

Evaluation of Aflatoxin M₁ Presence in Raw Milk and Some Cheese Types Consumed in Kars

Aksem AKSOY^{*1}, Çiğdem SEZER²

¹Kafkas University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, Kars

²Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Safety and Public Health, Kars

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate aflatoxin M₁ (AFM₁) contamination in the samples of raw cow milk, moldy chechil, kashar and gruyere cheese which are offered to consumers in Kars city of Turkey. For this purpose, a total of 200 samples, including 50 raw milk, 50 moldy chechil cheese, 50 kashar cheese and 50 gruyere cheese were examined. AFM₁ levels in the samples were determined by competitive ELISA method. Of the 50 raw cow milk samples analyzed, 22 (44%) were found to be below the AFM₁ detection limit (<5.00 ng / L) while 28 (56%) had AFM₁ at different levels. AFM₁ levels in the samples of moldy chechil cheese, kashar cheese and gruyere cheese were 42 (84%), 36 (72%), and 16 (32%), respectively, which were below the AFM₁ detection limit (<112.50 ng/kg) while 8 (16%), 18 (36%) and 34 (68%) of them had AFM₁ in terms of positive results. All samples of raw milk and cheese were found to be in compliance with the limits permitted in the Turkish Food Codex and the European Commission in terms of AFM₁. According to these results, it is pleasing for the public health that the level of AFM₁ in raw milk and cheese samples is below the legal limits. However, the levels of AFM₁ contamination in the samples suggested that it could be a potential risk in terms of public health and precaution is needed to be taken for the prevention of the contamination.

Keywords: AFM₁, Raw milk, Cheese, ELISA

Kars İlinde Tüketime Sunulan Çiğ Süt ve Bazı Peynir Çeşitlerinde Aflatoksin M₁ Varlığının Değerlendirilmesi

ÖZ

Bu araştırma, Kars ilinde tüketime sunulan çiğ inek sütü, küflenmiş çeçil, kaşar ve gravyer peyniri örneklerinde aflatoksin M₁ (AFM₁) kontaminasyonunu değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, 50 adet çiğ süt, 50 adet küflü çeçil peyniri, 50 adet kaşar peyniri ve 50 adet gravyer peyniri olmak üzere toplam 200 örnek incelenmiştir. Örneklerdeki AFM₁ düzeyi kompetitif ELISA yöntemiyle belirlenmiştir. Analize alınan 50 çiğ inek sütü örneğinin 22'sinde (%44) AFM₁ tespit limitinin (<5.00 ng/L) altında iken 28'inde ise (%56) farklı düzeylerde AFM₁ belirlenmiştir. Küflü çeçil peyniri, kaşar peyniri ve gravyer peyniri örneklerinin ise sırasıyla 42 (%84), 36 (%72) ve 16 (%32)'sında AFM₁ seviyesi tespit limitinin (<112.50 ng/kg) altında iken 8 (%16), 18 (%36) ve 34 (%68)'ünde ise AFM₁ yönünden pozitif sonuç elde edilmiştir. Çiğ süt ve peynir örneklerinin tamamının AFM₁ açısından Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyonun'ca izin verilen limitlere uygun olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çiğ süt ve peynir örneklerinde AFM₁ düzeyinin yasal limitlerin altında bulunması halk sağlığı açısından sevindiricidir. Ancak örneklerdeki AFM₁ kontaminasyon düzeyleri halk sağlığı açısından risk oluşturma potansiyelinin bulunduğunu ve kontaminasyonun önlenmesi için tedbir alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelime: AFM₁, Çiğ süt, Peynir, ELISA

To cite this article: Aksoy A, Sezer Ç. Evaluation of Aflatoxin M₁ Presence in Raw Milk and Some Cheese Types Consumed in Kars. Kocatepe Vet J. (2019) 12(1):39-44

