

## Mısır Silajında Aflatoksin B<sub>1</sub> Varlığının ve Süte Geçme Durumunun Araştırılması <sup>[1][2]</sup>

Yakup KARAKAYA \* Mustafa ATASEVER \*\* 

[1] Bu araştırma Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje No 2006/88)

[2] Bu makale Yakup Karakaya'nın Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir

\* Directorates of Agriculture, Köprüköy, TR-25320, Erzurum - TURKEY

\*\* Department of Food Science and Technology, Faculty of Veterinary Science, Ataturk University, TR-25240, Erzurum - TURKEY

**Makale Kodu (Article Code): KVFD-2010-2398**

### Özet

Bu çalışmada, Erzurum ili Pasinler ilçe merkezi ve köylerindeki süt sığırcılığı işletmelerinden alınan mısır silajlarının aflatoksin B<sub>1</sub> ve bu yemi tüketen hayvanların sütlerinin aflatoksin M<sub>1</sub> içeriği ile aflatoksinin yemden süte geçiş durumu araştırıldı. İncelenen yem örneklerinde aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ortalama 361.12±94.76 ppt ve süt örneklerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı ortalama 3.85±3.71 ppt olarak belirlendi. Tüketilen yemdeki aflatoksin B<sub>1</sub>'in %1.07'sinin süte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak geçtiği saptandı. Süt numunelerinin 6 adedinde (%8.33) ölçülebilir aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilemedi. 66 örnekte (%91.67) ise Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir sınırların altında aflatoksin M<sub>1</sub> belirlendi. İncelenen 72 yem örneğinin 3 adedinde (%4.16) aflatoksin B<sub>1</sub> saptanmadı. Diğer örneklerde ise standartlarda belirtilen sınırın altında aflatoksin B<sub>1</sub> saptandı. İncelenen yem örneklerinde saptanan aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ile süt örneklerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı arasında çok önemli ilişki (P<0.01) ve pozitif korelasyon (+0.329) olduğu belirlendi. Süt ve ürünlerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının minimum düzeyde tutulabilmesi için, modern üretim teknikleri uygulanmalı, süt hayvanlarına verilen yemlerin depolanma koşulları uygun hale getirilmeli, gerekli kontroller yapılmalı ve süt üreticileri bu konuda bilinçlendirilmelidir. Gıda maddeleri ve yemler her aşamada aflatoksin yönünden analiz edilmeli ve kabul edilen sınırlardan fazla içerenlerin tüketimine izin verilmemelidir. Yem ve besinlerde küf bulaşmasını ve dolayısıyla aflatoksin oluşumunu önlemek için etkili, ekonomik ve uygulanabilir çalışmaların yapılması gereklidir.

**Anahtar sözcükler:** Aflatoksin B<sub>1</sub>, Aflatoksin M<sub>1</sub>, Süt, Silaj, Yem, ELISA


## Aflatoxin B<sub>1</sub> in Corn Silage and Its Probability Passing in Milk


### Summary

The aim of this study was undertaken to determine the levels of aflatoxin B<sub>1</sub> contamination in corn silage samples and aflatoxin M<sub>1</sub> in milk samples collected from cow dairy farms in Pasinler (Erzurum, Turkey) region. Average amount of aflatoxin B<sub>1</sub> in feed and aflatoxin M<sub>1</sub> in milk were found 361.12±94.76 ppt and 3.85±3.71 ppt respectively. It was found that, 1.07% aflatoxin B<sub>1</sub> passed to milk as a aflatoxin M<sub>1</sub>. Aflatoxin M<sub>1</sub> was not found in 6 samples (8.33%) of the milk. Aflatoxin M<sub>1</sub> was found in 66 samples (91.67%) of the examined milk samples. None of the samples had aflatoxin M<sub>1</sub> greater than the maximum tolerance limit accepted by Turkish Food Codex. Aflatoxin B<sub>1</sub> was not found in 3 samples (4.16%) of the silage. Aflatoxin B<sub>1</sub> was found in 69 samples (95.84%) of the examined silage samples. None of the samples had aflatoxin B<sub>1</sub> greater than the maximum tolerance limit accepted by Turkish Standard. In the statistical analysis, there was positive correlation (P<0.01) between aflatoxin M<sub>1</sub> in the silage samples and aflatoxin M<sub>1</sub> in the examined milk samples. To achieve minimum levels of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and milk products, modern production techniques should be employed, the animal feed storage conditions should be well- maintained and inspected, milk producers should be well-informed. Food and feed items should be analyzed for the presence of aflatoxin at every level the consumption of the ones that contain aflatoxin in amounts higher than the tolerable limits valid in our country should not be permitted. In order to prevent mould growth, and consequently, forming of aflatoxin on animal feed and food, effective, economical and applicable chemical materials should be researched and field investigations should be conducted for confirmation of the applications.

