



Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunan Başlıca Mikotoksin Türü: Aflatoksinler

Filiz YANGILAR^{*}

Pınar OĞUZHAN¹

¹ Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ardahan

*Sorumlu Yazar:

E-posta: filizyangilar@ardahan.edu.tr

Geliş Tarihi: 16 Şubat 2013

Kabul Tarihi: 07 Nisan 2013

Özet

Aflatoksinler, gıdalar ve yemlerin üzerinde/içinde bulunan *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*, bazı *Penicillium* ve *Fusarium* türlerinin ürettiği, yüksek derecede toksik, kanserojenik, teratojenik, ve mutajenik olan mikotoksinlerdendir. Aflatoksin türevleri içinde toksik ve kanser yapıcı etkisi en fazla olan Aflatoksin B₁ (AFB₁)'dir. Özellikle kontamine yemlerle alınan AFB₁, sindirim sisteminde metabolize olarak hayvanların sütlerine Aflatoksin M₁ (AFM₁) olarak geçmektedir. Bu ürünleri, günlük yaşam ve diyetlerinde sıklıkla tüketen insanların, özellikle de bebek ve çocukların sütte bulunan AFM₁ toksinine maruz kalma riski daha da yüksektir. Bu durum süt ve süt ürünlerinde bulunan AFM₁ düzeyi tespiti için halk sağlığı açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu derlemede, AFM₁'in süt ve süt ürünleri için önemi, dünyada ve ülkemizde süt ve süt ürünlerinde bulunan AFM₁ miktarları ve ülkemizde üretilen süt ve süt ürünlerinin AFM₁ açısından risk potansiyeli tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin M₁, Süt ve ürünleri, *Aspergillus*

The Principal Mycotoxin Species in Dairy Products: Aflatoxins

Abstract

Aflatoxines are produced by some types of *Aspergillus* (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*), by some types of *Penicillium* and *Fusarium* on/in foods and feeds. They are highly toxic, cancerogenic, teratogenic and mutagenic mycotoxins. Among of aflatoxine types, Aflatoxine B₁ (AFB₁) is the most toxic and one. AFB₁, which is taken particularly from contaminated feed passes into the milk of the animals as Aflatoxine M₁ (AFM₁) after being metabolized in the digestion system. It is a high possibility that people who consume such kind of milk in their daily life and diets and particularly the babies and the children will be exposed to AFM₁ found in the milk. In this study, importance of AFM₁ in dairy products, the amounts of AFM₁ that may be found in milk and milk products in our country and in the world will be put forward and the risk potential of the milk and milk products produced in our country will be discussed in terms of AFM₁.

Keywords: Aflatoxin M₁, Dairy Products, *Aspergillus*

GİRİŞ

Mikotoksin, küfün metabolizma ve/veya gelişmesinde önemli rolü olmayan, küfler tarafından logaritmik gelişme fazının sonunda sentezlenen ikincil toksik metabolitlerdir. *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* tarafından tarım ve gıda ürünlerinde belirli şartlar altında üretilirler [1-3]. Mikotoksinlerin alt grubu olan aflatoksinler; *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* tarafından üretilen toksik, kanserojenik, teratojenik ve mutajenik bileşiklerdir [4-11]. Aflatoksin kelimesi cins ismi olan *Aspergillus*'un ilk harfi "A" ile tür ismi *flavus*'un ilk üç harfi olan "FLA" harflerinin birleştirilmesi ve sonuna latince zehir anlamına gelen "TOKSİN" kelimesinin eklenmesiyle oluşturulmuştur [12].

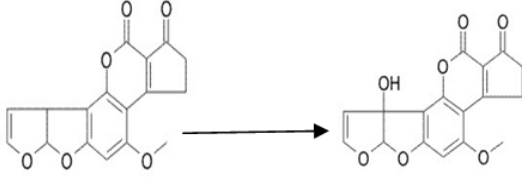
Aflatoksinler; aflatoksin B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ ve M₂ olmak üzere altı ana bileşikten oluşmaktadır [6, 9, 13-16]. Belirtilen bu çeşitlere ilave olarak *A. flavus* kültür ortamlarında aflatoksin G₁ ve G₂'nin hidroksi türevleri olan aflatoksin GM₁ ve GM₂ ile dihidroksiaflatoksin GM_{2a} ve GM_{2a} metabolitleri de izole ve tanımlanmıştır. Benzeri şekilde B₂ ve G₂'nin hidroksi türevleri olan ve nispeten az toksik olan B_{2a} ve G_{2a} türevlerinin de bulunabileceği anlaşılmıştır [17, 18]. Aflatoksinlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir [19].