Submission: 06.11.2018

Accepted: 29.12.2018

Published Online: 15.02.2019

ORCID ID; AA: 0000-0001-8523-1307, ÇS: 0000-0002-9722-3280

*Corresponding author e-mail: aksemaksoy@hotmail.com

GİRİŞ

Süt oldukça besleyici bir gıda olup büyüme, gelişme ve insan sağlığının sürdürülmesi için gerekli makro ve mikro besin öğelerinin önemli bir kaynağıdır. Ancak süt aynı zamanda hastalıklara neden olabilen bir doğal gıda kontaminantı kaynağı da olabilmektedir. Süt ve süt ürünlerindeki aflatoksin M₁ (AFM₁) varlığının özellikle gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere dünya çapında önemli bir sorun oluşturmakta olduğu vurgulanmaktadır (Iqbal ve ark. 2015). Aflatoksinler çoğunlukla *A. flavus*, *A. parasiticus* ve nadiren *A. nomius* tarafından üretilmekte olup bitkilerin ve bitkisel ürünlerin kontaminasyonuna neden olmaktadır. Aflatoksinler gıdalarda ve yemlerde bulunan toksik fungal metabolitlerdir. Ruminantlar laktasyon döneminde AFB₁ ile kontamine yemlerle beslendiklerinde, toksin sindirim sisteminde metabolize olarak sütte AFM₁ oluşumuna neden olmaktadır (Prandini ve ark. 2009). Ciddi karaciğer hasarı, tümör oluşumu, immun sistemin baskılanması, mutajenik, teratojenik ve karsinojenik etkilere yol açmaları nedeniyle insan ve hayvan sağlığı üzerinde son derece olumsuz etkiye sahip bileşiklerdir (Campagnollo ve ark. 2016).

Süt ve süt ürünlerindeki AFM₁ seviyesi pastörizasyon, sterilizasyon, fermantasyon, soğukta depolama, dondurma, konsantre etme veya kurutma gibi işlemlerden çok düşük oranda etkilenmektedir (Ryser 2001). AFM₁'i kontrol etmek için, hayvansal kullanım amaçlı tarımsal ürünlerde küf gelişimini ve aflatoksin B₁ (AFB₁) oluşumunu önleyerek süt sığırlarının beslenmelerinde AFB₁ kontaminasyonunu azaltmak gerekmektedir. Mısır ve mısır bazlı ürünler AFB₁ açısından en fazla kontaminasyona uğrayan yem maddelerindedir. Mısır silajı üretimi sırasında aflatoksin oluşumu çoğunlukla hasat zamanı, döllenme, sulama, haşere kontrolü, silaj nemi ve depolama uygulamaları gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle muhafaza nemi, çekirdek mekaniksel hasarı, tahıl temizleme uygulamaları ve muhafaza sıcaklığının dikkatle kontrol edilmesi gerekmektedir (Prandini ve ark. 2009). Süt ve süt ürünlerinde AFM₁'in mevcudiyeti bu ürünleri daha çok tüketen yetişkinler ve özellikle çocuklar için önemlidir. Bebek ve çocuklar yetişkinlere göre mikotoksinlerin olumsuz etkilerine daha duyarlıdır (Prandini ve ark. 2009, Iqbal ve ark. 2015). AFB₁ ve bunun canlı organizmadaki metabolizma ürünü olan AFM₁ insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle bilim dünyasında güncelliğini korumaya devam etmektedir (Deligöz ve Bilge 2017).

Bu araştırmada Kars ilinde satışa sunulan çiğ süt, Kars çeçil peyniri, Kars kaşarı ve gravyer peynirinde AFM₁ düzeyinin belirlenmesi ve halk

sağlığı için olası risklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Gıda Örnekleri

Bu çalışmada 50 adet çiğ süt, 50 adet Kars küflü çeçil peyniri, 50 adet Kars kaşar peyniri, 50 adet Kars gravyer peyniri olmak üzere toplam 200 örnek analiz edilmiştir. Gıda örnekleri 2018 Mayıs-Haziran aylarında Kars'ta bulunan 50 farklı satış noktasından rastgele temin edilmiştir. Steril numune poşetlerine (en az 200g/ml) alınan örnekler laboratuara getirilerek analiz gününe kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Süt örneklerinin Hazırlanması

Örnekler üretici firmanın talimatlarına göre hazırlanmıştır. Süt örnekleri yağın giderilmesi amacıyla soğutmalı santrifüjde 10°C'de, 3500 devirde, 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjleme işleminden sonra üst krema tabakası pastör pipeti yardımı ile tamamen uzaklaştırılmıştır. Analizde her bir kuyucuk için 100 µl yağsız süt kullanılmıştır.

Peynir Örneklerinin Hazırlanması

Dış yüzey (kabuk kısmı) olmaksızın peynir örnekleri öğütülmüştür. Homojenizatör'de 20 ml % 70 metanol ile 5 g öğütülmüş peynir homojenize edilmiştir. Numunenin tamamı 50 ml'lik bir tüpe aktarılarak 30 dk boyunca 50°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince 5 kez kuvvetlice çalkalama işlemi yapılmıştır. Yağın giderilmesi için süspansiyon 10°C'de, 3000 devirde, 10 dk santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. 10 ml'lik bir santrifüj tüpüne 2 ml sulu fazdan (yağsız) aktarılarak üzerine 2 ml hekzan eklenerek 10 sn karıştırılmıştır. Faz ayrımı için 10°C'de, 3000 devirde, 10 dk santrifüj edilmiştir. Alt sulu fazın bir miktarı 1:5 oranında seyreltme çözeltisi ile seyreltilmiştir. Analizde her bir kuyucuk için 100 µl kullanılmıştır.

