



Presence of Aflatoxin M1 in Raw Milk Consumed in Sivas

Gonca Şimşek^{1,a}, Sema Ağaoğlu^{2,b,*}

¹Department of Medical Microbiology, Faculty of Medicine, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

²Department of Veterinary Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 16/12/2022

Accepted: 13/07/2023

ABSTRACT

In this study, aflatoxin M1 (AFM1) presence and residue levels were investigated in milk presented for sale in Sivas and its region. For this purpose, 60 raw cow milk samples were used as a material. Milk samples were collected periodically in January and February 2017 from central sales locations and surrounding villages. ELISA technique was applied in AFM1 analyzes. According to the analysis results, AFM1 was detected in 55 raw milk samples (%91.6). The lowest level of AFM1 was found to be 1.56, the highest was 133.78 and the mean was 36.59±3.98 ng/L. AFM1 level was approved to the limits set by European Union and Turkish Food Codex in 43 samples (%78.2). AFM1 values were determined over 50 ng/L in 12 samples (%21.8). AFM1 was not determined in 5 samples (%8.3) analyzed at a detectable level. When the research results were examined, it was determined that a significant part (91.6%) of raw cow milk samples collected from Sivas province and nearby villages were contaminated with AFM1. This result poses a potential risk to the consumer. However, it is a pleasing finding that the number of samples (43 samples) and sample rate (78.2%) that comply with the standard values are higher.

Keywords: Aflatoxin M1, Raw milk, ELISA

Sivas'ta Tüketilen Çiğ Sütlerde Aflatoksin M1 Varlığı

Süreç

Geliş: 16/12/2022

Kabul: 13/07/2023

Öz

Bu çalışmada, Sivas ve yöresinde açık olarak satışa sunulan sütlerde aflatoksin M1 (AFM1) varlığı ve kalıntı düzeyi araştırıldı. Bu amaçla, 60 çiğ inek sütü örneği materyal olarak kullanıldı. Süt örnekleri, 2017 yılı Ocak ve Şubat aylarında Sivas ili'nde bulunan satış yerleri ve civar köylerden periyodik olarak toplandı. AFM1 analizlerinde ELISA tekniği uygulandı. Analiz sonuçlarına göre, 55 çiğ süt örneğinde (%91,6) AFM1 tespit edildi. AFM1 değerleri en düşük 1,56, en yüksek 133,78 ve ortalama 36,59±3,98 ng/L olarak belirlendi. AFM1 düzeyi 43 örnekte (%78,2) Avrupa Birliği Komisyonu ve Türk Gıda Kodeksi tarafından bildirilen yasal limite (50 ng/L) uygun bulundu. AFM1 miktarı 12 örnekte (%21,8) 50 ng/L üzerinde belirlendi. Analizi yapılan 5 örnekte (%8,3) tespit edilebilir düzeyde AFM1 saptanmadı. Araştırma sonuçları incelendiğinde, Sivas ili ve yakın köylerden toplanan çiğ inek sütü örneklerinin önemli kısmının (%91,6) AFM1 ile kontamine olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, tüketici açısından potansiyel risk oluşturmaktadır. Bununla birlikte, standart değerlere uygunluk gösteren örnek sayısı (43 örnek) ve oranının (%78,2) daha yüksek olması sevindirici bir bulgudur.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin M1, Çiğ süt, ELISA

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

^a biyologgonca@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0001-6165-1614>

sagaoglu@cumhuriyet.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-5252-8040>

How to Cite: Simsek G, Agaoglu S (2023) Presence of Aflatoxin M1 in Raw Milk Consumed in Sivas, Journal of Health Sciences Institute, 8(2): 142-148

Giriş

Aflatoksinler; başta *A. flavus* ve *A. paraciticus* olmak üzere, bazı *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türü küfler tarafından sentezlenen toksik metabolitlerdir. Aflatoksinlerle bulaşmış gıda ve yemleri tüketen insan ve hayvanlarda ortaya çıkan hastalık tablosu "aflatoksikozis" olarak tanımlanmaktadır (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001).

Aflatoksinler; ince tabaka kromatografisinde, uzun dalga ultraviyole (UV) altında verdikleri renge göre; B1 (AFB1), B2 (AFB2), G1 (AFG1), G2 (AFG2) ve M1 (AFM1), M2 (AFM2) olmak üzere altı ana bileşikten oluşurlar. Ultraviyole ışığında AFB1 ve AFB2 mavi, AFG1 ve AFG2 yeşil-mavi, AFM1 mavi-viyole, AFM2 ise viyole renkli floresan oluşturur. Süt toksini (milk toksin) olarak bilinen AFM1 ve AFM2, AFB1 ve AFB2'nin hidroksi türevleridir. Bu toksinler idrar ve dışkıda da tespit edilmiştir. Aflatoksinlerden en toksik olanı AFB1'dir. AFM1'in karsinojenik ve mutajenik etkisi AFB1'e göre daha düşüktür (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001).

AFB1 bilinen en güçlü karaciğer karsinojenidir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Kuruluşu (IARC) tarafından yapılan sınıflandırmada, AFB1 "Sınıf 1 karsinojen" (yeterli kanıt elde edilmiş insan karsinojenleri), AFM1 ise "Sınıf 2B" (muhtemel insan karsinojenleri) listesinde tanımlanmıştır. AFM1, 2002 yılında yapılan sınıflandırmada "Sınıf 1" listesinde yer almıştır (Rothschild, 1992; IARC, 1993, 2002).

