

Van'da Tüketime Sunulan UHT Sterilize İnek Sütlerinde Aflatoksin M₁ Düzeyinin Araştırılması

Özgür İŞLEYİCİ¹ Fatih MORUL² Yakup Can SANCAK¹

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD, Van, Türkiye

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD, Van, Türkiye

Geliş tarihi: 06.03.2012

Kabul Tarihi: 01.05.2012

ÖZET

Bu araştırma Van ilinde tüketime sunulan UHT sterilize inek sütlerinde aflatoksin M₁ (AFM₁) varlığını ve seviyesini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Van ilinde bulunan süpermarketlerde satışa sunulan 25 adet tam yağlı ve 25 adet de yarım yağlı olmak üzere toplam 50 adet UHT sterilize süt örneği AFM₁ varlığı ve seviyesi yönünden ELISA tekniği ile incelenmiştir. Analize alınan 25 adet tam yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinden 23 tanesinde (%92) AFM₁ düzeyi 22.57 ile 76.58 ng/l arasında ortalama 42.78±14.81 ng/l olarak bulunurken, 2 tanesinde (%8) ise 80 ng/l'den yüksek seviyede AFM₁ tespit edilmiştir. İncelenen 25 adet yarım yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinin ise 21 tanesinde (%84) AFM₁ düzeyi 7.61 ile 58.78 ng/l arasında ortalama 38.73±10.98 ng/l olarak bulunurken, 4 (%16) örnekte ise 80 ng/l'den yüksek seviyede AFM₁ tespit edilmiştir. Analize alınan tam yağlı UHT sterilize süt örneklerinin 9 tanesinin (%36), yarım yağlı UHT sterilize süt örneklerinin ise 7 tanesinin (%28) AFM₁ seviyesi yönünden Türk Gıda Kodeksi'nde süt için verilen limitlere (50 ng/l) uygun olmadığı ortaya konmuştur. Tüketime sunulan UHT sterilize inek sütü örneklerinde yasal limitlerden yüksek seviyede AFM₁ tespit edilmesi, bu ürünlerin tüketilmesinin halk sağlığı yönünden ciddi bir risk oluşturduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler

UHT Sterilize Süt, AFM₁, ELISA

The Levels of Aflatoxin M₁ in UHT Sterilized Cow's Milk in Consumed in Van Province

SUMMARY

This study is conducted to find out presence of aflatoxin M₁ (AFM₁) and its levels in UHT sterilized cow's milk put up for sale in van province. In order to do so; 25 UHT sterilized whole milk and 25 UHT sterilized semi-skimmed milk samples sold in supermarkets, totally 50 samples are studied in terms of M₁ presence and its levels by ELISA method. In 25 UHT sterilized whole milk samples analysed, where AFM₁ is found between 22.57 and 76.58 ng/l, average 42.78±14.81 ng/l in 23 samples (92%) and above 80 ng/l in 2 samples in (8%). In 25 UHT sterilized semi-skimmed milk samples analysed, where AFM₁ is found between 7.61 and 58.78 ng/l, average 38.73±10.98 in 21 samples (84%), it is found above 80 ng/l in 4 samples (16%). It is found out that, 9 (36%) of UHT sterilized whole milk samples and 7 (28%) of UHT sterilized semi-skimmed milk samples aren't compatible with the limits (50 ng/l) for milk in Turkish Food Codex in terms of AFM₁ levels. Detecting AFM₁ levels above legal limits in UHT sterilized cow's milk samples put up for sale indicates that consumption of these foods produce significant risk in terms of public health.

Key Words

UHT Sterilized Milk, AFM₁, ELISA

GİRİŞ

Mikotoksin adı verilen eksojen metabolitler, küflenmiş tarımsal ürünler ile bitkisel ve hayvansal besinlerde hızla çoğalan tek hücreli mantarlarca sentezlenerek aynı ortama salınan doğal kirleticilerdir. Tehlikeli derecede küflenmiş veya mikotoksin çeşitleriyle kirlenmiş olan besinleri tüketen insan ve hayvan türlerinde mikotoksikozis adı verilen zehirlenme olguları baş gösterir (Şanlı 1995; Tunail 2000).