ELISA Testinin Uygulanması ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Süt ve peynir örneklerinde AFM₁ varlığı ve seviyesi kompetitif ELISA yöntemi ile Ridascreen® Aflatoxin M₁ test kiti (R1121) kullanılarak belirlenmiştir. Test için gerekli çözeltiler üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlanmış ve tüm reaktiflerin ısısı oda sıcaklığına getirilmiştir. Standart solüsyonlar (0, 5, 10, 20, 40, 80 ng/L/ng/kg) ile hazırlanan süt ve peynir örnekleri için yeterli sayıda kuyucuk, mikroplyte yerleştirilmiştir. Her bir kuyucuğa 100 µl antikor solüsyonu eklenerek hafifçe karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 15 dakika boyunca inkübe edilmiştir. Kuyucuklardaki sıvı dökülerek tamamen uzaklaştırılmıştır. Kuyucuklara 250 µl yıkama çözeltisi eklenmiş ve aynı şekilde bu sıvı da uzaklaştırılmıştır. Yıkama işlemi iki kez daha tekrar edilmiştir. Numaralandırılmış kuyucuklara 100'er µl

standart solüsyonlardan ve hazırlanmış örneklerden eklendikten sonra mikroplyet hafifçe karıştırılarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika inkübe edilmiştir. Kuyucuklardaki sıvı dökülerek tamamen uzaklaştırılmıştır. Kuyucuklara 250 µl yıkama çözeltisi eklenmiş ve aynı şekilde kuyucuktan bu sıvı da uzaklaştırılmıştır. Yıkama işlemi iki kez tekrarlanmıştır. Her bir kuyucuğa 100 µl enzim konjugat eklenmiş ve mikroplyet hafifçe karıştırılarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 15 dakika inkübe edilmiştir. Kuyucuklardaki sıvı tamamen uzaklaştırıldıktan sonra kuyucuklara 250 µl yıkama çözeltisi eklenmiş ve aynı şekilde kuyucuktan bu sıvı da uzaklaştırılmıştır. Yıkama işlemi iki kez tekrarlanmıştır. Her bir kuyucuğa 100 µl substrat/kromojen çözeltisinden eklenerek mikroplyet hafifçe karıştırılmıştır. Oda ısısında ve karanlıkta 15 dakika bekletildikten sonra reaksiyonun durdurulması amacıyla her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu eklenerek mikroplyet hafifçe karıştırılmıştır. Absorbans değerleri ELISA okuyucuda (Mikroplyet okuyucu, BioTek ELx800) 450 nm de 10 dk içinde ölçülmüştür (Ridascreen R1121, 2017). Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, üretici firmanın kit

ile birlikte sağladığı Ridasoft Win PC Software kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada 50 adet çiğ süt, 50 adet küflü çeçil peynir, 50 adet kaşar peyniri ve 50 adet gravyer peyniri olmak üzere toplam 200 adet örnek incelenmiştir. Analize alınan 50 çiğ inek sütü örneğinin 22 adedinde (%44) AFM₁ tespit limitinin (<5.00 ng/L) altında iken 28 adedinde (%56) farklı düzeylerde AFM₁ belirlenmiştir. Çiğ inek sütü örneklerinin tamamının Türk Gıda Kodeksi (Türk Gıda Kodeksi, 2011) ve Avrupa Komisyonun'ca (EC, 2006) süt için izin verilen limitlere (50 ng/L) uygun olduğu belirlenmiştir. Tablo 1'de çiğ süt örneklerinde AFM₁ varlığı ve dağılımı verilmiştir. Küflü çeçil peyniri, kaşar peyniri ve gravyer peyniri örneklerinin ise sırasıyla 42 (%84), 36 (%72) ve 16 (%32) adedinde AFM₁ tespit limitinin (<112.50 ng/kg) altında iken, 8 (%16), 18 (%36) ve 34 (%68) adedinde AFM₁ pozitif sonuç elde edilmiştir. Peynir örneklerinin tamamının Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyonun'ca izin verilen limitlere uygun olduğu belirlenmiştir (Türk Gıda Kodeksi 2008, EC, 2006). Tablo 2'de peynir örneklerinde AFM₁ varlığı ve dağılımı verilmiştir.

