SİDAS MEDYA
Akademik Gıda® / Academic Food Journal
ISSN Print: 1304-7582, Online: 2146-9377
http://www.academicfoodjournal.com

Akademik Gıda 11(3-4) (2013) 77-84

Derleme Makale / Review Paper

Çiğ, Pastörize ve UHT Süt ile Tereyağı, Fermente Süt Ürünleri ve Süttozunda AFM_1 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 kazandırırlar. 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 M_1 (AFM_1) ve kalıntılar, ürün kalite ve güvencesinde büyük etkiye sahiptirler. Bu durum da süt ve süt ürünlerinde bulunan AFM_1 düzeyinin tespitini halk sağlığı açısından oldukça önemli kılar. Son yıllarda yapılan araştırmalar AFM_1'in süt ve süt ürünlerinde yaygınlaştığını göstermektedir. Bu derlemede AFM_1'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 AFM_1 düzeylerinin Uluslararası (Avrupa Birliği ve FAO/WHO Kodeks Alimentarius) Mevzuatlara ve Türk Gıda Kodeksine standartlarına uygunlukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AFM_1, Çiğ süt, Süt, Fermente süt ürünleri, Süttozu

Existence of AFM_1 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 M_1 (AFM_1) and remnants have great influence on quality and safety of foods. For this reason, the determination of AFM_1 level has become very important in terms of public health. Recent studies have shown that AFM_1 has been widespread in milk and dairy products. In this study, the conformation to legislation and standards (EU, FAO/WHO Codex Alimentarius) of AFM_1 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: AFM_1, Raw milk, Milk, Fermented dairy products, Milk powder

GİRİŞ

Mikotoksinler içerisinde yer alan AFM_1'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 AFM_1 (AFM_1) analizi ve incelenmesi son yıllarda çok daha fazla önem kazanmıştır. Özellikle AFM_1'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 AFM_1'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 AFM_1, 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.

AFM_1 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 AFM_1 VARLIĞI

Çiğ Sütte AFM_1 Varlığı

Günümüzde diğer süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütteki AFM_1'in kontaminasyonu üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve AFM_1'in konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Çiğ sütte bulunan AFM_1 konsantrasyonunun sezonal şartlara bağlı olarak değişip değişmediğini araştırmak için TLC (Thin Layer Chromatography) ile yürütülen bir çalışmada en az AFM_1 konsantrasyonu 1 Haziran tarihinde 30.2 ng/kg olarak tespit edilirken, en yüksek konsantrasyon 63.6 ng/kg ile 15 Nisanda saptanmıştır [3]. Çiğ sütlerde saptanan AFM_1 kontaminasyon seviyesinin Ocak ayında %40, Şubat ayında %65 ve Mart ayında % 65 oranında değiştiği bildirilmiştir. Yemlerde AFB_1 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 AFM_1 seviyeleri Mart ve Nisan aylarında tespit edilmiştir. Örneklerin toplamına bakıldığında %99.13'ünde AFM_1 tespit edilmiş, bunların yaklaşık %60'ında saptanan AFM_1 konsantrasyonunun Türkiye ve Avrupa Birliği için limiti olan 50 ng/kg'ı aştığı belirlenmiştir. Ova köylerindeki toplam örneklerin %61.82'sı, dağ köylerinin ise %56.67'sinde saptanan AFM_1 konsantrasyonunun limit değeri aştığı kaydedilmiştir [39]. AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonu negatif olmakla beraber 93 örnekte farklı seviyelerde AFM_1 bulunmuştur. 110 örnekten 70'inde AFM_1 konsantrasyonu 5.16-116.78 ng/kg düzeylerin arasında saptanırken örneklerin 7'sinde belirlenen AFM_1 düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limitten (50 ng/kg) daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak Kilis yöresindeki keçi sütü örneklerinin %6.36'sının insan sağlığı açısından risk oluşturacak düzeyde AFM_1 içerdiği tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada Pakistan'ın Punjab kentinden toplanan 162 adet çiğ süt örneğinde AFM_1 analizi yapılmıştır [28]. Toplanan ürünlerin %96.4'ünde AFM_1 seviyesinin Amerika için limit değeri olan 500 ng/kg'ın altında olduğu tespit edilirken örneklerin sadece %3'ünde AFM_1 konsantrasyonunun Amerika, %99.4'ünün ise Avrupa Birliği standart değerlerinin üzerinde olduğu belirtilmiştir. İranda yapılan bir çalışmada çiğ sütlerdeki AFM_1'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 AFM_1'ce pozitif bulunurken sütlerdeki ortalama AFM_1 konsantrasyonu 57 ng/kg olarak tespit edilmiştir. Örneklerin %44'ünde AFM_1 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 sütlerde AFM_1 varlığı tespiti için 186 adet çiğ süt örneği toplanmış ve bunların 119'unda AFM_1 tespit edilmiştir. Örneklerde minimum konsantrasyon 10 ng/L iken, maksimum konsantrasyon 410 ng/L düzeyinde bulunmuştur. 14 örnekte AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonu HPLC tekniği ile analiz edilmiştir [1]. Örneklerin %72,9'unun AFM_1 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 AFM_1 içermediği, %22.8'inin 1-5 ng/kg arasında ve %15.1'inin de limitlerin üzerinde AFM_1 içerdiği belirlenmiştir [41]. Van yöresinden toplanan 90 adet süt ve süt ürünleri örneklerinden 79'unun AFM_1 içerdiği ve bu örneklerden 35'inin de Türk Gıda Kodeksinde belirtilen sınırın üzerinde olduğu saptanmıştır [3].

