


Çiğ, Pastörize ve UHT Süt ile Tereyağı, Fermente Süt Ürünleri ve Süttozunda AFM₁ varlığı

Selda Bulca , Cavit Bircan

Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aytepe, Aydın

Geliş Tarihi (Received): 23.11.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 15.12.2013

 Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): sbulca@adu.edu.tr (S. Bulca)

☎ 0 256 213 75 03 / 3669 📠 0 256 213 66 86

ÖZET

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. Mikroorganizma gelişmesi açısından yüksek risk kategorisindeki gıdalar arasında yer alan süt için, çiftlikten başlayarak son tüketim noktasına kadar belli önlemlerin alınması ve HACCP sistemi uygulaması ürün güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Toksik bileşikler özellikle Aflatoxin M₁ (AFM₁) ve kalıntılar, ürün kalite ve güvencesinde büyük etkiye sahiptirler. Bu durum da süt ve süt ürünlerinde bulunan AFM₁ düzeyinin tespitini halk sağlığı açısından oldukça önemli kılar. Son yıllarda yapılan araştırmalar AFM₁'in süt ve süt ürünlerinde yaygınlaştığını göstermektedir. Bu derlemede AFM₁'in peynir dışındaki diğer süt ve süt ürünlerinde (çiğ/pastörize/UHT süt, fermente süt ürünleri, tereyağı ve süttozunda) kontaminasyonu konusunda günümüze kadar yapılmış olan yurtiçi ve yurtdışı yayınlarında belirlenen AFM₁ düzeylerinin Uluslararası (Avrupa Birliği ve FAO/WHO Kodeks Alimentarius) Mevzuatlara ve Türk Gıda Kodeksine standartlarına uygunlukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AFM₁, Çiğ süt, Süt, Fermente süt ürünleri, Süttozu

Existence of AFM₁ in Raw, Pasteurized and UHT Milk, Butter, Fermented Dairy Products and Milk Powder

ABSTRACT

Milk and dairy products are important part of daily nourishment. Protein, lipid, carbohydrate, vitamin and minerals which are constituents of milk, provide high nutrition value to milk. However, milk may enable undesirable problems at certain conditions. Most people prefer milk and dairy products in their daily life and diet practices, but milk and its products are commonly consumed by infants and children during their growth. Taking certain precautions and HACCP applications from farm to fork concept is very important from food safety viewpoints for the milk which is in the high risk category foods from microbial growth viewpoints. Toxic components, especially Aflatoxin M₁ (AFM₁) and remnants have great influence on quality and safety of foods. For this reason, the determination of AFM₁ level has become very important in terms of public health. Recent studies have shown that AFM₁ has been widespread in milk and dairy products. In this study, the conformation to legislation and standards (EU, FAO/WHO Codex Alimentarius) of AFM₁ contamination levels in milk and dairy products except cheese (raw/pasteurized/UHT milk, fermented, butter and milk powder) determined by national and international studies were reviewed.

Key Words: AFM₁, Raw milk, Milk, Fermented dairy products, Milk powder

GİRİŞ

Mikotoksinler içerisinde yer alan AFM₁'ler kanser oluşturma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle günümüzde kontamine ürünlerde çok önemli bir araştırma alanını teşkil etmektedirler. Bu sebepten dolayı gıdalarda özellikle süt ve süt ürünlerinde AFM₁ (AFM₁) analizi ve incelenmesi son yıllarda çok daha fazla önem kazanmıştır. Özellikle AFM₁'le kontamine olmuş süt ve süt ürünlerini tüketen toplumun büyük bir kısmını çocuklar, gençler ve yaşlıların oluşturduğu göz önüne alınırsa konunun önemi büyüktür. Bunun yanı sıra süt ve süt ürünleri yeni doğmuş ve gelişmekte olan bebeklerin temel ve tek besin kaynağı olmasından dolayı üzerinde özenle durulması gereken bir konudur. Bebeklerin, kanserojenik maddeleri biyotransformasyon mekanizmasının yetişkinlere göre yeterince gelişmemesi AFM₁'e karşı hassas olmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle de bebek mamaları için belirlenen sınır değerler, süt için belirlenen sınır değerlere göre çok daha düşük seviyede tutulmuştur.

Günümüzde AFM₁, Gıda Güvenliği için potansiyel bir tehdit olarak görülmeye devam etmektedir. Avrupa Birliği ve FAO/WHO Gıda Kodeksi Komisyonunun uyguladığı Avrupa Birliği standartları arasında farklılıklar görülmektedir. Avrupa Birliği, kendi görüşünü dikkate aldığını ve FAO/WHO Gıda Kodeksi Komisyonu limitlerine uymak zorunda olmadığını ifade etmektedir.

AFM₁ ve bunun süt ve süt ürünlerinden olan fermente süt ürünlerinde özellikle çiğ/pastörize/UHT sütte, yoğurt ve kefirde, tereyağı ve süttozunda varlığı konusunda yapılmış yerli ve yabancı kaynaklı araştırmalar aşağıda 4 ana başlık altında toplanmıştır.

ÇİĞ, PASTÖRİZE ve UHT SÜTLERDE AFM₁ VARLIĞI

Çiğ Sütte AFM₁ Varlığı

Günümüzde diğer süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütteki AFM₁'in kontaminasyonu üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve AFM₁'in konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Çiğ sütte bulunan AFM₁ konsantrasyonunun sezonal şartlara bağlı olarak değişip değişmediğini araştırmak için TLC (Thin Layer Chromatography) ile yürütülen bir çalışmada en az AFM₁ konsantrasyonu 1 Haziran tarihinde 30.2 ng/kg olarak tespit edilirken, en yüksek konsantrasyon 63.6 ng/kg ile 15 Nisanda saptanmıştır [3]. Çiğ sütte saptanan AFM₁ kontaminasyon seviyesinin Ocak ayında %40, Şubat ayında %65 ve Mart ayında % 65 oranında değiştiği bildirilmiştir. Yemlerde AFB₁ kontaminasyonu 250-22000 ng/kg olarak tespit edilmiş yemlerin %46.7'sinin Avrupa Birliği Standartlarında belirtilen limitlerin (5000 ng/kg) üzerinde olduğu gösterilmiştir [48]. Bursa'da toplanan 115 adet çiğ süt örneğinde AFM₁ seviyeleri Mart ve Nisan aylarında tespit edilmiştir. Örneklerin toplamına bakıldığında %99.13'ünde AFM₁ tespit edilmiş, bunların yaklaşık %60'ında saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Türkiye ve Avrupa Birliği için limiti olan 50 ng/kg'ı aştığı