Tablo 1. Aflatoksinlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Aflatoksin	Moleküler Formülü	Moleküler Ağırlığı (Dalton)	Kaynama Noktası (°C)
B ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312	268-269
B ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	286-289
G ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	244-246
G ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	237-240
M ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	299
M ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	293

Aflatoksinler, suda az (10-30 µg/ml) ama metanol, kloroform ve diğer birçok organik çözücüde kolay çözümler. Isıya karşı stabildirler. AFB₁, 268-269 °C ergime noktasında, renksiz kristaller oluşturur [20]. Kimyasal yapıları önemli derecede farklılıklar göstermekle birlikte, hemen hepsi nispeten düşük molekül ağırlıklarına sahiptirler [21]. AFB₁ kontamine olan yemlerle beslenen hayvanların sütlerinde, 12-24 saat sonra AFM₁ oluşmaktadır [6, 22]. Laktasyon döneminde AFB₁ ile kontamine olan yemleri tüketen hayvanların sütlerinde, AFM₁ hepatik mikrosomal sitokrom P450 tarafından hidroksillenmiş metabolitleridir [3, 11, 22-27].

AFB₁ ve AFM₁ kimyasal yapısı Şekil 1’de verilmiştir [28, 29].

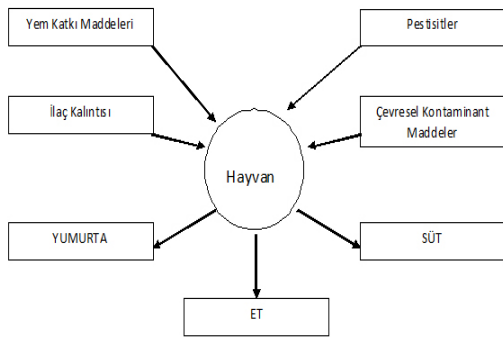


Şekil 1. AFB₁ ve AFM₁’in kimyasal yapısı

Aflatoksinin gıdalardaki üretimi çoğu faktör (bölge ve mevsim, ürünlerin hasat ve depolama işlemlerindeki nem ve sıcaklık) tarafından etkilenmektedir [30]. Aflatoksinlerin gelişmesinde nispi nem ve sıcaklık önemli parametrelerdir. Aflatoksijenik küflerin gelişmesi için optimum şartlar 23-35 °C ve %70’in üzerindeki nispi nemdir. Ayrıca, gıdalarda aflatoksin üretimi ve misel gelişimi sıcaklık ve su aktivitesi (a_w) ile kontrol edilmektedir. Diğer faktörler ise, sıcaklık uygulaması, modifiye atmosfer paketlenme ve koruyucu madde kullanımıdır [31-34].

Aflatoksin M₁’in Süt ve Ürünleri Açısından Önemi

İnsan beslenmesinde ayrı bir yeri olan süt ve süt ürünlerinin toksik ve kanserojenik özelliğe sahip olan AFM₁ ile kontamine olması, önemli bir sağlık riski oluşturmaktadır [6, 8, 35]. Sütün yeni doğmuş ve gelişme çağındaki çocuklar gibi zayıf immunolojik sisteme sahip olan kişiler tarafından yoğun miktarda tüketildiği göz önüne alındığında tehlikenin boyutları daha da artmaktadır [6]. İnsanların aflatoksine doğrudan maruz kalmaları; aflatoksinle kontamine olan gıda maddelerini tüketmek yoluyla sindirim sistemi ve/veya kontamine gıdalara temas sonucunda deri ve solunum yoluyla olmaktadır. Dolaylı olarak maruz kalma ise, aflatoksinlerle kontamine yem maddelerini tüketen hayvanların karaciğer, süt ve yumurtalarının insanlar tarafından tüketilmesi sonucu meydana gelmektedir [36]. Hayvansal kaynaklı gıdalarda farklı rezidü (kalıntı) orjin kaynakları Şekil 2’de verilmiştir [18, 37].



Şekil 2. Hayvansal kaynaklı gıdalarda farklı rezidü (kalıntı) orjin kaynakları

Çiğ ve işlem görmüş süt ürünlerinde AFM₁ varlığı stabildir, sütün peynire işlenmesinden veya pastörizasyondan etkilenmemektedir [6, 22, 38-43]. Çiğ süt AFM₁ içeriyorsa bu süttten elde edilen peynirin [38, 39, 41, 44] ve peynir altı suyunun da AFM₁ içereceği bildirilmektedir [45]. Sütte bulunan AFM₁’in peynir ve peynir altı suyundaki dağılımı oldukça fazla değişkenlik gösterebilmektedir.

Sütte bulunan AFM₁’in süt ürünlerine dağılımı farklıdır. Örneğin peynirde yaklaşık %40–60, kremada %10 ve yağda %2’den daha az oranda bulunmaktadır [46]. Bazı araştırmalarda; AFM₁ miktarı, peynirde fazla iken [47], bazı araştırmalarda ise peynir altı suyunda daha fazla tespit edilmiş veya eşit bulunmuştur [48]. Birçok araştırmacı yemlerdeki AFB₁ miktarı ile sütteki AFM₁ miktarı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmektedir [49, 50]. AFB₁ içeren yemlerle beslenen hayvanların laktasyon döneminde AFM₁ süte geçtiği için; süt, peynir, yoğurt, süt tozu ve tereyağı gibi ürünlerde AFM₁ bulunabilmektedir [46].