Aflatoksinler, insan ve tüm hayvan türleri üzerinde toksik etki oluşturan bileşiklerdir. Aflatoksinlerin etkileri alınma miktarı ve süresine bağlı olarak, insan ve hayvanlarda akut, subakut ve kronik zehirlenmeler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Aflatoksinler; karsinojenik, mutajenik, teratojenik, hepatotoksik ve immunosupresif özellikleri yanında, böbrek hasarı ve çeşitli organ tümörlerinin oluşumunda da etkilidir (Gerbers ve Caselman, 1995; Creppy 2002; Wang ve Tang, 2004).

Hayvansal ürünler (süt, peynir, yumurta, sakatat), yağlı tohumlar (pamuk tohumu), sert kabuklu yağlı-kuru meyveler (fındık, yer fıstığı, badem, antep fıstığı, ceviz), kuru incir, üzüm, baharat (kırmızı toz biber, kırmızı pul biber, karabiber, hindistan cevizi), kahve, kakao, mısır, arpa, buğday, pirinç, soya fasülyesi ve patates aflatoksin yönünden risk oluşturan gıdalardır. Besin çeşidi, bileşimi, su aktivitesi, zararlı yoğunluğu, sıcaklık, nisbi nem, ortamdaki gazlar, depolama süresi, depo koşulları ve hasat şekli küf gelişimi ve toksin oluşumu üzerinde etkili olmaktadır (Ünlütürk, 1998; Yentür ve Er, 2011).

İnsan ve hayvan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, birçok ülkede aflatoksinler için yasal düzenlemeler getirilmiştir. Kodeks Alimentarius Komisyonu ve Avrupa Birliği Komisyonu, süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek maksimum AFM1 düzeyini 50 ng/kg olarak belirlemiştir. Bazı ülkelerde, örneğin Avusturya ve İsviçre'de bebek formüllerinde izin verilen maksimum AFM1 düzeyi 10 pg/mL'dir. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'nde; çiğ süt, ısı işlem görmüş süt ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan sütlerde aflatoksin M1'in maksimum limit değeri 0,05 µg/kg olarak bildirilmiştir. Bu

düzyer bebek formülleri ve devam formüllerinde 0,025 µg/kg'dır (CAC, 2001; EC, 2010; TGK, 2011).

Süt ve süt ürünleri özellikle bebek ve çocuklar için önemli bir protein ve kalsiyum kaynağıdır. Bu grup besinlerde aflatoksin varlığı, tüketici açısından potansiyel risk oluşturmaktadır. Sütte aflatoksin kalıntısı, çiftlik hayvanlarının AFB1 ve AFB2 ile kontamine olmuş yemleri tüketmeleri sonucu şekillenir. Yemlerle alınan AFB1 ve AFB2, süt hayvanlarında karaciğerde metabolize edilerek AFM1 ve AFM2'ye dönüştürülür ve sütle salgılanır. AFB1'in süte geçme oranı süt sığırlarında %0,18, koyunlarda ise %0,1 olarak bildirilmiştir (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001, Karakaya, 2006).

Süt ürünlerinde AFM1 problemi; üretimde kullanılan süt ya da süt tozu ve katkı maddelerinin toksin içermesi veya sağımdan sonra toksijen özellikte *Aspergillus* türü küflerle kontaminasyon sonucu şekillenmektedir (Kırdar, 2006; Albay ve Şimşek, 2011). Kontamine süttten peynir yapımında AFM1'in değişen oranlarda pıhtı ve peyniraltı suyuna geçtiği, ancak kazeine bağlanması nedeniyle pıhtıdaki miktarın daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Bakırcı, 1995; Battaccone ve ark., 2005, Demir ve Ağaoglu, 2023).

Aflatoksinler ısı işlemle oldukça dirençlidir. AFM1, sütün pastörizasyonu ve çeşitli ürünlere işlenmesinde stabil olup, 300°C ve üzerindeki ıslarda tamamen parçalanır (Galvano ve ark., 1996; Sabuncuoğlu ve ark., 2008).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda; çiğ ve pastörize süt, süt tozu, UHT süt, bebek mamaları, devam sütleri, yoğurt, peynir, dondurma ve süt bazlı ürünlerde AFM1 kalıntısı tespit edilmiştir (Kırdar, 2006; Kireççi ve ark., 2007; Oruç ve ark., 2011; Kocasarı ve ark., 2012).

Bu çalışma, Sivas ili'nde satışa sunulan çiğ inek sütlerinde AFM1 varlığı ve kontaminasyon düzeyinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Sivas ili'nde satışa sunulan 60 çiğ inek sütü örneği çalışma materyalini oluşturdu. Süt örnekleri, 2017 yılı Ocak ve Şubat aylarında il merkezinde bulunan satış yerleri (ev, market, şarküteri) ve civar köylerden periyodik olarak toplandı. Örnek alımında tek kullanımlık steril falkon tüpler (50 ml) kullanıldı. Tüpler etiketlenerek, her bir örnek için kod numarası verildi. Aseptik koşullarda alınan örnekler, soğuk zincir uygulanarak Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarına getirildi ve bekletilmeden aynı gün içerisinde analizleri yapıldı. Örnekler bu süreçte buzdolabında (+4°C) muhafaza edildi.

Yöntem

Süt örneklerinde AFM1 düzeyi ELISA (Enzim Linked Immunosorbent Assay) yöntemi ile belirlendi. Analizlerde AgraQuant® Aflatoxin M1 Sensitive test kiti (COKAQ7100-Lot:710608-1602) kullanıldı.

