

Ülkemizde ve Dünyada Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M1 Varlığı

The Presence of Aflatoxin M1 in Milk and Dairy Products in Our Country and in The World

Hilal KARAOĞLAN¹,
Ece Damla YANIK¹,
Nermin TUNÇ¹

Kahramanmaraş Sütçü İmam
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü,
Kahramanmaraş, Türkiye

Öz

Aflatoksin, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* küfleri tarafından üretilen hayvan yemlerinde, tahıllarda, süt ve ürünlerinde yaygın olarak görülen, insan sağlığına karsinogenik, mutajenik, teratojenik etkileri olan bir mikotoksindir. AFB1 içeren yemleri tüketen hayvanların bu mikotoksini vücutlarında metabolize etmesiyle AFM1 sentezlenmektedir. Süt ve ürünlerinde bulunan AFM1 düzeyi; ülkeden ülkeye, coğrafi konuma, mevsim değişimine, depolama sürecine göre değişim göstermektedir. Bu nedenle birçok ülke, AFM1'e maruz kalma riskini azaltmak için çeşitli araştırma ve kontrol programları uygulamaktadır. Her ülke kendi şartlarını göz önünde tutarak, yemlerdeki AFB1 düzeyine sınırlama getirmiş, süt ve süt ürünlerinde, maksimum bulunabilecek AFM1 düzeylerini belirlemiş veya önermiştir. Ülkemizde de süt ve süt ürünlerinde AFM1 varlığı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu derlemede, ülkemizde ve dünyada üretilen süt ve süt ürünlerindeki AFM1 düzeyleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin M1, süt, süt ürünleri

ABSTRACT

Aflatoxin is a mycotoxin with carcinogenic, mutagenic, and teratogenic effects on human health, commonly seen in animal feeds, cereals, milk, and products produced by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* molds. AFM1 is synthesized when animals consuming feeds containing AFB1 metabolize this mycotoxin in their bodies. The level of AFM1 found in milk and its products varies from country to country, geographical location, seasonal change, and storage process. Therefore, many countries have implemented various research and control programs to reduce the risk of exposure to AFM1. Each country, taking into account its own conditions, has limited the AFB1 level in feeds and determined or recommended the maximum AFM1 levels that can be found in milk and dairy products. Various studies have been conducted on the presence of AFM1 in milk and dairy products in our country. In this review, AFM1 levels in milk and dairy products produced in our country and in the world were examined.

Keywords: Aflatoxin M1, dairy products, milk

Giriş

Süt ve süt ürünleri her yaşta insanın beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu ürünler insanların büyüme ve gelişmesi için gerekli mineral, esansiyel aminoasit ve antioksidan kaynağına sahip olmasının yanı sıra küf ve maya kontaminasyonuna çok açık olmasından dolayı riskli gıda grubundadır (Jahed Khaniki, 2007). Küfler, uygun ortam sıcaklığı ve rutubette mikotoksin oluşturarak süt ve ürünlerinin kalite ve kantitesinin bozulmasına neden olurlar. En çok karşılaşılan mikotoksin çeşitleri; aflatoksin, okratoksin, trikotesen, zearalenon, patulin ve fumonisindir (Bennett & Klich, 2003). Aflatoksin esas olarak *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* küfleri tarafından üretilen toksik sekonder metabolitlerdir. Aflatoksinlerin B1, B2, G1 ve G2 olarak dört ana grubu bulunmaktadır. Bu dört ana grup isimlendirilirken ultraviyole ışık altında verdikleri floresans renkleri baz alınmıştır. Mavi (Blue) floresans verenler AFB1 ve AFB2, yeşil (Green) floresans verenler ise AFG1 ve AFG2 olarak isimlendirilmiştir. Oluşturdukları toksisiteye göre sıralaması ise AFB1 > AFG1 > AFB2 > AFG2 şeklindedir (Ketney ve ark., 2017). AFB1 ve AFB2 ile kontamine olmuş yemleri tüketen hayvanların sindirim sistemlerinde bu toksinlerin metabolize edilmesiyle aflatoksin M1 (AFM1) ve aflatoksin M2 (AFM2) dönüşerek süte geçer. Sütte en fazla

Geliş Tarihi/Received: 27.09.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 05.01.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Hilal KARAOĞLAN,
E-mail: hilal.karaoglan9388@gmail.com

Cite this article as: Karaoğlan, H., Yanık, E. D., & Tunç, N. (2022). The Presence of Aflatoxin M1 in Milk and Dairy Products in Our Country and in The World. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 81-87.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

bulunan mikotoksin AFM1'dir (Bulca & Bircan, 2013). Sütte AFB1'in AFM1'e dönüşüm oranı %0,8-2,2 olduğu belirtilmektedir. Sütle atılan AFM1 peynir, yoğurt, süt tozu, tereyağı gibi süt ürünlerinde bulunabilmektedir (Oruç, 2003). Aflatoksin içeren süt ve ürünlerinin tüketilmesi insanlarda önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Aflatoksinler vücutta karaciğer, deri, böbrek, sinir sistemi ve bağışıklık sistemi üzerinde toksik etki gösterir. Aflatoksinlerin insanlarda akut ve kronik toksik etkisi; maruziyet süresine, alınan miktara ve kişinin dayanıklılığına göre değişir (Tiryaki ve ark., 2011). Aflatoksinlerin toksik etkilerinin yanında karsinojenik, mutajenik, teratojenik etkileri de vardır (Yentür & Er, 2012). Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu (IARC) AFB1'i 'yeterli kanıt elde edilmiş insan karsinojenleri (1A sınıfı)' olarak, AFM1'i ise 'muhtemel insan karsinojenleri (2B sınıfı)' olarak sınıflandırmıştır (Özkaya & Temiz, 2003).

İnsanlar ağız, solunum ve deri yoluyla aflatoksinlerle karşı karşıya kalmaktadır. Mikotoksinler insan vücuduna en çok gıdalar ile alınmaktadır (Madalı & Ayaz, 2017). Aflatoksinlerin gıdalara kontaminasyonu; direkt, indirekt ve taşınma olmak üzere 3 şekilde gerçekleşmektedir. Direkt kontaminasyon; gıdada mikotoksin üreten küfün gelişmesi ve mikotoksin oluşturmasıyla gerçekleşir. İndirekt kontaminasyon; hammaddelere veya yardımcı maddelere mikotoksin bulaşması ve bunların gıda üretiminde kullanılmasıyla meydana gelmektedir. Taşınma (kalıntı-carry over) ile kontaminasyon; AFB1 bulaşmış yemlerle beslenen laktasyon dönemindeki hayvanların vücutlarına aldıkları bu toksinleri metabolize ederek AFM1 şeklinde süte geçmesiyle meydana gelmektedir (Tiryaki ve ark., 2011).

