

# SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNE AFLATOKSİN BULAŞMA KAYNAKLARI VE ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Ahmet Ayar, Durmuş Sert

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya  
aayar@selcuk.edu.tr , dsert@selcuk.edu.tr

## ÖZET

Süt ve süt ürünlerinde gelişen küfler değişik mikotoksinler üretmektedir. Bu toksinlerin insan sağlığı üzerinde önemli derecede olumsuz etkileri bulunmaktadır. Aflatoksin yaygın olarak *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* küflerinin gıda ya da besinler üzerinde büyümesi sırasında üretilen toksik ve kanserojenik maddedir. Aflatoksin B<sub>1</sub> toksijenik küfler tarafından üretilen mikotoksinlerin en tehlikelidir. Bu toksinle bulaşık diyetleri metabolize eden memeliler aflatoksin M<sub>1</sub> veya süt toksini olarak bilinen 4-hidroksi aflatoksin B<sub>1</sub> metabolitini sütlerine geçirirler. Aflatoksin B<sub>1</sub>, karaciğerde metabolize edilmekte ve türe bağlı olarak başta aflatoksin M<sub>1</sub> olmak üzere birkaç metabolitik dönüşüme maruz kalmaktadır. Özellikle *Aspergillus spp.* küfler süt ve süt ürünlerinde yaygın bir gelişme gösterdiğinden süt ürünlerinin üretim, depolama ve tüketim aşamalarında mümkün olduğunca küf kontaminasyonunun önüne geçilmeli ve bu ürünlerin üretiminde kullanılacak starter küflerin toksin üretmeyen karakterde olması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Süt ve Süt Ürünleri, Mikotoksinler, Aflatoksin

## ABSTRACT

Some mould species growing on milk and dairy products produce various toxins, which cause serious health problems for human. Aflatoxin is a collective term that refers to a group of highly toxic and carcinogenic substances produced by the common molds *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* during their growth on foods or feeds. Aflatoxin B<sub>1</sub> is the most dangerous of mycotoxins produced from toxigenic fungi. Mammals ingesting diets which was contaminated with aflatoxin B<sub>1</sub> is excrete in their milks, the metabolite of aflatoxin M<sub>1</sub> known as dihydroxy aflatoxin B<sub>1</sub> or milk toxin. Aflatoxin B<sub>1</sub> is metabolized by liver and also can undergo several metabolic transformations depending on species. Since *Aspergillus spp.* grow widely on milk and dairy products, contamination of which must be prevented during process, storage and consumption of dairy products as strictly as possible. In addition, starter moulds to be used in this products production must be of non-toxin forming characteristics.

**Key Words:** Milk and Dairy Products, Mycotoxins, Aflatoxin

## GİRİŞ

Gıda maddeleri, gerek doğal florasında bulunan, gerekse sonradan yetersiz hijyenik şartlar nedeniyle bulaşabilen mikroorganizmalar tarafından, koşullar uygun olduğu takdirde bazı değişikliklere uğrar. Bu değişikliklerin büyük kısmını da küfler oluşturur. Küflü besinlerin tüketilmesi de halk sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir [6].

Bazı toksikojenik küflerin gıda ve yemlerde ürettiği mikotoksinler, insan ve hayvanlar üzerinde kanserojenik, mutajenik, teratojenik ve zehirli etkilere sahip kimyasal maddelerdir. Mikotoksinler, kimyasal isimleri ile adlandırılabilir gibi (deoksinivalenol), ismi onu üreten küftende türetilebilir (aflatoksin) [12]. Aflatoksinler *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* türlerinin metabolitleridir. Büyüme, hasat ve depolama sırasında gıda ve yem maddelerinde kolaylıkla vuku bulabilirler. Aflatoksinlerin en az 18'e yakın formu olmakla birlikte doğal olarak en fazla 4 ana türü, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> sentezlenir. *A. parasiticus*' un tüm suşları 4 aflatoksin formunu birden sentezlerken, *A. flavus* türünün bazı suşları sadece B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> formunu sentezler. Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>' nin deney hayvanları üzerinde akut toksik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak aflatoksinlerin akut toksik etkiden çok kanserojenik özellikleri vardır. Hayvan denemelerinde özellikle aflatoksin B<sub>1</sub>' in karaciğer kanserine yol açtığı saptanmıştır. Düzenli olarak aflatoksin içeren gıdaları tüketen insanların karaciğerlerinde sıklıkla tümörlere rastlandığı ve deney hayvanları üzerinde yapılan denemelerde aflatoksinlerin mutajenik ve teratojenik etkiye sahip olduklarının saptandığı bildirilmektedir [11,3].

