



**T.C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİVAS'TA TÜKETİLEN ÇİĞ SÜTLERDE  
AFLATOKSİN M<sub>1</sub> VARLIĞI**

**GONCA ŞİMŞEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ  
ANABİLİM DALI**

**SİVAS-2017**

**T.C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİVAS'TA TÜKETİLEN ÇİĞ SÜTLERDE  
AFLATOKSİN M<sub>1</sub> VARLIĞI**

**GONCA ŞİMŞEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ  
ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. SEMA AĞAOĞLU**

**SİVAS-2017**

**“Sivas’ta Tüketilen Çiğ Sütlerde AFM<sub>1</sub> Varlığı”** adlı **Yüksek Lisans** Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Gıda Hijyeni ve Teknolojisi** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan \_\_\_\_\_

Üye \_\_\_\_\_

Üye \_\_\_\_\_

Üye (Danışman) \_\_\_\_\_

ONAY

Bu tez çalışması, ..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zübeyda AKIN POLAT  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MÜDÜRÜ



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 18.02.2015 tarihli ve 4/4 sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

## ÖZET

### SİVAS'TA TÜKETİLEN ÇİĞ SÜTLERDE AFLATOKSİN M<sub>1</sub> VARLIĞI

Gonca ŞİMŞEK  
Yüksek Lisans Tezi  
Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU  
2017, 30 sayfa

Bu çalışmada, Sivas ve yöresinde açık olarak satışa sunulan sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) varlığı ve kalıntı düzeyi araştırıldı.

Bu amaçla, 60 çiğ inek sütü örneği materyal olarak kullanıldı. Süt örnekleri, 2017 yılı Ocak ve Şubat aylarında merkezde bulunan satış yerleri ve civar köylerden periyodik olarak toplandı. AFM<sub>1</sub> analizlerinde ELISA tekniği uygulandı.

Analiz sonuçlarına göre, 55 çiğ süt örneğinde (%91,6) AFM<sub>1</sub> tespit edildi. AFM<sub>1</sub> değerleri en düşük 1,56, en yüksek 133,78 ve ortalama 36,59±3,98 ng/L olarak belirlendi. AFM<sub>1</sub> miktarı 43 örnekte (%78,2) Avrupa Birliği ve Türk Gıda Kodeksi tarafından bildirilen yasal limite (50 ng/L) uygun bulundu. AFM<sub>1</sub> düzeyi 12 örnekte (%21,8) 50 ng/L üzerinde belirlendi. Analizi yapılan 5 örnekte (%8,3) tespit edilebilir düzeyde AFM<sub>1</sub> saptanmadı.

**Anahtar Kelimeler:** Aflatoksin M<sub>1</sub>, çiğ süt, ELISA

## ABSTRACT

### PRESENCE OF AFLATOXIN M<sub>1</sub> IN RAW MILKS CONSUMED IN SİVAS

Gonca ŞİMŞEK

Master Thesis

Department of Food Hygiene and Technology

Supervisor: Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU

2017, 30 pages

In this study, aflatoxin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) presence and residue levels were investigated in milks 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 AFM<sub>1</sub> analyzes.

According to the analysis results, AFM<sub>1</sub> was detected in 55 raw milk samples (%91,6). The lowest level of AFM<sub>1</sub> was found to be 1,56, the highest was 133,78 and the mean was 36,59±3,98 ng/L. AFM<sub>1</sub> level was approved to the limits set by European Union and Turkish Food Codex in 43 samples (%78,2). AFM<sub>1</sub> values were determined over 50 ng/L in 12 samples (%21,8). AFM<sub>1</sub> was not determined in 5 samples (%8,3) analyzed at detectable level.

**Key words:** Aflatoxin M<sub>1</sub>, raw milk, ELISA

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikiminden faydalandığım, her durumda desteğini hissettiğim, emeğini esirgemeyen, sabırlı ve hoşgörülü değerli danışman hocam, Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU'na, eğitimimde emeği geçen Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim üyeleri kıymetli hocalarım Prof. Dr. Süleyman ALEMDAR ve Yrd. Doç. Dr. Seyda ŞAHİN'e, çalışma sürecinde ve tezimin istatistik aşamalarına büyük bir özveri ile yardımcı olan Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı öğretim üyesi değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Nazlı ERCAN'a,

Varlıkları ile maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından V-038 proje numarası ile desteklenmiştir. Verdikleri destekten dolayı Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Sütün Tanımı ve Özellikleri .....	3
2.2. Mikotoksinler ve Mikotoksikozis .....	4
2.3. Aflatoksinlerin Tanımı ve Özellikleri .....	4
2.4. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M <sub>1</sub> Varlığı .....	8
3. LİTERATÜR ÖZETİ .....	9
4. GEREÇ ve YÖNTEM .....	18
4.1. Gereç .....	18
4.2. Yöntem .....	18
4.2.1. Örneklerin hazırlanması.....	18
4.2.2. Test prensibi .....	18
4.2.3. Test prosedürü .....	19
4.3. İstatistik Analizleri.....	19
5. BULGULAR .....	20
6. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	21
7. KAYNAKLAR.....	24
8. ÖZGEÇMİŞ.....	30



## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Süt ve süt ürünlerinde AFM <sub>1</sub> limit değerleri (µg/L, µg/kg).....	7
Tablo 2: Türkiye’de yapılan çalışmalarda çiğ inek sütlerinde AFM <sub>1</sub> düzeyleri (ng/L) ..	17
Tablo 3: Çiğ inek sütü örneklerinde aflatoksin M <sub>1</sub> düzeyleri (ng/L) .....	20
Tablo 4: Çiğ inek sütü örneklerinde istatistik analiz sonuçları (ng/L) .....	20

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Aflatoksinlerin kimyasal yapısı.....	5
---	---

## KISALTMALAR/SİMGELER DİZİNİ

**AFB<sub>1</sub>**: Aflatoksin B<sub>1</sub>

**AFB<sub>2</sub>**: Aflatoksin B<sub>2</sub>

**AFG<sub>1</sub>**: Aflatoksin G<sub>1</sub>

**AFG<sub>2</sub>**: Aflatoksin G<sub>2</sub>

**AFM<sub>1</sub>**: Aflatoksin M<sub>1</sub>

**AFM<sub>2</sub>**: Aflatoksin M<sub>2</sub>

**ASÜD**: Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayiciler Derneği

**EC**: European Commission

**ELISA**: Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**IARC**: International Agency for Research on Cancer

**IDF**: International Dairy Federation

**IFCN**: International Farm Comparison Network

**TGK**: Türk Gıda Kodeksi

**TSE**: Türk Standartları Enstitüsü

**TÜİK**: Türkiye İstatistik Kurumu

**dak**: Dakika

**ml**: Mililitre

**nm**: Nanometre

**ng**: Nanogram

**sn**: Saniye

**µl**: Mikrolitre

**µg**: Mikrogram

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Yeterli ve dengeli beslenme; yaşamın her evresinde, özellikle 0-5 yaş grubu çocuklar, gençler, anne adayları, sporcular, yaşlı ve hastalar için “vazgeçilemez” olan kavramlar arasında yer almaktadır. Vücudun ihtiyacı olan besin öğelerinin yeterli miktarlarda ve düzenli olarak alınması yeterli ve dengeli beslenmenin temel kuralıdır. Diğer bir ifadeyle, her gıda grubundan belirli miktarda tüketilmesi gerekmektedir. Doğru beslenme, sağlığın korunması ve yaşam kalitesinin yükselmesinde önemli bir basamaktır (Tayar ve Korkmaz, 2007; Baysal, 2008).

Süt; biyolojik değeri yüksek protein, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri, özellikle A, B<sub>2</sub> ve B<sub>12</sub> vitaminleri ile kalsiyum ve fosfor yönünden zengin bir gıda maddesidir. Laktoz intoleransı ve alerjisi olanlar dışında, tüm yaş gruplarında tüketilmesi gereken bir besindir (Metin, 2012).

Süt sektörü ile ilgili dünya geneline ilişkin raporlar, çeşitli kuruluşlar tarafından her yıl düzenli olarak yayınlanmaktadır. IDF (International Dairy Federation; Uluslararası Sütçülük Federasyonu) raporlarına göre, 2015 yılı dünya toplam süt üretimi 818 milyon ton olarak belirlenmiştir. Üretimde en büyük paya sahip ülkeler AB-28 ve Hindistan olmuştur. IFCN (International Farm Comparison Network; Uluslararası Karşılaştırmalı Çiftlik Veri Ağı), 2015 yılında tüm çiftlik hayvanı türlerinden elde edilen dünya toplam süt üretimini 831 milyon ton olarak bildirmiştir. Üretimin %96’sını (794 milyon ton) inek ve manda sütü oluşturmuştur. Hindistan 169,7 milyon ton süt üretimiyle en büyük üretici ülke konumunda olurken, bunu Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Pakistan ve Almanya izlemiştir (Anon, 2015).

2015 yılı itibariyle dünyada ortalama kişi başına süt tüketimi süt eşdeğeri olarak 114 kg olarak bildirilmiştir. FAO (Food and Agriculture Organization; Gıda ve Tarım Örgütü) tahminlerine göre, 2015 yılında kişi başına süt tüketimi Avrupa’da 270 kg, Afrika’da ise 50 kg süt eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Süt tüketimde dünyada önde gelen Asya kıtasında bu rakam ortalama 78 kg süt eşdeğeridir. 2015 yılı kişi başına süt tüketimi Avustralya, Norveç, Fransa ve Almanya’da 300, Türkiye’yi de kapsayan birçok Avrupa ülkesi ve ABD’de ise 200 kg süt eşdeğerinin üzerinde bildirilmiştir. Kişi başına süt tüketimi AB-28’de 58,68 kg, Avustralya ve Yeni Zelanda’da ise 100 kg üzerindedir (Anon, 2015).