belirlenmiştir. Ova köylerindeki toplam örneklerin %61.82'si, dağ köylerinin ise %56.67'sinde saptanan AFM₁ konsantrasyonunun limit değeri aştığı kaydedilmiştir [39]. AFM₁ varlığı Kilis yöresinde üretilen keçi sütlerinde araştırılmıştır [40]. 110 adet keçi sütü örneği Kilis yöresindeki bireysel çiftliklerden Mart ve Nisan aylarında toplanmış ve ELISA yöntemine göre analiz edilmiştir. Sonuçlara göre 17 örnekte AFM₁ konsantrasyonu negatif olmakla beraber 93 örnekte farklı seviyelerde AFM₁ bulunmuştur. 110 örnekten 70'inde AFM₁ konsantrasyonu 5.16-116.78 ng/kg düzeylerin arasında saptanırken örneklerin 7'sinde belirlenen AFM₁ düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limitten (50 ng/kg) daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak Kilis yöresindeki keçi süt örneklerinin %6.36'sinin insan sağlığı açısından risk oluşturacak düzeyde AFM₁ içerdiği tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada Pakistan'ın Punjab kentinden toplanan 162 adet çiğ süt örneğinde AFM₁ analizi yapılmıştır [28]. Toplanan ürünlerin %96.4'ünde AFM₁ seviyesinin Amerika için limit değeri olan 500 ng/kg'ın altında olduğu tespit edilirken örneklerin sadece %3'ünde AFM₁ konsantrasyonunun Amerika, %99.4'ünün ise Avrupa Birliği standart değerlerinin üzerinde olduğu belirtilmiştir. İranda yapılan bir çalışmada çiğ sütteki AFM₁'in yaz ve kış aylarındaki kontaminasyon düzeyi araştırılmıştır [52]. Bunun için 14 farklı eyaletin 15 işletmesinden yaz ve kış aylarında toplanan 319 adet çiğ süt örneklerinin analizi sonucu örneklerin %54'ü AFM₁'ce pozitif bulunurken sütteki ortalama AFM₁ konsantrasyonu 57 ng/kg olarak tespit edilmiştir. Örneklerin %44'ünde AFM₁ konsantrasyonu <10 ng/kg düzeyinde bulunurken, %77'sinde ise bu oran < 50 ng/kg düzeyinde olduğu saptanmıştır. İran'da yaz ve kış sezonunda toplanan çiğ sütteki AFM₁ varlığı tespiti için 186 adet çiğ süt örneği toplanmış ve bunların 119'unda AFM₁ tespit edilmiştir. Örneklerde minimum konsantrasyon 10 ng/L iken, maksimum konsantrasyon 410 ng/L düzeyinde bulunmuştur. 14 örnekte AFM₁ seviyesi Avrupa Birliği standart limitlerinin üzerinde bulunmuştur. Kontaminasyon seviyesi yaz döneminde %56.5 iken kış döneminde %71.7 olarak tespit edilmiştir [19]. Ankara ve çevresinde üretim yapmakta olan 2 ayrı süt fabrikasına, 12 ayrı kaynaktan sağlanan toplam 48 adet inek sütü örneğinde AFM₁ konsantrasyonu HPLC tekniği ile analiz edilmiştir [1]. Örneklerin %72,9'unun AFM₁ içerdiği ve %33,3'ünün de Türk Gıda Kodeksinde bildirilen 50 ng/kg düzeyinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir araştırmada 2002 yılı içerisinde Tarım İl Müdürlüğü Kontrol Şubeleri tarafından 30 ilden toplanan, 543 adet çiğ süt örneğinin %62.2'sinin AFM₁ içermediği, %22.8'inin 1-5 ng/kg arasında ve %15.1'inin de limitlerin üzerinde AFM₁ içerdiği belirlenmiştir [41]. Van yöresinden toplanan 90 adet süt ve süt ürünleri örneklerinden 79'unun AFM₁ içerdiği ve bu örneklerden 35'inin de Türk Gıda Kodeksinde belirtilen sınırın üzerinde olduğu saptanmıştır [3].

Pastörize ve UHT Sütte AFM₁ Varlığı

AFM₁ kontaminasyon seviyesi pastörize sütte araştırılmıştır. Bunun için toplam 85 adet pastörize süt örneği AFM₁'in tespiti için analiz edildikten sonra örneklerin 65'inin AFM₁'le kontamine olduğu ve 48

örnekte AFM₁ düzeyinin Türk Gıda Kodeksi ve Kodeks Alimentarius'da belirlenen limitin üzerinde olduğu bulunmuştur. Bu nedenle süt ve süt ürünlerinin periyodik olarak AFM₁ kontaminasyonu konusunda kontrol edilmesi gerektiği araştırmada belirtilmiştir [6]. İran'da yapılan bir araştırmada farklı süpermarketlerden toplanmış 110 adet pastörize sütte AFM₁ analizi yapılmıştır [30]. AFM₁ ürünlerin %100'ünde tespit edilirken örneklerin yaklaşık %5.4'ünde AFM₁ konsantrasyonu Avrupa Birliği'nce belirlenen limitin üzerinde bulunmuştur. Benzer bir çalışmada Ankaradaki süpermarketlerden rastgele toplanan 5 adet pastörize ve 41 adet UHT süt örneklerinde AFM₁ analizi yapılmıştır. Örneklerin %74'ünde AFM₁ saptanırken, 21 örnekte AFM₁ düzeyinin Türkiye ve Avrupa Birliği'nin AFM₁ için belirtilen limitin üzerinde olduğu saptanmıştır [23]. Ankara'da yapılan bir çalışmada, AFM₁ konsantrasyonu 3 tane pastörize ve 24 tane UHT süt örneğinde analiz edilmiştir [22]. Örneklerin %59.3'ünde AFM₁ tespit edilmiş ancak sadece 1 örnekte AFM₁ seviyesinin Avrupa Birliği ve Türkiye için geçerli limitin üzerinde olduğu saptanmıştır. AFM₁ varlığı ve konsantrasyonu 129 adet UHT süt örneğinde araştırılmıştır. Örneklerin 75'inde (%58.1) yüksek oranda AFM₁ tespit edilirken, 68 örnekte bulunan değerler Avrupa Birliği'nce kabul edilen limitlerin altında olduğu, geri kalan 61 örnekte de AFM₁'in Avrupa Birliği limit değerinin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Örneklerin 4 tanesinde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun da Amerikada belirtilen limitin (500 ng/kg) üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır [54]. Türkiye'de UHT sütte AFM₁ araştırması için 100 adet UHT süt örneği toplanmış ve UHT sütlerin %67'sinin 10-630 ng/kg arasında AFM₁ içerdiği saptanırken, AFM₁ seviyesinin 31 UHT süt örneğinde Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Standartlarında belirtilen limitin üzerinde olduğu belirlenmiştir [53].

