

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÇİĞ SÜTLERDE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER İLE
AFLATOKSİN M1 VARLIĞININ İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Cem Sezai BAŞAR

Gıda Güvenliği ve Beslenme Bilimleri Ana Bilim Dalı
Gıda Güvenliği Bilim Dalı

Mart, 2021

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÇİĞ SÜTLERDE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER İLE
AFLATOKSİN M1 VARLIĞININ İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Cem Sezai BAŞAR
(Y1813.710001)

Gıda Güvenliği ve Beslenme Bilimleri Ana Bilim Dalı
Gıda Güvenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zeynep Dilek HEPERKAN

Mart, 2021

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “iğ Sütlerde Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler İle Aflatoksin M1 Varlığının İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (04/03/2021)

Cem Sezai BAŞAR

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince kendilerinden yardım ve akademik destek gördüğüm Danışmanım Sayın Prof. Dr. Zeynep Dilek HEPERKAN'a ve Aile'me en içten şükranlarımı sunarım.

Mart, 2021

Cem Sezai BAŞAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Süt.....	3
2.2 Sütün Özellikleri ve Bileşimi	4
2.2.1. İnek sütü	4
2.3 Dünya’da ve Türkiye’de Süt Üretimi.....	5
2.3.1 Dünyada süt üretimi	5
2.3.2 Türkiye’de süt üretimi.....	6
2.4 Süt Üretimi	8
2.5 Küfler	9
2.5.1 Mikotoksinler	10
2.5.1.1 Aflatoksin M1 ve B1	13
2.6 Sütte Toksik Mikotoksinlerin Varlığı	21
2.7 Çiğ Sütte Aflatoksin Durumu.....	23
2.7.1 Dünya ve Türkiye’de AFM1 tarama çalışmaları	26
2.8 Yasal Düzenlemeler	29
2.9 Aflatoksinlerin Çeşitli Yöntemlerle Önlenmesi.....	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
3.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi	33
3.2 Gereç	33
3.2.1 Örnek toplama.....	33
3.3 Yöntemler.....	34
3.3.1 Nem tayini.....	34
3.3.2 Protein tayini	35
3.3.3 Yağ tayini.....	37
3.3.4 pH tayini.....	37
3.4 AFM1 tayini	38
3.5 İstatistik Analiz	39
4. BULGULAR.....	40
4.1 Fiziko-kimyasal Bulgular	40
4.1.1 Nem Bulguları.....	40
4.1.2 Protein bulguları.....	41
4.1.3 Yağ bulguları.....	42

4.1.4 pH bulguları	42
4.2 AFM1 Bulguları	43
4.3 İstatistik Bulgular	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	47
KAYNAKLAR	58
EKLER.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	81

KISALTMALAR

°C	:Santigrat Derece
AFB1	:Aflatoksin B1
AFB2	:Aflatoksin B2
AFG1	:Aflatoksin G1
AFG2	:Aflatoksin G2
AFLA	:Aflatoksin
AFM1	:Aflatoksin M1
AFM2	:Aflatoksin M2
FAO	:Gıda ve Tarım Örgütü
HPLC	:Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
kg	:Kilogram
L	:Litre
mg	:Miligram
Maks.	:En yüksek
Min.	:En düşük
ng	:Nanogram
pH	:Asidite Derecesi
ppb	:Parts per billion (milyarda bir)
ppm	:Parts per milion (milyonda bir)
SPSS	:Statistical Program for Social Sciences(Sosyal Bilimler İçin İstatistik)
TGK	:Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
UV	:Ultraviyole
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü
µg	:Mikrogram
v/v	:Hacimce Yüzde
µL	:Mikrolitre

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Türkiye’de Yıllara Göre Süt Üretimi	7
Çizelge 2.2: Mikotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler	9
Çizelge 2.3: Bazı mikotoksinler ve bunları salgılayan küf türleri	10
Çizelge 2.4: Aflatoksinlerin önemli kimyasal ve fiziksel özellikleri	18
Çizelge 2.5: Mantarların in vitro oluşturduğu aflatoksinler (Albay, 2012).....	19
Çizelge 2.6: Aflatoksinler ve etkilediği sistemler.....	20
Çizelge 2.7: Farklı Ülkelerde Süt ve Süt Ürünlerinden AFM1 Bulunma Limitleri ..	24
Çizelge 2.8: Türkiye’de Farklı Bölgelerde Çiğ Sütlerde AFM1 Düzeyi.....	29
Çizelge 2.9: Türkiye’de Gıdalarda Bulunmasına İzin Verilen Maksimum Aflatoksin Değerleri	30
Çizelge 3.1: Süt örnekleri dağılımı	34
Çizelge 4.1: Ortalama fiziko-kimyasal bulgular.....	40
Çizelge 4.2: Ortalama AFM1 bulguları	44
Çizelge 4.3: AFM1 pozitif örneklerle ait bulgular	45
Çizelge 5.1: Dünyada süt ve ürünlerinden AFM1 varlığını saptamaya dönük araştırmalar ve yöntemler	53
Çizelge 5.2: Türkiye’de süt ve ürünlerinden AFM1 varlığını saptamaya dönük araştırmalar ve yöntemler	54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: İnek Sütünün Kompozisyonu	4
Şekil 2.2: AB süt ve süt ürünleri üretimi (100 bin ton)	5
Şekil 2.3: Dünya inek sütü üretimi (2015-2019) (milyon metrik ton).....	6
Şekil 2.4: Dünyada Mikotoksin Görülme Sıklığı	12
Şekil 2.5: Mikotoksinlerin İnsan ve Hayvanlara Geçiş Yolları	14
Şekil 2.6: AFB1'in Doğal Sentez Mekanizması.....	16
Şekil 2.7: Önemli Aflatoksinlerin Moleküler Yapıları	17
Şekil 2.8. Aflatoksinlerin Biyotransformasyonu	21
Şekil 2.9: Aflatoksin B1 ve Aflatoksin M1	22
Şekil 4.1: Nem bulguları (%).....	41
Şekil 4.2: Protein bulguları (g/100 ml çiğ süt)	41
Şekil 4.3: Yağ bulguları (g/100 ml çiğ süt)	42
Şekil 4.4: pH bulguları.....	43
Şekil 4.5: AFM1 genel bulgular	45