Tablo 1. Süt örneklerinde AFM₁ varlığı ve dağılımı

Table 1. The presence and distribution of AFM₁ in milk samples

Test edilen örnek sayısı (n)	Pozitif örnek sayısı n (%)	Örneklerin dağılımı n (%)		Avrupa Komisyonu ve Türk Gıda Kodeksi yasal limitlerini aşan örnek sayısı	Pozitif örneklerdeki AFM ₁ Konsantrasyonu (ng/L)	
		<5* ng/L	5-50 ng/L		ortalama± standart sapma	min-maks.
50	28 (%56)	22 (%44)	28 (%56)	0	10.02±9.33	0-21.57

*Negatif örneklerin dağılımı, minimum tespit değeri altında belirlenen örneklerdeki veriler "0" olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Peynir örneklerinde AFM₁ varlığı ve dağılımı

Table 2. The presence and distribution of AFM₁ in cheese samples

Peynir çeşidi	Test edilen örnek sayısı (n)	Pozitif örnek sayısı n (%)	Örneklerin dağılımı n (%)			Avrupa Komisyonu yasal limitini aşan örnek sayısı >250 ng/kg	Türk Gıda Kodeksi yasal limitini aşan örnek sayısı >500 ng/kg	Pozitif örneklerdeki AFM ₁ Konsantrasyonu(ng/kg)	
			<112.50* ng/kg	112.50-150 ng/kg	151-250 ng/kg			Ortalama± standart sapma	min-maks.
Küflü Çeçil Peyniri	50	8 (%16)	42 (%84)	1 (%2)	7 (%14)	0	0	30.45±72.04	0-230.10
Kaşar Peyniri	50	18 (%36)	36 (%72)	14 (%28)	4 (%8)	0	0	49.92±68.29	0-184.90
Gravyer Peyniri	50	34 (%68)	16 (%32)	14 (%28)	20 (%40)	0	0	107.86±78.79	0-216.45
Toplam	150	60 (%40)	94 (%62.7)	29 (%19.3)	31 (%20.7)	0	0	62.74±79.81	0-230.10

*Negatif örneklerin dağılımı, minimum tespit değeri altında belirlenen örneklerdeki veriler "0" olarak hesaplanmıştır.

TARTIŞMA

Hayvanların yüksek oranda AFB₁ ile kontamine yem maddeleriyle beslenmesine bağlı olarak sütte önemli miktarda AFM₁ bulunabilmekte ve bu durum insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır (Igbal ve ark. 2015). Süt ve süt ürünlerinin üretimi Türkiye’de yaygın olup, özellikle Kars kaşarı ve gravyer peyniri tüketim açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada incelenen süt örneklerindeki AFM₁ seviyesi peynir örneklerine göre oldukça düşük bulunmuştur. AFM₁’in kazeine olan ilgisi nedeniyle peynirdeki AFM₁ konsantrasyonunun süte göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Galvano ve ark. 1996, Bulca ve Bircan 2013). Bizim araştırma bulgularımızda bu görüşü desteklemektedir.

Bu çalışmada analize alınan çiğ süt örneklerinin %56’sı AFM₁ açısından pozitif bulunmuştur. Sütte AFM₁ varlığı ile ilgili çok farklı araştırma sonuçları bulunmaktadır. Rama ve ark. (2016) toplam 826 adet çiğ süt örneğinin 23 (%2.8)’ünün AFM₁ açısından pozitif olduğunu rapor etmişlerdir. Bir diğer çalışmada De Roma ve ark. (2017) inek sütlerinin %12.3 AFM₁ ile kontamine olduğunu ifade etmiştir. Li ve ark. (2017) ise çiğ süt örneklerinde AFM₁ kontaminasyonunu %4.7 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacıların bulguları bizim sonuçlarımıza göre düşüktür. Diğer taraftan bazı araştırmacılar ise çiğ sütte AFM₁ kontaminasyonunun yüksek olduğunu rapor etmiştir. İşleyici ve ark. (2015), Hassan ve ark. (2018), Kireççi ve ark. (2007), Bahrami ve ark. (2016) ve Pei ve ark. (2009) çiğ süt örneklerinin sırasıyla %85, %85, %100, %84.3 ve %100 oranında AFM₁ ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada incelenen çiğ süt örneklerin hiçbirinde Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyonu tarafından verilen maksimum limitin (50 ng/L) üzerinde AFM₁ tespit edilmemiştir. Rama ve ark. (2016) ve Hassan ve ark. (2018) bizim sonuçlarımızla benzer şekilde incelenen örneklerin hiçbirinde AFM₁ seviyesinin Avrupa Birliği (AB) maksimum limitlerinin (50 ng/L) üzerinde olmadığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan İşleyici ve ark. (2015) ile Kireççi ve ark. (2007) sırasıyla örneklerin %12 ve %90’nın Türk Gıda Kodeksine göre kabul edilebilir sınırların üzerinde olduğunu, Bahrami ve ark. (2016) süt örneklerinin %35.9’unun AB limitlerinin üzerinde AFM₁ içerdiğini ifade etmiştir. De Roma ve ark. (2017) inceledikleri 416 inek sütü örneğinden sadece 1 (%0.24) örnekte Li ve ark. (2017) ise 5650 çiğ süt örneğinin 267 (%4.7)’sinde AFM₁ kontaminasyonu belirlediklerini ve sadece %1.1 çiğ süt örneğinin AB limitlerinin üzerinde AFM₁ içerdiğini ifade etmiştir. Sonuçlarımız bazı araştırmacıların bulgularından düşüktür. Bunun nedeni bölgenin mera açısından zenginliğine dolayısıyla sığır yetiştiriciliğinde ekstansif besiciliğin