Süt, yenilebilir hayvansal dokulardan insan diyetine geçen aflatoksin kalıntılarını içerme bakımından en riskli ürünlerden biridir. Yetişkinlere oranla büyüme olan çocuklar için temel bir besin olduğu için, gerek anne sütü ve gerekse ticari olarak satılan süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M<sub>1</sub>' in bulunması gıda hijyeni bakımından büyük bir risk oluşturmaktadır [10] Bu riski azaltmak için bir çok gelişmiş ülke, süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı ile ilgili olarak maksimum sınırlar belirlemişlerdir . Ancak, bu sınırlar halen daha tartışmalıdır. Günümüzde bu düzenleme sınırları, gelişme derecesi ve ekonomik durumuna bağlı olarak ülkeden ülkeye büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Son yıllarda, bu sınırları bilimsel olarak standardize etmek amacıyla, Avrupa Birliği tarafından görevlendirilen uzman bir grup sütte bulunabilecek aflatoksin M<sub>1</sub> seviyesi için 50 ng/lit ve bebek gıdaları için 1 ng/lit' den az bir sınır teklif etmiştir [7]. Ülkemizde de gıda maddelerinde en yüksek kabul edilebilir değer, aflatoksin B<sub>1</sub> için 5 ppb, toplam aflatoksin miktarı için ise 10 ppb olarak belirlenmiştir [1].

Tarım ürünlerindeki aflatoksinler en zehirli mikotoksinlerdir ve son yılların en önemli mikrobiyolojik sorunlarından biridir [5].

## AFLATOKSİNİN SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNE GİRİŞ YOLLARI

Aflatoksin, gıda yem maddelerinde bulunan *A. flavus* ve *A. parasiticus* küflerinin gelişmelerinden açığa çıkan kanserojenik ve yüksek derecede toksik madde olarak ifade edilmektedir. Bizim, aflatoksin ve toksijenik aspergilli ile iki kaygımız vardır : Birincisi, çok küçük

oranda tüketilen aflatoksinin sağlığa potansiyel bir tehlike oluşturması; ikincisi, toksijenik küfün doğada geniş ölçüde dağılmış olması ve böylece onların gıda ve yem maddelerine bulaşmış olmalarıdır. Aflatoksin süte, inekler ancak aflatoksin B<sub>1</sub> içeren besin tükettiği zaman kontamine olur. Bu da aflatoksinin en toksik halidir. Sindirilmiş birkaç aflatoksin B<sub>1</sub>, ineğin karaciğeri tarafından M<sub>1</sub>' e çevrilir. Aflatoksinin bu formunda sütte vücuttan çıkarılır. Süttten yapılan bu ürünler M<sub>1</sub> ihtiva edecektir. Bir süt ürünündeki toksijenik *Aspergillus* spp.gelişimi küf tarafından sentezlenen bir veya birkaç aflatoksinin üründe kontaminasyonuna yol açacaktır. Böyle bir süttten yapılan peynirin M<sub>1</sub> içermesi olasıdır.

Sütte aflatoksin M<sub>1</sub>' in dağılımı homojen değildir. Krema ayrımı bu dağılımı etkileyebilir. Çünkü, aflatoksin M<sub>1</sub>' in yaklaşık % 80' i süttün yağsız fraksiyonunda bulunmakta ve bunun yaklaşık olarak % 30' ununda yağsız süt katlılarıyla özellikle kazeinle birlikte olduğu tahmin edilmektedir [2]. Bu durum, aflatoksin M<sub>1</sub>' in yağsız fraksiyonda baskın olmasına yol açan yarı polar karakterde olması ile izah edilmektedir. Bir çok araştırmacıya göre, aflatoksin M<sub>1</sub> varlığında mevsimsel bir etki söz konusudur. Bazı araştırmacılar, kış aylarında ineklerin fazlaca karışık yemlerden, yaz ve bahar aylarında ise daha ziyade doğadan istifade etmeleri nedeniyle ; soğuk mevsimlerde sıcak mevsimlere nazaran daha yüksek miktarlarda aflatoksin M<sub>1</sub>' e rastlandığını ifade etmişlerdir [4].

Bulaşık yemlerin tüketimi sonucu çiğ sütte aflatoksin oluşması, ürün yüzeyinde gelişen *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* türü küflerin aflatoksin sentezlemesi ve üretim sırasında zenginleştirme maksadı ile kullanılan kakı maddelerinde ve özellikle süt tozunda bu toksinlerin bulunması süt ürünlerinde aflatoksinlerin bulunma nedenlerinin başlıcalarıdır.

