73
Çizelge 3.2. İşletmelerde mevsimlere göre yem numunelerine ait AFB ₁ seviyelerinin dağılımı.	75
Çizelge 3.3. İşletmelerde mevsimlere göre süt numunelerine ait AFM ₁ seviyeleri.	77
Çizelge 3.4. İşletmelerde mevsimlere göre süt numunelerine ait AFM ₁ seviyelerinin dağılımı.	79

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1	Dünya süt üretiminin kıtalara göre dağılımı.	4
Şekil 1.2	Dünyadaki Önemli Süt Üreticisi Ülkeler ve Süt Üretim Miktarları.	4
Şekil 1.3	Kişi başı süt tüketimi dünya nüfusu.	6
Şekil 1.4	İllere göre süt üretim miktarının tematik haritası.	9
Şekil 1.5	İllere göre toplanan süt miktarları.	10
Şekil 1.6	Coğrafi bölgelere göre mikotoksinlerin varlığı ve oranları.	14
Şekil 1.7	Mikotoksinlerin yaygınlığı test edilen örneklerle negatif ve pozitif örneklerin kıyaslaması.	15
Şekil 1.8	AFB ₁ 'in DNA molekülüne bağlanması.	21
Şekil 1.9	Dünyaki mikotoksinlere ait mevzuatın haritası.	22
Şekil 1.10	Mikotoksinlerin insanlara geçiş yolu.	30
Şekil 1.11	Aflatoksinin insanlarda yarattığı etkileri	33
Şekil 1.12	AFB ₁ 'in difüzyon mekanizması.	38
Şekil 3.1	A işletmesinde mevsimlere göre yem ve süt numunelerine ait AFB ₁ ve AFM ₁ düzeylerinin seyri.	80
Şekil 3.2	B işletmesinde mevsimlere göre yem ve süt numunelerine ait AFB ₁ ve AFM ₁ düzeylerinin seyri.	81
Şekil 3.3	Mevsimlere göre yem ve süt numunelerine ait AFB ₁ ve AFM ₁ düzeylerinin seyri.	82
Şekil 3.4	A işletmesinde mevsimsel tüketilen yem ve elde edilen süt miktarları.	83
Şekil 3.5	B işletmesinde mevsimsel tüketilen yem ve elde edilen süt miktarları.	84

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mardin İlinde Rasyon İle Beslenen Süt Sığırlarında Sütteki Aflatoksin M₁ Kontaminasyonuna Mevsim Etkisinin Araştırılması

Deniz KİRAZ

Danışman: Doç. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2016

Bu araştırma, Mardin ilinde süt sığır işletmelerinde kullanılan rasyonda AFB₁ düzeyleri tespit edilerek bu rasyon ile beslenen süt sığırlarında sütteki AFM₁ kontaminasyonuna mevsim etkisinin araştırılması amacıyla yürütüldü.

Öncelikle, AFM₁ seviyesi yönünden en yüksek ve en düşük işletme belirlenerek her bir işletme bir grup olarak değerlendirildi. A işletmesinde AFB₁ düzeyleri sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde sırasıyla 2,003 µg/kg, 0,770 µg/kg, 0,861 µg/kg ve 0 µg/kg iken B işletmesinde sırasıyla 1,335 µg/kg, 0 µg/kg, 0 µg/kg, 0 µg/kg olarak belirlendi. Genel olarak her 2 işletme bir arada değerlendirildiğinde; her iki işletmede de mevsimlerin yemlerdeki AFB₁ kontaminasyonuna etkisi sonbahar mevsiminde kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0,001). Dört mevsimin yemlerdeki ortalama AFB₁ seviyesi A işletmesinde 0,908 µg/kg iken B işletmesinde 0,334 µg/kg saptandı (P<0,01).

A işletmesindeki ineklerden alınan sütteki AFM₁ düzeyi üzerine mevsimlerin etkisi önemli bulunmamıştır (P>0,05). Sütteki AFM₁ düzeyi en yüksek sonbahar (0,155 µg/kg) ve ilkbahar (0,110 µg/kg) mevsimlerinde gerçekleşmiştir. B işletmesindeki ineklerden temin edilen sütlerde ise AFM₁ düzeyi en yüksek yaz (0,061 µg/kg) ve ilkbahar (0,054 µg/kg) mevsimlerinde saptanmıştır. Dört mevsimin sütlerdeki ortalama AFM₁ seviyesi A işletmesinde 0,107 µg/kg iken B işletmesinde 0,034 µg/kg saptandı (P<0,01). Her bir işletmede farklı mevsimde saptanan sütteki AFM₁ düzeylerinde işletme içerisinde mevsimin etkisi önemli bulunmamıştır (P>0,05). Ancak işletme bazında bakıldığında A işletmesinde AFM₁ düzeyi B işletmesine göre daha fazla elde edilmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,01).

İncelenen 48 çiğ inek sütü örneğinin % 54,2 (26)'sinin AFM₁ içerdiği ve % 52,1(26)'inde AFM₁ miktarı Türkiye için yasal limiti olan 0,05 µg/kg düzeyini aştığı tespit edilmiştir. AFM₁ konsantrasyonu 0,05 - 0,44 µg/kg arasında saptanmış ve bu değer ortalama olarak 0,071 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütte AFM₁'in bulunma oranı oldukça yüksektir. Ayrıca bulgular AFM₁'in insan sağlığını tehdit edebilecek düzeylerde olabileceğini dolayısıyla bu miktarların aşağılara çekilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, yemlere küf bulaşmasını önlemek amacıyla konuyla ilgili kamu ve özel kuruluşlar tarafından süt üreticilerine ve çiftçilere yönelik eğitim çalışmaları ile bilimsel çalışmaların artırılarak devam ettirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: AFM₁; Çiğ Süt; Kontaminasyon; Mevsim; Rasyon

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Investigation of the Effect of the Season on Aflatoxin M₁ Contamination Levels in Milk for Dairy Cows Fed with TMR (Total Mixed Ration) in Mardin Province

Deniz KİRAZ

Department of Food Hgyiene and Technology

PhD THESIS / KONYA-2016

This study, by detecting the AFB₁ levels in TMR used in dairy plants in Mardin province, was conducted to investigate the effect of the season on AFM₁ in milk for dairy cows with TMR.

At first, it was detected the maximum and minumum dairy plants for AFM₁ level. Each plant was serves as experimental unit. The AFB₁ levels in A plant in autumn, winter, spring and summer were 2,003 µg/kg, 0,770 µg/kg, 0,861 µg/kg ve 0 µg/kg respectively. The AFB₁ levels found in B plant in autumn, winter, spring and summer were 1,335 µg/kg, 0 µg/kg, 0 µg/kg, 0 µg/kg respectively. Generally when two of plants evaluated together, the effect of the season on AFB₁ contamination levels in autumn was higher than those determined in winter, spring and summer (P<0,001.) The overall mean level of AFB₁ was 0,908 µg/kg in A plant, 0,334 µg/kg in B plant during four seasons.

The assesment of the impact of seasons on the level of AFM₁ in cow milk obtained from A plant were not significant (P>0,05). The highest contents of AFM₁ were observed in autumn (0,155 µg/kg) and spring (0,110 µg/kg) in A plant. The highest AFM₁ levels in milk obtained from B plant was measured in summer (0,0161) and spring (0,054 µg/kg). The overall mean level of AFM₁ was 0,107 µg/kg in A plant, 0,034 µg/kg in B plant during four seasons. The effect of the season on the AFM₁ levels detected in milk in different seasons within each plant were not significant (P>0,05). However, as far as the plant is considered, the AFM₁ levels in A plant was higher than those detected in B plant and it was considered statistically significant (P<0,01).

It was determined that 54,2 % (26) of 48 examined raw cow milk samples contained AFM₁ and AFM₁ level in 52,1 % (25) of the milk samples were found to be exceeded the level of 0,05 µg/kg. The AFM₁ levels ranged from 0,05 µg/kg to 0,44 µg/kg in the milk samples and the overall mean level of AFM₁ was found to be 0,071 µg/kg.

As a result, the incidence of AFM₁ in raw milk accounted for milk and dairy products is rather high. AFM₁ levels detected may be potential risk of human health. The precaution measured must be taken to decrease the aflatoxin M₁ frequency and levels. For these reasons, stock farmer and manufacturer must be awareness by private sector and government for reducing aflatoxin contamination in milk and dairy product and, scientific studies must be increasingly carried out for aflatoxin.

Key Words: AFM₁; Contamination; Raw Milk; Season; TMR (Total Mixed Ration)

1. GİRİŞ

Günümüzün önemli sorunlarından biri de insan sağlığını olumsuz etkileyen küfler ve özellikle bunların oluşturdukları toksik metabolitlerdir. Bu bileşikler, Küfler tarafından gıdalarda uygun koşullar olduğunda çeşitli toksinler üreterek ürünlerin besin değerinde kayıplara neden olmanın yanı sıra halk sağlığı için önemli tehlike oluşturmaktadır (Pittet 1998).

Mikotoksinler, doğal kirletici olarak besin ve yemlerde bulunabilen, besin maddelerinde uygun koşullar bulunduğunda üreyen küfler tarafından meydana getirilen sekonder metabolik ürünlerdir. Mikotoksin terimi Yunanca mantar anlamına “*mykes*” ve Latince zehir veya toksik anlamına gelen “*toxicum*” kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Küflerin ikincil (sekonder) metabolitleri olan mikotoksinler küf gelişiminin olduğu gıda ve yemlerde iz miktarda ($\mu\text{g-mg/kg}$, $\mu\text{g-mg/l}$) meydana gelirler ve çok düşük miktarlarda bile insan sağlığı için önemli risk oluşturmurlar (Richard 2007).

Mikotoksinler, küçük molekül yapısına sahip olup, dünyanın her bir tarafında bulunan mantarların eksojen toksinleridir. Mantarlar $10-40^{\circ}\text{C}$ gibi geniş sıcaklık aralığında üreyebilirken, her küf türünün uygun üreme ısısı mantar türlerine göre değişmekte olup, 15°C 'nin üzerindeki ısılar uygun üreme ısıları olarak kabul edilir (Aydın 2007). Mikotoksin üreten mantarlar, yem ve gıda maddelerini hasat öncesi, hasat zamanı, taşınma, işleme ve depolama anında kontamine edebilmektedir. Söz konusu mantarların besin maddelerinde üremeleri için uygun koşulların olması gerekir; bu koşullar özetle besin varlığının yanında sıcaklık, su aktivitesi ve oksijendir (Northolt ve ark 1996, Steyn ve Stander 1999).

Asırlardır süregelmekte olan mikotoksinlerin sebep olduğu ekonomik (gerek gıda ve yem hammadelerini ihraç etme yönünden karşılaşılan problemler açısından gerekse çoğu kez mikotoksinle kontamine olan ürünlerin imha edilme zorunda kalınması yönüyle) ve canlıda oluşturduğu kayıplar (yüksek dozlarda toksin alındığında akut toksik etkili olup; uzun süreli düşük dozlarda alındığında ise hepatokarsinojen, mutajen ve teratojen olup ayrıca bağışıklık sistemini de baskılaması yönüyle de) farkına varılması, önlem alma ve kontrol için uygun programların gerçekleştirilebilmesinde ilk basamağı oluşturmaktadır (Smith 2001).

Dünyadaki tarımsal ürünlerin yaklaşık dörte birinin her yıl çeşitli derecelerde mikotoksin kontaminasyonuna maruz kaldığı tahmin edilmektedir (Bryden 2007). Bu durumun, çiftlik ve kümes hayvanlarının yanı sıra yem ve gıda işletmecileri için de önemli ekonomik kayıplara neden olduğu ortaya konmaktadır. ABD ve Kanada’da yalnızca yemlerde ve çiftlik hayvanlarında mikotoksinlerin neden olduğu yıllık kaybın 5 milyar \$ düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir (Smith 2001).

Mevcut araştırma, Mardin ilinde süt ineği işletmelerinde kullanılan yemlerde ve bu yemleri tüketen hayvanların farklı mevsimsel dönemlerdeki sütlerinde AFM₁ düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Gerek gıda maddelerinin gerekse hayvan yemlerinin aflatoksinler ile kontaminasyonu dünya genelinde ciddi bir problem olmasının yanında, aflatoksinlerle kontamine olmuş gıdayı tüketen insanlarda da ölümle sonuçlanabilen hastalıklar meydana gelebilmektedir. Çiğ süte AFM₁ genellikle kontamine yemlerden geçmektedir. Çiğ sütlerde AFM₁’e rastlanması ve konsantrasyonların yüksek olmasının sonucunda süt ürünlerine işlenmesi aşamasında AFM₁ düzeylerinin değişmeden kalması insan sağlığı özellikle de bebekler açısından risk teşkil etmektedir. Aflatoksinlerin insan ve hayvan sağlığı üzerine olumsuz etkileri ve ülke ekonomisi açısından kayıplar düşünüldüğünde, izlenebilirliğin önemli olduğu ve süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütte AFM₁’in azaltılmasına yönelik çalışmalara katkı sağlaması kaçınılmazdır.

1.1. Dünya ve Türkiye’deki Süt Üretim ve Tüketim Durumuna Genel Bakış

1.1.1. Dünyadaki Süt Üretim ve Tüketim Durumu

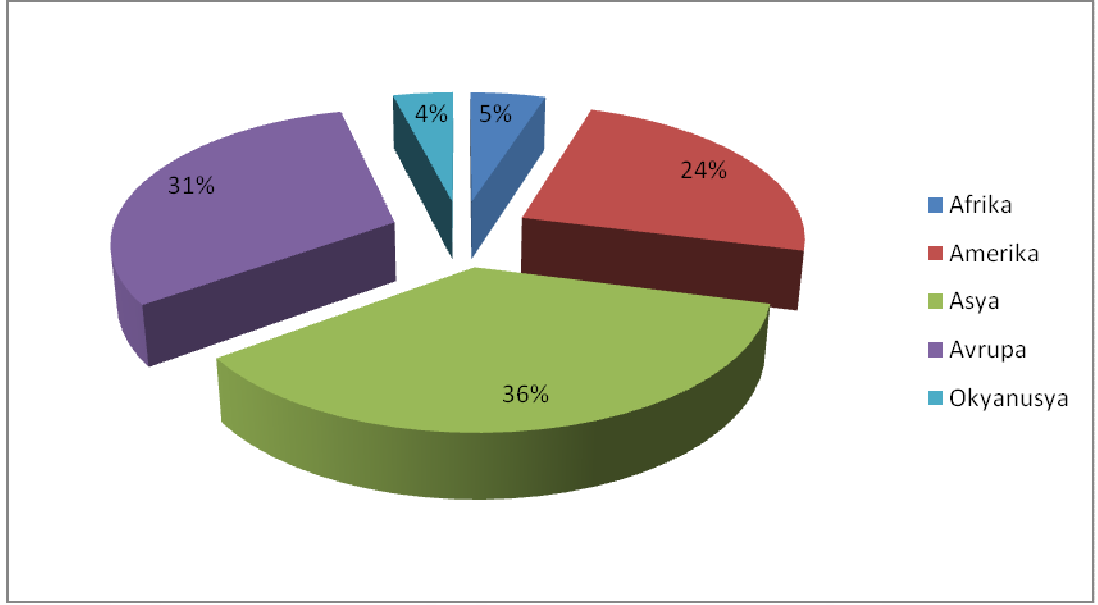
Dünyada üretilen sütün % 84’ü inek sütü, % 13’ü manda sütü, geri kalanı ise koyun ve keçi sütüdür. Manda sütünün % 90’ı Hindistan ve Pakistan’da, geri kalanı ise Mısır, Çin ve İtalya’da üretilmektedir. Önemli süt üreticileri arasında AB-27 (Avrupa Birliği Ülkeleri), Hindistan, ABD, Çin, Rusya, Pakistan, Brezilya, Ukrayna, Türkiye, Meksika ve Avustralya da bulunmaktadır (Yener 2013). Çizelge 1.1’de Dünyadaki 2005-2011 yılları arasındaki hayvan türlerine göre toplam süt üretim miktarı ve yakın geçmişteki değişimi verilmiştir (FAO 2013).

Çizelge 1.1. Dünyada 2005-2011 yılları arasındaki hayvan türlerine göre toplam süt üretim miktarı (bin ton) ve oranı (%).

Yıl	Toplam Süt Üretimi	İnek Sütü Üretimi	Oran (%)	Koyun Sütü Üretimi	Oran (%)	Keçi Sütü Üretimi	Oran (%)	Manda Sütü Üretimi	Oran (%)
2005	647.707	543.763	83,95	8.958	1,38	14.585	2,25	78.778	12,16
2006	666.082	559.831	84,05	9.268	1,39	14.704	2,21	80.639	12,11
2007	680.685	571.183	83,91	9.137	1,34	14.921	2,19	83.632	12,29
2008	696.109	580.428	83,38	9.118	1,31	15.406	2,21	89.354	12,84
2009	702.137	583.401	83,09	9.246	1,32	15.510	2,21	92.138	13,12
2010	720.870	599.438	83,13	10.046	1,39	16.690	2,31	92.517	12,83
2011	724.793	606.660	83,70	9.262	1,28	15.855	2,19	93.016	12,83

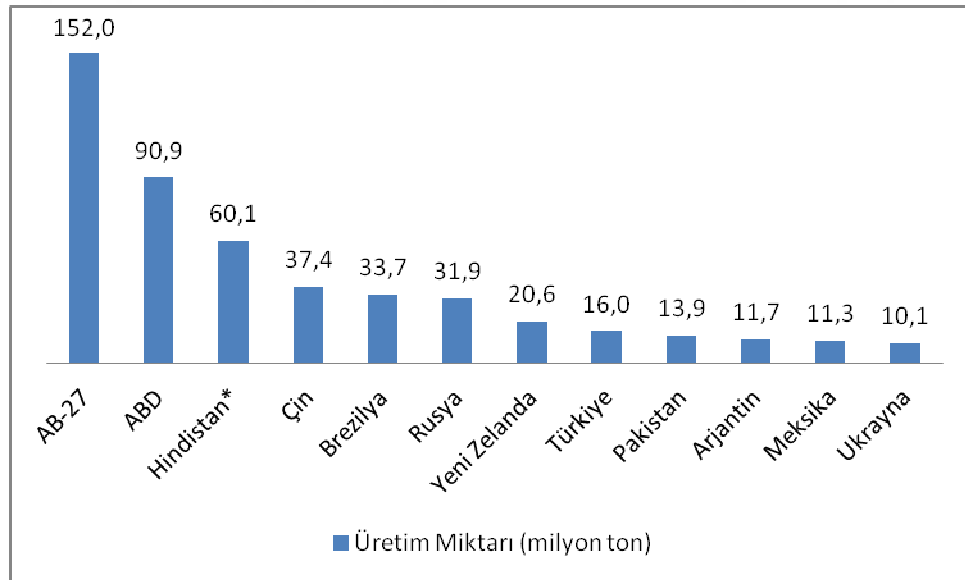
Farklı kuruluşlarca dünyada üretilen toplam süt miktarı açıklansa da, bu kuruluşlar birbirleriyle ilişkili olmalarına rağmen veri toplama metodlarındaki farklılıklar nedeniyle toplam süt üretim miktarlarında bazı sapmalar tespit edilmektedir. IDF (Uluslararası Sütçülük Fedarasyonu-International Dairy Federation) tarafından yayımlanan rapora göre 2012 yılında üretilen toplam 770 milyon ton sütün büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan elde edildiği bildirilmiştir. FAO 2012 yılı tahminlerine göre 2011 yılı toplam süt üretimi 738,9 milyon ton iken, 2012 yılında % 2 artarak yaklaşık 15 milyon ton artarak 754 milyon tona ulaşmıştır (Anonim 2013).

İnsan beslenmesi açısından büyük öneme sahip olan temel gıda maddesi olan süt protein kaynağı olmasının yanında, gıda sanayinin hammaddesi olması bakımından da büyük önem taşıyan sütün yıllık üretimi yaklaşık 725 milyon ton'dur. Süt üretiminin % 36'lık kısmı Asya'da, % 31'lik kısmı Avrupa'da, % 24'lük kısmı Amerika'da, % 5'lik kısmı Afrika'da ve % 4'lük kısmı Okyanusya'da yer almaktadır. Dünyadaki süt üretiminin kıtalara göre dağılışı Şekil 1.1'de sunulmuştur (FAO 2013).



Şekil 1.1. Dünya süt üretiminin kıtalara göre dağılımı.

Dünya toplam süt üretim miktarının % 83'ünü inek sütü oluşturmaktadır. İnek sütü üretiminde lider ülkeler Şekil 1.2'de sunulduğu üzere AB-27 ülkeleri, ABD, Hindistan, Çin, Brezilya, Rusya, Yeni Zelanda, Türkiye, Pakistan, Arjantin, Meksika ve Ukrayna'dır (FAO 2013).



*: Tahmini

Şekil 1.2. Dünyadaki Önemli Süt Üreticisi Ülkeler ve Süt Üretim Miktarları (bin ton).

Yıllık 152 milyon tonluk üretim ile AB dünyanın en büyük süt üreticisi konumundadır. En fazla süt üreten ülke ise yıllık 90,9 milyon ton ile ABD'dir.

Almanya, Fransa ve İngiltere AB 'de toplanan sütün yaklaşık yarısını üretmektedirler (IDF 2014).

Dünya kişi başına yıllık süt ve süt ürünleri tüketimi ortalama (süt eşdeğeri olarak), 2000 yılında 94,9 kg iken, 2008 yılında 104,8 kg, 2009 yılında 104,2 kg, 2010 yılında 106,2 kg olarak hesaplanmış, 2011 yılında ise süt ve süt ürünleri tüketiminin 2010 yılına göre % 1 artış göstererek 107,3 kg olarak saptanmıştır (IDF 2012).

Başka bir kaynağa (FAO 2012) 2010 yılında kişi başına ortalama yıllık süt ve süt ürünleri tüketimi 103,3 kg olduğu bildirilmiş, 2011 yılında 104,5 kg olduğu bildirilmiş, 2012 yılında ise 106,1 kg olarak belirlenmiştir. Çizelge 1.2'de 2010-2012 yılları arasındaki dünyada süt ve süt ürünlerinin tüketimi ile yakın geçmişteki değişimi verilmiştir (FAO 2012). Çizelge 1.3'de dünyadaki toplam süt miktarının % 41'i Asya'da, % 27'si ise Avrupa'da tüketilmektedir (IDF 2014).

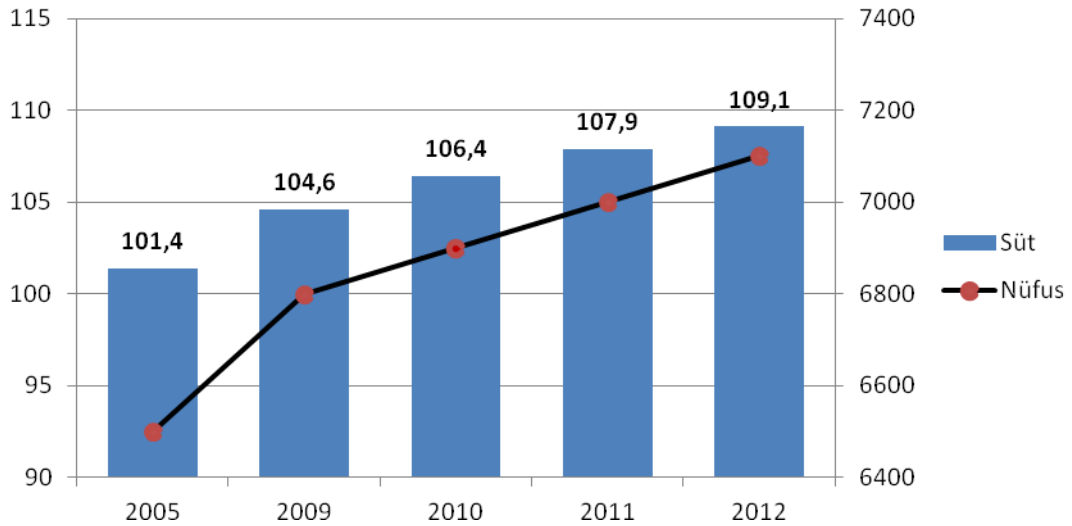
Çizelge 1.2. Dünya süt ve süt ürünleri tüketimi (süt eşdeğeri, kg/kişi/yıl).

	2010	2011	2012	2011 yılına göre 2012 yılındaki değişim (%)
Dünya (kg/yıl)	103,3	104,5	106,1	1,6
Gelişmiş ülkeler (kg/yıl)	233,4	234,3	237,8	1,5
Gelişmekte olan ülkeler (kg/yıl)	67,8	69,5	71,1	2,2

Çizelge 1.3. Bölgeler bazında global süt tüketimi.

2012 Yılı	Tüketim (milyon ton)	Kişi Başı Tüketim	Dünya Tüketimdeki Payı (%)	Dünya Üretimindeki Payı (%)	Kendi Kendine Yetebilme Oranı
Asya	311,6	73,1	% 40,6	% 37,7	% 93
Avrupa	207,5	280,3	% 27,0	% 28,4	% 105
AB-27	144,8	288,5	% 18,9	% 20,4	% 108
AB Harici	62,6	263,1	% 8,2	% 8,0	% 98
Kuzey Amerika	95,6	274,0	% 12,5	% 12,9	% 104
Güney Amerika	69,6	175,2	% 9,1	% 9,1	% 100
Afrika	53,3	49,7	% 6,9	% 6,0	% 86
Orta Amerika	20,4	127,6	% 2,7	% 2,2	% 81
Okyanusya	9,4	254,7	% 1,2	% 3,8	% 311
Dünya	767,4	108,7	% 100	% 100	% 100

Yaklaşık 2012 yılında 7,1 milyar nüfusa sahip dünyada kişi başına ortalama süt tüketimi 109,1 kg süt eşdeğeridir. Bu rakam aynı zamanda global olarak süt tüketiminde son yedi yılda % 8 (7,6 kg) oranında artış olduğu Şekil 1.3'te sunulmaktadır (IDF 2014).



Şekil 1.3. Kişi başı süt tüketimi (süt eşdeğer, kg) dünya nüfusu (milyon kişi).

1.1.2. Türkiye’deki Süt Üretim ve Tüketim Durumu

Ülkemizde süt üretimi, hayvan varlığı ve laktasyon verimlerindeki artışa paralel olarak artış göstermektedir. Çizelge 1.4’de Türkiye’deki 2010-2013 yılları arasındaki hayvan türlerine göre çiğ süt üretimi ve yakın geçmişteki değişimi verilmiştir (TÜİK 2014).

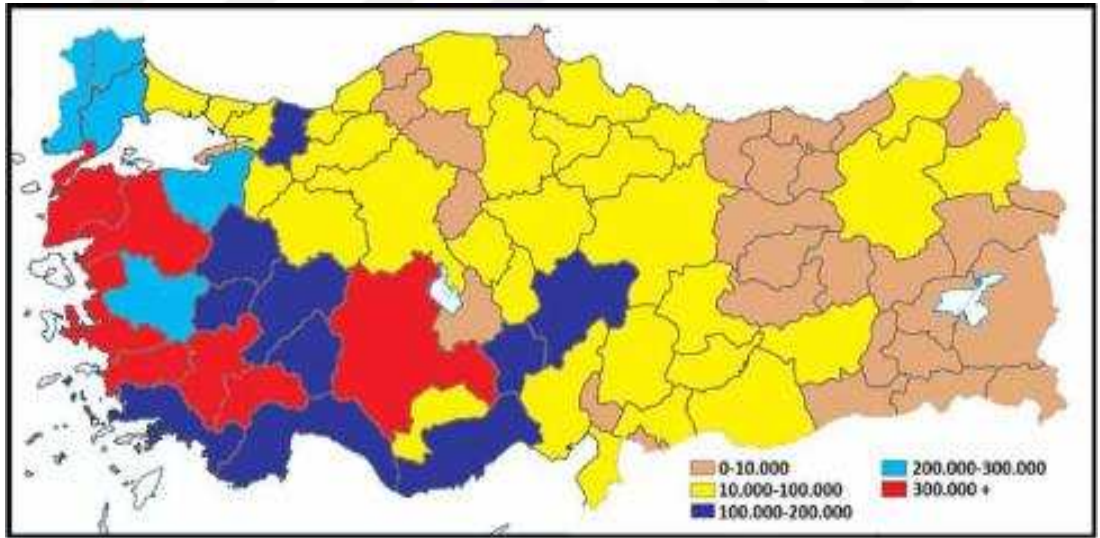


Çizelge 1.4. Türkiye’de hayvan türlerine ve yıllara göre çiğ süt üretimi (ton, %).

Yıl	İnek		Manda		Koyun		Keçi		Toplam
	Ton	Toplam Üretimdeki Pay (%)	Ton	Toplam Üretimdeki Pay (%)	Ton	Toplam Üretimdeki Pay (%)	Ton	Toplam Üretimdeki Pay (%)	
2000	8.732. 000	89	67.300	0,69	774.400	7	216.300	2,21	9.790.000
2009	11.583.313	92	32.443	0,26	734.219	5	192.210	1,53	12.542.186
2010	12.418.544	91	35.487	0,26	816.832	6	272. 811	2,01	13.543.674
2011	13.802.428	91	40.372	0,3	892.822	5	320.588	2,1	15.056.211
2012	15.977.838	91	46.989	0,3	1.007.007	5	369.429	2,1	17.401.262
2013	16.655.009	91	51.947	0,3	1.101.013	6	415.743	2,3	18.223.712

Çizelge 1.4’de görüleceği üzere; hayvan türlerine göre Türkiye çiğ süt üretimi 2013 yılında bir önceki yıla göre % 4,7 oranında artarak 18.223.712 ton olmuştur. 1930 yılında elde edilen çiğ sütün % 38,24’ü inekten elde edilirken 2013 yılında bu oran % 91,4’e çıkmıştır. Aynı oranda sırasıyla mandada % 14,19’dan % 0,3’e, koyunda % 20,38’den % 6,0’ya, keçide ise % 27,18’den % 2,3’e düşmüştür (TÜİK 2014).

Süt üretiminin bölgelere dağılımı Ege, Trakya, Akdeniz ve İç Anadolu’nun güneyidir. Türkiye Süt Üreticileri Merkez Birliği verilerine göre 300.000 tondan fazla sütün toplandığı iller sırasıyla İzmir, Balıkesir, Konya, Aydın, Çanakkale, Denizli, Burdur olmuştur. Tekirdağ, Edirne, Kırklareli gibi Trakya Bölgesi illeri ile Bursa, Manisa ve Aksaray da 2013 yılında önemli süt üretim merkezleri olmuştur (Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri 2013). Şekil 1.4’de illere göre süt üretim dağılımının tematik haritası, Şekil 1.5’de ise illere göre toplanan süt üretim miktarı sunulmuştur. (Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri 2013).



Şekil 1.4. İllere göre süt üretim miktarının tematik haritası.

TÜİK (2014) verilerine göre ise en fazla sütün üretildiği iller sırasıyla Konya: 962.806, İzmir: 756.483, Balıkesir: 750.711, Erzurum: 748.266, Sivas: 620.884 ton/yıl dır (TÜİK 2014).



Şekil 1.5. İllere göre toplanan süt miktarları (ton).

Ülkemizde yüksek oranda kayıt dışı üretim nedeniyle tüketim oranlarının doğru olarak belirlenmesi oldukça zordur. 2008-2011 yılları arası kişi başına süt ve süt ürünleri tüketimi TÜİK tarafından yayınlanan toplam süt üretim miktarının nüfusa bölünmesi ile hesaplanmış olup, Çizelge 1.5’de sunulmuştur (TEPGE 2012).

Çizelge 1.5. Kişi başı toplam süt ve süt ürünleri tüketimi kg/kişi/yıl (süt eşdeğeri).

Yıl	2008	2009	2010	2011
Kişi başı toplam süt ve süt ürünleri tüketimi kg/kişi-yıl(süt eşdeğeri)	171	173	185	201

1.2. Aflatoksinler

1.2.1. Genel Bilgiler

Aflatoksinler, mikotoksinler içerisinde gerek tüm hayvan türleri gerekse insanlarda zehirlenmeye neden olması, diğerlerine oranla daha toksik olması ve karsinojenite risklerinin yüksek olması nedeniyle en önemlisidir. Ülkemiz tarihinde aflatoksinler ile ilgili sorun ilk olarak 1967 yılında Kanada’ya ihraç edilen fındık içlerinden on tonluk bir miktarının geri gönderilmesi ile başlamıştır (Nizamlıoğlu 1996, Giray ve ark 2007). 1972 ve 1974 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri’ne ihraç edilen Antep Fıstıkları aflatoksin içermeleri nedeniyle geri gönderilmiştir. Kuru incir ihracatımızda da, 1972 yılında Danimarka, 1973 ve 1974 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri ile sorunlar yaşanmış, 1986, 1987 ve 1988 yıllarına gelindiğinde ise tüm ihracatın alıcılar tarafından durdurulması ile karşılaşmıştır (Ender 2001, Özmenteşe 2002).

Ortam koşulları uygun olduğunda yaklaşık 200 küf türü tarafından mikotoksin olarak bilinen çeşitli toksinler üretilerek karaciğer, böbrek gibi organlarda hastalıklar, dejenerasyonlar, bağışıklık sisteminde bozukluklar, kusurlu ve eksik organ oluşumları, ürümede azalma ve kilo kaybı gibi sorunlara neden olduğu bildirilmektedir. Küf sporları bitki, gıda ve yemlerin yanı sıra hava, su, toprak gibi yollarla da bulaşabilmekte, buralarda sporları üreyip gelişebilmekte ve gelişme fazının sonunda miselleri içinde mikotoksin sentezlemektedirler. Mikotoksinli yemleri yiyen hayvanların et, süt, yumurta gibi ürünlerinin veya doğrudan

mikotoksinli bitkinin insanlar tarafından tüketilmesi ile de insanlara mikotoksin bulaşması olmaktadır. Aflatoksin üreten *Aspergillus* türleri ve aflatoksin kontaminasyonuna tüm dünyada özellikle sıcak ve nemli iklimlerde yaygın olarak rastlanır (Tunail 2000, Whitlow ve Hagler 2004).

Günümüzde 300 kadar mikotoksin varlığı tespit edilmiş olup, bu toksinlerin 350 küf türü tarafından oluşturulduğu bilinmektedir. Bir küf türü birden fazla mikotoksin oluşturabilirken bir mikotoksin birçok küf tarafından sentezlenebilmektedir. Mikotoksin ürettiği bilinen ve dünyada en yaygın rastlanan küf türleri depo küfleri olarak da bilinen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* ve *Rhizopus* türleri içerisinde yer almaktadır (Taydaş 1993). Çizelge 1.6'da bazı küf türleri ile ve bu organizmaların sentezlediği mikotoksinler verilmiştir (Taydaş 1993).

Çizelge 1.6. Bazı toksijenik küf türleri ve sentezlediği mikotoksinler.

Küf Türleri	Mikotoksinler
<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. nomius</i>	Aflatoksin B ₁ , B ₂ , M ₂
<i>Aspergillus parasiticus</i> , <i>A. nomius</i>	Aflatoksin G ₁ , G ₂
<i>Aspergillus flavus</i> , <i>P. commune</i>	Cyclopiazonic acid
<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium viridicatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. verrucosum</i>	Ochratoxin A
<i>P. expansum</i> , <i>A. clavatus</i>	Patulin
<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sporotrichioides</i>	Deoxynivalenol
<i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. poae</i>	T-2 toxin
<i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. Graminearum</i>	Diacetoxyscirpenol
<i>F. culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sporotrichioides</i>	Zearalenon
<i>F. moniliforme</i> , <i>F. Verticillioide</i>	Fumonisin
<i>Acremonium coenophialum</i>	Ergopeptine alkaloids
<i>A. lolii</i>	Lolitre alkaloids
<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Phomopsins
<i>Pithomyces chartarum</i>	Sporidesmin

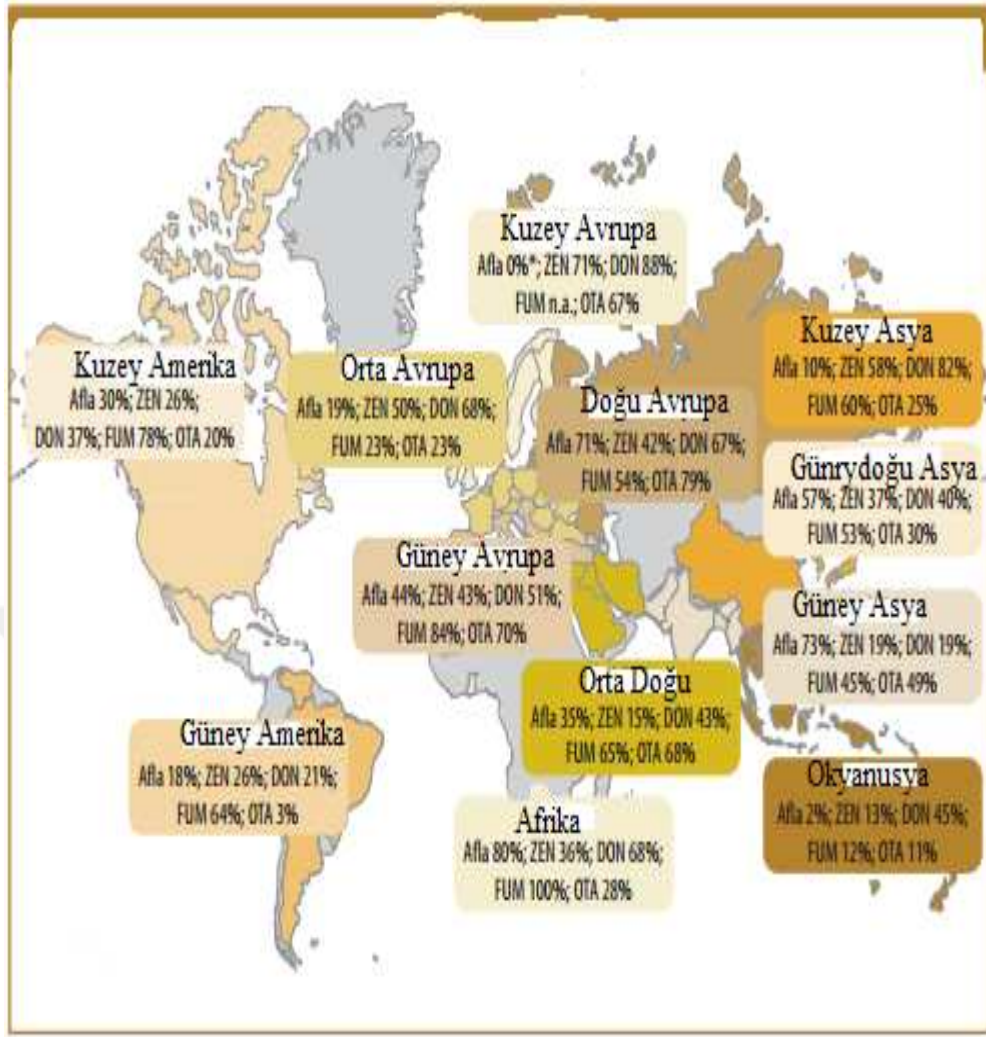
Gıda maddelerinde bulunan mantarlar, ürünlerin bozulmasına neden olmakla kalmayıp, sentezledikleri toksinler aracılığıyla bu ürünlerle beslenen insan ve hayvanlarda önemli zehirlenmelere de neden olurlar (Aydın 2007). Çizelge 1.7’de AFB₁ ve AFM₁’in zararlı etkileri özetlenerek verilmiştir (D’Mello ve Macdonald 1997). Tablodan da anlaşılacağı gibi aflatoksinler insan ve hayvanlarda başta karaciğer kanseri olmak üzere ciddi zararlı etkilere neden olabilmektedir.

Çizelge 1.7. Bazı mikotoksinler ve zararlı etkileri.

Mikotoksinler	Zararlı Etkileri
Aflatoksin B ₁	Akut Toksisite: LD ₅₀ değerleri, 1.0-17.9 mg/kg CA (Labaratuar Hayvanları), 0.5 mg/kg CA (Ördek); karaciğer lezyonları, teratojenite, ruminantlarda yemden yararlanma, bağışıklık sistemi ve üreme performansında düşüş, insanlar için karsinojen etki
Aflatoksin M ₁	Hepatotoksik ve karsinojenik

LD50: Median letal doz, CA: Canlı ağırlık

Dünya çapında 2012 yılında yapılan bir araştırmada yem ve yem maddeleri analiz edilerek bazı bölgelerden satın alınan ürünlerden kaynaklanan risk düzeyinin değerlendirilmesine ilişkin bir mikotoksin haritası oluşturulmuştur (Biomin 2012). Oniki aylık BIOMIN (2012) mikotoksin araştırması sonucunda, 4023 örnek aflatoksin, zearalenon, deoksinivalenol, okratoksin A ve fumonisin gibi önemli mikotoksinler yönünden analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları Kuzey ve Güney Amerika, Güneydoğu, Güney ve Kuzey Asya, Afrika, Kuzey Avrupa, Doğu, Güney ve Merkez Avrupa, Okyanusya ve Ortadoğu olarak genellenmiş ve elde edilen veriler doğrultusunda dünya mikotoksin haritası oluşturulmuştur (Şekil 1.6.) (Biomin 2012).