ÇİĞ SÜTLERDE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER İLE AFLATOKSİN M1 VARLIĞININ İNCELENMESİ

ÖZET

Türkiye’de 2019 yılında toplam 10 milyon ton inek sütü üretilmiştir. Bu miktarın yüzde ellisi hayvan sayısı on ya da daha az olan küçük ölçekli çiftlikler tarafından karşılanmıştır. Aflatoksinler (AF) son derece toksik ve kanserojen mikotoksin metabolitleridir. Aralarında, AFB1 hayvan karaciğerinden metabolize edilerek çok daha da toksik olan AFM1’e dönüştürülmektedir. Bu sebeple, AFB1 ile bulaş olmuş yemin süt üretimi amaçlı yetiştirilen hayvan tarafından tüketilmesi insan sağlığı için risk teşkil etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanmış olan çiğ inek süt örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile AFM1 düzeyinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, toplam 105 adet süt örneği toplanmıştır. Örnekler, bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri (nem, protein, yağ ve pH) test edilmiş ve HPLC ile AFM1 düzeyi bakımından durumları incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, incelenen süt örneklerinde nem, protein, yağ ve pH değerleri ortalaması sırasıyla %87.2±2.0, 3.6±0.2 g/100 ml, 4.1±0.8 g/100 ml ve 6.5±0.4 bulunmuştur. Ayrıca, örneklerin %10.5’inin, özellikle Adıyaman, Elazığ ve Malatya, AFM1 içerdikleri (ortalama 0.024±0.012 µg/kg), ancak üst sınır değeri olan 0.05 µg/kg’ın altında kaldıkları tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Türkiye’nin farklı bölgelerinden toplanan çiğ inek sütü örneklerinin fiziko-kimyasal kalite kıstaslarını karşıladıkları, AFM1 düzeyi bakımından ise tüketiciler için risk oluşturmadıkları ve hayvan beslenmesinde kullanılan yemlerin AFB1 açısından güvenli oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aflatoksin M1, çiğ inek sütü, gıda güvenliği, halk sağlığı, Türkiye.*

ASSESSMENT OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AS WELL AS PRESENCE OF AFLATOXIN M1 IN RAW MILKS

ABSTRACT

Ten-million tonnes of raw cow milk was manufactured in 2019 in Turkey. Fifty per cent of this output was produced by small-scale ruminant production farms with ten heads or less. Aflatoxins (AF) are very toxic and carcinogen metabolites of mycotoxins. Among them, AFB₁ is metabolized and transformed into another toxic state, also known as AFM₁, in the ruminant liver. Thus, a feed contaminated with AFB₁ for dairy cows potentially poses a human health risk. In this study, we aimed to explore the recent status of AFM₁ in raw cow milks from different geographical regions of Turkey. To do this, a total of 105 raw cow milk samples were collected. All the samples were subjected to some physical and chemical testing (moisture %, protein, fat and pH) as well as AFM₁ screening by HPLC. The findings showed that the average frequencies of moisture, protein, fat and pH in the analyzed samples were determined to be 87.2%±2.0, 3.6±0.2 g/100 ml, 4.1±0.8 g/100 ml, and 6.5±0.4, respectively. In addition, 10.5% of the samples, in particular from Adıyaman, Elazığ and Malatya, was found to be contaminated with AFM₁ (0.024±0.012 µg/kg), but did not exceed the upper limit (0.05 µg/kg). In conclusion, all the raw cow milks from different districts in Turkey tested for the physico-chemical properties and presence of AFM₁ could meet the quality criteria, and did not pose a severe food safety risk for the consumers, and the feeds used for dairy cattle feeding seem to be in good quality.

Keywords: *Aflatoxin M1, raw cow milk, food safety, Public health, Turkey.*

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünya süt üretimi 2020 yılı itibariyle 860 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretilen miktar 2019 yılı verileri esas alındığında %1.4 oranında artış göstermiştir. Bu üretim artışının temelinde, Türkiye de dahil olmak üzere, süt çiftliklerinde verimlilik ve üretim kapasitelerinin artışı bulunmaktadır. Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO), Türkiye'deki süt üretimi rakamını 2019 yılı sonu itibariyle 21,530 milyon ton olarak bildirmiştir (FAO, 2020).