Pastörize ve UHT Sütte AFM_1 Varlığı

AFM_1 kontaminasyon seviyesi pastörize sütlerde araştırılmıştır. Bunun için toplam 85 adet pastörize süt örneği AFM_1'in tespiti için analiz edildikten sonra örneklerin 65'inin AFM_1'le kontamine olduğu ve 48

örnekte AFM_1 düzeyinin Türk Gıda Kodeksi ve Kodeks Alimentarius'da belirlenen limitin üzerinde olduğu bulunmuştur. Bu nedenle süt ve süt ürünlerinin periyodik olarak AFM_1 kontaminasyonu konusunda kontrol edilmesi gerektiği araştırmada belirtilmiştir [6]. İran'da yapılan bir araştırmada farklı süpermarketlerden toplanmış 110 adet pastörize sütte AFM_1 analizi yapılmıştır [30]. AFM_1 ürünlerin %100'ünde tespit edilirken örneklerin yaklaşık %5.4'ünde AFM_1 konsantrasyonu Avrupa Birliğince belirlenen limitin üzerinde bulunmuştur. Benzer bir çalışmada Ankaradaki süpermarketlerden rastgele toplanan 5 adet pastörize ve 41 adet UHT süt örneklerinde AFM_1 analizi yapılmıştır. Örneklerin %74'ünde AFM_1 saptanırken, 21 örnekte AFM_1 düzeyinin Türkiye ve Avrupa Birliği'nin AFM_1 için belirtilen limitin üzerinde olduğu saptanmıştır [23]. Ankara'da yapılan bir çalışmada, AFM_1 konsantrasyonu 3 tane pastörize ve 24 tane UHT süt örneğinde analiz edilmiştir [22]. Örneklerin %59.3'ünde AFM_1 tespit edilmiş ancak sadece 1 örnekte AFM_1 seviyesinin Avrupa Birliği ve Türkiye için geçerli limitin üzerinde olduğu saptanmıştır. AFM_1 varlığı ve konsantrasyonu 129 adet UHT süt örneğinde araştırılmıştır. Örneklerin 75'inde (%58.1) yüksek oranda AFM_1 tespit edilirken, 68 örnekte bulunan değerin Avrupa Birliğince kabul edilen limitlerin altında olduğu, geri kalan 61 örnekte de AFM_1'in Avrupa Birliği limit değerinin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Örneklerin 4 tanesinde tespit edilen AFM_1 konsantrasyonunun da Amerikada belirtilen limitin (500 ng/kg) üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır [54]. Türkiye'de UHT sütte AFM_1 araştırması için 100 adet UHT süt örneği toplanmış ve UHT sütlerin %67'sinin 10-630 ng/kg arasında AFM_1 içerdiği saptanırken, AFM_1 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 AFM_1 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 AFM_1 varlığı 40 adet geleneksel ve 40 adet de yarı-modern işletmeden kış mevsiminde toplanarak analiz edilmiştir [48]. 120 örnekten 68'inde AFM_1 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 AFM_1 kontaminasyonunun limit değerlerinin 2 katından daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. İran'ın Esfahan ve Shahr-e-Kord bölgelerinde üretilen pastörize ve UHT sütlerde AFM_1 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 AFM_1 içerdiği tespit edilmiştir. Saptanan AFM_1 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 AFM_1 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 AFM_1 oranları sırasıyla %34.5, 37.5, 20 ve 16.7 olarak bulunurken sadece deve sütlerinde AFM_1 kontaminasyonuna rastlanılmamıştır [27]. Süt ve ürünlerinde AFM_1 varlığı konusunda pek çok araştırma yapılan bir ülke olan İran'ın Urmia bölgesinde üretilen pastörize sütlerde AFM_1 analizi yapılmıştır [51]. Araştırmada 72 adet pastörize süt örneğinin %6.25'inde AFM_1 konsantrasyonu Avrupa Birliğince kabul edilen limitlerin üzerinde bulunmuştur. Ürünlerin toplamında var olan AFM_1, inek yemlerinin AFB_1 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 AFM_1 seviyesinin çok yüksek olduğu tespit edilirken, AFM_1 çiğ süt örneklerinin %80.6'sında, UHT süt örneklerinin %84.2'sinde saptanmıştır. Süt ve süt ürünlerinde AFM_1 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 AFM_1 varlığı ve konsantrasyon seviyesi araştırılmıştır [47]. Sonuçlara göre ürünlerinin %87.3'ünün AFM_1'le kontamine olduğu belirtilirken, zenginleştirilmiş bebek mamasında AFM_1 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 AFM_1 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 AFM_1'ce pozitif olarak değerlendirilirken, örneklerin %62'sinde tespit edilen AFM_1 konsantrasyonunun Avrupa Birliğince kabul edilen limit değerin (50 ng/kg) üzerinde olduğu belirtilmiştir. Bu durum da pastörize sütlerde bu kadar yüksek oranda saptanan AFM_1 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 kontaminasyonun önlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Iranın merkezinden toplanan 116 adet pastörize ve 109 adet UHT süt örneğinde AFM_1 analizi yapılarak şu sonuçlar elde edilmiştir [15]. AFM_1 toplam 151 (%67.1) örnekte pozitif olarak saptanırken bunlardan 83'ünü (%71.5) pastörize süt, 68 tanesini (%62.3) de UHT süt oluşturmuştur. Pastörize sütlerde tespit edilen AFM_1 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 Iran Ulusal Standartlarına göre değerlendirildiğinde pastörize süt örneklerinin 2 tanesi ve UHT süt örneklerinin de 3 tanesinde, AFM_1