Türkiye’de 2015 yılı toplam süt üretimi 18.592 bin ton olarak belirlenmiştir. Aynı yıla ait içme sütü tüketimi 1301 bin ton, kişi başına tüketim 17,3 kg olarak bildirilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2016 yılı toplam inek sütü üretimi 9.213.522 ton olarak gerçekleşmiştir. İnek sütü üretimi 2017 yılında önceki yıla göre azalma göstererek Temmuz ayında 749.844 bin ton, Ağustos ayında ise 754.639 bin ton olarak belirlenmiştir. Ege, İç Anadolu ve Doğu Anadolu’nun kuzey kesimleri süt üretiminin yoğun olduğu bölgelerdir. Konya, Balıkesir, İzmir, Kars ve Erzurum illerinde üretim düzeyi 500 bin ton üzerindedir (ASÜD, 2016; TÜİK, 2017).

Sivas ilinde 2014 yılı süt üretimi 427.554.122 bin ton olarak belirlenmiştir. Bu miktarın %95’i inek sütü, %4’ü koyun ve keçi sütü, kalanı (%0,2) ise manda sütünü kapsamaktadır. Yıldızeli, Merkez, Suşehri, Şarkışla, Kangal, Zara ve Gürün süt üretiminin yoğun olduğu ilçelerdir. Sivas merkez ilçede 5; Gemerek, Şarkışla, Zara ve Gölova ilçelerinde 1 adet süt ve süt ürünü işleme tesisi bulunmaktadır (Anon, 2014).

Sivas’ta açık süt (sokak sütü) tüketimi oldukça yaygındır. Tüketici alışkanlıkları, eğitim ve gelir düzeyi, ambalajlı sütlerle ilgili önyargılar ve sosyal çevre açık süt tüketiminde etkili olmaktadır (Erdal ve Tokgöz, 2011; Karakaya ve Akbay, 2014).

Süt ve süt ürünleri özellikle bebek ve çocuklar için önemli bir protein ve kalsiyum kaynağıdır. Bu grup besinlerde AFM<sub>1</sub> varlığı tüketici açısından risk oluşturmaktadır.

Bu çalışma, Sivas ve yakın köylerinde açık olarak satışı sunulan sütlerde (inek sütü) AFM<sub>1</sub> varlığı ve kontaminasyon düzeyinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sütün Tanımı ve Özellikleri

Türk Gıda Kodeksi'nde çiğ süt; “bir veya daha fazla inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen, 40°C'nin üzerine ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş, kolostrum dışındaki meme bezi salgısı” şeklinde tanımlanmıştır (TGK, 2000).

Türk Standartları'na göre çiğ inek sütü; inekten sağılarak elde edilen, 40°C'nin üzerinde ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş ve ön ısıtma işlemine tabi tutulmamış, ağız sütü (kolostrum) dışındaki meme bezi salgısı olarak tanımlanmaktadır (TS, 2002).

Süt teknolojisinde çiğ süt; “süt hayvanının memesinden muntazam aralıklarla ve tam olarak sağılan ve daha sonra soğutulan, içerisinden herhangi bir bileşeni alınmayan veya içerisine herhangi bir madde ilave edilmeyen, işlenmek üzere süt fabrikalarına gönderilen, önceden hiçbir işleme tabi tutulmamış süt” şeklinde tarif edilmektedir (Metin, 2012).

Genel bir ifadeyle süt; dişi memeli hayvanların yeni doğan yavrularını beslemek için süt bezlerinde salgılanan ve yavrunun ihtiyacı olan besin unsurlarını yeterli miktar ve oranlarda bulduran, kendine özgü tat, koku ve kıvamda, porselen beyazı renginde bir sıvıdır (Üçüncü, 2013).

Süt ve süt ürünleri, hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir besin grubunu oluşturur. Yaşam için elzem olan ve organizmada sentezlenemeyen esansiyel amino asitler sütte uygun miktar ve oranlarda bulunur. Bu nedenle süt proteinlerinin biyolojik değeri yüksektir. Süt; esansiyel yağ asitleri, vitamin A, riboflavin (B<sub>2</sub> vitamini), kalsiyum ve fosfor yönünden de zengin bir kaynaktır. Kazein, süt yağı, laktoz, laktoglobulin ve laktalbümin sadece sütte bulunan bileşenlerdir (Tekinşen ve Tekinşen, 2005; Metin, 2012).

Yüz gram inek sütü (tam yağlı); 3,3 g protein, 3,3 g süt yağı, 4,7 g karbonhidrat, 0,7 g mineral madde, 119 mg kalsiyum, 0,1 mg demir ve 93 mg fosfor içermektedir. Bir litre inek sütünün (çiğ) sağladığı enerji miktarı 685 kcal'dir. Yaş, cinsiyet ve fizyolojik duruma göre değişmekle birlikte, günde en az 2 bardak süt tüketilmesi sağlıklı beslenme açısından önem taşımaktadır (Metin, 2012; Üçüncü, 2013).

Temel bir besin maddesi olan süt; içme sütü olarak tüketildiği gibi, süt ürünlerinin (yoğurt, peynir, tereyağı, kaymak) yapımında, laktoz ve kazein üretiminde, besin değerini artırmak amacıyla katkı maddesi olarak geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir (Metin, 2012).

## 2.2. Mikotoksinler ve Mikotoksikozis

Tarımsal rnler ve besinlerin tozlu ve lifli bir görünüm alarak bozulması “küflenme” olarak nitelendirilir. Küflenme tek hücreli mantarların aktivasyonu sonucu şekillenir (Ünlütürk, 1998).

Mikotoksinler, belirli evre koşullarında toksijenik küfler tarafından üretilen sekonder metabolizma ürünleridir. Mikotoksinlerin insan ve hayvanlarda neden olduğu klinik tablo “mikotoksikozis” olarak tanımlanır (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001; Sabuncuoğlu ve ark., 2008).

Mikotoksin üreten en önemli türler hypomycetes sınıfında yer alan *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* ve *Alternaria* cinsi küflerdir. Mikotoksinler bakteri toksinlerinden farklı olarak küçük molekül yapıda, genellikle aromatik özellikte bileşiklerdir. Toksin içeren yemlerle beslenen hayvanların et, süt ve yumurtalarında toksin kalıntısına rastlanabilir (Sweeney ve Dobson, 1998; Agag, 2004).

Günümüze kadar 400 civarında mikotoksin tanımlanmıştır. Aflatoksinler, Okratoksin, Patulin, Trikotesenler, Zearelenon, Sitrinin, Fumonisin ve Rubratoksin önemli mikotoksinlerdir (Kaya, 2001; Bennett ve Klich 2003).

## 2.3. Aflatoksinlerin Tanımı ve özellikleri

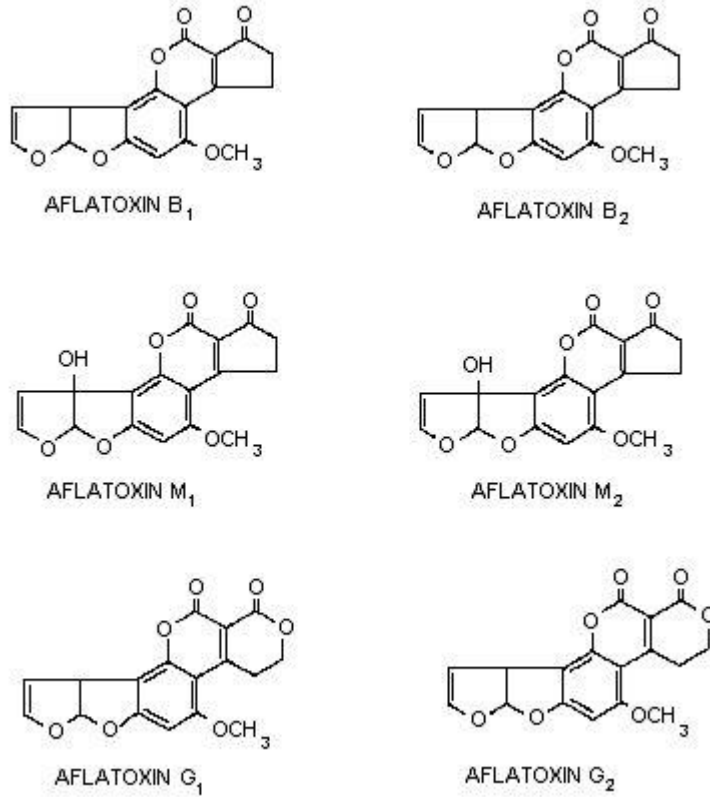
Aflatoksinler; başta *A. flavus* ve *A. paraciticus* olmak üzere, bazı *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türü küfler tarafından sentezlenen toksik metabolitlerdir. Aflatoksinlerle bulaşmış gıda ve yemleri tüketen insan ve hayvanlarda ortaya çıkan hastalık tablosu “aflatoksikozis” olarak tanımlanır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

Aflatoksinler, ilk kez 1960 yılında İngiltere’de 100.000’den fazla hindinin toplu ölümüyle dikkati çekmiştir. rdek yavrularını da etkileyen hastalık “Hindilerin Bilinmeyen Hastalığı” (Turkey-X-Disease) olarak tanımlanmıştır. Yapılan araştırmada, hindilerin yemlerine katılan küflenmiş yer fıstığı kşpesinin *Aspergillus flavus* ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. Hindi ve ördeklerde görülen zehirlenme olgularında bu küfün ürettiği toksin sorumlu tutulmuştur. Aflatoksin terimi orjinini *Aspergillus flavus*’un “A” ve “fla” harflerinden almıştır (Sargeant ve ark., 1961; Kaya, 2001).