Türkiye, Avrupa'nın üçüncü ve dünyanın ise sekizinci en büyük süt üreticisi ülkesidir. Ülkemizde 2019 yılında üretilen inek sütü miktarının yaklaşık yarısı süt ürünleri üreten kuruluşlara satılmıştır. Kalan inek sütü ise, pazarlar, marketler, haneler ve beslenme amaçlı kullanılmaktadır (IFD, 2019).

Türkiye Süt ve Süt Ürünleri Sektörü, ülkemizin gıda ve tarım alanının %18'i gibi ciddi bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak, Türkiye'de, inek sütü üreten çiftliklerin ekserisi küçük ölçeklidir ve hayvan sayısı on ya da daha düşüktür (Kırdar, 2017).

Aflatoksinler (AF), toksik mikotoksinlerin önemli bir grubudur (Sun vd., 2017). Aflatoksinlere, tahıllar, baharatlar, yağlı tohumlar, kabuklu yemişler, anne sütü, besi hayvanı kaynaklı sütler ile süt ürünlerinde dikkat edilmezlerse sıklıkla rastlanmaktadır (Nejad, Heshmati ve Ghiasvand, 2017).

Özellikle hasat, hasat sonrası süreçleri, depolama ve nakliye aşamalarında sıcak ve rutubetli ortamlarda *Aspergillus* türleri, özellikle *A. flavus*, *A. nomius* ve *A. parasiticus*, tarafından kolaylıkla sentezlenmektedirler (Dooso vd., 2019).

Süt amaçlı beslenen ineklerin aflatoksin B1 (AFB1) bulaşmış yemleri tüketmeleri bir dizi zincirleme reaksiyona yol açmaktadır. Hayvan tarafından karaciğerinde metabolize edilerek kanserojen aflatoksin M1'e dönüştürülen metabolit, gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından kanserojen aktivitesi sebebiyle son derece büyük bir risk teşkil etmektedir (Marchese vd., 2018; Guo vd.,2019). Bu sebeple, AFM1'in güvenli ve kaliteli süt elde etmek bakımından,

üretici, resmi otoriteler ve tüketici açısından önemi büyüktür (Di Giovanni vd., 2019).

Avrupa Birliği (AB), 1881/2006 sayılı yönetmeliğiyle, sütte bulunacak maksimum aflatoksin M1 seviyesini yetişkinler için 0,050 µg/kg ve bebek formülünde ise 0,025 µg/kg olarak sınırlandırmıştır (Chalyan vd., 2019). Kişilerin, AFM1'e düşük dozlarda bile uzun süre maruz kalmaları özellikle karaciğer kanseri gelişimi ile sonuçlanabilmektedir (Chalyan vd., 2019).

Süt tedarik zincirine aflatoksin M1'in başlıca giriş yolu aflatoksince bulaş olmuş yemleri süt amaçlı beslenen hayvanların tüketmesi ile gerçekleşmektedir. Bu sebeple, süt ve süt ürünlerinden aflatoksin bulaşmasını önlemenin en doğru yolu, hayvanlara aflatoksince bulaş olan yemleri yedirmemektir (Pauletto vd., 2020). Günümüzde, yemler ve yem katkılarındaki artışın nedeni, hayvandan daha fazla süt verimi almak, süt kalitesini yükseltmek, hayvanların hastalıklara karşı daha dayanıklı olmalarını sağlamak ve lezzetli ürün elde etmektir. Elbette, süt amaçlı beslenen ineklerin farklı coğrafyalarda ve farklı koşullarda tutulduklarını göz ardı etmemek gerekmektedir. Araştırmalar, hayvan besi yemindeki AFB1'in %1 ila %3'ü arasında değişen miktarının süte AFM1 olarak dönüştürüldüğünü göstermektedir. Bu sebeple, Türkiye ve dünyada sağlıklı ürünlere doğru tüketici kesimlerinden artan ilgi ve yöneliş olmuştur. Bu durumun artarak sürdüğünü söylemek hatalı olmayacaktır (Kaya, 2001; Yiannikouris ve Jouany, 2002; Yeşilbağ, 2004).

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanmış olan çiğ inek süt örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile AFM1 düzeyinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Süt