**Keywords:** Aflatoxin B<sub>1</sub>, Aflatoxin M<sub>1</sub>, Milk, Silage, Feed, ELISA

 İletişim (Correspondence)

 +90 442 2360880

 atasever@atauni.edu.tr

## GİRİŞ

En yaygın bilinen mikotoksin aflatoksindir. Aflatoksinler, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus paraciticus*, *Aspergillus nomius* ile bazı *Penicillium* ve *Rhizopus* türleri tarafından sentezlenen, insan ve hayvanlarda akut ve kronik zehirlenmelere neden olan metabolitler olup, aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> olmak üzere başlıca altı ana bileşikten oluşur<sup>14</sup>.

Aflatoksinler, karsinogenik, mutajenik ve teratojenik etkileri yanında, ısı işlemlere de dirençli olmaları nedeniyle sağlık açısından önem taşırlar<sup>5-7</sup>. Aflatoksinler, küflü gıdalarda görülmesine karşın doğrudan insan tüketimine sunulan gıdalarda da oluşabilir. Bu toksinlerin çeşitli işleme yöntemleri ile tamamen ortadan kaldırılamadığı ve hayvan yeminde bulunabilecek aflatoksinlerin çok az bir oranda da olsa et, süt ve yumurta gibi gıdalara geçerek insan sağlığı açısından risk oluşturabileceği ifade edilmektedir<sup>8,9</sup>. Aflatoksin M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> toksinleri aflatoksinjenik küfler tarafından direkt olarak sentezlenmemektedir. Bu toksinler, aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> içeren yemlerle beslenen hayvanların bunları metabolize ederek sütlerine geçirmeleri sonucunda oluşmakta ve süttten izole edilmeleri nedeniyle de 'M' harfiyle simgelenmektedir<sup>10</sup>.

Aflatoksin sentezleyen *Aspergillus* türleri bütün dünyada yaygın bir şekilde bulunur ve her türlü iklim koşulunda kolayca üreyebilir. Çevre sıcaklığının 24-45°C olduğu ortamda ürün çeşidine göre %9-14 arası veya daha yüksek oranlarda rutubet içeren besinler 3-4 günde bile ağır bir şekilde küflenebilir. *Aspergillus* türü küfler birçok besin maddesinde (örn, mısır, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği küspesi, soya fasulyesi unu, fındık, yerfıstığı, ceviz, yağlı tohumlar ile balık ve et-kemik unu, karma yem hazırlanmasında kullanılan hammaddeler) çok yaygın bir şekilde ve tehlikeli düzeylerde küflenme oluşturduğu bilinmektedir.

Dünyada çeşitli ülkeler aflatoksinler için izin verilebilecek maksimum limitleri belirlemişlerdir. Türkiye'de ise Türk Gıda Kodeksi; çiğ süt, ısı işlem görmüş süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt için kabul edilebilir maksimum limiti 50 ppt olarak kabul etmiştir<sup>11</sup>. Yemlerdeki kabul edilebilir maksimum aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ise 20.000 ppt'dir<sup>12</sup>.