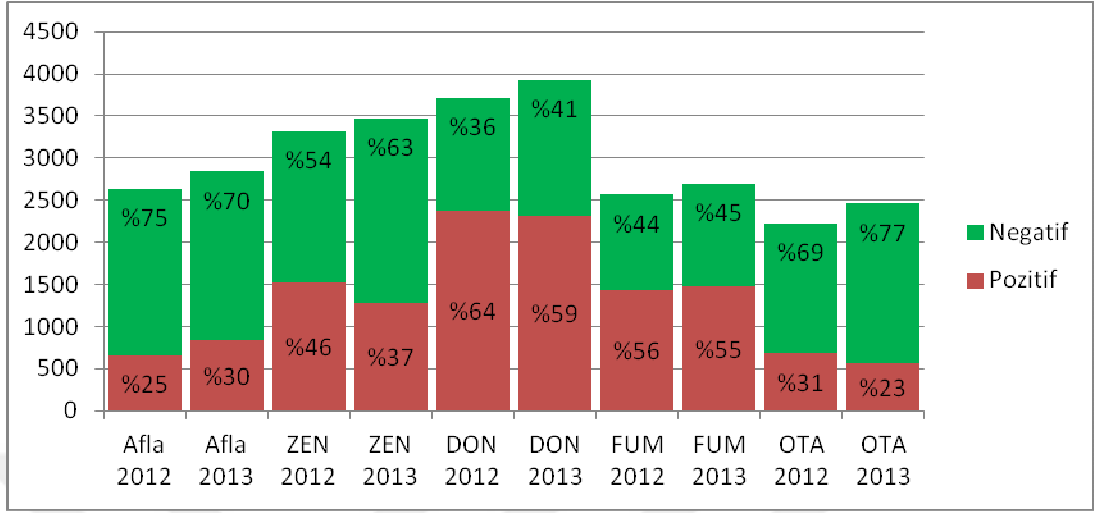


Afla: aflatoxin; ZEN: zearalenon; DON: deoksinivalenol; FUM: fumonisin; OTA: okratoksin

Şekil 1.6. Coğrafi bölgelere göre mikotoksinlerin varlığı ve oranları.

Yine Biomin kuruluşu tarafından 2013 yılında dünya genelinde 50 den fazla ülkeden alınan 4218 örnek, aflatoxin, zearalenon, deoksinivalenol, okratoksin A ve fumonisin gibi önemli mikotoksinler yönünden analiz edilerek yem ve yem maddelerinin hangi mikotoksinlerle bulaşık olduğu % oran olarak ortaya konmuştur (Biomin 2013). Çalışma sonuçlarına göre Dünya genelinde aflatoxin yönünden analizi yapılan örneklerin sayısı 2839 olup, örneklerde saptanan aflatoxin düzeyi % 30, pozitif örnek sayısı zearalenon (3470 örnek) % 37, deoksinivalenol (3931 örnek) % 59, fumonisin (2699 örnek) % 55, okratoksin (2459 örnek) % 23 düzeyinde tespit edilmiştir. Şekil 1.7’de mikotoksinlerin yaygınlığı test edilen örneklerle negatif ve pozitif örneklerin kıyaslaması şeklinde sunulmuştur (Biomin 2013). Çizelge 1.8’de ise 2012 ile 2013 yılları arasında dünya genelinde aflatoxinlerin de içinde

bulunduğu mikotoksinlerin yaygınlığı ve düzeylerine yönelik yapılan çalışmalara ilişkin veriler sunulmuştur (Biomin 2013).



Afla: aflatoxin; ZEN: zearalenon; DON: deoksinivalenol; FUM: fumonisin; OTA: okratoksin ()

Şekil 1.7. Mikotoksinlerin yaygınlığı test edilen örneklerle negatif ve pozitif örneklerin kıyaslaması.

Yukarıda sunulan şekildeki veriler dikkate alındığında deoksinivalenol ve fumonisin yönünden analiz edilen ürünlerin yarısından daha fazlasında kirlilik tespit edilmiştir. Analiz edilen ürünlerin üçte birinden fazlasında zearalenon ile kontaminasyon söz konusu olup, aynı kuruluş tarafından 2012 yılında yapılan çalışma sonuçlarıyla kıyaslandığında 2013 yılında aflatoksin seviyesinde % 5 oranında bir artma eğilimi saptanmış ve test edilen örneklerde aflatoksin seviyesi % 30 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 1.8. 2012-2013 yıllarında mikotoksinlerle ilgili dünya genelinde yapılan çalışma sonuçları.

Dünya Çapındaki Çalışma Sonuçları	Afla 2012	Afla 2013	ZEN 2012	ZEN 2013	DON 2012	DON 2013	FUM 2012	FUM 2013	OTA 2012	OTA 2013
Örnek Sayısı	2636	2839	3320	3470	3712	3931	2570	2699	2230	2459
Pozitif Örneklerin Yüzdesi	25	30	46	37	64	59	56	55	31	23
Ortalama Konsantrasyon (µg/kg)	34	33	251	133	1088	770	1350	1421	5	10
Tespit edilen Maximum Düzey (µg/kg)	6323	1563	9854	5324	30200	26267	42120	26828	170	595

Afla: aflatoxin; ZEN: zearalenon; DON: deoksinivalenol; FUM: fumonisin; OTA: okratoksin

1.2.2. Aflatoksinlerin Oluşumu, Fiziksel ve Kimyasal Yapıları

Aflatoksinler yapısal özellikleri bakımından birbirine benzeyen difuranokumarin yapısına sahip bileşiklerdir ve iki kimyasal grubu vardır. Bunlar AFB₁, AFB₂, AFB_{2A}, AFM₁, AFM₂, AFM_{2A} ve aflatoksikol içeren difurokumarosiklopentanon serisi ile AFG₁ ve AFG₂'i içeren difurakumarolakton serisidir (Coppock ve Christian 2007). Aflatoksin terimi cins ismi olan *Aspergillus*'un ilk harfi "A", flavus'un ilk üç harfi "fla" ve sonuna Latince zehir anlamına gelen "toksin" kelimesinin bir araya getirilmesiyle türetilmiştir (Aytaç 1983, Rustom 1997, Bakırdere ve ark 2012). Aflatoksin oluşumuna neden olan küfler uygun koşullar oluştuğunda özellikle su aktivitesi ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak hemen her türlü tarımsal üründe ve gıda maddesinde gelişebilmektedir. Aflatoksin üreten *Aspergillus* türleri ve aflatoksin kontaminasyonuna tüm dünyada özellikle sıcak ve nemli iklimlerde yaygın olarak rastlanır. Bu nedenle dünyanın birçok ülkesinde üretilen gıda maddelerinde aflatoksin sorunu yaşanmaktadır (Bullerman ve ark 1984, IARC 1993). Yapılan çalışmalar sonucu aflatoksinin birbirine yakın 18 türevi tespit edilmiştir. Bunlar arasında yer alan B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ ve M₂ önemli aflatoksin türevleri olarak bilinmektedirler (Rustom 1997, Pittet 1998, Şanlı 2002, Bennett ve Klich 2003). Aflatoksinlerin isimlendirilmesi ince tabaka kromatografisinde ultraviyole (UV) ışını altında verdikleri floresan renkleri ile belirtilmektedir. Mavi (blue) floresan verenler B, yeşil (green) floresan verenler G harfi ile

gösterilmektedirler. M_1 ve M_2 aflatoksinin süte geçen türevleri olup süt kaynaklı toksin olduklarını belirtmek amacıyla M harfi ile ifade edilmektedirler. Toksinlere verilen rakamlar ise toksisite derecesini göstermektedir. Numara "1" ile simgelenenler yüksek toksisiteyi, numara "2" ile gösterilenler ise düşük toksisiteyi ifade etmektedir (Pittet 1998, Akçelik ve 2000, Pitt 2000, Şener ve Yıldırım 2000). Karsinojenik yönüyle aflatoksinler toksik etki gücüne göre $AFB_1 > AFG_1 > AFB_2 > AFG_2$ şeklinde sıralanmaktadır (Mc Connel ve Gamer 1994). Aflatoksinlerin kapalı formülleri, erime noktaları ve ultraviyole ışığı altında verdikleri renkler Çizelge 1.9'da verilmiştir (Pittet 1998).

Çizelge 1.9. Aflatoksinlerin kapalı formülleri, erime noktaları ve ultraviyole ışığında verdikleri renkler.

Aflatoksin	Kimyasal Formül	Erime Noktası ($^{\circ}$ C)	Renk
B_1	$C_{17}H_{12}O_6$	268-269	Mavi
B_2	$C_{17}H_{14}O_6$	286-289	Mavi
G_1	$C_{17}H_{12}O_7$	244-246	Yeşil
G_2	$C_{17}H_{14}O_7$	237-240	Yeşil -Mavi
M_1	$C_{17}H_{12}O_7$	299	Mavi- Menekşe
M_2	$C_{17}H_{14}O_7$	293	Menekşe

Aflatoksinler, methanol, kloroform ve asetonda çözünürken su ve petrol eter de çözünmezler. Sodyum hipoklorit, amonyak ve potasyum permanganatta parçalanırlar, ışıktan etkilenirler. Süt ve süt ürünlerinin AFM_1 bakımından sorun teşkil etmesinin en önemli nedeni, aflatoksinlerin uygulanan ısıl işleme karşı stabil olmasıdır. Kimyasal yapı ve etkinlik açısından farklı olan Aflatoksinlerin tamamen parçalanmaları için 300°C 'nin üzerinde sıcaklığa ihtiyaç vardır. Bu nedenle sütün pastörizasyonu, yoğurt veya peynir yapımı sırasındaki sıcaklık AFM_1 'i parçalamak için yeterli değildir (Bullerman 1979, Doyle ve ark 1982, Scott 1984, Barbieri ve ark 1994).

Küfler yem ve gıda maddelerinde saprofit olarak bulunur. Bitki veya hayvan hücrelerinin yüzeyine tutunarak veya içinde yaşarlar ve lifli toza benzer bir yapı görünümü verirler. Bu olay "küflenme" olarak adlandırılır. Küf sporu olmadan küflenme olayı meydana gelemez. Genel olarak sıcaklık, su ve böcek kusuru gibi

evre koşulları bitkilerde hasara sebep olur ve tarlada mikotoksin kontaminasyonuna karşı bitkileri predispoze kılar. Yem hammaddelerinin hasat öncesi dönemde kontamine olabilmesi sebebiyle, ek mantarlarının remelerinin ve mikotoksin oluşumunun kontrolü depolama koşullarına bağlıdır (Kaya 2001).

Uygun ortam koşullarında aflatoksinler hasat, kurutma, depolama, gıda ve yem halinde ürünü işleme aşamasında oluşabildiği gibi, ürün tarlada veya bahçede gelişirken de meydana gelebilmektedir. Aflatoksin oluşumunu ürünün nemi, kurutma hızı, ortamın nisbi nemi, sıcaklık, ortamda bulunan fungus veya sporlarının yoğunluğu, gelişen türlerin toksin oluşturma gleri, mikroorganizmalar arası rekabet, ürünün ve yetiştirilen çeşidin direnci, böcek veya diğer zararlıların faaliyeti, bitki stresi, hava sıcaklığı, atmosferik gazların bileşimi gibi birçok etken etkilemektedir (Rustom 1997, Pittet 1998, Kabak ve ark 2006, Maia ve Bastos 2007). Aflatoksinlerin gelişmesinde nisbi nem ve sıcaklık önemli parametrelerdir. Aflatoksin üreten küflerin gelişmesi için optimum şartlar 24-35 C ve % 70'in üzerindeki nisbi nemdir (Arrus ve ark 2005, Odoemelam ve Osu CI 2009). Ayrıca gıdalarda aflatoksin üretimi ve misel gelişimi sıcaklık ve su aktivitesi (aw) ile kontrol edilmektedir (Molina ve Giannuzzi 2002). Mısır da yetiştirme, hasat, depolama, taşıma ve işlem basamaklarında genellikle mikotoksine maruz kalan gıdalardandır. Hasat ncesi ve sonrasında *A. flavus* ile enfekte olan mısırlarda kurutma ve depolama koşullarının iyi olmaması halinde aflatoksin kontaminasyonunda artış görülmektedir (Giorni ve ark 2008, FAO ve IFIF 2010). Kf gelişimi için gerekli olan sıcaklık ve su aktivitesi (aw) değerleri toksin oluşumu için gereksinim duyulan değerler ile aynı olmamakta ve tre göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin *A. flavus*'un gelişmesi ve mikotoksin üretiminde aw sırasıyla 0,73 ve 0,85'dir. Bu durumda nem içeriği de % 8-12 ve % 17-19'dur (Bhat ve ark 2010). Kf ve toksin oluşumu için gerekli minimum sıcaklık değerleri de farklılık göstermektedir. *A. parasiticus*'un gelişmesi için en düşük sıcaklık aralığı 6-8 C iken 25-35 C'de optimum gelişme sağlanmaktadır. *A. flavus* için ise en iyi gelişme aralığı 19-35 C iken 12-42 C arasında toksin üretmektedir. Aflatoksin kontaminasyonu hızlıca oluşabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, *A. flavus* inokule edilen bitkilerde iki gün sonra 0,3-2 g/kg, dört gün sonra 950-2800 g/kg ve yedi gün sonra ise 3600-4500 g/kg miktarlarında aflatoksin varlığına rastlandığı belirtilmiştir (Coppock ve Christian 2007). Çizelge

1.10’da aflatoksinlerin oluşumuna etki eden çevresel faktörler görülmektedir (Frank 1974).

Çizelge 1.10. Aflatoksinlerin oluşumuna etki eden çevresel faktörler.

Ekolojik Faktör	Aflatoksin
Sıcaklık °C (Alt sınır)	5-12
Optimum	28
Üst sınır	37-40
Nisbi nem (hava) % (alt sınır)	80
Kültür süresi (gün) (en fazla toksin oluşumu)	3-15
Ortam pH’ sı (en fazla toksin oluşumu)	2,5-6

Çizelge 1.11’de toksin üreten önemli küf mantarlarından *Aspergillus* için gerekli ortam koşulları verilmiştir (Charles ve Hurburgh 1995).

Çizelge 1.11. *Aspergillus* küfleri ve toksin üretebilmeleri için uygun ortam koşulları.

Küf	Muhafaza Koşulları
<i>Aspergillus</i>	- Tane olgunlaşma sırasında sıcak ve kuru hava, 32-35 °C’ nin üzerinde sıcaklıklar, kuraklık 16 °C’den fazla ve % 17’den yüksek depolama şartları. - İnsekt etkisi. - Serin yağışlı havalar, nem miktarı % 22’nin üzerinde olan yeterince kurutulmamış tahıllar.

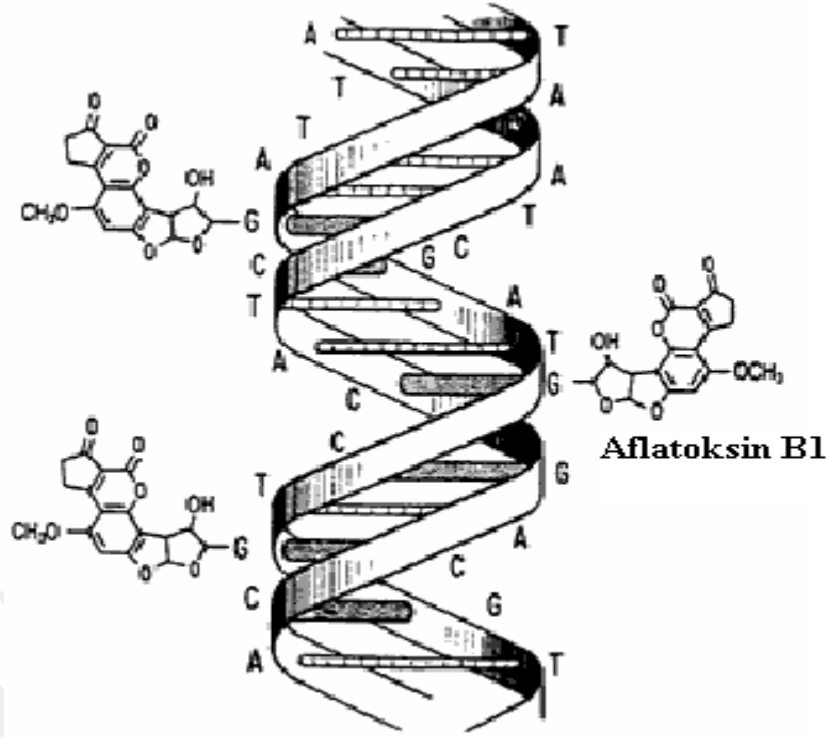
1.2.3. Aflatoksinlerin Biyotransformasyonu ve Toksikokinetiği

Mikotoksinler insanlara kontamine besinler ve kontamine yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen ürünler aracılığıyla kalıntı düzeylerinde de olsa ulaşırlar. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde besinlerin yaklaşık % 25’inin mikotoksinlerle ve metabolitleriyle kontamine olduğu bildirilmektedir (Şener 2006). Mikotoksinler genellikle kontamine gıdanın tüketilmesi ile vücuda alınır. Bununla birlikte toksijenik sporların inhalasyonu ve doğrudan deri ile temas diğer maruziyet

yollarıdır (Salem ve Ahmad 2010). Dünyanın değişik yerlerinde insanların günlük aflatoksin alım miktarları 0-30 µg/kg arasında değişmektedir (Verma 2004).

Aflatoksinlerle kirlenmiş yem ve yem hammaddelerinin tüketilmesi ile sindirim sistemine alınan toksinler hızlı ve yüksek bir oranda emilir. Dolaşıma geçen toksinler kan yoluyla bütün vücuda dağılır, plazmadan, başta karaciğer olmak üzere doku ve organlara geçerek etkilerini gösterir. Aflatoksinlerin kendileri doğrudan etkili değildirler. Aflatoksin B₁'in karsinogenik ve mutajenik etkilerinin organizmada geçirdiği biyotransformasyon sonucunda ortaya çıktığı bildirilmektedir. Metabolizmaya uğradıkları organlar arasında karaciğer başta olmak üzere böbrek, akciğer ve diğer organlar sayılabilir (Shank ve Wogan 1965, Micheals ve John 1973, Clarch ve ark 1984).

AFB₁'in toksisitesinin potasyum siyanitten 10, arsenikten 68 ve melaminden 416 kat fazla olduğu bildirilmiştir (Li ve ark 2011). AFB₁'in karsinogenite ve mutajenitesi vücuttaki metabolizması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Aflatoksinler, öncelikle mikrozomal ve stoplazmik oksijenaz enzim sistemleri tarafından metabolize edilmektedir (Ueno 1985). Metabolizmaya uğradıkları organlar arasında karaciğer başta olmak üzere böbrek, akciğer ve diğer organlar sayılabilir. Karaciğer ve diğer dokulara yerleşmiş sitokrom P-450 enzimleri AFB₁'in oksidatif olarak metabolizmasını katalize ederek, yüksek reaktif özelliğe sahip olan çok zehirli aflatoksinin epoksit türevinin oluşmasına neden olurlar. Metabolizma sonucunda AFB₁-8,9-epoksit, aflatoksikol, aflatoksikol Q₁, AFP₁ ve AFM₁ gibi bir takım metabolitler meydana gelir. Bu toksinler karaciğerde DNA, endoplazmik retikulum ve enzimler gibi diğer makromoleküllere kovalent bağlarla bağlanırlar (Smela ve ark 2001). (Şekil 1.8.)



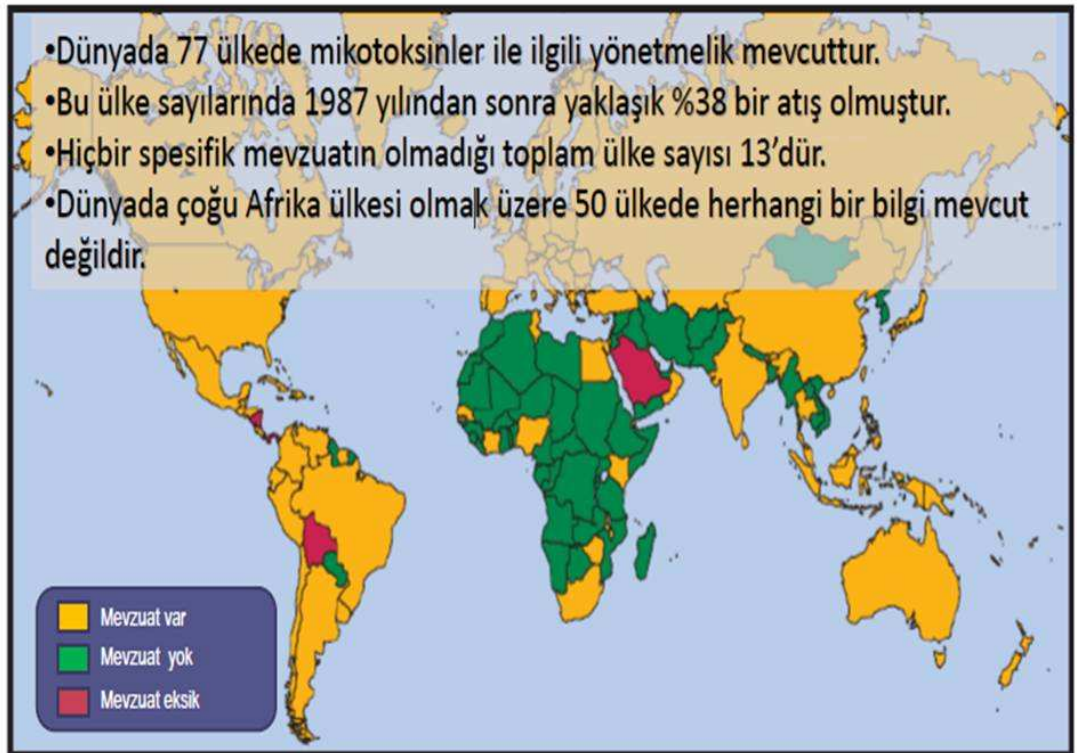
Şekil 1.8. AFB₁'in DNA molekülüne bağlanması.

Toksik ve karsinojenik etkilerden sorumlu olan bu epoksit türevleri karaciğer ve diğer organ hücrelerini moleküler düzeyde etkiler. Bu metabolitler DNA ve RNA sentezini engelleyerek protein sentezini bozarlar. Epoksit türevi DNA'ya bağlanır, RNA'nın sentezini engeller, bunun sonucunda DNA'ya bağlı RNA sentezi ile proteinlerin enzimatik olarak oluşumu bloke olur (Guortoo ve Motycka 1976, Swenson ve ark 1977, Booth ve Donald 1982, Railey ve ark 1997, Wild ve Gong 2010). Metabolizma sonucunda dokularda şekillenen reaktif metabolitler, DNA'ya geri dönüşümü mümkün olmayan şekilde bağlanır. Bu durum genetik yapının hasar görmesine neden olur. Eğer hasara uğrayan DNA molekülü tamir edilemez ve hasar sabit kalır ise mutasyon ortaya çıkar. Bu durum yeni nesil hücrelere aktarılır. Organizmada mutasyonu onaran bir takım mekanizmalar bulunmaktadır. Eğer bunlar mutasyon onarımını gerçekleştiremez ise durum ilerleyerek anormal şekilde üreyen hücrelerin kanser gibi ciddi biyolojik hasarlara neden olabileceği bildirilmiştir (Vleet ve ark 2001, Brown ve ark 2009).

Aflatoksikozis genellikle AFB₁ tarafından oluşturulan akut, subakut veya kronik karakterli bir mikotoksikozdur (Arda ve ark 1997). Aflatoksinler yüksek dozlarda akut toksisiteye neden olabilirler. Hayvanların çoğunda gözlenen akut

aflatoksikozisin klinik bulguları; iştah azalması, ağırlık kaybı, nörolojik anormallikler, mukoz membranlarda sarılık, kasılma ve sonunda ölümdür. Karaciğerde rengin açılması veya tamamen renksizleşme ve yağ birikimi belirgin olarak görülür. Aflatoksikozda lipit metabolizmasındaki bazı değişikliklerse hepatik steatoza (yağlı karaciğer) neden olabilir (Amaya-Farjan 1999). Vücut boşluklarında sıvı birikimi ile böbrek ve bağırsaklarda kanama da meydana gelebilir (Bullerman 1979). Lipit peroksidasyonu, birçok karsinojen maddenin toksik etkisinin sebeplerinden olup, Shen ve ark (1994) ratlarda AFB₁'in lipit peroksidasyonunu artırıcı etki yaptığını tespit etmişlerdir.

Günümüzde dünyada neredeyse tüm ülkeler, aflatoksinlerin insan sağlığı üzerine olan toksik etkilerinin önlenmesi ve kontrolü amacıyla ihrac ettikleri ürünlerin geri dönüşünü azaltmak için gıda ve yemlerde bulunabilecek aflatoksin düzeyleri için limitler belirlemektedir. Şekil 1.9'da aflatoksinle ilgili olarak yasal düzenleme yapan ülkelerin haritası sunulmuştur (Abdel-Wahhab ve Kholif 2008).



Şekil 1.9. Dünyadaki mikotoksinlere ait mevzuatın haritası.

1.3. Gıda ve Yem Maddelerinde Bulunan Aflatoksinlerin Hayvan ve İnsan Sağlığına Etkileri

İnsan ve hayvanların besin zincirine doğrudan ve dolaylı yolla kontaminasyon yoluyla giren aflatoksinler yüksek derecede toksisiteye sahip olmaları yanında insan ve hayvan sağlığı üzerinde teratojenik ve mutajenik etkileri nedeniyle vucuda alındıklarında akut ve kronik olarak seyreden aflatoksikozis denilen mikotoksikozis vakalarına yol açmaktadır (Smith 2001, Gürses ve ark 2002). Aflatoksinlerin sistemler üzerine olan etkileri Çizelge 1.12’de sunulmuştur (Anonim 2014).

Çizelge 1.12. Aflatoksinler ve etkilenen sistemler.

Etkilenen Sistem	Etkiler ve Belirtiler
Genler	Teratojenik etki - Yavrularda doğum defektleri
Genler	Karsinojenik etki - Maruz kalan hayvanlarda yüksek kanser oranı
Patolojik Değişiklikler	İç organlarda ağırlık değişimi, Bursa fabricius ve Timus’ta redüksiyon, organlarda yapı ve renk değişimleri
Solunum sistemi	Hematopoietik etkiler (Hemorajiler, Anemi)
İmmün Sistem	İmmüsupresyon (Çevresel etkilere ve mikrobiyal stres faktörlere karşı direnç azalması ve hastalıklara yatkın hale gelme)
Sinir Sistemi	Nervöz Sendrom (Anormal davranışlar vs,)
Deri	Dermatoksik etkiler (Tüyenme anormallikleri)
Üriner Sistem	Böbrek inflamasyonu
Sindirim Sistemi	Selüloz sindiriminde, proteolizde, uçucu yağ asitlerinde ve rumen motilitesinde azalmayla birlikte rumen fonksiyon bozukluğu, ishal
Reprodüktif Sistem	Üreme etkinliğinde azalma (Küçük ve sağlıklı yavrular)

Aflatoksinle kontamine gıda ve yem maddelerinin doğrudan insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilmesi sonucunda oluşan mikotoksikozise primer mikotoksikozis; mikotoksinle bulaşık yemlerle beslenen hayvanların eti, sütü ve

yumurtası gibi ürünlere geçen toksinlerin hayvansal ürünlerle birlikte alınması sonucunda şekillenen mikotoksikoze sekonder mikotoksikozis denir (James 2005). Hayvanlarda mikotoksikozis şekilleri Çizelge 1.13’de sunulmuştur (Arda 1975)..

Çizelge 1.13. Hayvanlarda mikotoksikozis şekilleri.

Akut Primer Mikotoksikozis	Kronik Primer Mikotoksikozis	Sekonder Mikotoksikozis Bozuklukları
Hepatitis	Büyüme hızında yavaşlama	İmmunogenezis ve doğal direnç mekanizması bozukluğu
Hemoraji	Reprodüktif etkinlikte azalma	İnfeksiyonlara karşı duyarlılık
Nefritis	Et, süt ve yumurta veriminde azalma	Hücrel immun yanıt sisteminin baskılanması
Ağız ve barsak epitelinde nekroz		Fagositoz ve komplement aktivitesinin baskılanması
Ölüm		Teratojenik etki

Yemler aracılığıyla kolayca alınan AFB₁’in çiftlik hayvanları tarafından ilk 24 saat içerisinde dışkı ve idrar ile % 85-90’ı atılır. Vücutta geriye kalan AFB₁ karaciğerde metabolize edilerek AFM₁ fraksiyonuna dönüştürülüp, yemlerle birlikte ilk alımından 12-24 saat sonra sütle atılmaya başlar. Süt ile atılan AFM₁ miktarı yemler vasıtasıyla alınan toplam AFB₁ miktarının % 1-3’üdür (Kaya 2001). Bu oranın bazı yazarlar tarafından % 0,4-3’ü olduğu bildirilmiştir (Mc Kinney ve ark 1973, Stoloff 1982, Yiannikouris ve Jouany 2002). Yemden süte geçen aflatoksin miktarı; beslenme rejimi, beslenme miktarı, sindirim miktarı, hayvanın sağlık durumu, hepatik biyotransformasyon kapasitesi ve mevcut süt üretimi gibi bir çok fiziksel ve nutrisyonel faktöre bağlıdır ve bu oranın % 1-3 arasında olduğu kabul edilmektedir (Van Egmond 1989, Cathey ve ark1994, Smith ve ark 1994, Pittet 1998, Sibanda ve ark 1999).

Hayvan türü, cinsi, yaşı, cinsiyet, sağlık durumu, beslenme koşulları, alınan toksin miktarı ve sıklığı ile vücutta alınış yolu aflatoksinlere karşı duyarlılığı etkilemektedir (Applebaum ve ark 1982, Wogan ve ark 2004). Her ne kadar aflatoksinlerin toksisitelerine karşı dirençli bir hayvan türü bulunmamasına rağmen domuz, hindi, ördek ve alabalıklar aflatoksine son derece duyarlı canlılar olarak

bilinmektedirler. Broylerler, sayılan türlere göre aflatoksine daha dirençli olmasına karsın, yumurtacı tavuklardan daha duyarlıdırlar (Whitlow ve Hagler 2004, Bommakanti ve Waliyar 2009). Aflatoksinlerin yüksek dozlarda alınmaları neticesinde hayvanların çoğunda iştah azalması, ağırlık kaybı, mukoz membranlarda sarılık, hastalığın son evresinde ise birkaç saat ile birkaç gün içinde ölüm tablosunun görülmesi kaçınılmaz olmaktadır. Karaciğerde rengin açılması veya tamamen renksizleşme ve yağ infiltrasyonu belirgin olarak görülür (Whitlow ve Hagler 2004). Kronik zehirlenmelerdeki tablo ise; hayvanlarda özellikle immun sistemin baskılanması neticesinde birçok hastalığın ön plana çıkmasına sebep olabildiğinden, çoğu kez gözden kaçabilmektedir. Büyüme hızı, yem tüketimi ve yemden yararlanmanın azalması, özellikle broylerlerde karkas kalitesinde düşme, hafif sarılık, sığırlarda yavru atma ve süt veriminde azalma, kanatlılarda yumurta verimi yumurtadan yavru çıkma oranı ve yumurta ağırlığında azalma gibi bozukluklar şekillenmektedir. Büyüme hızı ve canlı ağırlık artısının azalması, protein, yağ ve karbonhidrat metabolizmasında meydana gelen karışıklığa bağlanmaktadır (D'Mello ve Macdonald 1997, Sidhu ve ark 2009). Çizelge 1.14'da sığırlarda kronik zehirlenmelere yol açan AFB₁ düzeyleri ve etki süreleri (Şanlı 2001) sunulmuştur.

Çizelge 1.14. Sığırlarda kronik zehirlenmelere yol açan AFB₁ düzeyleri ve etki süreleri.

Hayvan Türleri		Kronik Zehirlenmeye Yol Açan AFB ₁ Düzeyi (ppb)	Etki Süresi
Sığırlar	Süt sığırı	200	Belirsiz süre
		1500	4 hafta
	Besi sığırı	700	6 ay
	Düve	500-700	20 hafta
Buzağı		700	4-5 ay
	6-8 Aylık dana	700-1000	16-28 hafta
	Süt emen	50-200	16 hafta
	Sütten kesilmiş	200-220	16 hafta

Aflatoksinlerin bir diğer önemli etkileri ise immunsupresif in vitro olarak yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur; Paul ve ark (1977), yaptıkları çalışmada AFB₁'in perifer lenfositlerin aktivitesi sonucunda şekillenen mitojenik stimülasyonu

baskıladığını tespit etmişler; aflatoksinlerin sığırlar üzerine olan immunsupresif etkilerini ortaya koyan diğer bir çalışma da ise Thaxton ve ark (1974), 10 µg/g konsantrasyonda aflatoksin içeren rasyon ile yapılan deneysel çalışmada bursa fabricius ve timusta sırasıyla % 35 ve % 55 oranında küçülme olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte immunsupresif etki 0,625 µg/g dozda gözlenebilmektedir. Çizelge 1.15’de AFB₁’in hayvanlar üzerine olan kronik toksisitesi (AFB₁ yedirilerek yapılmış denemelerde alınan sonuçlar) gösterilmiştir (Şanlı 2002).



Çizelge 1.15. Aflatoksin B₁'in kronik toksisitesi.

Hayvan Türü	Yemlerde Bulunan Yoğunluğu (ppb)	Maruziyet Süresi	Toksik etkileri
Süt İneği	1500	4 Hafta	Karaciğer Hasarı
	2400	7 gün	
Besi Sığırı	700	*	Canlı Ağırlık Kaybı
Boğa	500-700	20 Hafta	İlimli Karaciğer Hasarı
Dana	160-200	*	
	150-200	*	
Buzağı	220-440	16 Hafta	Karaciğer Hasarı
	400-500	*	
Koyun	500 (ppm olarak)	*	Etkisiz
Keçi	400	*	Etkisiz
	700	8 Hafta	
Köpek	360	10 Hafta	Karaciğer Hasarı
	500	2-4 Hafta	
Tavuk (et tipi piliç)	600	4-6 Hafta	Beslenme Bozukluğu (Besinlerin Değerlendirilememesi)
	600-1000	2-3 Hafta	Karkasta Esmerleşme ve Çürüme, Ölüm
	1500-2000	2-3 Hafta	İmmünesupresif Etki
Yumurta Tavuğu	600	2 Hafta	Canlı Ağırlık Kaybı ve Koagulopati
	600-1000	2-4 Hafta	Yumurta Veriminin Azalması
Civciv (Günlük)	75-250	2-7 Hafta	Yumurta Verimi Azalması ve Bozuk Yumurta Oranında Artış
	300-1000	2-4 Hafta	Büyüme Gerilemesi ve Yağlı Karaciğer Sendromu
Hindi (günlük)	250-300	4 Hafta	Karaciğer Nekrozu, Hemoraji ve Ölüm
Ördek (1-7 günlük)	30	4 Hafta	Karaciğer Hasarı, Büyümenin yavaşlaması
Ördek (10 Aylık)	300-600	1-2 Hafta	Ağır Karaciğer Hasarı ve Ölüm

*Belirsiz süre

Rumen florasının mikotoksinleri yıkımlama kapasitesinin etkisinden dolayı ruminantların, tek mideli hayvanlara kıyasla mikotoksikoz vakalarına daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Pettersson 2004). Choudhary ve ark (1998), 10, 26, 56,4, 81,1

ve 108,5 µg/kg aflatoksin içeren rasyonla gerçekleştirdikleri çalışmada sığırlarda yem tüketiminin önemli miktarlarda düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Guthrie ve Bedell (1979), 1977 yılında ABD’de bir süt sığırı işletmesinde yaptıkları çalışmada 10 µg/kg canlı ağırlık dozda aflatoksinle kontamine mısırın hayvanlara yedirilmesi sonucunda, süt üretimi ve üreme sağlığı ile ilgili problemler ortaya çıktığını, rasyondan toksinli mısır çıkarıldığında üç hafta içinde süt üretiminde % 28’lik bir artışın meydana geldiğini bildirmiştir.

Diekman ve Green (1992), aflatoksinlere bağlı olarak yem tüketimin azalmasının sonucunda selüloz sindiriminin yeterince gerçekleşmemesi, uçucu yağ asitlerinin üretiminin (asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit) ve rumen motilitesinin azalması bağlı olarak rumen foksionlarının yerine getirilemediğini bildirmişlerdir.

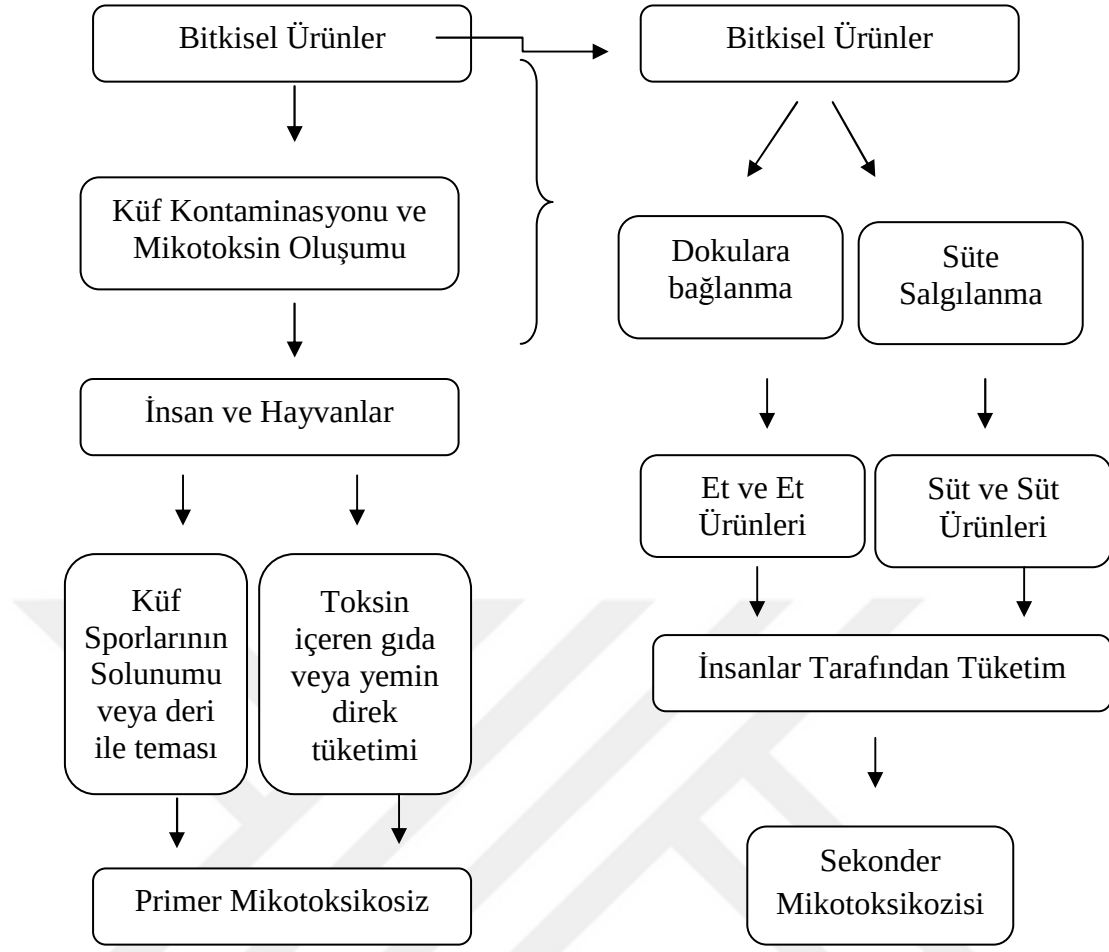
Jones ve Ewart (1979), tarafından aflatoksinlerin yemden yararlanma etkinliği ve büyüme oranı üzerine olan etkisine paralel olarak sığırların vücut kondüsyonlarında düşüş meydana geldiği ileri sürülmüş; 140 hayvan kullanılarak yaptıkları çalışmada 200 µg/kg (0,02 mg/kg) AFB₁ yer fıstığı küspesini içeren yemlemede sütçü sığırların yem tüketiminin azaldığını, rasyondan yer fıstığının çıkarılmasından sonra 4 gün içerisinde yem tüketim miktarının artmasına paralel olarak süt üretiminin artmasının yanında da sığırların vücut kondüsyonlarında da düzelmenin meydana geldiği bildirilmiştir.

Aflatoksinlerin sütün kalitesi ve verimi üzerine olan etkisinin araştırılması amacıyla Veldman ve ark (1982) birtakım deneysel çalışmalar yapmış; laktasyondaki 10 sütçü holstein ırkı ineğin 7 gün boyunca rumenine kanül takılarak rumen yoluyla günde 13 mg AFB₁ ile kontamine rasyon ile beslenmesi sonucunda sütte tespit edilen AFM₁ seviyesinin 0,001-0,01 µg/kg arasında değişkenlik gösterdiğini ve süt üretiminin önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir.