Aflatoksinler süt ve süt ürünlerinde değişik oranlarda bulunabilmektedir (Özkan & Onmaz, 2019). Yapılan çalışmalar, ülkeden ülkeye ve ülkelerin coğrafi konumuna göre süt ve süt ürünlerinde tespit edilen AFM1 düzeyinin değiştiğini göstermektedir. Aynı yıllarda farklı ülkelerde peynir örneklerinde tespit edilen AFM1 miktarının ABD'deki peynir örneklerinde %0,4 iken Hollanda'daki peynir örneklerinde %85,5 olduğu tespit edilmiştir (Doğan, 2012). Kış mevsiminde sütlerdeki AFM1 içeriği yaz mevsimindekilere göre daha fazladır. Yaz mevsiminde süt hayvanlarının meralarda otlatılması sütteki AFM1 miktarının azalmasını sağlar. Kış mevsiminde ise hatalı depolama koşulları nedeniyle aflatoksinle kontamine yemleri tüketen hayvanların sütlerinde AFM1 artışı görülür (Madalı & Ayaz, 2012). Bilgin (2014) inek, koyun ve keçi sütlerinden yaz ve kış mevsimlerinde örnekler alarak yaptığı çalışmada AFM1 içeriğinin inek sütü ve koyun sütü örneklerinde yaz mevsiminde kış mevsimine göre daha az olduğunu ve keçi sütü örneklerinin ise hiçbirinde AFM1 bulunmadığını tespit etmiştir. Ayrıca ısıtma işlem uygulamaları da AFM1 konsantrasyonu üzerinde etkilidir. 95°de 20 dakikalık pastörizasyon işleminin AFM1 konsantrasyonuna etkisini inceleyen Albay (2012), yaptığı çalışmasında pastörizasyon işleminin sütteki AFM1 miktarını azaltmada önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. El Khoury ve ark., (2011) yoğurt üretimi sırasında kullanılan starter kültürlerin AFM1 bağlama gücünü ve inkübasyon süresine bağlı AFM1 düzeyindeki değişimi inceledikleri çalışmada, inkübasyon süresi arttıkça *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*'tan daha fazla oranda AFM1 bağladığı tespit edilmiştir.

Hayvanların laktasyon döneminde AFB1 ile kontamine olmuş yemleri tüketmeleri sonucu vücuda alınan toksinler süt bezleri ile süte AFM1 olarak geçer. Böylelikle kontamine olmuş sütlerden

elde edilen süt ürünlerinde de AFM1 bulunur. Kontamine olmuş süt ve süt ürünlerinin tüketimi sonucu zehirlenmeler meydana gelebilir. Kontaminasyonun önlenmesi için alınabilecek birçok yöntem bulunmaktadır (Bulca & Bircan, 2013).

Fiziksel yöntem: Mikotoksin gelişiminin engellenmesi için en önemli ve etkili önleme metodudur. Ham maddenin hasat zamanında, düşük sıcaklıkta depolanması, nakliyesi, ürüne işlenmesi aşamalarında küf kontaminasyonunun engellenmesi gerekmektedir. Tarlada önlem almak güç olsa da sonraki basamakta hijyen ve sanitasyona önem verilerek küf kontaminasyonunun büyük bir bölümü engellenebilir (Tunail, 2009).

Kimyasal yöntem: Yem ve besinlere bulaşan aflatoksinlerin gelişimini önlemekte etkili, ekonomik, uygulanabilir kimyasal maddeler kullanılabilir. Hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit ve ozon gibi kimyasalların aflatoksinin önlemede çok etkili olduğu belirtilmiştir. Ancak bu kimyasallar gıda ya da yemin yapısını ve görünümünü olumsuz yönde etkilemesi ve kalıntı bırakması halinde insan sağlığı açısından tehlikeli olmaktadır. Bu yöntem yerine son zamanlarda yeme bulaşan mikotoksinleri inhibe edebilen yapısında bazı spesifik maddeleri içeren toksin bağlayıcılar kullanılmaktadır (Bata ve ark., 2001; Galvano ve ark., 2001; Tabata ve ark., 2003).

Biyolojik yöntem: Fermente gıda üretiminde kullanılan laktik asit bakterileri, küf oluşumunu önleyerek aflatoksinlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltabilir (Ahlberg ve ark., 2015). Ayrıca, Shantha'nın (2001) yaptığı bir çalışmada *Alterria* sp., *Sporotrichum* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp. ve *Phoma* sp. gibi mikroorganizmaların AFB1'i sıvı kültürde inhibe ettiği belirtilmiştir.

Gıdalar, yüksek miktarda mikotoksinle kontamine olmuşsa, bahsedilen yöntemlerin hiçbiri etkili olmamaktadır. Toksinlerin en düşük seviyeye yıkımı gerekmektedir (Galvano ve ark., 2001).

Aflatoksin M1 Analizinde Kullanılan Yöntemler

Sütte aflatoksin analizi kimyasal yöntemlerle laboratuvarlarda zaman alan işlemler yoluyla gerçekleştirildiği gibi, kantitatif yöntemlerle de ölçülebilmektedir.

ELISA, Antijen-antikor tepkimelerinin direkt olarak tespit edildiği bir enzim immunoassay yöntemidir (Chu, 2000). Bu yöntemde ilk basamak numuneye yapılacak ekstraksiyon işlemidir. Son yıllarda ELISA yöntemi ile yapılan mikotoksin tayinlerinde, sep-pak kartuşlar kullanılarak işlem üç basamakta gerçekleştirilmektedir. Birinci basamakta numune kartuşa eklenerek uygun bir solvent kullanılırken sonraki basamaklarda örnekte bulunan kirli ortamdaki toksin alınır (Kırdar, 2006). Mikotoksin analizlerinde HPLC sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. HPLC'nin çalışma prensibi; sıvı içinde çözünmüş halde bulunan bileşenlerin, çeşitli özelliklerine bağlı olarak kolon sabit fazı ile etkileşime girmesiyle farklı zaman aralıklarında kolondan uzaklaşarak bileşenlerin birbirinden ayrılması esasına dayanmaktadır (Hışıl, 2002; Turner ve ark., 2009). Mikotoksin çeşidine göre dedektör seçimi yapılır. AFM1 analizi için floresans dedektör kullanılmaktadır (Launay ve ark., 2004).

İnce Tabaka Kromatografisi (TLC), numune içeren mobil fazın, ince tabaka halinde kaplanmış katı adsorbandan oluşan sabit faz üzerinde kapiler akış ile ilerlediği bir analitik ayırma yöntemidir. TLC ile yapılan mikotoksin analizlerindeki analitik işlemler; örnekleme, ekstraksiyon ve ekstrakt temizleme, yoğunlaştırma, kromatografik ayırım, kantitatif ve kalitatif tayin, doğrulama testleri şeklinde ilerlemektedir. Aflatoksin ekstraksiyonu için mobil faz olarak

genellikle, asetonitril:su, metanol:su ve kloroform:su kullanılır. Rotary evaporatörde yoğunlaştırma işlemi yapılır (Açu & Özdesan, 2019; Van Egmond ve ark., 2002).