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 AFM_1'le kontamine olmuş örneklerin sayısı pastörize sütler için 31'e, UHT sütler için ise 19'a çıkmıştır. Iranda Kasım-Aralık aylarında 311 adet inek, manda, deve, koyun ve keçi sütü örneklerinde AFM_1 varlığı açısından analiz edilmiştir [44]. Örneklerin %42.1'inin ortalama olarak 43.3±43.8 ng/kg oranında AFM_1 içerdiği tespit edilirken, incelenen örneklerde AFM_1'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 AFM_1 konsantrasyonları Iran 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 AFM_1 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 AFM_1 içerdiği tespit edilmiştir [16]. Iranda UHT sütlerde AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonu Avrupa Birliği için kabul edilebilir limitin üzerinde bulunurken örneklerin hiçbirinde ABD Standart limitleri aşılmamıştır. En yüksek AFM_1 konsantrasyonu Şubat ayında (87 ng/kg) saptanırken, üretilen UHT sütlerde bulunan AFM_1 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 AFM_1 taraması için ELISA yöntemi kullanılmıştır. En yüksek AFM_1 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) AFM_1 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 AFM_1 analizi yapılmıştır [59]. Analiz sonuçlarında işletmelere göre AFM_1'in kontaminasyon oranları sırasıyla %100, 92.3, 90, 83.3 ve 77.7 olarak belirlenmiştir. AFM_1 konsantrasyonunun da 1-117 ng/kg arasında değiştiği ve ortalama değerin 18,6 ng/kg ile çok düşük bir seviyede bulunduğu saptanmıştır. Oliveira ve Ferraz [38] tarafından yapılan bir çalışmada numune olarak pastörize, UHT sütten oluşan 24 adet örnek toplanmış ve ortalama AFM_1 konsantrasyonu 11-161 ng/kg arasında tespit edilmiştir. Ortalama AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonunun 5 ng/kg'ın altında olduğu belirtilirken, 31 örnekte saptanan konsantrasyon 5-10 ng/kg arasında bulunmuş, 34 örnekte AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonu HPLC ve ELISA yöntemleriyle karşılaştırılarak incelenmiştir [32]. Bu nedenle AFM_1, 5 ve 500 ng/kg düzeylerinde pastörize süt örneklerine ilave edildikten sonra AFM_1'in geri kazanım oranı ELISA yönteminde %88-106.5 iken, HPLC metoduna göre %103-120 oranında saptanmıştır. Ayrıca araştırmacılar AFM_1'in analizinde ELISA ile HPLC arasında %97.83'lük bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİNDE AFM_1 VARLIĞI

Ülkemizde sevilerek tüketilen fermente süt ürünlerinden biri olan yoğurtta, AFM_1 konusunda yapılmış çalışmaların sayısı ne yazıkki yeterli değildir. Bu konuda yapılmış olan yurtiçi ve yurtdışı çalışmaları aşağıda incelenmiş ve belirlenen AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonunu tespit etmişlerdir. Toplam 40 adet yoğurt örneğinde ELISA tekniği kullanılarak yapılan çalışmada örneklerin 32'si pozitif olarak değerlendirilirken, AFM_1 konsantrasyonları 61.61-365.64 ng/kg arasında saptanmıştır. Türkiye'de yoğurtta AFM_1 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 AFM_1 kontrollerinin yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. AFM_1 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 AFM_1 analizi yapılan yoğurtların 18'inden yalnızca 2 örnekte 43-45 ng/kg belirlenirken, 48 adet çilekli yoğurttan 16'sının 19-98 ng/kg arasında AFM_1 içerdiği bildirilmiştir [34]. İtalyada Galvano ve ark. [16] tarafından yapılan bir çalışmada 114 adet yoğurt örneği çeşitli süpermarketlerden toplanarak immunoaffinite kolon ekstraksiyonu ve HPLC yardımıyla analiz edilmiştir. 91 adet yoğurt (%80) örneğinde 1-496.5 ng/L arasında AFM_1 tespit edilirken ortalama değer olarak 18.08 ng/L AFM_1 saptanmıştır. 2 adet yoğurt örneğinde AFM_1 konsantrasyonunun İsviçrede geçerli olan limitlerin üzerinde olduğu belirtilmiştir. Galvano ve ark. [17]'nın bir diğer çalışmasında 120 adet yoğurt örneği İtalyanın 4 büyük kentinden toplanarak analiz edilmiştir. Yoğurt örneklerinde 1-32.1 ng/kg düzeyinde AFM_1 saptanmış ve bu değer ortalama olarak 9.06 ng/kg olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre yoğurtta bulunan AFM_1 konsantrasyonunun insan sağlığı açısından herhangi bir tehlike teşkil etmediği sonucuna varılmıştır. Hammadde süte göre AFM_1 miktarının yoğurda göre %13 daha fazla bulunduğu Bakırcı'nın [3]'nın 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 AFM_1'de