Türkiye’de aflatoksin sorunu 1967 yılında Kanada’ya ihraç edilen 10 ton iç fındığın aflatoksin bulaşısı nedeniyle geri dönmesiyle başlamıştır. 1972 ve 1974 yıllarında ABD’ye ihraç edilen antep fıstıkları; 1972 yılında Danimarka’ya, 1973 ve 1974 yıllarında ABD’ye gönderilen kuru incirler aynı gerekçeyle geri çevrilmiştir (Kaya, 2001).

Aflatoksinler, ince tabaka kromatografisinde uzun dalga ultraviyole (UV) ışını altında verdikleri renge göre; B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), B<sub>2</sub> (AFB<sub>2</sub>), G<sub>1</sub> (AFG<sub>1</sub>), G<sub>2</sub> (AFG<sub>2</sub>) ve M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>), M<sub>2</sub> (AFM<sub>2</sub>) olmak üzere altı ana bileşikten oluşurlar.). Ultraviyole ışığında AFB<sub>1</sub> ve AFB<sub>2</sub> mavi, AFG<sub>1</sub> ve AFG<sub>2</sub> yeşil-mavi, AFM<sub>1</sub> mavi-viyole, AFM<sub>2</sub> ise viyole renkli floresan oluşturur. Süt toksini (milk toksin) olarak bilinen AFM<sub>1</sub> ve AFM<sub>2</sub>, AFB<sub>1</sub> ve AFB<sub>2</sub>’nin hidroksi türevleridir. Bu toksinler idrar ve dışkıda da tespit edilmiştir. Aflatoksinlerden en toksik olanı AFB<sub>1</sub>’dir. AFM<sub>1</sub>’in karsinojenik ve mutajenik etkisi AFB<sub>1</sub>’e göre daha düşüktür. Aflatoksinlerin kimyasal formülleri Şekil 1’de verilmiştir (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001).

**Şekil 1:** Aflatoksinlerin kimyasal yapısı



AFB<sub>1</sub> bilinen en güçlü karaciğer karsinojenidir. Uluslararası Kanseri Araştırmaları Kuruluşu (IARC) tarafından yapılan sınıflandırmada, AFB<sub>1</sub> “Sınıf 1 karsinojen” (yeterli kanıt elde edilmiş insan karsinojenleri), AFM<sub>1</sub> ise “Sınıf 2B” (muhtemel insan karsinojenleri) listesinde tanımlanmıştır. AFM<sub>1</sub>, 2002 yılında yapılan sınıflandırmayla “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 (findık, 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, çevre sıcaklığı, 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. Türkiye’de ve bazı ülkelerde süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek (tolere edilebilir) en yüksek AFM<sub>1</sub> miktarları Tablo 1’de verilmiştir (EC, 2010; TGK, 2011).



**Tablo 1:** Süt ve süt ürünlerinde AFM<sub>1</sub> limit değerleri (µg/L,µg/kg)

Ülke	Ürün tipi	AFM <sub>1</sub>
<b>Türkiye</b>	Çiğ süt	0,05
	Isıl işlem görmüş süt	0,05
	Süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt	0,05
	Bebek sütleri	0,025
	Devam sütleri	0,025
<b>ABD</b>	Süt	0,50
	Süt ürünleri	0,50
<b>AB</b>	Süt	0,05
	Süt ürünleri	0,05
<b>Avusturya</b>	Süt	0,05
	Pastörize bebek sütü	0,01
	Tereyağı	0,02
	Peynir	0,25
	Süt tozu	0,4
<b>Fransa</b>	Süt	0,05
	Süt (<3 yaş)	0,03
<b>İsviçre</b>	Süt	0,05
	Peyniraltı suyu ve ürünleri	0,025
	Peynir	0,25
	Tereyağı	0,02
<b>Bulgaristan</b>	Süt	0,50
	Süt tozu	0,10
<b>Brezilya</b>	Süt	0,50
	Süt ürünleri	0,50
	Süt tozu	5,0
<b>Arjantin</b>	Süt	0,05
	Süt ürünleri	0,50
<b>Nijerya</b>	Süt	1
<b>İran</b>	Süt	0,50
<b>Kore</b>	Süt	0,5
<b>Fas</b>	Süt	0,05
	Süt (<3 yaş)	0,03
	Süt ürünleri	0,05
	Süt tozu	0,5
	Süt tozu (<3 yaş)	0,03
<b>Avustralya</b>	Süt	0,05
	Çocuk sütü	0,02
<b>Almanya</b>	Süt	0,05
<b>Çin</b>	Süt	0,5
<b>Belçika</b>	Süt	0,05
<b>Hollanda</b>	Süt	0,05
	Süt ürünleri	0,05
	Peynir	0,2
	Tereyağı	0,02
<b>Sırbistan</b>	Süt	0,05
<b>Tayvan</b>	Süt	0,5
	Süt tozu	5
<b>Filipinler</b>	Süt	0,5
<b>Vietnam</b>	Süt	0,5
<b>Mısır</b>	Süt	0
	Süt ürünleri	0

#### 2.4. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M<sub>1</sub> Varlığı

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 AFB<sub>1</sub> ve AFB<sub>2</sub> ile kontamine olmuş yemleri tüketmeleri sonucu şekillenir. Yemlerle alınan AFB<sub>1</sub> ve AFB<sub>2</sub>, süt hayvanlarında karaciğerde metabolize edilerek AFM<sub>1</sub> ve AFM<sub>2</sub>'ye dönüşür ve sütte salgılanır. AFB<sub>1</sub>'in süte geçme oranı süt sığırlarında %0,18, koyunlarda ise %0,1 olarak bildirilmiştir (Ünlütürk, 1998; Kaya, 2001, Karakaya, 2006).

Süt ürünlerinde AFM<sub>1</sub> 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).

Aflatoksinler ısı işleme oldukça dirençlidir. Aflatoksin M<sub>1</sub>, sütün pastörizasyonu ve çeşitli ürünlere işlenmesinde stabil olup, 300°C ve üzerindeki ısılarda tamamen parçalanır (Galvano ve ark., 1996; Sabuncuoğlu ve ark., 2008).

Kontamine süttten peynir yapımında AFM<sub>1</sub>'in değişen oranlarda pıhtı ve peyniraltı suyuna geçtiği, ancak kazeine bağlanması nedeniyle pıhtıdaki miktarın daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Bakırcı, 1995; Battaccone ve ark., 2005).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda; çiğ ve pastörize süt, süt tozu, UHT süt, bebek mamaları, devam sütleri, yoğurt, peynir, dondurma ve süt bazlı ürünlere AFM<sub>1</sub> kalıntısı tespit edilmiştir (Kırdar, 2006; Kireççi ve ark., 2007; Oruç ve ark., 2011; Kocasarı ve ark., 2012).

Türkiye'de ve diğer ülkelerde çiğ sütlerde AFM<sub>1</sub> varlığının incelendiği çalışmalarda, örneklerin birçoğu standartlara uygun bulunmamıştır. Ülkemizde yapılan çalışmalarda çiğ inek sütlerinde tespit edilen AFM<sub>1</sub> düzeyleri Tablo 2'de verilmiştir.

### 3. LİTERATÜR ÖZETİ

Domagala ve ark. (1997), Polonya'da (1993-1994) çiftliklerden toplanan 30 çiğ süt örneğinin analizinde, 6 örnekte (%20) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 3,6-10,6 ng/L arasında belirlenmiştir.

Saitanu (1997), Tayland'ta 67 çiğ süt örneğinin analizinde, 1 örnek dışında tüm örneklerde AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 17 örnekte (%25,4) 500 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Martins ve Martins (2000), Portekiz'de 101 çiğ ve pastörize süt örneğinin analizinde, 85 örnekte (25'i çiğ süt) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 2 örnekte (UHT) 50 ng/L üzerinde (59 ve 61 ng/L) belirlenmiştir.

Panariti (2001), Arnavutluk'ta çiftliklerden iki mevsim (yaz ve kış) toplanan 120 çiğ süt örneğinin analizinde, 70 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri (50-850 ng/L) 42 örnekte (%35) 50-100 ng/L arasında, 10 örnekte (%13) ise 500 ng/L üzerinde belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi kış sütlerinde daha yüksek bulunmuştur.

Oruç ve Sonal (2001), Bursa'da sokak sütçüsünden alınan 10 çiğ süt örneğinin analizinde, 1 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (10,8 ng/L) yasal limite uygun bulunmuştur.

Bakırcı (2001), Van'da 90 çiğ süt örneğinin analizinde, 79 örnekte (%87,7) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (12,5-123,6 ng/L) 35 örnekte yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Roussi ve ark. (2002), Yunanistan'da (1999-2000) süt işletmelerinden alınan 52 çiğ süt örneğinin (inek, koyun, keçi) analizinde, 34 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 1 örnekte (%3,3) Avrupa Birliği'nin öngördüğü yasal limit (50 ng/L) üzerinde (55 ng/L) bulunmuştur. Araştırmada, 2000-2001 yılları arasında toplanan 55 çiğ süt örneğinden 37'sinde AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 2 örnekte 50 ng/L üzerinde (60 ve 53 ng/L) belirlenmiştir.

Özmenteşe (2002), İstanbul'da sokak sütçüsünden alınan 7 çiğ süt örneğinin analizinde, 4 örnekte (%57,1) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 13-28 ng/L arasında bulunmuştur.

Lopez ve ark. (2003), Arjantin’de 72 süt örneğinin (56 çiğ süt, 16 pastörize) analizinde, 14 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi çiğ sütlerde (6 örnek) 12-30 ng/L, pastörize sütlerde (8 örnek) ise 10-17 ng/L arasında belirlenmiştir.

Rodriguez-Velasco ve ark. (2003), İspanya’da çiftliklerden toplanan 92 çiğ süt örneğinin analizinde, 5 örnekte (%5,44) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 14-24,9 ng/L olarak belirlenmiştir.