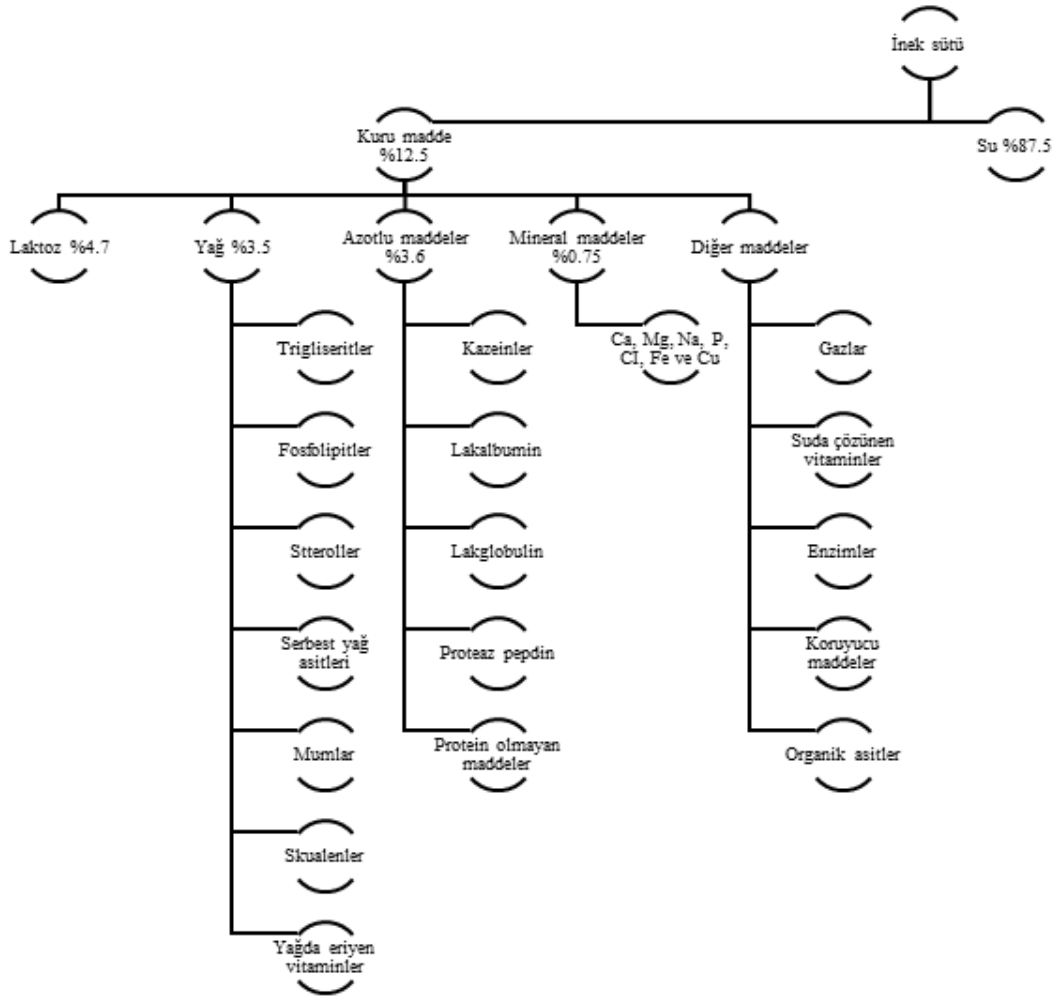
Süt deride yer alan ter bezlerinin biçim değiştirmesinden meydana gelen bir tür meme salgısıdır. Eğer memenin kesiti alınıp muayene edilirse; işlevsellik bakımından ayrı ve bağımsız olarak her meme haznesine, çap ve sayıları tür ve ırkına bağlı değişiklik gösteren çok sayıda kanallardan geldiği görülebilir (Daley vd., 2018). İnsan yaşamı için her aşamasında elzem olan süt, vitamin C ve demir başta olmak üzere diğer makro ve mikro besin öğeleri yönünden zengin bir besindir (Baysal, 2011). Çocukluk, gebe ve emzicilik dönemleri, yaşlılık dönemlerinde önemi artan kemik sağlığı için elzem olduğunu, aynı zamanda bazı hastalıklar (obezite, kanser ve hipertansiyon) ile bağlantısını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Baysal, 2011). Bu tür bilimsel çalışmalarda sayıca artış olduğu da görülmektedir. Süt ve süt ürünleri beslenmenin önemli bir unsurudur. Yapısındaki karbonhidrat, protein, yağ ve mikro elementler ise bu gıdaya yüksek besin değerini kazandıran öğelerdir. Ancak sütün bazı durumlarda istenmeyen olumsuzluklara da yol açması olasıdır. Toplumda her bireyin günlük yaşamında ve diyetinde süt ve süt ürünleri sıklıkla tercih edilmekle birlikte, daha çok bebekler ve çocukların gelişimleri esnasında daha fazlaca tüketilmektedir (TUBER, 2015). Kompozisyonunda bulunan yüksek karbonhidrat, yağ ve protein gibi unsurlar sebebiyle mikroorganizmaların gelişmesi açısından da uygun koşulları sağlayan gıdalar arasında yer alan süt için, üretiminden son tüketiciye ulaşmaya kadar ciddi önlemlerin alınması ve insan sağlığını tehdit edebilecek risklerin minimuma düşürülmesi ürün güvenliği açısından önemlidir (Bilgin, 2014).

Süt tüketimi toplumlara ve de kültürlerine göre farklılıklar göstermektedir. Ülkemizde ise süt denildiğinde akla inek sütü gelmekle birlikte, koyun, keçi ve manda sütleri de sıklıkla tüketilen çeşitler arasındadır (Besler ve Ünal 2006).

2.2 Sütün Özellikleri ve Bileşimi

2.2.1. İnek sütü

Dünyada pek çok ülkede süt kaynağı olarak inekler kullanılır. Bunun temel sebebi ise ineklerin veriminin fazlalığı ve laktasyon döneminin uzunluğudur. İçme ve diğer süt ürünleri üretimi için uygun olan sütün bileşimini Şekil 2.1’de verilmiştir. İnek sütünün bileşimi ise inek ırkına ve diğer faktörlere göre nispeten değişiklikler gösterir (Bilgin, 2014).