Mikotoksinlerin insanlarda hepatotoksik, dermatoksik, nefrotoksik, nörotoksik, immunotoksik ve immunosupresif etkileri vardır. Bunlara ek olarak mutajenik, kanserojenik, teratojenik, halusinojenik ve östrojenik bozukluklarda yaparlar. İnsanlarda bu tür bozukluklara yol açan

mikotoksinleri üreten *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium* cinsleri olmak üzere başlıca üç grup vardır. Aflatoksinler, bazı *Aspergillus* türleri ile *Penicillium* ve *Rhizopus* türleri tarafından üretilen mikotoksinlerdir. Özellikle *A. flavus*, *A. parasiticus*, ve *A. nomius* gibi türler ürettikleri aflatoksin B₁ ismi verilen mikotoksin ile insanlarda önemli rahatsızlıklar oluştururlar. *A. flavus* yalnızca aflatoksin B₁ (AFB₁) ve aflatoksin B₂ (AFB₂) üretirken *A. parasiticus* AFB₁ ve AFB₂'nin yanı sıra aflatoksin G₁ ve aflatoksin G₂'yi de üretmektedir (Şanlı 1995; Sweeney ve Dobson 1998; Tunail 2000; Shephard 2009).

Aflatoksinlerin UV ışık altında mavi floresans veren bileşenlerine AFB₁ ve AFB₂, sarı-yeşil floresans verenlerine ise Aflatoksin G₁ ve G₂ ismi verilmiştir. Daha sonra aflatoksinli yemleri tüketen hayvanların sütlerinde

de aflatoksinlerin hidroksile olmuş türevlerinin salgılandığı ortaya konmuş ve bunlara da Aflatoksin M₁ (AFM₁) ve Aflatoksin M₂ (AFM₂) ismi verilmiştir. AFM₁ ve AFM₂ türevleri, AFB₁ ve AFB₂'nin süt hayvanlarında metabolik değişikliğe uğratarak atılan şekilleri olarak kabul edilir (Şanlı 1995; Akdemir ve Altıntaş 2004; Shephard 2009).

En zehirli olan aflatoksin, AFB₁'dir. AFM₁'in etki gücü de AFB₁ seviyesine yakındır. Aflatoksinler bilinen en güçlü karaciğer kanserojenleridir. Yapılan epidemiyolojik, genetik ve deneysel araştırmalar sonucunda, Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu (IARC; International Agency for Research on Cancer) tarafından yapılan sınıflamada, AFB₁ yeterli kanıt elde edilmiş insan kanserojenleri (Sınıf 1), AFM₁'de muhtemel insan kanserojenleri (2B sınıfı) içerisinde sınıflandırılmıştır. Özellikle AFB₁ karaciğer kanserojeni olarak tanımlanmış ve hepatitis ile birlikte hepatosellüler karsinomaların en büyük sebebi olarak değerlendirilmiş, Dünyada görülen vakaların %4.6-28.2'sinden sorumlu olabileceği bildirilmiştir. AFM₁'in mutajenik ve kanserojenik etkisi AFB₁'den daha düşük olmasına rağmen genotoksik etkisi daha yüksektir (Anonymous 1993; Wang ve Tang 2004; Liu ve Felicia 2010).

Aflatoksinler süt ve süt ürünlerinde iki nedenden dolayı bulunabilmektedir. Birincisi, süt veren hayvanların yemlerinin mikotoksin içermesi ve bu mikotoksinlerin metabolize olmasıyla oluşan metabolitlerin (AFM₁ ve AFM₂) süte geçmesi sonucu oluşan kontaminasyon, ikincisi ise süt ve süt ürününün direkt olarak küflerle kontamine olması sonucu mikotoksin oluşmasıdır. Süt ve ürünleri aflatoksin kalıntısı yönünden en riskli ürünlerdendir. AFM₁ süt ve süt ürünlerinde en fazla rastlanan toksindir ve bunları tüketen insanlarda önemli sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Kırdar 2006).

AFB₁'in AFM₁ olarak süte geçme oranı; hayvanın türü, sağım zamanı, sağım şekli, laktasyon periyodu, süt miktarı, mevsim ve geçen zaman gibi değişik faktörlere göre değişmekle birlikte yemlerle alınan AFB₁ miktarının yaklaşık %1-3 kadarı AFM₁ olarak süte geçmektedir. Süt sığırlarında bu oran genellikle %0.2-4 civarındadır (van Egmond 1989; Veldman 1992; Galvano ve ark. 1996; Shephard 2009).

AFM₁, laktasyondaki hayvanların AFB₁ içeren yemlerle beslenmesinden sonra sütle atıldığı için süt ve süt ürünlerinde bulunabilmektedir. Süt ve süt ürünleri bebekler, çocuklar, iyileşme dönemindeki hastalar, yaşlı insanlar, emzirme dönemindeki anneler için temel besin kaynağı olduğundan, bu ürünlerdeki AFM₁ miktarı önemlidir (Tunail 2000).