böyle bir konsantrasyon artışı tespit etmemişlerdir. AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonu 150 ng/kg ile pıhtısı karıştırılmış yoğurtta bulunurken, AFM_1 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 AFM_1 seviyesi 50 ng/kg'ın üzerinde bulunduğu saptanmıştır. Brezilyanın Campinas bölgesinde yapılan bir çalışmada ise analiz edilen 30 adet yoğurt örneği AFM_1'ce negatif bulunmuştur [50]. Buna neden olarak yazarlar tarafından AFM_1'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 AFM_1 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 AFM_1 bulunduğu saptanmıştır. Buna neden olarak da yoğurtlarda kurumadde artırımında AFM_1'le kontamine olmuş süttozu kullanılması olasılığı ve bu yolla AFM_1 bulaşma riskinin yüksek olması gösterilmiştir.

Bakırcı [3] tarafından yapılan bir araştırmada AFM_1 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, AFM_1 konsantrasyonunda hiçbir değişime neden olmadığını saptamışlardır. Ayrıca farklı starter kültürleriyle pH 4.0-4.5 arasında uygulanan fermentasyonun AFM_1 üzerinde de önemli bir değişime neden olduğunu belirtilirken, yoğurtta ve diğer fermente süt ürünlerinde pH düşüşüyle AFM_1 konsantrasyonunda %25 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir Ayrıca starter kültürü kompozisyonunun son ürünün pH'sının AFM_1 stabilitesine istatiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Benzer şekilde Prandini ve ark. [43] çalışmalarında fermente süt ürünleri olan yoğurt ve kefirde ısı uygulaması ve starter kültür ilavesinin AFM_1 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 AFM_1'le kontamine olmuş sütün kefir ve kefir tanelerine bulaşma seviyeleri ve depolanma sırasında AFM_1 konsantrasyonunda meydana gelen değişimlerin araştırılmasından oluşmuştur. Bu çalışmada, UHT ısıl işleme tabi tutulmuş süt İzmir ve çevresinden toplanmış ve 100, 200 ve 500 ng/kg düzeylerinde AFM_1 ile yapay olarak kontamine edilerek laboratuvar koşullarında kefir üretimi için kullanılmıştır. Bu şekilde AFM_1'in sütten kefir tanelerine geçişi kontrol edilmiş ve 100, 200, 500 ng/kg AFM_1 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 AFM_1'in kefir ve kefir tanelerine bulaşma oranı toksin konsantrasyonunun artmasıyla artmaktadır. Ayrıca kefirin +2 yada +4°C'de depolanmasının AFM_1 konsantrasyonuna etkisi olmadığı yapılan analizler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Benzer bir çalışmada Govaris ve ark. [20] yoğurt sütünü 50 ve 100 ng/L arasında AFM_1'le yapay olarak kontamine etmişler ve pH 4.0 ve 4.6'da uyguladıkları fermentasyondan sonrası 4°C'de 4 hafta süreyle depolayarak yoğurtlarda AFM_1 konsantrasyonundaki değişimleri incelemişlerdir. Sonuçlarda AFM_1 konsantrasyonunda önemli bir azalma olduğu saptanırken, pH 4'te fermente edilen yoğurtlarda tespit edilen AFM_1 konsantrasyonunun pH 4.6'da fermente edilen yoğurtlardakinden daha fazla olduğunu saptamışlardır. Buna göre AFM_1 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.