Bursa'da yapılan bir çalışmada ise piyasadan toplanan 50 adet tam yağlı UHT süt örneklerinde yapılan analizlerde ortalama AFM₁ konsantrasyonu 101.2±53.8 ng/L olarak tespit edilirken, örneklerin 40 tanesinde saptanan değerlerin Avrupa Birliği standartlarının altında, 10 tanesinde ise limitlerin üzerinde olduğu ortaya çıkarılmıştır [21]. İranda süt üretim çiftliklerinde AFM₁ varlığı 40 adet geleneksel ve 40 adet de yarı-modern işletmeden kış mevsiminde toplanarak analiz edilmiştir [48]. 120 örnekte 68'inde AFM₁ konsantrasyonu 50-352.3 ng/kg iken, 52 örnekte ise konsantrasyon düzeyi 4-50 ng/kg olarak bulunmuştur. Örneklerin genel olarak %56.7'sinde Avrupa Birliği limitlerinin üzerinde değerler saptanırken, belirlenen AFM₁ kontaminasyonunun limit değerlerinin 2 katından daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. İran'ın Esfahan ve Shahr-e-Kord bölgelerinde üretilen pastörize ve UHT sütlerde AFM₁ varlığı araştırılmıştır [45]. Eylül 2006-Eylül 2007 yılları arasında 236 adet çiğ, pastörize ve UHT süt örnekleri süpermarketlerden, Esfahan ve Shahr-e Kord bölgelerinde bulunan 8 farklı süt işletmesinden temin edilmiş ve yapılan analizler sonucunda örneklerin %90.3'ünün ortalama 65 ng/kg oranında AFM₁ içerdiği tespit edilmiştir. Saptanan AFM₁ konsantrasyonları Kodeks Alimentarius ve FDA (Food and Drug Administration) limitlerinin altında iken, 119 örnekte saptanan konsantrasyonların bazı Avrupa

ülkeleri için belirtilen limitin üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır. Ortalama AFM₁ konsantrasyonu pastörize ve UHT sütte sırasıyla 56 ve 65 ng/kg olarak saptanmıştır. Pakistanın Punjab bölgesinde üretilen 169 adet manda, inek, keçi, koyun ve deve sütünden oluşan beş farklı hayvan türüne ait süt örneklerinde saptanan AFM₁ oranları sırasıyla %34.5, 37.5, 20 ve 16.7 olarak bulunurken sadece deve sütlerinde AFM₁ kontaminasyonuna rastlanılmamıştır [27]. Süt ve ürünlerinde AFM₁ varlığı konusunda pek çok araştırma yapılan bir ülke olan İran'ın Urmia bölgesinde üretilen pastörize sütlerde AFM₁ analizi yapılmıştır [51]. Araştırmada 72 adet pastörize süt örneğinin %6.25'inde AFM₁ konsantrasyonu Avrupa Birliği'nce kabul edilen limitlerin üzerinde bulunmuştur. Ürünlerin toplamında var olan AFM₁, inek yemlerinin AFB₁ ile kontamine olduğunu ve bunun da insan sağlığı açısından çok büyük risk oluşturduğunu göstermektedir. Portekiz'de çeşitli marketlerden 101 adet süt örneği toplanmıştır [33]. Süt örneklerinde saptanan AFM₁ seviyesinin çok yüksek olduğu tespit edilirken, AFM₁ çiğ süt örneklerinin %80.6'sında, UHT süt örneklerinin %84.2'sinde saptanmıştır. Süt ve süt ürünlerinde AFM₁ analizinin çok yapıldığı ülkelerden biri olan Hindistan'da yapılan bir çalışmada 18'i zenginleştirilmiş bebek sütü, 17'si de yapay anne sütü, 40 adet süt ağırlıklı tahıllı gıdalar ve 12 adet süt örneklerinden oluşan 87 adet sütte AFM₁ varlığı ve konsantrasyon seviyesi araştırılmıştır [47]. Sonuçlara göre ürünlerinin %87.3'ünün AFM₁'le kontamine olduğu belirtilirken, zenginleştirilmiş bebek mamasında AFM₁ konsantrasyon aralığı 65-1012 ng/L ile sütten (28-164 ng/kg) daha yüksek bulunmuştur. Kontamine ürünlerin hemen hemen %99'luk bölümü Avrupa Standartlarında ve Kodeks Alimentarius'ta belirtilen limit değerinin üzerinde (50 ng/L) ve %9'luk bölümünün ise Amerika standartlarının (500 ng/L) üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır. İranın kuzeybatısında yer alan Tebrizde pastörize sütlerde AFM₁ taraması yapılmıştır [18]. Tebrizde bulunan 4 farklı süpermarketten Temmuz-Aralık ayları içerisinde toplanan 50 adet pastörize süt örneği ELISA yöntemiyle analiz edilmiştir. Toplanan örneklerin %100'ü AFM₁'ce pozitif olarak değerlendirilirken, örneklerin %62'sinde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun Avrupa Birliği'nce kabul edilen limit değerinin (50 ng/kg) üzerinde olduğu belirtilmiştir. Bu durum da pastörize sütlerde bu kadar yüksek oranda saptanan AFM₁ konsantrasyonunun Tebrizde halk sağlığı için büyük bir risk oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır. Düşük konsantrasyonlu süt eldesi için de ineklere verilen yemlerin periyodik olarak kontrol edilerek bu şekilde küf kontaminasyonunun önlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. İranın merkezinden toplanan 116 adet pastörize ve 109 adet UHT süt örneğinde AFM₁ analizi yapılarak şu sonuçlar elde edilmiştir [15]. AFM₁ toplam 151 (%67.1) örnekte pozitif olarak saptanırken bunlardan 83'ünün (%71.5) pastörize süt, 68 tanesini (%62.3) de UHT süt oluşturmuştur. Pastörize sütlerde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonu 5.8-528.5 ng/kg (ortalama değer 52.8 ng/kg) iken, UHT sütlerde bu oran 5.6-515.9 ng/kg (ortalama değer 46.4 ng/kg) olarak bulunmuştur. Sonuçlar US Food and Drug Administration ve İran Ulusal Standartlarına göre değerlendirildiğinde pastörize süt örneklerinin 2 tanesi ve UHT süt örneklerinin de 3 tanesinde, AFM₁