Bu çalışma ile Van ilinde satışa sunulan UHT sterilize inek sütlerinde AFM₁ düzeyinin ve kontaminasyon oranının ortaya konularak, bu gıdanın halk sağlığı açısından bir tehlike oluşturup oluşturmadığının ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada incelenen 50 adet UHT sterilize inek sütü örneği, 2011 yılı ilkbahar döneminde Van'da bulunan süpermarketlerde satışa sunulan değişik firmalara ait sütlerden en az 500 ml'lik orijinal ambalajlarında alınarak +4 °C'lik soğuk zincirde laboratuvara getirilmiş +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilerek en kısa sürede analize alınmışlardır.

Süt örneklerinde AFM₁ varlığı ve düzeyi kompetitif ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi ile R-

Biopharm GmbH tarafından verilen prosedüre göre Ridascree® Aflatoksin M₁, R-Biopharm, R 1101 Test Kiti kullanılarak tespit edilmiştir. Kullanılan test kitinin ölçme limiti 5 ppt ve geri alma oranı süt için ortalama %95'tir. Sonuçların değerlendirilmesi R-Biopharm GmbH tarafından hazırlanan RIDAWIN isimli bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır (Anonymous 2006a).

Örneklerin hazırlanması

Homojen olarak karıştırılmış her bir süt örneğinden 5 ml süt alınarak 10 °C'de, 3500 devirde 10 dakika süreyle santrifüje edildikten sonra tüpün üstündeki yağ tabakası pastör pipeti ile çekilerek alınmıştır. Yağı alınmış bu süt testte direkt olarak kullanılmıştır (Anonymous 2006a).

Örneklerin analiz edilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi

Standart solüsyonlar (0, 5, 10, 20, 40 ve 80 ppt konsantrasyonda AFM₁ içeren solüsyonlar) ve hazırlanan süt örnekleri için yeterli sayıda kuyucuk, kuyucuk çerçevesine yerleştirilmiştir. Standart solüsyonların ve hazırlanan örneklerin her birinden otomatik pipet ile 100 µl alınarak kuyucuklara aktarılmış ve oda ısısında (20-25 °C) ve karanlık ortamda 60 dakika bekletilmiştir. Daha sonra kuyucuklardaki sıvı boşaltılıp, kuyucuklar 250 µl PBS (%0.05 Tween 20) ile otomatik yıkayıcıda (Bio-Tek Instruments®, Inc., EL X 50) iki defa yıkanmıştır. Yıkanan her bir kuyucuğa 100 µl 1:11 oranında dilüe edilmiş enzim konjugat ilave edilmiş ve tekrar oda ısısında (20-25 °C) ve karanlıkta 60 dakika bekletildikten sonra kuyucuk çerçevesindeki kuyucuklar otomatik yıkayıcıda yıkama çözeltisi ile üç defa yıkanmıştır. Daha sonra her bir kuyucuğa sırayla 50 µl substrat ve 50 µl kromojen enjekte edildikten sonra iyice karıştırılmış ve 30 dakika oda ısısında ve karanlıkta bekletilmiştir. Son olarak her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu ilave edilerek iyice karıştırılmış ve ELISA okuyucuda (Bio-Tek Instruments, Inc., EL X 800) 450 nm'de 60 dakika içinde okutulmuş sonuçlar Ridawin ile değerlendirilmiştir (Anonymous 2006a).

İstatistiksel analizler

Analizler sonucunda iki grup örnekten elde edilen veriler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir ilişki olup olmadığını ortaya koymak için varyans analizi ve t-testinden yararlanılmıştır (Akgül 1997).

BULGULAR

Bu çalışmada Van ilinde bulunan süpermarketlerde tüketime sunulan tam ve yarım yağlı UHT sterilize inek sütü örnekleri incelenerek AFM₁ seviyeleri tespit edilmiştir. İncelenen 25 adet tam yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinden 23'ünde (%92) AFM₁ düzeyi 22.57 ile 76.58 ng/l arasında ortalama 42.78±14.81 ng/l olarak bulunurken 2'sinde (%8) ise 80 ng/l'den yüksek seviyede tespit edilmiştir. İncelenen 25 adet yarım yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinin ise 21'inde (%84) AFM₁ düzeyi 7.61 ile 58.78 ng/l arasında ortalama 38.73±10.98 ng/l olarak bulunurken 4'ünde (%16) ise 80 ng/l'den yüksek seviyede tespit edilmiştir.

Tam yağlı UHT sterilize süt örneklerinin 9 tanesinin (%36), yarım yağlı UHT sterilize süt örneklerinin ise 7 tanesinin (%28) aflatoksin M₁ seviyesi yönünden Türk Gıda Kodeksi'nde (Anonim 2002) süt için verilen limitlere (50 ng/l) uygun olmadığı ortaya konmuştur (Tablo 1). AFM₁ miktarı yönünden tam yağlı ve yarım yağlı UHT sterilize sütler arasında istatistiksel olarak önemli derecede bir fark bulunmamıştır.