Mikotoksinler içerisinde insan sağlığı için en fazla risk taşıyanı aflatoksinlerdir. Mikotoksinlerin vücutta etkili oldukları organ ve dokulara göre veya etki mekanizmalarına bağlı olarak çeşitli etkilerinden söz edilir. Karaciğere etki edenler hepatotoksik, deriye etki edenler dermatoksik, böbreklere etki edenler nefrotoksik, sinir sistemine etki edenler nörotoksik, bağışıklık sistemini etki edenler immunotoksik olarak tanımlanırlar. Fakat aflatoksinlerin sağlık üzerindeki olumsuz

etkileri kesin olarak aydınlatılmış değildir. Bunun en önemli nedeni de insanlar üzerinde laboratuvar şartlarında toksisite denemeleri yapmanın söz konusu olmamasıdır. Bu bakımdan çalışmalar çeşitli deney hayvanlarının üzerinde yürütülmekte ve sonuçlar insanlar için de ışık tutmaktadır. İnsanlarda mikotoksinlerin yol açtığı vakalar da mevcuttur. Spagetti yedikten sonra hastalanan iki çocuğun yedikleri spagettide 12,5 µg/kg aflatoksin belirlenmiştir (Van Walbeek ve ark 1968).

Mikotoksinler vücudun organ ve dokularında bozukluklar meydana getirirken en çok karaciğeri etkilerler; bunun yanında, böbrekleri, sinir ve kasları, sindirim sistemini, deriyi, solunum sistemini ve üreme sistemini etkilerlerken bazılarının teratojenik ve karsinojenik etkileri de vardır (Kaya ve Yarsan 1995). Aflatoksinlerle insanlarda meydana gelen en önemli akut zehirlenme 1974 yılında kuzeybatı Hindistan’da görülmüştür. Bu zehirlenme vakasında 6250-15600 mg/kg arasında değişen aflatoksin içeren mısır unlarının tüketilmesi sonucunda ciddi ölümler olduğu rapor edilmiştir (Robens ve Richard 1992, Mclean ve Dutton 1995, Strosnider ve ark 2006, Groopman ve ark 2008). Şekil 1.10’da ise Mikotoksinlerin insanlara geçiş yolu şematize edilmiştir (Taydaş 2006).



Şekil1.10. Mikotoksinlerin insanlara geçiş yolu.

Primer karaciğer kanseri olan hepatosellüler karsinom Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun verilerine göre dünya genelinde beşinci sıklıkta görülen kanserdir ve kanserden dolayı meydana gelen ölümlerde üçüncü sırayı alarak yılda 500,000'den fazla kişinin bu nedenle ölümüne yol açar. AFB₁ ile kontamine gıdaların tüketimi de HSK (Hepatosellüler Karsinoma)'nın yüksek oranda gözlemlendiği yerlerde temel risk faktörlerinden birisidir. AFB₁'e maruziyetin yüksek olarak seyrettiği bölgelerde, kronik (HBV) Hepatit B Virusü enfeksiyonunun da insidensi yüksektir. AFB₁ oral olarak alındığında, karaciğerde mikrozomal oksidaz sistemi ile aktif ara molekül olan AFB₁ ekso 8,9 epoksidi metabolize olur, bu türev de DNA'ya kovalent bağlarla bağlanır ve geri dönüşümü mümkün olmayan mutasyona yol açar (Bressac ve ark 1991). Bu mutasyon aflatoksinin endemik olduğu bölgelerdeki (HSK) Hepatosellüler Karsinoma'ların % 30-60'ında gözlenir (Turner ve ark 2002). Şangay'da (Çin) yapılan kısa dönemli yapılan araştırma çalışmalarda AFB₁ ile kronik HBV enfeksiyonu arasında güçlü bir etkileşim de olduğu bildirilmiştir. Aflatoksin

metabolitlerinin idrar yoluyla atılması HSK riskinde 4 kat artışla ilişkilirken, HBV enfeksiyon riskini 7 kat artırır. Hem AFB₁ metabolitlerini atan hem de HBV taşıyan bireylerde HSK riski dramatik olarak 60 kat artar. (Qian ve ark 1994, Sravistava ve ark 1994). Hepatosellüler karsinom coğrafik bölgeler arasında farklılık gösterir (WHO 2006). Hepatosellüler karsinom vakalarının 25,200 ile 155,000 kadarında aflatoksin maruziyeti önemli bir risk faktörü olup, tüm hepatosellüler karsinom vakalarında aflatoksinlerin rolü % 4,6-28,2 civarındadır (Wild and Hall 2000, Ferlay ve ark 2010, Peng ve Chen 2009, Liu ve Wu 2010). Çin ve Afrika'da Sahraaltı bölgede günlük tüketilen aflatoksin miktarının 1,4 µg/kg olması sonucunda aflatoksikozislerin insanlarda genellikle Hepatit B vakaları ile ilişkili olmasına bağlı olarak hepatosellüler karsinomlardan dolayı yıllık yaklaşık 250 bin kişinin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Wild ve Turner 2002, Kensler ve ark 2011). Yine yakın tarihe baktığımızda 2004 yılının Nisan ve Temmuz ayları arasında Kenya'da mısır ve mısır ürünlerinin yenmesi sonucunda 317 kişinin etkilendiği ve bunlardan 125'i ölümle sonuçlanan bir aflatoksikozis vakası ortaya çıkmıştır. O dönemde mevsim yağmurlarına bağlı olarak uygun olmayan depolama şartlarının etkin rol oynadığı olayda mısırdaki tespit edilen aflatoksin miktarının 48000 µg/kg'ya ulaştığı bildirilmiştir (Njapau ve Park 2005).

HSK'da p53 mutasyonlarına AFB₁ maruziyetinin yüksek olduğu ve HBV enfeksiyonun yoğun olduğu bölgelerde sık sık rastlanmıştır. Bir başka deyişle HBV enfeksiyonun yaygın olduğu ülkelerdeki hastaların HSK dokusunda p53 geninde mutasyon saptanmıştır. AFB₁ ile kontamine besinlerin tüketildiği Afrika ve Çin'in bazı bölgelerinde yapılan araştırmalarda HSK'ların % 50'sinde p53 geninde mutasyon saptanmıştır. Bu mutasyon çoğunlukla sıcak nokta olarak nitelenen; kodon 249'da G→T transversiyonu şeklindedir. Buna karşın aflatoksin maruziyetinin fazla olmadığı bölgelerde mutasyon, p53 genin herhangi bir noktasında olabilmektedir (Wu ve Tritscher 2011).

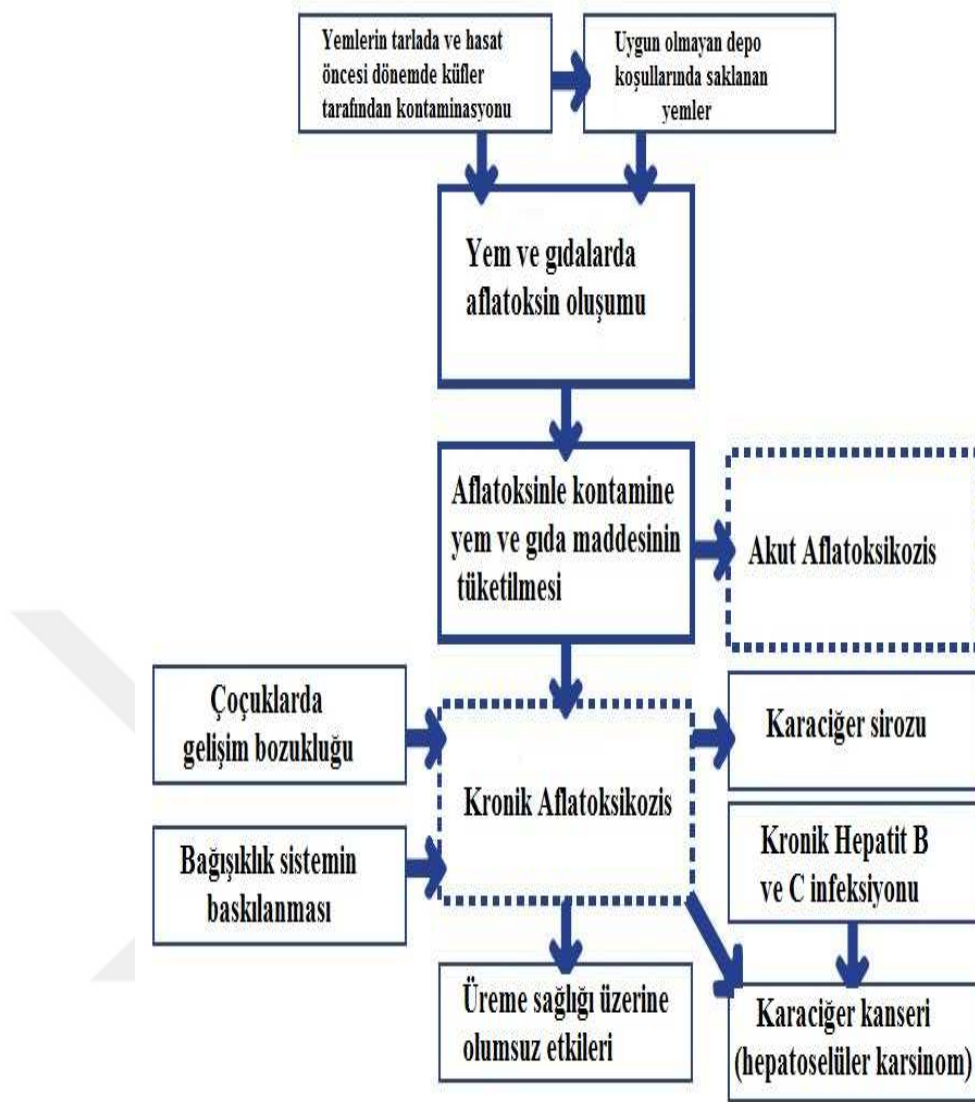
İklimi sıcak ve nemli olan tropik ve subtropik ülkelerde Aflatoksine maruziyetin (KHK) Karaciğer Hücreli Karsinoma için bir risk faktörü olduğuna daha önce de değinilmiştir. Çizelge 1.16'da Dünya genelinde KHK'daki meydana gelen mutasyon prevalansı verilmiştir (Eaton ve Gallagher 1994).

Çizelge 1.16. Dünya genelinde 1993 yılı Temmuz ayı itibarıyla KHK’da p53 mutasyonu.

	Aflatoksine maruziyetin yüksek olduğu vakalar		Aflatoksine maruziyetin düşük olduğu vakalar	
	Toplam p53 mutasyonu	Kodon 249 mutasyonu	Toplam p53 mutasyonu	Kodon 249 mutasyonu
Toplam	59/142 % 41,5	69/225 % 30,7	98/401 % 24,4	13/558 % 2,3
HBV +	44/92 % 47,8	52/143 % 36,3	32/118 % 27,1	6/126 % 4,8
HBV -	7/33 % 21,2	4/34 % 11,7	42/186 % 22,6	4/67 % 2,4
HBV	8/17	13/48	24/97	3/265
NA	% 47,1	% 27,1	% 24,7	% 1,1

KHK : Karaciğer hücreli karsinoma. HBV + : Hepatit B virusu Pozitif.
HBV - : Hepatit B virusu negatif. NA : Bilgi mevcut değil.

Yukarıda tabloda verilen vakalardaki değerlendirmelerin ışığında HBV dikkate alınmadığında; aflatoksinin yüksek düzeyde bulunduğu yerlerdeki p53 genin mutasyon sıklığı, aflatoksin maruziyetinin düşük olduğu gelişmiş ülkelere kıyasla yaklaşık 2 kat daha yüksektir. Başka bir ifadeyle aflatoksinin fazla oranda bulunduğu bölgelerdeki % 41,5 p53 pozitifli saptanırken, düşük oranda bulunduğu bölgelerde ise % 24,4 p53 pozitifliği tespit edilmiştir. Aflatoksinin endemik olduğu bölgelerde p53 genin kodon 249’unda meydana gelen mutasyon sıklığı (% 30,7) endemik olmayan bölgelere (% 2,3) nazaran 10 kattan daha yüksektir. Yine tablodan çıkarılacak ilginç bir nokta ise aflatoksinin endemik olduğu bölgelerdeki HBV pozitif bireyler (% 36,3) ile negatif bireyler (% 11,7) arasındaki kodon 249’da şekillenen mutasyonun sıklığı HBV’yi taşıyan bireylerde 3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Şekil 1.11’de aflatoksinlerin insan sağlığı üzerine olan etkileri verilmiştir (Wu ve Khlangwiset 2010, Wu ve Tritscher 2011, USAID 2012).



Şekil 1.11. Aflatoksinin insanlarda yarattığı etkileri.

1.4. Sütte AFM₁ Oluşumu, Atılımı ve Geçiş Düzeyini Etkileyen Faktörler

AFB₁ ile kontamine olmuş yemlerle beslenen sütçü ineklerde AFB₁'in büyük bir kısmı rumen mikroflorasının mikotoksinleri yıkımlaması ve inaktif hale dönüştürmesinden dolayı rumende parçalanırken az ama önemli bir kısmı da emilerek karaciğerin lipofilik bir organ olması ve yüksek metabolik aktivitesi nedeniyle yüksek süt verimli ineklerde, yemde bulunan AFB₁ karaciğerde hepatik mikrozomal sitokrom P450 enzimi aracılığıyla biyotransformasyona uğrayarak temel metabolit olan AFM₁ ve AFM₂ olarak süte geçer ve AFM₁ birinci oluşan metabolittir (Wood 1991). Oluşan AFM₁ daha sonra meme bezlerinden süte geçer (Wood 1991, Jouany 2001, Magan ve Olsen 2004, Battaccone ve ark 2005, Vöelkel ve ark 2011). Oluşan

AFM₁ ya glukuronik asitle konjuge olarak safra ile atılır ya da aflatoksinler yağda çok iyi çözünen düşük molekül ağırlığına sahip olan lipofilik bileşikler olduğu için sistemik dolaşıma kolayca geçer ve dolaşımdaki AFM₁ ise idrar veya süt ile atılır (Leeson ve ark 1995, Jouany 2001).

Aflatoksinler başta olmak üzere istenmeyen maddelerin hayvanlara ve hayvansal orijinli gıdalara aktarımını ifade eden geçiş ya da taşınma oranı (carry-over rate) kavramı üzerine yapılmış çalışmaların odak noktasını AFB₁'in AFM₁ olarak süte taşınması oluşturmaktadır. Bununla birlikte hayvana bağlı faktörlerin biyotransformasyon üzerine yaptığı önemli etki nedeniyle hayvansal dokularda geniş bir birikme ve depolama çeşitliliğinin oluşması veya değişken düzeylerde süt yolu ile atılım oranlarının görülmesi, bilim adamları arasında farklı risk değerlendirmeleri yapılmasına neden olmaktadır (Völkel ve ark 2011). Bu kapsamda geçiş düzeyi için farklı yaklaşımlar bulunmasına rağmen daha kesin bir geçiş değerlendirmesi yapılması amacıyla çoğu araştırmacı tarafından (Frobish ve ark 1986, Fremy ve ark 1987, Veldman ve ark 1992, EFSA 2004) günlük alınan AFB₁ miktarının günlük süt verimi ile atılan AFM₁ miktarına oranlaması şeklinde kullanılmıştır.

AFM₁, AFB₁ ile kirlenmiş yemle alındıktan sonra sütte tespit edilmesine ilişkin geçen süreyle ilgili olarak değişik fikirler ileri sürülmektedir; Moschini ve ark (2006) ve Masoero ve ark (2007) AFB₁ ile kontamine yem içeren rasyonun sığırlara yedirilmesinin ardından ilk sağımda sütte AFM₁ tespit ettiklerini bildirmişlerdir, Battaccone ve ark (2005) tarafından, yemle alınan AFB₁'in tüketiminin ardından 6 saat sonra sütte AFM₁ tespit edilirken, 12 ile 144 saat arasında ise en yüksek düzeye ulaştığı rapor edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise AFM₁, AFB₁ ile bulaşık yemle alındıktan sonra, 6-24 saat içinde sütte tespit edilmekte (Van Egmond Hp 1989), 12-48 saat içinde en yüksek düzeyine ulaşmakta ve AFB₁ alımı kesildikten 72-96 saat sonra sütte azalmaktadır, AFB₁'in metaboliti olarak AFM₁, sütle % 0,8-2,2 oranlarında atılmaktadır (Oruç ve ark 2007).

Yemden süte aflatoksinlerin taşınması üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve oldukça değişken sonuçlar bulunmuştur. Yemle tüketilen AFB₁'in % 0,18-3,94 arasında AFM₁ olarak süte geçtiği tahmin edilmektedir. Bu konudaki ilk çalışmalarda düşük süt üretimine sahip sütçü sığırlar tek başına kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda aflatoksinlerin geçişinin % 0,32-6,2 arasında olduğu ortaya konmuştur.

Bütün bu gerçekleştirilen çalışmaların ışığında AFB₁'in yemden süte taşınma oranı ortalaması % 1,22 standart sapmasıyla % 1,81 olduğu bildirilmiştir. Günlük 500 µg/kg aflatoksin tüketen sığırlarda geçiş oranının % 1,63 olduğu gözlenmiştir. Magan ve Olsen (2004) farklı yıllarda yapılan AFB₁'in AFM₁ olarak süte geçişiyle ilgili çalışmaları derleyerek Çizelge 1.17'yi oluşturmuşlardır (Magan ve Olsen 2004).

Çizelge 1.17. 1985 yılından sonra yapılan çalışmalardaki AFB₁'in AFM₁'e dönüşüm oranları.

Tüketilen AFB ₁ µg /gün	Süt Üretimi kg/gün	AFM ₁ Konsant- rasyonu ng/kg	AFM ₁ Miktarı µg/gün	Taşınma Oranı %	Oran AFM ₁ / AFB ₁	Kaynak
39	39,5	60	2,40	6,20	1,54	Veldman ve ark 1992
34	16,6	40	0,60	1,80	1,18	Magan ve Olsen 2004
7	39,4	10	0,30	3,60	1,43	Magan ve Olsen 2004
14	17,4	20	0,40	2,60	1,43	Magan ve Olsen 2004
33	39,3	30	1,20	3,80	0,91	Magan ve Olsen 2004
36	16,8	50	0,90	2,50	1,39	Magan ve Olsen 2004
57	37,0	60	2,30	4,00	1,05	Magan ve Olsen 2004
56	14,8	100	1,40	2,50	1,79	Magan ve Olsen 2004
78	24,8	80	2,08	2,70	1,02	Veldman 1992
53	27,8	51	1,42	2,60	0,96	Petterson ve ark 1989
108	28,6	99	2,84	2,50	0,92	Magan ve Olsen 2004
492	31,8	360	11,45	2,33	0,73	Frobish ve ark 1986
349	14,6	330	4,82	1,38	0,95	Magan ve Olsen 2004
1144	32,9	740	24,35	2,13	0,65	Magan ve Olsen 2004
789	15,2	510	7,75	0,98	0,65	Magan ve Olsen 2004
2491	32,3	1500	48,45	1,94	0,60	Magan ve Olsen 2004
1655	15,5	1720	26,66	1,61	1,04	Magan ve Olsen 2004
966	30,4	620	18,85	1,95	0,64	Magan ve Olsen 2004
742	18,5	590	10,92	1,47	0,80	Magan ve Olsen 2004
1116	31,2	510	15,91	1,42	0,46	Magan ve Olsen 2004
885	20,0	550	11,00	1,33	0,62	Magan ve Olsen 2004
17	27,7	25	0,69	4,07	1,47	Price ve ark 1985
122	27,7	100	2,77	2,27	0,82	Magan ve Olsen 2004
392	27,7	190	5,26	1,34	0,48	Magan ve Olsen 2004

Çizelge 1.17. (Devam) 1985 yılından sonra yapılan çalışmalardaki AFB₁'in AFM₁'e dönüşüm oranları.

Tüketilen AFB ₁ µg /gün	Süt Üretimi kg/gün	AFM ₁ Konsant- rasyonu ng/kg	AFM ₁ Miktarı µg/gün	Taşınma Oranı %	Oran AFM ₁ /AFB ₁	Kaynak
1046	27,7	600	16,62	1,59	0,57	Magan ve Olsen 2004
2049	27,7	1250	34,63	1,69	0,61	Magan ve Olsen 2004
589	27,7	380	10,53	1,79	0,65	Magan ve Olsen 2004
56	19,4	16	0,30	0,53	0,28	Galvano ve ark 1996
56	19,4	16	0,31	0,54	0,28	Magan ve Olsen 2004
56	19,7	16	0,31	0,55	0,28	Magan ve Olsen 2004
67	17,6	17	0,30	0,45	0,26	Magan ve Olsen 2004
67	17,7	18	0,31	0,47	0,27	Magan ve Olsen 2004
67	17,4	18	0,32	0,45	0,27	Magan ve Olsen 2004
57	20,2	44	0,88	1,54	0,77	Munksgaard ve ark 1987
142	19,9	89	1,77	1,25	0,63	Magan ve Olsen 2004
226	18,4	141	2,60	1,15	0,62	Magan ve Olsen 2004
311	20,1	112	2,24	0,72	0,36	Magan ve Olsen 2004
2400	8,2	1850	15,20	0,63	0,77	Harvey ve ark 1991
2400	8,2	1990	16,32	0,68	0,83	Magan ve Olsen 2004
1200	8,2	910	7,46	0,62	0,76	Magan ve Olsen 2004
1200	8,2	900	7,38	0,62	0,75	Magan ve Olsen 2004
3300	21,0	510	10,71	0,32	0,15	Fremy ve ark 1987

Creppy (2002) hayvan yemlerindeki AFB₁ miktarının % 0,3-6,2'sinin süte geçtiğini tespit etmiştir. Diaz ve ark (2004) sütçü sığırlarda yemle tüketilen AFB₁'in % 3'ünün süte geçtiğini ileri sürmüşlerdir. Battacone ve ark (2005) koyunlarda tek doz 2 mg AFB₁ ile kontamine yemin yedirilmesinin ardından 24-48 saat sonrasında AFM₁ pikleri elde edilirken 96 saat sonrasında sütte AFM₁'e rastlanmadığını bildirmiştir.

AFM₁'in sütteki bulunma konsantrasyonuna ilişkin yüksek verimli süt ineklerinin bu değişkenliğin ortaya çıkmasında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir. İsveçli ve Alman araştırmacılar yüksek süt verimine sahip olan sığırlarda yemden süte taşınan AFM₁ miktarının % 2,6 (Pettersson ve ark 1990) ve %

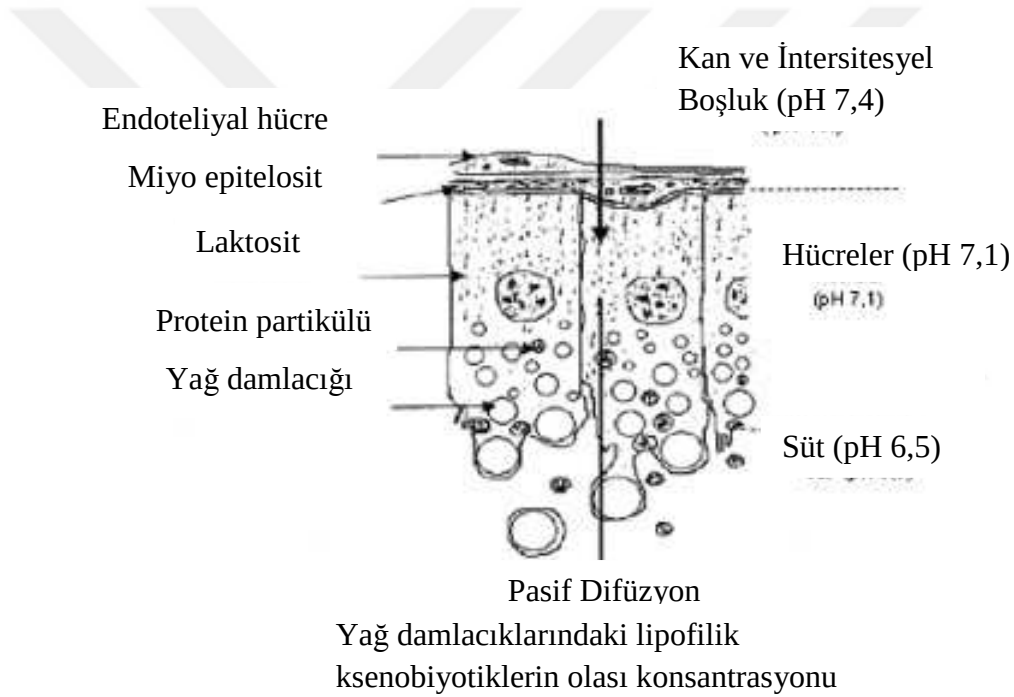
2,7-6,2 (Veldman 1992) olduğunu bildirmişlerdir. Veldman ve ark (1992) hayvanların süt verimi arttıkça geçiş oranının da arttığını ve her kg süt için yaklaşık % 0,1 düzeyinde bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Britzi ve ark (2013) yüksek süt verimli Holstein ırkı inekler üzerinde yemden süte taşınan AFM₁ düzeyinin saptanmasına yönelik yaptıkları çalışmada; günlük 35 kg süt verimi olan laktasyonun ortasında ineklerde geçiş oranının % 5,8; günlük 33 kg süt verimi olan laktasyonun sonundaki ineklerdeki geçişin % 2,5 oranında olduğunu ortaya koyarak yüksek süt verimine sahip ineklerdeki yemden süte taşınan AFM₁ düzeyinin düşük süt verimine sahip olan ineklere kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir deyişle yemlerde bulunmasına izin verilecek olan AFB₁ miktarının belirlenmesine yönelik düzenlenecek standartlarda ülkelerin hayvanların süt verim miktarlarının da dikkate alınması gerektiği üzerinde durulmuştur. Çizelge 1.18’de çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda yemlerdeki AFB₁’in AFM₁ olarak süte geçiş oranı ile ilgili elde edilen farklı veriler gösterilmektedir (Applebaum ve ark 1982).

Çizelge 1.18. AFB₁’ in sütte AFM₁’ e dönüşüm oranları.

Dönüşüm Oranı	Kaynak
% 1-3	Masri ve ark 1969
< % 1	Masri ve ark 1969
% 17-30	Masri ve ark 1969
% 35	Masri ve ark 1969

Günlük 25 kg’ın üzerinde süt verimine sahip olan ineklerde AFB₁’in AFM₁ olarak geçiş oranı % 2,66±1,24 olarak bildirilmiştir. Bu geçişin büyük bir bölümü süt üretiminin artmasıyla ve dolayısıyla AFM₁ miktarındaki artışa bağlı olarak vuku bulduğunu ileri sürmüşlerdir. Günlük olarak tüketilen AFB₁’in miktarı ile süte taşınan AFM₁ arasında süt üretimine daha az bağlı lineer bir ilişki söz konusudur (Şekil 1.13) (Veldman ve ark 1992). Şöyle ki sütteki AFM₁ konsantrasyonu, tüketilen her µg AFB₁ miktarına bağlı olarak 0,943 korelasyon katsayısı ile 0,72 ng artmaktadır. Bu durumun alveollerdeki hücre membranlarının geçirgenliğinin artmasından kaynaklandığı varsayılmaktadır. Mastitis’e maruz kalan sığırlarda bu membranların geçirgenliği daha da artacağından AFM₁ salınımının daha yüksek olacağı düşünülmektedir (Magan ve Olsen 2004).

Ksenobiyotiklerin sindirim kanalından emildikten sonra süte geçişi şu 3 temel yol ile gerçekleşmektedir; hücre içi filtrasyon, meme bezi hücre zarının basit difüzyonla geçilmesi ve son olarak da aktif taşınmadır. Hücre içi filtrasyon ile düşük molekül ağırlığına sahip maddelerin absorpsiyon hızı büyük moleküllü maddelere göre daha hızlı olsa da bu yolla mikotoksinlerin süte geçişi çok azdır. Pasif difüzyon ile meme bezi hücre zarı vasıtasıyla iyonize olup olmadığı göz önünde bulundurulurken Fumonisinler gibi polar ve asidik nitelikteki bileşikler süte çok az geçer. Mikotoksinin süte geçişine ilişkin öngörü hayvan vücudunda metabolizma faaliyetleri sırasında moleküler yapılardaki değişikliklerden dolayı zordur (Jouany 2001). Toksinlerin difüzyon mekanizması şekil 1.12’de sunulmuştur (Jouany 2001).



Şekil 1.12. AFB₁'in difüzyon mekanizması.

AFB₁'in AFM₁'e dönüşüm oranının hayvandan hayvana ve sağımdan sağıma değişkenlik gösterdiği, fizyolojik faktörlere, tüketilen toksinli yem miktarına, sindirim derecesine, yemleme düzenine, hayvanın sağlık durumuna, hayvanın biyotransformasyon kapasitesine ve süt verimine göre değişebileceği daha önce de açıklanmıştır (EFSA 2004, Tekinşen ve Uçar 2008).

Türkiye’de ve diğer birçok ülkede gıdalarda aflatoksin kontaminasyonu ile ilgili yasal kısıtlamalardaki farklılıkların bulunmasına etki eden faktörler arasında; gıda çeşidi, mevsimsel, bölgesel özelliklerin yanında ekonomik endişelerin rol oynadığı düşünülmektedir (Breyden 2012, Yentürk ve Er 2012).

1.5. Yemlerde AFB₁ İnsidensi ve Miktarı Üzerine Mevsimin Etkisi

Ülkemizde ve Dünyada, yem ve yem hammaddelerinde yapılan analizlerde değişen oranlarda AFB₁ düzeylerini araştıran çok sayıda çalışma mevcuttur.

Shotwell ve ark (1969), 1311 mısır örneğinin 35’inde 3-19 µg/kg AFB₁ belirlerken, Shreeve ve ark (1975), 109 arpa örneğinde 50 µg/kg, karma süt yemlerinde 40 µg/kg AFB₁ saptamışlardır.

Chelkowski ve ark (1978), Polonya’da yağlı tohumlar ve hububatlarda aflatoksin kontaminasyonunu incelemişler, gıdalarda 21 örnekten 1 tanesinde, 24 arpadan 1 tanesinde AFB₁ tespit etmişler, çavdar ve yulaf örneklerinde ise aflatoksine rastlamadıklarını rapor etmişlerdir. Czerwiecki (1982) tarafından Polonya’da yapılan başka bir çalışmada ise 44 arpa, 42 buğday numunesinin AFB₁ yönünden analizini yapılarak arpanın ve buğday yem örneğinin sadece bir tanesinde AFB₁ olduğunu ifade etmişlerdir.

Scott (1978), tarafından yapılan çalışmada Fransa’da analizi gerçekleştirilen 126 adet sığır karma yem örneğinin 43’ünde 10-2000 µg/kg arasında AFB₁ varlığı ölçülmüştür.

Demirer ve ark (1979), 106 karma yem ve yem ham maddelerindeki (n=92) aflatoksin analizlerinde örneklerin sadece birinde 30 ppb miktarında AFB₁ bulduklarını belirtmişlerdir.

Kulmanov (1982), Alma-Ata ve Dzhambul’da mısır, buğday, arpa, ve pirinçten oluşan 160 adet depolanmış tahıl ürününde, ince tabaka kromatografisi kullanarak yürüttükleri çalışmada buğdayın % 4-5’inde AFB₁ tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Dutton ve Westlake (1985), 400 adet tahıl, karma yem, saman ve mısır silajından oluşan analiz örneklerinde AFB₁ rastlantı oranının % 27 olduğunu bildirmiştir.

Nibbelink (1985), ABD’de yetiştirilen buğday örneklerinde 9 µg/kg, sorgum danesinde 38 µg/kg ve mısır ürününde 38 µg/kg düzeyinde AFB₁ kirliliği saptamıştır.

Warner ve Pestka (1987), tahıl ürünlerini Elisa testi ile AFB₁ yönünden analiz etmişler ve 79 ürünün hiçbirinde AFB₁ saptayamadıklarını bildirmişlerdir.

Çoksöyler ve ark (2006), 40 yem hammaddesinin 40’ında değişik düzeylerde AFB₁ saptandığını bildirmişlerdir.

Juszkiewicz ve Piskorska-Pliszczynska (1992), tarafından Polonya’da gerçekleştirilen bir çalışmada çeşitli dönemlerde mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf, ticari karma yem ve protein içerikli konsantre yem örneklerini AFB₁ yönünden analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda ticari karma yemler ve protein içerikli konsantre yemlerin aflatoxin yönünden daha yüksek oranda kontamine olduğu belirlenmiştir. Analizi yapılan ticari karma yemlerin % 13’ünde aflatoxin bulunurken, tahıllardan ise sadece mısır örneklerinin % 4’ünde aflatoxin tespit edilmiştir.

Özkazanç ve ark (1992) tarafından 1986-1989 yılları arasında ülkemizin 7 ayrı bölgesinde sürekli üretim yapan 25 yem fabrikasından 302 adet sığır karma yem ve yem hammaddesinde çoğul mikotoksin analizleri ile, yemlerdeki AFB₁ ile kirlenme sıklığı % 11,2 ve ortalama miktarı 27,93 µg/kg olarak belirlenmiştir. Yem örneklerinde saptanan AFB₁ miktarının yıl içinde mevsimler esas alınmak suretiyle ilkbaharda 26,6 µg/kg, yaz mevsiminde 17 µg/kg, sonbaharda 24,6 µg/kg, kış mevsiminde ise 28,7 µg/kg olarak saptanmıştır.

North Carolina Cooperative Extension Service (1994), Kuzey Karolina laboratuvarlarında 1989 – 1993 aralığında 586 örnekte yapılan analizlerde AFB₁ (>20 µg/kg) kirliliği rasyonda % 17,8 (n: 28, 48 µg/kg) kaba yemde % 8,9 (n:56, 57 µg/kg), mısır silajı % 11,1 (n: 36, 66 µg/kg), kuru çayır otu % 0 (n: 4, 0 µg/kg) ve çayır silajında % 0 (n:13, 0 µg/kg) bulmuştur.

Nizamlıoğlu (1996), 1993-1995 yılları arasında Konya Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Toksikoloji Laboratuvarı'na mikotoksin şüphesiyle getirilen toplam 261 adet yem örneğinde (konsantre yem, mısır, ayçiçeği, soya fasulyesi, küspesi, buğday, et-kemik unu, balık unu, melas, pamuk tohumu küspesi, pancar küspesi ve kepek) AFB₁ miktarları incelemiş ve 127 adet yem örneğinde AFB₁ tespit edilmiştir.

Whitlow ve ark (1998), 9 yıl süreyle Kuzey Karolina çiftliklerinde yaptığı > 10 µg/kg AFB₁ taramalarında mısır silajı ve tane mısır numunelerinde kirliliği sırasıyla % 8 (n: 461, 28±19 µg/kg) ve % 9 (n: 231, 170 ±606 µg/kg) bulmuşlardır.

Doğan ve ark (1999), Kars bölgesinde 100 adet yem örneğinin sadece 3 tanesinde 10 µg/kg ve üzeri AFB₁ kalıntısına rastlamışlar ve sonuçta analiz edilen yem numunelerinin içerdiği AFB₁ miktarlarının, hayvanların sağlığını ve verimini olumsuz yönde etkilemeyeceği kanaatine varmışlardır.

Dokuzlu (2000), Bursa İl kontrol Müdürlüğü'ne kontrol amacıyla gelen 50 adet sığır yem örneğini ince tabaka kromatografisi yöntemi ile incelemiş ve örneklerin 7'sinde AFB₁ tespit etmiştir.

Tunail (2000), tarafından Türkiye'de yapılan bir çalışmada 277 adet karma yem örneğinde AFB₁ rastlanma sıklığının kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu, 1408 adet yem ham maddesi örneğinde ise aflatoksine rastlanma sıklığının % 11,6 oranında olduğu ve bu durumun ciddi bir tehdit oluşturmadığı bildirilmiştir.

Bakutis (2002), kaba yemlerde 1997-1999 yılları arasında yaptığı taramada AFB₁ düzeyini sırasıyla 8,8, 6,9 ve 2,7 µg/kg, konsantre yemlerde ise 5,4, 5,4 ve 4,1 µg/kg olarak bulmuştur.

Karakaya (2006), Erzurum ili Pasinler İlçe merkezi ve köylerindeki 72 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınan 72 adet mısır silajındaki AFB₁ varlığını değerlendirmek için yürüttüğü çalışmada yemlerdeki AFB₁ kontaminasyonun % 96 olduğunu ifade etmiştir.

Sabatini ve ark (2007), 2005 yılının Mayıs-Ekim aylarında 15 çiftlikten elde ettikleri 45 rasyondaki AFB₁ kirliliğinin tespiti amacıyla yürüttükleri çalışmada, rasyonun tamamının AFB₁ ile kontamine olduğunu ve rasyondaki AFB₁

konsantrasyonunun 0,03-7,76 µg/kg düzeyleri arasında değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır.

Bingöl ve ark (2007), tarafından kaba ve konsantre yemlerin aflatoksin yönünden incelendiği bir başka çalışmada konsantre yemlerde kaba yemlere kıyasla daha yüksek oranda aflatoksin olduğu belirlenmiştir. Bunlara zıt olarak Polat (2012), kaba yemlerde konsantre yemlere oranla daha yüksek oranda AFB₁ tespit etmiş, kaba yemlerdeki mikotoksin miktarının fazla oluşunun bölgenin iklim koşulları doğrultusunda bu yemlerin hasat sonrası iyi kurutulmadan depolanması veya iyi muhafaza edilmeyen kaba yemlerin yağmur veya kar suları ile kontaminasyonu sonucu olabileceği ifade etmiştir.

Sünnetçi (2008), Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren 8 yem fabrikasından yaz ve kış dönemi olmak üzere iki ayrı dönemde, alınan yemlerin % 68,26'sında AFB₁ ile kirlenme saptandığını bildirmiştir.

Whitlow ve ark (2004), ABD'de 9 yıllık dönemde yapılan taramalarda 461 mısır silajı numunesinin % 8'inde 10 µg/kg'dan fazla (28 ±19 µg/kg) AFB₁ belirlenmiştir.

Elzupir ve ark (2009), kirlenme durumunun ortaya çıkartılması amacıyla yaz, sonbahar ve kış mevsiminde elde edilen 56 adet rasyon örneğini AFB₁ varlığı yönünden analiz etmişler, yemlerde % 87,5 oranında 54,41-579,87 µg/kg (ortalama AFB₁ 207,96 µg/kg) arası miktarda AFB₁ saptandığını belirtmişlerdir.

Yıldız (2009), tarafından Türkiye genelinde kamu ve özel sektöre ait hayvancılık işletmelerinde kullanılan kaba yemlerde AFB₁ kirliliğinin tespiti amacıyla 2001–2004 yılları arasında yürütülen çalışmada toplanan 145 kaba yem örneğinin % 62 (90)'sinin AFB₁ ile kontamine olduğunu rapor etmiş ve yemlerdeki AFB₁ konsantrasyonunun 2-214,80 µg/kg olduğu bildirmiştir. 18 yemde ise 20 µg/kg üzeri AFB₁ varlığı tespit edilmiştir.

Altıntaş ve ark (2011)'nın, Ankara, Konya ve Bolu illerinden toplanan 69 ruminant yeminde AFB₁ düzeyini ELISA yöntemini kullanılarak belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, yemlerin tamamında farklı düzeylerde AFB₁ kalıntısına rastlanıldığı bildirmiştir. Ayrıca analiz edilen yemlerin % 8,7 (6)'sindeki

AFB₁ düzeylerinin yemlerde bulunmasına izin verilen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Oğuz ve ark (2011) tarafından Konya, Karaman ve Mersin il merkezleri ve ilçelerinden Mayıs 2005-Ağustos 2006 tarihleri arasında farklı mevsimlerde toplanan 150 adet karma yem örneğinin sadece 4 tanesinde (% 2,66) AFB₁ kirliliğine rastlanması ve sonuçların izin verilen düzeyin altında çıkması veteriner hekimliği ve hayvan yetiştiriciliği açısından oldukça olumlu bir durum olarak kabul edilebileceği bildirmiştir.

Rodrigues ve ark (2011) tarafından, Ortadoğu ve Afrika'da sığır hayvan yem ve yem hammadelerinde (324 dane, silaj ve ticari yem örneği) AFB₁ kirlilik düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada mısır, silaj ve buğday yem örneklerinin sırasıyla % 93, % 99 ve % 82 oranında AFB₁ içerdiği bildirmiştir.

Peyra ve ark (2012), tarafından 2006 ve 2007 yılı Mayıs-Kasım ayları arasında toplam 40 rasyon örneğinin AFB₁ yönünden analizi yapılmış, numunelerin alındığı bölgenin iklim şartları ile ilgili olarak sıcaklık değerlerinin -5 °C ve 39 °C arasında değişkenlik gösterdiği, yıllık sıcaklık ortalamasının 17 °C ve yıllık yağış ortalamasının 300-700 mm arasında olduğu rapor edilmiştir. Analizi yapılan örneklerin % 46,7 (19)'sinde 4-10 µg/kg AFB₁ tespit edildiği bildirmiştir.

Sultana ve ark (2009), 10 rasyon numunesinin tamamında (% 100) AFB₁ kirliliğini belirlemiş, rasyondaki ortalama AFB₁ kontaminasyonunu 0,03 µg/kg olarak bildirmiştir.

Bilal ve ark (2014) tarafından 9 sığır süt yeminin 6 tanesinin AFB₁ ile kontamine olduğu saptanmış, pozitif örneklerdeki ortalama AFB₁ konsantrasyonu 0,91 µg/kg olarak tespit edilirken, yemlerin 0,3-31 µg/kg arasında AFB₁ içerdiği rapor edilmiştir.