Küfler, tarımsal ürünlerin üretimi, işlenmesi, depolanması ve tüketimi sırasında ürünleri kontamine etmek sureti ile bozulmalara sebep olmaktadır. Süt işletmelerinde küflere sıklıkla rastlanabilmektedir. *Aspergillus* türü küfler hayvan yemlerine bulaşabilmekte ve daha sonra da süt ve ürünlerine geçebilmektedir. Son yıllarda Erzurum ve çevresinde silaj tüketiminin artması nedeniyle

yemlerde ve sütte aflatoksinin daha fazla bulunabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışma ile hayvan yemlerinde ve bu yemleri tüketen hayvanların sütlerinde aflatoksin içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Bu çalışmada Erzurum ili Pasinler ilçe merkezi ve köylerindeki 72 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınan mısır silajları (72 adet) ve bu yemi tüketen hayvanların sütleri (72 adet) numune olarak kullanılmıştır.

### Metot

#### Örneklerin Toplanması

Erzurum'da mısır silajı üretiminin yoğun yapıldığı Pasinler ilçe merkezi ve köylerinden 72 adet 250 g mısır silajı örneği uygun poşetlere ve 72 adet 250 ml süt örneği de steril kavanozlara alındı. Alınan bu örnekler soğuk muhafaza altında laboratuara getirilmiş ve analiz yapılincaya kadar 4±1°C'de muhafaza edildi.

#### Aflatoksin Analizi

Bu çalışmada aflatoksin M<sub>1</sub> ve B<sub>1</sub> analizi için ELISA yöntemi kullanılmıştır<sup>13</sup> (r-biofarm RIDASCREEN aflatoksin M<sub>1</sub> test kitleri kullanıldı).

#### - Aflatoksin M<sub>1</sub> Analizinin Yapılışı

**Süt Örneklerinin Hazırlanması:** Süt örnekleri, yağın uzaklaştırılması için 3500 devir/20 d/10°C'de santrifüj edildi. Santrifüj işleminden sonra, üstteki krema tabakası pastör pipeti ile çekilerek alındı. Ayrılmış süt testte direkt olarak kullanıldı (her kuyucuğa 100 µl).

**Analizin Test Prosedürü:** Standartlar ve örnekler için yeterli sayıda kuyucuk pleyte yerleştirildi. Standart ve örnek pozisyonları bir kenara not edildi. Standart solüsyonlardan ya da hazırlanmış örnekten 100 µl alıp kuyucuklara ilave edildi. Oda ısısında, karanlık ortamda 60 dak. inkubasyona bırakıldı. Kuyucuklardaki sıvı dışarı boşaltıldı. Kuyucuklar 250 µl distile su ile yıkanarak tekrar boşaltıldı ve aynı işlem bir kez daha tekrar edildi. Kuyucuklara 100 µl dilüe edilmiş enzim konjugat ilave edildi ve oda ısısında tekrar 60 dak. inkubasyona bırakıldı. İnkubasyondan sonra kuyucuklardaki sıvı boşaltılarak tekrar 2 kez yıkama işlemi yapıldı. Daha sonra her bir kuyucuğa 50 µl substrat ve 50 µl kromojen ilave edilerek iyice karıştırıldı ve 30 dak. oda ısısında karanlıkta inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonunda her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu koyularak iyice karıştırıldı ve absorbanası 450 nm'de ELISA okuyucu ile okundu.

Sonuçlar hesaplanırken kalibrasyon eğrisi üzerinden elde edilen konsantrasyonlar dilüsyon faktörleri ile çarpıldı (Dilüsyon Faktörü: 1).

#### - Aflatoksin B<sub>1</sub> Analizinin Yapılışı

**Yem Örneklerinin Hazırlanması:** 5 g yem numunesine 25 ml %70 lik metanol eklendi. Yaklaşık 3 dak. karıştırıldı. Whatman No:1 filtreden süzüldü. Temiz cam tüpe 1 ml filtrat alındı. Üzerine 1 ml distile su ilave edildi. Hazırlanan bu karışımdan her kuyucuğa 50 µl testte direkt olarak kullanıldı.