Tablo 1. UHT Sterilize inek sütü örneklerinde AFM₁ varlığı ve dağılımı**Table 1.** The presence and distribution of AFM₁ in UHT sterilized cow's milk samples

		Örnek sayısı (n)				Konsantrasyon (ng/l)		
AFM ₁ miktarına (ng/l) göre örnek sayısının dağılımı		Pozitif		Limiti aşan		Min.	Max.	
Örnek Tipi	TE	<5	5-80	>80	n	n		
Tam yağlı	-	-	23 (%92)	2 (%8)	25 (%100)	9 (%36)	22.57	>80
Yarım yağlı	-	-	21 (%84)	4 (%16)	25 (%100)	7 (%28)	7.61	>80
Toplam	-	-	44 (%88)	6 (%12)	50 (%100)	16 (%32)	7.61	>80

TE: Tespit edilemedi

TARTIŞMA ve SONUÇ

Sütte bulunan AFM₁ sadece sütlerle değil, bu sütlerden yapılan süt ürünlerine de geçerek insan sağlığı için önemli riskler oluşturmaktadır. Gıdalarla alınan AFB₁'in anne sütlerine de AFM₁ şeklinde geçerek bebekler için ciddi sağlık problemlerine neden olabileceği bildirilmiştir (Şanlı 1995; Kırdar 2006; Decastelli ve ark. 2007).

Aflatoksinlerin insan sağlığı üzerinde oluşturduğu önemli riskler nedeniyle yasal otoriteler tarafından belirlenmiş tolerans sınır değerleri bulunmaktadır. Bu sınır değerler AFM₁ düzeyi için Codex Alimentarius'da 500 ng/kg, Avrupa Birliği ve Türkiye'de ise 50 ng/kg'dır (Şanlı 1995; Anonim 2002; Anonymous 2006b).

AFM₁ ve AFM₂ laktasyondaki hayvanların AFB₁ ve AFB₂ içeren yemlerle beslenmesinden sonra sütle atılan metabolitleridir. Ancak AFM₁ sütte en fazla bulunan ve dolayısıyla daha toksik olan aflatoksindir. AFM₁, pastörizasyon ve UHT sterilizasyon gibi ısı işlemlere dayanıklıdır (Şanlı 1995; Tunail 2000).

Süt ve süt ürünlerinin AFM₁ ile kontaminasyonu coğrafya, ülke ve mevsime göre farklılıklar gösterebilmektedir. AFM₁ bulaşma düzeyi, çimen, ot ve kaba yemin daha bol olduğu ve mera beslenmesinin fazla olduğu bahar ve yaz aylarında, hayvanların daha çok konsantre yemlerle beslendiği kış aylarından daha düşük olmaktadır. Yaz sonuna kadar hayvanların yeşil ve taze otlarla beslenmesi, süt içinde AFM₁ seviyesinde bir azalmaya neden olmaktadır (Barbieri ve ark. 1994; Galvano ve ark. 1996; Pittet 1998; Creppy 2002).

Ülkemizde ve Dünyada yapılan araştırmalarda çiğ ve UHT sterilize süt örneklerinde AFM₁ düzeyi oldukça farklı oranlarda ve miktarlarda bulunmuştur. Gıdalarda AFM₁ analizinde kromatografik yöntemler daha hassas sonuçlar vermekteyse de ELISA testi, hızlı ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilmektedir. Daha önce yapılan bazı araştırmalarda çiğ ve sterilize sütlerde belirlenen AFM₁ oranları ve seviyeleri ile Türk Gıda Kodeksi'nde ve European Commission (EC) tarafından verilen limit değerleri aşan örnek sayıları Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Değişik ülkelerde ve Türkiye'de çiğ inek sütlerinde AFM₁ düzeyleri**Table 2.** The levels of AFM₁ in raw cow's milk in different countries and Turkey