Martinez ve Blasco (2015), İspanya'da 5 farklı bölgede çeşitli süt sığır yetiştiriciliği yapan işletmelerden toplanan 78 rasyonda AFB₁ kirlilik düzeyinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada rasyonun % 90 (70)'ında AFB₁ rastlandığını bildirmiştir. Yine aynı çalışmada mevsimlere göre kirlenme durumları

ilkbahar, kış, yaz ve sonbahar mevsiminde sırasıyla 0,086, 0,075, 0,030 ve 0,017 µg/kg olarak rapor etmiştir.

Udom ve ark. (2012) da Nijerya’da yaptıkları bir çalışmada sütçü sığır konsantre yemlerinin % 92’sinde AFB₁ oranının 5 µg/kg sınırının üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda özellikle sütçü sığırlar için kullanılan konsantre yemlerinin AFB₁ açısından risk taşıdığı ifade edilmiştir.

1.6. Çiğ Sütte AFM₁ İnsidensi ve Miktarı Üzerine Mevsimin Etkisi

Laktasyon dönemindeki süt hayvanlarının AFB₁ ile bulaşık yemleri tüketmesinin ardından alınan toksinin bir kısmı rumende parçalanmakta ve aflatoksikole dönüşmektedir. Geriye kalan ise pasif difüzyon yolu ile sindirim sisteminde emilmekte ve karaciğerde biyotransformasyona uğrayarak AFM₁’e dönüşmektedir. Oluşan AFM₁ ya glukuronik asit ile birleşmekte ve daha sonra safra yolu ile atılmakta ya da sistemik döngüye katılmaktadır. Döngüye giren AFM₁ de idrar yoluyla atılmakta veya süte taşınmaktadır (Fink- Gremmels 2008).

Sütte bulunan AFM₁ sadece sütlerle değil, kontamine sütlerden yapılan süt ürünlerine de geçerek insanlar için önemli sağlık riski oluşturmaktadır. Annenin küfle kontamine besinleri yemesi sonucunda AFB₁’in anne sütlerine de AFM₁ şeklinde geçerek bebek sağlığı açısından da ciddi sağlık problemlerine neden olabileceği ifade edilmiştir (Şanlı 2002, Kırdar 2006, Decastelli ve ark 2007, İşleyici ve ark 2012).

Süt ve süt ürünlerinin AFM₁ ile bulaşıklığı coğrafya, ülke ve mevsime göre değişkenlik gösterebilmektedir. AFM₁ bulaşma düzeyi, kış aylarında hayvanların rasyonlarındaki konsantre ve karma yemlerin artışına bağlı olarak sütlerde daha fazla AFM₁ tespit edilirken bahar ve yaz mevsimlerinde ise rasyonun büyük çoğunluğu yeşil ve kaba yemden oluştuğu için daha az AFM₁ bulunabileceği ifade edilmiştir. (Barbieri ve ark 1994, Galvano ve ark 1996, Pittet 1998, Creppy 2002). Çiftlik tarzi işletmelerden elde edilen sütlerdeki AFM₁’in görülme sıklığı, ticari sütlerle göre daha az olmaktadır. Bunun da sebebinin kontamine birkaç litre sütü, ilave edildiği tanklardaki sütlerin tamamını kontamine edebilmesidir (Piva ve ark 1988).

Çiğ ve UHT sterilize süt numunelerinde Dünyada Ülkemizde ve yapılan araştırmalarda AFM₁ düzeyi oldukça farklı oranlarda ve miktarlarda bulunduğu bildirilmiştir. Günümüzde diğer süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütteki AFM₁'in kontaminasyonu üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve AFM₁'in konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Galvano ve ark (1996)'nın çalışmasında AFM₁ miktarının yaz aylarında (Mayıs-Eylül) toplanan sütlerde kış aylarında (Kasım-Nisan) elde edilen sütlerinkinden 4 misli daha düşük olduğunu saptamışlardır. Buna rağmen Markaki ve Melissari (1997a) inceledikleri sütlerdeki AFM₁ içeriği ile mevsimsel bir korelasyon kuramamışlardır.

Blanco ve ark (1988)'nin çalışmasında da AFM₁ pozitif 14 süt örneğinden 4'ünün Mayıs, 3'ünün Kasım, 3'ünün Aralık, diğerlerinin Ocak, Nisan, Temmuz ve Ağustos aylarında elde edilen sütler olduğu saptanmışlardır.

El-Sayed ve ark (2000), Mısır'daki çiftliklerden temin edilen 15 çiğ süt örneğinde AFM₁ bulunma insidensini % 20 (3) olarak saptanmışlardır. İncelenen örneklerin yaklaşık % 7 (1)'sinin AFM₁ içeriğinin, Avrupa Birliği'nce bildirilen maksimum tolere edilebilir seviyenin üzerinde bulunduğu bildirilmiştir.

Martins ve Martins (2000) tarafından yapılan çalışmada, Portekiz'de 1999 Haziran-Eylül ayları içerisinde 31 adet çiğ süt örneği toplanmış, örneklerin % 80,6 (25)'sında AFM₁ saptanmıştır.

Bakırcı (2001), tarafından Van'da AFM₁ varlığı için 90 çiğ süt örneği toplanmış ve bunların % 87,77 (79)'sinde AFM₁ tespit edilmiş, örneklerin % 44,30 (35)'unda AFM₁ konsantrasyonunun 0,05 µg/kg'ın üzerinde olduğu bildirmiştir. Çiğ sütte bulunan AFM₁ konsantrasyonunun sezon şartlarına bağlı olarak değişip değişmediğini araştırmak için ince tabaka kromatografisi ile yürütülen bir çalışmada en az AFM₁ konsantrasyonunun 1 Haziran (0,03 µg/kg), en yüksek konsantrasyon ise 15 Nisan (0,063 µg/kg) tarihinde bulunduğu tespit edilmiştir.

Oruç ve Sonal (2001), Bursa'da toplanan 10 çiğ süt örneğinin % 10 (1)'unun AFM₁ ile kontamine olduğunu belirlemişlerdir.

Panariti (2001) ise Arnavutluk'ta yaptığı çalışmada 120 adet yaz ve kış çiğ sütlerinin AFM₁ içeriğini karşılaştırmış; kış sütlerindeki AFM₁ konsantrasyonun yaz sütlerine oranla oldukça yüksek olduğunu tespit etmiş; kış sütlerinin % 13'ünün, yaz sütlerinin ise % 3'ünün 0,05 µg/kg'dan yüksek aflatoksin içerdiğini saptamıştır.

Yaz aylarında hayvanların otlak ya da mera alanlarında otlaması da süte geçen aflatoksin miktarını etkilemektedir. Bu durum işletmede depolanan yemlerin tüketiminin azalmasına ve süte yansıyan AFM₁ oranlarının daha düşük düzeyde seyretmesine neden olabilmektedir. Weidenbörner (2001), sütte AFM₁ bulunuşunun mevsimsel trendini ve buna bağlı olarak yaz aylarında görülen düşük AFM₁ oranlarının, bu dönemlerde rasyonda daha az karma yem kullanımına bağlı olabileceğini belirtmiştir. Bu durum sütte AFM₁ oluşumu ve miktarına önemli bir etki yapmaktadır.

Özkaya ve ark (2003) tarafından, 2002 yılı içerisinde Tarım İl Müdürlüğü kontrol şubelerinin 30 ilden toplanan 543 adet çiğ süt örneklerinden % 62,2 (338)'sinde AFM₁'in tespit edilmediği, % 22,8'inin 0,001-0,005 µg/kg arasında, % 15,1'inin ise limitlerin üzerinde AFM₁ içerdiği belirlenmiştir.

Roussi ve ark (2002), Yunanistan'da Aralık 1999-Mayıs 2000 yılları arasında 30 adet çiğ süt örneğini farklı süt işletmelerinden temin ederek AFM₁ kontaminasyon oranını % 73,3 bulurken, Avrupa Birliği Standartları'na göre örneklerin % 3,3'ünün limiti aştığını bildirmişlerdir.

Akdemir ve Altıntaş (2003) tarafından, Ankara'da 48 adet çiğ inek sütü örneğinin % 72,9 (35)'unda AFM₁ saptanırken, % 33,3 (16)'ünde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limitin (0,05 µg/kg) üzerinde olduğu saptanmıştır.

Velasco ve ark (2003), çiğ inek sütlerinde AFM₁ varlığını araştırmak için İspanya'da 2000 yılı sonbahar ve 2001 yılı ilkbahar mevsimlerinde toplanan 92 örnekten HPLC yöntemiyle yapılan analizde, örneklerin % 5,4 (5)'ünde 0,014-0,024 µg/kg arasında değişen oranlarda AFM₁ bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca sütte oluşan AFM₁'in mevsimsel bir değişim göstermediği de bildirilmiştir.

Elgerbi ve ark (2004), AFM₁ varlığı ve konsantrasyonu hakkında bilgi elde etmek için 2002 yılı Haziran-Ağustos aylarında Libya'daki 20 lokal süt işletmesinden elde edilen 49 adet çiğ inek süt örneklerini incelemiştir. 49 çiğ süt örneğinin % 71,4 (35)'ünde 0,03-3,13 µg/kg arasında değişen oranlarda AFM₁ bulunduğunu saptamışlardır ve bunların % 97 (48)'sinde saptanan AFM₁ konsantrasyonun Avrupa Birliği için limiti olan 0,05 µg/kg'ı aştığı belirlenmiştir. Sonuç olarak ise bazı örneklerdeki aflatoksin miktarının kabul edilen sınırdan 30 kat yüksek çıktığı bildirilmiştir.

Kamkar (2004), İran'da 111 adet çiğ süt numunesini AFM₁ yönünden analiz etmiş ve numunelerden % 76,6 (85)'sında 0,015-0,28 µg/kg arasında AFM₁ kontaminasyonu bulmuş ve kontaminasyon düzeylerinin aylara göre farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Çalışmada en yüksek kontaminasyonun Aralık ve en düşük kontaminasyonun ise Ağustos ayı sütlerinde olduğu gösterilmiştir. Numunelerin % 40'ının ise Avrupa Birliği tarafından bildirilen maksimum tolerans limiti olan 0,05 µg/kg'dan daha fazla olduğu rapor edilmiştir.

Martins ve ark (2005), tarafından 1994-2000 yılları arasında 6 yıl boyunca Portekiz'deki bireysel çiftliklerinden elde edilen 598 çiğ inek sütü örneklerinde HPLC yöntemiyle AFM₁ analizi yapmıştır. AFM₁ % 65,8 (394) oranında tespit edilmiştir. Örneklerin % 8,2 (32)'sinde belirlenen AFM₁ düzeyleri Avrupa Birliği Standartlarında belirtilen maksimum kabul edilebilir limitten (0,05 µg/kg) daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Oruç ve ark (2005) tarafından, Bursa'da toplanan 115 adet çiğ süt örneğinde AFM₁ seviyeleri Mart ve Nisan aylarında tespit edilmiştir. Örneklerin toplamına bakıldığında % 99,13 (114)'ünde AFM₁ tespit edilmiş, bunların yaklaşık % 60 (69)'unda saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Türkiye ve Avrupa Birliği için limit olan 50 ng/kg'ı aştığı belirlenmiştir. Ova köylerindeki toplam örneklerin % 61,82'si, dağ köylerinden toplam örneklerin ise % 56,67'sinde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun limit değeri aştığı kaydedilmiştir.

Özsunar ve ark (2005), Trakya bölgesindeki inek sütlerinin kontaminasyon derecesini belirlemek için Mart ve Haziran ayında topladıkları 135 adet çiğ süt örneğinde % 56,3 (76)'ünün 0-0,068 µg/kg AFM₁ içerdiğini ve genel ortalamanın

0,008 µg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Mart ayındaki ortalama AFM₁ düzeyini 0,026 µg/l bulurken, haziran ayında ortalama 0,003 µg/l olarak tespit etmişlerdir. Mart ayında alınan örneklerle ait AFM₁ miktarının yüksek çıkması, bu dönemde süt hayvanlarının tükettiği depolanmış yemlerde oluşan AFB₁'in artışından kaynaklanabileceği, Haziran ayındaki düşüşün ise; hayvanların merada otlatılmasıyla açıklanabileceğini ortaya koymuştur. Örneklerin % 0,74 (1)'ünde AFM₁ seviyesinin Türk Gıda Kodeksinde bildirilen limitin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Sassahara ve ark (2005), tarafından 42 çiğ süt örneğinin % 24 (10)'ünün AFM₁ ile kontamine olduğu saptanmışlar ve örneklerin % 7 (3)'ünde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun da ANVISA (The National Health Surveillance Agency Brazil) tarafından belirlenen 0,5 µg/kg değerinin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Atasever ve ark (2006), Erzurum'da 127 adet çiğ süt örneğinin analizi sonucu örneklerin % 57,4 (73)'ünde AFM₁ tespit etmişler, % 11,2 (14)'ünde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Türkiye ve Avrupa Birliği için limit değer olan 0,05 µg/kg'ı aştığını belirlemişlerdir.

Karakaya (2006) tarafından, Erzurum ili Pasinler ilçe merkezi ve köylerindeki süt sığırcılığı işletmelerinden alınan mısır silajlarının AFB₁ ve bu yemi tüketen hayvanların sütlerinin AFM₁ içeriğinin araştırıldığı çalışmada; 72 adet çiğ süt örneğindeki kontaminasyon oranı % 91,6 (66), AFM₁ seviyesi ise ortalama 0,003 µg/kg olarak belirlemiştir. Yapılan çalışmada, 72 süt örneğinden hiç birinde AFM₁ miktarının Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir sınırların üzerinde (0,05 µg/kg) olmadığı saptanmıştır.

Aydın ili ve ilçelerinde bulunan mandıralardan alınan süt örneklerinin incelendiği bir çalışmada (Kök 2006), örneklerin 0,027- 0,210 µg/kg aralığında AFM₁ içerdikleri, 8 örneğin yasal olarak belirlenen AFM₁ düzeyini aştığı, ortalama AFM₁ düzeyinin ise 0,062 µg/kg olduğu belirlenmiştir.

Shundo ve Sabiho (2006), tarafından Brezilya'da yapılan bir çalışmada, 22 adet çiğ süt örneği çeşitli süt işletmelerinden toplanarak HPLC yardımıyla analiz edilmiştir. 22 adet süt örneğinin % 59,1 (13)'ünde AFM₁ kontaminasyon düzeyi 0,013 µg/kg olarak saptanmıştır. Örneklerin hiçbirisindeki AFM₁ miktarının Brezilya'da geçerli olan limitin üzerinde olmadığı belirlenmiştir.

Ankara’da 86 çiğ sokak süt örneğinde ELISA tekniği ile AFM₁ konsantrasyon düzeyleri araştırılmış (Topçu 2006); örneklerin % 100 (86)’ünde AFM₁ varlığı tespit edilirken, % 80,4 (50)’ündeki AFM₁ seviyesi Türk Gıda Kodeksi’nde bildirilen limitin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Boudra ve ark (2007), Fransa’da rasyonun büyük bir bölümünü mısır silajı ve taneli yemlerin oluşturduğu 132 süt üretim çiftliklerinden temin ettikleri 264 çiğ süt örneklerinin analizi sonucu, örneklerin % 1,1 (3)’ini AFM₁’ce pozitif bulurken, örneklerin hiçbirindeki AFM₁ konsantrasyonunun Avrupa Birliği limit değeri olan 0,05 µg/kg’ı aşmadığını rapor etmişlerdir.

Ghiasian ve ark (2007) tarafından, İran’nın Hamedan eyaletinde yaz ve kış sezonunda 186 adet çiğ süt örneği AFM₁ varlığının tespiti için toplanmış ve analizi yapılan örneklerin % 63,97 (119)’unda AFM₁ tespit etmişlerdir. Örneklerde minimum konsantrasyon 0,010 µg/kg iken, maksimum konsantrasyon 0,041 µg/kg düzeyinde bulunmuştur. Örneklerin % 11,7 (14)’indeki AFM₁ seviyesi, Avrupa Birliği standart limitlerinin üzerinde bulunmuştur. Kontaminasyon seviyesi yaz döneminde % 56,5 iken kış döneminde % 71,7 olarak tespit edilmiştir.

Kantemir (2007), Ağrı ilinde satışa sunulan çiğ inek sütlerindeki AFM₁ seviyelerini ve mevsimsel farklılıkları belirlemek amacıyla Ocak 2006-Aralık 2006 tarihleri arasında 12 ay süreyle alınan 156 adet çiğ inek sütü örneğinin % 76,2 (119)’sinin AFM₁ içerdiğini ve örneklerin % 24,9 (39)’unun TKG’de belirtilen limitin üzerinde olduğunu belirlemiştir. Çiğ süt örneklerindeki en düşük ortalama AFM₁ değerinin 0,011 µg/kg ile Temmuz (yaz) ayında, en yüksek ortalama AFM₁ değerinin ise 0,057 µg/kg ile Mart (ilkbahar) ayında alınan örneklerde belirlendiği bildirilmiştir.

Kireççi ve ark (2007) tarafından, Aralık 2005-Şubat 2006 tarihleri arasında, Kars ili’nin Sarıkamış ilçesi’nden elde edilen 20 çiğ süt örneğinin % 100 (20)’ünde AFM₁ saptanmış, örneklerin % 90 (18)’inde ise AFM₁ miktarının Türk Gıda Kodeksi’ne göre kabul edilebilir sınırların üzerinde olduğu belirlenmiştir.

İran’da yapılan bir çalışmada (Ersali ve ark 2008), çiğ sütlerdeki AFM₁’in dört mevsim boyunca kontaminasyon düzeyi araştırılmış; yaz ve sonbahar

mevsimlerinde toplanan sütlerdeki AFM₁ düzeyinin kış ve ilkbahar mevsimlerinde toplanan sütlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Imtiaz ve Anwar (2008) tarafından yapılan bir çalışmada Pakistan'ın Punjab kentinin 14 farklı bölgesinden toplanan 162 adet çiğ süt örneğinin AFM₁ konsantrasyonu yönünden analizi yapılmış, toplanan örneklerin tamamının da AFM₁ ile kontamine olduğu bulunmuştur. Ancak toplanan örneklerin % 96,4 (156)'ünde AFM₁ seviyesinin Amerika için limit değeri olan 0,5 µg/kg'ın altında olduğu tespit edilirken örneklerin sadece % 3 (5)'inde AFM₁ konsantrasyonunun Amerika, % 99,4 (161)'ünün ise Avrupa Birliği standart değerlerinin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Sefidgar ve ark (2008), tarafından İran'da süt üretim iftliklerinde AFM₁ varlığı 40 adet geleneksel ve yarı modern işletmeden olmak üzere kış mevsiminde toplam 120 çiğ süt rneği toplanarak analiz edilmiştir. Ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,102 µg/kg olarak saptanmıştır. 120 örnekten % 56,7 (68)'sinde AFM₁ konsantrasyonu 0,05-0,35 µg/kg iken, % 43,3 (52)'ünde ise konsantrasyon düzeyi 0,004-0,05 µg/kg olarak bulunmuştur. Çiğ sütlerde saptanan AFM₁ kontaminasyon seviyesinin Ocak ayında % 40, şubat ayında % 65 ve Mart ayında % 65 oranında değiştiği bildirilmiştir. AFM₁ kontaminasyonunun örneklerin % 56,7 (68)'sinde Avrupa Birliği limitleri'nin üzerindeki değerlerde ve bu limit değerlerden 2 kat daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Sugiyama ve ark (2008), Ocak, şubat ve Haziran aylarında topladıkları yem ve süt örneklerinde AFB₁ ve AFM₁ kontaminasyonunu Ocak-şubat (kış) döneminde, Haziran (yaz) döneminde oranla daha yüksek olarak tespit etmişlerdir.

İran'da yapılan bir çalışmada (Tajkarimi ve ark 2008), yaz ve kış aylarında süt çiftliklerinden ve süt toplama merkezlerinden toplanan çiğ sütlerde endüstriyel ve geleneksel çiftlik bazında AFM₁ kontaminasyon düzeyleri kıyaslanmıştır. Bunun için 2004 yılının şubat ve Ağustos ayları arasında 14 farklı eyaletin 15 işletmesinden yaz ve kış aylarında toplanan 319 adet çiğ süt örneklerinin analizi sonucu; örneklerin % 54 (172)' AFM₁'ce pozitif bulunurken sütlerdeki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,057 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Örneklerin % 44'nde AFM₁ konsantrasyonu < 0,01 µg/kg düzeyinde bulunurken. % 77'sinde ise bu oran < 0,05 µg/kg düzeyinde olduğu saptanmış, hem endüstriyel hem de geleneksel üretim yapan çiftliklerde kış

aylarında toplanan sütlerdeki AFM₁ düzeyinin yaz aylarında toplanan sütlerden oldukça yüksek olduğu vurgulanmıştır.

Suriye’de yapılan bir araştırmada (Ghanem ve Orfi 2009),  iğ sütlerde AFM₁ konsantrasyonu araştırılmıştır. Bu  alışma için 74 inek sütü  rneği toplandıktan sonra yapılan analizlerde  rnekerin % 95 (70)’inin 0,02-0,069  g/kg (ortalama konsantrasyon 0,143  g/kg) seviyesinde AFM₁ içerdiği tespit edilmiştir. Çiğ süt  rnekerin % 59 (41)’unda AFM₁ konsantrasyonun 0,05  g/kg’ın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Keskin ve ark (2009) tarafından İstanbul’da yapılan bir çalışmada 60 adet inek sütü kullanılmış, analiz edilen  rnekerin % 33,3 (20)’ünde 0,005-0,03  g/kg arasında AFM₁ tespit edildiği, bunlardan sadece 5 örnekte AFM₁ düzeyinin Türk Gıda Kodeksi’nde belirtilen limitin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Güney Kore’deki 3 farklı bölgeden elde edilen 100 çiğ süt  rneği üzerinde yapılan araştırmada (Lee ve ark 2009),  rnekerin % 48 (48)’i AFM₁’ce pozitif bulunurken sütlerdeki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,026  g/kg olarak tespit edilmiştir.

Nuryona ve ark (2009) tarafından, 2006 yılında Endonezya’nın 5 farklı bölgesinden elde edilen 113 adet çiğ inek süt  rneği AFM₁ kontaminasyonun ne oranda olduğunun saptanması için ELISA tekniği ile süt  rnekeri analiz edilmiştir. 113 örnekten % 57,5 (65)’i AFM₁’ce pozitif olarak değerlendirilirken,  rnekerin hiçbirinde Avrupa Birliği Standart limiti aşılmamıştır.

Aksoy ve ark (2010), Samsun’da topladıkları 36 çiğ süt örneğinin % 61 (22)’inde AFM₁ tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Alonso ve ark (2010) tarafından yapılan çalışmada, Arjantin’de 2007 yılı Mart-Eylül ayları içerisinde 47 süt işletmesinden temin edilen 94 çiğ süt örneğinin % 64 (60)’  pozitif olarak değerlendirilirken, pozitif  rnekerin % 11 (7)’inin Avrupa Birliği Standartlarında belirtilen limit değeri (0,05  g/kg) aştığı bildirilmiştir.

Bilandzic ve ark (2010) tarafından, Hırvatistan’da kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplanan 61 adet çiğ süt örneğinde (kış-ilkbahar 35 çiğ süt numunesi, yaz-sonbahar 26 çiğ süt numunesi) AFM₁ taraması için ELISA yöntemi

kullanılmıştır. En yüksek AFM₁ seviyesi kış-ilkbahar döneminde 0,035-0,058 µg/kg ve ortalama AFM₁ düzeyi 0,018 µg/kg iken yaz-sonbahar döneminde 0,011-0,014 µg/kg ve ortalama AFM₁ düzeyi 0,004 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde elde edilen sütlerdeki AFM₁ düzeyi, yaz ve sonbahar dönemindeki sütlerle kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur (p<0,05). Bunun nedeninin ise kış sezonunda hayvanlara uygun şartlarda depolanmayan yemlerin yedirilmesinden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Örneklerin sadece % 1,6 (1)'sında (Şubat sütü) AFM₁ konsantrasyonu belirtilen limitlerin üzerinde bulunurken, örneklerin % 98,4'ünün Avrupa Birliği'nde belirtilen limitin altında olduğu sonucuna varılmıştır.

Delialiağaoğlu ve ark (2010), tarafından yürütülen çalışmada inek sütlerindeki AFM₁ düzeyinin araştırılması amacıyla 53 adet inek sütü örneği toplanmıştır. Örneklerin % 86,7 (46)'sinin 0,0021-0,08666 µg/kg'a varan miktarlarda AFM₁ tespit edilirken % 73,5 (39)'inde saptanan AFM₁ düzeylerinin, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre kabul edilebilir AFM₁ sınır değerinin üzerinde (>0,05 µg/kg) olduğu bildirilmiştir.

Elzupir ve Elhussein (2010), Sudan'ın Hartum eyaletinden toplanan 44 adet inek sütü örneğinde AFM₁ konsantrasyonunu HPLC tekniği ile analiz etmişler, örneklerin % 95,45 (42)'inin Avrupa Birliği standart değerlerinin üzerinde ve ortalama AFM₁ düzeyinin 2,07 µg/kg olduğunu bildirmişlerdir.

Hussain ve ark (2010) tarafından, Pakistan'ın Punjab bölgesinde üretilen 40 adet inek sütünde AFM₁ insidensi % 37,5 (15) ve sütlerde ortalama AFM₁ düzeyi 0,014 µg/kg olarak bulunmuştur. Örneklerin % 20 (8)'sinde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonun ise Avrupa Birliği'nce kabul edilen limit değerin (0,05 µg/kg) üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Mohammadian ve ark (2010), tarafından yapılan çalışmada İran'da 2006 ve 2007 yılları arasında 4 mevsim boyunca 240 çiğ süt örneği toplanmış ve ELISA yöntemine göre analiz edilmiştir. 240 örnekten % 94 (226)'ünde AFM₁ konsantrasyonu ortalama 0,012 µg/kg saptanmış ve örneklerin % 4,17 (10)'sinin Avrupa Birliği için kabul edilebilir limitin üzerinde olduğu bulunmuştur. Ayrıca yapılan çalışmada mevsimlere göre AFM₁'in kontaminasyon dereceleri de değerlendirilmiş; sonbahar ve kış döneminde süt örneklerindeki AFM₁ içeriği

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek AFM₁ konsantrasyonu kış mevsiminde 0,022 µg/kg olarak tespit edilirken, en düşük AFM₁ konsantrasyonu ise 0,005 µg/kg ile yaz mevsiminde tespit edilmiştir. İlkbahar ve sonbahar mevsiminde değerler sırasıyla 0,009 µg/kg ve 0,011 µg/kg olarak saptanmıştır.

AFM₁ varlığı ve konsantrasyon miktarı, İran'ın Erdebil eyaletinde (Nemati ve ark 2010), farklı mevsimlerde elde edilen çiğ inek sütlerinde araştırılmıştır. 90 adet çiğ inek süt örneğinin % 100 (90)'ünün AFM₁ ile kontamine ve AFM₁ konsantrasyon aralığının 0,002-0,085 µg/kg olduğu saptanmıştır. Örneklerin % 33 (30)'ünde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonun Avrupa Birliği'nce kabul edilen limit değerin (0,05 µg/kg) üzerinde olduğu belirtilmiştir. Sütteki AFM₁ düzeylerinin mevsimler arası karşılaştırılması istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunmuş yani farklı mevsimlerin, sütte tespit edilen AFM₁ üzerine etki ettiği belirlenmiştir. Çiğ sütlerde saptanan AFM₁ kontaminasyonu mevsimlere göre değerlendirilmiş; en yüksek ve en düşük kontaminasyon kış (0,056 µg/kg) ve yaz mevsiminde (0,017 µg/kg) belirlenmiştir. İlkbahar ve sonbahar mevsiminde kontaminasyon seviyesi sırasıyla 0,052 µg/kg ve 0,022 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

Rahimi ve ark (2010) tarafından, İran'da Kasım 2007- Aralık 2008 tarihleri arasında 75 adet inek sütü örneği AFM₁ varlığı açısından analiz edilmiştir. Örneklerin % 78,7 (59)'sinin ortalama olarak 0,06 µg/kg oranında AFM₁ içerdiği tespit edilirken, inek sütlerinin % 36 (21)'sinin Avrupa Birliği limit değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Ruangwises ve Ruangwises (2010), tarafından Tayland'ın 4 farklı bölgesinde bulunan 80 farklı süt işletmesinden temin edilen 240 çiğ (kış 80, ilkbahar 80 ve yaz mevsiminde 80) inek süt örneğinde; AFM₁ düzeyi mevsimsel olarak değerlendirilerek ve AFM₁ düzeylerinin mevsimlere göre değerleri istatistiksel yönden önemli bulunmuş (p < 0,05); kış mevsiminde saptanan AFM₁ seviyesi 0,089 µg/kg, ilkbahar mevsiminde 0,071 µg/kg ve yaz mevsiminde 0,05 µg/kg olarak belirlenmiştir.

Lübnan'da yapılan bir çalışmada (Assem ve ark 2011), 38 (ilkbahar 21, yaz 17) çiğ inek sütü örneğinde AFM₁ analizi yapılmış, toplanan örneklerin % 73,7

(28)'sinde AFM₁ tespit edilmiş, % 44,7 (17)'sinin Avrupa Birliği limit değerini aştığı, ortalama konsantrasyonun ise 0,06 µg/kg olduğu belirlenmiştir.

Buldu ve ark (2011) tarafından, Türkiye'de Kayseri'nin köylerindeki inek sütlerindeki AFM₁ düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplam 90 adet çiğ inek sütü örneğinde AFM₁ kontaminasyonu ELISA yöntemi kullanılarak çalışılmıştır. Örneklerin % 100 (90)'ü AFM₁ yönünden pozitif bulunurken, AFM₁ düzeyinin ortalama değeri 0,059 µg/kg olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği ve Türk Gıda Kodeksi'ne göre örneklerin % 70 (63)'ünün limit sınırlarının üzerinde olması istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Ayrıca inek sütlerinde yüksek AFM₁ düzeyinin, önemli bir halk sağlığı sorunu olarak düşünülmesi gerektiği hususu vurgulanmıştır.

Ertaş ve ark (2011) tarafından Kayseri'de Ocak-Mart ayları arasında toplanan 50 adet çiğ süt örneği ELISA yöntemine göre analiz edilmiştir. Sonuçlara göre örneklerin % 86 (43)'sında AFM₁ konsantrasyonu pozitif olmakla birlikte örneklerin hiçbirisinin Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen sınırın üzerinde olmadığı rapor edilmiştir.

Fallah ve ark (2011), İran'nın 4 büyük eyaletindeki süt üretim çiftliklerinden AFM₁ varlığını 4 mevsim boyunca (kış 24, ilkbahar 21, yaz 21 ve sonbahar 22) toplam 88 çiğ inek sütü toplayarak tespit etmişlerdir. Analizler sonucunda örneklerin % 84,1 (74)'inin ortalama 0,052 µg/kg oranında AFM₁ içerdiği tespit edilirken, örneklerin % 35,2 (31)'sinde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Avrupa Birliği standartlarının üzerinde olduğu ortaya konmuştur. Mevsimlere göre AFM₁ konsantrasyonu kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 0,093 µg/kg, 0,031 µg/kg, 0,028 µg/kg ve 0,051 µg/kg olarak belirlenmiştir.

Aydın ve Denizli illerinden elde edilmiş olan sütlerde AFM₁ prevalansı ve miktarlarının araştırıldığı bir çalışmada (Hazer 2011), 81 çiğ süt örneği incelenmiş ve örneklerin tamamının değişik düzeylerde AFM₁ ile kontamine olduğu, incelenen örneklerden % 24,7 (20)'sinde tespit edilen AFM₁ düzeyinin ise Türkiye için yasal sınır olan 0,05 µg/kg'ı aştığı saptanmıştır.

Kamkar ve ark (2011), tarafından İran'da yapılan bir çalışmada 122 çiğ süt örneğinin (Ekim: 27, Kasım: 15, Aralık: 15, Ocak: 20, Şubat: 19 ve Mart: 26) tamamı (% 100) AFM₁ bakımından pozitif bulunurken, örneklerdeki AFM₁ kontaminasyon aralığının 0,004-0,11 µg/kg (ortalama 0,04 µg/kg) olduğu saptanmış, örneklerin % 14,75 (18)'indeki AFM₁ düzeyi Avrupa Birliği standartları'nın üzerinde bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada aylara göre AFM₁ kontaminasyonunun ne oranda olduğunun ortaya konması da amaçlanmış; en yüksek AFM₁ konsantrasyonuna ocak ayında (0,046 µg/kg) rastlanırken, en düşük seviye ise ekim ayı (0,029 µg/kg) sütlerinde tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla kasım (0,040 µg/kg), aralık (0,045 µg/kg), şubat (0,043 µg/kg) ve mart (0,034 µg/kg) ayları izlemiştir.

Asi ve ark (2012) tarafından, Ekim 2009-Eylül 2010 tarihleri arasında 76 çiğ süt örneği, Pakistan'ın Punjab eyaletinde bulunan büyük süt işletmelerinden elde edilerek süt örneklerinde tespit edilen aflatoksin düzeyinin mevsimlere göre değişkenlik gösterip göstermediği araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda kış sütlerinin (n: 27), yaz sütlerinden (n: 27) daha yüksek oranlarda AFM₁ içerdiği bildirilmiştir (p<0,05). Kış sütlerindeki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,089 µg/kg iken, bu değer yaz sütlerinde 0,022 µg/kg olarak bulunmuştur. Kış örneklerinin % 56 (15)'sında ve yaz örneklerinin % 33 (10)'ünde saptanan AFM₁ konsantrasyonu Avrupa Birliği limitlerinin üzerinde bulunmuştur.

Doğan (2012) tarafından, yaz mevsiminde Ardahan ilinde ve buna bağlı 5 ayrı ilçede süt üreticilerinden rastgele alınan 60 adet süt örneği, AFM₁ yönünden analiz edilmiş; örneklerin hiçbirisinde ölçülebilir miktarlarda AFM₁ saptanamamıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında hayvanların beslenmesinde yem kullanılmadığı, merada otlatıldığı ifade edilmiştir. Buna ilave olarak sonbahar mevsiminde 6 ayrı yerde üreticilik yapan toplam 60 çiftçiden rastgele alınan 60 adet süt numunesi AFM₁ yönünden analiz edilmiş sadece 4 tanesinde AFM₁ tespit edilmiştir. Tespit edilen toksin düzeylerinin 0,064-0,194 µg/kg arasında değiştiği ve bu miktarların hiçbirisinin Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türk Gıda Kodeksi yasal sınırı olan 0,05 µg/kg'ı aşmadığı saptanmıştır. Söz konusu mevsimde tespit edilen toksinin Ardahan'da ot ve tahıl hasatının sonbahara kadar uzadığı, hasat ve yemlerin depolanması esnasında ürünlerin yağmura maruz kaldığından dolayı meydana geldiği ifade edilmiştir. Kış mevsiminde 60 adet süt örneğinin 28 adedinde AFM₁ tespit

edildiği, örneklerde saptanan AFM₁ değerlerinin 0,067-0,468 µg/kg arasında bulunduğu belirtilmiştir. Tespit edilen 60 adet süt örneklerinin hiçbirinin AB (Avrupa Birliği) ve TGK (Türk Gıda Kodeksi) yasal tolerans sınırı olan 0,05 µg/kg'ı aşmadığı saptanmıştır. Kış mevsiminde tespit edilen toksinin hayvanların merada beslenmeyip, ahır şartlarında beslendiği ve yaz mevsiminde elde edilen ot ve saman gibi yem maddelerinin uygun olmayan koşullarda depolanarak hayvanlara yedirilmesi sonucunda meydana geldiği ifade edilmiştir. İlkbahar mevsiminde ise 60 adet süt numunesinin 34 adedinde AFM₁ tespit edildiği tespit edilen toksin miktarlarının 0,115-0,478 µg/kg arasında değiştiği belirtilmiştir.

Marnissi ve ark (2012) tarafından, Fas'ın Fes şehrinde Ekim 2009-Eylül 2010 tarihleri arasında 48 adet çiğ süt örneği 8 farklı süt işletmesinden temin edilmiş ve yapılan analizler sonucunda örneklerin % 27 (13)'sinde AFM₁ konsantrasyonu 0,01-0,1 µg/kg düzeyleri arasında saptanırken, örneklerin % 8 (1)'inde belirlenen AFM₁ düzeyinin Avrupa Birliği'nce belirtilen limitten (0,05 µg/kg) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Mevsimsel değişikliğin AFM₁ insidensi üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, sonbahar mevsiminde toplanan sütlerdeki AFM₁ miktarının, diğer 3 mevsimde toplanan sütlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun da yapılan çalışmadaki yerlerin coğrafi olarak farklılık gösterebileceğinden ve süt işletmelerindeki yönetim uygulamalarından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür.

Erzurum'da 4 mevsim boyunca 44 çiğ inek sütü örneği (ilkbahar 11, yaz 11, sonbahar 11, kış 11) toplanarak gerçekleştirilen çalışmada (Polat 2012); mevsimlerin çiğ inek sütündeki AFM₁ üzerine etkisi incelendiğinde sırasıyla, AFM₁ miktarları ilkbaharda 0,04 µg/kg, yazın 0,02 µg/kg, sonbaharda 0,02 µg/kg ve kış mevsiminde 0,04 µg/kg olarak tespit edilmiş olup, genel ortalama ise 0,03 µg/kg olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, ilkbahar ve kış mevsiminde yaz ve sonbahar mevsimlerine göre daha yüksek oranda (p<0,01) AFM₁ bulunduğu bildirilmiştir.

Siddapa ve ark (2012), tarafından Hindistan'da 2011 yılı Nisan-Temmuz ayları içerisinde toplanan 45 adet çiğ süt örneği ELISA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Toplanan örneklerin % 64,4 (29)'ü AFM₁ bakımından pozitif olarak değerlendirilirken, örneklerin % 51,1 (23)'inde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun Avrupa Birliği'nce kabul edilen limit değerin (0,05 µg/kg) üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Kasım 2010-Nisan 2011 tarihleri arasında 104 çiğ süt örneği Pakistan'ın Punjab eyaletinde bulunan büyük ve küçük süt işletmelerinden elde edilerek mevsimlere göre AFM₁ varlığı yönünden analiz edilmiş (Iqbal ve Asi 2013), ve yapılan analiz sonucunda örneklerin % 71 (76)'inin ortalama 0,212 µg/kg oranında AFM₁ içerdiği tespit edilmiştir. Örneklerin % 58 (44)'inde saptanan AFM₁ konsantrasyonu Avrupa Birliği limitlerinin üzerinde bulunmuştur. Kış mevsiminde elde edilen çiğ süt örneklerinin % 40 (19)'ındaki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,073 µg/kg iken, yaz sezonundaki süt örneklerinin % 36 (20)'sındaki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,028 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda ise, AFM₁ düzeyinin kış mevsiminde, yaz mevsimine göre anlamlı olarak yüksek ($p<0,05$) olduğu ifade edilmiştir.

Brezilya'da çiğ inek sütündeki AFM₁ kontaminasyonuna mevsimin etkisinin araştırılması amacıyla yürütülen bir çalışmada (Picinin ve ark 2013) yaz sezonu (n: 43), mevsim geçişleri (n: 43) ve yağışın fazla olduğu dönemler (n: 43) olmak üzere 3 farklı dönem boyunca 129 çiğ inek sütü örneği toplanmıştır. Sütlerdeki AFM₁ kontaminasyonuna mevsimin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuş ve en yüksek kontaminasyon seviyesinin yaz sezonunda meydana geldiği belirtilmiştir. Analizi yapılan örneklerin tamamının AFM₁ ile kontamine olduğu saptanmış ve sezonlara göre ortalama AFM₁ miktarları yaz sezonu, mevsim geçişleri ve yağışın fazla olduğu dönemlerde sırasıyla 0,035 µg/kg, 0,017 µg/kg ve 0,005 µg/kg olarak saptanmıştır. Örneklerin % 14 (18)'ünde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun (yaz sezonunda 13 örnek ve mevsim geçişinde 5 örnek) Avrupa Birliği için limit olan 0,05 µg/kg'ı aştığı belirlenmiştir.

Xiong ve ark (2013) tarafından Çin'nin 4 büyük şehrinden her mevsim için 18 adet olmak üzere toplam 72 çiğ süt örneği toplanarak, sütteki AFM₁ konsantrasyonuna mevsimin etkisinin ortaya konması amacıyla gerçekleştirilen çalışmada kış sezonunda toplanan sütlerdeki AFM₁ konsantrasyonunun (0,123 µg/kg) diğer sezonlarda toplanan sütlerle oranla oldukça yüksek bulunduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Diğer taraftan, ilkbahar, yaz ve sonbahar döneminde toplanan sütlerde AFM₁ konsantrasyonu yönünden önemli bir fark ($p>0,05$) bulunmamıştır. Mevsimlere göre çiğ sütteki AFM₁'in kontaminasyon dereceleri kış mevsiminde % 88,9, ilkbaharda % 77,8, yazda % 44,4 ve sonbahar mevsiminde ise % 27,8 olarak

bildirilmiştir. Analizi yapılan örneklerin % 59,7 (43)'sinde AFM₁ tespit edilmiş, örneklerde minimum konsantrasyon 0,01 µg/kg iken, maksimum konsantrasyon 0,42 µg/kg düzeyinde bulunmuştur. Analizi yapılan çiğ süt örneklerin % 23,6'sında (17) saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Avrupa Birliği için limiti olan 0,05 µg/kg'ı aştığı belirlenmiştir. Ayrıca Avrupa Birliği'nce belirlenen limitlerin üzerinde tespit edilen AFM₁ miktarının mevsimsel yönden karşılaştırıldığında en çok kış sezonunda olmak üzere örneklerin % 72,2 (13)'si limitlerin üzerinde iken, ilkbahar dönemindeki örneklerin sadece % 5,6 (1)'sındaki AFM₁ konsantrasyonunun limitlerin üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir. AFM₁ miktarının kış döneminde sütlerde fazla oluşu, sığırlara verilen yemlerin türlerine ve niteliğine bağlı olduğu, kış sezonu boyunca taze otların eksikliği sonucunda sütçü sığırların uygun depolama koşullarında bulunmayan silaj ve pamuk tohumu gibi yemlerle beslenmesinden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. Sıcak mevsimlerdeki sütlerde AFM₁ düzeyinin, soğuk mevsimlerdeki sütlere oranla daha düşük düzeyde olduğu, bu durumun ortaya çıkmasında; araştırma yapılan bölgelerdeki iklim değişiklikleri ve yem yönetim uygulamalarından kaynaklanabileceği ortaya konmuştur.