### BAŞLICA AFLATOKSİNLER

Aflatoksinlerin en az 18'e yakın formu olmakla birlikte doğal olarak en fazla 4 ana türü B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> sentezlenir. *A. paraticus*' un tüm suşları 4 aflatoksin formunu birden sentezlerken, *A. flavus* türünün bazı suşları sadece B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> formunu sentezler. Aflatoksinler, ultraviyole ışık altında verdikleri renge göre ayrılırlar. Mavi ışık veren iki tür B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> olarak, yeşil ışık verenler ise G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> olarak adlandırılır. B<sub>2</sub> ve G<sub>2</sub> B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>' in dehidro türevleridir. M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> ise B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>' nin türevleri olup aflatoksinli yem ile beslenen hayvanların süt, idrar ve dışkılarından izole edilmiştir. M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> toksinleri ultraviyole ışık altında sırasıyla, mavi-mor ve mor ışık verir. Yem ile birlikte aflatoksin B<sub>1</sub> alan ineğin, aldığı B<sub>1</sub> toksininin % 1-3 kadar bir miktarı hayvan süttünden M<sub>1</sub> olarak izole edilebileceği bildirilmiştir.

### BİR İNEK AFLATOKSİNLİ YEM TÜKETİRSE NE OLUR?

Aflatoksinler genel olarak küfler tarafından üretilen yüksek toksik etkiye sahip sekonder metabolitlerdir. Yetiştirme, hasat ve depolama esnasında gıda ve yem maddelerinde küfler tarafından kolaylıkla üretilebilir. Yani aflatoksinler veya bunları üreten küfler toprak ve bitki gibi kaynaklarla zincirleme olarak süte geçmekte ve bu hem hayvan için hem de süttü tüketen insanlar için önemli riskler oluşturmaktadır.

Aflatoksinlerin etkisi bazı hayvanlar üzerinde yapılan

araştırmalara göre süt miktarında azalma, yemden istifade edememe, yaralanmaya karşı aşırı duyarlılık, kanın pıhtılaşma düzeyinin bozulması, karaciğer enzimlerinin aktivitesinde bozulma ve karaciğerde A vitamini noksanlığı gibi biyokimyasal değişimlerle kendini gösterir. Aflatoksinlerin etkilerine bağlı olarak insan ve hayvanlarda karaciğer kanseri riskinin % 40 kadar daha fazla olduğu görülmüştür [8].

Bir inek aflatoksinli yem tüketirse, besin öncelikle çok sayıda mikroorganizma ihtiva eden şirdene (rumen) girecektir. Yemlerle alınan AFB<sub>1</sub>' in yaklaşık olarak % 3' ü AFM<sub>1</sub> olarak süte geçmektedir. Hayvan yemi tükettikten yaklaşık 12 saat sonra AFM<sub>1</sub> sütte görülmeye başlar, 3-4 gün içerisinde maksimum seviyeye ulaşır [9].

Süte bulaşan aflatoksin ısı işlemi ile süttten tam olarak uzaklaştırılmaz. Yapılan araştırmalara göre şirden sıvısından yaklaşık % 40 aflatoksin izole edilmiştir [9]. Eğer bir inek aflatoksinli yem tüketirse bir dizi fizyolojik etki meydana gelebilir. Sonuç olarak, aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı sütteki aflatoksin M<sub>1</sub>' de olduğu gibi % 1' den % 3' e çıkacaktır. Aflatoksin M<sub>1</sub>, inek toksini tükettikten yaklaşık 42 saat sonra sütte görülmeye başlar. Toksik yemlerin alınmasından itibaren 3-4 gün içerisinde maksimum miktara ulaşır ve toksik madde besinin tüketilmesinden 3-4 gün sonra sütte bulunur.

### AFLATOKSİN İLE KİRLENMİŞ SÜT İŞLENİRSE NE OLUR?

Süt işlenmediği takdirde bozulan ve homojenitesini çabucak kaybeden hayvansal bir üründür. Bir çok şekilde işlenebildiği için, aflatoksin M<sub>1</sub>' in dağılımı ve stabilitesi üzerine işleme ve depolamanın farklı etkileri söz konusudur.

Aflatoksin M<sub>1</sub>, süt çeşitli işlemlere tabi tutulduğu zaman daha açık bir şekilde gözükmektedir. Böylece sütteki önemli miktarda aflatoksinin süttten yapılmış ürünlerde gözükeceği beklenmektedir.

Süte, genel olarak satışa sunulana kadar bazı ısısal işlemler uygulanmaktadır. Marth [9], süttü doğal ve yapay olarak bir dizi ısı işleme tabi tutmuşdur. Genel olarak, 15 veya 30 dakika ısıtılmış süt 40 dakika ısıtıldan daha fazla aflatoksin kaybetmiştir. Bunlara ilaveten, farklı sıcaklık aralıkları, analiz metotları ve süttün doğal veya suni olarak bulaşık olup olmama durumuna göre değişik bir çok veri bulunmaktadır [9]. M<sub>1</sub> kaybı % 6' dan % 41' e kadar değişmektedir. Sonuçlar çok çeşitli olsa da süttün ısıtılmasının bazı aflatoksin M<sub>1</sub> kaybıyla sonuçlandığı kesindir.