Örnek çeşidi	n	Pozitif örnek (%)	Limiti (50 ng/l) aşan örnek (%)	Ülke	Kaynak
Çiğ süt	90	79 (87.8)	35 (38.9)	Türkiye	Bakırcı, 2001
Çiğ süt	48	34 (70.83)	16(33.3)	Türkiye	Akdemir ve Altıntaş, 2004
Çiğ süt	115	114 (99.13)	69 (60)	Türkiye	Oruç ve ark., 2005
Çiğ süt	127	73 (57.49)	14 (11.02)	Türkiye	Atasever ve ark., 2006
Çiğ süt	22	13 (59.1)	2 (9.0)	Brezilya	Shundo ve Sabino, 2006
Çiğ süt	86	86 (100)	50 (58.4)	Türkiye	Topcu, 2006
Çiğ süt	13	100 (100)	8 (61.5)	Türkiye	Kök, 2006
Çiğ süt	20	20 (100)	18 (90)	Türkiye	Kireççi ve ark., 2007
Çiğ süt	120	118 (98.3)	68 (56.7)	İran	Sefidgar ve ark., 2008
Çiğ süt	113	65 (57.5)	0 (0.0)	Endonezya	Nuryono ve ark., 2009
Çiğ süt	74	70 (95)	41 (59)	Suriye	Ghanem ve Orfi, 2009
Çiğ süt	140	117 (83.6)	58 (41.4)	İran	Rahimi ve ark., 2009
Çiğ süt	122	122 (100)	18 (14.75)	İran	Kamkar ve ark., 2011
Çiğ süt	90	80 (72.0)	63 (56.7)	Türkiye	Buldu ve ark., 2011

Tablo 3. Değişik ülkelerde ve Türkiye'de UHT sterilize inek sütlerinde AFM₁ düzeyleri**Table 3.** The levels of AFM₁ in UHT sterilized cow's milk in different countries and Turkey

Örnek çeşidi	n	Pozitif örnek (%)	Limiti (50 ng/l) aşan örnek (%)	Ülke	Kaynak
UHT sterilize süt	70	59 (84.2)	2 (2.86)	Portekiz	Martins ve Martins, 2000
UHT sterilize süt	42	34 (80.9)	3 (7.1)	Brezilya	Shundo ve Sabino, 2006
UHT sterilize süt	129	75 (58.1)	61 (47)	Türkiye	Unusan, 2006
UHT sterilize süt	100	67(67)	31(31)	Türkiye	Tekinşen ve Eken, 2008
UHT sterilize süt	40	40 (100)	1(2.5)	Brezilya	Shundo ve ark., 2009
UHT sterilize süt	48	48(100)	35(72.9)	İran	Rahimi ve ark., 2009
UHT sterilize süt	50	100 (100)	10 (20)	Türkiye	Gündinç ve Filazi, 2009
UHT sterilize süt	109	68(62.3)	19 (17.4)	İran	Fallah, 2010
UHT sterilize süt	72	68 (94.4)	0 (0)	İspanya	Cano-Sancho ve ark., 2010
UHT sterilize süt	36	36 (100)	2(5.6)	Türkiye	Gücüköğlü ve ark., 2010
UHT sterilize süt	150	85(59)	16(10.7)	Türkiye	Atasever ve ark., 2010

Bu çalışmada AFM₁ yönünden pozitif örnek oranı (%100), çiğ sütlerde değişik araştırmacılar (Bakırcı 2001; Akdemir ve Altıntaş 2004; Atasever ve ark. 2006; Shundo ve Sabino 2006; Rahimi ve ark. 2009; Buldu ve ark. 2011) tarafından saptanan değerlerden yüksek, bazı araştırmacıların (Topçu 2006; Kök 2006; Oruç ve ark. 2005; Kireççi ve ark. 2007; Sefidgar ve ark. 2008; Ghanem ve Orfi 2009; Noryono ve ark. 2009; Kamkar ve ark. 2011) bulunduğu sonuçlarla ise benzerdir.

AFM₁ yönünden Türkiye ve Avrupa Birliği limitlerini aşan örnek oranı (%32) ise, çiğ sütlerde bazı araştırmacılar (Atasever ve ark. 2006; Shundo ve Sabino 2006; Nuryono ve ark. 2009; Kamkar ve ark. 2011) tarafından saptanan değerlerden yüksek, bazıları (Bakırcı 2001; Topçu 2006; Kök 2006; Oruç ve ark. 2005; Kireççi ve ark. 2007; Sefidgar ve ark. 2008; Ghanem ve Orfi 2009; Buldu ve ark. 2011) tarafından tespit edilen değerlerden düşük, Akdemir ve Altıntaş (2004) tarafından bulunan orana ise benzerdir.

Analize alınan UHT sterilize süt örneklerinin AFM₁ yönünden yasal limitleri aşan örnek oranı (%32) çiğ sütlerde yapılan diğer araştırmalarda elde edilen sonuçlarla (Tablo 2) uyumlu olmasına karşılık, genel kontaminasyon oranının (%100) diğer bir çok araştırmacının elde ettiği değerlerden (Tablo 2) yüksek olduğu görülmektedir.