**Analizin Test Prosedürü:** Standartlar ve örnekler için yeterli sayıda mikrotitler kuyucuk pleyte yerleştirildi. Standart ve örnek pozisyonları bir kenara not edildi. Standart solüsyonlardan ve hazırlanmış örneklerden 50 µl alıp kuyucuklara ilave edildi. Kuyucuklara 50 µl dilüe edilmiş enzim konjugat ilave edildi ve oda ısısında 30 dak. inkubasyona bırakıldı. İnkubasyondan sonra kuyucuklardaki sıvı boşatılarak yıkama işlemi yapıldı. Daha sonra her bir kuyucuğa 100 µl substrat/kromojen ilave edilerek iyice karıştırıldı ve 15 dak. oda ısısında karanlıkta inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonunda her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu koyularak iyice karıştırıldı ve absorbansı 450 nm'de ELISA okuyucu ile okundu. Sonuçlar hesaplanırken kalibrasyon eğrisi üzerinden elde edilen konsantrasyonlar dilüsyon faktörleri ile çarpıldı (Dilüsyon Faktörü: 10).

#### İstatistik Analizleri

Çalışmanın istatistik analizleri SPSS 10.0 paket istatistik programı ile korelasyon analizi yapıldı.

## BULGULAR

Yapılan çalışmada, toplam 72 adet yem örneği aflatoksin B<sub>1</sub> yönünden ve 72 adet süt örneği de aflatoksin M<sub>1</sub> yönünden incelendi.

İncelenen yem örneklerinde aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ortalama 361.12±94.76 ppt ve süt örneklerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı da ortalama 3.85±3.71 ppt olarak belirlendi. Tüketilen yemdeki aflatoksin B<sub>1</sub>'in %1.07'sinin süte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak geçtiği saptandı.

Yem örneklerinde tespit edilen aflatoksin B<sub>1</sub> miktarlarının dağılımı *Tablo 1*'de ve süt örneklerinde tespit edilen aflatoksin M<sub>1</sub> miktarlarının dağılımı da *Tablo 2*'de gösterilmiştir.

İncelenen 72 yem örneğinin 3 adedinde (%4.16) aflatoksin B<sub>1</sub> saptanmadı. Diğer örneklerin tümünün aflatoksin B<sub>1</sub> içeriği yemler için izin verilen yasal limitlerin <sup>12</sup> altında bulundu.

**Tablo 1.** Yem örneklerinin AFB<sub>1</sub> içeriği ve dağılımı

**Table 1.** Occurrence and distribution of AFB<sub>1</sub> in corn silage samples

Örneklerde Tespit Edilen Aflatoksin B <sub>1</sub> *					
Saptanmadı		< 20		> 20 <sup>a</sup>	
Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran
3	%4.17	69	%95.83	0	%0

\* ppb, <sup>a</sup> Yem yönetmeliğinde <sup>12</sup> belirtilen yemler için en üst limit aflatoksin B<sub>1</sub> değeri (20 ppb=20.000 ppt)

\* ppb, <sup>a</sup> The maximum tolerance limit accepted by Turkish Standard <sup>12</sup> (20 ppb=20.000 ppt)

**Tablo 2.** Süt örneklerinin AFM<sub>1</sub> içeriği ve dağılımı

**Table 2.** Occurrence and distribution of AFM<sub>1</sub> in milk samples

Örneklerde Tespit Edilen Aflatoksin M <sub>1</sub> *									
Saptanmadı		< 5		5-10		10-50		> 50 <sup>a</sup>	
Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
6	8.33	44	61.11	15	12.83	7	9.72	-	0

\* ppb, <sup>a</sup> Türk Gıda Kodeksinde<sup>11</sup> sütler için en üst limit aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı (0.05 ppb=50 ppt)

\* ppb, <sup>a</sup> Proportion of samples exceeding the Turkish Food Codex Legal limit 11 (0.05 ppb=50 ppt)

Yapılan çalışmada, 72 süt örneğinden hiç birisinde aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının Türk Gıda Kodeksine <sup>11</sup> göre kabul edilebilir sınırların üzerinde (50 ppt) olmadığı saptandı.