konsantrasyonunun standartlarda belirtilen limitlerin (500 ng/kg) üzerinde olduğu gösterilmiştir. Diğer taraftan ise Avrupa Komisyonunca çiğ, pastörize ve UHT süt için limit olarak belirtilen değer 50 ng/kg olduğundan AFM₁'le kontamine olmuş örneklerin sayısı pastörize sütler için 31'e, UHT sütler için ise 19'a çıkmıştır. İranda Kasım-Aralık aylarında 311 adet inek, manda, deve, koyun ve keçi sütü örneklerinde AFM₁ varlığı açısından analiz edilmiştir [44]. Örneklerin %42.1'inin ortalama olarak 43.3±43.8 ng/kg oranında AFM₁ içerdiği tespit edilirken, incelenen örneklerde AFM₁'in bulunma oranları sırasıyla inek, manda, deve koyun ve keçide %78.7, %38.7, %12.5, %37.3, ve %27.1 olarak saptanmıştır. Tüm örneklerde tespit edilen AFM₁ konsantrasyonları İran Ulusal Standartlarının altında olarak değerlendirilirken, bu durum Avrupa Birliği ve Kodex Alimentarius Komisyonuna göre inek sütlerinin %36'sı, manda sütlerinin %8'i, koyun sütlerinin %3.9'unun ve keçi sütlerinin %5.7'sinin limit değer olan 50 ng/kg'ın üzerinde olduğunu ortaya çıkarmıştır. Suriye'de yapılan bir araştırmada ise AFM₁ konsantrasyonu çiğ, pastörize sütlerde araştırılmıştır. Bu çalışma için 74 inek, 23 koyun, 11 keçi, 10 pastörize inek sütü örneği toplandıktan sonra yapılan analizde örneklerin %80'inin 20-765 ng/kg seviyesinde AFM₁ içerdiği tespit edilmiştir [16]. İranda UHT sütlerde AFM₁ kontaminasyonunun ne oranda olduğunu saptamak için Mayıs, Ağustos, Kasım, Şubat aylarında Tahrandaki süpermarketlerden 210 adet UHT süt örneği toplanmıştır. Analiz için ELISA metodu kullanılmış ve 210 örnekten 116'sı (%55.2) pozitif olarak değerlendirilirken, 70 (%33.3) örnekte bulunan AFM₁ konsantrasyonu Avrupa Birliği için kabul edilebilir limitin üzerinde bulunurken örneklerin hiçbirinde ABD Standart limitleri aşılmamıştır. En yüksek AFM₁ konsantrasyonu Şubat ayında (87 ng/kg) saptanırken, üretilen UHT sütlerde bulunan AFM₁ konsantrasyonu en düşük seviye ile ağustos (21 ng/kg) ayı sütlerinde tespit edilmiştir [26]. Hırvatistanda kış, ilkbahar ve yaz, sonbahar mevsimlerinde toplanan 61 adet çiğ süt örneğinde AFM₁ taraması için ELISA yöntemi kullanılmıştır. En yüksek AFM₁ seviyesi kış- ilkbahar döneminde 35.8-58.6 ng/kg iken yaz-sonbahar döneminde 11.6-14.9 ng/kg olarak tespit edilmiştir. Yani örneklerin sadece 1 tanesinde (Şubat sütü) AFM₁ konsantrasyonu belirtilen limitlerin üzerinde bulunurken, örneklerin %98.4'ünün Avrupa Birliğinde belirtilen limitin altında olduğu sonucuna varılmıştır [4]. Fas'ta yürütülen bir çalışmada ise 5 farklı süt işletmesinde üretilen 54 adet pastörize süt örneğinde AFM₁ analizi yapılmıştır [59]. Analiz sonuçlarında işletmelere göre AFM₁'in kontaminasyon oranları sırasıyla %100, 92.3, 90, 83.3 ve 77.7 olarak belirlenmiştir. AFM₁ konsantrasyonunun da 1-117 ng/kg arasında değiştiği ve ortalama değer 18,6 ng/kg ile çok düşük bir seviyede bulunduğu saptanmıştır. Oliveira ve Ferraz [38] tarafından yapılan bir çalışmada numune olarak pastörize, UHT süttten oluşan 24 adet örnek toplanmış ve ortalama AFM₁ konsantrasyonu 11-161 ng/kg arasında tespit edilmiştir. Ortalama AFM₁ düzeyi ise pastörize sütte 72±48 UHT sütte 58±44 olarak belirtilmiştir. Endonezya'da yapılan bir çalışmada ise 113 adet taze süt örneğinin 48'inde AFM₁ konsantrasyonunun 5 ng/kg'ın altında olduğu belirtilirken, 31 örnekte saptanan konsantrasyon 5-10 ng/kg arasında bulunmuş, 34 örnekte AFM₁ düzeyinin

10 ng/kg'dan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde Avrupa Birliği Standartlarında belirtilen limit değeri (50 ng/kg) aşmadığı bildirilmiştir [37]. Pastörize süt örneklerinde bulunan AFM₁ konsantrasyonu HPLC ve ELISA yöntemleriyle karşılaştırılarak incelenmiştir [32]. Bu nedenle AFM₁, 5 ve 500 ng/kg düzeylerinde pastörize süt örneklerine ilave edildikten sonra AFM₁'in geri kazanım oranı ELISA yönteminde %88-106.5 iken, HPLC metoduna göre %103-120 oranında saptanmıştır. Ayrıca araştırmacılar AFM₁'in analizinde ELISA ile HPLC arasında %97.83'lük bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİNDE AFM₁ VARLIĞI

Ülkemizde sevilerek tüketilen fermente süt ürünlerinden biri olan yoğurttan, AFM₁ konusunda yapılmış çalışmaların sayısı ne yazık ki yeterli değildir. Bu konuda yapılmış olan yurtiçi ve yurtdışı çalışmaları aşağıda incelenmiş ve belirlenen AFM₁ konsantrasyon verileri birbirleriyle karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Yoğurt üzerine yapmış olduğu çalışmalarda Gürbay ve ark. [24] farklı üretim teknikleri kullanılarak üretilen yoğurt örneklerini Ankaranın çeşitli süpermarketlerinden toplamışlar ve ürünlerde AFM₁ konsantrasyonunu tespit etmişlerdir. Toplam 40 adet yoğurt örneğinde ELISA tekniği kullanılarak yapılan çalışmada örneklerin 32'si pozitif olarak değerlendirilirken, AFM₁ konsantrasyonları 61.61-365.64 ng/kg arasında saptanmıştır. Türkiye'de yoğurttan AFM₁ konsantrasyonu için henüz herhangi bir standard limit bulunmamasına karşın tespit edilen konsantrasyonların oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre süt ve süt ürünlerinde sürekli ve sık bir şekilde AFM₁ kontrollerinin yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. AFM₁ konsantrasyonu Portekizde 96 adet yoğurt örneğinde (48 doğal ve 48 çilekli yoğurt) ELISA yöntemiyle incelenmiş ve konsantrasyon düzeyi 10 ng/kg olarak tespit edilmiştir. Buna göre AFM₁ analizi yapılan yoğurtların 18'inden yalnızca 2 örnekte 43-45 ng/kg belirlenirken, 48 adet çilekli yoğurttan 16'sının 19-98 ng/kg arasında AFM₁ içerdiği bildirilmiştir [34]. İtalyada Galvano ve ark. [16] tarafından yapılan bir çalışmada 114 adet yoğurt örneği çeşitli süpermarketlerden toplanarak immunoafinite kolon ekstraksiyonu ve HPLC yardımıyla analiz edilmiştir. 91 adet yoğurt (%80) örneğinde 1-496.5 ng/L arasında AFM₁ tespit edilirken ortalama değer olarak 18.08 ng/L AFM₁ saptanmıştır. 2 adet yoğurt örneğinde AFM₁ konsantrasyonunun İsviçrede geçerli olan limitlerin üzerinde olduğu belirtilmiştir. Galvano ve ark. [17]'nin bir diğer çalışmasında 120 adet yoğurt örneği İtalyanın 4 büyük kentinden toplanarak analiz edilmiştir. Yoğurt örneklerinde 1-32.1 ng/kg düzeyinde AFM₁ saptanmış ve bu değer ortalama olarak 9.06 ng/kg olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre yoğurttan bulunan AFM₁ konsantrasyonunun insan sağlığı açısından herhangi bir tehlike teşkil etmediği sonucuna varılmıştır. Hammadde süte göre AFM₁ miktarının yoğurda göre %13 daha fazla bulunduğu Bakırcı'nın [3]'ünün araştırmaları sonucunda ortaya çıkarılmış ve bunun da yoğurdun ekstraksiyon işlemine tabi tutulmasıyla açıklanabileceği belirtilmiştir. Buna karşın Wiseman ve Marth'a göre [57] yoğurt örneklerinde bulunan AFM₁'de