Bilgin (2014), Aydın ili Çine ilçesine bağlı köylerden yaz mevsiminde 30, kış mevsiminde de 30 olmak üzere toplam 60 adet çiğ inek süt örneğini analize tabi tutarak AFM₁ varlığını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada; yaz mevsiminde alınan inek sütü örneklerinden yalnızca % 10 (3)'ünde AFM₁ varlığına rastlarken, kış mevsiminde toplanan inek sütü örneklerinden ise % 50 (15) oranında AFM₁ varlığına rastlamıştır. Çalışmanın sonucunda kış mevsiminde elde edilen sütlerin yaz sütlerine nazaran AFM₁ kontaminasyonu bakımından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kış mevsiminde AFM₁ saptanan örnek sayısının daha fazla olması, bu dönemde süt hayvanlarının tükettiği depolanmış yemlerde oluşan AFB₁'in artışından kaynaklanmış olacağı ifade edilmiştir.

Hırvatistan'ın Doğu Bölümünde, 2013 yılının kış-ilkbahar ve yaz mevsimlerinde küçük çiftliklerden alınan 3736 adet çiğ inek süt örneğinde mevsimsel değişikliklerin AFM₁ seviyesine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada (Bilandzic ve ark 2014), örneklerin % 53,9 (2014)'ünde AFM₁ konsantrasyonu 0,023 µg/kg düzeyinde bulunurken, % 18,3 (683)'ünde 0,023-0,049 µg/kg, % 11,3 (424)'ünde 0,05-0,079 µg/kg, % 8,5 (316)'inde 0,08-0,099 µg/kg aralığında, % 8

(299)'inde ise $>0,1 \mu\text{g/kg}$ düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Analizi yapılan örneklerde minimum konsantrasyon $0,003 \mu\text{g/kg}$ ile kış mevsiminde (şubat) saptanırken, maksimum konsantrasyon $1,13 \mu\text{g/kg}$ ile ilkbahar mevsiminde (mart) bulunmuştur. Örneklerdeki ortalama AFM_1 konsantrasyonu ise $0,04 \mu\text{g/kg}$ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin % 27,8 (1039)'inde saptanan AFM_1 değerinin Avrupa Birliği standart değerlerinin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Gölge (2014) tarafından, Adana'da kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplanan 176 adet çiğ inek süt örneğinde AFM_1 taraması için HPLC yöntemi kullanılmış, analiz sonucunda, örneklerin % 30,1 (53)'inde AFM_1 tespit edilirken, % 17 (30)'sinde yasal olarak izin verilen miktarın üzerinde AFM_1 bulunmuştur. Mevsimler arası bir karşılaştırma yapıldığında çiğ süt örneklerinde saptanan AFM_1 kontaminasyon oranları sırasıyla sonbahar (% 31,8), kış (% 40,4), ilkbahar (% 33,3) ve yaz mevsiminde (% 9,1) bulunmuştur.

Sırbistan'da çiğ inek sütlerinde AFM_1 prevalansı ve miktarının araştırıldığı bir çalışmada (Kos ve ark 2014) 150 çiğ inek süt örneği incelenmiş ve örneklerin % 98,7 (148)'sinin AFM_1 ile kontamine (AFM_1 düzeyi $0,01-1,2 \mu\text{g/kg}$) olduğu ve analizi yapılan örneklerin % 86 (129)'sının yasal sınırlar üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sütteki AFM_1 prevalansının yüksek olması Sırbistan'da sıcak ve kurak hava koşullarının hüküm sürmesinin bir sonucu olarak şekilleneceği belirtilmiştir.

Şanlıurfa'da yapılan bir çalışmada (Temaogulları ve Kanici 2014), 38 adet çiğ süt örneğinde yapılan analizlerde örneklerin % 94,7 (36)'si AFM_1 yönünden pozitif bulunurken sütlerdeki ortalama AFM_1 konsantrasyonu $0,056 \mu\text{g/kg}$ olarak tespit edilmiş, örneklerin % 55 (21)'inde saptanan AFM_1 düzeyinin ise Türkiye için limit olan $0,05 \mu\text{g/kg}$ 'ı aştığı belirlenmiştir.

Bilandzic ve ark (2015) tarafından yapılan ve 2014 yılında yapılan çalışmanın devamı niteliğinde olan bu çalışmada ise, 4 mevsim boyunca 3543 çiğ inek sütü örneği Hırvatistan'ın 3 bölgesinden (Doğu, Batı ve Diğer Bölgeler) elde edilmiş, en yüksek kirlenme Doğu bölümünden elde edilen süt örneklerinde saptanmıştır. Bölgeler içerisinde mevsimlere göre bir karşılaştırma yapıldığında; ortalama AFM_1 miktarı en fazla sonbahar mevsiminde ($0,026 \mu\text{g/kg}$) bunu sırasıyla kış ($0,014 \mu\text{g/kg}$), ilkbahar ($0,087 \mu\text{g/kg}$) ve yaz mevsimi ($0,007 \mu\text{g/kg}$) izlemiştir. Sonbahar

mevsiminde toplanan 1195 çiğ süt örneğinin % 4,9 (58)'undaki, kış mevsiminde toplanan 856 çiğ süt örneğinin % 1,3 (11)'ündeki, yaz mevsiminde toplanan 753 çiğ süt örneğinin % 0,4 (3)'ündeki AFM₁ seviyesi Avrupa Birliği standart limitleri'nin üzerinde bulunmuştur. İlkbahar mevsiminde elde edilen süt örneklerinin hiçbirisi yasal limiti aşmamıştır.

Maha ve ark (2015), tarafından Mısır'da yürütülen bir çalışmada ELISA yöntemine göre 30 çiğ inek süt örneği analiz edilmiş, örneklerin % 76,6 (23)'sında 0,02-0,06 µg/kg arasında AFM₁ bulunduğu saptanmıştır. Pozitif örneklerin % 5 (1)'inin Avrupa Birliği Standartlarında belirtilen limit değeri (0,05 µg/kg) aştığı bildirilmiştir.

Makedenya'da Şubat 2013-Ocak 2014 tarihleri arasında yapılan çalışmada (Stojkovic ve ark 2016), 3635 adet çiğ süt örneği farklı süt işletmelerinden 4 mevsim boyunca (ilkbahar 1403 adet, yaz 877 adet, sonbahar 688 adet, kış 667 adet) temin edilerek AFM₁ düzeyi yönünden incelenmiştir. Mevsimlere göre AFM₁ kontaminasyon oranı ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla % 36,7 (515), % 35,1 (308), % 52,1 (359), % 77 (513) olarak bulunurken, Avrupa Birliği Standartları'na göre yasal limiti aşan örneklerin oranı ilkbaharda % 2,3 (32), yazın % 1,9 (17) sonbaharda % 5,6 (39) ve kışın ise % 3,3 (22) olarak belirlenmiştir.

Son yapılan çalışmada (Xiong ve ark 2013) sütlerde tespit edilen AFM₁ değerlerin düşük olmasının nedeni mevsimsel faktörlerle ilgili olabilir. Şöyleki sütlerdeki AFM₁ insidensi ve miktarı üzerine mevsimsel faktörlerin etkili olduğu ve süt hayvanlarının yemleme rejimleriyle ilişkili olarak yaz sütlerinin kış sütlerinden daha düşük oranlarda AFM₁ içerdiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Çizelge 1.19'da daha önceki yıllarda dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan AFM₁ miktarının mevsimlere göre seviyesi ve yaygınlığı rapor edilmiştir (Xiong ve ark 2013).

Çizelge 1.19. Çiğ sütteki AFM₁ miktarının mevsimlere göre dağılımı ve yaygınlığı.

Mevsim	Toplam Örnek	Pozitif Örnek (%) ^a	Limiti (50 ng/L) Aşan Örnek (%)	Konsantrasyon (ng/L)	Ortalama (ng/L)	Ülke	Kaynak
İlkbahar	23	23 (100)	– ^b	8,7–81,9	52,9 ± 4,4	İran	Nemati ve ark 2010
	12	0 (0)	0 (0)	–	–	Fas	Marnissi ve ark 2012
İlkbahar-Yaz	38	28 (73,6)	17 (44,7)	2,6–126	60,4	Lübnan	Assem ve ark 2011
	100	48 (48)	1 (1,0)	2–80	26,0	Kore	Lee ve ark 2009
Yaz	22	22 (100)	–	2,9–55,9	17,4 ± 3,1	İran	Nemati ve ark 2010
	80	80 (100)	38 (47,5)	14–102	50,0 ± 21,0	Tayland	Ruangwises ve Rugangwises 2010
	12	2 (16,7)	0 (0)	10–30	20,0	Fas	Marnissi ve ark 2012
	27	–	9 (33,3)	14–95	22,0 ± 6,0	Pakistan	Asi ve ark 2012
Yaz-Sonbahar	26	–	0 (0)	0,6–14,9	4,2 ± 4,4	Sırbistan	Bilandzic ve ark 2010
Sonbahar	22	22 (100)	–	7,8–28,9	22,3 ± 0,9	İran	Nemati ve ark 2010
	12	7 (58,3)	3 (25,0)	10–100	52,9	Fas	Marnissi ve ark 2012
	12	12 (100)	12 (100)	160–500	–	Çin	Pei ve ark 2009
	23	23 (100)	–	5,8–85,0	56,3 ± 6,6	İran	Nemati ve ark 2010
Kış	80	80 (100)	64 (80,0)	28–197	89,0 ± 34,0	Tayland	Ruangwises ve Rugangwises 2010
	50	43 (86)	0 (0)	1–30	8,7 ± 6,8	Türkiye	Ertas ve ark 2011
	12	4 (33,3)	1 (8,3)	10–90	37,5	Fas	Marnissi ve ark 2012
	27	–	15 (55,6)	65–150	89,0 ± 2,0	Pakistan	Asi ve ark 2012
Kış-İlkbahar	35	–	1 (2,9)	3,6–58,7	18,4 ± 11,7	Sırbistan	Bilandzic ve ark 2010

^a: Toplamdaki pozitif örneklerin yüzdesi;; ^b: Kaynağında ifade edilmemiş.

Çiğ sütlerde AFM₁ konusunda değişik ülkelerde yapılan çalışmalara ait özet bilgiler Çizelge 1.20’de sunulmuştur (Duarte ve ark 2013). Türkiye’de yapılan bazı araştırmalarda çiğ sütlerdeki AFM₁ varlığı ile Türk Gıda Kodeksi limit değerlerini aşan örnek sayıları Çizelge 1.21’de sunulmuştur (İşleyici ve ark 2012).

Çizelge 1.20. Çiğ inek sütlerindeki AFM₁ varlığı.

Ürün	n	Pozitif örnek sayısı	Limiti (50 ng/l) aşan örnek sayısı	Ülke	Kaynak
Çiğ süt	72	43 (59,7)	17 (23,6)	Çin	Xiong ve ark 2013
Çiğ süt	107	76 (71)	44 (58)	Pakistan	Iqbal ve Asi 2013
Çiğ süt	45	29 (64,4)	23 (51,1)	Hindistan	Siddappa ve ark 2012
Çiğ süt	48	13 (27)	1 (8)	Fas	Marnissi ve ark 2012
Çiğ süt	38	28 (73,7)	13 (45)	Lübnan	Assem ve ark 2011
Çiğ süt	122	122 (100)	18 (14,75)	İran	Kamkar ve ark 2011
Çiğ süt	75	59 (78,7)	21 (36)	İran	Rahimi ve ark 2010
Çiğ süt	44	42 (95)	42 (100)	Sudan	Elzupir ve Elhussein 2010
Çiğ süt	94	60 (64)	7 (11)	Arjantin	Alonso ve ark 2010
Çiğ süt	240	226 (94,2)	10 (4)	İran	Mohammadian ve ark
Çiğ süt	40	15 (37,5)	8 (20)	Pakistan	Hussain ve ark 2010
Çiğ süt	90	90 (100)	30 (33)	İran	Nemati ve ark 2010
Çiğ süt	74	70 (95)	41(58,6)	Suriye	Ghanem ve Orfi 2009
Çiğ süt	113	65 (57,5)	0 (0)	Endonezya	Nuryono ve ark 2009
Çiğ süt	74	70 (95)	41 (59)	Suriye	Ghanem ve Orfi 2009
Çiğ süt	140	117 (83,6)	58 (41,4)	İran	Rahimi ve ark 2009
Çiğ süt	120	118 (98,3)	68 (56,7)	İran	Sefidgar ve ark 2008
Çiğ süt	264	3 (1,1)	0 (0)	Fransa	Boudra ve ark 2007
Çiğ süt	22	13 (59,1)	1 (9)	Brezilya	Shundo ve Sabiho 2006
Çiğ süt	598	394 (65,8)	32 (8,2)	Portekiz	Martins ve ark 2005
Çiğ süt	9	7 (77,8)	5 (66,7)	Libya	Elgerbi ve ark 2004
Çiğ süt	92	5 (5,4)	0 (0)	İspanya	Velasco ve ark 2003

n: Analiz edilen örnek sayısı

(): içindeki değerler yüzde oramını göstermektedir.

Süt, hayvansal kaynaklı besin öğelerini yüksek düzeyde ihtiva etmesi bakımından başta bebekler, çocuklar ve gençler olmak üzere tüm yaş gurubunun beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda süt, insanın büyümesi, gelişmesi ve yaşamını devam ettirmesi için gerekli immünoglobulinler, enzimler, büyüme hormonları, diğer hormonlar, antibakteriyel ajanlar ile yağ asitleri, vitamin ve minerallerden dolayı değerli bir besindir (Özcan ve ark 1998). Bu yüzden mikotoksinlerin gelişiminin üretimden tüketime kadar izlenebilirliği önem taşımaktadır (Banu ve Muthumary 2010).



Çizelge 1.21. Türkiye’de çiğ inek sütlerinde AFM₁ varlığı.

Ürün	n	AFM ₁ tespit edilen örnek sayısı	Limiti (50 ng/l) aşan örnek sayısı	Şehir	Yıl	Kaynak
Çiğ süt	176	53 (30,1)	9 (17)	Adana	2012	Golge 2014
Çiğ süt	38	36 (94,7)	21 (55)	Şanlıurfa	2011	Temaoglu ve Kanici 2014
Çiğ süt	50	43 (86)	0	Kayseri	2010	Ertas ve ark 2011
Çiğ süt	90	80 (72)	63 (56,7)	Kayseri	2002	Buldu ve ark 2011
Çiğ süt	53	46 (86,7)	39 (73,5)	Mersin	2006	Delialioğlu ve ark 2010
Çiğ süt	20	20 (100)	18 (90)	Kars	2005-2006	Kireçci ve ark 2007
Çiğ süt	13	13 (100)	8 (61,5)	Aydın	2004	Kök 2006
Çiğ süt	86	86 (100)	50 (80,4)	Ankara	2003-2004	Topçu 2006
Çiğ süt	127	73 (57,49)	14 (11,2)	Erzurum	2005	Atasever ve ark 2006
Çiğ süt	135	116 (86)	1 (0,74)	Tekirdağ	2005	Özsunar 2005
Çiğ süt	115	114 (99,1)	69 (60)	Bursa	2004	Oruç ve ark 2005
Çiğ süt	48	34 (70,83)	16 (33)	Ankara	2001	Akdemir ve Altıntaş 2004
Çiğ süt	543	124 (22,8)	19 (15,1)	30 İl	2001	Özkaya ve ark 2002
Çiğ süt	90	79 (87,77)	35 (39)	Van	1999	Bakırcı 2001

n: Analiz edilen örnek sayısı (): içindeki değerler yüzde oranını göstermektedir.

Süt ve süt ürünleri açısından getirilen yasal kısıtlamalarda; çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan sütlerde maksimum AFM₁ miktarının 0,05 µg/kg olması gerektiği belirtilmiştir (Resmi Gazete 2011a). Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları için ise maksimum AFB₁ miktarı 0,10 µg/kg olarak belirtilmiştir. Ayrıca, bebek mamalarında (bebek sütleri ve devam sütleri dahil) maksimum AFM₁ 0,025 µg/kg, bebeklerin özel tıbbi amaçlı diyet gıdalarında maksimum AFB₁ ve AFM₁ sırasıyla 0,10 µg/kg ve 0,025 µg/kg olarak bildirilmektedir. Çizelge 1.22’de Türk Gıda Kodeksine göre gıdalarda AFM₁’e ait yasal limit değerler sunulmuştur (Resmi Gazete 2011b).

Çizelge 1.22. Bazı gıdalarda aflatoksinler için Türk Gıda Kodeksi tarafından kabul edilen limitler.

Gıda Maddesi	Kabul Edilebilir En Yüksek Değer (µg /kg)
Çiğ Süt, ısıtılmış süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt	0,05
Bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dahil)	0,025
Bebekler için özel amaçlı tıbbi diyetli gıdalar	0,025

Amerikan Gıda İlaç Kurulu (FDA) tarafından bazı yiyeceklerdeki aflatoksin kontaminasyonu için izin verilen maksimum düzeyler Çizelge 1.23’da gösterilmiştir (Steyn ve Stander 1999).

Çizelge 1.23. Amerikan Gıda İlaç Kurulu (FDA) tarafından aflatoksin kontaminasyonu için kabul edilen maksimum düzeyler.

Substrat	Maksimum Miktar (µg/kg)
İnsan yiyeceği ve bazı tür hayvan yemleri	20
Süt	0,5
Besi Hayvan Yemi	300
Domuz Yemi	200
Süt veren inek, domuz ve kümes hayvanı yemi	100

EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından 2004 yılında yapılan risk değerlendirmesinde Avrupa Birliği'ne üye çeşitli ülkelerden toplanan süt örneklerindeki AFM₁ konsantrasyonun yaygınlık oranında (prevalansı) düşüş olduğu Çizelge 1.24'de sunulmuş (EFSA 2004).

Çizelge 1.24. Çeşitli ülkelerde farklı yıllara ait çiğ sütlerdeki AFM₁ konsantrasyonu.

Ülke	Yıl	n	AFM ₁ konsantrasyonu (mg/kg)					
			< 0,01		0,01–0,05		> 0,05	
			n	%	n	%	n	%
İngiltere	2001	100	97	97	3	3	–	–
Portekiz	1999	102	43	42	57	56	2	2
İspanya	2000/2001	92	89	97	3	3	–	–
İtalya	1996	161	148	92	13	8	–	–
Yunanistan	1999/2000	166	92	55	71	43	3	2
Yunanistan	2000/2001	132	80	61	50	38	2	2
Almanya	1999	6537	6325	97	211	3	–	–
Almanya	2000	3618	3614	100	4	–	–	–
Kıbrıs	1992/2003	270	244	90	26	10	–	–
Avusturya	1999	20	20	100	–	–	–	–
Finlandiya	1999	296	295	100	1	–	–	–
Fransa	1999	234	234	100	–	–	–	–
İrlanda	1999	62	60	97	–	–	–	–
Hollanda	1999	30	25	83	5	17	–	–
İsveç	1999	11	11	100	–	–	–	–

n: Numune sayısı

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

2.1.1. İşletmelerin Seçimi

Çalışmada AFM₁ yönünden analiz edilecek süt ve yem örnekleri, Mardin ili Artuklu, Ömerli, Savur, Kızıltepe ve Derik ilçelerine bağlı köylerdeki toplam 12 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınmıştır. Bu örnekler analiz edilerek AFM₁ seviyesi en düşük ve en yüksek olan 2 işletme belirlenmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü Mardin ilinin Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 2013-2014 yılları arasındaki mevsimlere göre sıcaklık, nem ve yağış değerleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Anonim 2015).

Çizelge 2.1. Mardin Meteoroloji Müdürlüğü verileri.

Mevsimler	Ortalama Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Yağış Miktarı (mm)
Sonbahar	19,5	35,8	1,3
Kış	5,9	51,7	1,9
İlkbahar	15,9	26,6	1,0
Yaz	29,2	19,7	0,1

Araştırma kapsamında entansif ve ekstansif sığır yetiştiriciliği yapan 12 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınan 12 adet çiğ inek süt örneğinin Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometresi ile AFM₁ yönünden analizi yapılarak Çizelge 2.2'de sunulmuştur. Analiz sonucunda, AFM₁ seviyesi en yüksek ve en düşük olan işletmelerin tespiti yapılmıştır.

Çizelge 2.2. Mardin İlinde 12 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınan süt numunelerinin AFM₁ seviyeleri.

İşletme	AFM ₁ Seviyeleri
İşletme A	0,222 µg/kg
İşletme B	0,084 µg/kg
İşletme C	0,205 µg/kg
İşletme D	0,208 µg/kg
İşletme E	0,092µg/kg
İşletme F	0,089µg/kg
İşletme G	0,125 µg/kg
İşletme H	0,129 µg/kg
İşletme I	0,116 µg/kg
İşletme J	0,093 µg/kg
İşletme K	0,098 µg/kg
İşletme L	0,092 µg/kg

Çizelge 2.2 incelendiğinde, çiğ süt örneklerine ait AFM₁ seviyesi en yüksek A işletmesinde (0,222 µg/kg) tespit edilirken en düşük B işletmesinde (0,084 µg/kg) olduğu görülmektedir. Bu sonuç doğrultusunda çalışmanın yürütüleceği işletmeler A ve B işletmeleri olarak saptanmıştır. A işletmesinde entansif sığır yetiştiriciliği uygulanırken B işletmesinde ekstansif sığır yetiştiriciliği yapıldığı tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında A ve B işletmelerinde hayvanların beslenmesinde kullanılan yemler ve yem hammaddeleri Çizelge 2.3’de sunulmuştur.

Çizelge 2.3. A ve B işletmelerinde hayvan beslemesinde kullanılan yem türleri.

Mevsimler	İşletme A		İşletme B	
	Konsantre Yem	Kaba Yem	Konsantre Yem	Kaba Yem
Sonbahar	• Süt Yemi • Arpa Danesi	• Arpa Buğday-Sap ve Samanı • Mısır Silajı	• Süt Yemi • Buğday-Arpa Danesi • Kepek	• Yonca Samanı • Arpa-Buğday Samanı
Kış	• Süt Yemi • Arpa Danesi	• Arpa Buğday-Sap ve Samanı • Mısır Silajı	• Süt Yemi • Buğday-Arpa Danesi • Kepek	• Arpa-Buğday Samanı
İlkbahar	• Süt Yemi	• Arpa Buğday-Sap ve Samanı • Mısır Silajı	• Buğday-Arpa Danesi • Kepek	• Arpa-Buğday Samanı
Yaz	• Süt Yemi	• Yonca Samanı • Mısır Silajı	• Buğday-Arpa Danesi • Kepek	• Arpa-Buğday Samanı

2.1.2. Süt Numunelerinin Alımı

AFM₁ seviyesi en yüksek ve en düşük olan 2 işletme belirlendikten sonra Eylül 2013 ile Ağustos 2014 tarihleri arasındaki ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde örnekler toplanmıştır. Her bir mevsim süresi ortalama 3 ay kabul edilmiştir. Bir mevsim süresince 15'er günlük periyotlarla her bir işletmeden 6'şar adet olmak üzere iki işletmeden toplam 12 adet numune alınarak dört mevsimde toplam 48 adet çiğ süt numunesi analiz edilmiştir. Sağım işlemi otomatik sağım ünitelerinde yapıldıktan sonra soğutma tanklarında +4 °C derecede muhafaza edilen sütlerden 500 mililitrelik steril cam şişelere süt numuneleri konulmuştur. Alınan numuneler (48 adet) soğuk zincir altında doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmadan analiz işlemlerine kadar derin dondurucuda (-22 °C) saklanmıştır. Örnek toplama işlemi her mevsim için aynı şekilde tekrar edilmiştir.

2.1.3. Yem Numunelerinin Alımı

AFM₁ seviyesi en yüksek ve en düşük olan 2 işletme belirlendikten sonra Eylül 2013 ile Ağustos 2014 tarihleri arasında Mardin ilinde süt sığır yetiştiriciliği yapan 2 farklı süt sığır işletmesinden, her mevsimde yaklaşık 20 günlük periyotlarla

her bir işletmeden 4'er adet olmak üzere iki işletmeden toplam 8 adet numune alınarak dört mevsimde toplam toplam 32 adet yem numunesi analiz edilmiştir.

Yem örnekleri, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın ilgili yönetmeliğinde belirtilen esaslara (Resmi Gazete, 2011a) uygun olarak alınmıştır. Çuval içinde muhafaza edilen numunelerin örnekleme işleminde el küreğinden yararlanılmıştır. İşletmelerde yem depolarında yığın halinde muhafaza edilen yemlerden tüm yem miktarını temsil edecek şekilde örnek oluşturmak için yığının farklı bölümlerinden alınan ilk numuneler bir araya getirilerek yemin tamamını temsil edecek biçimde harmanlama yapılmıştır.

İlk numune sayıları ve uygulanan numune alma yöntemi Resmi Gazete (2011a)'de bildirildiği şekilde seçilmiştir. Konsantre yem örneklerinde işletmelerdeki yem stoğuna bağlı olarak alınan ilk numune sayısı / miktarı, dökme yemlerde 2,5 tona kadar olan partilerde 7 adet, daha fazla yem bulunan partilerde ise miktara orantılı olarak daha fazla sayıda, ticari ambalajlı yemlerde ise ambalaj sayısı ve büyüklüğüne göre 1-12 adet olacak şekilde belirlenmiştir. İlk numune miktarları parça iriliğine göre 250-1000 gr aralığında seçilmiştir. İlk numunelerin harmanlanmasıyla hazırlanan paçal numuneden ise 500-750 gram olacak şekilde laboratuvar numunesi alınmıştır. Numuneler 1 kg'lık naylon poşet içerisine konularak, alınan yem örnekleri ile ilgili kayıt tutulması amacıyla numune poşeti üzerine yemin adı, işletmenin grup numarası yazılmıştır. Yem örnekleri (32 adet) derin dondurucuda (-22 °C) saklanmıştır. Yem örneği alma tekniği her mevsim için aynı işlem sırasıyla tekrar edilmiştir.

Kaba yem örneklerinde ise işletmelerdeki yem stoğuna bağlı olarak ilk numune sayısı, 5 tona kadar olan partilerde 10 adet, daha fazla yem bulunan partilerde ise miktara orantılı olarak ve Ergün ve ark. (2002)'in belirttiği ton miktarının 40 katının karekökü usulüne uygun olacak şekilde belirlenmiştir. İlk numune miktarları parça iriliğine göre 300-1000 gr aralığında seçilmiştir. İlk numunelerin harmanlanmasıyla hazırlanan paçal numuneden ise 500-750 gram olacak şekilde laboratuvar numunesi alınmıştır. Numuneler 1 kg'lık naylon poşet içerisine konulmuştur. Alınan yem örnekleri ile ilgili kayıt tutulması amacıyla numune poşeti üzerine yemin adı, işletmenin grup numarası yazılmıştır. Yem

örnekleri derin dondurucuda (-22 °C) muhafaza edilmiştir. Yem örneği alma tekniği her mevsim için aynı işlem sırasıyla tekrar edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Numunelerin Analize Hazırlanması

Süt numuneleri laboratuara getirildiği şekilde herhangi bir işleme tabi tutulmadan, yem numuneleri ise sap, büyük çekirdekli ürünlerin çekirdekleri, sert kabukluların kabukları ayrıldıktan sonra karıştırıcı/parçalayıcıda karıştırıldı. 250 ml'lik numune kavanozlarına aktararak buzdolabında muhafaza edilen numuneler 24 saat içinde analize alındı. Aynı miktarlardaki şahit numuneler ise -18 °C'deki derin dondurucuda muhafaza edildi.

2.2.2. Numunelerin Analizi

Belirlenen iki işletmeden sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde alınan 750 ve 500 ml'lik yem ve süt örnekleri soğuk zincir altında laboratuara getirilerek Martest Analiz Laboratuvarı'nda (Mardin) HPLC yöntemiyle AFB₁ (AOAC 2003.02-2006) ve AFM₁ analizleri (R-Biopharm Rhone LTD 2009) gerçekleştirildi. Sonuçlar µg/kg (ppb) olarak tespit edildi.

2.2.3. İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS Paket Programı'ndan (IBM SPSS Statistics-Version 21) yararlanıldı. İstatistiksel değerlendirmede, verilere Varyans Analizi uygulanarak, faktörler (işletme ve mevsim) birlikte değerlendirildi. Gruplar arası farklılıklar Duncan Testi uygulanarak belirlendi (Özdamar 1997).

3. BULGULAR

3.1. Yem Numunelerinde Aflatoksin B₁ (AFB₁) Düzeyleri

Yapılan çalışmada Eylül 2013 ile Ağustos 2014 tarihleri arasında Mardin ilinde süt sığırları yetiştiriciliği yapan 2 farklı süt sığırları işletmesinden, her mevsimde yaklaşık 20 günlük periyotlarla 4'er adet olmak üzere toplam 32 adet yem numunesi AFB₁ varlığı yönünden analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında işletmelerde mevsimlere göre yem numunelerine ait tespit edilen AFB₁ düzeyleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İşletmelerde mevsimlere göre yem numunelerine ait AFB₁ seviyeleri (µg/kg).

İşletme	Mevsim	Num. Sayı	Ortalama*	Std. Hata	Std. Sapma
A	Sonbahar	4	2,003 ^{a***}	0,527	1,054
	Kış	4	0,770 ^b	0,126	0,253
	İlkbahar	4	0,861 ^b	0,210	0,419
	Yaz	4	0,000 ^b	0,000	0,000
	Dört Mev.	16	0,908 ^{A**}	0,226	0,903
B	Sonbahar	4	1,335 ^{a***}	0,256	0,513
	Kış	4	0,000 ^b	0,000	0,000
	İlkbahar	4	0,000 ^b	0,000	0,000
	Yaz	4	0,000 ^b	0,000	0,000
	Dört Mev.	16	0,334 ^B	0,160	0,640
A+B	Sonbahar	8	1,669 ^{a***}	0,299	0,846
	Kış	8	0,385 ^b	0,157	0,443
	İlkbahar	8	0,431 ^b	0,189	0,536
	Yaz	8	0,000 ^b	0,000	0,000
	Dört Mev.	32	0,621	0,145	0,823

*: Yaklaşık 20 günlük periyotlarda yedirilen farklı tüm yemlere ait sonuçların ortalaması

** : Aynı sütunda farklı harf (A,B) taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir (p<0,01).

***: Aynı sütunda farklı harf (a,b) taşıyan gruplar arasındaki farklar çok önemlidir (p<0,001).

A işletmesinde AFB₁ düzeyleri sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde sırasıyla 2,003 µg/kg, 0,770 µg/kg, 0,861 µg/kg, 0 µg/kg iken, B işletmesinde sırasıyla 1,335 µg/kg, 0 µg/kg, 0 µg/kg, 0 µg/kg olarak bulunmuştur. Genel olarak her 2 işletme bir arada değerlendirildiğinde; her iki işletmede de mevsimlerin yemlerdeki AFB₁ kontaminasyonuna etkisi sonbahar mevsiminde kış, ilkbahar ve yaz mevsime göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,001). Dört mevsimin yemlerdeki ortalama AFB₁ seviyesi A işletmesinde 0,908 µg/kg olurken B işletmesinde 0,334 µg/kg saptandı (p<0,01).

A ve B işletmelerinden temin edilen yemlerdeki AFB₁ düzeyleri bakımından sonbahar ve diğer mevsimler arasında tespit edilen farklılık istatistiksel olarak önemli saptanmıştır (p<0,001). A işletmesinden temin edilen yemlerde AFB₁ düzeyi en yüksek sonbaharda saptanırken en düşük yaz mevsiminde bulunmuştur. Ancak yemlerdeki AFB₁ seviyesi B işletmesinde en düşük kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde saptanmış ve bu üç mevsim arasında farklılık önemsiz olmuştur (p>0.05).

Araştırmada işletmelerde mevsimlere göre yem numunelerine ait AFB₁ seviyelerinin dağılımı Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. İşletmelerde mevsimlere göre yem numunelerine ait AFB₁ seviyelerinin dağılımı.

İşletme	Mevsim	Num. Sayısı ₁	AFB ₁ Seviyeleri (µg/kg)			Ortalama (µg/kg)	Pozitif Numune		Limiti** Aşan Num. Sayısı
			< 2,5	2,5-5	> 5		%	Min.*-Maks.	
A	Sonbahar	4	3 (75)	1 (25)	-	2,003	100	0,699-3,236	0 (0)
	Kış	4	4 (100)	-	-	0,770	100	0,477-1,093	0 (0)
	İlkbahar	4	4 (100)	-	-	0,861	100	0,477-1,458	0 (0)
	Yaz	4	4 (100)	-	-	0,000	0	0	0 (0)
	Dört Mev.	16	15 (94)	1 (6)	-	0,908	75	0,477-3,236	0 (0)
B	Sonbahar	4	4 (100)	-	-	1,335	100	0,764-2,011	0 (0)
	Kış	4	4 (100)	-	-	0,000	0	0	0 (0)
	İlkbahar	4	4 (100)	-	-	0,000	0	0	0 (0)
	Yaz	4	4 (100)	-	-	0,000	0	0	0 (0)
	Dört Mev.	16	16 (100)	-	-	0,334	25	0,764-2,011	0 (0)
A+B	Sonbahar	8	7 (87,5)	1 (12,5)	-	1,669	100	0,699-3,236	0 (0)
	Kış	8	8 (100)	-	-	0,385	50	0,477-1,093	0 (0)
	İlkbahar	8	8 (100)	-	-	0,431	50	0,477-1,458	0 (0)
	Yaz	8	8 (100)	-	-	0,000	0	0	0 (0)
	Dört Mev.	32	31 (97)	1 (3)	-	0,621	50	0,477-3,236	0 (0)

* : Tespit Edilen Minimum Değer

() : Yüzde Oranını Göstermektedir.

** : Türk Gıda Kodeksi Süt Sığırları Karma Yemdeki Limiti 5 µg/kg

Çizelge 3.2'den anlaşılabacağı gibi işletme A'dan alınan yem numunelerinin % 75 (12)'inde AFB₁ bulunduğu tespit edilmiştir. İşletme B'den alınan yem numunelerinin ise % 25 (4)'ünün AFB₁ ile kirlendiği saptanmıştır. Yemlerde AFB₁ A işletmesinde yaz mevsiminde, B işletmesinde kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde tespit edilememiştir.

Çizelge 3.2’de İşletme A’da yem örneklerinin AFB₁ düzeyleri 0,477-3,236 µg/kg arasında değişim gösterirken mevsimlerin genel ortalaması 0,908 µg/kg olarak tespit edilmiştir. İşletme B’deki yem örneklerinde ise AFB₁ konsantrasyonu minimum 0,764 µg/kg ve maksimum 2,011 µg/kg düzeyinde saptanmış ve genel ortalamanın 0,334 µg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.2 incelenirse kış ve ilkbahar mevsimlerinde işletme A’dan alınan yem örnekleri AFB₁ bakımından pozitif bulunurken yaz mevsiminde ise AFB₁ yönünden negatif bulundu. Ancak B işletmesinde kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde analizi yapılan 12 adet yem numunesinin hiçbirinde AFB₁ varlığı tespit edilmemiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre 32 adet yem numunesinin % 50 (16)’sinde AFB₁ saptanmazken numunelerin % 50 (16)’sinin AFB₁ ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. Numunelerin tamamının Türk Gıda Kodeksi süt sığırları karma yemlerindeki limit değer olan 5 µg/kg düzeyini aşmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.2).

3.2. Süt Numunelerinde Aflatoksin M₁ (AFM₁) Düzeyleri

Yapılan çalışmada Eylül 2013 ile Ağustos 2014 tarihleri arasında Mardin ilinde süt sığır yetiştiriciliği yapan 2 farklı süt sığır işletmesinden, her mevsimde yaklaşık 15 günlük periyotlarla 6’şar adet olmak üzere toplam 48 adet süt numunesi AFM₁ varlığı yönünden analiz edilmiştir.

İşletmelerde mevsimlere göre süt numunelerine ait tespit edilen AFM₁ düzeyleri Çizelge 3.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. İşletmelerde mevsimlere göre süt numunelerine ait AFM₁ seviyeleri (µg/kg).

İşletme	Mevsim	Num. Sayı	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
A	Sonbahar	6	0,155	0,077	0,189
	Kış	6	0,078	0,021	0,052
	İlkbahar	6	0,110	0,027	0,065
	Yaz	6	0,084	0,027	0,066
	Dört Mev.	24	0,107 ^{A**}	0,022	0,106
B	Sonbahar	6	0,022	0,015	0,036
	Kış	6	0,000	0,000	0,000
	İlkbahar	6	0,054	0,025	0,062
	Yaz	6	0,061	0,028	0,068
	Dört Mev.	24	0,034 ^B	0,011	0,052
A+B	Sonbahar	12	0,089	0,042	0,147
	Kış	12	0,040	0,016	0,054
	İlkbahar	12	0,082	0,019	0,067
	Yaz	12	0,073	0,019	0,065
	Dört Mev.	48	0,071	0,013	0,090

**.: Aynı sütunda farklı harf (A,B) taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir (p<0,01).

Çizelge 3.3 incelendiğinde; A işletmesinden alınan süt numunelerinde AFM₁ düzeyi üzerine mevsim etkisi önemli bulunmamıştır (p>0,05). Sütteki AFM₁ düzeyi en yüksek sonbahar (0,155 µg/kg) ve ilkbahar (0,110 µg/kg) mevsimlerinde gerçekleşmiştir. B işletmesinden temin edilen sütlerde ise AFM₁ düzeyi en yüksek yaz (0,061 µg/kg) ve ilkbahar (0,054 µg/kg) mevsimlerinde saptanmıştır. A ve B işletmelerinden temin edilen sütlerde en düşük AFM₁ düzeyi kış mevsiminde olup, B işletmesine ait sütlerde kış mevsiminde AFM₁ tespit edilememiştir. Numunelerin dört mevsim ortalama AFM₁ seviyesi A işletmesinde 0,107 µg/kg olurken B işletmesinde 0,034 µg/kg saptanmıştır (p<0.01).

Her bir işletmede farklı mevsimde saptanan sütteki AFM₁ düzeylerinde işletme içerisinde mevsimin etkisi önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Ancak işletme bazında bakıldığında A işletmesinde AFM₁ düzeyi B işletmesine göre daha yüksek düzeylerde tespit edilmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). A işletmesinden elde edilen sonbahar örneklerinde, ortalama AFM₁ düzeyi aynı işletmenin kış örneklerine kıyasla % 98, ilkbahar örneklerine kıyasla % 40 ve yaz örneklerine kıyasla % 84 oranında daha yüksek olmakla birlikte istatistiksel olarak bu farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). B işletmesinden elde edilen yaz örneklerinde ise, ortalama AFM₁ düzeyi aynı işletmenin sonbahar örneklerine kıyasla % 177, ilkbahar örneklerine kıyasla % 12 oranında daha yüksek olarak bulunmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 3.3).

İşletmelerde mevsimlere göre süt numunelerine ait AFM₁ seviyelerinin sıklık dağılımı Çizelge 3.4’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. İşletmelerde mevsimlere göre süt numunelerine ait AFM₁ seviyelerinin dağılımı.

İşletme	Mevsim	Num. Sayısı	AFM ₁ Seviyeleri (µg/kg)			Ortalama (µg/kg)	Pozitif Numune		Limiti** Aşan Num. Sayısı
			< 0,05	0,05-0,1	> 0,1		%	Min.*-Maks.	
A	Sonbahar	6	2 (33,3)	2 (33,3)	2 (33,3)	0,155	66,7	0,055-0,440	4 (66,7)
	Kış	6	1 (16,7)	3 (50)	2 (33,3)	0,078	83,3	0,057-0,142	5 (83,3)
	İlkbahar	6	1 (16,7)	1(16,7)	4 (66,7)	0,110	83,3	0,059-0,160	5 (83,3)
	Yaz	6	2 (33,3)	0 (0)	4 (66,7)	0,084	66,7	0,105-0,138	4 (66,7)
	Dört Mev.	24	6 (25)	6 (25)	12 (50)	0,107	75	0,055-0,440	14 (58,3)
B	Sonbahar	6	4 (66,7)	2 (33,3)	0 (0)	0,022	33,3	0,050-0,083	1 (16,7)
	Kış	6	6 (100)	0 (0)	0(0)	0,000	0	0-0	0 (0)
	İlkbahar	6	3 (50)	2 (33,3)	1 (16,7)	0,054	50	0,093-0,138	3 (50)
	Yaz	6	3 (50)	0 (0)	3 (50)	0,061	50	0,106-0,134	3 (50)
	Dört Mev.	24	16 (66,7)	4 (16,7)	4 (16,7)	0,034	33,3	0,050-0,138	7 (29,2)
A+B	Sonbahar	12	6 (50)	4 (33,3)	2 (16,7)	0,089	50	0,050-0,440	5 (41,7)
	Kış	12	7 (58,3)	3 (25)	2 (16,7)	0,040	41,7	0,057-0,142	5 (41,7)
	İlkbahar	12	4 (33,3)	3 (25)	5 (41,7)	0,082	66,7	0,059-0,160	8 (66,7)
	Yaz	12	5 (41,7)	0 (0)	7 (58,3)	0,073	58,3	0,105-0,138	7 (58,3)
	Dört Mev.	48	22 (45,8)	10 (20,8)	16 (33,3)	0,071	54,2	0,050-0,440	25 (52,1)

* : Tespit Edilebilir Minimum Değer (0,05 µg/kg)

** : Türk Gıda Kodeksi Sütteki Limiti 0,05 µg/kg

() : Yüzde Oranını Göstermektedir.