Elgerbi ve ark. (2004), Libya’da 20 süt işletmesinden alınan 49 çiğ süt örneğinin analizinde, 35 örnekte (%71,4) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (30-3130 ng/L) 48 örnekte (%97) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Akdemir ve Altıntaş (2004), Ankara’da 2 ayrı işletmeden alınan 48 çiğ süt örneğinin analizinde, 34 örnekte (%70,8) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (10-817 ng/L) 16 örnekte (%33,3) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kamkar (2005), İran’da 111 çiğ süt örneğinin analizinde, 85 örnekte (%76,6) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (15-280 ng/L) 34 örnekte (%40) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Sassahara ve ark. (2005), Brezilya’da çiftliklerden toplanan 42 çiğ süt örneğinin analizinde, 10 örnekte (%24) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 3 örnekte (%7) Brezilya için geçerli olan yasal limit (500 ng/L) üzerinde bulunmuştur.

Oruç ve ark. (2005), Bursa’da ova ve dağ köylerinden toplanan 115 çiğ süt örneğinin analizinde, 114 örnekte (%99,1) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 69 örnekte (%60) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Özsunar (2005), Trakya bölgesinde 135 çiğ süt örneğinin analizinde, 116 örnekte (%86) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (1-68 ng/L) 1 örnekte (%0,7) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Özturan (2005), Konya ve Erzurum’da askeri birliklere numune olarak gönderilen ve piyasadan toplanan 40 çiğ süt örneğinin analizinde, 36 örnekte (%90) AFM<sub>1</sub> tespit edildiğini bildirmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (18-185 ng/L) 13 örnekte (%32,5) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Atasever ve ark. (2006), Erzurum’da 127 çiğ süt örneğinin analizinde, 73 örnekte (%57,4) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 14 örnekte (%11,2) yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Karakaya (2006), Pasinler ilçesi (Erzurum) ve köylerinde süt sığırcılığı işletmelerinden alınan 72 çiğ süt örneğinin analizinde, 66 örnekte (%91,6) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi yasal limite uygun bulunmuştur.

Kök (2006), Aydın ve ilçelerinde mandıralardan alınan 13 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (27-210 ng/L) 8 örnekte (%61,5) yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Topcu (2006), Ankara'da 86 sokak sütü örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 50 örnekte yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Ghiasian ve ark. (2007), İran'da (Hamedan) 2 mevsim (yaz ve kış) toplanan 186 çiğ süt örneğinin analizinde, 119 örnekte (%63,97) AFM<sub>1</sub> (1-41 ng/L) tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 14 örnekte (%11,7) 50 ng/L üzerinde belirlenmiştir. Kontaminasyon oranı kış sütlerinde daha yüksek bulunmuştur.

Tajik ve ark. (2007), İran'da (2005-2006) 144 süt örneğinin (çiğ ve pastörize) analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri çiğ sütlerde 4,3-91,8 ng/L, pastörize sütlerde ise 5,1-28,5 ng/L olarak belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi çiğ sütlerin %6,25'inde 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kantemir (2007), Ağrı'da tüketilen 156 çiğ süt örneğinin analizinde, 119 örnekte (%76,2) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 39 örnekte (%24,9) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur. Aynı çalışmada, 156 UHT süt örneğinin 129 (%82,7)'unda AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 26 örnekte (%17,3) yasal limit üzerinde belirlenmiştir.

Kireççi ve ark. (2007), Sarıkamış ilçesinde (Kars) 20 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 15 örnekte (%75) 51-150 ng/L, 3 örnekte (%15) ise 51-250 ng/L arasında belirlenmiştir.

Özdemir (2007), Kilis yöresinde çiftliklerden toplanan 110 keçi sütü örneğinin analizinde, 93 örnekte (%84,5) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (5,16-116,78 ng/L) 7 örnekte (%6,36) yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Hussain ve Anwar (2008), Pakistan'da (Pencab) 14 bölgeden toplanan 168 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (10-700 ng/L) 161 örnekte (%99,4) 50 ng/L üzerinde, 5 örnekte (%3) ise 500 ng/L'den yüksek bulunmuştur.

Sefidgar ve ark. (2008), İran'da çiftliklerinden toplanan 120 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (4-352,3 ng/L) 52 örnekte (%43,3) 4-50 ng/L arasında, 68 örnekte (%56,7) ise 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Tajkarimi ve ark. (2008), İran'da (2004 yılı) süt toplama merkezleri ve çiftliklerden iki mevsim (yaz ve kış) alınan 319 çiğ süt örneğinin analizinde, 172 örnekte (%54) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 57 ng/L) örneklerin %77'sinde 50 ng/L üzerinde belirlenmiştir. Kontaminasyon oranı kış sütlerinde daha yüksek bulunmuştur.

Dasthi ve ark. (2009), Kuveyt'te 111 çiğ süt örneğinin analizinde, 110 örnekte (%99,1) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (4,9-68,7 ng/L) 8 örnekte (%7,2) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Ghanem ve Orfi (2009), Suriye'de marketlerden toplanan farklı tür (inek, koyun, keçi) 108 çiğ süt örneğinin analizinde, AFM<sub>1</sub> düzeyini inek sütlerinin %59'u, koyun sütlerinin %24'ü ve keçi sütlerinin %14'ünde 50 ng/L üzerinde tespit etmişlerdir.

Lee ve ark. (2009), Güney Kore'de 100 çiğ süt örneğinin analizinde, 48 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 2-80 ng/L arasında, ortalama 26 ng/L olarak belirlenmiştir.

Nuryano ve ark. (2009), Endonezya'da 5 farklı bölgede çiftliklerden toplanan 113 çiğ süt örneğinin analizinde, 65 örnekte (%57,5) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 5-25 ng/L arasında belirlenmiştir.

Pei ve ark. (2009), Çin'de 12 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 160-500 ng/L arasında belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> değerleri yasal limite uygun bulunmuştur.

Alonso ve ark. (2010), Arjantin'de (2007 yılı) süt işletmelerinden toplanan 94 çiğ süt örneğinin analizinde, 60 örnekte (%64) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 7 örnekte (%11) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Hussain ve ark. (2010), Pakistan'da (Punjab) 40 çiğ süt örneğinin analizinde, 15 örnekte (%37,5) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 14 ng/L) 8 örnekte (%20) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Mohammadian ve ark. (2010), İran'da 2006-2007 yılları arasında dört mevsim toplanan 240 çiğ süt örneğinin analizinde, 226 örnekte (%94) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 12 ng/L) 10 örnekte (%4,7) 50 ng/L üzerinde belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> değerleri kış sütlerinde daha yüksek bulunmuştur.

Muhammad ve ark. (2010), Pakistan'da marketlerden toplanan 84 çiğ süt örneğinin analizinde, 68 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 690-10040 ng/L arasında belirlenmiştir.

Nemati ve ark. (2010), İran'da 90 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (2-85 ng/L) 30 örnekte (%33) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Rahimi ve ark. (2010), İran'da farklı tür (inek, manda, deve, koyun, keçi) 311 çiğ süt örneğinin analizinde, 131 örnekte (%42,5) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 36,24 ng/L) deve sütü dışında, 39 örnekte (%36 inek, %8 manda, %3,9 koyun, %5,7 keçi) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Tita ve ark. (2010), Romanya'da 5 çiftlikten 1 yıllık süreçte toplanan 120 çiğ süt örneğinin analizinde, 4 örnekte (%3,3) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (50-57 ng/L) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Aksoy ve ark. (2010), Samsun'da tüketilen 36 çiğ süt örneğinin analizinde, 22 örnekte (%61,1) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 2,32 ng/L) yasal limite uygun bulunmuştur.

Delialioğlu ve ark. (2010), Mersin'de köylerden toplanan 92 çiğ süt (inek, keçi) ve farklı firmalara ait 45 UHT süt örneğinin analizinde, 93 örnekte (60 çiğ süt, 33 UHT) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri çiğ sütlerde 2,1-866,6 ng/L, UHT sütlerde ise 1-59 ng/L arasında belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 43 çiğ süt (4 keçi, 39 inek sütü) ve 1 UHT süt örneğinde yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Assem ve ark. (2011), İran'da 38 çiğ süt örneğinin analizinde, 28 örnekte (%73,7) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 60 ng/L) 17 örnekte (%44,7) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kamkar ve ark. (2011), İran'da süt toplama merkezleri ve çiftliklerden alınan 122 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 40 ng/L) örneklerin %14,7'sinde 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Buldu ve ark. (2011), Kayseri'de köylerden toplanan 90 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (54,4-65,5 ng/L) 63 örnekte (%70) yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Ertaş ve ark. (2011), Kayseri'de tüketilen 50 çiğ süt örneğinin analizinde, 43 örnekte (%86) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (1-30 ng/L) yasal limite uygun bulunmuştur.

Hazer (2011), Aydın ve Denizli'de 3 çiftlikten alınan 81 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (5,76-105,45 ng/L) 20 örnekte (%24,7) yasal limit üzerinde bulunmuştur.

Oruç ve ark. (2011), Bursa’da süt sığırcılığı işletmelerinden toplanan 30 çiğ süt ve marketlerden alınan 54 UHT süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri çiğ sütlerde 2,48-18,93 ng/L, pastörize sütlerde ise 0,53-16,63 ng/L arasında belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi yasal limite uygun bulunmuştur.