Süt numunelerin 6 adedinde (%8.33) ölçülebilir aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilemedi. 66 örnekte (%91.67) ise Türk Gıda Kodeksine <sup>11</sup> göre kabul edilebilir sınırların altında aflatoksin M<sub>1</sub> belirlendi. İncelenen yem örneklerinde saptanan aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ile süt örneklerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı arasında çok önemli ilişki (P<0.01) ve pozitif korelasyon (+0.329) olduğu belirlendi.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Erzurum ili Pasinler ilçe merkezi ve köylerindeki 72 adet süt sığırcılığı işletmesinden alınan mısır silajlarının aflatoksin B<sub>1</sub> ve bu yemi tüketen hayvanların sütlerinin aflatoksin M<sub>1</sub> içeriği yönünden incelendi ve aflatoksinin yemden süte geçiş durumu araştırıldı. Küfler tarım ürünlerinin üretimi, işlenmesi, depolanması ve tüketimi sırasında ürünleri kontamine etmek sureti ile bozulmalara sebep olmaktadır. Son yıllarda Erzurum ve çevresinde silaj tüketiminin artması nedeniyle yemlerde ve sütte aflatoksin daha fazla bulunabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada hayvan yemleri ile ve bu yemleri tüketen hayvanların süt-

lerinde aflatoksin içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Aflatoksin M<sub>1</sub>, süt ve ürünlerinde besin hijyeni açısından ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Sütten kremanın ayrılması işlemi sırasında aflatoksin M<sub>1</sub>'in bir kısmı kremaya geçer, geri kalan kısmı kazeine bağlanma özelliğinden dolayı sütte kalır <sup>14-16</sup>.

Yemlerde aflatoksin miktarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar mevcuttur. Tayland'daki mısırların %35'inde, Filipinler'deki mısırların %97'sinde ve Uganda'daki mısırların %40'ında Aflatoksin B<sub>1</sub> tespit edilmiştir <sup>17</sup>. Amerika Birleşik Devletleri'nde 644 mısır örneği aflatoksin yönünden analiz edilmiş ve sonuçta örneklerin %1.6'sında ortalama 300 ppb düzeyinde aflatoksin tespit edilmiştir <sup>18</sup>.

Bu çalışmada ise incelenen 72 yem örneğinin 3 adedinde (%4.16) aflatoksin B<sub>1</sub> saptanmamıştır. Diğer örneklerde ise Yem Yönetmeliği'nde <sup>12</sup> belirtilen sınırın altında aflatoksin B<sub>1</sub> saptanmıştır. Bu çalışmada yemlerde belirlenen aflatoksin B<sub>1</sub> düzeyi bazı araştırmaların <sup>16-18</sup> bulgularıyla benzerlik arz etmektedir.

Bu çalışmada tüketilen yemdeki aflatoksin B<sub>1</sub>'in %1.07'si aflatoksin M<sub>1</sub> olarak süte geçtiği saptandı. Bu durum bazı çalışmalar <sup>18-21</sup> ile uyumlu bir sonuçtur. Süt hayvanlarının aflatoksin B<sub>1</sub> içeren yemlerle beslenmeleri sonucunda sütlerinde aflatoksin M<sub>1</sub>'e rastlanabilir. Aflatoksin B<sub>1</sub>'in metaboliti olan aflatoksin M<sub>1</sub> süt hayvanlarının karaciğerlerinde metabolize olarak süt bezleri ile süte salgılanır <sup>14</sup>. Süt veren hayvanların yemlerle beraber aldıkları aflatoksin B<sub>1</sub>'in hangi oranlarda aflatoksin M<sub>1</sub>'e dönüştüğünü saptamak amacıyla yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların birçoğunda genel bir yargı olarak tüketilen yemdeki aflatoksin B<sub>1</sub>'in %0.35-5'i arasında değişen oranlarda sütte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak görüldüğü belirtilmektedir <sup>7,18,20</sup>. Yapılan bu çalışmalarda, aflatoksin B<sub>1</sub>'in aflatoksin M<sub>1</sub>'e dönüşüm oranının hayvandan hayvana, günden güne, bir süt verme döneminden diğerine, sağım zamanına hatta sağım aralığına ve hayvanın süt verim düzeyine göre değiştiği rapor edilmiştir. Ayrıca yemlerle beraber alınan aflatoksin B<sub>1</sub> düzeyinin de dönüşüm oranına etkili olabileceği bildirilmektedir <sup>18</sup>.