Çizelge 3.4 incelendiğinde A işletmesine ait sütlerde saptanan AFM₁ kontaminasyon seviyesinin sonbahar döneminde % 66,7, kış döneminde % 83,3, ilkbahar döneminde % 83,3 ve yaz döneminde % 66,7 oranında değiştiği tespit edilmiştir. A işletmesinde analizi yapılan süt numunelerinin geneline bakıldığında % 75’inde AFM₁ saptanırken, numunelerin % 58,3’ünde belirlenen AFM₁ düzeyleri Türk Gıda Kodeksi’nde belirtilen limitten (0,05 µg/kg) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3.4).

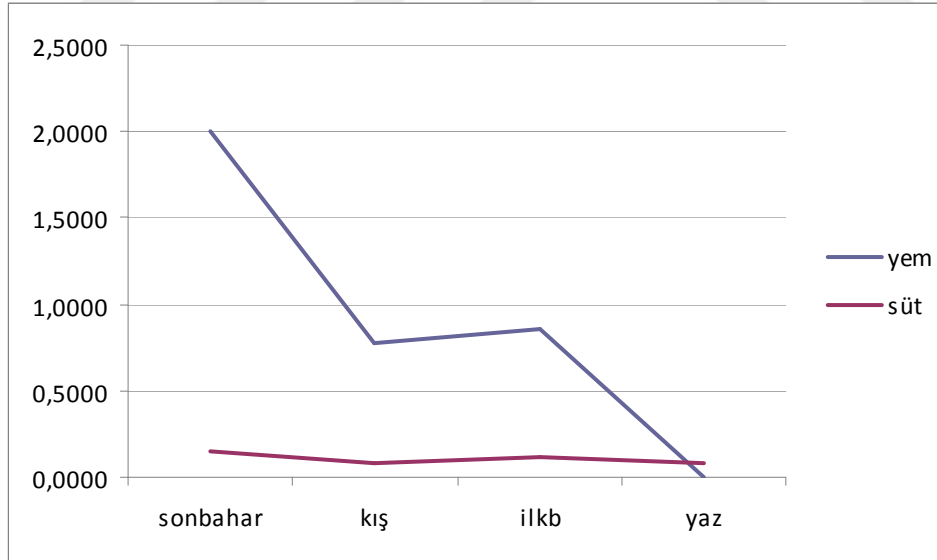
B işletmesine ait süt numunelerin AFM₁ kontaminasyonu sonbahar, ilkbahar ve yaz sezonunda yüksek saptanırken, kış sezonunda sütlerin AFM₁ ile kontamine

olmadığı tespit edilmiştir. B işletmesinden elde edilen numunelerin toplamına bakıldığında % 33'ünde AFM₁ tespit edilmiş, bunların % 29,2'sinde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Türkiye ve Avrupa Birliği için limiti olan 0,05 µg/kg'ı aştığı belirlenmiştir. B işletmesinde sonbahar mevsiminde 1 (% 16,7), ilkbahar mevsiminde 3 (% 50) ve yaz mevsiminde 3 (% 50) numunenin Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limitin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Analizi

yapılan 48 adet süt numunesinin 26 adedinde AFM₁ konsantrasyonu pozitif olmakla birlikte, 22 adet numunede AFM₁ negatif bulunmuştur. A işletmesine ait 24 adet numunenin 18'inde AFM₁ konsantrasyonu 0,055-0,4440 µg/kg düzeyleri arasında saptanırken B işletmesindeki 24 adet süt numunesinin 8'inde AFM₁ düzeyi 0,050-0,138 µg/kg arasında tespit edilmiştir (Çizelge 3.4).

A işletmesi için sütle birlikte salgılanan AFM₁ ile yemdeki AFB₁ konsantrasyonlarının mevsimlere bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 3.1'de sunulmuştur.

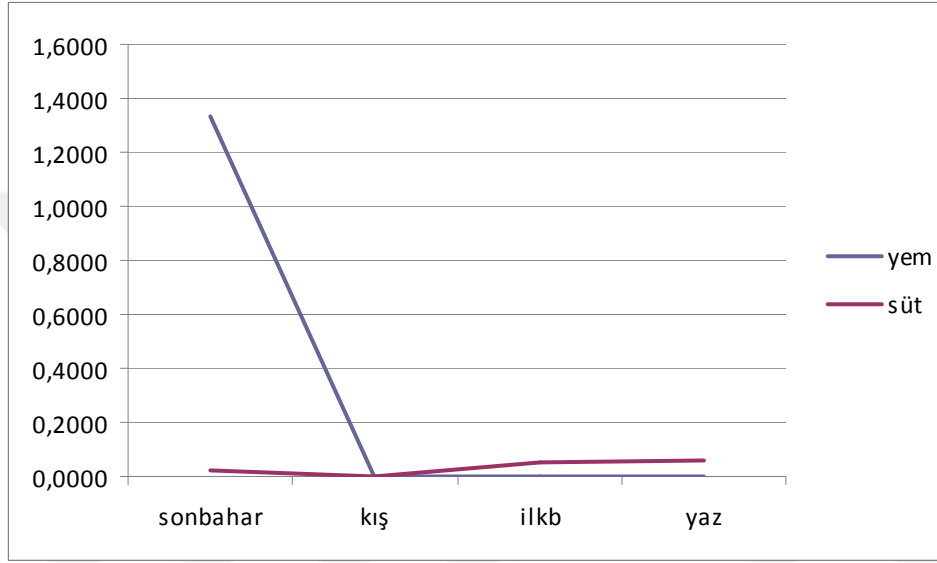


Şekil 3.1. A işletmesinde mevsimlere göre yem ve süt numunelerine ait AFB₁ ve AFM₁ düzeylerinin (µg/kg) seyri.

Grafik 3.1 incelendiğinde; mevsimsel faktörlerin yemlerde oluşan AFB₁ kontaminasyonuna etkisinin sütteki AFM₁ kontaminasyonuna kıyasla daha çok etkili olduğu görülmektedir. Sonbahar mevsiminden başlayarak kış mevsimine kadar yemdeki AFB₁ düzeyindeki azalmaya bağlı olarak benzer şekilde bir azalış yemden

süte taşınan AFM₁ düzeyinde de meydana gelmiştir. İlkbahar döneminde yemlerde meydana gelen kontaminasyon seviyesinin kış mevsimine kıyasla daha fazla olduğu görülmektedir. Sonbahar, ilkbahar ve yaz mevsiminde alınan süt numunelerinde AFM₁ içeriğinin kış mevsimine nazaran daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

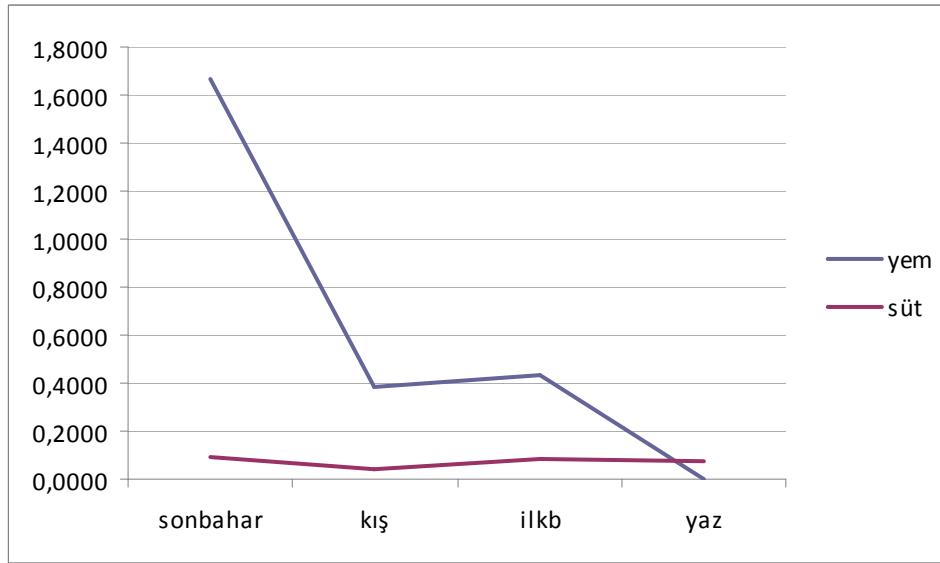
B işletmesi için sütle birlikte salgılanan AFM₁ ile yemdeki AFB₁ konsantrasyonlarının mevsimlere bağlı değişimi Şekil 3.2’de sunulmuştur.



Şekil 3.2. B işletmesinde mevsimlere göre yem ve süt numunelerine ait AFB₁ ve AFM₁ düzeylerinin (µg/kg) seyri.

Şekil 3.2 analiz periyotlarına göre AFB₁ ve AFM₁ değişimi incelendiğinde; özellikle sonbahar mevsiminde alınan yem numunelerindeki AFB₁ miktarına bağlı olarak sütlerdeki AFM₁ yoğunluğunun da yüksek olduğu, AFB₁ miktarının düşmesiyle birlikte sütteki AFM₁ miktarının da düştüğü; diğer mevsimlerde ise yemlerde tespit edilen AFB₁ düzeyleri ile sütte tespit edilen AFM₁ düzeyleri arasında çeşitlilik saptanmıştır.

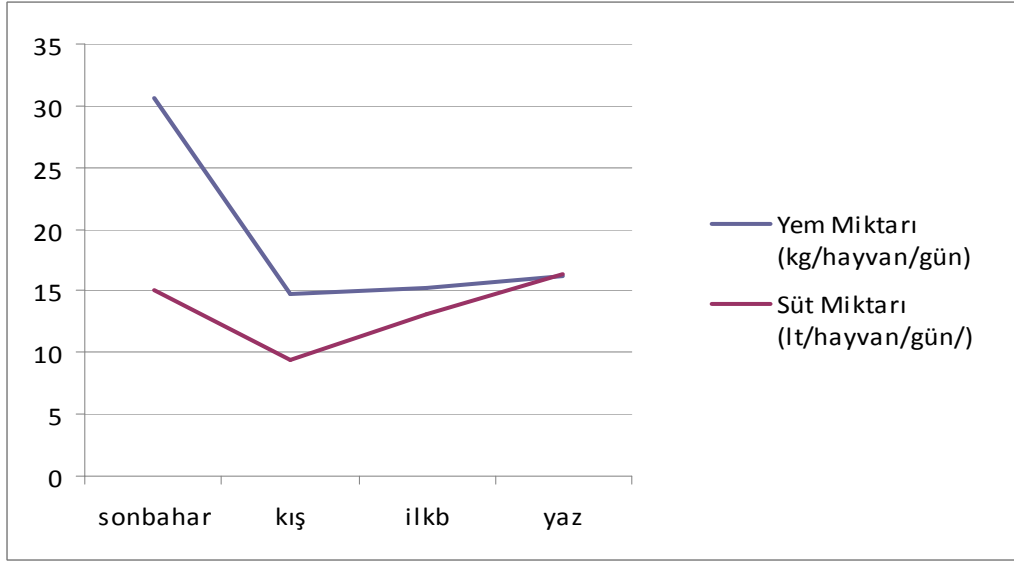
A ve B işletmelerinden alınan yem ve süt numunelerine ait olan ortalama AFB₁ ve AFM₁ düzeylerinin mevsime bağlı olarak değişimi Şekil 3.3’de sunulmuştur.



Şekil 3.3. Mevsimlere göre yem ve süt numunelerine ait AFB₁ ve AFM₁ düzeylerinin (µg/kg) seyri.

Sütte ve yemdeki AFB₁ ve AFM₁ düzeylerinin mevsime bağlı bir değişim gösterdiği gözlenmektedir. Yemlerde saptanan aflatoksin düzeyi yaz dönemi dışında en yüksek sonbahar mevsiminde olurken bu dönemi sırasıyla ilkbahar ve kış döneminin takip ettiği, yemden süte taşınan AFM₁' in konsantrasyon düzeyinin ise en yüksek sonbahar mevsiminde olduğu, bu dönemi sırasıyla ilkbahar, yaz ve kış mevsimlerinin izlediği anlaşılmaktadır.

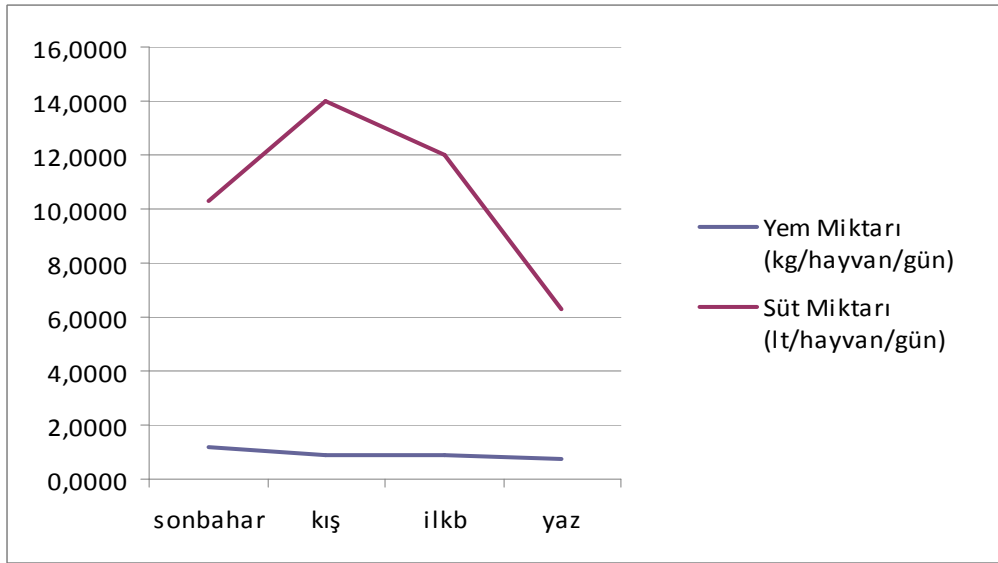
A işletmesinde mevsimsel tüketilen yem ve elde edilen süt miktarları Şekil 3.4.'de sunulmuştur.



Şekil 3.4. A işletmesinde mevsimsel tüketilen yem ve elde edilen süt miktarları.

Şekil 3.4 değerlendirildiğinde; günlük olarak hayvanlara yedirilen yem miktarlarının sonbahar mevsiminden kış mevsimine geçişte azalmasına paralel olarak günlük süt verim miktarlarının da azaldığı gözlemlenmiştir. Diğer mevsimler arası geçişlerde hayvanların tükettiği yem miktarlarında keskin artış olmamasına rağmen hayvanların süt verim miktarlarında belirgin artış saptanmıştır.

B işletmesinde mevsimsel tüketilen yem ve elde edilen süt miktarları Şekil 3.5.'de sunulmuştur.



Şekil 3.5. B işletmesinde mevsimsel tüketilen yem ve elde edilen süt miktarları.

Şekil 3.5 değerlendirildiğinde, B işletmesinde günlük olarak hayvanlara yedirilen yem miktarlarının sonbahar mevsiminden yaz mevsimine değin azaldığı saptanmıştır. Hayvanların süt verim miktarlarının ise sonbahar mevsiminden kış mevsimine doğru belirgin bir artış içerisinde olduğu diğer mevsim geçişlerinde ise azalış trendi içerisinde olduğu saptanmıştır.

4. TARTIŞMA

Bitkisel kaynaklı yem maddeleri hava, toprak ve suyla sıkı bir ilişki içerisinde olması nedeniyle mikrobiyal kontaminasyon diğer yem maddelerinden daha riskli bir konumdadır. Bubağlamda; bitkisel kaynaklı yemlerde mevcut en önemli problemlerden biri küfler ve bunların ürettiği mikotoksinlerdir. Mantarlar yem maddelerindeki besin maddelerini tüketirler. Bu aktivite sonucu yem maddesinin yağ içeriği azalırken su içeriğinde artış görülür. Aynı zamanda protein, amino asit ve vitamin düzeylerinde azalma meydana gelir. Tane yemler içinde mısır ve soya fasülyesi bitkisel protein kaynakları arasında ise pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği küspesi ve yer fıstığı küspesi mikotoksinler açısından şüphe duyulması gereken yemlerdir (Ergün ve ark. 2002). Bununla birlikte özellikle, kullanılabilir karbonhidrat ve yağ içeriğine sahip besin maddelerinde daha hızlı kontaminasyon şekillenir (Şanlı 2002).

Bu çalışmada 2 farklı süt sığır yetiştiriciliği yapan işletmede rasyon ve sütteki AFB₁ ve AFM₁ düzeyleri 4 mevsim boyunca tespit edilmiş, mevsimsel ve işletmeler arası hayvan yetiştiriciliği farkları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Analiz edilen tüm yem numunelerinde genel bir değerlendirme yapıldığında yemlerdeki kirlilik oranının % 50 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, yemlerdeki aflatoksinin önemli düzeyde olduğuna işaret etmektedir.

Dört mevsim boyunca A ve B işletmesinden toplanan 32 yem örneğinin % 50 (16)'sinin AFB₁ ile kontamine olduğu ve pozitif örneklerde saptanan AFB₁ düzeylerinin sırasıyla 0,908 µg/kg ve 0,334 µg/kg olduğu bulunmuştur. İşletmelerdeki AFB₁ düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farkın (p<0,01) bulunuşu; işletmedeki hayvanların ekstansif ve entansif yetiştiricilik sisteminden kaynaklanmış olacağını akla getirmektedir. Bilindiği üzere ekstansif yetiştiricilik yapan işletmelerde kaba ve yeşil yeme dayalı yetiştiricilik benimsenirken, entansif yetiştiricilikte ise rasyonun büyük çoğunluğu konsantre ve karma yemlerden oluşmaktadır. Kaba yem maddelerinde kullanılabilir karbonhidrat ve yağ miktarı konsantre yemlere oranla daha düşük olduğu göz önüne alındığında konsantre yemlerin kaba yemlere oranla daha fazla aflatoksin içerebileceği söylenebilir. Bunun yanında substratın nem düzeyi de küfler üremesi üzerine önemli etki yapar. Nitekim konuyla ilgili literatürlerde (Concon 1988, Steyn ve Stander 1999, Keser ve Kutay

2008) yemin içerdiği nem oranının aflatoksinlerin üremesi için en önemli faktörlerden biri olduğu bildirilmektedir. Kuru ot ve saman gibi yem maddelerinin konsantre yemlere kıyasla daha düşük nem içerdiği dikkate alındığında bu çalışmanın sonucu A işletmesinde entansif yetiştiriciliğin, B işletmesinde ise ekstansif yetiştiriciliğin benimsendiğini destekler niteliktedir.

Mevcut araştırmada elde edilen bulgular, entansif yetiştiricilikte rasyonun büyük çoğunluğunu konsantre yemlerin oluşturduğu göz önüne alınırsa; başta ticari karma yemler olmak üzere konsantre yemlerin diğer yem maddelerine göre daha yüksek oranda aflatoksin içerdiğini belirleyen çalışma bulguları (Juszkiewicz ve Piskorska-Pliszczynska 1992, Bingöl ve ark 2007, Udom ve ark 2012) ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmanın sonucu olarak 32 adet yem örneğinin % 50'sinin 0,477-3,236 µg/kg aralığında ve ortalama olarak 0,621 µg/kg AFB₁ ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, Peyra ve ark (2012)'nın rasyondaki AFB₁ varlığına ilişkin yapmış oldukları araştırma sonuçları (% 46,7) ile paralellik gösterirken, Sabatini ve ark (2007), Elzupir (2009), Sultana ve ark (2009), Altıntaş ve ark (2011) ve Martinez ve Blasco (2015)'nin yapmış oldukları çalışma sonuçları ile çelişmektedir. Bazı araştırmacılar (North Carolina Cooperative Extension Service 1994, Oruç ve ark 2007) tarafından ise daha düşük oranlar bildirilmiştir. North Carolina Cooperative Extension Service (1994), 586 rasyon örneğinde AFB₁ (>20 µg/kg) bulunma insidensini % 17,8 olarak saptamıştır. Oruç ve ark (2007), 2006 yılının Eylül-Aralık ayları arasında Bursa bölgesindeki 17 süt üreticisi çiftçiden topladıkları 34 adet süt sığır yem örneğinde ELISA yöntemi kullanılarak AFB₁ insidensi ve miktarının tayinine yönelik yaptıkları çalışmada örneklerin % 8'inin 8,10-72,80 µg/kg AFB₁ içerdiği ve ortalama olarak 26,36 µg/kg AFB₁ bulunduğunu bildirmiştir. Ayrıca örneklerin % 88'indeki AFB₁ düzeyinin Avrupa Birliği limitlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiş ve yemlerde AFB₁'in süt sığırları üzerinde toksik etkiye neden olabilecek düzeylerde olduğu rapor edilmiştir. Oruç ve ark (2012)'in bulgularına (3,37 µg/kg) uyumlu olarak mevcut çalışmada da ortalama AFB₁ düzeyi 0,621 µg/kg (Çizelge 3.1) tespit edilmiştir. Bu durumun gerek analizi yapılan yem örneklerinin depolama süresi ve rutubet içeriğinden, gerekse yemlerin bulunduğu ortamdaki rutubet düzeyi ve depo yerindeki çevre sıcaklığından kaynaklanabileceği

düşünülmektedir. Aflatoksin gelişiminde rol oynayan önemli faktörlerin başında sıcaklık, nispi nem ve depolama süresi ve depolama sıcaklığı gelir. Yemde rutubet düzeyinin düşmesine bağlı olarak *Aspergillus* türü küflerin gelişemeyeceği bildirilmektedir (Ronald 1996). Naresh ve ark (1993) tarafından yapılan çalışmada, çevre sıcaklığının 22-24 °C ve bağıl nemin % 76-80 olduğu şartlarda yemlerdeki depolama süresinin uzaması ile toksin miktarının 7 µg/kg'dan yaklaşık 1657 kat artarak 11600 µg/kg 'ya kadar yükseldiği bildirilmiştir. Çoksöyler ve ark (1994) tarafından Ankara'da yapılan çalışmada ise, yemlerin hasat döneminde küflenme oranı % 54,76 iken depoda bu değerin artarak % 66,18 oranına kadar çıktığı ve depo süresinin uzamasıyla küf miktarında artış arasında pozitif korelasyon olduğu ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmada Mardin ilinde rasyonun mevsimlere göre AFB₁ ile kirlenme durumunu ortaya koyabilmek amacıyla kirlenme düzeyleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, iki işletmeden elde edilen yem örneklerinde saptanan AFB₁ kirliliklerinin yıl içi değişimleri sonbahar, kış ilkbahar ve yaz mevsiminde sırasıyla 1,669 µg/kg, 0,385 µg/kg, 0,431 µg/kg ve 0 µg/kg olarak hesaplanmış ve ortaya çıkan tablo dikkate alındığında ise, sonbahar mevsiminde, diğer mevsimlere göre yemlerin AFB₁ ile daha yüksek düzeyde (p<0,01) kirlendiği tespit edilmiştir. Nitekim birçok araştırmacı tarafından da (Özkazanç ve ark 1992, Elzupir ve ark 2009, Polat 2012, Martinez ve Blasco 2015) mevsimsel faktörlerin yemlerdeki AFB₁ miktarı üzerine etkili olduğu ve yüksek insidenslerin olduğu tespit edilmiştir. Polat (2012), tarafından Erzurum ilinde kaba, konsantre ve karma yemlerdeki AFB₁ düzeylerine mevsimin etkisi üzerine yapılan çalışmada sırasıyla ilkbaharda 4,539; 2,904; 3,835 µg/kg, yaz mevsiminde 4,429; 2,852; 3,577 µg/kg, sonbaharda 1,244; 1,455; 1,622 µg/kg ve kış mevsiminde ise 1,240; 1,487; 2,488 µg/kg değerleri tespit edilmiş, kaba yemlerdeki AFB₁ değerlerinin sonbahar ve kış mevsiminde yaz ve ilkbahar mevsimine göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kaba yemlerde olduğu gibi konsantre yemlerde de AFB₁ düzeylerinin sonbahar ve kış mevsiminde ilkbahar ve yaz mevsimine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Karma yemlerde ise AFB₁ miktarlarının en düşük sonbahar mevsiminde, takiben kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde görüldüğü (p<0,01) bildirilmiştir. Özkazanç ve ark (1992), Marmara, İç Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerine ait karma yem ve yem hammaddelerinde saptanan AFB₁ düzeyinin mevsimlere göre değişimini

ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsiminde sırasıyla 26,6; 17,0; 24,6 ve 28,7 µg/kg olarak tespit etmişlerdir. Elzupir ve ark (2009) yemde bulunan AFB₁ konsantrasyonunun sezon şartlarına bağlı olarak değişip değişmediğini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada en yüksek kontaminasyonu yaz mevsiminde (% 78,95) bulunduğunu, bunu sırasıyla sonbahar (% 66,67) ve kış mevsimini (% 47,37) izlediğini bildirilmiştir. Martinez ve Blasco (2015) tarafından İspanya’da rasyon üzerinde yürütülen çalışmada en fazla kontaminasyon düzeyinin ilkbahar mevsiminde bulunduğu, bunu sırasıyla kış yaz ve sonbahar sezonlarının takip ettiği rapor edilmiştir. Aflatoksin kontaminasyon düzeyi iklim koşullarına, ürünün cinsine ve coğrafi konuma bağlı olarak mevsimden mevsime, yıldan yıla farklılık gösterebilir (Steyn ve Stander 1999). Belirtilen bölgeler arasındaki gerek coğrafi konum gerekse iklim koşulları dikkate alındığında ortaya çıkan kirlenme düzeyindeki farklılıklar normal olarak karşılanabilir.

AFB₁’den kaynaklanan kirlenme miktarına ilişkin literatür bilgileri ve ilgili sonuçlar dikkate alındığında, bu çalışmadan elde edilen kirlenme seviyelerinin daha düşük düzeylerde seyrettiği anlaşılmaktadır. Bu durum, yemlerin hasat sonrası iyi kurutularak uygun depolama koşullarında kısa süre tutulması neticesinde uygun şartlarda muhafaza edilmesi ile yağmur ve kar sularına maruz kalmamasıyla açıklanabilir. Yemlerin depolama süreleri uzadıkça küflenme şekillenmekte (Christensen ve Kaufman 1969, Chelkowski ve ark 1983, Sauer ve ark 1984) ve buna bağlı olarak da toksin oluşumu hızlanmaktadır. Nitekim yapılan bir çalışmada (Skrinjar ve ark 1994), birinci yılda toksine rastlanmazken 2. ve 3. yılda 5.16 µg/kg düzeyinde AFB₁’e rastlandığı, diğer bir çalışmada (Fernandez ve ark 1991) ilk yıl % 5,8 olan aflatoksin düzeyinin ikinci yılda % 11,6’ya çıktığı bildirilmektedir. Ceran (1987) tarafından ise başlangıçta 7 µg/kg olan aflatoksin miktarı 20 gün sonunda 27,9 µg/kg’ya kadar yükseldiği ifade edilmiştir.

Bilimsel veriler, AFB₁ ile kirlenmiş yem tüketimi söz konusu olduğu sürece, kaçınılmaz bir şekilde et, süt ve yumurta gibi hayvansal besinlerin de kirlenebileceğini ve kirlenme düzeyi ile olumsuzluk derecesinin yemlerdeki AFB₁ kirlilikleriyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

Dünya çapında gerek ekonomik kayıplara yol açması gerekse de insan sağlığını tehdit etmesi nedeniyle sütteki AFM₁ kalıntıları büyük önem taşır

(Weidenbörner 2001). Çalışma sonucunda, incelenen toplam 48 adet çiğ süt örneğinin % 54,2'sinde AFM₁ saptanmış, 22 örnekte ise ölçülebilir sınırlar içerisinde AFM₁ bulunamamıştır. 48 adet süt örneğinin ortalama olarak 0,071 µg/kg düzeyinde AFM₁ ile kontamine olduğu, örneklerin % 52,1'inde ise AFM₁ miktarı bakımından Türk Gıda Kodeksi limitinin (0,05 µg/kg) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Çiğ sütte bulunan AFM₁ konsantrasyonunun mevsimlere göre kontaminasyon derecesi sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsiminde sırasıyla 0,089, 0,040, 0,082 ve 0,073 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Mevcut araştırmada B işletmesindeki süt örneklerinin 8 tanesinde AFM₁ tespit edilirken, A işletmesindeki süt örneklerinin 18 tanesinde AFM₁ tespit edilmiştir.

Yapısında bulunan protein, lipit, karbonhidrat, vitamin ve mineraller bakımından süt günlük beslenmenin önemli bir parçasıdır. Toplum içerisinde çok sayıda bireyin günlük yaşamda ve diyet uygulamalarında sıklıkla süt ve süt ürünleri tercih etmelerinin yanında süt ve süt ürünleri bebekler ve çocuklar tarafından gelişimleri esnasında daha çok tüketilmelidir (Brown ve ark 2009). Dünya çapında gerek ekonomik kayıplara yol açması gerekse de insan sağlığını tehdit etmesi nedeniyle sütteki AFM₁ ürün kalite ve güvencesinde büyük etkiye sahiptir. Bu durum da süt ve süt ürünlerinde bulunan AFM₁ düzeyinin tespitini halk sağlığı açısından oldukça önemli kılmaktadır (Verma 2004).

Mevcut araştırmada, 48 çiğ süt örneğinin % 54,2'sinde AFM₁ tespit edilirken, sütlerdeki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 0,071 µg/kg olarak saptanmıştır. Bu oran, Bakırcı (2001) [% 87,7], Özkaya ve ark (2002) [% 62,2], Roussi ve ark (2002) [% 73], Akdemir ve Altıntaş (2003) [% 72,9], Elgerbi ve ark (2004) [% 71,4], Kamkar (2004) [% 76,6], Martins ve ark (2005) [% 65,8], Oruç ve ark (2005) [% 99,1], Özsunar ve ark (2005) [% 56,3], Atasever ve ark (2006) [% 57,4], Karakaya (2006) [% 91,6], Shundo ve Sabiho (2006) [% 59,1], Topçu (2006) [% 100], Ghiasian ve ark (2007) [% 63,9], Kantemir (2007) [% 76,2], Kireççi ve ark (2007) [% 100], Imtiaz ve Anwar (2008) [% 100], Sefidgar ve ark (2008) [% 56,7], Ghanem ve Orfi (2009) [% 95], Lee ve ark (2009) [% 100], Nuryona ve ark (2009) [% 57,5], Aksoy ve ark (2010) [% 61], Alanso ve ark (2010) [% 64], Delialiağaoğlu ve ark (2010) [% 86,7], Mohammadian ve ark (2010) [% 94], Nemati ve ark (2010) [% 100], Rahimi ve ark (2010) [% 78,7], Assem ve ark (2011) [% 73,7], Buldu ve

ark (2011) [% 100], Elzupir ve Elhussein (2010) [% 95,4], Ertaş ve ark (2011) [% 86], Fallah ve ark (2011) [% 84,1], Hazer (2011) [% 100], Kamkar ve ark (2011) [% 100], Siddapa ve ark (2012) [% 64,4], Iqbal ve Asi (2013) [% 71], Temaoğulları ve Kanici (2014) [% 94,7], Kos ve ark (2014) [% 98,7], Maha ve ark (2015) [% 76,6] olarak bildirdikleri sütteki AFM₁ konsantrasyonundan düşük, Tajkarimi ve ark (2008)'nın belirlediği oranla (% 54) uyumlu bulunmuştur. Belirlenen sütteki AFM₁ konsantrasyon oranı diğer bazı çalışmalarda (El-Sayed ve ark (2000) [% 20]; Martins ve Martins (2000) [% 48]; Oruç ve Sonal (2001) [% 10]; Özkaya ve ark (2002) [% 22,8]; Velasco ve ark (2003) [% 5,4]; Sashara ve ark (2005) [% 24]; Boudra ve ark (2007) [% 1,1]; Keskin ve ark (2009) [% 33,3]; Hussain ve ark (2011) [% 37,5]; Marnissi ve ark (2012) [% 27]; Golge (2014) [% 30,1]) elde edilen oranlardan ise yüksek bulunmuştur.

Sunulan çalışmada elde edilen bu değerlerle diğer araştırmacıların bulduğu değerler arasındaki farklılıklar; örneklerin elde edildiği ülke ve bölgeye, iklim koşullarına ve coğrafi konuma bağlı olarak mevsimden mevsime, yıldan yıla farklılık göstermiş olabileceği ileri sürülebilir (Oruç ve ark 2005, Çoksöyler ve ark 2006). Küflerin gelişimi ve aflatoksin oluşmasında yüksek sıcaklık ve nem, ideal koşulları oluşturmaktadır. Ayrıca aflatoksinlerin gıda ürünlerinde değişen miktarlarda bulunması coğrafi bölge, tarımsal uygulamalar ve ürünün hasat öncesi ve sonrası küflerin invazyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Bircan 2006). AFM₁ bulaşma düzeyi, mera dayalı yetiştiriciliğin daha fazla benimsendiği bahar ve yaz aylarında, hayvanların rasyonlarının daha çok konsantre yemlerden oluştuğu kış aylarına oranla daha düşük olmaktadır. Yaz sonuna kadar hayvanların rasyonunda yeşil ve taze otların fazla miktarda bulunmasına bağlı olarak, yemden süte taşınan AFM₁ seviyesinde bir azalmaya neden olmaktadır (Pittet 1998, Creppy 2002). Çoksöyler ve ark (2006) Van yöresinden topladıkları 203 adet çiğ inek süt örneğinde HPLC ile yaptıkları AFM₁ analizlerinde sadece 8 örnekte AFM₁'e rastlamışlar, AFM₁ saptanan örneklerdeki içeriğin de yasal limitleri aşmadığını tespit etmişlerdir. Kontaminasyon düzeylerinin düşük seyretmesinin nedeni olarak ise Türkiye'nin diğer bölgelerinde süt sığırlarının beslenmesinde rasyonun çoğunluğunun yağlı tohum küspelerinden oluşmasına karşılık bu bölgede ise hayvanların bahar ve yaz aylarında taze yeşil otlarla, kış mevsiminde ise kuru otlarla beslenmesi olduğunu bildirmişlerdir.

Bilindiği gibi sütte AFM₁ varlığının bilinen tek faktörü hayvan beslemede kullanılan yemdir ve yemlerde bulunan AFB₁ miktarına bağlı olarak sütlerdeki AFM₁ yoğunluğu da yükselmektedir. Yemle birlikte alınan AFB₁ ile sütte salgılanan AFM₁ arasında yüksek düzeyde pozitif ve doğrusal bir ilişkinin olduğu, araştırmacılar (Kiermier ve ark 1975, Van Egmond 1994) tarafından tespit edilmiştir. AFB₁'in vücuttaki miktarının düşmesiyle birlikte sütteki AFM₁ miktarı da düşer. Bunu destekler şekilde sonbahar ve ilkbahar mevsiminde her iki işletmede yem örneklerinde saptanan AFB₁ değerlerinin süt ile birlikte atılan AFM₁ değerleriyle paralellik gösterdiği saptanmıştır. Yaz ve kış mevsimlerinde yemlerde tespit edilen AFB₁ düzeyleriyle sütte tespit edilen AFM₁ düzeyleri arasında gözlenen çeşitliliğin işletmedeki hayvanların gün içerisinde merada otlaması ile ilişkili olduğu söylenebilir. Daha öncede vurgulandığı üzere "Yemle birlikte alınan AFB₁ ile sütte salgılanan AFM₁ arasında yüksek düzeyde pozitif ve doğrusal bir ilişkinin olduğu" pek çok araştırma sonucunda belirlenmiştir. Bizim bu saha çalışmasında da bu bulgular yönünde bir eğilim tespit edilmiştir. Ancak tüm şartları kontrollü bir deneysel çalışma olmadığından sonuçlar arasında beklenenin dışında bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu da bahsettiğimiz gibi saha çalışmasını etkileyen çok sayıda faktörden (Hayvana bağlı faktörler; genetik faktörler, yaşı, canlı ağırlığı, laktasyon dönemi (süt verimi), Saha şartları; iklim koşulları, barınma koşulları (sonuçata örnek aldığın hayvanların hepsi aynı çevre ve yemleme-otlatma şartlarında yaşamıyor) kaynaklanmış olabilir. Rodricks ve Stoloff (1977) yaptıkları bir araştırmada, yemlerdeki AFB₁ konsantrasyonunun sütteki AFM₁'den 34-1600 kat daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Hayvanların mera beslemesinin işletme yemleri tüketimini doğrudan etkileyeceği açıktır. Bunlara ek olarak yemde tespit edilen AFB₁ düzeyleri ile sütte tespit edilen AFM₁ düzeyleri arasındaki çeşitliliğe önemli bir etki yapması bakımından maskeli mikotoksin kavramının da dikkatle ele alınması gerekmektedir. Polar substanslara bağlanarak rutin analiz yöntemlerinden kaçabilen mikotoksinler hayvanın sindirim kanalında açığa çıkabilmekte ve biyotransformasyon metabolizmasına dahil olabilmektedir (Berthiller ve ark 2009). Bu durum yemde tespit edilen nispeten düşük AFB₁ düzeylerine rağmen sütte daha yüksek oranda AFM₁ belirlenmesine ve dolayısıyla farklı düzeylerde geçiş oranları elde edilmesine neden olabilmektedir.

Her ne kadar sütte AFM₁ düzeyi yemde mevcut bulunan AFB₁ miktarı ile ilişkili olsa da mikrobiyal bozulmaya uğramış yemlerin hayvanlar üzerinde yarattıkları etkiler, yemdeki mikroorganizma yoğunluğu ve toksin miktarının yanında hayvanın ırkı, yaşı, cinsiyeti (Ergün ve ark 2002), yemleme rejimi, hayvanın sağlığı, mikotoksinin sindirim oranı, mevsimsel faktörler, karaciğer biyotransformasyon kapasitesi ve süt verimi ile de ilişkilidir. Bu nedenle aflatoksin Emilimi ve sütle AFM₁ olarak atılımı bireyler arasında, günler arasında ve laktasyon periyotlarında farklılık gösterir. Bununla birlikte süt veriminin AFM₁ atılımını etkileyen ana faktör olduğu ve yüksek süt veriminin daha fazla AFM₁ atılımına neden olduğu belirtilmektedir. Yüksek verimli süt inekleri yüksek miktarlarda konsantre yem tüketimi sonucu % 6,2 gibi yüksek oranlarda bir atılım gösterebilmektedir (Veldman ve ark 1992, Masoero ve ark 2007).

Sütte AFM₁ düzeylerine etki eden bir diğer önemli faktör ise mevsimdir. Önceki çalışmalarda gerek yemlerde bulunan aflatoksin düzeylerinin gerekse bu yemleri tüketen hayvanların sütlerinde bulunan AFM₁ miktarlarının mevsimsel etkilerle direkt olarak bağlantılı olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan birçok çalışma sütte bulunan AFM₁'in mevsimsel bir değişim gösterdiğini belirtmektedir (Bakırcı 2001, Akdemir ve ark 2003, Kamkar 2004). Mevsimin etkisinin, süt veren hayvanların rasyonlarında kesif yemlerin yaz aylarında daha düşük düzeylerde olması veya hiç olmamasından kaynaklandığı, ayrıca ineklerin kış ve ilkbahar mevsiminde, yaz ve sonbahar mevsimine kıyasla fazla miktarda karma yemleri tüketmelerinin sonucu olarak; soğuk mevsimlerde sıcak mevsimlere nazaran süt örneklerinde daha yüksek miktarlarda AFM₁'e rastlanıldığı ifade edilmiştir (Sarımehmetoğlu ve ark 2003). Buna karşın Markaki ve Melissari (1997b) inceledikleri sütlerde AFM₁ içeriği ile mevsimsel bir ilişki bulamamışlardır.