Kapiler Elektroferez (CE), kılcal boru içerisinde yüklü/yüksüz bileşenlerin elektriksel alan varlığında meydana gelen hareketlerinden yararlanılarak ayrılmasına dayanan bir metottur. Aflatoksin tespitinde, kapiler elektroferez ve hassas floresanslı tayin metodları kombinasyon halinde uygulanabilir (Peña ve ark., 2002; Turner ve ark., 2009).

Son yıllarda araştırmalarda biyosensör tabanlı yöntemlerin kullanımını karşımıza çıkmaktadır. BERA tabanlı sensör AFM1'i 3 dakika gibi çok hızlı sürede tespit ettiği görülmüş ve bu yöntemin diğer uygulanan yöntemlere nazaran daha hızlı ve hassas bir yöntem olduğunun altı çizilmiştir (Evangelia ve ark., 2012).

Ülkemizde AFM1 Varlığı

Ülkemizde süt ve süt ürünlerinde AFM1 varlığı üzerine gerçekleştirilen çalışmalara dair yapılan taramalarda, AFM1 düzeylerinin bölge farkına bağlı olmaksızın çeşitlilik gösterdiği ve aynı ilde yapılan farklı çalışmalarda bile AFM1 düzeyinin değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bunun da örneklerin alındığı noktaların hijyen ve sanitasyon kurallarına önem verme düzeyine, mevsime bağlı olarak yemlerdeki küf kontaminasyonuna ve süt ürünlerinin çeşidine göre değiştiği düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan sütlerde belirtilen AFM1 sınır değeri 0,05 µg/L'dir. Ülkemizdeki bölgelerde yapılan çalışmalar şu şekildedir;

Doğu Anadolu bölgesinde; Yurt ve Uluçay (2017), Iğdır'da 25 adet çiğ inek sütü numunesindeki AFM1 düzeyini HPLC metodu ile incelediklerinde, örneklerdeki AFM1 miktarlarını 0,460 – 0,018 ppb aralığında bulmuşlardır. Van'da İşleyici ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, 25 adet tam yağlı UHT inek sütü örneğinin 23'ünde AFM1 bulurken 2'sinde ise sınır değer üzerinde bulmuşlardır. Kireççi ve ark., (2007) Sarıkamış'ta ELISA yöntemi kullanarak süt ve peynir ürünlerinde AFM1 varlığını araştırmışlar ve inceledikleri toplam 80 süt ve peynir örneğinin 68 (%85)'inde AFM1 saptarken, örneklerin 12'sinde ise ölçülebilir sınırlar içerisinde AFM1 varlığına rastlamamışlardır. Aksoy ve Sezer (2019) yaptıkları çalışmada Kars'ta tüketime sunulan yöreye özgü çeçil, kaşar ve gravyer peyniri örneklerini ELISA yöntemiyle incelediklerinde sırasıyla 42, 36 ve 16'sında AFM1 düzeyini tespit limitinin altında bulurken, 8, 18 ve 34'ünde ise limitin üstünde bulmuşlardır. Ardıç ve ark., (2009) Erzurum'da 193 salamura peyniri örneğinde ELISA yöntemiyle yaptıkları araştırmada, örneklerin %82,4'ünde saptanabilir düzeyde (50 ng/kg) AFM1 bulurken örneklerin %26,4'ünün Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen yasal sınırı aştığını tespit etmişlerdir. Sezer ve ark., (2014) Kars'ta ambalajsız olarak satılan 50 adet dondurma örneğindeki AFM1 miktarlarının 27'sinde <0,005 µg/kg, 6'sında 0,005-0,05 µg/kg, 17'sinde ise >0,05 µg/kg olduğunu tespit etmişlerdir.

İç Anadolu bölgesinde; Ayrancı ve Ereğli'de Ağaoğlu ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada, Dicle tulum peyniri örneklerinin 10 tanesinde 5,15 ng/kg ile 26,44 ng/kg aralığında AFM1 tespit etmişlerdir. Örneklerin 22'sinde AFM1 bulunmadığını 23'ünde ise 5 ng/kg'ın altında bulunduğunu belirtmişlerdir. Kayseri'de Özkan ve Onmaz (2019) kaymak ve tereyağı örneklerinde AFM1 düzeyi üzerine yaptıkları çalışmada kaymak numunelerinde 5,70 ng/kg-26,62 ng/kg ve tereyağı numunelerinde ise 6,58 ng/kg-128,69 ng/kg aralığında AFM1 içerdiğini bulmuşlardır. Yıldırım ve ark., (2018)

Kırıkkale bölgesindeki köylerden ve il merkezinden alınan toplam 154 süt örneklerinde aflatoksin varlığı ELISA kullanarak araştırılmışlardır. Örneklerdeki ortalama AFM1 düzeyini 1,173 ± 2,20 ng/L arasında bulmuşlardır. Gürbay ve ark., (2006) Ankara'da yaptıkları çalışmada 40 yoğurt örneğinin 32'sinde 61,61-365,64 ng/kg aralığında AFM1 içerdiğini tespit etmişlerdir. Kayaalp ve ark., (2015) Kayseri'de 100 manda yoğurdu örneğinde yaptıkları çalışmada örneklerin tümünde AFM1 bulunduğunu ve örneklerdeki AFM1 düzeylerinin 2,70-79,27 ng/kg arasında olduğunu, bunlardan 7 adedinin Türk Gıda Kodeksinde belirtilen yasal limitlerin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde; Erkan ve ark., (2009) Diyarbakır yöresinde 90 adet yöresel örgü peyniri örneğindeki AFM1 varlığı üzerine yaptıkları çalışmada, örgü peynirlerinin 48 tanesinde AFM1 tespit edemezken, 29 tanesinde AFM1 düzeyini TGK'ya göre izin verilen limitin altında, 13 tanesinde ise izin verilen limitin üstünde tespit etmişlerdir. Kav ve ark., (2011) Şanlıurfa'da koyun ve sığır sütlerinden üretilen 127 salamura peyniri örneğinde ELISA yöntemiyle AFM1 varlığı üzerine yaptıkları çalışmada 36 peynir örneğinin kontamine olduğunu bulurken, bu örneklerin 13'ünde ise AFM1 düzeyinin yasal sınır değerini aştığını bulmuşlardır.