Süt ve ürünlerinden özellikle peynir en fazla aflatoksin riskini taşıyan ürünlerdir. Peynirlerde küflerle kontaminasyon özellikle olgunlaşma süresi uzun sert peynirlerin kabuk bölgesinde gerçekleşmektedir. Kabuk bölgesinde gelişen küfün türüne bağlı olarak oluşan mikotoksinler 6-8 cm derinliğe kadar difüze olabilmekte ve özellikle peynirde iz miktarda saptanan aflatoksinin bile 1-2 cm derinliğe inebildiği bildirilmektedir. Aflatoksin 7–10°C’lerin altında sentezlenemediği için peynirlerin 4°C’de muhafazası sonraki oluşumları engellemektedir [45].

Süt ve süt ürünlerinde AFM₁’in tespitinde kullanılan analitik metodlardan başlıcaları; ince tabaka kromatografisi (TLC), yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC), enzimle işaretli immuno reaktif (ELISA) [3, 15, 16, 51], immunoafinite kolon, minikolon tekniği, florometrik metod, düzenleyici etki analizi (RIA) ve çok kısıtlı kullanım alanı bulunan kütle spektrofotometresi olarak sınıflandırılabilir [52]. Tüm bu teknikler içerisinde hızlı, pratik ve etkili olması gibi bazı avantajlarından dolayı en fazla kullanılan yöntem ELISA’dır [3, 52-54].

Süt ve Süt Ürünlerinde AFM₁ Limitleri

Aflatoksinlerin, insanlar ve hayvanlar üzerinde toksik ve kanserojenik etkileri vardır [55]. Bu nedenle süt, peynir ve diğer süt ürünlerinde bulunması gereken maksimum limitler belirlenmiştir. Bu yasal limitler, ülkenin gelişmişlik düzeyine ve ekonomik durumuna göre farklılık arz etmektedir. Ancak, Hindistan gibi bazı ülkelerde ise belirlenmiş bir yasal limit bulunmamaktadır [6]. Avrupa Birliği ve Kodeks Alimentarius max. AFM₁’in limitini; içme sütü, süt tozunda ve/veya işlem görmüş süt ürünlerinde 50 ng/kg olarak kabul etmiştir [8, 56, 57]. Çeşitli Avrupa ülkeleri ve Amerika’da süt ve süt ürünlerindeki max. kabul edilebilir AFM₁ limitleri Tablo 2’de verilmiştir [55].

Tablo 2. Çeşitli Avrupa ülkeleri ve Amerika’da süt ve süt ürünlerindeki mak. kabul edilebilir AFM₁ limitleri (ng/kg)

Ülke	Süt	Peynir	Tereyağı
İsviçre	50	250	20
Avusturya	50	250	20
Belçika	100	-	-
Almanya	50	-	-
Hollanda	50	200	20
İsveç	50	-	-
Fransa	30 (Çocuklar için)	-	-
	50 (Yetişkinler için)	-	-
Çek Cumhuriyeti	100 (Çocuklar için)	-	-
	500 (Yetişkinler için)	-	-
Bulgaristan	500	-	-
ABD	500	-	-

Ülkemizde süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek AFM₁ miktarını gösteren limitler ise 1997 yılı Türk Gıda kodeksinde belirlenmiştir. Buna göre, sütlerde bulunacak max. AFM₁ miktarı AB limitlerine paralel olarak belirlenirken, peynirlerde bulunabilecek max. AFM₁ miktarı 0,25 µg/kg (0,25 ppb) olarak belirlenmiştir [6, 49, 57].

Süt ve Süt Ürünlerinde AFM₁ ile ilgili yapılan çalışmalar

Fallah et al. [22] İran'ın dört büyük şehrindeki süt zinciri noktalarından ve ünlü marketlerinden temin edilen, Lighvan peyniri ile inek, koyun ve keçi sütlerini içeren endüstriyel ve geleneksel yoğurt örneklerinden (Doogh, Kask), 682 süt türünde AFM₁ varlığını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; geleneksel ürünlerde (koyun ve keçi sütünden) endüstriyel ürünlerden (inek sütünden üretilmiş) daha yüksek AFM₁ varlığı tespit edilmiştir.