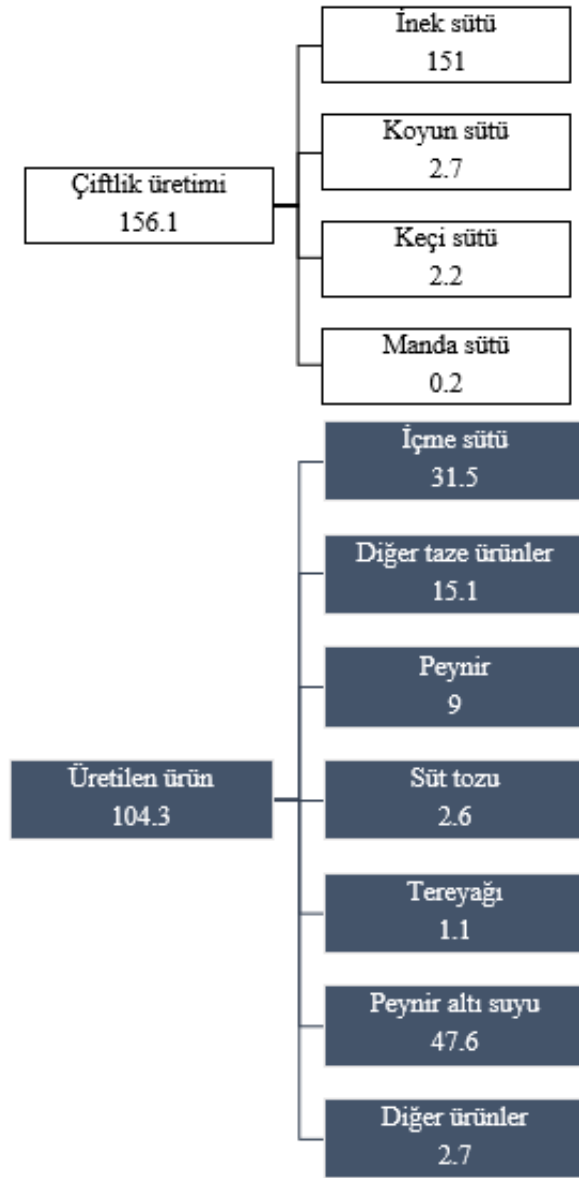
Şekil 2.1: İnek Sütünün Kompozisyonu

Kaynak: (Bilgin, 2014)

2.3 Dünya’da ve Türkiye’de Süt Üretimi

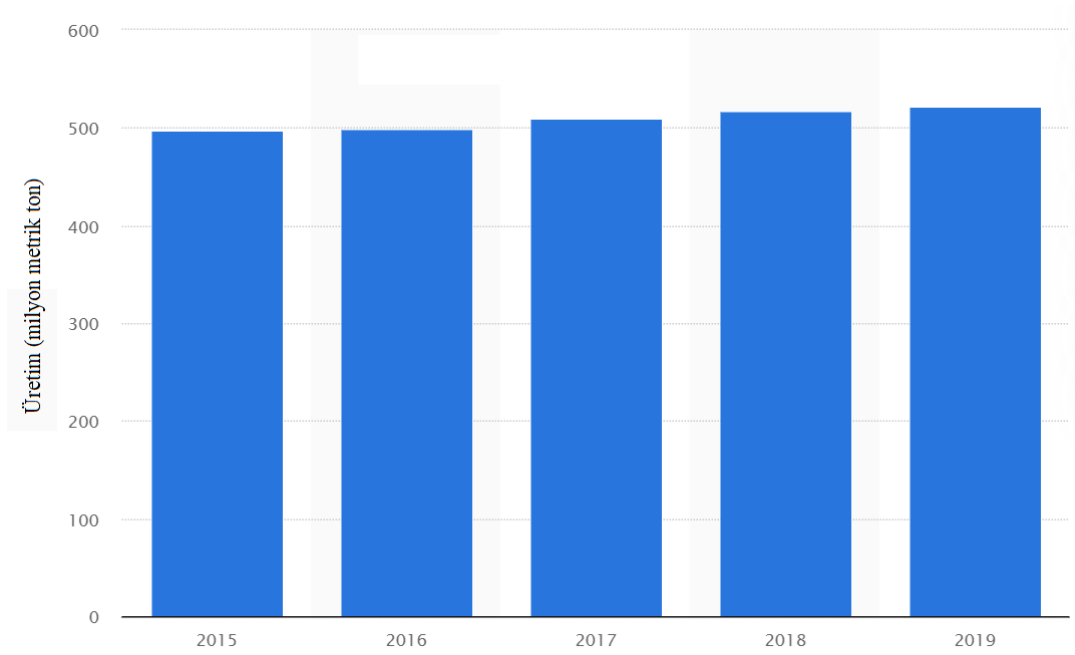
2.3.1 Dünyada süt üretimi

Dünyada süt üretim miktarının %83’ünü inek sütü oluşturmaktadır. İnek sütü üretiminde lider ülkeler AB-27 ülkeleri, Amerika Birleşik Devletler, Çin, Hindistan, Brezilya, Yeni Zelanda, Rusya, Pakistan, Türkiye, Arjantin, Meksika ve Ukrayna’dır (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3) (FAO 2013). Hayvan varlığı ve laktasyondaki verimliliğe paralel olarak Türkiye’de süt üretiminde artış görülmektedir (TÜİK 2014).