Akdeniz bölgesinde; Mersin'de 39 keçi, 53 inek ve 45 adet UHT süt örneğinde AFM1 varlığını araştıran Delialioğlu ve ark., (2010), keçi sütlerinin %35,8'inde, inek sütlerinin %86,7'sinde ve UHT sütlerinin %73,3'ünde AFM1 bulunduğunu saptarken, keçi sütlerinin %10,2'sinde, inek sütlerinin %73,5'inde, UHT sütlerin ise %2,2'sinde AFM1 seviyelerinin yasal sınır değeri (>0,05 µg/L) aştığını saptamışlardır. Gölge (2014), Adana'da farklı mevsimlerde topladığı 176 çiğ süt örneğinde HPLC yöntemini kullanarak yaptığı analizlerde AFM1 düzeylerinin kış mevsiminde diğerlerine göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Ege bölgesinde; Hazer (2011) Denizli ve Aydın illerinde 81 çiğ süt örneğinin 20'sinde yasal sınırın (0,050 µg/kg) üzerinde AFM1 tespit etmiştir. Diğer 61 numunede ise bu sınırın altında AFM1 bulunmuştur. Kök (2006) tezinde Aydın'daki süt ve süt ürünlerinde yaptığı çalışmada HPLC metodunu kullanarak AFM1 incelemiştir. 26 mandıradan aldığı 13 süt, 7 beyaz peynir, 6 kaşar peynir, 6 tulum peynir, 6 lor peynir ve 9 yoğurt numunesini inceleyen Kök (2006), numunelerde ortalama 0,105 düzeyinde AFM1 belirlerken, süt numunesinin %61,5'i, yoğurdu %77,7'si ve peynirlerin %4'ünde yasal sınırdan AFM1 saptamıştır.

Marmara bölgesinde; Özsunar ve ark., (2006) Trakya bölgesinde yaptıkları çalışmada, 135 adet çiğ süt örneğinin 76'sında AFM1 tespit ederken sadece bir örnekteki AFM1 miktarı yasal limitin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Oruç ve ark., (2011) Bursa'da 30 çiğ süt numunesi ve 54 UHT süt numunesini ELISA ile analiz etmişler ve tamamında AFM1 tespit etmişlerdir. Ortalama AFM1 değerini ise 6,40 ± 0,42 ng/kg olarak bulmuşlardır. Tekinşen ve Uçar (2008) beş büyük şehirde (İstanbul, İzmir, Kayseri, Konya, Tekirdağ) yaptıkları çalışmada, 92 tereyağı ve 100 krem peynir numunesini ELISA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Tereyağı örneklerinin %100'ünde 10 ila 7000 ng/kg ve krem peynir örneklerinin %99'unda 0 ila 4100 ng/kg aralığında AFM1 tespit etmişlerdir.

Karadeniz bölgesinde; Alkan ve Gönülalan (2006) Amasya'da 50 farklı marka beyaz peynir örneğinde yaptıkları çalışmada ELISA yöntemiyle AFM1 varlığını araştırmışlar ve örneklerden sadece 1 tanesindeki AFM1 düzeyini TGK'da belirtilen 0,050 µg/kg değerinin üzerinde bulmuşlardır. Samsun'da Aksoy ve ark., (2010) tarafından ELISA yöntemiyle yapılan bir diğer çalışmada incelenen 36

adet çiğ inek sütü, yirmibeşer taze beyaz peyniri ve kaşar peyniri örneklerindeki AFM1 düzeyleri sırasıyla %61, %12 ve %80 olarak tespit edilmiştir.

Dünyadaki AFM1 Varlığı

Dünyada AFM1 varlığı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile süt ve ürünlerindeki AFM1 konsantrasyonu arasında negatif bir korelasyon olduğu düşünülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında Avrupa ülkelerinde tüketici ve üreticilerin bilinçli olması, hammaddeden son ürüne kadar hijyen ve saniteye uyulması ve gıda mevzuatına uygun koşullarda üretim yapmayan işletmelere verilen caydırıcı cezaların etkili olduğu söylenebilir. Dünyada süt ve ürünlerindeki AFM1 düzeyi ile ilgili çalışmalar;

Ortadoğu ülkelerinde; Ghazani (2009) İran'ın Tebriz şehrinde farklı süpermarketlerden aldıkları 50 pastörize süt örneklerini ELISA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda numunelerin tamamında AFM1 tespit edilirken, %62'sinde ise AFM1 maksimum tolerans sınırının (50 ng/L) aşıldığını bulmuşlardır. İran'ın Tahran, Esfahan, Şiraz ve Yazd şehirlerinde Fallah (2010)'ın yaptığı bir çalışmada yaz ve kış mevsimi boyunca alınan 91 pastörize süt, 68 yoğurt, 72 beyaz peynir, 31 tereyağı ve 36 dondurmada AFM1 varlığını TLC tekniğiyle tespit etmiştir. Pastörize süt örneklerinin %72,5'inde, yoğurt örneğinin %66,1'inde AFM1 bulmuştur. Kış mevsiminde alınan örneklerde AFM1 konsantrasyonunun yaz mevsimine göre oldukça fazla olduğunu belirtmiştir. Kamkar (2005)'in 80 peynir örneğinde AFM1 varlığı üzerine yaptığı çalışmada da benzer şekilde kış aylarında AFM1 konsantrasyonunun fazla olduğu bulunmuştur. Elzupir and Elhussein (2010) Sudan eyaletinden topladıkları 44 sığır sütünün 42'sinde (%95,45) AFM1 bulmuşlardır. Suliman and Abdalla (2013) ise Hartum'da topladıkları 143 çiğ süt örneğinin 141 tanesinde AFM1 kontaminasyonu olduğunu, örneklerin 134'ündeki AFM1 düzeyinin ise 50 ng/L sınır değerini aştığını tespit etmişlerdir. El Marnissi ve ark., (2012) Fas'ta yaptıkları çalışmada 48 adet süt örneğini HPLC metodu ile tayin etmişler ve 13 numunede AFM1 tespit ederken, bunlardan 4 adedindeki AFM1 düzeyinin yasal sınır değerinin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Dashti ve ark., (2009) Kuveyt'te yaz ve kış mevsimlerinde topladıkları 177 taze süt, 105 UHT süt, 27 bebek maması, 12 anne sütü ve 40 farklı çeşitte ve orijindeki beyaz peynirde AFM1 içeriği üzerine yaptıkları çalışmada en az bebek maması örneklerinin kontamine olduğunu, kış mevsiminde alınan örneklerdeki AFM1 konsantrasyonunun yaz mevsimine göre daha fazla olduğunu, süt örneklerinin sadece 10 tanesinin, farklı orijindeki peynir örneklerinin de 12 tanesinin AFM1 içeriğinin AB sınır limitini aştığını tespit etmişlerdir. El Khoury ve ark., (2011) Lübnan'da yaptıkları çalışmada, 64 süt ve 64 yoğurt örneğindeki AFM1 seviyelerini incelemişler ve 64 süt örneğinin %40,62'sinin, 64 yoğurt örneğinin ise %32,81'nin AFM1 ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Hussain ve ark., (2010) Pakistan'da yaptıkları 55 manda, 40 inek, 30 keçi, 24 koyun ve 20 deve sütü olmak üzere toplam 169 süt örneğindeki AFM1 konsantrasyonunu HPLC yöntemiyle analiz ettikleri çalışmada manda, inek, keçi, koyun sütlerinin AFM1 ile kontaminasyon oranlarını sırasıyla %34,5, %37,5, %20 ve %16,7 olarak tespit etmiş, deve sütü örneklerinde ise AFM1 saptamamışlardır. Polychronaki ve ark., (2007), Mısır'da bulunan bir hastanedeki 50 anneden bir yıl boyunca farklı aylarda topladıkları 443 adet anne süt örneğinde yaptıkları çalışmada, örneklerin %56'sının AFM1 ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Atanda ve ark., (2007) Nijerya'da anne sütü, dondurma, inek sütü ve yoğurtta yaptıkları çalışmada TLC yöntemini kullanmışlar ve