Asi ve ark. (2012), Pakistan’da (Pencab) 2009-2010 yıllarında işletmelerden toplanan 76 çiğ süt örneğinin analizinde, AFM<sub>1</sub> konsantrasyonu (ortalama) kış sütlerinde 89 ng/L, yaz sütlerinde ise 22 ng/L olarak belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 25 örnekte 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Marnissi ve ark. (2012), Fas’ta farklı işletmelerden alınan 48 çiğ süt örneğinin analizinde, 13 örnekte (%27) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (10-100 ng/L) 1 örnekte 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kocasarı ve ark. (2012), Burdur’da çiftliklerden toplanan 45 çiğ süt ve marketlerden alınan 45 pastörize süt örneğinin analizinde, 41 çiğ süt (%91,1) ve 30 pastörize süt (%66,7) örneğinde AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi çiğ sütlerde 15,3-80 ng/L, pastörize sütlerde ise 5,5-57 ng/L arasında belirlenmiştir. Çiğ süt örneklerinden 16’sı (%35,5) ve 2 pastörize süt örneği (%4,4) AFM<sub>1</sub> yönünden yasal limite uygun bulunmamıştır.

Polat (2012), Erzurum’da dört mevsim toplanan 44 çiğ süt örneğinin analizinde, AFM<sub>1</sub> düzeyini 30 ng/L (ort.) olarak belirlemiştir.

Darsanaki ve ark. (2013), İran’da 90 çiğ süt örneğinin analizinde, 56 örnekte (%65,5) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (2,1-131 ng/L) 28 örnekte (%31,1) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Han ve ark. (2013), Çin’de süt üretim birimlerinden toplanan 200 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin %32,5’inde AFM<sub>1</sub> (5,2-59,6 ng/L) tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 3 örnekte 50 ng/L üzerinde belirlenmiştir. Örneklerin tamamı yasal limite uygun bulunmuştur.

Iqbal ve Asi (2013), Pakistan’da (Pencab) 2010-2011 yıllarında süt işletmelerinden toplanan 104 çiğ süt örneğinin analizinde, 76 örnekte (%71) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 212 ng/L) 44 örnekte (%58) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kos ve ark. (2013), Sırbistan’da 150 çiğ süt örneğinin analizinde, 148 örnekte (%98,7) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (10-200 ng/L) 129 örnekte (%86) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.



Suliman ve ark. (2013), Sudan'da 143 çiğ süt örneğinin analizinde, 141 örnekte (%98,6) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (18-86 ng/L) 134 örnekte, 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kamkar ve ark. (2014), İran'da farklı bölgelerden toplanan 120 çiğ süt örneğinin (manda ve inek sütü) analizinde; inek sütlerinin %69 (44 örnek)'u ve manda sütlerinin %79 (46 örnek)'unda AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri inek sütlerinde 3,6-419,5 ng/L, manda sütlerinde ise 13-423 ng/L arasında belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 50 örnekte (18'i inek sütü) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Shaker ve Elsharkawy (2014), Mısır'da çiftliklerden alınan 30 çiğ süt örneğinin (bufalo) analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri 9,93-490,48 ng/L arasında belirlenmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 28 örnekte (%93) 50 ng/L üzerinde, 1 örnekte (%3,3) ise 500 ng/L'den yüksek bulunmuştur. Örneklerin tamamı yasal limite uygunluk göstermemiştir.

Bilgin (2014), Aydın'ın Çine ilçesinde köylerden iki mevsim (yaz ve kış) toplanan 60 çiğ süt örneğinin analizinde, 15 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> oranı kış sütlerinde daha yüksek (%50) bulunmuştur.

Golge (2014), Adana'da çiftliklerden dört mevsim toplanan 176 çiğ süt örneğinin analizinde, 53 örnekte (%30,1) AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (25-1101 ng/L) 30 örnekte (%17) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Kara ve İnce (2014), Afyon'da çiftliklerden alınan 250 çiğ süt örneğinin (126 manda, 124 inek sütü) analizinde, 34 örnekte (%27) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 8-32 ng/L arasında belirlenmiştir. İnek sütlerinde AFM<sub>1</sub>'e rastlanmamıştır.

Temamoğulları ve Kanici (2014), Şanlıurfa'da 38 çiğ süt örneğinin analizinde, 36 örnekte (%94,7) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 56,74 ng/L) 21 örnekte (%55) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Fallah ve ark. (2015), İran'da (Qazvin bölgesi) çiftliklerden toplanan 254 çiğ süt örneğinin analizinde, 204 örnekte (%80,3) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (11-321 ng/L) 144 örnekte (%56,7) 50 ng/L üzerinde belirlenmiştir.

Bahrami ve ark. (2016), İran'da 172 çiğ süt örneğinin analizinde; inek sütlerinin %84,3'ü, keçi sütlerinin %44,6'sı ve koyun sütlerinin %65,3'ünde AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi inek sütlerinin %35,9'u, keçi sütlerinin %11,1'i ve koyun sütlerinin %26,9'unda 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Bilandzic ve ark. (2016), Croatia’da 3 farklı bölgede çiftliklerden alınan 548 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort; 3.11, 3.69 ve 4.14 ng/L) 50 ng/L’den düşük bulunmuştur.

Hasnemi (2016), İran’da 168 çiğ süt örneğinin analizinde, 89 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (0,00-99,92 ng/L) örneklerin %30’unda 50 ng/L üzerinde bulunmuştur. Ancak, belirlenen değerler yasal limite uygunluk göstermiştir.

Langat ve ark. (2016), Kenya’da süt toplama birimlerinden alınan 150 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (0,00-2930 ng/L) 78 örnekte (%52) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Nile ve ark. (2016), Hindistan’da çiftliklerden toplanan farklı tür (bufalo, inek, keçi, koyun) 200 çiğ süt örneğinin analizinde, 93 örnekte AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (ort. 34,15 ng/L) 41 örnekte 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Rama ve ark. (2016), Kosova’da 2009-2010 yıllarında farklı bölgelerden toplanan 826 süt örneğinin (656 çiğ süt, 170 pastörize) analizinde, 25 örnekte (23’ü çiğ süt) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri çiğ sütlerde 5,2-26,6 ng/L, pastörize sütlerde ise 7,2-9,9 ng/L arasında belirlenmiştir.

Stojkovic ve ark. (2016), Makedonya’da (2013-2014) süt işletmelerinden dört mevsim alınan çiğ süt örneklerinin (3635 örnek) analizinde, 1538 örnekte (%42,4) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (6,6-408,1 ng/L) 105 örnekte 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Şahin ve ark. (2016), Çorum’da çiftliklerden toplanan 90 çiğ süt örneğinin analizinde, 19 örnekte (%21,1) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (11-100 ng/L) 3 örnekte 50 ng/L üzerinde belirlenmiştir.

Yurt ve Uluçay (2016), Iğdır ve yöresinde üretilen 25 çiğ süt örneğinin analizinde, örneklerin tamamında AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi (18-460 ng/L) 20 örnekte (%80) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Bokhari ve ark. (2017), Cidde’de çiftliklerden toplanan farklı tür (deve, inek, koyun, keçi) çiğ süt ve marketlerden alınan pastörize süt örneklerinin (toplam 160 örnek) analizinde, 74 örnekte (%47) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> düzeyi 47 örnekte (40 çiğ süt, 7 pastörize) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur.

Tahoun ve ark. (2017), Mısır’da 15 çiğ süt örneğinin analizinde, 5 örnekte (%33,3) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. AFM<sub>1</sub> değerleri (6,40-70 ng/L) 2 örnekte (%13,3) 50 ng/L üzerinde bulunmuştur. AFM<sub>1</sub> düzeyi örneklerin tamamında yasal limite uygunluk göstermemiştir.

**Tablo 2:** Türkiye’de yapılan çalışmalarda çiğ inek sütlerinde AFM<sub>1</sub> düzeyleri (ng/L)

Şehir	Yıl	n	n <sub>1</sub> (%)	n <sub>2</sub> (%)	AFM <sub>1</sub> düzeyi (Min-Max)	Kaynak
Bursa	2001	10	1	-		Oruç ve Sonal (2001)
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)
Bursa	2005	115	114 (99,1)	69 (60)		Oruç ve ark. (2005)
Trakya	2005	135	116 (86)	1 (0,7)	1-68	Özsunar (2005)
Konya-Erzurum	2005	40	36 (90)	13 (32,5)	18-185	Özturan (2005)
Erzurum	2006	127	73 (57,4)	14 (11,2)		Atasever ve ark. (2006)
Erzurum	2006	72	66 (91,6)	-		Karakaya (2006)
Aydın	2006	13	13	8 (61,5)	27-210	Kök (2006)
Ankara	2006	86	86	50		Topcu (2006)
Ağrı	2007	156	119 (76,2)	39 (24,7)		Kantemir (2007)
Kars	2007	20	20	18 (90)		Kireççi ve ark. (2007)
Samsun	2010	36	22 (61,1)	-		Aksoy ve ark. (2010)
Mersin	2010	53	46	39	2,1-866,6	Delialioğlu ve ark. (2010)
Kayseri	2011	90	90	63 (70)		Buldu ve ark. (2011)
Kayseri	2011	50	43 (86)		1-30	Ertaş ve ark. (2011)
Aydın-Denizli	2011	81	81	20 (24,7)	5,76-105,45	Hazer (2011)
Bursa	2011	30	30	-	2,48-18,93	Oruç ve ark. (2011)
Burdur	2012	45	41 (91,1)	16 (35,5)	15,3-80	Kocasarı ve ark. (2012)
Erzurum	2012	44				Polat (2012)
Aydın	2014	60	15			Bilgin (2014)
Adana	2014	176	53 (30,1)	30 (17)	25-1101	Golge (2014)
Afyon	2014	124	-	-	8-32	Kara ve İnce (2014)
Şanlıurfa	2014	38	36 (94,7)	21 (55)		Temamoğulları ve Kanici(2014)
Çorum	2016	90	19 (21,1)	3	11-100	Şahin ve ark. (2016)
İğdır	2016	25	25	20 (80)	18-460	Yurt ve Uluçay (2016)

n: Örnek sayısı

n<sub>1</sub>:Pozitif örnekn<sub>2</sub>: Limiti aşan örnek

\*Limit değeri: 50 ng/L: EC (2010), TGK (2011)

## 4. GEREÇ ve YÖNTEM

### 4.1. Gereç

Sivas'ta açık olarak 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 alınımında 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/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarına getirildi ve bekletilmeden analizleri yapıldı. Örnekler bu süreçte buzdolabında (+4°C) muhafaza edildi.