Fallah ve ark. [3] yapmış oldukları bir çalışmada, İran'ın merkez bölgesindeki marketlerden satın alınan, 94 krem peynir ve 116 Beyaz peynir örneklerinden oluşan 210 peynir örneği üzerinde AFM₁ varlığını araştırmışlardır. Örneklerdeki AFM₁ seviyelerini ELISA tekniğini kullanarak analiz etmişlerdir. Örneklerin 161'inde ölçülebilir seviyede (50 ng/kg) AFM₁ bulunmuşlardır. Örneklerdeki AFM₁ konsantrasyonunun 52,1 den 785,4 ng/kg'a kadar değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu örneklerin %24,2'sinin bazı ülkeler tarafından kabul edilen yasal sınırları (250 ng/kg) aştığını bildirmişlerdir. Toplanan örneklerden Beyaz peynirlerin %28,4'ünde, krem peynirlerin %19,1'inde AFM₁ seviyesinin yasal limitlere uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Iha et al. [43] Brezilya'da üretilen 123 örneğin (58 peynir, 53 yoğurt ve 12 içme sütü) %67'sinde 10'dan 304 ng/kg aralığında ve analiz edilen peynir örneklerinin %84'ünde >3 ng/kg AFM₁ tespit etmişlerdir. Ayrıca, toplam örneklerin %72'sinde ve yoğurt ile içme sütü örneklerinin %95'inde, 10'dan 529 ng/kg aralığında AFM₁ belirlenmiştir.

Kav et al. [22] yaptıkları bir çalışmada 127 salamura beyaz Urfa peyniri örneklerinde AFM₁ varlığını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, 70,61-770,97 ng/kg AFM₁ ile kontamine edilen 36 peynir örneğinde (%28,3) kabul edilebilir seviyede (≥50 ng/kg) olduğunu bildirmişlerdir. AFM₁ varlığının 36 peynir örneğinin 13 tanesinde (%10,2) Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen 250 ng/kg yasal limitini aştığı bildirilmiştir.

Ertaş et al. [16] Türkiye'nin süt ürünlerindeki AFM₁ varlığını inceledikleri bir çalışmada, 210 örnek üzerinde çalışmışlar ve 135'inde (%64) AFM₁ tespit etmişlerdir. Ayrıca, sadece günlük süt ürünlerinin %7'sinde yasal sınırın üstüne çıktığı ve süt ürünlerindeki AFM₁ varlığının insan sağlığı açısından potansiyel bir tehlike olduğunu vurgulamışlardır.

Hussain et al. [10] Pakistan'ın Faisalabad bölgesinde 5 farklı memeli türünün sütlerinde AFM₁ varlığını HPLC yöntemi ile araştırmışlardır. Toplam 169 numune (55 Buffalo, 40 inek, 30 keçi, 24 koyun ve 20 deve) incelenmiş ve sırasıyla AFM₁ oranı %34,5, %37,5, %20 ve %16,7 olarak belirlenirken, deve sütünde hiç saptanamamıştır.

Tekinşen ve Uçar [50] İstanbul, İzmir, Kayseri, Konya ve Tekirdağ illerinden toplam 92 adet yağ ve 100 adet krem peyniri örneklerinin AFM₁ içeriklerini incelemişlerdir. Yağ örneklerinin tamamında ve krem peyniri örneklerinin %99'unda 10 ppt düzeyinde AFM₁ bulunmuşlardır. Yağ ve krem peyniri örneklerindeki AFM₁ oranlarının sırasıyla 10-7000 ng/kg'dan 0-4100 ng/kg'a kadar değiştiğini gözlemlemişlerdir. Yağ örneklerinin %28'inde, krem peyniri örneklerinin %18'inde AFM₁ oranının Türk Gıda Kodeksinin max. limitlerini aştığını bulmuşlardır.

Örneklerdeki AFM₁ seviyesinin Türkiye'deki insan sağlığı için risk oluşturacak seviyede olduğunu ifade etmişlerdir.