dondurma ve sütlerin AFM1 miktarının 2,04-4,00 µg/L düzeyinde olduğunu bulmuşlardır. Herzallah (2009) Ürdün'de Ocak-Mayıs 2007 tarihlerinde topladığı çiğ ve pastörize koyun, inek ve keçi sütü örneklerinde HPLC ile gerçekleştirdiği çalışmasında tüm örneklerin sadece %10'ununda AFM1 bulunduğunu bildirmiştir.

Balkan ülkelerinde; Bilandžić ve ark., (2010) Hırvatistan'da farklı mevsimlerde yaptıkları çalışmada 61 süt örneğinde ELISA-LC/MS-MS tekniklerini kullanarak analiz yapmışlardır. Bulgular sonucunda kış mevsiminde AFM1 konsantrasyonunu ciddi oranda yüksek bulmuşlardır. Yunanistan'da Malissiova ve ark., (2013) 39 organik ve 39 konvansiyonel çiftlikten 234 keçi ve koyun çiğ süt örneği alarak AFM1 varlığını inceledikleri çalışmada, 234 örneğin %18,4'ünde AFM1 kontaminasyonu tespit ederken, örneklerin %1,7'sinin AFM1 içeriğini AB sınır değerinin üzerinde tespit etmişlerdir. 117 konvansiyonel örneğin hiçbirinde AB sınır değerinin üzerinde AFM1 konsantrasyonu tespit etmezken, 117 organik sütün %3,4'ünün AB sınır değerinin üzerinde AFM1 tespit etmişlerdir. Tomasevic ve ark., (2015) Sırbistan'da 628 çiğ süt, 418 ısıtılmış işlem görmüş süt ve 322 süt ürününde ELISA yöntemini kullanarak, AFM1 varlığı üzerine yaptıkları çalışmada, çiğ süt örneklerinin %56,3'ünde, ısıtılmış işlem görmüş süt örneklerinin %32,6'sında ve süt ürünlerinin %37,8'inde AFM1 seviyelerinin yasal limitleri aştığını saptamışlardır.

Asya kıtasında; Wang ve ark., (2012) HPLC yöntemi ile 31 numunede yaptıkları analizde 8 numunede Çin mevzuatındaki yasal sınırı (0,5 mg/kg) aşmadığını bulmuşlardır. Çin'de Pei ve ark., (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada 12 çiğ süt, 15 süt tozu, 104 sıvı süt ve 4 peynir örneğinde AFM1 varlığını ELISA yöntemiyle tespit etmişlerdir. Tüm çiğ süt örneklerinin (12 adet), peynir örneklerinin (4 adet) ve süt tozu örneklerinin (15 adet) AFM1 ile kontamine olup, AFM1 saptanmayan numunelerin (38 adet) sıvı süt örneklerinden olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada Zheng ve ark., (2013), Çin'deki süpermarketlerden 153 UHT süt örneğinin AFM1 içeriğini ELISA tekniğiyle incelemişler ve 60 UHT süt örneğindeki AFM1 konsantrasyonunun Eylül ayındaki örneklerde Temmuz ayındakilerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Lee ve ark., (2009) Güney Kore'de yaptıkları çalışmada 100 farklı sığır çiftliğinden aldıkları 100 süt örneğinde HPLC metodu ile AFM1 analizi yapmışlardır. Örneklerin 48 tanesinde 0,002-0,08 ng/L AFM1 bulunurken, 29'unda ise 0,02 ng/L bulmuşlardır. Hindistan'da Asi ve ark., (2011) 97 adet manda, 76 adet inek, 62 adet keçi, 75 adet koyun ve 46 adet deve sütü örneklerinde AFM1 miktarının mevsimsel ve sabah-akşam sütlerindeki değişimini incelemişlerdir. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre kış mevsiminde alınan örneklerdeki AFM1 düzeylerinin yaz mevsiminde alınan süt örneklerinden daha fazla oranda AB sınır değerini aştığı, sabah alınan süt örneklerindeki AFM1 içeriğinin de akşam alınan süt örneklerine göre daha fazla olduğu ortaya koymuşlardır.

Avrupa kıtasında; Duarte ve ark., (2013) Portekiz'de yaptıkları çalışmada 40 UHT ve pastörize süt örneklerinden 11'inde ortalama kontaminasyonun (23,4-24,0 ng/L) üzerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Virdis ve ark., (2008) İtalya'da yaptıkları çalışmada, 208 keçi sütü örneğinde ve 41 sert keçi peyniri örneğindeki AFM1 varlığını incelemişler ve 208 keçi sütü örneğinin %17,3'ünde AFM1 saptarken örneklerin hiçbirinin AB sınır değerini aşmadığını bulmuşlardır. 41 peynir örneğinin ortalama 257 ± 145 ng/L AFM1 içerdiğini tespit etmişlerdir. Galvano ve ark., (2001) İtalya'da AFM1 düzeyi üzerine yaptıkları çalışmada 114 yoğurt örneğinin 91'inde 1-496,5 ng/L aralığında, Martins and Martins (2004) Portekiz'de

inceledikleri 96 yoğurt numunesinin 18'inde 19-98 ng/kg konsantrasyon aralığında AFM1 içerdiğini belirtmişlerdir.

Amerika kıtasında; Brezilya'da farklı iklim koşullarının AFM1 varlığına etkisini inceleyen Picinin ve ark., (2013) 129 çiğ süt örneğinin tümünde AFM1 bulunduğunu, AFM1 konsantrasyonunun 0,0002 ila 0,1057 µg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Farklı iklim koşullarının AFM1 varlığına etkisi olmamakla birlikte AFM1 konsantrasyonları üzerinde önemli etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle yaz dönemi örneklerindeki aflatoksin düzeyinin yağışlı dönemde alınanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Brezilya'da yapılan bir diğer çalışmada Iha ve ark., (2013) 58 peynir, 53 yoğurt, 12 süt içeceğindeki AFM1 varlığını HPLC yöntemiyle incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlardan peynirdeki AFM1 konsantrasyonunun yoğurt ve süt içeceklerindeki AFM1 içeriğinden daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Iha ve ark., (2011) yaptıkları bir diğer çalışmada süt, süt tozu ve bebek maması HPLC metodu ile analiz etmişlerdir. Süt örneklerinin %83'ünde (>3 ng/kg) değişen seviyelerde AFM1 saptamışlardır. Süt tozu örneklerinin tamamında AFM1 tespit ederken, bebek mamasında ise AFM1 tespit edememişlerdir.