daha yaygın olmasına bağlanabilir. Bölgede bahar ve yaz aylarında hayvanlar yeşil otla beslenirken kış mevsiminde kuru otlarla beslenmektedir. Bununla birlikte hava şartlarının uygun olmadığı kurak geçen yaz mevsimlerinde veya uzun süren kış mevsimlerinde yeşil ot ve kuru otun az olması nedeniyle konsantre yemlerde kullanılabilir. Diğer taraftan Pei ve ark. (2009) ise çiğ süt örneklerinin %100’ünün (n=12) AFM₁ ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek konsantrasyon oranının büyük olasılıkla kentsel ve yarı kentsel alanlarda bulunan hayvanların uygun olmayan beslenmesinde kaynaklandığını ileri sürmüştür. Yurt ve Uluçay (2017), inceledikleri 25 adet çiğ inek sütü numunesinin tamamında (%100) AFM₁ tespit ettiklerini ve 20 örneğin (%80) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ’inde belirtilen yasal limitin üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacıların bulguları bizim bulgularımıza göre oldukça yüksektir. Bunun nedeninin örneklerin toplandığı zaman ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Keza araştırmacılar süt örneklerini hayvanlar meraya çıkmadan elde ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmamızda incelenen süt örnekleri hayvanlar meraya çıktıktan sonra temin edilmiştir.

AFM₁ yaz aylarına göre kış aylarında daha yüksektir. Bunun nedeni yaz aylarında hayvanların merada yeşil ve taze otlarla beslenmesine bağlanmaktadır. Buna karşın kış mevsiminde taze ve yeşil yemlerin olmaması ve kıtlığı nedeniyle hayvanlar çoğunlukla mısır, buğday veya pamuk çekirdekleri gibi tahıl ürünlerine dayalı konsantre yemlerle beslenmektedir. Depo koşullarının uygun olmadığı durumlarda *Aspergillus* gibi toksijenik küfler üreyerek yüksek düzeyde mikotoksin oluşumuna ve aflatoksin üretimine neden olmaktadır. Bununla birlikte kış mevsiminde süt veriminin daha düşük olması nedeniyle AFM₁ ve diğer bileşenler sütte daha konsantre bulunmaktadır (Mulunda ve ark. 2013, Galvano ve ark. 1996, Kamkar 2014).

Çalışmamızda incelenen toplam 150 peynir örneğinin 60 (%40)’unda AFM₁ pozitif bulunmuştur. Örneklerimize göre dağılımı incelendiğinde küflü çeşil peyniri, kaşar peyniri ve gravyer peyniri örneklerinde sırasıyla, 8 (%16), 18 (%36) ve 34 (%68) olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi’nde çiğ süt, ısl işlem görmüş süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt için AFM₁ maksimum limit değeri 50 ng/kg olarak belirtilmiştir. Süt ürünleri için maksimum limit değeri belirtilmemiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2011). Türk Gıda Kodeksi (2008), peynirler için AFM₁ maksimum limit değeri 500 ng/kg olarak kabul etmektedir. Avrupa Komisyonu’nda ise bu değer 250 ng/kg olarak belirtilmiştir. Buna göre incelediğimiz peynir örneklerinin tamamının Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyonu tarafından izin verilen yasal limitlere uygun olduğu belirlenmiştir (Türk Gıda