A ve B işletmelerinden elde edilen çiğ süt örneklerindeki AFM₁ üzerine mevsimin etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Ancak işletme bazında bakıldığında, A işletmesindeki sütlerde ortalama AFM₁ kontaminasyonu B işletmesine göre daha yüksek bulunmuş ve bu durum da istatistiksel olarak da önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Şöyle ki, sütteki 4 mevsim sonundaki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 2 işletmeler arasında karşılaştırıldığında; A işletmesindeki AFM₁ düzeyi 0,107 µg/kg iken, B işletmesinde ise 0,034 µg/kg olarak bulunmuştur. Bu

sonucun ortaya çıkmasında, A işletmesindeki hayvanların entansif, B işletmesindeki hayvanların ise ekstantif yetiştiricilik yapılmasından kaynaklanabileceği ileri sürülebilir. Bu bulgular Çeçen (2009) yapmış oldukları çalışma sonucu ile paralellik göstermektedir. Nitekim Çeçen (2009)'ın tarafından ahırda ve merada beslenen hayvanların sütlerindeki AFM₁ miktarının karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmada, merada beslenen hayvanlardan 31 adet ve ahırda karma yemle beslenen hayvanlardan 30 adet süt örneği alınarak kıyaslanmıştır. Merada beslenen hayvanlardan alınan süt örneklerinin sadece 1 (% 3,2) tanesinde AFM₁ tespit edilirken, ahırda kesif yemle beslenen hayvanlardan alınan süt örneklerinin 23'ünde (% 76,6) farklı düzeylerde AFM₁ tespit edilmiştir. Çalışma sonunda merada beslemenin sütte AFM₁ düzeyinin düşüşüne önemli etkisi olduğu belirtilmiştir. Yaz aylarında hayvanların otlak ya da mera alanlarında otlaması da süte geçen aflatoksin miktarını etkilemektedir. Bu durum işletmede depolanan yemlerin tüketiminin azalmasına ve süte yansıyan AFM₁ oranlarının daha düşük düzeyde seyretmesine neden olabilmektedir. Benzer şekilde, Weidenbörner (2001), sütte AFM₁ bulunuşunun mevsimsel trendini ve buna bağlı olarak yaz aylarında görülen düşük AFM₁ oranlarının, bu dönemlerde rasyonda daha az karma yem kullanımına bağlı olabileceğini belirtmiştir. Bu durum sütte AFM₁ oluşumu ve miktarına önemli bir etki yapmaktadır. Ayrıca Doğan (2012) tarafından, yaz mevsiminde Ardahan ilinde ve buna bağlı 5 ayrı ilçede bulunan süt üreticilerinden rastgele alınan 60 adet süt örneği, AFM₁ yönünden analiz edilmiş; örneklerin hiçbirinde ölçülebilir miktarlarda AFM₁ saptanamamıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında hayvanların beslenmesinde yem kullanılmadığı, merada otlatıldığı ifade edilmiştir. Süt örneklerinde tespit edilen toksin miktarının TGG'daki yasal limit olan 0,05 µg/kg'ı aşmadığı saptanmıştır.

Doğan (2012) tarafından mevsimlere göre tespit edilen AFM₁ miktarları karşılaştırıldığında; kış ve ilkbahar mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek düzeyde aflatoksin tespit edildiğini ve bu farklılığın istatistiksel yönden önemli olduğu belirtilmiştir. Doğan (2012), AFM₁ miktarını en fazla ilkbahar mevsiminde (% 56,6) en düşük kontaminasyon oranını ise % 6,6 ile sonbahar mevsiminde tespit etmiştir. Bakırcı (2001) tarafından, çiğ sütte bulunan AFM₁ konsantrasyonunun sezon şartlarına bağlı olarak değişip değişmediğini araştırmak için yürütülen bir çalışmada, en az AFM₁ konsantrasyonu 1 Haziran tarihinde 0,0302 µg/kg olarak tespit edilirken, en yüksek konsantrasyon 0,0636 µg/kg ile 15 Nisanda (ilkbahar)

saptanmıştır. Bu bulgulara paralel olarak mevcut çalışmada ise çiğ sütlerde saptanan AFM₁ kontaminasyon oranının en yüksek ilkbaharda (% 66,7) daha sonra sırasıyla yaz (% 58,3) ve sonbahar (% 50) en düşük ise kış mevsiminde (% 41,7) meydana geldiği tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmada, Mardin ilinde mevsimlerin çiğ sütteki AFM₁ düzeyi üzerine etkisi incelendiğinde; sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsiminde AFM₁ düzeyleri sırasıyla 0,089 µg/kg, 0,040 µg/kg, 0,082 µg/kg ve 0,061 µg/kg olarak tespit edilmiş ve böylece ortaya çıkan tablo dikkate alındığında en fazla kontaminasyon düzeyinin sonbahar mevsiminde bunu sırasıyla ilkbahar, yaz ve kış mevsiminin takip ettiği saptanmış; ancak AFM₁ üzerine mevsimin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). Sonbahar mevsimine ait süt örneklerinde AFM₁ miktarının yüksek çıkmasının nedeni; Mardin ilinin iklim özellikleri göz önünde bulundurulduğunda yemlerin hasat zamanının yaz sezonuna denk gelmesi ve hasat sonrası uygun olmayan depolama koşullarında saklanan yemlerin kontaminasyon riskini artırdığını, söz konusu mevsimde kirliliğin daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sonbahar sezonunda hem hasat sonrası depolama süresinin uzun olması hem de Mardin Meteoroloji Müdürlüğü verilerine göre sıcaklık ve nem değerlerinin yüksek olmasının bir sonucu (Çizelge 2.1) olarak aflatoksinlerin üremesi için uygun ortamın oluştuğu ve aflatoksin düzeyinin yüksek seviyelerde kaldığı kanaatine varılmıştır. Kış mevsiminde mevsim sıcaklık değerlerinin düşük olmasının bir sonucu olarak aflatoksinlerin üremesi için uygun ortamın oluşmadığı ve aflatoksin düzeyinin düşük seviyede kaldığı düşünülmektedir. Yaz mevsiminde ise, hayvanların rasyonunda kullanılacak olan yem ihtiyacının yeni dönem mahsullerinden sağlanması nedeniyle aflatoksin miktarı, ilkbahar mevsimine göre daha düşük seviyede saptanmıştır. İlkbahar sezonunda yüksek miktarda aflatoksin saptanmasının hem depolama süresinin uzun olması hem de hava sıcaklığının bir miktar artmasına bağlı olarak şekillendiği ileri sürülebilir.

Çalışmada da Özsunar ve ark (2005) tarafından elde edilen bulgulara paralel olarak çiğ sütlerde ilkbahar mevsimindeki kontaminasyon derecesinin, yaz dönemine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sunulan çalışmada 2 farklı işletmeden farklı mevsimlerde elde edilen çiğ sütte bulunan AFM₁ düzeyi mevsimsel olarak değerlendirilmiş; en düşük AFM₁

konsantrasyonu kış mevsiminde 0,040 µg/kg olarak tespit edilirken, en yüksek konsantrasyon 0,089 µg/kg ile sonbahar mevsiminde saptanmıştır. Bunu sırasıyla ilkbahar (0,08 µg/kg) ve yaz (0,073 µg/kg) sezonu izlemiştir. AFM₁'den kaynaklanan mevsimsel kirlenmeye ilişkin olarak literatür bilgileri değerlendirildiğinde; bulgular Bilandzic ve ark (2014) ile Bakırcı (2001)'nın, çiğ sütte tespit edilen en düşük konsantrasyonun kış mevsiminde olduğu yönündeki bulgularıyla örtüşmektedir. Sonuçlar ayrıca, Marnissi ve ark (2012) ile Bilandzic ve ark (2015)'in sonbahar dönemindeki sütlerden elde edilen AFM₁ içeriğinin, diğer 3 sezondan (kış, ilkbahar ve yaz) daha fazla olduğunu bildiren çalışma bulguları ile de uyumludur. Mevcut araştırmada, yaz ve kış mevsiminde kontaminasyon oranı sırasıyla % 58,3 ve % 41,7 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değer, Ghiasian ve ark (2007)'in yaz sezonunda tespit ettikleri değerle (% 56,5) paralellik gösterirken, Özsunar ve ark (2005) ile Polat (2012)'in ilkbahar mevsiminde alınan örneklerde AFM₁ miktarının yaz mevsime göre yüksek oranda AFM₁ içerdiği şeklindeki çalışma bulguları ile uyusmaktadır. Ersali ve ark (2008)'in yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplanan sütlerdeki AFM₁ düzeyinin kış mevsiminde toplanan sütlerden daha yüksek olduğu bildirilen çalışma bulgusu ile de uyumludur. Mohammadian ve ark (2010) tarafından çiğ sütte tespit edilen AFM₁ düzeylerinin mevsim faktörü dikkate alındığında sonbahar (0,022 µg/kg) > ilkbahar (0,09 µg/kg) > yaz (0,05 µg/kg) şeklinde olduğu yönündeki sonuçlarla da örtüşmektedir. Çalışma bulguları, ilkbahar ve yaz ayları içinde en düşük AFM₁ kontaminasyon derecesinin yaz sezonunda olduğunu bildiren Kantemir (2007)'in bulguları ile de uyumludur. Mevsimlere göre AFM₁ düzeylerindeki farklılığın istatistiksel olarak önemli bulunmaması (p>0,05) bazı araştırmacıların (Markaki ve Melissari 1997a, Velasco ve ark 2013) sonuçlarını doğrular niteliktedir.

Diğer taraftan bulgular, AFM₁ düzeylerini mevsimlere göre araştıran birçok araştırmacının (Sugiyama ve ark 2008, Bilandzic ve ark 2010, Nemati ve ark 2010, Ruangwises ve Ruangwises 2010, Asi ve ark 2012, Fallah ve ark 2011, Doğan 2012, Iqbal ve ark 2013, Picinin ve ark 2013, Xiong ve ark 2013, Golge 2014, Stojkovic ve ark 2016) bulgularıyla uyumlu değildir. Bu durum mevsimin yağış, sıcaklık ve nispi nem ortalamaları (Delialiağaoğlu ve ark 2010, Picinin ve ark 2013), araştırmanın yapıldığı ülke iklim şartları, yemin yapısı, yemlerin hijyenik

kalitelerinin kötü olması, yemlerin depolama koşulları, depolama süresi ve analiz yönteminin farklılığı gibi faktörlerin farklı olmasıyla açıklanabilir.

Çalışmada, numunelerin % 52,1'inde belirlenen AFM₁ düzeyleri Türk Gıda Kodeksi ile Avrupa Birliği standartlarında belirtilen maksimum kabul edilebilir limitten (0,05 µg/kg) daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Bu sonuç bazı araştırmacıların sonuçlarıyla (Sefidgar ve ark (2008) [% 56,7]; Ghanem ve Orfi (2009) [% 59]; Siddapa ve ark (2012) [% 51,1]; Iqbal ve Asi (2013) [% 58]; Temaoğulları ve Kanici (2014) [% 55]) uyumlu bulunurken bir kısım araştırmacıların (Elgerbi ve ark (2004) [% 97]; Oruç ve ark (2005) [% 60]; Topçu (2006) [% 80,4]; Kireççi ve ark (2007) [% 90]; Imtiaz ve Anwar (2008) [% 99,4]; Delialiağaoğlu ve ark (2010) [% 73,5]; Buldu ve ark (2011) [% 70]; Elzupir ve ark (2010) [% 95,4]; Ertaş ve ark (2011) [% 86]; Kos ve ark (2014) [% 86]) sonuçlarından düşük, bazılarının (El-Sayed ve ark (2000) [% 7]; Bakırcı (2001) [% 44,3]; Özkaya ve ark (2002) [% 15,1]; Roussi ve ark (2002) [% 3,3]; Akdemir ve Altıntaş (2003) [% 33,3]; Kamkar (2004) [% 40]; Martins ve ark (2005) [% 8,2]; Özsunar ve ark (2005) [% 0,7]; Sassahara ve ark (2005) [% 7]; Atasever ve ark (2006) [% 11,2]; Karakaya (2006) [% 0]; Shundo ve Sabiha (2006) [% 0]; Boudra ve ark (2007) [% 0]; Ghiasian ve ark (2007) [% 11,7]; Kandemir (2007) [% 24,9]; Nuryona ve ark (2009) [% 0]; Alonso ve ark (2010) [% 11]; Mohammadian ve ark (2010) [% 4,1]; Nemati ve ark (2010) [% 33]; Rahimi ve ark (2010) [% 36]; Assem ve ark (2011) [% 44,7]; Fallah ve ark (2011) [% 35,2]; Hazer (2011) [% 24,7]; Hussain ve ark (2011) [% 20]; Kamkar (2011) [% 14,7]; Asi ve ark (2012) [% 33]; Marnissi ve ark (2012) [% 8]; Xiong ve ark (2013) [% 23,6]; Bilandzic ve ark (2014) [% 27,8] Maha ve ark (2015) [% 5]) daha yüksek saptanmıştır. Bu durum mevsimin AFM₁ düzeyine etkisinde olduğu gibi sınırlı çevresel koşullara sahip barınaklarda, beslemenin yoğun yem kaynaklarına dayandırıldığı entansif bir yapıya bürünmesi dolayısıyla entansifleşmenin AFM₁ miktarını artırması ve süt sığırcılığında sürü yönetim uygulamalarındaki farklılıklar gibi nedenlerle (Xiong ve ark 2013, Maha ve ark 2015) açıklanabilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut araştırma ile Mardin ilinde faaliyet gösteren 2 farklı süt sığır işletmesinde kullanılan rasyonda AFB₁ düzeyleri tespit edilerek bu yemleri tüketen hayvanların sütlerinde AFM₁ varlığı, konsantrasyon düzeyleri ve mevsimlerin AFM₁ konsantrasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. A işletmesine ait yem ve sütlerdeki aflatoksin değeri B işletmesinden yüksek bulunmuştur. Bu durum entansif yetiştiricilik yapılan A işletmesinde kullanılan kesif yemlerin sütlerde alfatoksin oluşumunda etkili olduğunu göstermiştir.

Araştırmada 32 adet yem örneğinin % 50'si AFM₁ bakımından, örneklerin hiçbirinin Türk Gıda Kodeksi süt sığırları karma yemlerindeki limit değer olan 5 µg/kg düzeyini aşmadığı belirlenmiştir. A ve B işletmelerinden elde edilen yemlerdeki AFB₁ düzeyleri bakımından mevsimler arası tespit edilen farklılık istatistiksel olarak önemli ($p<0,001$) saptanmıştır. Genel olarak 2 işletme bir arada değerlendirildiğinde her iki işletmede de mevsimlerin yemlerdeki AFB₁ kontaminasyonuna etkisi sonbahar mevsiminde kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerine göre yüksek olduğu ($p<0,001$) tespit edilmiştir.

Mevcut araştırmada, 48 çiğ süt örneğinin % 54,2'sinde AFM₁ tespit edilirken ortalama konsantrasyon 0,071 µg/kg olarak belirlenmiştir. Örneklerin % 52,1'inde belirlenen AFM₁ düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen maksimum kabul edilebilir limitten (0,05 µg/kg) daha yüksek düzeyde saptanmıştır. A ve B işletmelerinden elde edilen çiğ süt örneklerindeki AFM₁ miktarları (sonbahar 0,089 µg/kg, kış 0,040 µg/kg, ilkbahar 0,082 µg/kg, yaz 0,061 µg/kg) üzerine mevsimin etkisi önemli bulunmamıştır. Ancak en fazla kontaminasyon düzeyinin sonbahar mevsiminde olduğu, bunu sırasıyla ilkbahar, yaz ve kış mevsiminin takip ettiği saptanmıştır. Ayrıca işletme bazında bakıldığında, A işletmesindeki sütlerde ortalama AFM₁ kontaminasyonu B işletmesine göre daha yüksek bulunmuş ve istatistiksel olarak da önem ($p<0,01$) arz etmiştir.

Sonuç olarak, çalışmada ortaya çıkan bulgular değerlendirildiğinde Mardin'de süt ürünleri üretimine hammadde teşkil eden çiğ inek sütlerinin yaklaşık % 52'sinde sınır değerinin üzerinde saptanan AFM₁ varlığının önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturduğunu, hayvan yemleri ve süt/süt ürünleri alanında faaliyet gösteren

kurum ve kişilerin, aflatoksinlerin önemi ve korunma yolları konusunda hassasiyetle bilinçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

- Yemlerde tespit edilen AFB₁ düzeyleri, araştırmanın gerçekleştirildiği yörede yem maddelerinin hijyen ve idaresinde eksiklikler olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda işletmelerde aflatoksin riskinin azaltılabilmesi amacıyla bazı ek tedbirler alınmasının gerekliliğinden söz edilebilir. Özellikle, yem maddelerinin işletmelerde depolanması aşamasında depolanacak ürünün özellikleri ve hasar durumu, ortamın rutubet miktarı, ısı ve havalandırma gibi faktörler dikkatle ele alınmalıdır. Hasar görmüş veya fiziki bütünlüğünü yitirmiş yem maddelerinin mantar üremesi ve aflatoksin kontaminasyonu yönünden risk taşıdığı unutulmamalı, bunun yanında depolara yeni yem konulmadan önce etrafta bir önceki yemden kalan döküntü ve kalıntılar ile depo veya ambar zararlılarının leşleri temizlenmelidir. Duvarlarda bulunan yarık ve çatlaklarda birikebilecek yem maddelerinin mantar üremesine zemin oluşturmaması amacıyla işletme duvarlarında düzenli olarak kontroller yapılmalıdır. Tarımsal ürünlerin nem içeriğinin % 13'ü geçmeyecek şekilde kurutulmaları mantar üremesi riskinin azaltılması ve depolama süresinin uzatılması adına önemli bir kriterdir. Ayrıca, yem maddelerinin depolanacakları alanın zeminine bu maddeleri toprağın neminden koruyacak örtüler serilmesi ve yağmur sularına maruz bırakılmayacak şekilde yerleştirilmeleri, mantar gelişimi ve toksin üretimi riskini azaltacaktır. Diğer taraftan depoların ısı ve nem düzeyinin depolama süresince sabit tutulması, nem oranının % 55-60'ı geçmemesi ve düzenli olarak havalandırılması sağlanmalıdır. Depolama alanının nem düzeyi dikkatle izlenmeli, uzun süre depo edilecek ürünler aralıklarla havalandırılıp, soğutulmalıdır. Diğer taraftan yem çuvallarının özellikle nemli iklimlerde duvar kenarlarına geliş güzel biçimde yığılması mantar üremesine uygun ortam oluşturabilir. Bu nedenle duvar ve çuvallar arasında ve istiflenen çuval sıraları arasında bir miktar boşluk bırakılması riski azaltacak bir uygulama olacaktır.

- Küflenme derecesini makroskobik olarak belirlemek her zaman mümkün değildir. Bu nedenle özellikle sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde bölgedeki büyük işletmelerin, yemlerde bazı önemli mikotoksinlerin analizlerini yaptırmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir.
- Araştırma sonundan çiğ sütlerin temin edildiği işletmeler arasında AFM₁ konsantrasyonu yönünden önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu durumun farklı hayvan yetiştiricilik sistemlerinin benimsenmesinden kaynaklanmış olabileceği ileri sürülebilir. Hayvanların günlük yem tüketiminde mera beslemesinin etkisinin azaldığı ya da tamamen ortadan kalktığı periyotlarda sütte risk oluşturacak düzeyde AFM₁ tespit edilebileceği öngörülebilir.
- Süt ve süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütte AFM₁'in azaltılması yönelik çalışmalarda; çiğ süte AFM₁ genellikle yemlerden geçtiği göz önünde bulundurulursa alınacak tedbirler içerisinde öncelik yemlerin küflerle kontaminasyonunu engellemeye yönelik olmalıdır. Bu nedenle süt ürünlerinin üretimine hammadde teşkil eden özellikle çiğ sütün elde edilmesinde hayvan yemlerine çok daha fazla önem verilmeli ve bu konuda yapılan kontroller sıklaştırılmalıdır.
- Yemlerin küfler tarafından invazyonu ve bulaşıklığının önlenemediği durumlarda ise, kontamine yemlerin detoksifikasyonuna yönelik fiziksel, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri uygulanmaktadır. Özellikle toksisiteyi minimum seviyeye indirebilmek amacıyla karma yemlerde kimyasal toksin bağlayıcılar ile laktik asit bakterileri ve mayalar ile de mikotoksin oluşmuş bir üründen de toksinin uzaklaştırılmasının yararlı bir uygulama olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Wahhab MA, Kholif AM, 2008. Mycotoxins in animal feeds and prevention strategies: A Review. Asian Journal of Animal Sciences, 2, 7-25.
- Agag BI, 2004. Mycotoxins in foods and feeds. Ass. Univ. Bull. Environ. Res, 7 (1), 173-205.
- Akçelik M, Ayhan K, Çakır İ Doğan, HB, Gürgün V, Halkman AK, Kaleli D, Kuleaşan H, Özkaya DF, Tunail N, Tükel Ç, 2000. Gıda mikrobiyoloji ve uygulamaları. Mikrobiyel enfeksiyonlar ve intoksikasyonlar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 522, Ankara.
- Akdemir C, Altıntaş A. Ankara’da içilen sütlerde AFM₁ varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, p. 82-97, 18-19 Eylül 2003, İstanbul.
- Aksoy A, Yavuz O, Güvenç D, Daş YK, Terzi G, Çelik S, 2010. Determination of aflatoxin levels in raw milk, cheese and dehulled hazelnut samples consumed in Samsun province, Turkey. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg, 16, 13-16.
- Alonso V A, Monge MP, Larriestra A, Dalcero AM, Cavaglieri LR, Chiacchiera SM, 2010. Naturally occurring aflatoxin M₁ in raw bulk milk from farm cooling tanks in Argentina. Food Additives and Contaminants: Part A, 27, 373-79.
- Altıntaş L, Ekici H, Yarsan E, Çakır S, Evrensel MF, Tokgöz BS, 2011. Anakara, Konya ve Bolu illerinden toplanan ruminant ve kanatlı yemlerinde toplam aflatoksin AFB₁ ve okratoksin A kalıntılarının araştırılması. Etlik vet Mikrobiyoloji Derg, 22, 61-67.
- Amaya-Farfan J, 1999. Aflatoxin B₁-induced hepatic steatosis: role of carbonyl compounds and active diols on steatogenesis. Lancet, 353 (9154), 747-8.
- Anonim 2013. Ulusal Süt Konseyi. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ankara, 2014, 25-27.
- Anonim 2014. Aflatoxins. Erişim tarihi 3 Aralık 2014. Erişim adresi, http://www.mycotoxins.info/myco_info/science_moa.html
- Anonim 2015. Meteorolojik Değerler Tablosu- Eylül 2013 ile Ağustos 2014 tarihlerinin verileri. Mardin Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü.
- AOAC 2003.02-2006 Title: Aflatoxin B₁ in cattle feed - Immunoaffinity Column Liquid Chromatography Method
- Applebaum RS, Brackett RE, Wiseman DW, Marth EH, 1982. Aflatoxin : Toxicity to dairy cattle and occurrence in milk and milk products. J Food Protect, 45 (8), 752-77.
- Arda M, 1975. Mikotoksinler ve mikotoksikozis. Vet Hek Derg, 45, 15-28.
- Arda M, Minbay A, Aydın N, Akay Ö, İzgür M, 1997. Mikotoksikozisler. Özel Mikrobiyoloji: Epidemiyoloji, Bakteriyel ve Mikotik Enfeksiyonlar 4. Baskı, 345-57.
- Arrus K, Blank G, Abramson D, Clear R, Holley RA, 2005. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. J Stored Prod Res, 41 (5), 513-27.
- Asi MR, Iqbal SZ, Arino A, Hussain A, 2012. Effect of seasonal variations and lactation times on AFM₁ contamination in milk of different species from Punjab, Pakistan. Food Control, 25 (1), 34-38.
- Assem E, Mohamad A, Oula EA, 2011. A survey on the occurrence of AFM₁ in raw and processed milk samples marketed in Lebanon. Food Control, 22, 1856-58.
- Atasever M, Nizamlioğlu M, Özturhan K, Karakaya Y, Ünsal C, 2006. Erzurum bölgesinde tüketime sunulan süt ve süt ürünlerinin aflatoksin M₁ yönünden incelenmesi. 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi (Uluslararası katılımlı) Bildiri Kitabı, s. 231-40, 18-20 Eylül 2006, İstanbul.
- Aydın N, 2007. Hayvan sağlığında mikotoksinler ve mikotoksikozis. İnfeksiyon Dergisi, 21. 37-46.
- Aytaç SA, 1983. Aflatoksinler ve Türkiye’de aflatoksinler üzerine yapılan çalışmalar. Mezuniyet Tezi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara.
- Bakırcı I, 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and milk products in Van province of Turkey. Food Control, 12, 47-51.

- Bakırdere S, Bora S, Bakırdere E, Aydın F, Arslan Y, Komesli O, 2012. Aflatoxin species: Their health effects and determination methods in different foodstuffs Central European. Journal of Chemistry, 10 (3), 675-85.
- Bakutis B, 2002. Concentration of mycotoxins in forage under problematic cases. Veterinarija Ir Zootechnika, 19, 35-37.
- Banu N, Muthumary J, 2010. Taxol as chemical detoxificant of aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* isolated from sunflower seed. Health, 2 (7), 789-95.
- Barbieri G, Bergamini C, Ori E, Resca P, 1994. Aflatoksin M₁ in parmesan cheese: HPLC determination, Journal Food Science, 59 (6), 1313-31.
- Battaccone G, Nudda A, Palomba M, Pascale M, Nicolussi P, Pulina G, 2005. Transfer of Aflatoxin B₁ from feed to milk and from milk to curd and whey in dairy sheep fed artificially contaminated concentrates. J. Dairy Sci, 88, 3063-69.
- Bennett JW, Klich M, 2003. Mycotoxins. Clin. Microbiol. Rev, 16 (3), 497-516.
- Berthiller F, O Vendl O, Crews C, 2009. Determination of masked *fusarium* mycotoxins in cereals and cereal-based food. Food Standards Agency Project Aviation House Final Report.
- Bhat R, Rai RV, Karim AA, 2010. Mycotoxins in food and feed: Present status and future concerns. Compr Revi Food Sci F, 9 (1), 57-81.
- Bilal T, Aksakal HD, Sünnetci S, Keser O, Eseceli H, 2014. Detection of aflatoxin, zeararalenone and deoxynivalenol in some feed and feedstuff in Turkey. Pak Vet J, 34 (4), 459-63.
- Bilandzic N, Bozic D, Dokic M, Sedak M, Kolanovic SB, Varenina I, Cvetnic Z, 2014. Assessment of aflatoxin M₁ contamination in the milk of four dairy species in Croatia. Food Control, 43, 18-21.
- Bilandžić N, Varenina I, Solomun B, 2010. Aflatoxin M₁ in raw milk in Croatia. Food Control, 21, 1279-81.
- Bilandžić N, Varenina I, Solomun B, Bozic D, Dokic M, Sedak M, Tankovic S, Ptočnjak D, Cvetnic Z, 2015. Monitoring of aflatoxin M₁ in raw milk during four seasons in Croatia. Food Control, 54, 331-37.
- Bilgin Ö, 2014. İnek, koyun ve keçi sütlerinde yaz ve kış mevsimlerinde AFM₁ düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bingöl NT, Tanrıtanır P, Dede S, Ceylan E, 2007. Influence of aflatoxin present in forages and concentrated feedingstuffs on milk and some serum biochemical parameters in goats. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy, 51 (1), 65-69.
- Biomin, 2012. Mycotoxin Annual Report, Erişim tarihi, 29 Kasım 2014. Erişim adresi, http://www.biomin.net/uploads/tx_news/ART_No09_MYC_EN_0214.pdf
- Biomin, 2013. The BIOMIN Mycotoxin Survey Identifying the threats in 2013, Erişim tarihi, 29 Kasım 2014. Erişim adresi, http://www.biomin.net/uploads/tx_news/MAG_SciSol_Special_MTX_EN_0414.pdf
- Bircan C, 2006. Determination of aflatoxins in olives byimmunoaffinity column extraction using HPLC. J. Food Quality, 29, 126-38.
- Blanco JL, Dominouez L, Gomez Lucia E, Garayzabal JF, Garcia JA, Suarez G, 1988. Presence of aflatoxin M₁ in commercial ultra-high-temperature-treated milk. Microbiol, 54 (6), 1622-23.
- Bommakanti AS, Waliyar F, 2009. Importance of aflatoxins in human and livestock, Erişim tarihi, 8 Haziran 2015. Erişim adresi, <http://www.icrisat.org/aflatoxin/health.asp>
- Booth MS, Mc Donald LE, 1982. Veterinary pharmacology and therapeutics. Fifty edition. The Iowa State Univ. Press. Ames.
- Boudra H, Barnouin J, Dragacci S, Morgavi DP, 2007. Aflatoxin M₁ and ochratoxin A in raw bulk milk from French dairy herds. J Dairy Sci, 90, 3197-201.
- Bressac B, Kew M, Wands J, Ozturk M, 1991. Selective G to T mutations of p53 gene in hepatocellular carcinoma from southern Africa. Nature, 350, 429-31.

- Brown KL, Voehler MW, Magee SM, Harris CM, Harris T, Stone MP, 2009. Structural perturbations induced by the ranomer of the aflatoxin B₁ formamidopyrimidine adduct in duplex and single-strand DNA. *J. Am. Chem. Soc.*, 131 (44), 16096–107.
- Bryden WL, 2012. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implications for animal productivity and feed security. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 173, 134-58.
- Buck WB, Osweiler GD, Vangelder GA, 1982. Clinical and diagnostic veterinary toxicology. Kendall/Aunt Publishing Comp. Iowa, p. 264-71.
- Buetow KH, Sheffield VC, Zhu M, Zhou T, Shen FM, 1992. Low frequency of p53 mutations observed in a diverse collection of primary hepatocellular carcinomas. *Proc. Natl. Acad. Sci, USA*, 89, 9622-26.
- Buldu HM, Koç AN, Uraz G, 2011. Aflatoxin M₁ kontamination in cow's milk in Kayseri (central Turkey). *Turk J Vet Anim Sci*, 35 (2), 87-91.
- Bullerman LB, 1979. Significance of mycotoxins to food safety and human health: *Journal of Food Protection*, 42 (1), 65–86.
- Bullerman LB, Schroeder LL, Park KY, 1984. Formation and control of mycotoxins in food. *Journal of Food Protection*, 47 (8), 637-46.
- CAST, 2003. Mycotoxins: Risk in plant, animal and human systems. Report No 139. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa, USA.
- Cathey CG, Huang ZG, Sarr AB, Clement BA, Philips TD, 1994. Development and evaluation of a minicolumn assay for the detection of aflatoxin M₁ in milk. *J. Dairy Sci*, 77, 1223-31.
- Ceran G, 1987. Karma yemlerde, yem ham maddelerinde mikotoksinler ve alınması gereken önlemler. *Yem Sanayi Dergisi*, 54, 17-22.
- Challen C, Lunee J, Warren W, Collier J, Bassendine MF, 1992. Analysis of the p53 tumor-suppressor gene in hepatocellular carcinomas from Britain. *Hepatology*, 16, 1362-66.
- Charles R, Hurburgy JR, 1995. Mycotoxins in the grain market. *World Grain*. October page, 26-33.
- Chelkowski J, Godlewska B, Rodomyska W, 1978. Occurance of mycotoxins in food and animal feeds in Poland, *Przemysl-Spozywczy*, 32, 285-86.
- Chelkowski J, Trojaniwska K, Wiewiorowska M, 1983. Mycotoxins in cereal grain Part VIII. Microbiological Evaluation of Cereal Grain Quality, Connected with Mycotoxins Occurrence, 27 (4), 31-18.
- Choudhary PL, Sharma RS, Borkhataria VN, Desai MC, 1998. Effect of feeding aflatoxin B₁ on feed consumption through naturally contaminated feeds. *Ind. J. Anim. Sci*, 68, 400–01.
- Christensen CM, Kaufman HH, 1969. Grain storage: The Role of Fungi in Quality Loss. Ed: Shelef L, 4th ed. Minneapolis: University of Minnesota press, p. 347-53.
- Clarch J, Hatch RC, Miller DM Jain, AV, 1984. Caprine aflatoxicosis: experimental disease and clinical athologic changes. *Am. J. Vet. Res*, 45, 1132–35.
- Concon JM, 1988. Mold and mycotoxin contamination of food products. In: *Food Toxicology Part B: Contaminants and Additives*. New York: Marcel Dekker Inc, p. 677-70.
- Coppock RW, Christian RG, 2007. Aflatoxins. In: Gupta RC, ed. *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. New York: Academic Press, 939–50.
- Coursaget P, Depril N, Chabud M, Nandi R, Mayelo V, 1993. High prevalance of mutations at codon 249 of the p53 gene in hepatocellular carcinomas from Senegal. *Br. J. Cancer Res*, 67, 1395-97.
- Creppy EE, 2002. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe *Toxicol Letters*, 127, 19-28.
- Czerwiecki L, 1982. Detection and quantitative determination of certain mycotoxins in grain. *Roczniki-Pantwowego-Zakladu Higieny*, 33, 421-24.
- Çeçen A, 2009. Ahırda ve merada beslenen hayvanların sütlerinde AFM₁ oluşumunun karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Çoksöyler N, Gültaktı Y, Demir C, Aşkın O, Andiç S, Karadaş F, 2006. Van yöresinde üretilen sütlerde AFM₁ düzeyleri. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, s. 99-104, 18-19 Eylül 2003, İstanbul.
- Çoksöyler NŞ, Özkaya H, Boncuk E, Taydaş C, Karagöz S, 1994. Buğdaylarda hasat sonrası ve depolama döneminde küf gelişimi ve mikotoksin oluşumunun incelenmesi. İl Kontrol Laboratuvar Yayınları, no: 17 (4), s. 31.
- D'Mello JPF, Macdonald AMC, 1997. Mycotoxins. Animal Feed Science Technology, 69, 155-66.
- Decastelli L, Lai J, Gramaglia M, Monaco A, Nachtmann C, Oldano F, Ruffier M, Sezian A, Bandirola C, 2007. Aflatoxins occurrence in milk and feed in Northern Italy during 2004-2005. Food Control, 18, 1263-66.
- Deliagaoglu N, Otağ F, Öcal ND, Aslan G, Emekdaş F, 2010. Mersin ilinde çiğ ve market sütlerinde AFM₁ düzeyinin araştırılması. Mikrobiyoloji Bul, 44, 87-91.
- Demirer MA, Akkılıç M, Özalp E, Kaymaz Ş, Dinçer B, İnan T, 1979. Piyasada satılmakta olan bazı karma yemlerde ve ham maddelerinde AFB₁ araştırmaları. Ankara Univ Vet Fak Derg, 26 (1-2), 169-84.
- Diaz DE, Hagler Jr WM, Blackwelder JT, Eve JA, Hopkins BA, 2004. Aflatoxin binders II: Reduction of aflatoxin M₁ in milk by sequestering agents of cows consuming aflatoxin in feed. Mycopathologia, 157, 233-41.
- Diekman MA, Green ML, 1992. Mycotoxins and reproduction in domestic livestock. J. Anim. Sci, 70, 1615-27.
- Doğan A, Bayezit M, 1999. Kars yöresinde yemlerde AFB₁ düzeylerinin ELISA yöntemi ile araştırılması. Kafkas Üniv Vet Fak Derg, 5, 63-70.
- Doğan E, 2012. Ardahan yöresinde toplanan süt ve kaşar peynirlerinde AFM₁ düzeylerinin mevsimlere göre araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Dokuzlu C, 2000. Sığır yemlerinde aflatoksin. Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 31, 53-5.
- Doyle MP, Applebaum RS, Brackett RE, Marth EH, 1982. Physical, Chemical and Biological Degradation of Mycotoxins in Foods and Agricultural Commodities. J Food Protect, 45 (10), 964-71.
- Duarte SC, Almedia AM, Teixeira AS, Pereira AL, Falcao AC, Pena A, Lino CM, 2013. Aflatoxin M₁ in marketed milk in Portugal: Assesment of human and animal exposure. Food Control, 30, 411-17.
- Dutton MF, Westlake K, 1985. Occurrence of mycotoxins in cereals and animal feedstuffs in Natal, South Africa. J Assoc Off Anal Chem, Sep-Oct, 68 (5), 839-42.
- Dünya ve Türkiye'de Süt Sektör İstatistikleri, 2013. Süt Üretimi: Ulusal Süt Konseyi, Erişim tarihi, 21 Eylül 2014. Erişim adresi, http://www.ulusalsutkonseyi.org.tr/kaynaklar/arastirma_dosyalar/2014_05_22-905419.pdf
- Eaton DL, Gallagher EP, 1994. Mechanism of aflatoxin carcinogenesis. Annu Rev pharmacol Toxicol, 34, 135-72.
- EFSA, 2004. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to aflatoxin B₁ as undesirable substance in animal feed. 2004, 39: 1-27.
- Elgerbi AM, Aidoo KE, Candlish AAG, Tester RF, 2004. Occurrence of aflatoxin M₁ in randomly selected North African milk and cheese samples. Food Additives and Contaminants, 21, 592-97.
- El-Sayed AM Abd Alia, Neamat-Allah AA, Soher E Aly, 2000. Situation of mycotoxins in milk, dairy products and human milk in Egypt. Mycotoxin Research, 16, 91-100.
- Elzupir AO, Elhussein AM, 2010. Determination of aflatoxin M₁ in dairy cattle milk in Khartoum State, Sudan. Food Control, 21, 945-46.
- Elzupir AO, Younis MH, Himmat MF, Elhussein AM, 2009. Determination of aflatoxins in animal feed in khartoum state, Sudan. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (5), 1000-03.
- Ender G, 2001. Kasar peynirinin olgunlaştırılması aşamasında Aflatoksin M₁ düzeyinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, 2002. Yemler yem hijyeni ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.

- Ersali A, Grigoran K, Baho-Aldini F, Ghasemi R, Ersali M, 2008. Transition of aflatoxin from feedstuff to animal milk and pasteurized milk in shiraz city and suburbs (South Iran). *Iranian Journal of Toxicology*, 2 (1).
- Ertas N, Gonulalan Z, Yildirim Y, Karadal F, 2011. A survey of concentration of aflatoxin M₁ in dairy products marketed in Turkey. *Food Control*, 22, 1956-59.
- Fallah AA, Rahnama M, Jafari T, Dehkordi SSS, 2011. Seasonal variation of AFM₁ contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. *Food Control*, 22 (10), 1653-56.
- FAO, IFIF, 2010. Good practices of the feed industry implementing the codex alimentarius code of practice in good animal feeding. FAO Animal Production and Health. Erişim tarihi, 15 Ağustos 2015. Erişim adresi, <http://www.fao.org/docrep/012/i1379e/i1379e.pdf>
- FAO, 2012. Gıda Öngörüler Raporu, Global Pazar Analizi. Erişim tarihi, 17 Mayıs 2015. Erişim adresi, http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/publications/sector_briefs/lsb_TUR.pdf
- FAO, 2013. İstatistik Bölümü (FAOSTAT), İstatistik Kitabı. Erişim tarihi, 14 Aralık 2014. Erişim adresi, <http://faostat.fao.org/>
- Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM, 2010. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int J Cancer*, 127, 2893-917.
- Fernandez PVE, Vaamonde G, Brizzio SB, Apro N, 1991. Aflatoxin production in soybean varieties grown in Argentina. *Journal of Food Protection*, 54 (7), 542-45.
- Fink-Gremmels J, 2008. Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A Review. *Food Additives & Contaminants*, 25 (2), 172-80.
- Frank HK, 1974. Toxische stoffwechselprodukte von schimmeppilzen. *Alimenta*, 13(3), 98-101.
- Fremy JM, Gautier JP, Herry MP, Terrier C and Calet C, 1987. Effects of ammoniation on the carry-over of aflatoxins into bovine milk, *Food Addit Contamination*, 5, 39-44.
- Frobish RA, Bradley BD, Wagner DD, Long-Bradley PE and Hairston H, 1986. Aflatoxin residues in milk of dairy cows after ingestion of naturally contaminated grain, *J Food Prot*, 49, 781-85.
- Galvano F, Galafaro V, Galvano G, 1996. Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk product: a worldwide review. *J. Food Protec*, 59(10), 1079-90.
- Ghanem I, Orfi M, 2009. Aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and powdered milk available in the Syrian market. *Food Control*, 20(6), 603-05.
- Ghiasian SA, Maghsoud AH, Tirang R, Mirhendi SH, 2007. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. *Journal of Food Safety*, 27, 188-98.
- Giorni P, Battilani P, Pietri A, Magan N, 2008. Effect of aw and CO₂ level on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production in high moisture maize post-harvest. *Int J Food Microbiol*, 122(1-2), 10-13.
- Giray G, Başaran N, Şahin G, 2007. Dünyada ve Türkiye’de insan sağlığını tehdit eden mikotoksinler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 58, 97-118.
- Golge O, 2014. A survey on the occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk produced in Adana province of Turkey *Food Control*, 45, 150-5.
- Groopman JD, Kensler TW, Wild CP, 2008. Protective interventions to prevent aflatoxin-induced carcinogenesis in developing countries. *Annu Rev. Public Health*, 29, 187-203.
- Guortoo HL, Motycka L, 1976. Effects of sex difference on the in vitro and in vivo metabolism of aflatoxin B₁ by the rat. *Can. Res*, 36, 4663-71.
- Guthrie LD, Bedell DM, 1979. Effects of aflatoxin in corn on production and reproduction in dairy cattle. *Proceedings of the 83rd Annual Meeting of the United States Animal Health Association*, 202-04.
- Gürbüz Ü, Nizamlıoğlu M, Nizamlıoğlu F, Dinç İ, Doğruer Y, 1999. Bazı et, süt ürünleri ile baharatlarda Aflatoksin B₁ ve M₁ aranması. *Veterinarium*, 10(1), 34-41.
- Gürses M, Erdoğan A, Sert S, 2002. Farklı depolama şartlarının *Aspergillus Parasiticus* NRRL 2999 küf suşu ile aşıl原因 tulum peynirinde Aflatoksin oluşumu üzerine Etkisi. *Turk J. Vet. Anim. Science*, 28, 233-38.