García Londoño ve ark., (2013) Arjantin ve Brezilya'da 30 süt tozu örneğinde AFM1 varlığını HPLC-FLD yöntemiyle incelemişler ve AFM1 düzeyini 0,1 – 0,92 µg/kg aralığında tespit etmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

En güçlü kanserojenler sınıfında yer alan AFB1 ile kontamine yemlerin süt hayvanları tarafından tüketilmesi sonucu AFM1 olarak süte geçtiği bilinmektedir. Hayvan yemlerinin küflerle kontamine olup mikotoksin oluşturması engellenmezse veya toksinli besinlerin süt hayvanları tarafından tüketimi önlenmezse AFM1 süt ve ürünlerindeki sağlık riskini devam ettirecektir. Detoksifikasyon işlemlerinin yetersiz kaldığı günümüzde, yeni gelişmeler ışığında yapılan çalışmalar AFM1 düzeyini düşürmeyi hedeflese de tamamen önüne geçemediği için AFM1 güncel bir sorun olmaya devam etmektedir.

Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında, süt ve süt ürünlerindeki AFM1 varlığının önemli düzeyde olduğu ve insan sağlığına olan etkilerinin ciddiyetini koruduğu söylenebilir. Dünyaya bakıldığında bu risklerin Avrupa kıtasındaki ülkelerde diğer ülkelere nazaran daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebini ülkelerin refah düzeyiyle, bilinçli tüketicisiyle, şikâyet hatlarının etkili çalışmasıyla ve hızlı geri bildirimlerle açıklamak mümkündür. Ülkemizde ise bu risklerin, son yıllarda tüketici bilincinin daha da artması, toplumsal duyarlılığın ve sağlıkla ilgili kaygıların öne çıkması, bunun yanında ALO 174 hattı gibi kimi kamusal düzenlemelerin oluşturulması sayesinde anlamlı şekilde azaldığı düşünülmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – H.K., E.D.Y., N.T.; Tasarım – H.K., E.D.Y., N.T.; Denetleme – H.K., E.D.Y., N.T.; Kaynaklar – H.K., E.D.Y., N.T.; Literatür Taraması – H.K., E.D.Y., N.T.; Yazıyı Yazan – H.K., E.D.Y., N.T.; Eleştirel İnceleme – H.K., E.D.Y., N.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – H.K., E.D.Y., N.T.; Design – H.K., E.D.Y., N.T.; Supervision – H.K., E.D.Y., N.T.; Resources – H.K., E.D.Y., N.T.; Literature

Search – H.K., E.D.Y., N.T.; Writing Manuscript – H.K., E.D.Y., N.T.; Critical Review – H.K., E.D.Y., N.T.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

References

- Açu, M., & Özdekan Ocak, Ö. Ö. (2019). Gıdalarda Aflatoksin Düzeylerinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 168–181. [CrossRef]
- Ağaoğlu, S., Alemdar, S., & Ercan, N. (2020). Sivas Bölgesinde Üretilen Küp Peynirlerde Aflatoksin M1'in Varlığı. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(3), 520–525. [CrossRef]
- Ahlberg, S. H., Joutsjoki, V., & Korhonen, H. J. (2015). Potential of lactic acid bacteria in aflatoxin risk mitigation. *International Journal of Food Microbiology*, 207, 87–102. [CrossRef]
- Aksoy, A., & Sezer, Ç. (2019). Çiğ Sütte ve bazı Peynirlerde Aflatoksin M1 Varlığının Değerlendirilmesi, Kars'ta Tüketilen Çeşitleri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 12(1), 39–44.
- Aksoy, A., Yavuz, O., Güvenç, D., Daş, Y. K., & Terzi, G. (2010). Determination of aflatoxin levels in raw Milk, cheese and dehulled hazelnut samples consumed in Samsun Province, Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 513–516.
- Albay, Z. (2012). *Tuzlu Yoğurtların Üretimi ve Depolanması sırasında Aflatoksin M1 Konsantrasyonundaki Değişiklikler*. (s. 50). (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Alkan, Y., & Gönülalan, Z. (2006). Amasya İlinde Satışa Sunulan beyaz Peynirlerde Aflatoksin M1, Rutubet ve Asidite Değerleri üzerine bir araştırma. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(2), 91–98.
- Ardıç, M., Karakaya, Y., Atasever, M., & Adıgüzel, G. (2009). Aflatoxin M1 levels of Turkish white brined cheese. *Food Control*, 20(3), 196–199. [CrossRef]
- Asi, M. R., Iqbal, S. Z., Ariño, A., & Hussain, A. (2012). Effect of seasonal variations and lactation times on aflatoxin M1 contamination in Milk of different species from Punjab, Pakistan. *Food Control*, 25(1), 34–38. [CrossRef]
- Atanda, O., Oguntubo, A., Adejumo, O., Ikeorah, J., & Akpan, I. (2007). Aflatoxin M1 contamination of Milk and ice cream in Abeokuta and Odeda local governments of Ogun State, Nigeria. *Chemosphere*, 68(8), 1455–1458. [CrossRef]
- Bata, A., & Lásztity, R. (2001). Detoxification of mycotoxin-contaminated food and feed by microorganisms. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 223–228.
- Bennett, J. W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497–516. [CrossRef]
- Bilandžić, N., Varenina, I., & Solomun, B. (2010). Aflatoxin M1 in raw Milk in Croatia. *Food Control*, 21(9), 1279–1281. [CrossRef]
- Bilgin, Ö. (2014). *İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinde Yaz ve Kış Mevsimlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Bulca, S., & Bircan, C. (2013). Peynirlerde Aflatoksin M1 Varlığı ve Aflatoksin M1 Konsantrasyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 31–38.
- Chu, F. S. (2000). Immuno assays for analysis of mycotoxins. *Journal of Food Protection*, 47, 562–569.
- Dashti, B., Al-Hamli, S., Alomirah, H., Al-Zenki, S., Abbas, A. B., & Sawaya, W. (2009). Levels of aflatoxin M1 in Milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*, 20(7), 686–690. [CrossRef]
- Delialioğlu, N., Otağı, F., Öcal, N. D., Aslan, G., & Emekdaş, G. (2010). Mersin İlinde Çiğ ve Market Sütlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Araştırılması. *Mikrobiyal Bülteni*, 44, 87–91.
- Doğan, E. (2012). *Ardahan Yöresinden Toplanan Süt ve Kaşar Peynirlerinde Aflatoksin M1 Düzeylerinin Mevsimlere Göre Araştırılması*. (s. 85). (Doktora Tezi). Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.