Kodeksi 2008, EC 2006). Sarımeahmetoğlu ve ark. (2004) inceledikleri 400 adet peynir 6rneğinin 327 (81.75)'sinde AFM₁ tespit ettiklerini, 110 (%27.5) 6rneğin ise T6rk Gıda Kodeksi yasal limitini aştığını rapor etmiştir. Kaşar peyniri 6rneklerinin ise % 85'inin AFM₁ ile kontamine olduğunu ve 34 (%34) 6rneğin yasal limitlerin 6zerinde AFM₁ i6erdiğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Hampikyan ve ark. (2010) inceledikleri toplam 80 adet peynir 6rneğinin 41 (%51.3)'inin AFM₁ pozitif olduğunu ve 8 (%10) 6rneğin T6rk Gıda Kodeksi yasal limitinin 6zerinde AFM₁ rapor etmiştir. Erkan ve ark. (2018) 100 adet peynir 6rneğinin 100 (%100)'6nde AFM₁ belirlediklerini ve 6rneklerin tamamında 100 (%100) AFM₁ konsantrasyonunun T6rk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Y6netmeliği'nde bildirilen limit değerden y6ksek olduğunu bildirmişlerdir. Atasever ve ark. (2010) toplam 304 peynir 6rneğinin 216 (%71.1)'sının AFM₁ a6ısından pozitif olduğunu ve sırasıyla 30 (%9.9) ve 63 (%20.7) 6rneğin T6rk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyonu'nca izin verilen yasal limitleri aştığını bildirmişlerdir. Erkan ve ark. (2009) Diyarbakır 6rg6 peynirinde AFM₁ varlığını belirledikleri araştırmanın sonucunda incelenen 90 adet peynir 6rneğinin 42 (%46.67)'sinde AFM₁ tespit ettiklerini ve 13 (%14.44) 6rneğin T6rk Gıda Kodeksi yasal limitlerinin 6st6nde AFM₁ i6erdiğini belirtmişlerdir. Kav ve ark. (2011) inceledikleri 127 beyaz-salamura Urfa peynirinin 36 (%28.3)'sında AFM₁ tespit ettiklerini ve 13 (%10.2) 6rneğin T6rk Gıda Kodeksi yasal limitlerini aştığını bildirmişlerdir. Fallah ve ark. (2009) yaptıkları araştırmada İran'da 6retilen peynir 6rneklerinde AFM₁ varlığını araştırdıkları 6alışmada toplam 220 peynir 6rneğinin 161 (%76.6)'inde AFM₁ belirlediklerini, krem peyniri 6rneklerinin %28.4'6n6n ve beyaz peynir 6rneklerinin %19.1'inin T6rkiye ve İsvi6re yasal limitinin 6zerinde olduğunu rapor etmiştir. Fallah (2010) yaptığı bir diğer araştırmada toplam 72 beyaz peynir 6rneğinin 59 (%81.9)'unun AFM₁ pozitif olduğunu ve 22 (%30.5)'sinin İran Standart ve End6striyel Araştırmalar Enstit6s6 (ISIRI) limitinden y6ksek olduğunu rapor etmiştir. Araştırmacıların bulguları bizim bulgularımızdan olduk6a y6ksektir. Bunun coğrafı farklılıklar, 6rneklerin temin edildiği mevsim, peynir 6eşidi, peynir 6retim teknolojisindeki farklılıklar, depolama koşulları, olgunlaşma s6resi, peynire işlenecek s6t6n AFM₁ ile kontaminasyon derecesi gibi bir6ok fakt6rden kaynaklanabileceği d6ř6n6lmektedir. Diğer taraftan Ardı6 ve ark. (2008) inceledikleri 64 adet Urfa peyniri 6rneğinin sadece 4 (%6.25)'6n6n AFM₁ pozitif olduğunu ve 6rneklerin hi6birinin yasal limitleri aşmadığını ifade etmiştir. Din6el ve ark. (2012) Kars y6resine ait 20 adet kaşar peyniri 6rneğinin hi6birinin tespit edilebilir d6zeyde AFM₁ i6ermediğini ifade etmiştir. Bir diğer araştırmada 9 adet Konya k6fl6 peyniri, 1 adet Kars kaşarı, 1 adet deri tulum peyniri olmak 6zere toplam 11 adet 6rneğin 10'unda tespit edilebilir d6zeyde

AFB₁ ve AFM₁ olmadığı rapor edilmiştir (G6ley ve ark, 2013). Araştırmacıların bulguları bizim bulgularımızla kısmen benzerlik g6stermektedir. Yukarıda bahsedilen araştırma bulguları incelendiğinde peynirlerle ilgili 6ok farklı araştırma sonu6ları bulunmaktadır. AFM₁'in baskın bir şekilde kazein ile ilgili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle peynir pıhtısında AFM₁ konsantrasyonu peynir altı suyuna g6re daha y6ksektir. AFM₁'in kazeine olan iliğisi, peynir yapımı sırasında AFM₁ i6in bir zenginleştirme fakt6r6 olarak ifade edilmektedir. Yapılan 6alışmalar AFM₁ konsantrasyonunun bir6ok yumuşak peynirde yaklaşık 3 kat, sert peynirlerde ise yaklaşık 5 kat s6tten daha fazla olduğunu g6stermiştir. Bazı 6alışmalar, peynirin olgunlaşmasının ve kazeinin proteolizinin, doğal olarak kontamine edilmiş s6tten AFM₁'in geri kazanımını arttırdığını g6stermiştir. Proteolizin, AFM₁ oluşumuna neden olan kazein ilişkili molek6ller 6zerindeki hidrofobik b6lgeleri etkileyebildiği belirtilmiştir (Prandini ve ark. 2009). Toksini ekstrakte etme tekniği, analiz y6ntemi, t6r6, konsantrasyonu, peynir yapımında kullanılan s6t6n kalitesi ve sonu6ların değerlendirilme y6nteminin de belirlenen AFM₁ konsantrasyonunu etkilediği yapılan araştırmalar sonucunda g6sterilmiştir (Bulca ve Bircan 2013).