böyle bir konsantrasyon artışı tespit etmemişlerdir. AFM₁ varlığı ve konsantrasyonu hakkında bilgi elde etmek için Afyonkarahisar'da üretilen yoğurt örnekleri incelenmiştir [2]. Bunun için 177 yoğurt örneği (104'ü doğal, 21'i meyveli ve 52'si ise torba yoğurdu) toplanmıştır. En yüksek AFM₁ konsantrasyonu 150 ng/kg ile pıhtısı karıştırılmış yoğurtta bulunurken, AFM₁ konsantrasyonu meyveli yoğurtta 100 ng/kg ile 2.sırayı aldığı ve doğal yoğurtların %11.53'ü, meyveli yoğurtların %9.52'si ve pıhtısı karıştırılmış yoğurtların %21.15'inde AFM₁ seviyesi 50 ng/kg'ın üzerinde bulunduğu saptanmıştır. Brezilyanın Campinas bölgesinde yapılan bir çalışmada ise analiz edilen 30 adet yoğurt örneği AFM₁'ce negatif bulunmuştur [50]. Buna neden olarak yazarlar tarafından AFM₁'in yoğurt üretiminde kullanılan inek sütlerinin bütün yıl boyunca ovalarda yayılan, silaj gibi yemlerle beslenmeyen ineklerden elde edilmesi gösterilmiştir. Güney Kore, Seul'de Kim ve ark. [32] tarafından yoğurtlarda AFM₁ varlığını araştırmak için toplanan 60 örnekten HPLC yöntemiyle yapılan analizde örneklerin 31'inde 17-124 ng/kg arasında ve ELISA yöntemine göre ise 60 örnekten 50'sinde 3-172 ng/kg arasında değişen oranlarda AFM₁ bulunduğu saptanmıştır. Buna neden olarak da yoğurtlarda kurumadde artırımında AFM₁'le kontamine olmuş sütün kullanılması olasılığı ve bu yolla AFM₁ bulaşma riskinin yüksek olması gösterilmiştir.

Bakırcı [3] tarafından yapılan bir araştırmada AFM₁ stabilizesinde pastörizasyon işleminin yaklaşık %7.62'lik bir azalmaya neden olduğu gösterilirken, bu konuda Jasutiene ve ark. [29] araştırmalarında 95°C de 3 dakikalık pastörizasyon işleminin, AFM₁ konsantrasyonunda hiçbir değişime neden olmadığını saptamışlardır. Ayrıca farklı starter kültürleriyle pH 4.0-4.5 arasında uygulanan fermentasyonun AFM₁ üzerinde de önemli bir değişime neden olduğunu belirtilirken, yoğurtta ve diğer fermente süt ürünlerinde pH düşüşüyle AFM₁ konsantrasyonunda %25 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca starter kültürü kompozisyonunun son ürünün pH'sının AFM₁ stabilitesine istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Benzer şekilde Prandini ve ark. [43] çalışmalarında fermente süt ürünleri olan yoğurt ve kefirde ısı uygulaması ve starter kültür ilavesinin AFM₁ konsantrasyonunda önemli bir azalmaya sebep olmadığını bildirmişlerdir.

Özellikle Orta Asyada sıkça tüketilen bir diğer fermente süt ürün olan kefir konusunda Kendirci [31] tarafından bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın amacı AFM₁'le kontamine olmuş sütün kefir ve kefir tanelerine bulaşma seviyeleri ve depolanma sırasında AFM₁ konsantrasyonunda meydana gelen değişimlerin araştırılmasından oluşmuştur. Bu çalışmada, UHT ısı işleme tabi tutulmuş süt İzmir ve çevresinden toplanmış ve 100, 200 ve 500 ng/kg düzeylerinde AFM₁ ile yapay olarak kontamine edilerek laboratuvar koşullarında kefir üretimi için kullanılmıştır. Bu şekilde AFM₁'in sütün kefir tanelerine geçişi kontrol edilmiş ve 100, 200, 500 ng/kg AFM₁ ilavesinden kefire geçiş oranları sırasıyla %60, %60 ve %80 seviyesinde iken, kefir tanelerinde ise bu oranlar sırasıyla %1.6, %2.6 ve %2.6 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre AFM₁'in kefir ve kefir

tanelerine bulaşma oranı toksin konsantrasyonunun artmasıyla artmaktadır. Ayrıca kefirin +2 yada +4°C'de depolanmasının AFM₁ konsantrasyonuna etkisi olmadığı yapılan analizler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Benzer bir çalışmada Govaris ve ark. [20] yoğurt sütünü 50 ve 100 ng/L arasında AFM₁'le yapay olarak kontamine etmişler ve pH 4.0 ve 4.6'da uyguladıkları fermentasyondan sonrası 4°C'de 4 hafta süreyle depolayarak yoğurtlarda AFM₁ konsantrasyonundaki değişimleri incelemişlerdir. Sonuçlarda AFM₁ konsantrasyonunda önemli bir azalma olduğu saptanırken, pH 4'te fermente edilen yoğurtlarda tespit edilen AFM₁ konsantrasyonunun pH 4.6'da fermente edilen yoğurtlardakinden daha fazla olduğunu saptamışlardır. Buna göre AFM₁ konsantrasyonundaki azalma başlangıca göre pH 4.6'da %13 iken, pH 4'de %22, fermentasyon sonunda pH 4.6'da %16, pH 4 de ise %34 olarak bulunmuştur.

AFM₁'in yoğurttaki stabilitesi konusunda yapılan çalışmalarda saptanan sonuçlarda zıtlık olduğu bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar yoğurdun üretimi ve depolanmasının AFM₁ konsantrasyonu üzerine hiçbir etkisi bulunmadığını belirtirken [5, 56], bazı araştırmacılar ise AFM₁ konsantrasyonunda az [55] kısmi [25] ve çok fazla [46] bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Megalla ve Hafez [35]'e göre AFB₁'in hidroksil türevi olan AFB_{2a}'ya tamamen transformasyonunun yoğurtta var olan asit sayesinde olduğu saptanmıştır. Bazı çalışmalarda ise AFM₁'in yoğurt bakterileri ve özellikle bunların yaşam kabiliyetleri üzerine negatif etkide bulunduğu ve yoğurdun besinsel değerini azalttığı belirtilmiştir [14, 46]. El-Deeb ve ark. [10] AFB₁'in yoğurt bakterileri olan *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* üzerine negatif etkilerinin bulunduğunu bildirirken, aynı şekilde Sutic ve Banina [49] ve Rasic ve ark. [46] AFB₁'in *Streptococcus thermophilus*'un morfolojisi üzerine olumsuz etkide bulunduğunu saptamışlardır.

Yapılan bazı çalışmalarda, eğer AFM₁ ve B₁ sütün uzaklaştırılırsa yoğurttaki süt asidi bakterileri özellikle *Lactobacillus bulgaricus* ve onunla bağlantıda olan mikroorganizmaların fermentasyonda daha etkin olduğu tespit edilmiştir [11, 12, 14, 42].