AFM_1'in yoğurttaki stabilitesi konusunda yapılan çalışmalarda saptanan sonuçlarda zıtlık olduğun bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar yoğurdun üretimi ve depolanmasının AFM_1 konsantrasyonu üzerine hiçbir etkisi bulunmadığını belirtirken [5, 56], bazı araştırmacılar ise AFM_1 konsantrasyonunda az [55] kısmi [25] ve çok fazla [46] bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Megalla ve Hafez [35]'e göre AFB_1'in hidroksil türevi olan AFB_{2a}'ya tamamen transformasyonunun yoğurtta var olan asit sayesinde olduğu saptanmıştır. Bazı çalışmalarda ise AFM_1'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] AFB_1'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] AFB_1'in *Streptococcus thermophilus*'un morfolojisi üzerine olumsuz etkide bulunduğunu saptamışlardır.

Yapılan bazı çalışmalarda, eğer AFM_1 ve B_1 sütten 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 AFM_1'le kontamine ederek 7 gün +7°C'de depoladıktan sonra AFM_1 konsantrasyonunun değişmediğini saptamışlardır. Benzer şekilde Wiseman ve Marth [56], AFM_1 konsantrasyonunun yoğurt/kefir yapımında uygulanan ısıl işlemi yada fermentasyonla azalmadığını belirtmişledir.

TEREYAĞINDA AFM_1 VARLIĞI

Tereyağında AFM_1 konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Ancak, Monti ve ark. [36] ve Bakırcı [3] tarafından yürütülen birkaç çalışmada AFM_1'in suda çözünebilme özelliğinden dolayı konsantrasyonunun kremada ve terayağında, üretilen sütten daha az olduğu tespit edilmiştir.

Monti ve ark. [36] yaptıkları çalışmada kremaya 3 farklı konsantrasyonda (< 5, 100, 200 ng/kg) AFM_1'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 AFM_1 esas olarak serum fazına geçmiştir. 200 ng/kg AFM_1'le kontamine edilmiş kremanın yağ fazında tespit edilebilen AFM_1 konsantrasyonu 28 ng/kg olarak bulunmuştur.

SÜTTOZUNDA AFM_1 VARLIĞI

Tereyağında olduğu gibi süttozunda da AFM_1 araştırması konusunda oldukça sınırlı sayıda yurtdışı ve yurtiçi yayınları bulunmaktadır.

Yapılan bir çalışmada Deveci ve Sezgin [8] 21 adet süttozu örneğinde AFM_1 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 AFM_1 konsantrasyonları 0-705 ng/kg arasında tespit edilmiştir. Yalnızca 2 örnekte değerler 535 ile 705 ng/kg seviyesinde bulunduğu için bu örneklerdeki AFM_1 miktarının Türk Gıda Kodeksinde (500 ng/kg) belirlenen seviyenin üzerinde olduğu bulunmuştur. Haziran-Temmuz-Ağustos döneminde toplanan bu 2 örnekte AFM_1'e rastlanmamıştır. Sonuçta, yaz döneminde toplanan örneklerde AFM_1 oranı kış döneminde toplanan örneklerdeki orandan daha da düşük olduğu belirlenmiştir. AFM_1 seviyesi yıl boyunca üretilen örneklerin %90.5'inde Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limit değeri geçmediği tespit edilmiştir.