Bu durum, her ne kadar bazı araştırmacılar tarafından (Bakırcı, 2001; Kırımhan, 2005) sütlere uygulanan ısı işleminin AFM₁ miktarını azalttığı bildirilse de aflatoksinlerin gıdalarda oldukça stabil olmalarına, termoresistans özelliklerinden dolayı ısı işlemlerden kolay etkilenmemelerine ve kontamine sütlerde bulunan AFM₁'in ticari süt tanklarında dilüe olarak bütün sütü kontamine etmesine bağlanabilir (Piva ve ark. 1987; Tunail 2000).

AFM₁ pozitif bulunan örneklerin oranı (%100), UHT sterilize sütlerde değişik araştırmacılar (Martins ve Martins 2000; Shundo ve Sabino 2006; Unusan 2006; Tekinşen ve Eken 2008; Cano-Sancho ve ark. 2010; Fallah 2010; Atasever ve ark. 2010) tarafından saptanan değerlerden yüksek, diğer bazı araştırmacılar (Shundo ve ark. 2009; Arimi ve ark. 2009; Gündinç ve Filazi 2009; Gücüköğlü ve ark. 2010) bulunduğu sonuçlarla ise benzerdir.

Yapılan bu çalışmada; Türkiye ve Avrupa Birliği yasal limitlerini (50 ng/kg) aşan örnek oranı (%32) ise, UHT sterilize sütlerde bazı araştırmacılar (Martins ve Martins 2000; Shundo ve Sabino 2006; Shundo ve ark. 2009; Gündinç ve Filazi 2009; Cano-Sancho ve ark. 2010; Fallah 2010; Gücüköğlü ve ark. 2010; Atasever ve ark. 2010) tarafından saptanan değerlerden yüksek, bazıları (Unusan 2006; Arimi ve ark. 2009) tarafından tespit edilen değerlerden düşük, Tekinşen ve Eken (2008) tarafından bulunan orana ise benzerdir.

Çalışmada elde edilen bu değerlerle diğer araştırmacıların bulunduğu değerler arasındaki farklılıklar; örneklerin toplandığı ülke, bölge ve mevsim ile örneklerin analizlerinde kullanılan metodların farklı olmasına bağlanabilir (Şanlı 1995; Oruç ve ark. 2005; Çoksöyler ve ark. 2006)

Çoksöyler ve ark. (2006) Van yöresinden topladıkları 203 adet çiğ süt örneğinde HPLC (IAK ile temizleme, RP-HPLC kolon sonrası türevlendirme ve floresans dedektörle tayin) ile yaptıkları AFM₁ analizlerinde sadece 8 örnekte AFM₁'e rastlamışlar, bunların miktarının da yasal limitleri geçmediğini tespit etmişlerdir. Kontaminasyon oranının düşük olmasının nedeninin ise Türkiye'nin diğer bölgelerinde süt sığırlarının beslenmesinde yağlı tohum küspeleri kullanılmasına karşılık bu bölgede hayvanların bahar ve yaz aylarında taze otlarla, kış mevsiminde ise kuru otlarla beslenmesi olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim Demirel ve Yıldırım (2000)'da Van İlinde hayvanlar tarafından tüketilen kaba yemlerde haziran, ekim ve şubat aylarında yaptıkları analizlerde, 30 örneğin sadece 1 tanesinde 7 ppb AFB₁ ve 6 ppb AFG₁'e rastlamışlar ve bu yemlerin aflatoksin içerikleri yönünden tehlikeli olmadığı sonucuna varmışlardır.

Ancak bu çalışmada UHT sütlerde elde edilen kontaminasyon oranları Çoksöyler ve ark., (2006) tarafından çiğ sütlerde bulunan kontaminasyon oranından oldukça yüksektir. Bunun en önemli nedeni ise, Van'da satışa sunulan bütün UHT sterilize sütlerin Türkiye'nin diğer bölgelerinden gelmesine ve UHT sterilize sütlerin üretimleri sırasında topladıkları tanklarda kontamine olan sütlerin olmayanları da bulaştırmasına bağlanabilir (Piva ve ark. 1987; Şanlı 1995).