### 4.2. Yöntem

Süt örneklerinde AFM<sub>1</sub> düzeyi ELISA (enzim linked immunosorbent assay) yöntemi ile belirlendi. Analizlerde AgraQuant® Aflatoxin M<sub>1</sub> Sensitive test kiti (COKAQ7100-Lot:710608-1602) kullanıldı.

#### 4.2.1. Örneklerin hazırlanması

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

#### 4.2.2. Test prensibi

AgraQuant® (COKAQ7100-Lot:710608-1602) Aflatoxin M<sub>1</sub> Sensitive Elisa testi direkt kompetitif enzim linked immunosorbent assay (ELISA) prensibine dayanmaktadır.

#### 4.2.3. Test prosedürü

1. Tüm reaktifler kullanmadan önce oda sıcaklığına getirildi.
2. Her bir dilüsyon mikroplokasındaki standart (0, 25, 50, 100, 200 ve 500 ppt) ve örnek kuyucuğuna 200 µl konjugat ilave edildi.
3. Konjugat eklenmiş dilüsyon kuyucuklarına 100 µl hacminde standart ve örnek ilave edildikten sonra 3 kez pipete edilerek karıştırıldı.
4. Dilüsyon kuyucuklarındaki konjugat/örnek ve konjugat/standart karışımından 100 µl hacminde alındı ve antikor kaplı mikroploka kuyucuklarına aktarıldı.
5. Oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak 60 dak. inkübasyona bırakıldı.
6. İnkübasyon sonunda kuyucuklar dilüe edilmiş yıkama solüsyonu ile 5 kez yıkandı.
7. Yıkama sonrası her bir kuyucuğa 100 µl substrat ilave edildi.
8. Oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak 20 dak. inkübasyona bırakıldı.
9. İnkübasyon sonunda her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu ilave edilerek, sarı rengin maviye dönüşümü gözlemlendi.
10. Son olarak standart ve örneklerin absorbansları 450 nm dalga boyunda ELISA cihazında ölçüldü.
11. Elde edilen absorbans değerlerinin hesaplamasında kalibrasyon eğrisi oluşturuldu ve örneklerin absorbanslarına karşılık AFM<sub>1</sub> miktarları “ng/L” olarak hesaplandı.

#### 4.3. İstatistik Analizleri

Örneklere tespit edilen AFM<sub>1</sub> değerlerinin tanımlayıcı istatistiği ve değerler arasındaki ilişkiler SPSS 22.00 paket programında analiz edildi (Sümbüllüoğlu ve Sümbüllüoğlu, 2014).

## 5. BULGULAR

Sivas'ta açık olarak satılan çiğ inek sütü örneklerinde belirlenen aflatoksin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) düzeyleri Tablo 3, istatistik analiz sonuçları ve % dağılımı ise Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3:** Çiğ inek sütü örneklerinde aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyleri (ng/L)

1.	78,74	16.	26,16	31.	23,19	46.	133,78
2.	29,18	17.	27,18	32.	28,36	47.	3,49
3.	32,52	18.	98,19	33.	25,57	48.	15,9
4.	45,6	19.	26,05	34.	4,87	49.	36,74
5.	71,67	20.	49,38	35.	*	50.	*
6.	50,67	21.	65,27	36.	31,26	51.	*
7.	*	22.	28,22	37.	1,56	52.	4,51
8.	81,66	23.	33,04	38.	105,3	53.	*
9.	26,54	24.	124,51	39.	14	54.	18,6
10.	40,65	25.	38,45	40.	29,37	55.	36,78
11.	102,95	26.	27,71	41.	1,63	56.	86,07
12.	57,31	27.	30,2	42.	15,02	57.	7,47
13.	42,32	28.	44,66	43.	37,54	58.	33,37
14.	31,59	29.	26,57	44.	20,35	59.	26,6
15.	24,42	30.	34,72	45.	31,69	60.	26,71

**Tablo 4:** Çiğ inek sütü örneklerinde istatistik analiz sonuçları (ng/L)

AFM <sub>1</sub>	n	%	Min.	Max.	Ortalama±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	-	-	-
Toplam		%100,0	1,56	133,78	36,59±3,98

\*: Tespit edilmedi.

Analiz sonuçlarına göre, 60 çiğ süt örneğinin 55 (%91,6)'inde AFM<sub>1</sub> tespit edildi. AFM<sub>1</sub> 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 AFM<sub>1</sub> yönünden Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen yasal limite (50 ng/L) uygunluk gösterdi. AFM<sub>1</sub> düzeyi 12 örnekte (%21,8) 50 ng/L üzerinde bulundu. Analizi yapılan 5 örnekte (%8,3) ise AFM<sub>1</sub> tespit edilemedi (Tablo 4).

## 6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, Sivas'ta açık olarak satılan çiğ inek sütlerinde AFM<sub>1</sub> varlığı ve kontaminasyon düzeyi araştırıldı. Bu amaçla, şehir merkezi ve civar köylerden toplanan 60 çiğ süt örneği materyal olarak kullanıldı. Aflatoksin analizleri ELISA yöntemiyle yapıldı.

Analiz bulgularına göre; çiğ süt örneklerinin %91,6 (55 örnek)'sında AFM<sub>1</sub> tespit edildi. Örneklerde AFM<sub>1</sub> 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 AFM<sub>1</sub> 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) AFM<sub>1</sub> yönünden yasal limitlere uygun bulundu. Analizi yapılan 5 örnekte (%8,3) ise saptama düzeyinde AFM<sub>1</sub> tespit edilemedi (Tablo 4).

Araştırma bulguları ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalar incelendiğinde; örneklerde belirlenen maksimum ve ortalama AFM<sub>1</sub> değerlerinin bazı araştırmacıların (Saitanu, 1997; Panariti, 2001; Elgerbi ve ark., 2004; Sassahara ve ark., 2005; Hussain ve Anwar, 2008; Sefidgar ve ark., 2008; Pei ve ark., 2009; Muhammad ve ark., 2010; Kamkar ve ark., 2014; Shaker ve Elsharkawy, 2014; Fallah ve ark., 2015; Langat ve ark., 2016; Stojkovic ve ark., 2016) bulgularından oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Çalışma sonuçları birçok araştırmacının (Domagala ve ark., 1997; Lopez ve ark., 2003; Rodriguez-Velasco ve ark., 2003; Ghiasian ve ark., 2007; Tajik ve ark., 2007; Tajkarimi ve ark., 2008; Dasthi ve ark., 2009; Lee ve ark., 2009; Nuryano ve ark., 2009; Hussain ve ark., 2010; Mohammadian ve ark., 2010; Nemati ve ark., 2010; Rahimi ve ark., 2010; Tita ve ark., 2010; Assem ve ark., 2011; Kamkar ve ark., 2011; Asi ve ark., 2012; Marnissi ve ark., 2012; Darsanaki ve ark., 2013; Han ve ark., 2013; Suliman ve ark., 2013; Bilandzic ve ark., 2016; Hasnemi, 2016; Nile ve ark., 2016; Rama ve ark., 2016; Tahoun ve ark., 2017) sonuçlarından ise yüksek bulunmuştur.

Türkiye'de çiğ sütlerde AFM<sub>1</sub> varlığı ve kalıntı miktarının incelendiği bilimsel çalışmalarda, örneklerin birçoğunun AFM<sub>1</sub> 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 AFM<sub>1</sub> düzeylerinin bazı

araştırma bulgularından (Oruç ve Sonal, 2001; Özmenteşe, 2002; Özsunar, 2005; Karakaya, 2006; Aksoy ve ark., 2010; Buldu ve ark., 2011; Ertaş ve ark., 2011; Hazer, 2011; Oruç ve ark., 2011; Kocasarı ve ark., 2012; Polat, 2012; Kara ve İnce, 2014; Temaogulları ve Kanici, 2014; Şahin ve ark., 2016) nisbeten yüksek olduğu görülmektedir. Örneklerde belirlenen AFM<sub>1</sub> konsantrasyonu bazı araştırmacıların (Kireççi ve ark., 2007; Delialioğlu ve ark., 2010; Golge, 2014) sonuçlarından ise düşük bulunmuştur (Tablo 2).

Sütlerde aflatoksin kalıntısı, çiftlik hayvanlarının küflü yemleri tüketmesi sonucu şekillenmektedir. Yemdeki AFB<sub>1</sub> ve AFB<sub>2</sub>, sütçü hayvanlarda karaciğerde metabolize edilerek AFM<sub>1</sub> ve AFM<sub>2</sub>'ye dönüşür ve meme bezlerinden süte geçer. Sağım zamanı ve sağım sayısı aflatoksin miktarı üzerinde etkilidir (Yentur ve Er, 2011).

Toksijenik *Aspergillus* türleri, sıcaklık ve rutubetin uygun olduğu koşullarda kolay şekilde çoğalarak toksin üretirler. Küflerin geliştiği ve toksin oluşturduğu sıcaklık dereceleri farklıdır. Aflatoksin 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 etkiler. 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 ve coğrafyada 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 merkez ilçe ve yakın köylerden toplanan çiğ inek sütü örneklerinin önemli kısmının (%91,6) AFM<sub>1</sub> ile kontamine olduğu saptanmıştır. AFM<sub>1</sub> tespit edilmeyen örnek sayısı daha düşüktür. 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. Süt ve süt ürünleri ve süttten hazırlanan gıdaların (muhallebi,



sütlaç gibi) bebek ve çocuklar tarafından daha çok tüketildiği dikkate alındığında, bu sorun daha önemli boyut kazanmaktadır.