- Duarte, S. C., Almeida, A. M., Teixeira, A. S., Pereira, A. L., Falcão, A. C., Pena, A., & Lino, C. M. (2013). Aflatoxin M1 in marketed Milk in Portugal: Assessment of human and animal exposure. *Food Control*, 30(2), 411–417. [\[CrossRef\]](#)
- El Khoury, A., Atoui, A., & Yaghi, J. (2011). Analysis of aflatoxin M1 in Milk and yogurt and AFM1 reduction by lactic acid bacteria used in Lebanese industry. *Food Control*, 22(10), 1695–1699. [\[CrossRef\]](#)
- El Marnissi, B., Belkhou, R., Morgavi, D. P., Bennani, L., & Boudra, H. (2012). Occurrence of aflatoxin M1 in raw Milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food and Chemical Toxicology*, 50(8), 2819–2821. [\[CrossRef\]](#)
- Elzupir, A. O., & Elhoussein, A. M. (2010). Determination of aflatoxin M1 in dairy cattle Milk in Khartoum State, Sudan. *Food Control*, 21(6), 945–946. [\[CrossRef\]](#)
- Erkan, M. E., Vural, A., & Güran, H. Ş. (2009). Diyarbakır Örgü Peynirinde Aflatoxin M1 ile Verotoksin 1 ve 2 Varlığının Araştırılması. *Dicle Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 1(1), 19–25.
- Fallah, A. A. (2010). Aflatoxin M1 contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. *Food Control*, 21(11), 1478–1481. [\[CrossRef\]](#)
- Galvano, F., Galofaro, V., Ritieni, A., Bognanno, M., De Angelis, A., & Galvano, G. (2001). Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Italy: Second year of observation. *Food Additives and Contaminants*, 18(7), 644–646. [\[CrossRef\]](#)
- García Londoño, V. A., Boasso, A. C., de Paula, M. C. Z., Garcia, L. P., Scussel, V. M., Resnik, S., & Pacin, A. (2013). Aflatoxin M1 survey on randomly collected Milk powder commercialized in Argentina and Brazil. *Food Control*, 34(2), 752–755. [\[CrossRef\]](#)
- Ghazani, M. H. M. (2009). Aflatoxin M1 contamination in pasteurized Milk in Tabriz (northwest of Iran). *Food and Chemical Toxicology*, 47(7), 1624–1625. [\[CrossRef\]](#)
- Gölge, O. (2014). A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in raw Milk produced in Adana Province of turkey. *Food Control*, 45, 150–155. [\[CrossRef\]](#)
- Gürbay, A., Engin, A. B., Çağlayan, A., & Şahin, G. (2006). Aflatoxin M1 levels in commonly consumed cheese and Yoğurt samples in Ankara, Turkey. *Ecology of Food and Nutrition*, 45(6), 449–459. [\[CrossRef\]](#)
- Hazer, A. (2011). *Denizli ve Aydın İllerinden Elde Edilen Çiğ Sütlerde Aflatoxin M1 Prevalansı ve Miktarının Aranması*. (s. 66). (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Herzallah, S. M. (2009). Determination of aflatoxins in eggs, Milk, meat and meat products using HPLC fluorescent and UV detectors. *Food Chemistry*, 114(3), 1141–1146. [\[CrossRef\]](#)
- Hışıl, Y. (2002). *Enstrümental Gıda Analizleri (I)*. Bornova İzmir: Ege Üniversitesi. Basımevi.
- Hussain, I., Anwar, J., Asi, M. R., Munawar, M. A., & Kashif, M. (2010). Aflatoxin M1 contamination in Milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21(2), 122–124. [\[CrossRef\]](#)
- Iha, M. H., Barbosa, C. B., Okada, I. A., & Trucksess, M. W. (2011). Occurrence of aflatoxin M1 in dairy products in brazil. *Food Control*, 22(12), 1971–1974. [\[CrossRef\]](#)
- Iha, M. H., Barbosa, C. B., Okada, I. A., & Trucksess, M. W. (2013). Aflatoxin M1 in Milk and distribution and stability of aflatoxin M1 during production and storage of yoghurt and cheese. *Food Control*, 29(1), 1–6. [\[CrossRef\]](#)
- İşleyici, Ö., Morul, F., & Sancak, Y. C. (2012). Van'da Tüketime Sunulan UHT sterilize İnek Sütlerinde Aflatoxin M1 Düzeyinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(2), 65–69.
- Jahed Khaniki, G. R. J. (2007). Chemical Contaminants in Milk and public health concerns: A review. *International Journal of Dairy Science*, 2(2), 104–115. [\[CrossRef\]](#)
- Kamkar, A. (2006). A study on the occurrence of aflatoxin M1 in Iranian feta cheese. *Food Control*, 17(10), 768–775. [\[CrossRef\]](#)
- Kav, K., Çöl, R., & Tekinşen, K. K. (2011). Detection of aflatoxin M1 levels by ELISA in white-brined Urfa cheese consumed in turkey. *Food Control*, 22, 1183–1186.
- Kayaalp, O., Ertaş, N., et al. (2015). Kayseri Yöresinde Tüketime Sunulan Manda Yoğurtlarında Aflatoxin M1 Düzeyinin Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 12(1), 19–23.
- Ketney, O., Santini, A., & Oancea, S. (2017). Recent aflatoxin Survey Data in Milk and Milk Products: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 70(3), 320–331. [\[CrossRef\]](#)
- Kırdar, S. S. (2006). Süt ve Ürünlerinde Mikotoksinler. *Türkiye. Gıda Kongresi*, 9, 24–26, 307–310.
- Kireççi, E., Savaşçı, M., & Ayyıldız, A. (2007). Sankamış'ta Tüketilen süt ve peynir Ürünlerinde Aflatoxin M1 Varlığının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Infection*, 21(2), 93–96.
- Kök, Z. (2006). *Aydın İli ve Çevresinde Üretilen süt ve süt Ürünlerinde Aflatoxin Varlığının Araştırılması*. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi.
- Larou, E., Yiakoumettis, I., Kaltsas, G., Petropoulos, A., Skandamis, P., & Kintzios, S. (2012). High throughput cellular biosensor For the ultra-sensitive, ultra-Rapid detection of aflatoxin M1. *Food Control*, 29(1), 208–212.
- Launay, F. M., Young, P. B., Sterk, S. S., Blokland, M. H., & Kennedy, D. G. (2004). Confirmatory assay for zeranol, taleranol and the Fusarium spp. toxins in bovine urine using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Additives and Contaminants*, 21(1), 52–62. [\[CrossRef\]](#)
- Lee, J. E., Kwak, B. M., Ahn, J. H., & Jeon, T. H. (2009). Occurrence of aflatoxin M1 in raw Milk in South Korea using an Immunoaffinity column and liquid chromatography. *Food Control*, 20(2), 136–138. [\[CrossRef\]](#)
- Madalı, B., & Ayaz, A. (2017). Süt ve süt Ürünlerinde Aflatoxin M1: Maruziyet ve sağlık Riskleri. *H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1–14.
- Malissiova, E., Tsakalof, A., Arvanitoyannis, I. S., Katsafliaka, A., Katsioulis, A., Tserkezou, P., Koureas, M., Govaris, A., & Hadjichristodoulou, C. (2013). Monitoring aflatoxin M1 levels in ewe's and Goat's Milk in Thessaly, Greece; potential risk factors under organic and conventional production schemes. *Food Control*, 34(1), 241–248. [\[CrossRef\]](#)
- Martins, M. L., & Martins, H. M. (2004). Aflatoxin M1 in yoghurts in Portugal. *International Journal of Food Microbiology*, 91(3), 315–317. [\[CrossRef\]](#)
- Oruç, H. H. (2003). Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoxin M1 (AFM1) ve Türkiye'deki Durumu. *Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 22, 121–125.
- Oruç, H. H., Temelli, S., & Sorucu, A. (2011). Bursa'da Çiğ Süt ve UHT Sütlerde Aflatoxin M1 Düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(2), 1–4.
- Özkan, N. A., & Ertaş Onmaz, N. (2019). Perakende Olarak Satışa Sunulan Kaymak ve Tereyağlarda Aflatoxin M1 Varlığı. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(3), 213–217. [\[CrossRef\]](#)
- Özkaya, Ş., & Temiz, A. (2003). Aflatoxinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. *Orlab on-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(1), 1–21.
- Özsunar, A., Arıcı, M., Gümüş, T., & Demirci, M. (2006). Trakya Bölgesinde Üretilen İnek Sütlerinde Aflatoxin M1 Varlığı. *Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölgesi Tekirdağ. Gıda Kongresi. Türkiye*, 9, 24–26.
- Pei, S. C., Zhang, Y. Y., Eremin, S. A., & Lee, W. J. (2009). Detection of aflatoxin M1 in Milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies. *Food Control*, 20(12), 1080–1085. [\[CrossRef\]](#)
- Peña, R., Alcaraz, M. C., Arce, L., Ríos, A., & Valcárcel, M. (2002). Screening of aflatoxins in feed samples using A flow system coupled Tocapillary electrophoresis. *Journal of Chromatography. A*, 967(2), 303–314. [\[CrossRef\]](#)
- Picinin, L. C. A., Cerqueira, M. M. O. P., Vargas, E. A., Lana, Â. M. Q., Toaldo, I. M., & Bordignon-Luiz, M. T. (2013). Influence of climate conditions of aflatoxin M1 contamination in raw Milk from Minas Gerais state, Brazil. *Food Control*, 31(2), 419–424. [\[CrossRef\]](#)
- Polychronaki, N., West, R. M., Turner, P. C., Amra, H., Abdel-Wahhab, M., Mykkänen, H., & El-Nezami, H. (2007). A longitudinal assesment of aflatoxin M1 excretion in beast milk of selected Egyptian mothers. *Food and Chemical Toxicology*, 45(7), 1210–1215. [\[CrossRef\]](#)
- Sezer, Ç., Aksoy, A., Vatanserver, L., & Bilge, N. (2014). Kars İlinde Satışa Sunulan Dondurmalarda Aflatoxin M1 Varlığının Belirlenmesi.

- İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40(1), 90–94. [\[CrossRef\]](#)
- Shantha, T. (1999). Fungal degradation of aflatoxin b1. *Natural Toxins*, 7(5), 175–178. [\[CrossRef\]](#)
- Suliman, S. E., & Abdalla, M. A. (2013). Presence of aflatoxin M1 in dairy cattle Milk in Khartoum State–Sudan. *Agriculture and Forestry*, 59(2), 199–204.
- Tabata, S., Kamimura, H., Ibe, A., Hashimoto, H., & Tamura, Y. (1994). Degradation of aflatoxins by food additives. *Journal of Food Protection*, 57(1), 42–47. [\[CrossRef\]](#)
- Tekinşen K. K., & Uçar, G. (2008). Türkiye’de Tüketilen Tereyağı ve krem Peynirlerde Aflatoksin M1 Seviyeleri. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Kontrolü*, 27–30.
- Tiryaki, O., Seçer, E., & Temur, C. (2011). Yemlerde Mikotoksin Oluşumu, Toksisiteleri ve Mikotoksin Kalıntı Analizleri. *Anadolu, Journal of AARI*, 21(1), 44–58.
- Tomasevic, I., Petrovic, J., Jovetic, M., Raicevic, S., Milojevic, M., & Miocinovic, J. (2005). Two year survey on the occurrence and seasonal variation of aflatoxin M1 in Milk and Milk products in Serbia. *Food Control*, 56, 63–70.
- Tunail, N., *Mikotoksinler: Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*, Genişletilmiş 2.baskı, (Yazarlar : Akçelik, M., Ayhan, K., Çakır, İ., Doğan, H.B., Gürgün, V., Halkman, A.K., Kaleli, D., Kuleaşan, H., Özkaya, B.F., Tunail, N., Tükel, Ç.), Sim Matbaacılık, Ankara. 116-189.
- Turner, N. W., Subrahmanyam, S., & Piletsky, S. A. (2009). Analytical methods for determination of mycotoxins: A review. *Analytica Chimica Acta*, 632(2), 168–180. [\[CrossRef\]](#)
- Van Egmond, H. P., Paulsch, W. E., & Schuller, P. L. (2002). Confirmatory test for aflatoxin M1 on Thinlayerplate. *Journal of AOAC International*, 61(4), 809–812.
- Viridis, S., Corgioliu, G., Scarano, C., Pilo, A. L., & De Santis, E. P. L. (2008). Occurrence of aflatoxin M1 in tank bulk goat Milk and ripened goat cheese. *Food Control*, 19(1), 44–49. [\[CrossRef\]](#)
- Wang, Y., Liu, X., Xiao, C., Wang, Z., Wang, J., Xiao, H., Cui, L., Xiang, Q., & Yue, T. (2012). HPLC determination of aflatoxin M1 in liquid Milk and Milk powder using solid phase extraction on OASIS HLB. *Food Control*, 28(1), 131–134. [\[CrossRef\]](#)
- Yentür, G., & Er, B. (2012). Gıdalarda Aflatoksin Varlığının Değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(1), 41–52.
- Yıldırım, E., Macun, H. C., Yalçınkaya, İ., Şahin, F., & Ekici, H. (2018). Kırıkkale’deki Yem ve Süt Örneklerinde Aflatoksin Kalıntısının Araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 65, 199–204.
- Yurt, B., & Uluçay, B. (2017). Iğdır’da Üretilen Sütlerin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Aflatoksin M1 Miktarının Belirlenmesi. *Tr. Doğa ve Fen Dergisi*, 6(2), 32–39.
- Zheng, N., Sun, P., Wang, J. Q., Zhen, Y. P., Han, R. W., & Xu, X. M. (2013). Occurrence of aflatoxin M1 in UHT Milk and pasteurized Milk in China market. *Food Control*, 29(1), 198–201. [\[CrossRef\]](#)