Deveci ve Sezgin [9] bir diğer çalışmalarında ise yapay olarak süttozuna 1500 ve 3500 ng/kg oranında AFM_1 ilave etmişler ve proses koşullarının (pastörizasyon, konsantrasyon ve sprey kurutmanın) AFM_1 konsantrasyonu üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yapay AFM_1 kontaminasyonu 1500 ng/kg olan süttozunda sırasıyla pastörizasyon, konsantrasyon ve sprey kurutmanın süttozunda yaklaşık %16, %40 ve %68 oranında AFM_1'de azalmaya neden olduğunu, 3500 ng/kg AFM_1'le kontamine olmuş süttozunda ise bu oranların %12, %35 ve %59 oranında bulunduğunu tespit etmişlerdir. 3 ve 6 aylık depolama sonunda 1500 ng/kg AFM_1 ilave edilen süttozunda %2-5 oranında bir azalma olurken, 3500 ng/kg AFM_1 ilave edilen süttozunda ise bu oran %2-4 arasında olduğu saptanmıştır. Elmalı ve ark. [13] tarafından süttozunda AFM_1 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 AFM_1'le kontamine olduğu ve bunların %45'indeki AFM_1 konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limitin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre süttozlarında tespit edilen bu kadar yüksek AFM_1 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 AFM_1'in süttozunda geri kazanımı konusunu ELISA yöntemiyle incelemişlerdir. Bu amaçla öncelikle süte 5 değişik konsantrasyonda 100, 200, 500 ve1000 ng/kg düzeyinde eklenen AFM_1'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 AFM_1 varlığı ve konsantrasyon düzeyleri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda süt ve süt ürünlerine hammadde teşkil eden çiğ sütte AFM_1'in azaltılması için aşağıda belirtilen uygulamalar geçerli hale getirilmelidir.

- Çiğ süte AFM_1 genellikle yemlerden geçtiği için analiz edilen çiğ sütlerde AFM_1'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 AFM_1 içermektedir. Durumun böyle olmasında özellikle coğrafi koşullar ve mevsimsel faktörlerin büyük bir etkisi bulunmakla beraber yazın üretilen sütlerden elde edilen ürünlerde AFM_1 oranı kışın üretilen ürünlerden daha azdır. Ayrıca ilkbahar ve yazın toplanan süt örnekleri arasında AFM_1 açısından önemli bir fark bulunmazken sonbahar ve kışın toplanan sütlerde tespit edilen AFM_1 açısından önemli bir fark olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni olarak da yazın hayvanlar otlaklarda dışarıda beslenirken kışın hayvanların daha çok silaj yemleriyle beslenmesi gösterilmektedir.
- Yoğurtta AFM_1 konusunda peynirden sonra dünyada fazla olmakla beraber ülkemizde oldukça az çalışma yapılmıştır. AFM_1'in yoğurttaki stabilitesi (ısıl işlem, kurutma, fermentasyon v.s.) konusunda yapılan çalışmalarda ise çok zıt sonuçlar bulunmuştur. Bazı araştırmalar yoğurdun üretimi ve depolamasının AFM_1 konsantrasyonu üzerine hiçbir etkisi bulunmadığını bildirirken, bazı araştırmalarda ise bunun tersi yönünde sonuçlar bulunduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu tezatlığı ortadan kaldırmak için yoğurtta AFM_1 konusunda yapılacak bilimsel çalışma sayısına ağırlık verilmelidir.
- Tereyağında AFM_1 konusunda yapılmış sadece 1-2 çalışma bulunmamaktadır. Çünkü AFM_1 süt

proteinlerinden daha çok kazeine bağlanmakta ve de yağ fazına geçmemektedir.

- Süttozunda da yapılan araştırmaların sayısıda yetersiz olmakla beraber yaz döneminde üretilen sütlerden elde edilen süttozu örneklerinde AFM_1 oranı, kış döneminde üretilen süttozu örneklerdeki orandan daha da düşük olduğu belirlenmiştir. Uygulanan proses koşullarının (ısıl işlem v.s.) AFM_1 konsantrasyonu üzerine olan etkisi konusunda da tezat çalışmalar bulunmaktadır.
- AFM_1 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 AFM_1 varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu*, pp: 82-97, 18-19 Eylül 2003, Istanbul.