Örneklerin hazırlanması

Homojen hale getirilmiş süt örneğinden 5 ml bir test tüpüne alındı ve +4°C'de 30 dak. inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonunda 3000 devirde 10 dak. santrifüj edildi. Santrifüjden sonra üstteki yağ tabakası pastör pipeti ile alındı. Ayrılmış süttten (yağsız süpernatant) 0,4 ml alınarak bir eppendorf tüpüne aktarıldı ve üzerine 0,1 ml metanol ilave edilerek karıştırıldı. Hazırlanan serum-metanol karışımı ELISA aşamasında kullanıldı.

Test prensibi

AgraQuant® (COKAQ7100-Lot:710608-1602) Aflatoxin M1 Sensitive Elisa testi direkt kompetitif Enzim Linked Immunosorbent Assay (ELISA) prensibine dayanmaktadır.

Test prosedürü

Tüm reaktifler kullanmadan önce oda sıcaklığına getirildi. Her bir dilüsyon mikropalakasındaki standart (0, 25, 50, 100, 200 ve 500 ppt) ve örnek kuyucuğuna 200 µl konjugat ilave edildi. Konjugat eklenmiş dilüsyon kuyucuklarına 100 µl hacminde standart ve örnek ilave edildikten sonra 3 kez pipete edilerek karıştırıldı. Dilüsyon kuyucuklarındaki konjugat/örnek ve konjugat/standart karışımından 100 µl hacminde alındı ve antikor kaplı mikropalaka kuyucuklarına aktarıldı. Oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak 60 dak. inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonunda kuyucuklar dilüe edilmiş yıkama solüsyonu ile 5 kez yıkandı. Yıkama sonrası her bir kuyucuğa 100 µl substrat ilave edildi. Oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak 20 dak. inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonunda her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu ilave edilerek, sarı rengin maviye dönüşümü gözlemlendi. Son olarak standart ve örneklerin absorbanları 450 nm dalga boyunda ELISA cihazında ölçüldü. Elde edilen absorban değerlerinin hesaplamasında kalibrasyon eğrisi oluşturuldu ve örneklerin absorbanlarına karşılık AFM1 miktarları "ng/L" olarak hesaplandı.

İstatistik Analizleri

Örneklerde tespit edilen AFM1 değerlerinin tanımlayıcı istatistiği ve değerler arasındaki ilişkiler SPSS 22.00 paket programında analiz edildi (Sümbüllüoğlu ve Sümbüllüoğlu, 2014).

Bulgular ve Tartışma

Sivas il'inde açık olarak satılan inek sütü örneklerinde belirlenen AFM1 düzeyleri

Çizelge 1, istatistik analiz sonuçları ve yüzde (%) dağılımı ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, 60 çiğ süt örneğinin 55 (%91,6)'inde AFM1 tespit edildi. AFM1 değerleri minimum 1,56 ng/L, maksimum 133,78 ng/L ve ortalama 36,59±3,98 ng/L olarak belirlendi. Örneklerin %78,2 (43 örnek)'si AFM1 yönünden Avrupa Birliği Komisyonu (EC, 2010) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK, 2011) tarafından bildirilen yasal limite (50 ng/L) uygunluk gösterdi. AFM1 düzeyi 12 örnekte (%21,8) 50 ng/L üzerinde bulundu. Analizi yapılan 5 örnekte (%8,3) ise AFM1 tespit edilemedi.

Bu çalışma kapsamında, Sivas ili ve yöresinde açık olarak satılan inek sütlerinde AFM1 varlığı ve kontaminasyon düzeyi araştırıldı. Bu amaçla, toplam 60 çiğ inek sütü örneği materyal olarak kullanıldı. Aflatoxin analizleri ELISA yöntemiyle yapıldı. Analiz bulgularına göre; çiğ süt örneklerinin %91,6 (55 örnek)'sında AFM1 tespit edildi. Örneklerde AFM1 miktarı 1,56-133,78 ng/L arasında ve ortalama 36,59±3,98 ng/L olarak saptandı. Örneklerin %21,8 (12 örnek)'inde belirlenen AFM1 düzeyleri Avrupa Birliği Komisyonu (EC, 2010) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK, 2011) tarafından bildirilen "50 ng/L" limit değerine uygunluk göstermedi. İncelenen 43 örnek (%78,2) AFM1 yönünden yasal limitlere uygun bulundu. Analizi yapılan 5 örnekte (%8,3) ise saptama düzeyinde AFM1 tespit edilemedi (Çizelge 1).

Araştırma bulguları ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalar incelendiğinde; örneklerde belirlenen maksimum ve ortalama AFM1 değerlerinin birçok araştırmacının (Hussain ve Anwar, 2008; Sefidgar ve ark., 2008; Ghanem ve Orfi, 2009; Pei ve ark., 2009; Muhammad ve ark., 2010; İkbal ve ark., 2013; Kamkar ve ark., 2014; Shaker ve Elsharkawy, 2014; Fallah ve ark., 2015; Bahrami ve ark., 2016; Langat ve ark., 2016; Stojkovic ve ark., 2016; Asghar ve ark., 2018; Lindahl ve ark., 2018; Abyaneh ve ark., 2019; Tadesse ve ark., 2020; Torres ve ark., 2020; Sumon ve ark., 2021) bulgularından oldukça düşük olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçları bazı araştırma (Tajik ve ark., 2007; Lee ve ark., 2009; Nuryono ve ark., 2009; Assem ve Mohamad, 2011; Kamkar ve ark., 2011; Marnissi ve ark., 2012; Darsanaki ve ark., 2013; Han ve ark., 2013; Suliman ve Abdalla, 2013; Bilandzic ve ark., 2016; Hashemi, 2016; Tahoun ve ark., 2017; Sharma ve ark., 2019) sonuçlarından ise yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Türkiye'de çiğ sütlerde AFM1 varlığı ve kalıntı miktarının incelendiği bilimsel çalışmalarda, örneklerin birçoğunun AFM1 yönünden Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (TGK, 2011)'nde belirtilen yasal limite (50 ng/L) uygun olmadığı bildirilmiştir. Ülkemizde, değişik bölgelerde farklı yıllarda yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, Sivas ve yöresi çiğ inek sütlerinde tespit edilen AFM1 düzeyinin bazı araştırma bulgularından (Bakırcı, 2001; Özmenteşe, 2002; Özsunar, 2005; Buldu ve ark., 2011; Ertaş ve ark., 2011; Hazer, 2011; Oruç ve ark., 2011; Kocasarı ve ark., 2012; Temamoğulları ve Kanici, 2014; Şahin ve ark., 2016; Karadal ve ark., 2018; Eker ve ark., 2019; Türkoğlu ve Keyvan; 2019) nisbeten yüksek olduğu görülmektedir. Örneklerde belirlenen AFM1 düzeyi bazı araştırmacıların (Akdemir ve Altıntaş, 2004; Kök, 2006; Delialioğlu ve ark., 2010; Golge, 2014; Yurt ve Uluçay, 2016) sonuçlarından ise düşük bulunmuştur (Çizelge 4).