Yousef ve Marth [58] araştırmalarında yoğurt sütünü yapay olarak AFM₁'le kontamine ederek 7 gün +7°C'de depoladıktan sonra AFM₁ konsantrasyonunun değişmediğini saptamışlardır. Benzer şekilde Wiseman ve Marth [56], AFM₁ konsantrasyonunun yoğurt/kefir yapımında uygulanan ısı işleme yada fermentasyonla azalmadığını belirtmişlerdir.

TEREYAĞINDA AFM₁ VARLIĞI

Tereyağında AFM₁ konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Ancak, Monti ve ark. [36] ve Bakırcı [3] tarafından yürütülen birkaç çalışmada AFM₁'in suda çözünme özelliğinden dolayı konsantrasyonunun kremada ve tereyağında, üretilen sütün daha az olduğu tespit edilmiştir.

Monti ve ark. [36] yaptıkları çalışmada kremaya 3 farklı konsantrasyonda (< 5, 100, 200 ng/kg) AFM₁'i yapay olarak kremaya inoküle ettikten sonra kremadan yağın ayrılması sonucunda toksinin hangi fazda kaldığını tespit etmişlerdir. Örneklerde doğal yöntemle ve santrifüj yöntemiyle separasyon yapılmıştır. Sonuçta doğal yöntem kullanılarak kreması ayrılan ürünlerin santrifüj yöntemine göre daha fazla toksin içerdiği tespit edilmiştir. Her 2 yöntemde de kremanın ayrılması sırasında AFM₁ esas olarak serum fazına geçmiştir. 200 ng/kg AFM₁'le kontamine edilmiş kremanın yağ fazında tespit edilebilen AFM₁ konsantrasyonu 28 ng/kg olarak bulunmuştur.

SÜTTOZUNDA AFM₁ VARLIĞI

Tereyağında olduğu gibi süttozunda da AFM₁ araştırması konusunda oldukça sınırlı sayıda yurtdışı ve yurtiçi yayınları bulunmaktadır.

Yapılan bir çalışmada Devenci ve Sezgin [8] 21 adet süttozu örneğinde AFM₁ konsantrasyonunu HPLC yöntemiyle analiz etmişlerdir. Bu amaçla süttozu örnekleri farklı (Mart-Nisan-Mayıs, Haziran-Temmuz-Ağustos, Eylül-Ekim-Kasım, Aralık-Ocak-Şubat) aylarda 7 farklı firmadan toplanmış ve örneklerdeki AFM₁ konsantrasyonları 0-705 ng/kg arasında tespit edilmiştir. Yalnızca 2 örnekte değerler 535 ile 705 ng/kg seviyesinde bulunduğu için bu örneklerdeki AFM₁ miktarının Türk Gıda Kodeksinde (500 ng/kg) belirlenen seviyenin üzerinde olduğu bulunmuştur. Haziran-Temmuz-Ağustos döneminde toplanan bu 2 örnekte AFM₁'e rastlanmamıştır. Sonuçta, yaz döneminde toplanan örneklerde AFM₁ oranı kış döneminde toplanan örneklerdeki orandan daha da düşük olduğu belirlenmiştir. AFM₁ seviyesi yıl boyunca üretilen örneklerin %90.5'inde Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limit değeri geçmediği tespit edilmiştir.

Devenci ve Sezgin [9] bir diğer çalışmalarında ise yapay olarak süttozuna 1500 ve 3500 ng/kg oranında AFM₁ ilave etmişler ve proses koşullarının (pastörizasyon, konsantrasyon ve sprey kurutmanın) AFM₁ konsantrasyonu üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yapay AFM₁ kontaminasyonu 1500 ng/kg olan süttozunda sırasıyla pastörizasyon, konsantrasyon ve sprey kurutmanın süttozunda yaklaşık %16, %40 ve %68 oranında AFM₁'de azalmaya neden olduğunu, 3500 ng/kg AFM₁'le kontamine olmuş süttozunda ise bu oranların %12, %35 ve %59 oranında bulunduğunu tespit etmişlerdir. 3 ve 6 aylık depolama sonunda 1500 ng/kg AFM₁ ilave edilen süttozunda %2-5 oranında bir azalma olurken, 3500 ng/kg AFM₁ ilave edilen süttozunda ise bu oran %2-4 arasında olduğu saptanmıştır. Elmalı ve ark. [13] tarafından süttozunda AFM₁ varlığı konusunda yapılan bir çalışmada ise Kars, Erzurum, Mersin, Konya ve Ankara gibi büyük şehirlerden toplanan süttozu örnekleri incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde örneklerin %62.5'inin AFM₁'le kontamine olduğu ve bunların %45'indeki AFM₁ konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre süttozlarında tespit edilen bu kadar yüksek AFM₁ konsantrasyonunun halk sağlığı için çok önemli bir tehdit

olabileceği ve bu sebepten dolayı da ciddi kontrollerin yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

De Oliveira ve Germane [7] çalışmalarında süte farklı konsantrasyonlarda ilave edilen AFM₁'in süttozunda geri kazanımı konusunu ELISA yöntemiyle incelemişlerdir. Bu amaçla öncelikle süte 5 değişik konsantrasyonda 100, 200, 500 ve 1000 ng/kg düzeyinde eklenen AFM₁'in süttozunda geri kazanım değerleri olarak sırasıyla %83, 87.5, 103 ve 111.8 olarak tespit edilmiştir.

SONUÇLAR

Yapılan araştırmalarda ülkemizde ve dünyada tüketilen süt ve ürünlerinden olan yoğurt, kefir, çiğ, pastörize, UHT süt, tereyağı ve süttozunda AFM₁ varlığı ve konsantrasyon düzeyleri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda süt ve süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütte AFM₁'in azaltılması için aşağıda belirtilen uygulamalar geçerli hale getirilmelidir.

- Çiğ süte AFM₁ genellikle yemlerden geçtiği için analiz edilen çiğ sütlerde AFM₁'e rastlanması ve konsantrasyonların yüksek olması, Türk Gıda Kodeksinde bildirilen limitlerin üzerine çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum sütlerin süt ve ürünlerine işlenmesi aşamasında konsantrasyonlarının değişmeden kalmasıyla insan sağlığı özellikle bebekler açısından risk oluşturmaktadır. 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 sıkça uygulamalıdır.
- Çoğu çalışmada da görüldüğü gibi ülkemizde süt ve süt ürünleri değişen oranlarda AFM₁ içermektedir. Durumun böyle olmasında özellikle coğrafi koşullar ve mevsimsel faktörlerin büyük bir etkisi bulunmakla beraber yazın üretilen sütlerden elde edilen ürünlerde AFM₁ oranı kışın üretilen ürünlerden daha azdır. Ayrıca ilkbahar ve yazın toplanan süt örnekleri arasında AFM₁ açısından önemli bir fark bulunmazken sonbahar ve kışın toplanan sütlerde tespit edilen AFM₁ açısından önemli bir fark olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni olarak da yazın hayvanlar otlaklarda dışarıda beslenirken kışın hayvanların daha çok silaj yemleriyle beslenmesi gösterilmektedir.
- Yoğurttaki AFM₁ konusunda peynirden sonra dünyada fazla olmakla beraber ülkemizde oldukça az çalışma yapılmıştır. AFM₁'in yoğurttaki stabilitesi (ısıtma işlemi, kurutma, fermentasyon v.s.) konusunda yapılan çalışmalarda ise çok zıt sonuçlar bulunmuştur. Bazı araştırmalar yoğurdun üretimi ve depolamasının AFM₁ konsantrasyonu üzerine hiçbir etkisi bulunmadığını bildirirken, bazı araştırmalarda ise bunun tersi yönünde sonuçlar bulunduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu tezatlığı ortadan kaldırmak için yoğurttaki AFM₁ konusunda yapılacak bilimsel çalışma sayısına ağırlık verilmelidir.
- Tereyağında AFM₁ konusunda yapılmış sadece 1-2 çalışma bulunmamaktadır. Çünkü AFM₁ süt

proteinlerinden daha çok kazeine bağlanmakta ve de yağ fazına geçmemektedir.