Bulaşık yemlerin tüketimi sonucu çiğ sütte aflatoksin M<sub>1</sub> oluşması, nihayi üründeki aflatoksin M<sub>1</sub>' in başlıca sebebidir.

Aflatoksin yemlerde belirli *Aspergillus* spp. türü küfler tarafından üretilmektedir. Bu tür besinlerin inekler tarafından tüketilmesi süttlerde aflatoksin M<sub>1</sub>' in oluşmasıyla sonuçlanır. Aflatoksinli süttün ısıtılması bazı aflatoksin M<sub>1</sub>' in kaybına yol açmaktadır. Toksinin yaklaşık % 80'i yayık ayranında gözükmektedir, kontamine olmuş kaymaktan yapılmış tereyağında aflatoksin M<sub>1</sub> daha çok kaymakta oluşur. Uygun ısıda, peynirdeki toksijenik aspergillinin gelişimi peynirin 1,3 cm' sinden 2,0 cm' sine kadar nüfuz edebilen aflatoksin üretimi ile sonuçlanır. Pastörizeli işlenmiş peynir üretmek için aflatoksin B<sub>1</sub>' li peynir kullanımı sadece peynirdeki % 5 oranında toksin kaybıyla sonuçlanmaktadır.

**SONUÇ**

Aflatoksin hem sağlık hemde ekonomik bakımdan önemli kayıplara neden olmaktadır. Sütçülükte önemli olan sağlıklı ve kaliteli hammadde ile aynı özelliklere sahip ürün üretmektir. Kalitesiz ve sağlıklı sütlerden kaliteli ürün üretmek mümkün değildir. Bu nedenle hammadde kalitesi ile ilgili kritik kontrol noktalarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemiz sütçülüğünün gelişmesi ve sağlıklı süt ürünlerinin üretilebilmesi için bu konuda gerekli kontrollerin yapılması ve önlemlerin alınması gerekir. Aflatoksinler için mevcut olan düzenleme sınırlarını standardize etmek ve düşük seviyelerde uzun süre maruz kalma sonucu doğabilecek sağlık riskleri üzerinde yoğunlaşmakta fayda vardır.

**KAYNAKLAR**

1. Anonymous, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Sayı: 23172.
2. Applebaum, R. S., Brackett, R. E., Wiseman, D. W. and Marth, E. H. Aflatoxins: Toxicity to Dairy Cattle and Occurrence in Milk and Milk Products. *J. Food Prot.*, 45: 903-904, 1981.
3. Betine, W. 1989: Aflatoxins, Sterigmatocystins and Versicolorins, Mycotoxins. *Elsevier*: 114-139.
4. Blanco, J. L., Dominguez, L., Gomez-Lucia, Garayzabal, J. F. F., Garcia, J. A. and Suarez, G.

Presence of Aflatoxin M<sub>1</sub> in Commercial Ultra-High Temperature-Treated Milk. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 54 (6): 1622-1623, 1988.

5. Bullerman, L. B. 1986. Mycotoxins and Food Safety. *Food Technology*. 40, 5: 59-66.

6. Çoksöyler, N. 1977. Süt ve Mamüllerinde Aflatoksin Oluşumu Üzerinde Araştırmalar. Anakara Üniv. Ziraat Fak. İhtisas Tezi.

7. Galvano, F., Galofaro, V., Galvano, G. Occurrence and Stability of Aflatoxin M<sub>1</sub> in Milk and Milk Products. *J. Food Prot.*, 59 (10): 1079-1090, 1996.

8. Gourama, H. and Bullerman, L. B. *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*: Aflatoxigenic Fungi of Concern in Foods and Feeds. *J. Food Prot.*, 58 (12): 1395-1404, 1995.

9. Marth, E. H. 1979. Aflatoxin in Milk, Cheese and Other Dairy Products. Marschall Holian ? Speciality Cheese Seminars 32.

10. Sert, S. Gıda ve Yem Maddelerinde Aflatoksinler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., *Ziraat Fak. Der.*, 14 (3-4): 181-187, 1983.

11. Shank, R. C. 1981. Aflatoxins, Mycotoxins and N-Nitroso Compounds Environmental Risks. Volume 11. *CRC Press*. Inc. USA: 3-27.

12. Viladimir, B. 1989. Mycotoxins, Chemical, Biological and Environmental Aspects. *Elsevier*, Newyork: 115-125.

**PEYNİRDE KALİTE BERPEY**

● Tam Yağlı Beyaz Peynir ● Bergama Teneke Tulum ● Lor

ÖNCÜ PETROL TARIM GIDA VE HAYVANCILIK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.  
AYAZKENT KASABASI BERGAMA / İZMİR

TEL : 0 232 644 10 42 - 644 17 92 FAX : 0 232 644 18 39