Yaroğlu et al. [6] yaptıkları bir çalışmada Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden topladıkları Beyaz, Kaşar ve eritme peynirlerinin her birinden 200'er adet olmak üzere toplam 600 adet örnek incelemişlerdir. Örneklerin %5'inde AFM₁ tespit etmişlerdir. Beyaz peynir örneklerinin %1'inde ve toplam örneklerin %1'inde AFM₁ düzeyinin Türk Gıda Kodeksi limit değerinin (0,25 ppb) üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Aydemir Atasever et al. [59] Erzurum ilinde satışa sunulan yoğurt ve ayran örneklerinde (80 yoğurt, 80 ayran) AFM₁ varlığını belirlemek için yaptıkları bir çalışmada AFM₁ düzeyinin yoğurt örneklerinin %87,5'inde, ayran örneklerinin ise %90'ında belirlenebilir limitlerin üzerinde olduğunu (5 ng/kg) tespit etmişlerdir. AFM₁ seviyesinin 16 (%20) yoğurt numunesinde ve 11 (%13,6) ayran numunesinde Türk Gıda Kodeksi limitini aştığını rapor etmişlerdir. Araştırmanın sonucunda yüksek AFM₁ düzeyinin Türkiye'de halk sağlığını tehdit eden bir problem olduğunu, bundan dolayı da süt ve ürünlerinin AFM₁ konsantrasyonu yönünden sağlık otoriteleri tarafından rutin olarak kontrol edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Kamkar et al. [60] yaptıkları bir çalışmada, İran'a özgü Beyaz peynirin, peynir altı suyu ve telemesindeki AFM₁ konsantrasyonu incelenmiştir. Konsantrasyonları 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25 ve 1,75 µg/L olan AFM₁'le kontamine olmuş sütlerden İran'ın geleneksel yöntemlerine göre peynirler üretilmiştir. Peynir, peynir altı suyu ve telemeye dağılmış olan AFM₁ miktarları HPLC yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar sırasıyla 0,43, 1,47 ve 1,57 µg/L olarak bulunmuştur. Sütün protein fraksiyonlarındaki AFM₁ yoğunluğunun teleme ve peynirde fazla olmasından dolayı, aflatoksin oranları sırasıyla 3,12 ve 3,65 ve böylece peynir altı suyundaki orandan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Alkan [61] Amasya ilinde satışa sunulan Beyaz peynir örneklerinde AFM₁ varlığını incelemiştir. Amasya ilindeki büyük marketler ile semt pazarlarında satışa sunulan farklı marketlerden 50 adet Beyaz peynir örneğini analiz etmiştir. Örneklerin tamamında AFM₁ saptanırken 50 örnekten sadece bir tanesinin (%2) AFM₁ yönünden Türk Gıda Kodeksinde belirlenen değer üzerinde diğerlerinin ise standarda uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Kendirci [62] laboratuvar koşullarında üç farklı düzeyde kontamine edilen sütlerden kefir üretmiş ve AFM₁ in kefir tanesine geçişini incelemiştir. Çalışma sonucunda 0,1, 0,2 ve 0,5 µg/l düzeyinde AFM₁ ile kontamine edilen sütlerden AFM₁ in kefire geçiş oranı sırasıyla %60, %60 ve %80; kefir tanesine geçiş oranı ise, sırasıyla %1,6, %2,6 ve %2,6 olarak belirlenmiş, ayrıca depolamanın kefirdeki AFM₁ üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Akkaya et al. [63] yaptıkları bir çalışmada, 104'ü normal, 21'i meyveli, 52'si torba yoğurttan oluşan toplam 177 yoğurt örneklerinde AFM₁'i incelemişlerdir. Torba yoğurt örneklerinde bulunan en yüksek AFM₁ miktarı 150 ng/kg, normal ve meyveli yoğurt örneklerinde ise 100 ng/kg olarak bulunmuşlardır. Çalışma sonucunda normal yoğurt örneklerinin %65,4'ünde, meyveli yoğurt örneklerinin %33,3'ünde ve torba yoğurt örneklerinin ise %55,8'inde AFM₁ tespit etmişlerdir. Ayrıca, normal yoğurtların %11,5'inde, meyveli yoğurtların %9,5'inde, torba yoğurtların %21,2'sinde Türk Gıda Kodeksinde bildirilen kabul edilebilir seviyeden (50ng/kg) daha yüksek AFM₁ olduğunu saptamışlardır.

Oruç ve Sonal [64] Bursa'daki süpermarketlerden 51 adet peynir ile 10 adet sokak sütü örneklerini araştırmışlardır. Peynirlerin % 89,47'sinin 0–810 ng/kg (ortalama 129,28 ng/kg) arasında değişen oranlarda AFM₁ içerdiğini, 7 peynir örneğinin ise Türk Gıda Kodeksinde belirtilen sınır değerini (250 ng/kg) aştığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek AFM₁ içeriğini tam yağlı beyaz peynirlerde saptadıklarını, bunu sırasıyla yarım yağlı beyaz peynir, taze kaşar peyniri, eski kaşar peyniri, lor ve tulum peynirlerinin izlediğini bildirmişlerdir. Topladıkları sokak sütlerinden sadece 1 tanesinin 10,8 ng/L düzeyinde AFM₁ içerdiğini bildiren araştırmacılar, bunun Türk Gıda Kodeksi, FAO/WHO ve Avrupa Birliği Standartları'na uygun olduğunu vurgulamışlardır.

Bursa'nın ova ve dağ köylerinden toplanan 115 çiğ süt numunesinde AFM₁ düzeyleri araştırılmıştır. Numunelerin toplamına bakıldığında % 99,13'ünde AFM₁ tespit edilmiş ve bunun da yaklaşık % 60'ının Türkiye ve Avrupa Birliği tolerans limiti olan 50 ng/kg'ı aştığı bildirilmiştir. Ova köylerindeki toplam örneklerin % 61,82'si; dağ köylerinin ise % 56,67'si yine belirtilen tolerans limitini aştığı belirlenmiştir [65].

Erzurum'da üretilen ve satışa sunulan 50 adet civil peyniri örneğinde AFM₁ düzeyleri belirlenmiştir. Peynir örneklerinin 3 adedinde AFM₁ düzeyi, Türk Gıda Kodeksinde bildirilen kabul edilebilir limit değerinin (250ng/kg) üzerinde tespit edilmiştir. Örneklerin 41 adedinde söz konusu limit değerinin altında AFM₁ saptanırken, 6 örnekte ise saptanmamıştır. Civil peynirinin çoğu kez olgunlaştırmayı takiben doğal küflenmeye bırakıldıktan sonra tüketime sunulması, ürünün AFM₁ yönünden riskli besinler arasında sokmaktadır [66].