Toksijenik aspergillus türleri, sıcaklık ve rutubetin uygun olduğu koşullarda kolay şekilde çoğalarak toksin üretirler. Küflerin geliştiği ve toksin oluşturduğu sıcaklık dereceleri farklıdır. Aflatoxin sentezleyen küfler 24-35°C sıcaklık ve %70 nisbi nemde optimum düzeyde gelişme gösterirler. Toksin oluşumu için gereken sıcaklık 25-30°C olup, 10°C altında ve 40°C'nin üzerinde toksin sentezi azalır. Belirgin bir küflenme olmadığında, küfün önceden gelişip toksin

oluşturması ihtimali dikkate alınmalıdır (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001).

İklim koşulları (yağış, dolu, don, kuraklık) aflatoksin oluşumunu olumsuz olarak etkilemektedir. Küflü hayvan yemleri aflatoksinler yönünden potansiyel bir kaynak oluşturur. Uygun olmayan koşullarda hazırlanan ve depolanan yemler küflenme ve toksin oluşumu açısından en riskli materyal durumundadır. Ortamın nisbi nemi, atmosferik oksijen ve diğer gazlar, sıcaklık, depo koşulları ve depolama süresi aflatoksin oluşumu üzerinde etkilidir (Yentur ve Er, 2011). Araştırma sonuçları arasındaki farklılıklar; çalışmaların farklı yıllarda yapılmış olması, iklim farklılığı, mevsimin etkisi, analizlerde uygulanan

yöntemlerin aynı hassasiyette olmaması ile açıklanabilir. Muhtemelen diğer faktörler de bu konuda etkili olmuştur.

Araştırma sonuçları irdelendiğinde; Sivas ili ve yakın köylerden toplanan çiğ inek sütü örneklerinin önemli kısmının (%91,6) AFM1 ile kontamine olduğu saptanmıştır. Süt ve süt ürünleri ile süttten hazırlanan gıdaların (muhallebi, sütlaç gibi) bebek ve çocuklar tarafından daha çok tüketildiği dikkate alındığında, bu sorun daha önemli boyut kazanmaktadır. Bununla birlikte, standart değerlere uygunluk gösteren örnek sayısı (43 örnek) ve oranının (%78,2) daha yüksek olması olumlu bir bulgudur. AFM1 tespit edilmeyen örnek sayısı daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 1. Çiğ inek sütü örneklerinde AFM1 düzeyleri (ng/L)

Table 1. AFM1 levels in raw cow milk samples (ng/L)

| Örnek No. | AFM ₁ değeri | Örnek No. | AFM ₁ değeri | Örnek No. | AFM ₁ değeri | Örnek No. | AFM ₁ değeri |
|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 1 | 78,74 | 31 | 23,19 | 16 | 26,16 | 46 | 133,78 |
| 2 | 29,18 | 32 | 28,36 | 17 | 27,18 | 47 | 3,49 |
| 3 | 32,52 | 33 | 25,57 | 18 | 98,19 | 48 | 15,9 |
| 4 | 45,6 | 34 | 4,87 | 19 | 26,05 | 49 | 36,74 |
| 5 | 71,67 | 35 | * | 20 | 49,38 | 50 | * |
| 6 | 50,67 | 36 | 31,26 | 21 | 65,27 | 51 | * |
| 7 | * | 37 | 1,56 | 22 | 28,22 | 52 | 4,51 |
| 8 | 81,66 | 38 | 105,3 | 23 | 33,04 | 53 | * |
| 9 | 26,54 | 39 | 14 | 24 | 124,51 | 54 | 18,6 |
| 10 | 40,65 | 40 | 29,37 | 25 | 38,45 | 55 | 36,78 |
| 11 | 102,95 | 41 | 1,63 | 26 | 27,71 | 56 | 86,07 |
| 12 | 57,31 | 42 | 15,02 | 27 | 30,2 | 57 | 7,47 |
| 13 | 42,32 | 43 | 37,54 | 28 | 44,66 | 58 | 33,37 |
| 14 | 31,59 | 44 | 20,35 | 29 | 26,57 | 59 | 26,6 |
| 15 | 24,42 | 45 | 31,69 | 30 | 34,72 | 60 | 26,71 |

*; Tespit edilmedi

Çizelge 2. Çiğ inek sütü örneklerinde istatistik analiz sonuçları (ng/L)