SONU6

Bu araştırma sonucunda 6iđ s6t, 6e6il peyniri, kaşar ve gravyer peyniri 6rneklerindeki AFM₁ seviyesinin Avrupa Komisyonu ve T6rk Gıda Kodeksi limitlerine uygun olduğu ve halk sağlığı i6in risk oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ancak incelenen 6rneklerde farklı konsantrasyonlarda AFM₁ tespit edilmiştir. Aflatoksinler, insan sağlığı 6zellikle 6ocuklar 6zerinde ciddi etkilerinin bulunması, sterilizasyon ve past6rizasyon işlemlerine dayanıklı olmaları nedeniyle s6rekli izlenmesi gereken 6nemli bileşiklerdir. 6iftlikten sofraya kadar her aşamada gerekli koruyucu 6nlemlerin alınması gereklidir. 6zellikle s6t ineği yetiştiriciliği yapan kişiler ile s6t ve s6t 6r6nleri 6reticilerinin aflatoksinlerin neden olduğu potansiyel sağlık problemleri ve sonu6ları konusunda bilgilendirilmelerine y6nelik eğitim programlarına ağırlık verilmelidir. S6t ve s6t 6r6nlerinde AFM₁ kontaminasyonunu minimize etmek i6in hayvan yemlerinin belirli periyotlarla AFB₁ a6ısından kalite kontrol6n6n yapılması, modern 6retim tekniklerinin yaygınlaştırılması, s6t hayvanlarının beslenmesinde kullanılan yem maddelerinin depolanma koşullarının iyileştirilmesi 6nem arz etmektedir. İyi tarım uygulamalarının hayata ge6irilmesi, 6retici ve t6keticiler bilincinin arttırılması ile halk sağlığı korunacaktır.