Yapılan çalışmada incelenen 72 süt örneğinden hiç birisinde aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının Türk Gıda Kodeksine <sup>11</sup> göre kabul edilebilir sınırların üzerinde olmadığı saptandı. Altmışaltı süt örneğinde (%91.67) aflatoksin M<sub>1</sub> belirlenirken 6 adedinde (%8.33) ölçülebilir aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilemedi. Bu çalışmada sütlerde belirlenen aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyi birçok araştırmacının <sup>14,22-24</sup> bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çalışmada yem ve sütlerde aflatoksin bulunması,

Erzurum çevresinde tüketilen et, süt ve ürünlerinin kronik sağlık sorunlarına neden olabileceğini düşündürmektedir. Yemin, özellikle silajın, üretim ve depolama esnasında şartlar uygun olduğu takdirde toksijenik küf kontaminasyonu, dolayısıyla aflatoksin bulaşma riski her zaman gözönünde tutulmalıdır. Bu nedenle silajın üretiminden tüketimine kadar tüm işlemler, küf gelişimini en aza indirecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla modern üretim teknikleri uygulanmalı, uygun biçimde depolanmalı ve sürekli olarak kontrol edilmelidir. Aflatoksin oluşumuna uygun şartlar oluşturulmamalıdır. Uygun şartlar altında biçimi yapılan silajlık materyalin silolama işlemi yapılırken; yemlerin arasında fazla oksijen kalmayacak şekilde silolara doldurulmalıdır. Siloya doldurulan materyalde oksijen yaklaşık 6 saat içerisinde kullanılarak anaerobik ortam oluşur. Bu ortamda laktik asit bakterileri üreyerek laktik asit miktarını artırır. Eğer anaerobik şartlar iyi bir şekilde devam ettirilirse, pH 4 civarında kalır ve önemli bir küf gelişimi gözlenmez. Fakat herhangi bir şekilde anaerobik şartlarda değişiklik olması durumunda (örn. silo içerisine hava ve su girmesi), silajda küfler üreyerek aflatoksin oluşumuna yolaçabilirler.

Yemlerde aflatoksin B<sub>1</sub> ve sütlerde de aflatoksin M<sub>1</sub>'in kontrolü ve detoksifikasyonu göz önünde bulundurulması gereken bir olgu olarak ortaya çıkmaktadır. Yem ve sütlerle periyodik kontrol programları uygulanarak kontrol altında tutulmalı ve yüksek düzeyde aflatoksin içeren ürünlerin kullanılmaları önlenmelidir. Ayrıca, silaj üretiminde hijyene ve teknolojiye özen gösterilmesinin gerekliliği de ortaya çıkmıştır.

Aflatoksin B<sub>1</sub>'in yaklaşık %1'nin süte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak geçtiği dikkate alındığında yemlerde yasal olarak izin verilen aflatoksin B<sub>1</sub> limitinin (20.000 ppt) yüksek olduğu kanısına varılmaktadır. Bu nedenle yasal miktarın azaltılması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma, Pasinler ilçesindeki yem ve sütlerde aflatoksin bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, Erzurum çevresinde aflatoksin kaynaklı kronik sağlık sorunlarının olabileceğini göstermektedir.

## KAYNAKLAR

1. **Steyn PS:** Mycotoxins, general view, chemistry and structure. *Toxicol Lett*, 82-83, 843-851, 1995.
2. **Mello JPF, Macdonald AMC:** Mycotoxins. *Anim Feed Sci Technol*, 69, 155-166, 1997.
3. **Marth EH:** Aflatoxin in milk, cheese and other dairy products, *Marschall Italian & Specialty Cheese Seminars*, 1979.
4. **Sibanda L, De Saeger S, Van Peteghem C:** Development of portable field immunoassay for the detection of aflatoxin M<sub>1</sub>

in milk. *Int Food Microbiol*, 48, 203-209, 1999.