- Süttozunda da yapılan araştırmaların sayısında yetersiz olmakla beraber yaz döneminde üretilen sütlerden elde edilen süttozu örneklerinde AFM₁ oranı, kış döneminde üretilen süttozu örneklerdeki orandan daha da düşük olduğu belirlenmiştir. Uygulanan proses koşullarının (ısıtım işlem v.s.) AFM₁ konsantrasyonu üzerine olan etkisi konusunda da tezat çalışmalar bulunmaktadır.
- AFM₁ ve bunun insan ve hayvan sağlığına verdiği zararlar konusunda hem üretici hem de tüketici yeterince bilinçlendirilmelidir. Bunun sağlamak için gerekli miktarda gerek üreticiyi gerekse tüketiciyi bilinçlendirmek amacıyla bilimsel sunumlar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Akdemir, C., Altıntaş, A., 2003. Ankara'da içilen sütlerde AFM₁ varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu*, pp: 82-97, 18-19 Eylül 2003, İstanbul.
- [2] Akkaya, L., Birdane, Y. O., Oğuz, H., Cemek, M., 2006. Occurrence of aflatoxin M₁ in yoghurt samples from Afyonkarahisar, Turkey. *Bulletin Vet Inst. Pulawy* 50: 517-519.
- [3] 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.
- [4] Bilandzic, N., Varenina, I., Bozica, S., 2010. Aflatoxin M₁ in raw milk in Croatia. *Food Control* 21: 1279-1281.
- [5] Blanco, J.L., Carrion, B.A., Liria, N., Diaz, G., Garcia, M.E., Dominguez, L., Suarez, G., 1993. Behaviour of aflatoxins during manufacture and storage of yoghurt. *Milchwissenschaft* 48: 385-387.
- [6] Çelik, T., H., Sarımehtemoğlu, B., Kuplulu, Ö., 2005. Aflatoxin M₁ contamination in pasteurised milk. *Veterinarski Arhiv* 75: 57-65.
- [7] De Oliveira, C.A.F., Germano, P.M.L., 1996. Evaluation of competitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) in milk powder contaminated with known concentrations of aflatoxin M₁. *Revista de Saude Publica* 30: 542-548.
- [8] Deveci, O., Sezgin, E., 2005. Aflatoxin M₁ levels of skim milk powders produced in Turkey. *Journal of Food and Drug Analysis* 13: 139-142.
- [9] Deveci, O., Sezgin, E., 2006. Changes in concentration of aflatoxin M₁ during manufacture and storage of skim milk powder. *Journal of Food Protection* 69: 682-685.
- [10] El-Deeb, S.A., 1989. Interaction of AFM₁ on the physiological and morphological properties of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Alexandria Journal of Agricultural Research* 47: 123-129.
- [11] Elgerbi, A.M., Aidoo, K.E., Candlish, A.A.G., 2003. Detoxification of aflatoxin M₁ in milk with lactic acid bacteria and related genera. *Proceedings of the Second World Mycotoxin Forum*, Nordwijk, The Netherlands.
- [12] Elgerbi, A.M., Aidoo, K.E., Candlish, A.A.G., Tester, R.F., 2004. Occurrence of aflatoxin M₁ in randomly selected North African milk and cheese samples. *Food Additives Contaminants* 21: 592-597.
- [13] Elmalı, M., Yapar, K., Kart, A., Yaman, H., 2008. Aflatoxin M₁ levels in milk powder consumed in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(5): 643-645.
- [14] El-Nazami, H., Kankaanpaa, P., Salminen, S., Ahokas, J., 1998. Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind a common food carcinogen, aflatoxin B₁. *Food and Chemical Toxicology* 36: 321-326.
- [15] Fallah, A.A., 2010. Assessment of aflatoxin M₁ contamination in pasteurized and UHT milk marketed in central part of Iran. *Food and Chemical Toxicology* 48: 988-991.
- [16] Galvano, F., Galofaro, V., De Angelis, A., 1998. Survey of the occurrence of aflatoxin M₁ in dairy products marketed in Italy. *Journal of Food Protection* 61: 738-741.
- [17] Galvano, F., Galofaro, V., Ritieni, A., Bognanno, M., Angelis, A., Galvano, G., 2001. Survey of the occurrence of aflatoxin M₁ in dairy products marketed in Italy: second year of observation. *Food Additives Contaminants* 18: 644-646.
- [18] Ghazani, M. H. M., 2009. Aflatoxin M₁ contamination in pasteurized milk in Tabriz. *Food and Chemical Toxicology* 47: 1624-1625.
- [19] Ghiasian, S.A., Maghsood, A.H., Tirang, R., Mirhendi, S.H., 2007. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. *Journal of Food Safety* 27: 188-198.
- [20] Govaris, A., Roussi, V., Koidis, P.A., Botsoglou, N.A., 2002. Distribution and stability of aflatoxin M₁ during production and storage of yoghurt. *Food Additives & Contaminants: Part A* 19(11): 1043 - 1050.
- [21] Günđinç, U., Filazi, A., 2009. Detection of aflatoxin M₁ concentrations in UHT milk consumed in Turkey markets by ELISA. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12: 653-656.
- [22] Gürbay, A., Aydın, S., Girgin, G., Engin, B.B., Şahin, G., 2006. Assessment of aflatoxin M₁ levels in milk in Ankara, Turkey. *Food Control* 17: 1-4.
- [23] Gürbay, A., Engin, A.B., Aydın, S., Şahin, G., 2005. Ankara'da sıklıkla tüketilen süt örneklerinde AFM₁ düzeylerinin belirlenmesi. II. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu* 23-24 Mayıs 2005, pp. 179, İstanbul
- [24] Gürbay, A., Engin, A.B., Çağlayan, A., Şahin, G., 2006. Aflatoxin M₁ levels in commonly consumed cheese and yoghurt samples in Ankara. *Ecology of Food Nutrition* 45: 449-459.
- [25] Hassanin, N.I., 1994. Stability of aflatoxin M₁ during manufacture and storage of yoghurt, yoghurt-cheese and acidified milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 65: 31-34.
- [26] Heshmati, A., Milani, J.M., 2010. Contamination of UHT milk by aflatoxin M₁ in Iran. *Food Control* 21: 19-22.
- [27] Hussain, I., Anwar, J., Asi, M.R., Munawar, M.A., Kashir, M., 2010. Aflatoxin M₁ contamination in milk