Table 2. Statistical analysis results in raw cow milk samples (ng/L)

| AFM ₁ | n | % | Min. | Max. | Mean±SE |
|------------------|----|--------|--------|--------|-------------|
| 0-25 | 13 | %21,7 | 1,56 | 24,42 | 11,91±2,31 |
| 25-50 | 30 | %50,0 | 25,57 | 49,38 | 32,82±1,19 |
| 50-100 | 8 | %13,3 | 50,67 | 98,19 | 73,69±5,53 |
| 100-200 | 4 | %6,7 | 102,95 | 133,78 | 116,63±7,48 |
| 200-500 | - | - | - | - | - |
| 500> | - | - | - | - | - |
| * | 5 | %8,3 | - | - | - |
| Total | | %100,0 | 1,56 | 133,78 | 36,59±3,98 |

n; örnek sayısı

Çizelge 3. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalarda çiğ inek sütlerinde AFM1 düzeyleri (ng/L)**Table 3.** AFM1 levels in raw cow milk in studies conducted in various countries (ng/L)

| Ülke | Yıl | n | n ₁ (%) | n ₂ (%) | AFM ₁ düzeyi (Min-Max) | Kaynak |
|-------------|-----------|------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| İran | 2005-2006 | 72 | 72 | 9(12,5) | 4,3-91,8 | Tajik ve ark. (2007) |
| Pakistan | 2005 | 168 | 168 | (99,4) | 10-700 | Hussain ve Anwar (2008) |
| İran | 2006 | 120 | 120 | 68(56,7) | 4-352,3 | Sefidgar ve ark. (2008) |
| Suriye | 2005-2006 | 74 | 70(95) | 41(59) | 20-690 | Ghanem ve Orfi (2008) |
| Güney Kore | 2007 | 100 | 48 | 1 | 2-80 | Lee ve ark., (2009) |
| Endonezya | 2006 | 113 | 113 | | 5-25 | Nuryono ve ark. (2009) |
| Çin | 2008 | 12 | 12 | 12 | 160-500 | Pei ve ark.,(2009) |
| Pakistan | 2007 | 84 | 68 | (81) | 690-10040 | Muhammad ve ark. (2010) |
| Lübnan | 2010 | 38 | 28(73,7) | 17(44,7) | 2,63-126 | Assem ve Mohamad (2011) |
| İran | 2011 | 122 | 122 | 18(14,7) | 4- 112,4 | Kamkar ve ark. (2011) |
| Fas | 2009-2010 | 48 | 13(27) | 4 (8) | 10-100 | Marnissi ve ark. (2012) |
| İran | 2011 | 90 | 56(65,5) | 28(31,1) | 2,1-131 | Darsanaki ve ark. (2013) |
| Çin | 2010 | 200 | 45 | 3 | 5,2-59,6 | Han ve ark. (2013) |
| Sudan | 2011 | 143 | 141(98,6) | 134 | 18-86 | Suliman ve Abdalla (2013) |
| Pakistan | 2011 | 107 | 63(59) | 38 | 4-980 | İkbal ve ark. (2013) |
| İran | 2012 | 60 | 44(69) | 18(28) | 3,6-419,5 | Kamkar ve ark. (2014) |
| Mısır | 2013 | 30 | 30 | 28(93) | 9,93-500 | Shaker ve Elsharkawy (2014) |
| İran | 2014 | 254 | 204(80,3) | 144(56,7) | 11-321 | Fallah ve ark. (2015) |
| İran | 2014 | 64 | 54(84,3) | 23(35,9) | 6,1-188,2 | Bahrami ve ark. (2016) |
| Hırvatistan | 2015 | 548 | 548 | | 1,74-10,6 | Bilandzic ve ark. (2016) |
| İran | 2016 | 168 | 89 | 28 | 0.00-99,92 | Hashemi (2016) |
| Kenya | 2014-2015 | 150 | 150 | 78(52) | 0.00-2930 | Langat ve ark. (2016) |
| Makedonya | 2013-2014 | 3635 | 1538(42,4) | 105 | 6.6-408,1 | Stojkovic ve ark. (2016) |
| Mısır | 2017 | 15 | 5(33,3) | 2(13,3) | 6,4-70 | Thaoun ve ark. (2017) |
| Pakistan | 2016-2017 | 156 | 143(91,7) | 125(80,1) | 20-3090 | Asghar ve ark. (2018) |
| Kenya | 2013-2014 | 62 | | 46(74,2) | 2-1100 | Lindahl ve ark. (2018) |
| İran | 2017 | 257 | 123 (47,9) | 4 (1,6) | 10-150 | Abyaneh ve ark. (2019) |
| Hindistan | 2018 | 100 | 100 | 70 | 10-116 | Sharma ve ark. (2019) |
| Etiyopya | 2020 | 52 | 52(100) | (52) | 29-2159 | Tadesse ve ark. (2020) |
| Ekvador | 2019 | 209 | 209(100) | 124(59,3) | 23-751 | Torres ve ark. (2020) |
| Bangladeş | 2018-2019 | 105 | 75 (71,4) | 25(23,8) | 5-198,7 | Sumon ve ark. (2021) |

n: Örnek sayısı n1:Pozitif örnek

n2: Limiti aşan örnek *Limit değeri: 50 ng/L: EC (2010), TGK (2011)