SONUÇ

Günümüzde gıda alanındaki araştırmalar daha çok insan sağlığı üzerine beslenmenin etkisi üzerinde toplanmaktadır. Diyetimizde uzun bir geçmişi bulunan süt ve süt ürünleri alanındaki çalışmalar insanlık için oldukça önemlidir. Bu çalışmalardan önemli olan bir çalışmada AFM₁ üzerine yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Aflatoxin insan sağlığına olan olumsuz etkilerinden dolayı gıdalarda bulunması istenilmeyen bir metabolittir. AFM₁ ile kontamine süt ve süt ürünlerinin insanlar tarafından tüketilmesini önlemek için öncelikle hayvanların tükettiği yemlerin AFM₁ ile kontamine olmasının engellenmesi gerekmektedir. Ayrıca halkın bu konuda bilgilendirilmesi de önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Jay, J.M., 2000. Modern food microbiology. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg p. 595.
- [2] Razavilar, V., 2003. Pathogenic Microorganisms in Foods and Epidemiology of Food borne Intoxications. Tehran University Press, Tehran. pp. 197-201.
- [3] Fallah, A.A., Jafari, T., Fallah, A., Rahnama, M., 2009. Determination of aflatoxin M₁ levels in Iranian white and cream cheese. Food and Chemical Toxicology, 47: 1872-1875.
- [4] Mortazavi, A., Tabatabai, F., 1998. Mycotoxins (1st ed.). Mashhad: Ferdowsi University Press, pp. 43-83.
- [5] Creppy, E.E., 2002. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe: A Review. Toxicology Letters, 127: 19-28.

[6] Yaroğlu, T., Oruç, H.H., Tayar, M., 2005. Aflatoxin M₁ levels in cheese samples from some provinces of Turkey. Food Control, 16: 883-885.

[7] Baskaya, R., Aydın, A., Yıldız, A., Bostan, K., 2006. Aflatoxin M₁ levels of some cheese varieties in Turkey. Medycyna Wet., 62: 778-780.

[8] Amr Amer, A., Ekbal Ibrahim, M.A., 2010. Determination of aflatoxin M₁ in raw milk and traditional cheeses retailed in Egyptian markets. Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences, 2 (4): 50-53.

[9] Fallah, A.A., 2010. Aflatoxin M₁ contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. Food Control, 21: 1478-1481.

[10] Hussain, I., Anwar, J., Asi, M.R., Munawar, M.A., Kashif, M., 2010. Aflatoxin M₁ contamination in milk from five dairy species in Pakistan. Food Control, 21: 122-124.

[11] Fallah, A.A., Rahnama, M., Jafari, T., Saei-Dehkordi, S.S., 2011. Seasonal variation of aflatoxin M₁ contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. Food Control, 22: 1653-1656.

[12] Rustom, İ.Y.S. 1997. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. Food Chem, 59 (1): 57-67.

[13] Kaya, S., 1995. Veteriner Klinik Toksikoloji Kitabı. Ankara, Medisan Yayınevi, pp. 283-328.

[14] Decastelli, L., Lai, J., Gramaglia, M., Monaco, A., Nachtmann, C., Oldano, F., et al. 2007. Aflatoxins occurrence in milk and feed in Northern Italy during 2004-2005. Food Control, 18: 1263-1266.

[15] Heshmati, A., Milani, J.M., 2010. Contamination of UHT milk by aflatoxin M₁ in Iran. Food Control 21: 19-22.

[16] Ertaş, N., Gonulalan, Z., Yıldırım, Y., Karadal, F., 2011. A survey of concentration of Aflatoxin M₁ in dairy products marketed in Turkey. Food Control, 22: 1956-1959.

[17] Şanlı, Y., 2002. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medipres Matbaacılık, Yayıncılık Medikal Veterinerlik Hizmetleri Hayvansal Ürünler Ticaret ve Pazarlama Limited Şirketi Yayını-Malatya.

[18] Anonim, 2013. <http://www.ciftlikdergisi.com.tr/sutte-aflatoxin-ve-antibiyotik-tartismasi-2.html>. Erişim Tarihi: 29.05.2013.

[19] Applebaum, R.S., Brackett, R.E., Wiseman, D.W., Marth, E.H., 1982. Aflatoxin: Toxicity to dairy cattle and occurrence in milk and milk products. J Food Protect, 45 (8): 752-777.

[20] Doyle, M.P., Applebaum, R.S., Brackett, R.E., Marth, E.H., 1982. Physical, Chemical and Biological Degradation of Mycotoxins in Foods and Agricultural Commodities. J Food Protect, 45 (10): 964-971.

[21] Peraica, M., Radic, B., Lucic, A., Pavlovic, M., 1999. Toxic effects of mycotoxins in humans. Bulletin of the World Health Organization; 77 (9):754-766.

[22] Kav, K., Col, R., Tekinsen, K.K., 2011. Detection of aflatoxin M₁ levels by ELISA in white-brined Urfa cheese consumed in Turkey. Food Control, 22: 1883-1886.