- from five dairy species in Pakistan, *Food Control* 21: 122-124.
- [28] İmtiaz, H., Anwar, J., 2007. A study on contamination of aflatoxin in raw milk in the Punjab province of Pakistan. *Food Control* 19: 393-395.
- [29] Jasutiene, I., Garmiene, G., Kulikauskiene, M., 2006. Pasteurisation and fermentation effects on Aflatoxin M₁ stability. *Milchwissenschaft* 61(1): 75-79.
- [30] Karimi, G., Hassanzadeh, M., Teimuri, M., Nili, A., 2007. Aflatoxin M₁ contamination in pasteurized milk in Mashhad, Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences* 3: 153-156.
- [31] Kendirci, P., Altuğ, T., 2004. Carry-over of aflatoxin M₁ from milk to kefir and kefir grain. *Milchwissenschaft* 59: 399-401.
- [32] Kim, E.K.; Shon, D., Ryu, H.D., Park, J.W., Hwang, H.J., Kim, Y.B., 2000. Occurrence of aflatoxin M₁ in Korean dairy products determined by ELISA and HPLC. *Food Additives and Contaminants* 17: 59-64.
- [33] Martins, M.L., Martins, M.H., 2000. Aflatoxin M₁ in raw and ultra high temperature-treated milk commercialized in Portugal, *Food Additives and Contaminants* 17: 871-874.
- [34] Martins, M.L., Martins, M.H., 2004. Aflatoxin M₁ in yoghurts in Portugal. *International Journal of Food Microbiology* 91: 315-317.
- [35] Megalla, S.E., Hafez, A.H., 1982. Detoxification of aflatoxin B₁ by acidogenous yoghurt. *Mycopathologia* 77: 89-91.
- [36] Monti, L., Panarelli, E.V., Iametti, S., Giangiacomo, R., 2009. Aflatoxin M₁ distribution during cream separation and butter manufacture from naturally contaminated milk. *Milchwissenschaft* 64: 81-84.
- [37] Nuryono, N., Agus, A., Wedhastri, S., Maryudani, Y.B., Sigit Setyabudi, F.M.C., Böhm, J., 2009. A limited survey of aflatoxin M₁ in milk from Indonesia by ELISA. *Food Control* 20: 721-724.
- [38] Oliveira, C.A.F., Ferraz, J.C.O., 2007. Occurrence of aflatoxin M₁ in pasteurised, UHT milk and milk powder from goat origin. *Food Control* 18: 375-378.
- [39] Oruç, H.H., Sonal, S. 2001. Determination of aflatoxin M₁ levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Vet. Human Toxicol.* 43: 292-293.
- [40] Özdemir, M., 2007. Determination of aflatoxin M₁ levels in in goat milk consumed in Kilis province. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 54: 99-103.
- [41] Özkaya, S., Başaran, A, Topuz, F., Akdemir, C., 2003. Türkiyede üretilen sütlerde AFM₁ aranması. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu*, pp: 93-98, 18-19 Eylül 2003, İstanbul.
- [42] Pierides, M.H., El-Nazami, P., Kankaanpaa, S., Salminen, S, Ahokas, J.T., 2000. Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind aflatoxin M₁ in food model. *Journal of Food Protection* 63: 645-650.
- [43] Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M., Piva, G., 2009. On the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology* 47: 984-991.
- [44] Rahimi, E., Bonyadian, M., Rafei, M., Kazemeini, H.R., 2010. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran, *Food and Chemical Toxicology* 48: 129-131.
- [45] Rahimi, E., Shakerian, A., Jafariyan, M., Ebrahimi, E., Riahi, M., 2009. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and UHT milk commercialized in Esfahan and Shahr-e Kord, Iran. *Food Security* 1: 317-320.
- [46] Rasic, J.L., Skrinjar, M., Markov, S., 1991. Decrease of aflatoxin B₁ in yoghurt and acidified milks. *Mycopathologia* 113: 117-119.
- [47] Rastogi, S., Dwivedi, P.D., Khanna, S.K., Das, M., 2004. Detection of aflatoxin M₁ contamination in milk and infant milk products from Indian markets by ELISA. *Food Control* 15: 287-290.
- [48] Sefidgar, S.A.A., Gholampour, A., Khosravi, A.R., Roudbar-Mohammadi, S.R., 2008. Presence of aflatoxin M₁ in raw milk at cattle farms in Babol, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11: 484-486.
- [49] Sutic, M., Banina, A., 1979. The effect of aflatoxin B₁ on the morphological properties of lactic acid bacteria. *Mikrobiologija* 16: 113-120.
- [50] Sylos, C.M., Rodriguez-Amaya, D.B., Carvalho, P.R.N., 1996. Occurrence of aflatoxin M₁ in milk and dairy products commercialized in Campinas, Brazil. *Food Addit. Contam.* 13 (2), 169– 172.
- [51] Tajik, H., Rohani, R.S.M., Moradi, M., 2007. Detection of aflatoxin M₁ in raw and commercial pasteurised milk in Urmia, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10: 4103-4107.
- [52] Tajkarimi, M., Aliabadi-Sh, F., Salah Nejad, A., Poursoltani, H., Motabelli, A.A., Mahdavi, H., 2008. Aflatoxin M₁ contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran. *Food Control* 19: 1033-1036.
- [53] Tekinşen, K.K., Eken, H.S., 2008. Aflatoxin M₁ levels in UHT milk and kashar cheese consumed in Turkey. *Food and Chemical Toxicology* 46: 3287-3289.
- [54] Unusan, N., 2006. Occurrence of aflatoxin M₁ in UHT milk in Turkey. *Food and Chemical Toxicology* 44: 1897-1900.
- [55] Van Egmond, H.P., Paulsch, W.E., Veringa, H.A., Schuller, P.L., 1977. The effect of processing on the aflatoxin M₁ content of milk and milk products. *Archives of the Institute Pasteur (Tunis)* 4: 381-390.
- [56] Wiseman, D.W., Marth, E.H., 1983. Behaviour of aflatoxin M₁ in yoghurt, buttermilk and kefir. *Journal of Food Protection* 46: 115-118.
- [57] Wiseman, D.W., Applebaum, R.S., Brackett, R.E., Marth, E.H., 1983. Distribution and resistance to pasteurisation of aflatoxin M₁ in naturally contaminated whole milk, cream and skim milk. *Journal of Food Protection* 46(6): 530-532.
- [58] Yousef, A.E., Marth, E.H., 1985. Degradation of aflatoxin M₁ in milk by ultraviolet energy. *Journal of Food Protection* 48: 697-698.
- [59] Zinedine, A., Gonzalez-Osnaya, L., Soriano, J.M., Molto, J.C., Idrissi, I., Maries, J., 2007. Presence of Aflatoxin M₁ in pasteurized milk from Morocco, *International Journal of Food Microbiology* 114: 25-29.