Şekil 2.2: AB süt ve süt ürünleri üretimi (100 bin ton)

Kaynak: (Eurostat, 2019)



Şekil 2.3: Dünya inek sütü üretimi (2015-2019) (milyon metrik ton)

Kaynak: (Eurostat, 2021)

Dünya genelinde, süt ve süt ürünlerinin ortalama kişi başı tüketimi (süt eşdeğeri olarak), 2000 yılı için 94,9 kg, 2008 yılı için 104,8 kg, 2009 yılında ise 104,2 kg, 2010 yılında 106,2 kg olarak bildirilmiş olup, 2011 yılında da 2010 yılına oranla %1 artış ile 107,3 kg olarak hesaplanmıştır (Kondal, 2019).

Uluslararası Süt Konseyi (IFCN)'nin tahminine göre, 2025 yılı itibariyle dünya süt üretimi 917.2 milyon ton üzerinde ve kişi başı tüketim ortalaması ise 127 kg'a ulaşacaktır (IFCN, 2017).

2.3.2 Türkiye'de süt üretimi

Ülkemizde özellikle kayıt dışı üretimin etkisi ile tüketim oranlarının belirlenmesinde bazı güçlükler bulunmaktadır. Ülkemiz için İhracat ve ithalat miktarlarının önemsiz düzeyde olduğu düşünülürse, Süt ve süt ürünlerinin kişi başı ortalama tüketim miktarı 2008 yılında 171 kg, 2009 yılında 173 kg, 2010 yılında 185 kg ve 2011 yılında 201 kg olarak belirlenmiştir (Bilgin, 2014).

SETBİR tarafından yapılan son araştırma ise, kişi başı süt tüketiminin 146 litre olduğunu; bu rakamın 23 litre lisinin içme amaçlı kalan miktarın ise süt ürünlerinin üretiminde kullanıldığı gösterilmiştir (SETBİR, 2020).

Türkiye süt üretim miktarı TÜİK' in verilerine göre; 2001 yılında yaklaşık olarak 9,5 milyon ton iken 2017 yılına gelindiğinde 20,7 milyon tonluk bir üretime ulaşmıştır (Çizelge 2.1). Ulusal Süt Konseyi (USK)'nin verilerine göre, Türkiye'nin 2020 yılı Kasım ayı sonu itibariyle toplam inek sütü üretimi 9.1 milyon metrik tonu geçmiştir (USK, 2021).

Çizelge 2.1: Türkiye'de Yıllara Göre Süt Üretimi

Yıllar	Süt üretimi (milyon ton)
2001	9,49
2002	8,41
2003	10,61
2004	10,68
2005	11,11
2006	11,95
2007	12,33
2008	12,24
2009	12,54
2010	13,54
2011	15,06
2012	17,40
2013	18,22
2014	18,63
2015	18,65
2016	18,49
2017	20,69
2018	22,79

Kaynak : (Kondal, 2019)

Süt üretimi artışı yıllara göre düzenli olarak artış eğilimi göstermektedir. Türkiye'nin süt üretiminin artmasının en önemli nedenlerinden birisi yurtdışından ithal edilen damızlıklardan elde edilen süt sığırlarından çoğalan kültür-melez ırkların sayısının artmasıyla birlikte süt veriminde önemli bir artış görülmeye başlanmıştır. Ayrıca son yıllarda başta mısır ve diğer yem

bitkilerinin ekim alanlarındaki artış ve silaj yapımı konusunda üreticilerin bilinçlenmesi çiğ süt üretimini olumlu etkilemiştir (Kondal, 2019).

Türkiye süt üretimi açısından diğer türlere göre en fazla süt üretimi kültür-sığırtüründen sağlamaktadır (Turan vd., 2017). Sağılan hayvan sayısına bakıldığında ise hayvan melez ırklardan elde edilen süt miktarının fazla olduğu görülmektedir. Yerli sığır ve manda sütünün payı diğerleriyle kıyaslandığında daha düşüktür. Burada dikkat edilmesi gereken diğer konu ise melez ırkların hayvan başına düşen süt veriminin daha yüksek olmasıdır (TAGEM, (2017). Bu nedenle modern işletmelerin sayısının artırılarak süt üretiminin artırılması sektörün ihtiyacını karşılaması yanında dışsatım olanaklarını da arttırmaktadır (Kondal, 2019).

2.4 Süt Üretimi

Modern hayvancılık özellikle 1955 yılından itibaren yoğun şekilde yapılmaya başlanmış, çevresel denge ve ürün kalitesinde sağlık kriterleri ikinci plana atılmıştır (Tapkı vd., 2018; Koç G, Uzmaya A. 2018). Yem ihtiyacını karşılamaya yönelik yoğun bitkisel üretim faaliyetlerinde suni gübre ve tarımsal ilaçların kontrolsüz ve aşırı kullanılması, erozyon, su kaynaklarında kirlenme, gen kaynaklarının yok olması gibi sorunlara neden olmuştur (Ergül vd., 2019). Büyüme hızlandırmak ve daha fazla verim almak için antibiyotikler ve hormon gibi yem katkı maddelerinin kullanımı yaygınlaşmıştır (Yeşilbağ, 2004).