Bütün örneklerin 16 (%32) tanesinin Türk Gıda Kodeksi'nde (Anonim 2002) ve Avrupa Birliği Komisyonu Direktiflerinde (Anonymous 2006b) süt için verilen üst limitten (50 ng/kg) daha yüksek miktarda AFM₁ içerdiği tespit edilmiştir. Bu durum, tüketilen sütlerin halk sağlığı açısından önemli riskler doğurabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, Van'da tüketime sunulan UHT sterilize inek sütlerinin halk sağlığını riske sokacak düzeylerde AFM₁ içerdiği ortaya konulmuştur. Bu nedenle üretim öncesi hammadde olarak kullanılan sütün elde edildiği ineklerin beslenmesinden üretim sonuna ve tüketime kadar olan aşamalarda aflatoksin üreten küflerle kontaminasyondan kaçınmak gerektiği, gerekli tedbirler alındıktan sonra da hem hayvan yemlerinin, hemde sütlerin aflatoksin düzeylerinin rutin kontrollerle sürekli izlenmesinin şart olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akdemir Ç, Altıntaş A (2004).** Ankara'da işlenen sütlerde aflatoksin M₁ varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. *Ank Üniv Vet Fak Derg*, 51, 175-179.
- Akgül A (1997).** Tıbbi Araştırmalarda İstatistiksel Analiz Teknikleri, SPSS Uygulamaları. YÖK Matbaası, Ankara.
- Anonim (2002).** Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2002/63, 23 Eylül 2002 tarihli ve 24885 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonymous (1993).** Some natural occurring substances: Food items and constituents heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human (Vol. 56), International Agency for Research on Cancer.
- Anonymous (2006a).** Enzyme immunoassay for the quantitative analysis of aflatoxin M₁. Art.No.:R1101, R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany.
- Anonymous (2006b).** EC No: 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off J Eur Union*, 364, 5-24.
- Atasever M, Nizamhoğlu M, Özturhan K, Karakaya Y, Ünsal C (2006).** Erzurum bölgesinde tüketime sunulan süt ve süt ürünlerinin aflatoksin M₁ yönünden incelenmesi. 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi (Uluslararası katılımlı) Bildiri Kitabı, sh:231-240, 18-20 Eylül 2006, İstanbul.
- Atasever MA, Adıgüzel G, Atasever M, Özlü H, Özturan K (2010).** Occurrence of aflatoxin M₁ in UHT milk in Erzurum-Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16(Suppl A), 119-122.
- Bakirci I (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.
- Barbieri G, Bergamini C, Ori E, Resca P (1994).** Aflatoxin M₁ in Parmesan cheese: HPLC determination. *J Food Sci*, 59, 1313-1331.
- Buldu HM, Koç AN, Uraz G (2011).** Aflatoxin M₁ kontaminasyonunda ineklerin sütü. *Türk J Vet Anim Sci*, 35 (2), 87-91.
- Cano-Sancho G, Marin S, Ramos AJ, Peris-Vicente J, Sanchis V (2010).** Occurrence of aflatoxin M₁ and exposure assessment in Catalonia (Spain). *Rev Iberoam Micol*, 27 (3), 130-135.
- Çoksöyler N, Gültaktı Y, Demir C, Aşkın O, Andiç S, Karadaş F (2006).** Van yöresinde üretilen sütlerde aflatoksin M₁ düzeyleri. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, 99-104 s, 18-19 Eylül 2003, İstanbul.
- Creppy EE (2002).** Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in *Europe Toxicol Letters*, 127, 19-28.
- Decastelli L, Lai J, Gramaglia M, Monaco A, Nachtmann C, Oldano F, Ruffier M, Sezian A, Bandirola C (2007).** Aflatoxins occurrence in milk and feed in Northern Italy during 2004-2005. *Food Control*, 18, 1263-1266.
- Demirel M, Yıldırım A (2000).** Van yöresinde yetiştirici şartlarında depolanan kaba yemlerde aflatoksin oluşumunun saptanması. *YYÜ Zir Fak Tar Bil Derg*, 10 (1), 77-83.
- Fallah AA (2010).** Assessment of aflatoxin M₁ contamination in pasteurized and UHT milk marketed in central part of Iran. *Food Chem Toxicol*, 8 (3), 988-991.
- Galvano F, Galofaro V, Galvano G (1996).** Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk products: A worldwide review. *J Food Protect*, 59 (10), 1079-1090.
- Ghanem I, Orfi M. (2009).** Aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and powdered milk available in the Syrian market. *Food Control*, 20 (6), 603-605.
- Güçükoğlu A, Çadırıcı Ö, Özpınar N (2010).** UHT süt ve peynir örneklerinde aflatoksin M₁ varlığının belirlenmesi. *Etilik Vet Mikrobiyol Derg*, 21, 45-50.