Çizelge 4. Türkiye’de yapılan çalışmalarda çiğ inek sütlerinde AFM1 düzeyleri (ng/L)**Table 4.** AFM1 levels in raw cow milk in studies conducted in Turkey (ng/L)

| Şehir | Yıl | n | n ₁ (%) | n ₂ (%) | AFM ₁ düzeyi (Min-Max) | Kaynaklar |
|---------------|-----------|-----|--------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Van | 2001 | 90 | 79 (87,7) | 35 | 12,5-123,6 | Bakırcı (2001) |
| İstanbul | 2002 | 7 | 4 (57,1) | - | 13-28 | Özmenteşe (2002) |
| Ankara | 2004 | 48 | 34 (70,8) | 16 (33,3) | 10-817 | Akdemir ve Altıntaş (2004) |
| Trakya | 2005 | 135 | 116 (86) | 1 (0,7) | 1-68 | Özsunar (2005) |
| Aydın | 2006 | 13 | 13 | 8 (61,5) | 27-210 | Kök (2006) |
| Mersin | 2010 | 53 | 46 | 39(73,5) | 2,1-866,6 | Delialioğlu ve ark. (2010) |
| Kayseri | 2002 | 90 | 90 | 63 (70) | 5-80 | Buldu ve ark. (2011) |
| Kayseri | 2010 | 50 | 43 (86) | | 1-30 | Ertaş ve ark. (2011) |
| Aydın-Denizli | 2011 | 81 | 81 | 20 (24,7) | 5,76-105,45 | Hazer (2011) |
| Bursa | 2010 | 30 | 30 | - | 2,48-18,93 | Oruç ve ark. (2011) |
| Burdur | 2008 | 45 | 41 (91,1) | 16 (35,5) | 15,3-80 | Kocasarı ve ark. (2012) |
| Adana | 2012 | 176 | 53 (30,1) | 30 (17) | 25-1101 | Golge (2014) |
| Şanlıurfa | 2012 | 38 | 36 (94,7) | 21 (55) | 0,82-125,7 | Temamoğulları ve Kanici (2014) |
| Çorum | 2012-2015 | 90 | 19 (21,1) | 3 | 11-100 | Şahin ve ark. (2016) |
| İğdir | 2016 | 25 | 25 | 20 (80) | 18-460 | Yurt ve Uluçay (2016) |
| Niğde | 2017 | 30 | 30 | 3 (10) | 1,84-88,77 | Karadalet ve ark. (2018) |
| Çanakkale | 2014-2015 | 120 | 107(89,2) | 4(3,3) | 5,14-78,69 | Eker ve ark. (2019) |
| Türkiye | 2018 | 35 | 35 | 5 (14,28) | 6,64-80 | Türkoğlu ve Keyvan (2019) |

n: Örnek sayısı n1:Pozitif örnek

n2: Limiti aşan örnek *Limit değeri: 50 ng/L: EC (2010), TGK (2011)

Sonuç

Aflatoksinlerden korunmada; hazır gıdalar ve hayvan yemlerinde küf bulaşının önlenmesi, küflenmiş yiyeceklerin tüketilmemesi, küflenmiş yemlerin ve yiyeceklerin hayvanlara verilmemesi alınması gereken önlemlerin başında gelmektedir. İyi tarım uygulamaları kapsamında; hayvan yemlerinin sağlıklı koşullarda üretilmesi, hasat edilmesi ve muhafazası, aynı şekilde sütün hijyenik koşullarda üretilmesi ve satışı, çiğ süt ve hayvan yemlerinin periyodik olarak kontrol edilmesi, üreticinin yeterli bilgiye sahip olması, eğitilmesi ve yaptığı iş konusunda bilinçlendirilmesi dikkat edilmesi gereken diğer hususlardır. Bunun yanında; Sivas ili'nde süt toplama merkezlerinin oluşturulması ve sayısının artırılması, sütün sağımdan hemen sonra bu birimlere alınımının sağlanması ve gerekli kontrol ve işlemlerin düzenli olarak yapılması, daha da önemlisi açık süt tüketiminde hijyenik koşulların göz ardı edilmemesi halk sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazarların makalede sunulan veriler ve/veya makalenin konusu ile ilgili olarak herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar ilişkisi bulunmamaktadır.

Teşekkür

Yazarların makalede sunulan veriler ve/veya makal Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Koordinasyon Birimi tarafından V-038 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın bir kısmı 3. Uluslararası Kanser Günleri Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

Abyaneh, H. K., Bahonar, A., Noori, N., Yazdanpanah, H., & Shojaee Aliabadi, M. H. (2019). Aflatoxin M1 in raw, pasteurized and UHT milk marketed in Iran. *Food additives & contaminants: part B*, 12(4), 236-244.

Akdemir, Ç., & Altıntaş, A. (2004). Ankara'da işlenen sütlerde aflatoksin-M1 varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 51(3), 174-179.

Albay, Z., & Şimşek, B. (2011). Süt ve ürünlerinde mikotoksinler ve özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 9(2), 50-60.

Asghar, M. A., Ahmed, A., & Asghar, M. A. (2018). Aflatoxin M1 in fresh milk collected from local markets of Karachi, Pakistan. *Food additives & contaminants: part B*, 11(3), 167-174.

Assem, E., & Mohamad, A. (2011). A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in raw and processed milk samples marketed in Lebanon. *Food Control*, 22(12), 1856-1858.

Bahrami, R., Shahbazi, Y., & Nikousefat, Z. (2016). 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*, 62, 250-256.

Bakirci, İ. (1995). Sütlerde aflatoksin M1 oluşumu ve ürünlere geçişi üzerinde bir araştırma (Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van).

Bakirci, İ. (2001). A study on the occurrence of aflatoxin M1 in milk and milk products produced in Van province of Turkey. *Food control*, 12(1), 47-51.

Battacone, G., Nudda, A., Palomba, M., Pascale, M., Nicolussi, P., & Pulina, G. (2005). Transfer of aflatoxin B1 from feed to milk and from milk to curd and whey in dairy sheep fed artificially contaminated concentrates. *Journal of Dairy Science*, 88(9), 3063-3069.