Bu olumsuzluklarının doğal sonucu olarak bilinç düzeyi ve gelir seviyesi yüksek tüketiciler doğal ürünlerin daha sağlıklı olduğunu, hayvanların daha iyi yaşam standardının sağlandığını çiftliklerde uygulanan metotların çevreye ve doğal kaynaklara olumsuz etkisinin çok az olduğunu benimsemeleri sonucu, sağlıklı ürünlere olan talepler artmıştır (Barański vd.,2017). Sağlıklı hayvansal gıda üreticiliği ürün kalitesinde sağlık kıstasların dikkate alındığı bir üretim sistemidir. Yapılması için yerine getirilmesi gereken ilkeler şunlardır (Şengül ve Ürkek, 2013; GTHB,2016):

- Öncelikle sağlıklı sürü oluşturulmalıdır,
- Hayvanlar hijyenik yemle beslenmelidir,
- Hayvan refahını sağlayabilecek uygun barınak koşulları oluşturulmalıdır,

- Hayvanlar sağlıklı yetiştirilmeli ve sağlıklı ürünler üretilmelidir

İnsan sağlığı ile Hayvansal ürünlerin arasındaki ilişki çok yakından bilinen önemli bir olgudur (Leng vd., 2016). Bu nedenle ürünlerin sağlıklı bir hayvandan elde edilmesi insan sağlığına doğrudan etki etmekte ve bu şekilde yapılan bir beslenme neticesinde istenen düzeyde fayda sağlanabilmektedir (Atay ve Sarı, 2005; Uysal, 2006; Anonim, 2016b).

2.5 Küfler

Küfler, taksonomide Mycobiota (funguslar alemi) içerisinde *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Deuteromycota* ve *Basidiomycota* bölümleri altında yer almaktadır. Küfler, ökaryotik organizmalar olup birçok doğal habitatı işgal etmektedir (Tunail, 2000).

Üremeleri sporları aracılığı ile gerçekleşmektedir (Park vd.,2017). Uygun şartların bulunduğu ortamlarda küf sporları hızla gelişebileceği gibi uygun olmayan şartlarda ise yıllarca uygun şartları beklerler (Aldars-García vd., 2017). Bir küf sporundan gelişebilecek üreme trilyonlar seviyesinde ifade edilir (Çizelge 2.2) (Şanlı, 2002).

Çizelge 2.2: Mikotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Fiziksel faktörler	Kimyasal faktörler	Biyolojik faktörler
Rutubet	CO ₂	Fungal infeksiyon
Substrat rutubeti	O ₂	İnokulum miktarı
Kuruma hızı	Substratın yapısı	Bitki çeşiti ve dayanıklılığı
Yeniden nemlenme	Substrata yapılan kimyasal uygulamalar	Funguslarda genetik farklılıklar
Rölatif hava rutubeti	Gübreleme ve ilaçlama	Mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler
Mekanik hasar	Fungal izolat farkları	
Zaman		
Hububatın karıştırılması		

Kaynak: (Çetin, 2019)

Küflerin üreyebilmesi için önemli çevresel koşulların başında rutubet gelmektedir. Rölatif rutubetin %50-60'ın üzerinde bulunması üreme için ideal

koşuldur (De Ligne vd., 2019). Uygun üreme sıcaklığı fungus türüne göre değişiklik göstermekle birlikte 0-60°C arasında üreme yeteneklerine sahip oldukları bilinmektedir (Canganella ve Wiegel, 2014). Bununla birlikte genel olarak 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklar uygun üreme sıcaklığı olarak kabul edilir (Aydın, 2007).

Mantarların pH 1,5-8,5 arasında gelişebildikleri bilinmektedir (Tunail, 2000). Düşük pH durumunda fungal aktivite olumsuz etkilenir. Mantarların gelişiminde ve üremesinde gıda maddelerinin çeşidi ve fiziksel durumu etkilidir (Şanlı, 2002).

Sıvı gıdalar anaerob ortamın hızlı bir şekilde oluşmasına ve fermantasyonun hızlıca gelişmesine uygundur. Bu sebeple mantarlar daha katı ve oksijen geçişi olan gıdaları tercih etmektedirler (Pitt, 2000).

2.5.1 Mikotoksinler

Mikotoksin terimi Yunanca "mykes" ve Latince "toxicum" kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur (Girgin vd., 2001). Günümüzde 110.000'i aşkın türü izole ve identifiye edilip karakterleri saptanmış olmakla beraber, içlerinden 350 civarında türün mikotoksin oluşturduğu ve bunlardan da 20'den fazlasının insanlar ve hayvanlar için yüksek toksititeye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2.3) (Arda vd., 1997).