[2] Akkaya, L., Birdane, Y. O., Oğuz, H., Cemek, M., 2006. Occurrence of aflatoxin M_1 in yoghurt samples from Afyonkarahisar, Turkey. *Bullettin Vet Inst. Pulawy* 50: 517-519.

[3] Bakırcı, I., 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M_1 in milk and milk products in Van province of Turkey. *Food Control* 12: 47-51.

[4] Bilandzc, N., Varenina, I., Bozica, S., 2010. Aflatoxin M_1 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., Sarımehmetoğlu, B., Kuplulu, Ö., 2005. Aflatoxin M_1 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 M_1 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 M_1 during manufacture and storage of skim milk powder. *Journal of Food Protection* 69: 682-685.

[10] El-Deeb, S.A., 1989. Interaction of AFM_1 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 M_1 in milk with lactic acid bacteria and related genera. *Proceedings of the Second World Mycotoxin* Forum, Nordwjik, The Netherlands.

[12] Elgerbi, A.M., Aidoo, K.E., Candlish, A.A.G., Tester, R.F., 2004. Occurrence of aflatoxin M_1 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 M_1 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 B_1. *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 M_1 in dairy products marketed in Italy: second year of observation. *Food Additives Contaminants* 18: 644-646.

[18] Ghazani, M. H. M., 2009. Aflatoxin M_1 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 M_1 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 M_1 during production and storage of yoghurt. *Food Additives & Contaminants*: *Part* A 19(11): 1043 - 1050.

[21] Gündinç, U., Filazi, A., 2009. Detection of aflatoxin M_1 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 M_1 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 AFM_1 düzeylerinin belirlenmesi. II. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu* 23-24 Mayıs 2005, pp. 179, Istanbul

[24] Gürbay, A., Engin, A.B., Çağlayan, A., Şahin, G., 2006. Aflatoxin M_1 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 M_1 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 M_1 in Iran. *Food Control* 21: 19-22.

[27] Hussain, I., Anwar, J., Asi, M.R., Munawar, M.A., Kashir, M., 2010. Aflatoxin M_1 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 M_1 stability. *Milchwissenschaft* 61(1): 75-79.
[30] Karimi, G., Hassanzadeh, M., Teimuri, M., Nili, A., 2007. Aflatoxin M_1 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 M_1 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 M_1 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 M_1 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 M_1 in yoghurts in Portugal. *International Journal of Food Microbiology* 91: 315-317
[35] Megalla, S.E., Hafez, A.H., 1982. Detoxification of aflatoxin B_1 by acidogenous yoghurt. *Mycopathologia* 77: 89-91.
[36] Monti, L., Panarelli, E.V., Iametti, S., Giangiacomo, R., 2009. Aflatoxin M_1 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 M_1 in milk from Indonesia by ELISA. *Food Control* 20: 721-724.
[38] Oliveira, C.A.F., Ferraz, J.C.O., 2007. Occurrence of aflatoxin M_1 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 M_1 levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Vet. Human Toxicol.* 43: 292-293.
[40] Özdemir, M., 2007. Determination of aflatoxin M_1 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 AFM_1 aranması. *Ulusal Mikotoksin Sempozyumu*, pp: 93-98, 18-19 Eylül 2003, Istanbul.
[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 M_1 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 M_1 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 M_1 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 B_1 in yoghurt and acidified milks. *Mycopathologia* 113: 117-119.
[47] Rastogi, S., Dwivedi, P.D., Khanna, S.K., Das, M., 2004. Detection of aflatoxin M_1 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 M_1 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 B_1 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 M_1 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 M_1 in raw und 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 M_1 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 M_1 levels in UHT milk and kashar cheese consumed in Turkey. *Food and Chemical Toxicology* 46: 3287-3289.
[54] Unusan, N., 2006. Occurrence of aflatoxin M_1 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 M_1 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 M_1 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 M_1 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 M_1 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 M_1 in pasteurized milk from Morocco, *International Journal of Food Microbiology* 114: 25-29.