[23] Gürbay, A., Aydın, S., Girgin, G., Engin, A. B., Sahin, G., 2006. Assessment of aflatoxin M₁ levels in milk in Ankara, Turkey. Food Control, 17: 1-4.

[24] Keskin, Y., Baskaya, R., Karsil, S., Yurdun, T., Özyaral, O., 2009. Detection of aflatoxin M₁ in human breast milk and raw cow's milk in Istanbul, Turkey. Journal of Food Protection, 72: 885-889.

- [25] Virdis, S., Corgiolu, G., Scarano, C., Pilo, A.L., De Santis, E.P.L., 2008. Occurrence of Aflatoxin M₁ in tank bulk goat milk and ripened goat cheese. *Food Control*, 19: 44-49.
- [26] Atasever, M., Nizamlioğlu, M., Özturan, K., Karakaya, Y., Ünsal, C., 2006. Erzurum Bölgesinde Tüketime Sunulan Süt ve Süt Ürünlerinin Aflatoxin M₁ Yönünden İncelenmesi. II. Ulusal Veteriner Gıda Hijyen Kongresi, 18-10 Eylül İstanbul Bildiri Kitabı, 231-240.
- [27] Galvano, F., Galofaro, F., Galvano, G., 1996. Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk products. *J Food Protect*, 59: 1079-1090.
- [28] Sweeney, M.J., Dobson, A.D.W., 1999. Molecular biology of mycotoxin biosynthesis. *FEMS Microbiol. Lett*, 175: 149-163.
- [29] Kabak, B., Var, I., 2004. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoxin M₁ Problemi. *Gıda*, 29 (4): 275-279.
- [30] Dashti, B., Al-Hamli, S., Alomirah, H., Al-Zenki, S., Abbas, A. B., Sawaya, W., 2009. Levels of aflatoxin M₁ in milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*, 20: 686-690.
- [31] 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 (devil): 585-94.
- [32] Arrus, K., Blank, G., Abramson, D., Clear, R., Holley, R.A., 2005. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. *J Stored Prod Res*, 41 (5): 513-27.
- [33] Odoemelam, S.A., Osu, C.I., 2009. Aflatoxin B₁ contamination of some edible grains marketed in Nigeria. *E-J Chem*, 6 (2): 308-14.
- [34] Yentür, G., Er, B., 2012. Gıdalarda aflatoxin varlığının değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*. 69 (1): 41-52.
- [35] Prado, G., Oliviera, M.S., Pereira, M.L., Abrantes, F.M., Santos, L.G., Veloso, T., 2000. Aflatoxin M₁ in samples of Mina's cheese commercialized in the city of Belo Horizonte-Minas Gerais/Brazil. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 20 (3): 398-400.
- [36] Rastogi, S., Dwivedi, P.D., Khanna, S.K., Das, M., 2003. Detection of aflatoxin M₁ contamination in milk and infant milk products from Indian markets by ELISA. *Food Control*, 15 (4): 287-290.
- [37] Grossklaus, D. et al., 1991. Notes on technical progress in veterinary public health. *Rev.sci.tech.Off.int.Epiz*, 10 (4): 995-1018. Paris France.
- [38] Blanco, J.L., Domingues, L., Gomezluca, E., Garayzabal, J.F.F., Goyache, J., Suarez, G., 1988. Behavior of aflatoxin during the manufacture, ripening and storage of Manchego-type cheese. *J. Food Sci*, 53: 1373-1376.
- [39] Barbieri, G., Bergamini, E., Reska, O.P., 1994. Aflatoxin M₁ in permesan cheese-HPLC determination. *Journal of Food Science*, 59 (devil): 1313-1331.
- [40] Pietri, A., Bertuzzi, T., Bertuzzi, P., Piva, G., 1997. Aflatoxin M₁ occurrence in samples of Grana Padano cheese. *Food Additives and Contaminants*, 14: 31-34.
- [41] Sarimehmetoglu, B., Kuplulu, O., Celik, T. H., 2004. Detection of aflatoxin M₁ in cheese samples by ELISA. *Food Control*, 15: 45-49.
- [42] Bilandžić, N., Varenina, I. and Solomun, B., 2010. Aflatoxin M₁ in raw milk in Croatia. *Food Control*, 21: 1279-1281.
- [43] Iha, M.H., Barbosa, C.B., Okada, I.A., Trucksess, M.W., 2011. Occurrence of aflatoxin M₁ in dairy products in Brazil. *Food Control*, 22: 1971-1974.
- [44] Kiermeier, F., Weiß, G., Behringer, G., Miller, M., 1977. Über das Vorkommen und den Gehalt von Aflatoxin M₁ in Käsen des Handels. *Zeitschrift Lebensmittel untersuchung und Forschung*, 163, 268-271.
- [45] Henry, S.H., Whitaker, T., Rabbani, I., Bowers, J. and Park, D., 2001. Aflatoxin M₁ Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Report TRS 906-JECFA 56/8.
- [46] Govaris, A., Roussi, V., Koidis A., Botsoglou, N.A., 2001. Distribution and stability of aflatoxin M₁ during processing, ripening and storage of Telemes cheese. *Food Add. and Cont*, 18 (5): 437-443.
- [47] Lopez, C., Ramos, L., Ramadan, S., Bulacio, L., Peres, J., 2001. Distribution of aflatoxin M₁ in cheese obtains from milk artificially contaminated. *J. Food Microbiol*, 64: 211-215.
- [48] Whitlow, L.W., Hagler, Jr. W.M., 2002. Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 74 (28):1-10.
- [49] Bakırçı, İ., 2001. A Study on the Occurrence of Aflatoxin M₁ in Milk and Milk Products Produced in Van Province of Turkey. *Food Control*, 12: 47-51.
- [50] Tekinşen, K. K., Uçar, G., 2008. Aflatoxin M₁ in levels in butter and cream cheese consumed in Turkey. *Food Control*, 19 (1): 27-30.
- [51] Trucksess, M.W., 2001. Rapid analysis (thin layer chromatographic and immunochemical methods) for mycotoxins in foods and feeds. In W. J. de Koe, R. A. Samson, H. P. van Egmond, J. Gilbert, & M. Sabino (Eds.), *Mycotoxins and Phycotoxins in perspective at the turn of the millennium* (pp. 29-40). Wageningen: Ponsen & Looyen.
- [52] Tunail, N., 2000. Mikotoksinler: Gıda Mikrobiyolojisi ve Gıda Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı, Sim Matbaacılık, Ankara, 116-189.
- [53] Rosi, P., Borsari, A., Lasi, G., Lodi, S., Galanti, A., Fava, A., Girotti, S., Ferri, E., 2007. Aflatoxin M₁ in milk: reliability of immunoenzymatic assay. *International Dairy Journal*, 17: 429-435.
- [54] Radoi, A., Targa, M., Prieto-Simon, B., Marty, J.L., 2008. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) based on superparamagnetic nanoparticles for aflatoxin M₁ detection. *Talanta*, 77: 138-143.
- [55] Manetta, A. C., Giuseppe, L.D., Giammarco, M., Fusaro, I., Simonella, A., Gramenzi, A. and Formigoni, A., 2005. High-performance liquid chromatography with post-column derivatisation and fluorescence detection for sensitive determination of aflatoxin M₁ in milk and cheese. *Journal of Chromatography A*, 1083: 219-222.
- [56] Codex Alimentarius Commission, 2001. Comments submitted on the draft maximum level for Aflatoxin M₁ in milk. Codex committee on food additives and contaminants 33 rd session. The Netherlands: Hague.
- [57] European Commission Regulation, 2001. No. 466/2001/EC of 8 March 2001, setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs. *Official Journal of the European Commission*, L077; 1-13.
- [58] Gıda Mevzuatı, Mikrobiyal Toksinler, 2003. (Ek.1), sevki:2003/2, seri XXI, cilt XXI/2, tebliğ no. 2002/63, s 2168.
- [59] Atasever, M.A., Atasever, M., Özturan, K., 2011. Aflatoxin M₁ levels in retail yoghurt and ayran in Erzurum in Turkey. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, 35 (1): 59-62.