- Harvey RB, Phillips TD, Ellis JA, Kubena L F, Huff WE and Petersen HD, 1991. Effects on aflatoxin M₁ residues in milk by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to aflatoxin-contaminated diets of dairy cows, *Am J Vet Res*, 52, 1556–59.
- Hazer A, 2011. Aydın ve Denizli illerinden elde edilmiş olan sütlerde AFM₁ prevalansı ve miktarının aranması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Hollstein M, Sidransky D, Vogelstein B, Haris CC, 1991. p53 mutations in human cancers. *Science*, 253, 49-53.
- Hosono S, Lee CS, Chou MJ, Yang CS, Shih C, 1991. Molekular analysis of the p53 alleles in primary hepatocellular carcinomas. *Oncogene*, 6, 237-43.
- Hsia CC, Kleiner DE, Axiotis CA, Dibisceglie A, Nomura AM, 1992. Mutations of p53 gene in hepatocellular carcinoma: roles of hepatitis B virus and aflatoxin contamination in the diet. *J. Nat. Cancer Inst*, 84, 1638-41.
- Hsu IC, Metcalf RA, Sun T, Welsh JA, Wang NJ, Harris CC, 1991. Mutational hotspot in the p53 gene in human hepatocellular carcinomas. *Nature*, 350, 427-28.
- Hussain I, Anwar J, Asi MR, Munawar MA, Kashir M, 2010. AFM₁ contamination in milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21, 122-24.
- IDF, 2010. Bulletin of the International Dairy Federation 446/2010, Brussels, Belgium. Erişim tarihi, 23 Temmuz 2015. Erişim adresi, <http://www.igdir.edu.tr/Addons/Resmi/announc/249/eylul2014-53-64.pdf>
- IDF, 2012. Dünya Süt ve Süt Ürünleri Durum Raporu, International Dairy Federation Bulletin of the International Dairy Federation 458/2012, Brüksel. Erişim tarihi, 15 Nisan 2016. Erişim adresi, <http://www.fil-idf.org/Public/PublicationsFolder.php?ID=27123>
- IDF, 2014. Dünya Süt ve Süt Ürünleri Durum Raporu, International Dairy Federation Bulletin of the International Dairy Federation 458/2014, Brüksel. Erişim tarihi, 23 Temmuz 2015. Erişim adresi, http://www.asuder.org.tr/yayinlar/2011_usk_sut_rapor.pdf
- Imtiaz H, Anwar J, 2008. A study on contamination of aflatoxin in raw milk in the Punjab province of Pakistan. *Food Control*, 19, 393-95.
- International Agency for Research on Cancer (IARC), 1993. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, some naturally occurring substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France, 56, 489-521.
- International Agency for Research on Cancer (IARC), 2002. Traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene, and styrene. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 82–171.
- Iqbal SZ, Asi MR, 2013. Assessment of AFM₁ in milk and milk products from Punjab, Pakistan. *Food Control*, 30, 235-39.
- Iqbal SZ, Asi MR, Jinap S, 2013. Variation of AFM₁ contamination in milk and milk products collected during winter and summer seasons. *Food Control*, 34, 714-18.
- İşleyici Ö, Morul F, Sancak YC, 2012. Van'da tüketime sunulan UHT sterilize inek sütlerinde Aflatoxin M₁ düzeyinin araştırılması. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(2), 65-69.
- James B, 2005. Public awareness of aflatoxin and food quality control in Benin. International Institute of Tropical Agriculture.
- JECFA, 2001. Safety evaluation of certain mycotoxins in food – Prepared by the 56th meeting of the JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) – FAO Food and Nutrition Paper 74/WHO Foods Additives Series 47. Erişim tarihi, 24 Nisan 2015. Erişim adresi, www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono
- Jones MGS, Ewart JM, 1979. Effects on milk production associated with consumption of decorticated extracted groundnut meal contaminated with aflatoxin. *Vet. Rec*, 21, 492-93.
- Jouany JP, 2001. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. *Science and Technology in the Feed Industry Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium*, 191-223.

- Jovana Kos, Jovanka Levic, Olivera Duragic, Bojana Kokc, Ivana Miladinovic, 2014. Occurrence and estimation of AFM₁ exposure in milk in Serbia. *Food Control*, 38, 41-46.
- Juszkiewicz T, Piskorska PJ, 1992. Occurrence of mycotoxins in animal feeds. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 11, 211-15.
- Kabak B, Dobson ADW, Vara I, 2006. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 46(8), 593-619.
- Kamkar A, 2004. A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk produced in Sarab city of Iran. *Food Cont. (Baskıda)* A. Kamkar, *J.Vet. Res*, 63(2), 7-12.
- Kamkar A, Jahed Khaniki Gh-R, Alavi SA, 2011. Occurrence AFM₁ in raw milk produced in Ardebil of İran. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng*, 8(2), 123-28.
- Kantemir M, 2007. Ağrı'da tüketilen çiğ ve uht sütlerde AFM₁ tayini. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Karakaya Y, 2006. Mısır slajında aflatoksin B₁ varlığının ve süte geçme durumunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kaya S, 2001. Mikotoksinler. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji, ikinci Baskı. Editör(ler), Kaya S, Pirinççi, Bilgili A. Medisan Yayınevi, 537-71.
- Kaya S., Yarsan E, 1995. Yem ve yem maddelerinde küflenmenin önlenmesi ve mikotoksinlerle kirlenmiş bu tür yemlerin değerlendirilmesine yönelik uygulamalar. *A.Ü. Vet. Fak. Derg*, 42(2), 111-22.
- Kensler TW, Roebuck BD, Wogan GN, Groopman JD, 2011. Aflatoxin: A 50-Year Odyssey of Mechanistic and Translational Toxicology. *Toxicol Sci*, 120(1), 28-48.
- Keser O, Kutay HC, 2008. Mikotoksinlerin önlenmesinde kullanılan bazı yöntemler I. fiziksel yöntemler. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 34(2), 63-70.
- Keskin Y, Başkaya R, Karşı S, Yurdun T, Ozyaral O, 2009. Detection of AFM₁ in human breast milk and raw cow's milk in Istanbul, Turkey. *J Food Prot*, 72(4), 885-89.
- Kırdar SS (2006). Süt ve süt ürünlerinde mikotoksinler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 307-310, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Kiernier F, Meshaley R, 1975. Aflatoxins residues in fluid milk. *Pure Applied Microbiology*, 35, 271-73.
- Kireççi E, Savaşçı M, Ayyıldız A, 2007. Sarıkamış'ta tüketilen süt ve peynir ürünlerinde aflatoksin M₁ varlığının belirlenmesi. *İnfek Derg*, 2(2), 93-96.
- Kos J, Mstilovic J, Hajnal EJ, Saric B, 2013. Natural occurrence of aflatoxins in maize harvested in Serbia during 2009-2012. *Food Control* 34, 31-34.
- Kök Z, 2006. Aydın ili ve çevresinde üretilen süt ve süt ürünlerinde aflatoksin varlığının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kulmanow ME, 1982. Incidence of aflatoxin contamination of corn grain in several regions of Kazakhstan. *Voprosy, Pitoniya*, 6, 68-69.
- Laurent-Pig P, Flejou JF, Fabre M, Bedossa P, Belghiti J, 1992. Overexpression of p53: a rare event in a large series of white patients with hepatocellular carcinoma. *Hepatology*, 16, 1171-75.
- Lee JE, Kwak BM, Ahn JH, Jeon TH, 2009. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk in South Korea using an immunoaffinity column and liquid chromatography. *Food Control*, 20, 136-38.
- Leeson S, Diaz GJ, Summers JD, 1995. "Poultry metabolic disorders and mycotixns.". University Books, Guelph, Ontario, Canada, 249-98.
- Li P, Zhang Q, Zhang D, Guan D, Xiaoxia D, 2011. Aflatoxin measurement and analysis, aflatoxins - detection, measurement and control. Dr Irineo Torres-Pacheco (Ed.). 711-16.
- Lidia Cristina Almeida Picinin, Mônica Maria Oliveira Pinho Cerqueira, Eugênia Azevedo Vargas, Ângela Maria Quintão Lana, Isabela Maia Toaldo, Marilde T. Bordignon-Luiz, 2013. Influence of climate conditions on AFM₁ contamination in raw milk from Minas Gerais State. Brazil. *Food Control* 31, 419-44.

- Liu Y, Wu F, 2010. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. *Environ. Health Perspect*, 118(6), 818–24.
- Magan N, Olsen M, 2004. *Mycotoxins in food*. Woodhead Publishing, USA, 61, 274-76.
- Maha M, Mahmoud E, Nagwa I, Mohamed K, 2015. Studies on contamination of dairy products by AFM₁ and its control by probiotics. *Journal of Global Biosciences*, 4(1), 1294-312.
- Maia PP, Bastos MEP, 2007. Aflatoxins in pet foods- A Review. *Revista da FZVA*, 14 (1), 235-57.
- Markaki P, Melissari E, 1997a. Occurrence of AFM₁ in commercial pasteurized milk determined with ELISA and HPLC. *Food Addit Contam*, 14(5), 451-56.
- Markaki P, Melissari E, 1997b. Occurrence of aflatoxin M₁ in commercial pasteurized milk determined with ELISA and HPLC. *Food Addit. Contam*, 14(5), 451-56.
- Markov K, Frece J, Cvek D, Lovric N, Delas F, 2010. Aflatoxin M₁ in raw and binding of aflatoxin by lactoc bacteria. *Mljekarstvo*, 60, 244-51.
- Marnissi BE, Belkhou R, Morgavi PD, Bennani L, Boudra H, 2012. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 2819-21.
- Martinez RH, Blasco IN, 2015. Surveillance of aflatoxin content in dairy cow feedstuff from Navarra (Spain). *Animal Feed Science and Technology*, 200, 35-46.
- Martins HM, Guerra MM, Bernardo F, 2005. A six year survey (1999-2004) of the occurrence of aflatoxin M₁ in dairy products produced in Portugal. *Mycotoxin Research*, 21, 192-95.
- Martins ML, Martins HM, 2000. AFM₁ in raw and ultra high temperature-treated milk commercialized in Portugal, *Food Additives and Contaminants: Part A*, 17, 871-74.
- Masoero F, Gallo A, Moschini M, Piva G, Diaz D, 2007. Carryover of aflatoxin from feed to milk in dairy cows with low or high somatic cell counts. *Animal*, 1(9), 1344–50.
- Masri MS, Paye JR, Garcia VC, 1969. Analysis for aflatoxin M₁ in milk. *J. Ass. Office, Anal, Chem.* 51,594-600.
- Mc Connell IR, Garner RC, 1994. DNA Adducts of Aflatoxins, sterigmatocystin and other mycotoxins. In: Hemminki K, Dipple A, Shuker DEG, Kadlubar FF, Segerbäck D, Bartsch H, eds. *DNA Adducts: Identification and Biological Significance*. Lyon: IARC Scientific Publications, 125, 49-55.
- Mc Kinney JD, Cavanaugh GC, Bell JT, Bell AS, Hoversland AS, Nelson DM, Pearson J, Selkirk RJ, 1973. Effects of ammoniation on aflatoxins in rations fed lactating cows. *J. Amer. Oil Chem. Soc*, 50, 79-84.
- McLean M, Dutton MF, 1995. Cellular interactions and metabolism of aflatoxin: an update. *Pharmacol. Ther*, 65 (2), 163-92
- Micheals SM, John RC, 1973. Tissue distribution and metabolism of aflatoxin B₁-C₁₄ in broiler chicken. *Appl. Microbiol*, 25, 763-69.
- Mohammadian B, Khezri M, Ghasemipour N, Mafakheri Sh, Langroudi P, 2010. Aflatoxin M₁ contamination of raw and pasteurized milk produced in Sanandaj, Iran. *Archives of Razi Institute*, 65, 99-104.
- Molina M, Giannuzzi L, 2002. Modelling of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* in a solid medium at different temperatures, pH and propionic acid concentrations. *Food Res Int*, 35(6), 585–94.
- Moschini M, Masoero F, Gallo A, Diaz D, 2007. Mucosal absorption of aflatoxin B₁ in lactating dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 6, 324-26.
- Munksgaard L, Larsen J, Werner H, Andersen PE and Viuf BT, 1987. Carry over of aflatoxin from cows' feed to milk and milk products, *Milchwissenschaft*, 42, 165–67.
- Murakami Y, 1993. Co-inactivation of the p53 RB genes in human hepatocellular carcinoma. *Nippon Rinsho*, 51, 375-79.
- Naresh J, Mahipal SK, Mahajan NK, 1993. Occurrence of aflatoxin in compound poultry feeds in Haryana and effect of different storage conditions on its production. *Indian Journal of Anim. Sci*, 63(1), 71-73.

- Nemati M, Mehran MA, Hamed PK., Masoud A, 2010. A survey on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk samples in Ardabil, Iran. *Food Control*, 21, 1022-24.
- Newberne PM, 1974. The new world mycotoxins-animal and human health. *Clinical Toxicology*, 7, 161-77.
- Nibbelink SK, 1985. Aflatoxicosis in food animals: A clinical review. *Iowa State University Veterinarian*, 48(1), 28-31.
- Nizamlioğlu F, 1996. Mikotoksin şüphesiyle laboratuara getirilen yem ve yem hammaddelerinde aflatoxin B₁, B₂, G₁ ve G₂ araştırılması. *Veterinarium*, 7, 42-44.
- Njapau H, Park DL, 2005. Aflatoxicosis outbreak in Kenya: Lessons learned. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu Bildiri Kitabı, 12, 23-24 Mayıs, İstanbul.
- North Carolina Cooperative Extension Service, 1994. Understanding and coping with effects of mycotoxins in livestock feed and forage. Electronic Publication Number DRO-29, (December 1994). Erişim tarihi, 04 Nisan 2014. Erişim adresi, http://www.ces.ncsu.edu/disaster/drought/Understanding_mycotoxins.pdf
- Northolt MD, Frisvad JC, Samson RA, 1996. Occurrence of food-borne fungi and factors for growth. In: *Introduction to Food-borne Fungi*, Ed: Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O, CBS, 3740, The Netherlands p, 243-50.
- Nuryona N, Agus A, Wedhastri S, Maryudani YB, Sigi, Setyabudi FM, Böhm J, 2009. A limited survey of aflatoxin M₁ in milk from Indonesia by ELISA. *Food Control*, 20, 721-24.
- Odoemelam SA, Osu CI, 2009. Aflatoxin B₁ contamination of some edible grains marketed in Nigeria. *E-J Chem*, 6(2), 308-14.
- Oğuz H, Nizamlioğlu F, Dinç İ, Üney K, Aydın H, 2011. Karma yem, un ve bulgur örneklerinde aflatoxin kalıntılarının araştırılması. *Eurasian J Vet Sci*, 27(3), 171-75.
- Oruç HH, Cengiz M, Uzunoğlu İ, 2007. Bazı yem ve yem hammaddelerinde AFB₁ ve T-2 toksin düzeyleri. *Uludağ Univ, Vet Fak Derg*, 26, 1-2.
- Oruç HH, Kalkanlı Ö, Cengiz M, Sonal S, 2005. Bursa'nın ova ve dağ köylerinden toplanan çiğ sütlerde aflatoxin M₁ düzeyleri. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, s. 124-27, 23-24 Mayıs 2005, İstanbul.
- Oruç HH, Sonal S, 2001. Determination of AFM₁ levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Vet. Hum. Toxicol*, 43(5), 292-93.
- Oruç HH, Sorucu A, Türkmen İİ, Arslan E, 2012. Bazı yem fabrikası tarafından Türkiye'de üretilen yem ve yem ham maddelerinde çeşitli mikotoksinlerin miktarının belirlenmesi. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 18(4), 633-38.
- Özcan T, Erbil F, Kurdal E. Sütün insan beslenmesindeki önemi. *İçme Sütü Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, s. 31-41, 1998, Tekirdağ.
- Özdamar K, 1997. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi I. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Turkey.
- Özdemir M, 2007. Determination of aflatoxin M₁ levels in in goat milk consumed in Kilis province. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 54, 99-103.
- Özkaya S, Başaran A, Topuz F, Akdemir C, 2003. Türkiye'de üretilen sütlerde AFM₁ aranması. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu*, s. 93-98, İstanbul.
- Özkazancı AN, Russel H, Şanlı Y, Kaya S, 1992. Türkiye'nin değişik bölgelerinde üretilen karma yem ve yem hammaddelerinde mikotoksinlerle kirlenme durumunun incelenmesi. *A Ü Vet Fak Derg*, 39, 268-90.
- Özmenteşe N, 2002. İstanbul piyasasından sağlanan süt ve süt ürünlerinin aflatoxin B₁ ve M₁ içerikleri yönünden yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemi ile aratılması. *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özsunar A, 2005. Trakya bölgesinde üretilen inek sütlerinde Aflatoxin M₁ varlığı. *Yüksek Lisans Tezi*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Panariti E, 2001. Seasonal variations of aflatoxin M₁ in the farm milk in Albania. *Arh. Hig. Rada.Toksikol*, 52 (1), 37-41.

- Patel P, Stephenson J, Scheuer PJ, Francis GE, 1992. p53 Codon-249 (ser) mutations in hepatocellular carcinoma patients with low aflatoxin exposure, *Lancet*, 339, 81.
- Paul PS, Johnson DW, Mirocha CJ, Soper FF, Thoen CC, Muscoplat CC, Weber AF, 1977. In vitro stimulation of bovine peripheral blood lymphocytes: suppression of phyto mitogen and specific antigen lymphocyte responses by aflatoxin. *Am. J. Vet. Res*, 38, 2033–35.
- Pei SC, Zhang YY, Eremin SA, Lee WJ, 2009. Detection of aflatoxin M₁ in milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies *Food Control*, 20, 1080-85.
- Peng, KY, Chen CY, 2009. Prevalence of aflatoxin M₁ in milk and its potential liver cancer risk in Taiwan. *J. Food Prot*, 72(5), 1025–29.
- Pettersson H, Bertilsson J, Wennberg O, 1990. Carry-over of aflatoxin from dairy cattle feed to milk, *World Association of Veterinary Food Hygienists Symposium*, p. 97–102, July 2–7 1989, Stockholm.
- Pettersson H, 2004. Controlling mycotoxins in animal feed. In: *Mycotoxins in food, detection and control*. Eds: Magan, N. and Olsen, M, 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, p. 262-304.
- Peyra G, Chiacchiera SM, Rosa CAR, Dalcero AM, Cavaglieri LR, 2012. Fungal and micotoxin contamination in mixed feeds: Evaluating risk in cattle intensive rearing operations (feedlots). *Revista Bio Ciencias*, 1, 68-80.
- Picinin ACL, Cerqueira POMM, Vargas AE, Lana QMA, Toaldo MI, Luix BTM, 2013. Influence of climate conditions on aflatoxin M₁ contamination in raw milk from Minas Gerais State, Brazil *Food Control*, 31, 419-24.
- Pitt JI, 2000. Toxigenic Fungi and Mycotoxins. *British Medical Bulletin*, 56(1), 184-92.
- Pittet A, 1998. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds. An updated review. *Rew. Med. Vet*, 149 (6), 479-92.
- Piva G, Pietri A, Galazzi L, Curto O, 1988. Aflatoxin M₁ occurrence in dairy products marketed in Italy. *Food Addit. Contam.* 5(2), 133-39.
- Polat N, 2012. Erzurum ili süt sığırı işletmelerinde alınan kaba ve konsantre yem örneklerinde total aflatoksin, aflatoksin B₁ ve okratoksin ile sütte aflatoksin M₁ düzeylerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Price RL, Paulson JH, Lough OG, Gingg C and Kurtz AG, 1985. Aflatoxin conversion by dairy cattle consuming naturally-contaminated whole cottonseed, *J Food Prot*, 48, 11–15.
- Qian GS, Ross RK, Yu MC, 1994. A follow-up study of urinary markers of aflatoxin exposure and liver cancer risk in Shanghai, People's Republic of China. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 3, 3-10.
- Rahimi E, Bonyadian M, Rafei M, Kazemeini HR, 2010. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 129-31.
- Rahimi E, Shakerian A, Jafariyan M, Ebrahimi M, Riahi M, 2009. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and UHT milk commercialized in Esfahan and Shahr-e Kord, Iran. *Food Sec*, 1, 317-20.
- Railey Joan, Mandel HG, Sinha S, Judahand DL, Neal GE, 1997. Invitro activation of human Harvey Proto Onco gene by aflatoxin B₁. *Carcinogenesis*, 18, 905-10.
- R-Biopharm Rhone LTD Application Note, Aflatoxin Ref No : A11-RP71/70N.V3 Date :May 2009
- Resmi Gazete, 27.12.2011a. 28155 sayılı “Yemlerin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma ve Analiz Metotlarına Dair Yönetmelik”. s. 1-5.
- Resmi Gazete, 29.11.2011b. 28157 sayılı “Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği”. s. 1-4.
- Richard JI, 2007. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses-An Overview. *International Journal of Food Microbiology*, 119, 3-10.
- Robens JF, Richard JL, 1992. Aflatoxins in animal and human health. *Rev Environ. Contam. Toxicol*, 127, 69-94.
- Rodricks JV, Stoloff L, 1977. Aflatoxin residues from contaminated feed in edible tissues of food producing animals. In: *Mycotoxins in Human and Animal Health Pathotox*. Eds: JV Rodricks, CW. Hessestine and Mehman MA 3th ed. Pub. Inc, Illionis, p. 67-69.

- Rodrigues I, handl J, Binder EM, 2011. Mycotoxin occurrence in commodities, feeds and feed ingredients sourced in the Middle East and Africa. *Food Addit Contam Part B Surveill*, 4(3), 168–79.
- Ronald RM, 1996. Effects of molds and their toxins on livestock performance: A western Canadian Perspective. *Anim. Feed Sci. and Tech*, 58, 77-89.
- Roussi V, Govaris A, Varagouli A, Botsoglous S, 2002. Occurrence of AFM₁ in raw and market milk commercialized in Greece. *Food Additives and Contaminants*, 19 (9), 863-68.
- Ruangwises N, Ruangwises S, 2010. AFM₁ contamination in raw milk within the central region of Thailand. *Bull Environ Contam Toxicol*, 85, 195-98.
- Rustom IYS, 1997. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chemistry*, 59 (1), 57-67.
- Sabatini A, Danieli P.P, Bernabucci U, Ronchi B, 2007. Evaluation of mycotoxins contamination in intensive beef cattle production system. *Ital J Anim Sci*, 6, 466-68.
- Salem NM, Ahmad R, 2010. Mycotoxins in food from Jordan: Preliminary survey. *Food Control*, 21(8), 1099-103.
- Sarımehmetoğlu B, Küplülü Ö, Çelik TH, 2003. Detection of AFM₁ in cheese samples by ELISA. *Food Control*; 15(1), 45-49.
- Sassahara MA, Pontes Netto DB, Yanaka YE, 2005. Aflatoxin occurrence in foodstuff supplied to dairy cattle and aflatoxin M₁ in raw milk in the North of Parana state. *Food and Chemical Toxicology*, (43), 981-84.
- Sauer DB, Storey LC, Walker DE, 1984. Fungal populations in U.S.farm-stored grain and their relationship to moisture, storage time, Regions, and Insect Infestation. *Phytopathology*, 74(9), 1050-53.
- Scorsone KA, Zhou Y-Z, Butel JS, slagle BL, 1992. p53 mutations cluster at codon 249 in hepatitis B virus positive hepatocellular carcinomas from China. *Cancer Cancer Res*, 52, 1635-38.
- Scott PM, 1978. Mycotoxin in feeds and ingredients their origin. *Journal of Food Protection*, 41(5), 385-98.
- Scott PM, 1984. Effects of Food Processing in Mycotoxins, *Journal of Food Protection*, 47(6), 489-99.
- Sefidgar SA, Azizi G, Khosravi AR, Roudbar-Mohammadi S, 2008. Presence of AFM₁ in raw milk at cattle farms in Babol, Iran. *Pak J Biol Sci*, 11(3), 484-86.
- SETBİR. Türkiye Süt, Et, Gıda Sanayicileri ve Üreticileri Birliği. Dünya ve Türkiye’de Yem, Et ve Süt Sektörlerinde Mevcut Durum ve Öngüreleri Raporu. Ankara 2013; Erişim tarihi, 15 Ağustos 2014. Erişim adresi, www.setbir.org.tr/public/site/files/2015_03_03_683052.doc
- Shank RC, Wogan GB, 1965. Distribution and excretion of C14 labelled aflatoxin B₁ in the rat. *Food Proc*, 24, 627.
- Shen HM, Shi CY, Lee HP, Ong CN, 1994. Aflatoxin B₁-induced lipid peroxidation in rat liver. *Toxicol Appl Pharmacol*, 127(1), 145-50.
- Sheu JC, Huang GT, lee PH, Chung JC, Chou HC, 1992. Mutation of p53 gene in hepatocellular carcinoma in Taiwan. *Cancer Res*, 52, 6098-100.
- Shotwell OI, Goulden MI, Bennett GA, Plattner Rd, Hesseltine CW, 1983. Survey of 1975 wheat and soybeans for aflatoxin, zearalenone, and Ochratoxin. *Journal of the association of Official Analytical Chemists*, 60(4), 778-83.
- Shotwell OL, Hesseltine CW, Burmeister HR, Kwolek WF, Shannon GM, Hall, HH, 1969. Survey of cereal grains and soybeans for the presence of aflatoxin: I. Wheat grain sorghum, and oats. *Cereal Chem*, 46, 446-54.
- Shreeve BJ, Patterson DSP, 1975. TDC article mycotoxicosis. *Vet Rec*, 97, 279-80.
- Shundo L, Sabino M, 2006. Aflatoxin M₁ in milk by immunoaffinity column cleanup with TLC/HPLC determination. *Braz J Microbiol*, 37, 164-67.
- Sibanda L, De Saeger S, Peteghem CV, 1999. Development of a portable field immunoassay for the detection of Aflatoxin M₁ in milk. *Int. J. Food Microbiol*, 48, 203-09.

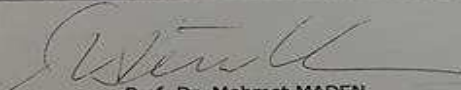
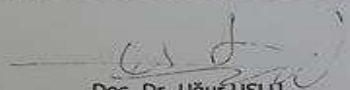
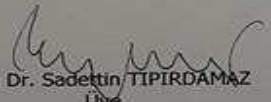
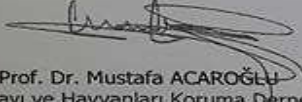
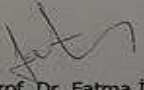
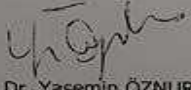
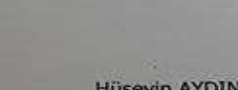
- Siddappa V, Nanjegowda DK., Viswanath P, 2012. Occurrence of Aflatoxin M₁ in some samples of UHT, raw & pasteurized milk from Indian states of Karnataka and Tamilnadu. Food and Chemical Toxicology, 50, 4158-62.
- Sidhu OP, Chandra H, Behl HM, 2009. Occurrence of aflatoxins in mahua (*Madhuca indica* Gmel.) seeds: synergistic effect of plant extracts on inhibition of *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production. Food and Chem Toxicol, 47, 774-77.
- Skrinjar M, Stubblefield RD, Vujicic IF, Stojanovic E, 1994. Distribution of aflatoxin-producing moulds and aflatoxins in dairy cattle feed and raw milk. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, 64(1), 13.
- Smela ME, Curier SS, Bailey EA, Essigmann JM, 2001. The chemistry and biology of Aflatoxin B₁, Carcinogenesis, 22(4), 535-54.
- Smith EE, Phillips TD, Ellis JA, Harvey RB, Kubena LF, Thompson J, Newton G, 1994. Dietary hydrate sodium calcium aluminosilicate reduction of aflatoxin M₁ residue in dairy goat milk and effect on milk production and components. J. Anim. Sci, 72, 677-82.
- Smith JE, 2001. Mycotoxins. In Food Chemical Safety. In: Contaminants. Eds: Watson DH, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Abington Hall, Camrdige CB1 6 AH England.
- Stravistava G, Phil LPC, Tsang SwY, Ng MMT, 1994. Overexpression and point mutations of p53 tumor suppressors carcinomas in Hong Kong Chinese people. Cancer, 74, 30-37.
- Steyn PS, Stander MA, 1999. Mycotoxins with special reference to the carcinogenic mycotoxins: aflatoxins, ochratoxins and fumonisins. In: Ballantyne B, Marrs TC, Syversen TLM. Eds: General and Applied Toxicology, 2nd ed. United Kingdom: Macmillan Reference Ltd, p. 2145-76.
- Stojkovic ED, Stojanovska-Dimzoska B, Ilievska G, Uzunov R, Stojkovic G, Hajrulai-Musliu Z, Jankuloski D, 2016. Assessment of aflatoxin contamination in raw milk and feed in Macedonia during 2013. Food Control, 59, 201-06.
- Stoloff L, 1982. Aflatoxin M in Perspective. J. Food Prot, 43, 226-30.
- Strosnider H, Azziz-Baumgartner E, Banziger M, Bhat RV, Breiman R, Brune MN, 2006. Workgroup report: public health strategies for reducing aflatoxin exposure in developing countries. Health Perspect, 114, 1898-903.
- Sugiyama K, Hiraoka H, Sugita-Konishi Y, 2008. AFM₁ contamination in raw bulk milk and the presence of AFB₁ in corn supplied to dairy cattle in Japan. Shokuhin Eiseigaku Zasshi, 49(5), 352-55.
- Sultana H, Ali N, Iqbal MM, Khan AM, 2009. Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change scenarios. Clim. Change, 94(1-2), 123-42.
- Sünnetçi S, 2008. Trakya Bölgesi'nde üretilen sığır süt karma yemlerinde AFB₁ düzeylerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Swenson OH, Lin JK, Miller EC, Millet JA, 1997. Aflatoxin B₁ 2,3-oxid as a probable intermediate in the covalent binding of Aflatoxin B₁ and B₂ to the liver DNA and ribosomal RNA in vivo. Can. Res, 37, 172-81.
- Şanlı Y, 2001. Yem küflenmeleri, mikotoksinlerle bulaşma sorunu ve çözüm yolları. In: Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde temel prensipler ve karma yem üretiminde bazı bilimsel yaklaşımlar, Ed: H. Melih Yavuz İstanbul, Farmavet İlaç San. Ve Tic. A.Ş. yayını, s. 32-41.
- Şanlı Y, 2002. Veteriner klinik toksikoloji. First ed. Ankara, Medipres Matbaacılık Yayıncılık Medikal Veterinerlik Hizmetleri Hayvansal Ürünler Ticaret ve Paz. Ltd. Şti. Yayını, s. 117-32.
- Şener S, 2006. Gıda güvenliği açısından mikotoksinler. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci, 2(46), 135-39.
- Şener S, Yıldırım M, 2000. Veteriner toksikoloji. Second ed, Teknik Yayıncılık Akademik Eserler Serisi 001, s. 51-92.
- Tajkarimi M, Aliabadi-Sh F, Salah Nejad A, Poursoltani H, Motabelli AA, Mahdavi H, 2008. Aflatoxin M₁ contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran. Food Control, 19, 1033-36.
- Taydas E, 2006. Aflatoxinlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri. Erişim tarihi 3 Aralık 2014. Erişim adresi,

- Taydaş E, 2006. Aflatoksinlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. Erişim tarihi, 14 Nisan 2016. Erişim adresi, <http://www.ordutarim.gov.tr/subeleler/kontrol/aflatoksin/insan%20sag%20etkisi.htm>
- Taydaş EE, 1993. Kırmızı biberlerde aflatoksin ve okratoksin oluşumu üzerinde araştırmalar. Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Mühendis Fakültesi Gıda Mühendisliği, Ankara.
- Tekinşen KK, Uçar G, 2008. Aflatoxin M₁ levels in butter and cream cheese consumed in Turkey. Food Control, 19, 27-30.
- Temaogullari F, Kanici A, 2014. Short communication: Aflatoxin M₁ in dairy products sold in Şanlıurfa, Turkey. Journal of Dairy Science, 97(1), 162-65.
- TEPGE. Durum ve Tahmin: Süt ve Süt Ürünleri (2011-2012). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara, 2012; Erişim: 11 Aralık 2014. Erişim adresi, <http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/525b600d253548e8a40ac25b8e1bae9c.pdf>
- Thaxton JP, Tung HT, Hamilton PB, 1974. Immunosuppression in chickens by aflatoxin. Poult. Sci, 53(2), 721-25.
- Topcu SÖ, 2006. Ankara sokak sütü ve peynir örneklerinden maya izolasyonu, sütlerden Aflatoksin M₁ tayini. Yüksel Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tunail N, 2000. Aflatoksinlerin Detoksifikasyonu, In: Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları. Second ed. Ankara, Sim Matbaacılık, s. 522-24.
- Turner PC, Sylla A, Diallo MS, Castegnaro JJ, Hall AJ, Wild CP, 2002. The role of aflatoxins and hepatitis viruses in the etiopathogenesis of hepatocellular carcinoma: A basis for primary prevention in Guinea-Conakry, West Africa. J Gastroenterol Hepatol, 17, 441-48.
- TÜİK Veri Tabanları, 2014. Süt ve Hayvancılık İstatistikleri-Haber Bülteni. Erişim tarihi, 16 Haziran 2014. Erişim adresi, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15945>
- Udom IE, Ezekiel CN, Fapohunda SO, Okoye ZSC, Kalu CA, 2012. Incidence of *Aspergillus* section flavi and concentration of aflatoxin in feed concentrates for cattle in Jos. Nigeria. J Vet Adv, 2(1), 39-46.
- Ueno Y, 1985. The toxicology of mycotoxins. CRC Critical Review in Toxicology, 14(2), 99-132.
- USAID, 2012. Aflatoxin: A synthesis of the research in health, agriculture and trade. Feed the Future: The Office of Regional Economic Integration USAID East Africa Regional Mission Nairobi, Kenya. Erişim tarihi, 6 Aralık 2014. Erişim adresi, http://www.eastafrica.usaid.gov/research_in_Health_Agriculture_and_Trade/pdf
- Van Egmond HP, 1989. Aflatoxin M₁: occurrence, toxicity, regulation In: VHP. Egmond. Mycotoxins in Dairy Products, Elsevier, London and NewYork, p. 11-54.
- Van Walbeek, W Scott, PM Thatcher, 1968. Mycotoxins from food boine fungi. Canadian Journal of Microbiology, 14, 131.
- Velasco MLR, Delso MMC, Escudero DO, 2003. ELISA and HPLC determination of the occurrence of Aflatoxin M₁ in raw cow's milk. Food Additives and Contaminants, 20, 276-80.
- Veldman A, 1992. Effect of sorbentia on carry-over of aflatoxin from cow feed to milk. Milchwissenschaft, 47, 777-80.
- Veldman AJ, Meijs AC, Borggreve GJ, Heeres van der Tol JJ, 1992. Carry-over of aflatoxin from cows food to milk. Anim. Prod, 55, 163-68.
- Verma RJ, 2004. Aflatoxin cause DNA damage. Int J Hum Genet, 4(4), 231-36.
- Vleet T, Klein P, Coulombe R, 2001. Metabolism of Aflatoxin B₁ by normal human bronchial epithelial cells. J. Toxicol. Env. Health. Part A, 63(7), 525-40.
- Völkel I, Schroer-Merker E, Czerny CP, 2011. The carry-over of mycotoxins in products of animal origin with special regards to its implications for the European food safety legislation. Food Nutr. Sci, 2, 852-67.
- Walker GJ, Hayward NK, Falwey S, Cooksley GE, 1991. Loss of heterozygosity in hepatocellular carcinoma. Cancer Res, 51, 4367-70.

- Warner RL, Pestka JJ, 1987. Elisa survey of retail grain based food products for zearelonone and Aflatoxin B₁. *Journal of Food Protection*, 50(6), 502-03.
- Weidenbörner M, 2001. *Encyclopedia of food mycotoxins*. First ed. Germany, Springer, 171-203.
- Whitlow LW, Hagler JR, 2004. Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 76 (38), 66-76.
- Whitlow LW, Hagler WM, Hopkins BA, 2004. Mycotoxin occurrence in farmer submitted samples of North Carolina feedstuffs. *J Dairy Sci*, 57, 81-89.
- Wild CP, Gong YY, 2010. Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. *Carcinogenesis*, 31(1), 71-82.
- Wild CP, Hall AJ, 2000. Primary prevention of hepatocellular carcinoma in developing countries. *Mutat Res*, 462, 381-93.
- Wild CP, Hudson GJ, Sabbioni G, Chapot B, Hall AJ, Wogan GN, Whittle H, Montesano R, Groopman JD, 1992. Dietary intake of aflatoxins and the level of albumin-bound aflatoxin in peripheral blood in The Gambia, West Africa *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*, 1, 229-34.
- Wild CP, Turner PC, 2002. The toxicology of aflatoxins as a basis for public health decisions. *Mutagenesis*, 17(6), 471-81.
- Wogan NG, Hecht SS, Felton S.J, Conney HA, Loeb AL, 2004. Environmental and chemical carcinogenesis. *Seminars in Cancer Biology*, 14, 473-86.
- Wood GE, 1991. Aflatoxin M₁. In: *Mycotoxins and phytoalexins*. Ed: Sharma RP, Salunkhe DK, 4th, Boca Raton, Florida, CRC Press p. 145-64.
- World Health Organization (WHO), 2006. Mycotoxins in African foods: implications to food safety and health. *AFRO Food Safety Newsletter*. World Health Organization Food safety (FOS), 2006. Erişim tarihi, 19 Aralık 2014. Erişim adresi, www.afro.who.int/index.php?option
- Wu F, Khlangwiset P, 2010. Health economic impacts and cost-effectiveness of aflatoxin reduction strategies in Africa: Case studies in biocontrol and postharvest interventions. *Food Additives & Contaminants*, 27, 496-509.
- Wu F, Tritscher A, 2011. Aflatoxins a global public health problem: Aflatoxins- health impact, Jan 2011. World Health Organization, 2011. Erişim tarihi, 06 Aralık 2014. Erişim adresi, [http://www.agriskmanagementforum.org/farmd/sites/agriskmanagementforum.org/files/WHO-Aflatoxin-public health issue.pdf](http://www.agriskmanagementforum.org/farmd/sites/agriskmanagementforum.org/files/WHO-Aflatoxin-public%20health%20issue.pdf)
- Xiong JL, Wang YM, Ma MR, Liu JX, 2013. Seasonal variation of Aflatoxin M₁ in rae milk from the Yangtze River Delta region of China. *Food Control*, 34, 703-06.
- Yener A, 2013. Konya ili Ereğli ilçesi süt işletmelerinin ekonomik faaliyetleri ve yenilikleri benimseme düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yentür G, Er B, 2012. Gıdalarda aflatoksin varlığının değerlendirilmesi. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg*, 69(1), 41-52.
- Yıldız G, 2009. Türkiye’de 2001-2004 yıllarında hayvancılık işletmelerinde kullanılan kaba yemlerde Aflatoksin, Zearalenon ve Okratoksin A kirliliği. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 49, 113-24.
- Yiannikouris A, Jouany JP, 2002. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. *Anim. Res*, 51, 81-99.
- Zaghini A, martelli G, Roncada P, Simioli M, M Rizzi L, 2005. Mannanoligosaccharides and Aflatoxin B₁ and M₁ residues in eggs and Aflatoxin B₁ levels in liver. *Poultry Science*, 84, 825-32.

7. EKLER

EK-A: Etik Kurul Kararı.

 T.C. SELÇUK ÜNİVERSİTESİ VETERİNER FAKÜLTESİ ETİK KURUL (SÜVFEK) KARARLARI 					
Toplantı Tarihi	20.06.2012	Toplantı Sayısı	2012/10	Karar Sayısı	2012/055
Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. K. Kaan TEKİNŞEN tarafından sunulan “Mardin İlinde Rasyon ile Beslenen Süt Sığırlarında Sütteki Aflatoksin M1 Kontaminasyonuna Mevsim Etkisinin Araştırılması” isimli tez projesi değerlendirilmiştir. Projede, süt sığırcılığı işletmelerinden temin edilen yemler ile süt örneklerinde aflatoksin B1 ve M1 düzeylerinin tespit edileceği bildirilmektedir. Başvuruda, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurul Yönergesi ilkelerine uyulduğuna, projenin araştırma etiği açısından “Uygun olduğuna” oy birliği ile karar verilmiştir.					
 Prof. Dr. Mehmet MADEN Başkan		 Doç. Dr. Uğur USLU Başkan Yardımcısı			
 Prof. Dr. Sadettin TIPIRDAMAZ Üye		 Prof. Dr. Mustafa ACAROĞLU Konya Doğayı ve Hayvanları Koruma Derneği Üyesi			
 Prof. Dr. Fatma İNAL Raportör Üye	 Doç. Dr. Yasemin ÖZNURLU Üye	 Hüseyin AYDIN Sivil Üye			

8. ÖZGEÇMİŞ

15 Ağustos 1982 yılında Ereğli-Konya’da doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Ereğli’de tamamladım. 2001 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nde üniversite eğitimime başladım. 2007 yılında mezun olduktan sonra 2009 yılında Selçuk Üniversitesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım. 2009 yılında girdiğim Mardin ilinin Savur ilçesinde Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü’nde Veteriner Hekim olarak çalışmaya devam ediyorum.