**5. Govaris A, Roussi V, Koidis PA, Botsoglou NA:** Distribution and stability of aflatoxin M<sub>1</sub> during processing, ripening and storage of Telemes cheese. *Food Addit Contam*, 5, 437-443, 2001.

**6. Srivastava VP, Bu-Abbas A, Alaa-Basuny, Al-Johar W, Al-Mufti S and Siddiqui MKJ:** Aflatoxin M<sub>1</sub> contamination in commercial samples of milk and dairy products in Kuwait. *Food Addit Contam*, 11, 993-997, 2001.

**7. Veldman A, Meijst JAC, Borggreve GJ, Heeres-van der Tol JJ:** Carry-over of aflatoxin from cow's food to milk. *Anim Prod*, 55, 163-168, 1992.

**8. Bullerman LB:** Significance of mycotoxins to food safety human health. *J Food Protect*, 42, 65-86, 1979.

**9. Çoksöyler N:** İçel Yöresinde Yetiştirilmekte Olan Yerfıstıklarında Aflatoksin Oluşumu Üzerine Araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü. Yayın No: 6, Ankara, 28, 1987.

**10. Tunail N:** Aflatoksinlerin detoksifikasyonu. **In**, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Sim Matbaacılık, Ankara, 522, 2000.

**11. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı:** Türk Gıda Kodeksi Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ. Tebliğ No: 2008/26, *Resmi Gazete*, Sayı: 26879, Tarih: 17.05.2008.

**12. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı:** Yemlerde istenmeyen maddeler hakkında tebliğ. Tebliğ No: 2005/3, *Resmi Gazete*, Sayı: 25718, Tarih: 05.02.2005.

**13. R-Biopharm GmbH:** Enzyme immunoassay for the quantitative analysis of aflatoxin M<sub>1</sub>. Art. No: R. 1101. R-Biopharm GmbH, Darmstadt. Germany, 1999.

**14. Galvano F, Galofaro V, De Angelis A, Galvano M,**

**Bognanno M, Galvano G:** Survey of the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in dairy products marketed in Italy. *J Food Protect*, 61, 738-741, 1998.

**15. Barbieri G, Bergamini C, Ori E, Reska P:** Aflatoxin M<sub>1</sub> in parmesan cheese: HPLC determination, *J Food Sci*, 56, 1313-1331, 1994.

**16. Pittet A:** Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds-an updated review. *Rev Med Vet*, 149, 479-492, 1998.

**17. Concon JM:** Contaminants and additives. Food Toxicology, Part-B, pp. 667-743, Marcel Dekker Inc, New York, 1988.

**18. Price WD, Lovell RA, Mc Chesney DG:** Naturally occurring toxins in feedstuffs: Center for Veterinary Medicine Perspective. *J Anim Sci*, 71, 2556-2562, 1993.

**19. Van Egmond HP:** Aflatoxin M<sub>1</sub>: Occurrence, toxicity, regulation. **In**, Van Egmond HP (Ed): Mycotoxins in Dairy Products. pp. 11-49, Elsevier, London, 1989.

**20. Scott PM:** Methods for determination of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and milk products review of performance characteristics. *Food Addit Contam*, 6, 283-305, 1989.

**21. Oruç HH:** Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M<sub>1</sub> ve Türkiye'deki durumu. *Uludağ Univ Vet Fak Derg*, 22, 121-125, 2003.

**22. Blanco JL, Dominguez L, Gomez-Lucia E, Arayzabal JFF, Garcia JA, Suarez G:** Presence of aflatoxin M<sub>1</sub> in commercial Ultra-High-Temperature-Treated milk. *Appl Environ Microb*, 54, 1622-1623, 1988.

**23. Domagala BJ, Kisza J, Blüthgen A, Heeschen W:** Contamination of milk with aflatoxin M<sub>1</sub> in Poland. *Milchwissenschaft*, 52, 631-633, 1997.

**24. Meerarani S, Ramadass P, Padmanaban CD, Nachimuthu K:** Incidence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk samples Chennai (Madras) city. *J Food Sci Tech*, 34, 506-508, 1997.