Aflatoksinlerden korunmada; hazır gıdalar ve hayvan yemlerinde küf bulaşısının 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 ilinde süt toplama merkezlerinin oluşturulması ve sayısının artırılması, sütün sağımdan hemen sonra bu birimlere alınmasının sağlanması ve gerekli kontrol ve işlemlerin düzenli olarak yapılması, daha da önemlisi açık süt tüketiminin gözden kaçırılmaması, güvenli üretim ve halk sağlığı açısından önem taşımaktadır.

## 7. KAYNAKLAR

- Agag, B.I. (2004). Mycotoxins in Foods and Feeds. Assiut University Bulletin for Environmental Researches, 71(1), 173-205.
- Akdemir, Ç., Altıntaş, A. (2004). Ankara'da işlenen sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub> varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 51, 175-179.
- Aksoy, A., Yavuz, O., Güvenç, D., Das, Y.K., Terzi, G., Çelik, S. (2010). Determination of aflatoxin levels in raw milk, cheese and dehullet hazelnut samples consumed in Samsun province, Turkey. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16, 13-16.
- Albay, Z., Şimşek, B. (2011). Süt ve ürünlerinde mikotoksinler ve özellikleri. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, cilt. 09, s. 2, 50-60.
- Alonso, V. A., Monge, M.P., Larriestra, A., Dalcerro, A.M., Cavaglieri, L.R., Chiacchiera, S.M. (2010). Naturally occurring aflatoxin M<sub>1</sub> in raw bulk milk from farm cooling tanks in Argentina. Food Additives and Contaminants: Part A, 27, 373-379.
- Anon. (2014). Sivas Tarım, Hayvancılık ve Gıda Sektörel Çalışma Grubu Raporu.
- Anon. (2015). Ulusal Süt Konseyi. Dünya Süt Zirvesi Raporu, 20-24 Eylül, Litvanya.
- Asi, M.R., Iqbal, S.Z., Arino, A., Hussain, A. (2012). Effect of seasonal variations and lactation times on AFM<sub>1</sub> contamination in milk of different species from Punjab, Pakistan. Food Control, 25 (1), 34-38.
- Assem, E., Mohamad, A., Oula, E.A. (2011). A survey on the occurrence of AFM<sub>1</sub> in raw and processed milk samples marketed in Lebanon. Food Control, 22, 1856-1858.
- Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayiciler Derneği (ASÜD). (2016). Dünya ve Türkiye Süt Endüstrisi Raporu, Elma Matbaası, Ankara.
- Atasever M, Nizamlioğlu M, Özturhan K, Karakaya Y, Ünsal C (2006). Erzurum bölgesinde tüketime sunulan süt ve süt ürünlerinin aflatoksin M<sub>1</sub> yönünden incelenmesi. 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi (Uluslararası katılımlı) Bildiri Kitabı, 18-20 Eylül, s. 231-240, İstanbul
- Bahrami, R., Shahbazi, Y., Nikousefat, Z. (2016). Aflatoxin M<sub>1</sub> 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.
- Bakırcı, I. (2001). A study on the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and milk products produced in Van province of Turkey. Food Control, 12, 47-51.
- Bakırcı, İ. (1995). Sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub> oluşumu ve ürünlere geçişi üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Battacone, G., Nudda, A., Palomba, M., Pascale, M., Nicolussi, P., Pulina, G. (2005). Transfer of aflatoxin B<sub>1</sub> 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.
- Baysal, A. (2008). Beslenme. 1. Bölüm, 12. Baskı, Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Bennett, J.W., Klich, M. (2003). Mycotoxins. Clinical Microbiology Reviews, 16(3), 497-516.
- Bilandzic, N., Varenina, I.K., Kolanovic, B.S., Luburic, D.B., Benic, M., Cvetnic, L., Tankovic, S., Cvetnic, Z. (2016). Monitoring of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw cow milk in Croatia during winter 2015. Mljekarstvo, 6(1), 81-85.

- Bilgin, Ö. (2014). İnek, koyun ve keçi sütlerinde yaz ve kış mevsimlerinde AFM<sub>1</sub> düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bokhari, F., Aly, M., Kelany, A.A., Rabah, S. (2017). Presence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk samples collected from Jeddah, Saudi Arabia. *Journal of Pharmacy* www.iosrphr.org, 7(5), 49-52.
- Buldu, H M., Koç, A.N., Uraz, G. (2011). Aflatoxin M<sub>1</sub> contamination in cow's milk in Kayseri, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 35(2), 87-91.
- Creppy, E.E. (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letters*, 127, 19-28.
- Darsanaki, R.K., Mohammadi, M., Kolavani, M.H., Issazadeh, K., Aliabadi, M.A. (2013). Determination of aflatoxin M<sub>1</sub> levels in raw milk samples in Gilan, Iran. *Advanced Studies in Biology*, 5(4), 151-156.
- Dashti, B., Al-Hamli, S.; Alomirah, H., Al-Zenki, S., Abbas, A.B, Sawaya, W. (2009). Levels of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*, 20, 686-690.
- Delialioğlu, N., Otağ, F., Öcal, N.D., Aslan, G., Emek, G. (2010). Mersin ili'nde çiğ ve market sütlerinde aflatoxin M<sub>1</sub> düzeyinin araştırılması. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 44, 87-91, Mersin.
- Domagala, J., Kiszka, J., Blüthgen, A., Heeschen, W. (1997). Contamination of milk with aflatoxin M<sub>1</sub> in Poland. *Milchwissenschaft*, 52(11), 631-633.
- Elgerbi, A.M, Aidoo, KE., Candlish, A.A.G., Tester, R.F. (2004). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in randomly selected North African milk and cheese samples. *Food Additives and Contaminants*, 21(6), 592-597.
- Erdal, G., Tokgöz, K. (2011). Tüketicilerin Ambalajlı ve Açık Süt Tüketim Tercihlerini Etkileyen Faktörler: Erzincan İli Örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13(20):111-115.
- Ertas, N., Gonulalan, Z., Yildirim, Y., Karadal, F. (2011). A survey of concentration aflatoxin M<sub>1</sub> in dairy products marketed in Turkey. *Food Control*, 22, 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 M<sub>1</sub> in raw milk in Qazvin Province, Iran: A seasonal study. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 8(3), 195-198.
- Galvano, F., Galofaro, V., Galvano, G. (1996). Occurrence and stability of aflatoxin M<sub>1</sub> 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 M<sub>1</sub> in raw, pasteurized and powdered milk available in the Syrian market. *Food Control*, 20(6), 603-605.
- Ghiasian, S.A., Maghsood, A.H., Tirang, R., Mirhendi, S.H. (2007). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. *Journal of Food Safety*, 27, 188-198.
- Golge, O. (2014). A survey on the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> 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.
- Hasnemi, M. (2016). A survey of aflatoxin M<sub>1</sub> 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 M<sub>1</sub> 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 M<sub>1</sub> in raw milk in the Punjab province of Pakistan. *Food Control*, 19, 393-395.
- Hussain, I., Anwar, J., Asi, M.R., Munawar, M.A., Kashir, M. (2010). AFM<sub>1</sub> contamination in milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21, 122-124.
- 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, naphthalene and styrene. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. No. 82, Lyon, France.
- Iqbal, S.Z., Asi, M.R. (2013). Assessment of AFM<sub>1</sub> in milk and milk products from Punjab, Pakistan. *Food Control*, 30, 235-239.
- Kamkar, A. (2005). A study on the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk produced in Sarab city of Iran. *Food Control*, 16, 593-599.
- Kamkar, A., Khaniki, Gh. R. J., Alavi, S.A. (2011). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk produced in Ardebil of Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 8(2), 123-128.
- Kamkar, A., Yazdankhah, S., Nafchi, A.M., Nejad, A.S.M. (2014). Aflatoxin M<sub>1</sub> in raw cow and buffalo milk in Shush city of Iran. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 7(1), 21-24.
- Kantemir, M. (2007). Ağrı'da tüketilen çiğ ve UHT sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub> tayini, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kara, R., Ince, S. (2014). Aflatoxin M<sub>1</sub> in buffalo and cow milk in Afyonkarahisar, Turkey. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 7(1), 7-10.
- Karakaya, Y. (2006). Mısır silajında aflatoksin B<sub>1</sub> varlığının ve süte geçme durumunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karakaya, E., Akbay, C. (2014). İstanbul ili kentsel alanda tüketicilerin açık ve paket süt tüketim alışkanlıkları. *Tarım Ekonomi Dergisi*, 20(1): 17-27.
- Kaya S. (2001). Mikotoksinler. *Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*. 2. Baskı, Kaya, S., Pirinççi, İ., Bilgili, A. (Ed.), s. 537-571, Medisan Yayınevi, Ankara.
- Kırdar, S.S. (2006). Süt ve süt ürünlerinde mikotoksinler. 9. Gıda Kongresi Bildiri Kitabı, 24-26 Mayıs, s. 307-310, Bolu.
- Kireççi, E., Savaşçı, M., Ayyıldız, A. (2007). Sarıkamış'ta tüketilen süt ve peynir ürünlerinde aflatoksin M<sub>1</sub> varlığının belirlenmesi. *İnfeksiyon Dergisi*, 21(2), 93-96.
- Kocasarı, F., Tasci, F., Mor, F. (2012). Survey of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and dairy products consumed in Burdur, Turkey. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 365-371.
- Kos, J., Mstilovic, J., Hajnal, E.J., Saric, B. (2013). Natural occurrence of aflatoxins in maize harvested in Serbia during 2009-2012. *Food Control*, 34, 31-34.
- 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., Gonoi, T., Matiru, V., Bii, C. (2016). Aflatoxin M<sub>1</sub> contamination of milk and its products in Bomet County, Kenya. *Advances in Microbiology*, 6, 528-536.
- Lee, J.E., Kwak, B.M., Ahn, J.H., Jeon, T.H. (2009). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk in South Korea using an immunoaffinity column and liquid chromatography. *Food Control*, 20, 136-138.
- Lopez, C.E., Ramos, L.L., Ramadan, S.S., Bulacio, L.C. (2003). Presence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk for human consumption in Argentina. *Food Control*, 14, 31-34.
- Marnissi, B.E., Belkhou, R., Morgavi, P.D., Bennani, L., Boudra, H. (2012). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 2819-2821.
- Martins, M.L., Martins, H.M. (2000). Aflatoxin M<sub>1</sub> in raw and ultra-high temperature-treated milk commercialized in Portugal. *Food Additives and Contaminants*, 17(10), 871-874.
- Metin, M. (2012). Sütün Yapısı ve Özellikleri, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Mohammadian, B., Khezri, M., Ghasemipour, N., Mafakheri, S.H., Langroudi, P. (2010). Aflatoxin M<sub>1</sub> contamination of raw and pasteurized milk produced in Sanandaj, Iran. *Archives of Razi Institute*, 65, 99-104.
- Muhammad, K., Tipu, M.Y., Abbas, M., Khan, A.M., Anjum, A.A. (2010). Monitoring of aflatoxin M<sub>1</sub> in market raw milk in Lahore city, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 42(6), 697-700.
- Nemati, M., Mehran, M.A, Hamed, P.K., Masoud, A. (2010). A survey on the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk samples in Ardabil, Iran. *Food Control*, 21, 1022-1024.
- Nile, S.H., Park, S.W., Khobragade, C.N. (2016). Occurrence and analysis of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk produced by Indian dairy species. *Food and Agricultural Immunology*, 27(3), 358-366.
- Nuryano, N., Agus, A., Wedhastri, S., Maryudani, Y.B., Sigit Setyabudi, F.M.C., Böhm, J., Razzazi-Fazeli, E. (2009). A limited survey of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk from Indonesia by ELISA. *Food Control*, 20(8), 721-724.
- Oruc, H.H, Sonal, S. (2001). Determination of aflatoxin M<sub>1</sub> levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Veterinary and Human Toxicology*, 43(5), 292-293.
- Oruç, H.H., Kalkanlı, Ö., Cengiz, M., Sonal, S. (2005). Bursa'nın ova ve dağ köylerinden toplanan çiğ sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyleri. 2. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, 23-24 Mayıs, s. 124-127, İstanbul.
- Oruç, H.H., Temelli, S., Sorucu, A. (2011). Bursa'da çiğ süt ve UHT sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyleri. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicina*, 30(2), 1-4.
- Özdemir, M. (2007). Determination of aflatoxin M<sub>1</sub> levels in goat milk consumed in Kilis province. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 54, 99-103.
- Özmenteşe, N. (2002). İstanbul piyasasından sağlanan süt ve süt ürünlerinin aflatoksin B<sub>1</sub> ve M<sub>1</sub> 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 M<sub>1</sub> varlığı, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özturan, K. (2005). Süt ve süt ürünlerinde ELISA yöntemiyle aflatoksin M<sub>1</sub> aranması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Panariti, E. (2001). Seasonal variations of aflatoxin M<sub>1</sub> in the farm milk in Albania. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 52(1), 37-41.