TEŐEKK6R

Bu araştırma, Kafkas 6niversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinat6rl6đ6 tarafından 2017-TS-47 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ardıç M, Atasever M, Adıgüzel G, Atasever Y, Ünsal C, Durmaz H.** A survey on the Aflatoxin M₁ in Urfa Cheese. *Int. J Food Safety*. 2008; 10: 92-96.
- Atasever MA, Adıgüzel G, Atasever M, Özturan K.** Determination of aflatoxin M₁ levels in some cheese types consumed in Erzurum, Turkey. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 2010; 16 (Suppl. A): 87-91.
- Bahrami Z, Shahbazi Y, Nikousefat Z.** Aflatoxin M₁ in milk and traditional dairy products from west part of Iran: occurrence and seasonal variation with an emphasis on risk assessment of human exposure. *Food Control*. 2016; 62: 250-256.
- Bulca S, Bircan Cavit.** Peynirlerde Aflatoksin M₁ varlığı ve Aflatoksin M₁ konsantrasyonu üzerine etki eden faktörler. *ADÜ Ziraat Derg.* 2013; 10(1): 31-38.
- Campagnollo FB, Ganey KC, Mousavi Khaneghah A, Portela JB, Cruz AG, Granato D, Corassin CH, Oliveria CAF, Sant' Ana AS.** The occurrence and effect of unit operations for dairy products processing on the fate of aflatoxin M₁: a review. *Food Control*. 2016; 68: 310-329.
- De Roma, A, Rossini C, Ritieni A, Gallo P, Esposito M.** A survey on the Aflatoxin M₁ occurrence and seasonal variation in buffalo and cow milk from Southern Italy. *Food Control*. 2017; 81: 30-33.
- Deligöz E, Bilge N.** Sütle gelen tehdit: Aflatoksin M₁. *TURJAF*. 2017; 5(8): 846-857.
- Diñçel A, Demli F, Durlu-Özkaya F, Alatan F, Uzun R, Subaşı SA.** Çeşitli peynir örneklerinde aflatoksin M₁ varlığının HPLC ile analizi. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.* 2012; 69(2): 89-96.
- Erkan ME, Vural A, Güran HŞ.** Diyarbakır örgü peynirinde aflatoksin M₁ ile Verotoksin 1 ve 2 varlığının araştırılması. *Dicle Üniv. Vet. Fak. Derg.* 2009; 1 (1): 19-25.
- Erkan S, Demir P, Öksüztepe G.** Elazığ'da Satışa Sunulan Şavak Tulum Peynirlerinin Aflatoksin M₁ (AFM₁) ve Bazı Kimyasal Parametreler Bakımından İncelenmesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.* 2018; 32 (1): 45 – 51.
- European Commission (EC).** No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off J Eur Union*, 364, 5-24, 2006.
- Fallah AA, Jafari T, Fallah A, Rahnama M.** Determination of aflatoxin M₁ levels in Iranian white and cream cheese. *Food Chem. Toxicol.* 2009; 47: 1872–1875.
- Fallah AA.** Aflatoxin M₁ contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. *Food Control*, 2010; 21: 1478-1481.
- Galvano F, Galofaro V, Galvano G.** Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk products: a worldwide review. *J. Food Prot.* 1996; 59: 1079–1090.
- Güley Z, Uysal HR, Kılıç S.** Doğal yolla küflendirilen bazı geleneksel peynirlerde aflatoksin M₁, aflatoksin B₁ ve aflatoksin üreten küflerin varlığının araştırılması. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 2013; 50 (2): 145-152.
- Hampikyan H, Bingöl EB, Çetin O, Çolak H.** Determination of aflatoxin M₁ levels in Turkish white, kashar and tulum cheeses. *J Food Agric. Environ.* 2010; 8: 13-15.
- Hassan ZU, Al-Thani R, Atia FA, Almeer S, Balmas V, Migheli Q, Jaoua S.** Evidence of low levels of aflatoxin M₁ in milk and dairy products marketed in Qatar. *Food Control*. 2018; 92: 25-29.
- Iqbal SZ, Jinap S, Pirouz A A, Ahmad Faizal AR.** Aflatoxin M₁ in milk and dairy products, occurrence and recent challenges: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2015; 46: 110-119.
- İşleyici O, Sancak YC, Sancak H, Yücel UM.** Ambalajsız olarak satışa sunulan çiğ inek sütlerinde aflatoksin M₁ düzeyinin belirlenmesi. *Van Vet. J.* 2015; 26(3): 151-155.
- Kamkar A, Fallah AA, Mozaffari Nejad AS.** The review of aflatoxin M₁ contamination in milk and dairy products produced in Iran. *Toxin Rev.* 2014; 33: 160–168.
- Kav K, Çöl R, Tekinşen KK.** Detection of aflatoxin M₁ levels by ELISA in white-brined Urfa cheese consumed in Turkey. *Food Control*. 2011; 22: 1883-1886.
- Kireççi E, Savaşçı M, Ayyıldız A.** Sarıkamış'ta tüketilen süt ve peynir ürünlerinde aflatoksin M₁ varlığının belirlenmesi. *İnfek. Derg.* 2007; 21 (2): 93-96.
- Li S, Min L, Wang P, Zhang Y, Zheng N, Wang J.** Occurrence of aflatoxin M₁ in pasteurized and UHT milks in China in 2014–2015. *Food Control*. 2017; 78, 94–99.
- Mulunda M, Ngoma L, Nyirenda M, Motsei L, Bakunzi FA.** Decade of aflatoxin M₁ surveillance in milk and dairy products in developing countries (2001–2011): A review. In *Mycotoxin and Food Safety in Developing Countries*; Makun DH. Ed; InTech: Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-51-1096-5. 2013; pp. 39–60.
- Pei SC, Zhang YY, Eremin SA, Lee WJ.** Detection of aflatoxin M₁ in milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies. *Food Control*. 2009; 20: 1080-1085.
- Prandini A, Tansini G, Sigolo S, Filippi L, Laporta M, Piva G..** On the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and dairy products. *Food Chem. Toxicol.* 2009; 47: 984–991.
- Rama A, Montesissa C, Lucatello L, Galina G, Benetti C, Bajraktari D.** A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk consumed in Kosovo during 2009-2010. *Food Control*. 2016; 62: 52-55.
- Ridascreen (R1121).** Ridascreen Aflatoxin M₁ enzyme immunoassay for the quantitative determination of aflatoxin M₁. R-Biopharm AG, Germany, 2017.
- Ryser ET.** Public health concerns, In: *Applied Dairy Microbiology, (Revised and Expanded)*, Ed; Marth EH, Steele JL, Marcel Dekker Inc, NY, USA. 2th Ed., 2001; pp. 397-546.
- Sarımehmetoğlu B, Küplülü Ö, Çelik TH.** Detection of aflatoxin M₁ in cheese samples by ELISA. *Food Control*. 2004; 15: 287–290.
- Türk Gıda Kodeksi.** Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete, 17 Mayıs 2008, sayı: 26879, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 2008.
- Türk Gıda Kodeksi.** Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Resmi Gazete, 29 Aralık 2011, sayı: 28157, 2011.
- Yurt B, Uluçay B.** Iğdır'da üretilen sütlerin bazı kimyasal özellikleri ve aflatoksin M₁ miktarının belirlenmesi. *Tr. Doğa ve Fen Derg.* 2017; 6(2): 32-39.