- Gündinç U, Filazi A (2009).** Detection of aflatoxin M₁ concentrations in UHT milk consumed in Turkey markets by ELISA. *Pak J Biol Sci*, 12 (8), 653-656.
- Kamkar A, Jahed Khaniki GhR, Alavi SA (2011).** Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk produced in Ardebil of Iran. *Iran. J Environ Health Sci Eng*, 8 (2), 123-128.
- Kırdar SS (2006).** Süt ve süt ürünlerinde mikotoksinler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bildiriler Kitabı, s: 307-310, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Kırımhan EÜ (2005).** Ankara'da satışa sunulan içme sütlerinin aflatoksin M₁ düzeyi ve çeşitli ısıl işlemlerin AFM₁ stabilitesi üzerine etkisi. Y Lisans Tezi, 66 s., Ank Üniv Fen Bil Enst, Ankara.
- Kireççi E, Savaşçı M, Ayyıldız A (2007).** Sarıkamış'ta tüketilen süt ve peynir ürünlerinde aflatoksin M₁ varlığının belirlenmesi. *İnfek Derg*, 21 (2), 93-96.
- Kök Z (2006).** Aydın ili ve çevresinde üretilen süt ve süt ürünlerinde aflatoksin varlığının araştırılması. Y. Lisans Tezi, 72 s., AMÜ Sağ Bil Enst, Aydın.
- Liu Y, Felicia W (2010).** Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: A risk assessment. *Environ Health Persp*, 118 (6), 818-825.
- Martins ML, Martins HM (2000).** Aflatoxin M₁ in raw and ultra high temperature-treated milk commercialized in Portugal. *Food Addit Contam*, 17 (10), 871-874.
- Nuryono N, Agus A, Wedhastri S, Maryudani YB, Sigit Setyabudi FMC, Böhm J, Razzazi-Fazeli E (2009).** A limited survey of aflatoxin M₁ in milk from Indonesia by ELISA. *Food Control*, 20 (8), 721-724.
- Oruç HH, Kalkanlı Ö, Cengiz M, Sonal S (2005).** Bursa'nın ova ve dağ köylerinden toplanan çiğ sütlerde aflatoksin M₁ düzeyleri. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu 23-24 Mayıs 2005, 124-127s, İstanbul.
- Pittet A (1998).** Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds - an updated review. *Rev Med Vet*, 149, 479-492.
- Piva G, Pietri A, Galazzi L, Curto O (1987).** Aflatoxin M₁ occurrence in dairy products marketed in Italy. *Food Addit Contam*, 5, 133-139.
- Rahimi E, Shakerian A, Jafariyan M, Ebrahimi M, Riahi M (2009).** Occurrence of aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and UHT milk commercialized in Esfahan and Shahr-e Kord, Iran. *Food Sec*, 1, 317-320.
- Sefidgar SAA, Gholampour A, Khosravi AR, Roudbar-Mohammadi S (2008).** Presence of aflatoxin M₁ in raw milk at cattle farms in Babol, Iran. *Pak J Biol Sci*, 11, 484-486.
- Shephard GS (2009).** Aflatoxin analysis at the beginning of the twenty-first century. *Anal Bioanal Chem*, 395, 1215-1224.
- Shundo L, Sabino M (2006).** Aflatoxin M₁ in milk by immunoaffinity column cleanup with TLC/HPLC determination. *Braz J Microbiol*, 37, 164-167.
- Shundo L, Navas SA, Lamardo LCA, Ruvieri V, Sabino M (2009).** Estimate of aflatoxin M₁ exposure in milk and occurrence in Brazil. *Food Control*, 20(7), 655-657.
- Sweeney M, Dobson ADW (1998).** Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *Int J Food Microbiol*, 43, 141-158.
- Şanlı Y (1995).** Mikotoksinler. Veteriner Klinik Toksikoloji, (Ed. Sezai Kaya), sh: 283-306, Medisan Yayınevi, Medisan Yayın Serisi no:21, Ankara.
- Tekinsen KK, HS Eken (2008).** Aflatoxin M₁ levels in UHT milk and kashar cheese consumed in Turkey. *Food Chem Toxicol*, 46, 3287-3289.
- Topcu, SÖ (2006).** Ankara sokak sütü ve peynir örneklerinden maya izolasyonu, sütlerden aflatoksin M₁ tayini. Y Lisans Tezi, 97 s., Gazi Üniv Fen Bil Enst, Ankara
- Tunail N (2000).** Funguslar ve Mikotoksinler. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı, 522 s, Sim Matbaası, Ankara.
- Unusan N (2006).** Occurrence of aflatoxin M₁ in UHT milk in Turkey. *Food and Chem Toxicol*, 44 (11), 1897-1900.
- Van Egmond HP (1989).** Mycotoxins in dairy products. Elsevier Applied Science, London, 272 s, USA.
- Veldman A (1992).** Effect of Sorbentia on carry-over of aflatoxin from cow feed to milk. *Milchwissenschaft*, 47, 777-780.
- Wang JS, Tang L (2004).** Epidemiology of aflatoxin exposure and human liver cancer. *J Toxicol*, 23 (2,3), 249-271.