- Pei, S.C., Zhang, Y.Y., Eremin, S.A., Lee, W.J. (2009). Detection of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies. *Food Control*, 20(12), 1080-1085.
- Polat, N. (2012). Erzurum ili süt sğırı işletmelerinde alman kaba ve konsantre yem örneklerinde total aflatoksin, aflatoksin B<sub>1</sub> ve okratoksin ile stte aflatoksin M<sub>1</sub> düzeylerinin tespiti. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.*
- Rahimi, E., Bonyadian, M., Rafei, M., Kazemeini, H.R. (2010). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 129-131.
- Rama, A., Montessia, C., Lucatello, L., Galina, G., Benetti, C., Bajraktari, D. (2016). A study on the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk consumed in Kosova during 2009-2010. *Food Control*, 62, 52-55.
- Rodriguez Velasco, M.L., Calonge Delso, M.M., Ordonez Escuder, D. (2003). ELISA and HPLC determination of the occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw cow's milk. *Food Additives and Contaminants*, 20(3), 276-280.
- Rothschild, L.J. (1992). IARC classes AFB<sub>1</sub> as class 1 human carcinogen. *Food Chemistry News*, 34, 62-66.
- Roussi, V., Govaris, A., Varagouli, A., Botsoglou, N.A. (2002). Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> raw and market milk commercialized in Greece. *Food Additives and Contaminants*, 19(9), 863-868.
- Sabuncuoğlu, S.A., Baydar, T., Giray, B., ahin, G. (2008). Mikotoksinler: toksik etkileri, degradasyonları, oluumlarının nlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 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 and Contaminants: Part B*, 9(2), 152-158.
- Saitanu, K. (1997). Incidence of aflatoxin M<sub>1</sub> in Thai milk products. *Journal of Food Protection*, 60(8), 1010-1012.
- Sargeant, K., Sheridan, A., O'Kelly, J., Carnaghan, R.B.A. (1961). Toxicity associated with certain samples of groundnuts. *Nature*, 192, 1096-1097.
- Sassahara, M.A., Netto, D.P., Yanaka, E.K. (2005). Aflatoxin occurrence in foodstuff supplied to dairy cattle and aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk in the North of Parana state. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 981-984.
- Sefidgar, S.A.A., Gholampour, A., Khosravi, A.R.E., Rudbar-Mohammadi, S. (2008). Presence of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk at cattle farms in Babol, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 484-486.
- Shaker, E.M., Elsharkawy, E.E. (2014). Occurrence and the level of contamination of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw, pasteurized, and ultra-heat treated buffalo milk consumed in Sohag and Assiut, upper Egypt. *Journal of Environmental and Occupational Science*, 3(3), 136-140.
- 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 M<sub>1</sub> in dairy cattle milk in Khartoum State, Sudan. *International Journal of Scientific and Technology Research* 2(4), 10-12.
- Smblloğlu, K., Smblloğlu, V. (2014). *Biyoistatistik*. 16. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, s. 1-229, Ankara,

- Sweeney, M., Dobson, A.D.W. (1998). Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. International Journal of Food Microbiology, 43, 141-158.
- Tahoun, A.B.M.B., Ahmed, M.M., Abou Elez, R.M.M., AbdEllatif, S.S. (2017). Aflatoxin M<sub>1</sub> 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 M<sub>1</sub> in raw and commercial pasteurized milk in Urmia, Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(22), 4103-4107.
- Tajkarimi, M., Aliabadi-Sh, F., Salah Nejad, A., Poursoltani, H., Motabelli, A.A., Mahdavi, H. (2008). Aflatoxin M<sub>1</sub> contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran. Food Control, 19, 1033-1036.
- Tayar, M., Korkmaz, N.H. (2007). Beslenme ve Sağlıklı Yaşam. Genişletilmiş 2. Baskı. Nobel Basımevi, No. 1228, Ankara.
- Tekinşen, O.C., Tekinşen, K.K. (2005). Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi, Temel Bilgiler, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Temamoğulları, F., Kanici, A. (2014). Short communication: Aflatoxin M<sub>1</sub> in dairy products sold in Şanlıurfa, Turkey. Journal of Dairy Science, 97(1), 162-165.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGK). (2000). Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Resmi Gazete, 14 Şubat 2000, Tebliğ No. 2000/6, s. 23964, Başbakanlık Basımevi.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGK). (2011). Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete, 29 Aralık 2011, s. 28157, Başbakanlık Basımevi.
- Türk Standartları Enstitüsü (TS). (2002). İnek Sütü-Çiğ, TS 1018, Ankara.
- Tita, O., Tita, M.A., Ketney, O., Tifrea, A.M. (2010). Assessment of aflatoxin M<sub>1</sub> in raw milk in the Maramures profince of Romania. Food Industry, 59(10), 1079-1090.
- Topcu, S.Ö. (2006). Ankara sokak sütü ve peynir örneklerinde maya izolasyonu, sütlerden aflatoxin M<sub>1</sub> tayini, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2017). Süt ve Süt Ürünleri Üretimi. 12 Ekim 2017, s. 24690, Ankara.
- Üçüncü, M. (2013). Süt ve Mamulleri Teknolojisi, Meta Basımevi, Bornova, İzmir.
- 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, 23(2,3), 249-271.
- Yentür, G., ER, B. (2011). Gıdalarda aflatoksinin varlığının değerlendirilmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Der gisi, 69, 1, Ankara.
- Yurt, B., Uluçay, B. (2016). Determination of some chemical properties and aflatoxin M<sub>1</sub> of raw milk cow milk produced in Iğdır and region. International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16), March 19-20, 2016, Kilis.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Gonca ŞİMŞEK
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas-1982
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Sivas
E-posta Adresi	<a href="mailto:goncasimsek@cumhuriyet.edu.tr">goncasimsek@cumhuriyet.edu.tr</a>

### Eğitim Durumu

Lise	Sivas İmam Hatip Lisesi,1999
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2004
Ünvan	Biyolog

### İş Tecrübesi

Özel Sektör	Biyoloji Öğretmeni, 2004-2005
Cumhuriyet Üniversitesi	Hastane Eczanesi, Biyolog 2009-2010
Sivas İş-Kur	VHKİ, 2010-2012
Cumhuriyet Üniversitesi	Patoloji AD Laboratuvarı, Biyolog 2012-2016
Cumhuriyet Üniversitesi	Eczacılık Fakültesi Laboratuvarı 2016-