Bilandžić, N., Varenina, I., Kolanović, B. S., Luburić, Đ. B., Benić, M., Cvetnić, L., Tanković S & Cvetnić, Ž. (2016). Monitoring of aflatoxin M1 in raw cow milk in Croatia during winter 2015. *Mljekarstvo*, 66(1), 81-85.

Buldu, H., Koc, A. N., & Uraz, G. (2011). Aflatoxin M1 contamination in cow's milk in Kayseri (central Turkey). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 35(2), 87-91.

Codeks Alimentarius Commission (CAC). (2001). Comments Submitted on the draft maximum level for aflatoxin M1 in milk. Codeks Committee on Food Additives and Contaminants 33rd Sessions, Hauge, The Netherlands.

Creppy, E. E. (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology letters*, 127(1-3), 19-28.

Darsanaki, R. K., Mohammadi, M., Kolavani, M. H., Issazadeh, K., & Aliabadi, M. A. (2013). Determination of aflatoxin M1 levels in raw milk samples in Gilan, Iran. *Adv Stud Biol*, 5(4), 151-6.

Delialioğlu, N., Otağ, F., Öcal, N. D., Aslan, G., & Emekdaş, G. (2010). Mersin ilinde çiğ ve market sütlerinde aflatoksin M1 düzeyinin araştırılması. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 44(1), 87-91.

Demir, T., & Ağaoglu, S. (2023). Exposure assessment of aflatoxin M1 through ingestion of infant formula in Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(2), 396-402.

Eker, F. Y., Muratoglu, K., & Eser, A. G. (2019). Detection of aflatoxin M1 in milk and milk products in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(8), 1-8.

Ertas, N., Gonulalan, Z., Yildirim, Y., & Karadal, F. (2011). A survey of concentration of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Turkey. *Food Control*, 22(12), 1956-1959.

European Commission. (2010). Regulation (EC) No. 165/2010, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. *Official Journal of European Communities*, L50, 8-12.

Fallah, A. A., Barani, A., & Nasiri, Z. (2015). Aflatoxin M1 in raw milk in Qazvin Province, Iran: a seasonal study. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 8(3), 195-198.

Galvano, F., Galofaro, V., & Galvano, G. (1996). Occurrence and stability of aflatoxin M1 in milk and milk products: a worldwide review. *Journal of Food protection*, 59(10), 1079-1090.

Gerbers, A.E., & Caselman, W. (1995). Human hepatocellular carcinoma and aflatoxins. *Journal of Hepatology*, 19, 312-315.

Ghanem, I., & Orfi, M. (2009). Aflatoxin M1 in raw, pasteurized and powdered milk available in the Syrian market. *Food Control*, 20(6), 603-605.

Golge, O. (2014). A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in raw milk produced in Adana province of Turkey. *Food Control*, 45, 150-155.

Han, R. W., Zheng, N., Wang, J. Q., Zhen, Y. P., Xu, X. M., & Li, S. L. (2013). Survey of aflatoxin in dairy cow feed and raw milk in China. *Food control*, 34(1), 35-39.

Hashemi, M. (2016). A survey of aflatoxin M1 in cow milk in Southern Iran. *Journal of food and drug analysis*, 24(4), 888-893.

Hazer, A. (2011). Denizli ve Aydın illerinden elde edilen çiğ sütlerde aflatoksin M1 prevalansı ve miktarının aranması (Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın).

Hussain, I., & Anwar, J. (2008). A study on contamination of aflatoxin M1 in raw milk in the Punjab province of Pakistan. *Food control*, 19(4), 393-395.

International Agency for Research on Cancer (IARC).(1993). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, some naturally occurring substances: Food items and

- constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. No. 56, Lyon, France.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2002). Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, natphtalene and styrene. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. No. 82, Lyon, France.
- Kamkar, A., Jahed, K. G. R., & Alavi, S. A. (2011). Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk produced in Ardebil of Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 8(2), 123-128.
- Kamkar, A., Yazdankhah, S., Mohammadi Nafchi, A., & Mozaffari Nejad, A. S. (2014). Aflatoxin M1 in raw cow and buffalo milk in Shush city of Iran. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 7(1), 21-24.
- Karadal, F., Onmaz, N. E., Hızlısoy, H., Yıldırım, Y., Al, S., & Gonulalan, Z. (2018). Aflatoxin M1 levels in raw sheep, goat and cow milks in Niğde province. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11(2), 119-125.
- Karakaya, Y. (2006). Mısır silajında aflatoksin B1 varlığının ve süte geçme durumunun araştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum).
- Kaya, S. (2001). Mikotoksinler. *Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*. 2. Baskı, Kaya, S., Pirinççi, İ., Bilgili, A. (Ed.), s. 537-571, Medisan Yayınevi, Ankara.
- Kireççi, E., Savaşçı, M., & Ayyıldız, A. (2007). Sarıkamış'ta Tüketilen Süt Ve Peynir Ürünlerinde Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi. *İnfeksiyon Dergisi (Turkish Journal of Infection)*, 21(2), 93-96.
- Kocasarı, F. S., Tascı, F., & Mor, F. (2012). Survey of aflatoxin M1 in milk and dairy products consumed in Burdur, Turkey. *International journal of dairy technology*, 65(3), 365-371.
- Kök, Z. (2006). Aydın ili ve çevresinde üretilen süt ve süt ürünlerinde aflatoksin varlığının araştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın).
- Langat, G., Tetsuhiro, M., Gono, T., Matiru, V., & Bii, C. (2016). Aflatoxin M1 contamination of milk and its products in Bomet County, Kenya. *Advances in Microbiology*, 6(07), 528-536.
- 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.
- Lindahl, J. F., Kagera, I. N., & Grace, D. (2018). Aflatoxin M1 levels in different marketed milk products in Nairobi, Kenya. *Mycotoxin Research*, 34(4), 289-295.
- Marnissi, B. E., 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.
- Muhammad, K., Tipu, M. Y., Abbas, M., Khan, A. M., & Anjum, A. A. (2010). Monitoring of aflatoxin M1 in market raw milk in Lahore City, Pakistan. *Pak. J. Zool*, 42, 697-700.
- Nuryono, N., Agus, A., Wedhastri, S., Maryudani, Y. B., Setyabudi, F. S., 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, H. H., Temelli, S., & Sorucu, A. (2011). Bursa'da çiğ süt ve UHT sütlerde aflatoksin M1 düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(2), 1-4.
- Özmenteşe, N. (2002). İstanbul piyasasından sağlanan süt ve süt ürünlerinin aflatoksin B1 ve M1 içerikleri yönünden yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemi ile araştırılması (Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Özsunar, A. (2005). Trakya Bölgesi'nde üretilen inek sütlerinde aflatoksin M1 varlığı (Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ).
- 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.
- Rothschild, L. J. (1992). IARC classes AFB1 as class 1 human carcinogen. *Food Chem. News*, 34(23), 62-66.
- Sabuncuoğlu, S. A., Baydar, T., Giray, B., & Şahin, G. (2008). Mikotoksinler: Toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 28(1), 63-92.
- Sahin, H. Z., Celik, M., Kotay, S., & Kabak, B. (2016). Aflatoxins in dairy cow feed, raw milk and milk products from Turkey. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 9(2), 152-158.
- Sefidgar, S. A., Azizi, G., Khosravi, A. R., & Roudbar-Mohammadi, S. (2008). Presence of Aflatoxin M1 in raw milk at cattle farms in Babol, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 11(3), 484-486.
- Shaker, E. M., & Elsharkawy, E. E. (2014). Occurrence and the level of contamination of aflatoxin M1 in raw, pasteurized, and ultra-heat treated buff alo milk consumed in Sohag and Assiut, upper Egypt. *Journal of Environmental and Occupational Health*, 3(3), 136-140.
- Sharma, H., Jadhav, V. J., & Garg, S. R. (2020). Aflatoxin M1 in milk in Hisar city, Haryana, India and risk assessment. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 13(1), 59-63.
- Stojkovic, E. D., Dimzoska, B.S., Ilievska, G., Uzunov, R., Stojkovic, G., Musliu, Z. H., Jankuloski, D. (2016). Assessment of aflatoxin contamination in raw milk and feed in Macedonia during 2013. *Food Control*, 59, 201-206.
- Suliman, E., & Abdalla, M.A. (2013). Presence of aflatoxin M1 in dairy cattle milk in Khartoum State, Sudan. *International Journal of Scientific and Technology Research* 2(4), 10-12.
- Sümbüllüoğlu, K., Sümbüllüoğlu, V. (2014). *Biyoistatistik*. 16. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, s. 1-229, Ankara.
- Sumon, A. H., Islam, F., Mohanto, N. C., Kathak, R. R., Molla, N. H., Rana, S., Degen, G.H. & Ali, N. (2021). The presence of Aflatoxin M1 in milk and milk products in Bangladesh. *Toxins*, 13(7), 440.
- Tadesse, S., Berhanu, T., & Woldegiorgis, A. Z. (2020). Aflatoxin M1 in milk and milk products marketed by local and industrial producers in Bishoftu town of Ethiopia. *Food control*, 118, 107386.
- Tahoun, A. B., Ahmed, M. M., Abou Elez, R. M., & AbdEllatif, S. S. (2017). Aflatoxin M1 in Milk and some Dairy Products: Level, Effect of Manufacture and Public Health Concerns. *Zagazig Veterinary Journal*, 45(2), 188-196.
- Tajik, H., Rohani, S. M. R., & Moradi, M. (2007). Detection of aflatoxin M1 in raw and commercial pasteurized milk in Urmia, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(22), 4103-4107.
- Temamogullari, F., & Kanici, A. (2014). Aflatoxin M1 in dairy products sold in Şanlıurfa, Turkey. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 162-165.
- Torres, B. P., Salazar, D., Cachiguango, M., Cisneros, G., & Gómez-Bravo, C. (2020). Determination of aflatoxin M1 in raw milk from different provinces of Ecuador. *Toxins*, 12(8), 498.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGK). (2011). *Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ*. Resmi Gazete, 29 Aralık 2011, s. 28157, Başbakanlık Basımevi.
- Turkdoglu, C., & Keyvan, E. (2019). Determination of aflatoxin M1 and ochratoxin A in raw, pasteurized and UHT milk in Turkey. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47(1), 1626-1633.
- Ünlütürk, A. (1998). Gıda Kaynaklı Küf İntoksikasyonları (Mikotoksikozis). *Gıda Mikrobiyolojisi, Mengi Tan Basımevi*, s. 289-307, İzmir.
- Wang, J. S., & Tang, L. (2004). Epidemiology of aflatoxin exposure and human liver cancer. *Journal of Toxicology: Toxin Reviews*, 23(2-3), 249-271.
- Yentür, G., & Er, B. (2011). Gıdalarda aflatoksin varlığının değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(1), 41-52.
- Yurt, B., & Ulucay, B. (2016). Determination of Some Chemical Properties and Aflatoxin M1 of Raw Cow Milk Produced on Iğdır and Region. In *International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16)*, March (Vol. 19, No. 20, pp. 3624-3635).