[60] Kamkar, A., Karim, G., Aliabadi, F.S., Khaksar, R., 2008. Fate of Aflatoxin M₁ in Iranian white cheese processing. Food and Chemical Toxicology, 46: 2236-2238.

[61] Alkan, Y., 2006. Amasya ilinde satışı sunulan beyaz peynirlerde Aflatoxin M₁ rutubet ve asidite değerleri üzerine bir araştırma tezi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

[62] Kendirci, P., 2002. Kefir ve Kefir Tanesinde Aflatoxin M₁ Yayın Yönetiminin Geliştirilmesi ve Kontamine Sütlerden Kefire ve Kefir Tanelerine Aflatoxin M₁ Geçişinin Araştırılması. Ege Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

[63] Akkaya, L., Birdane, Y., Oğuz, H., Cemek, M., 2006. Occurrence of aflatoxin M₁ in yogurt samples from Afyonkarahisar, Turkey. Bull Vet. Inst. Pulawy, 50: 517-519.

[64] Oruç, H.H., Sonal, S., 2001. Determination of aflatoxin M₁ levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. Vet. Human Toxicol, 43 (5): 292-293.

[65] Oruç, H.H., Kalkanlı, Ö., Cengiz, M., Sonal, S., 2005. Bursa'nın ova ve dağ köylerinden toplanan çiğ sütlerde Aflatoxin M₁ düzeyleri. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu 23-24 Mayıs 2005, 124-127s, İstanbul.

[66] Başkaya, R., Atasever, M., 2005. Civil peynirinde Aflatoxin M₁ düzeyinin belirlenmesi. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu 23-24 Mayıs 2005, 128-133s, İstanbul.