Çizelge 2.3: Bazı mikotoksinler ve bunları salgılayan küf türleri

Mantar türleri	Mikotoksinler
<i>Aspergiulus (A.) .flavus</i> ve <i>A. parasticus</i>	Aflatoksin
<i>Penicillum (P.) viridicatum</i> ve <i>P. cyclopium</i>	Okratoksin A
<i>Fusarium (F.) culmorum</i> , <i>F. Graminearum</i> ve <i>F. sporotrichioides</i>	Deoksinivalenol, Zearalenon
<i>F.proliferatum</i>	Fumonisin

Kaynak: (Çetin, 2019)

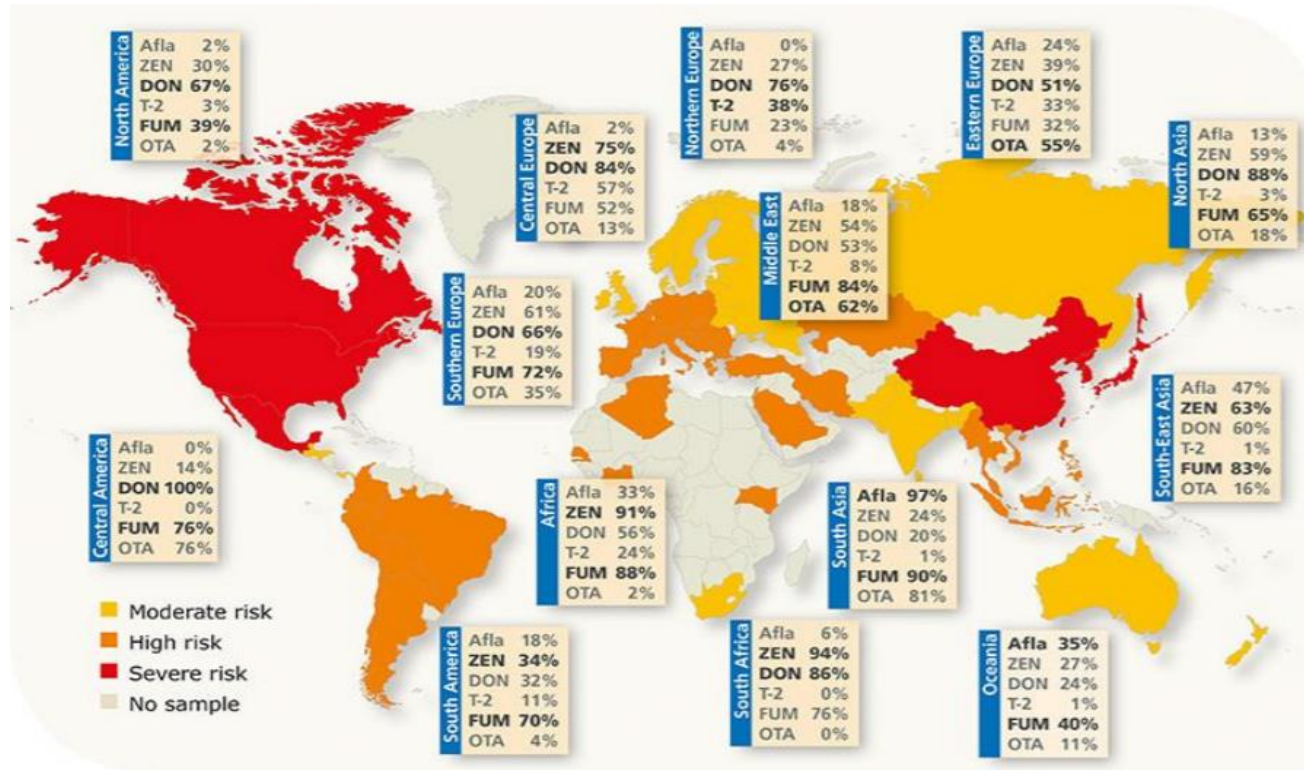
Dünyada miktotoksin görülme sıklığı ülkelere göre değişiklikler göstermektedir. (Şekil 2.4)'te mikotoksin görülme sıklığının Kuzey Amerika ülkeleri ile Çin ve Japonya'da ciddi yüksek olduğu, Batı Avrupa, Güney Amerika, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde yüksek risk teşkil ettiği ve son olarak ise Rusya, İskandinavya, Hindistan ve Pasifik bölgelerinde ise orta düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'nin yüksek risk grubu ülkeler arasında olması dikkat çekicidir (Çetin, 2019).

Fungusların neden olduğu bilinen en önemli ve en eski mikotoksikozis (Şekil 2.5) vakası organlarda çeşitli nekroz ve gangrenlere sebep olan ergotizmdir (Bakırcı T.G., 2014). Bu hastalık *Claviceps purpurea* ile kontamine olmuş tahıl tanelerinin tüketilmesi ile ortaya çıkmış ve Orta Çağ Avrupası'nda "Kutsal Ateş" olarak tanınmıştır (Çetin, 2019).

Tarihte diğer önemli mikotoksikozis olayı Rusya'da ikinci dünya savaşı sırasında görülmüştür. Rusya'da 1942-1944 yılları arasında Orenburg bölgesinde meydana gelen mikotoksikozis olayı sonucunda binlerce insan kaybı yaşanmıştır. Beslenme kaynaklı toksik etki sonucu kanda lökosit sayısının düşmesiyle oluşan lösemi o dönemde "Alimentary Toxic Aleukia" olarak ifade edilmiştir (Şener ve Yıldırım, 2000).

Fusarium spp. türlerinin neden olduğu ergotizm, *Penicillium* spp.'nin neden olduğu sarı pirinç zehirlenmesi gibi mikotoksikozisler geçmişte özellikle Rusya, Japonya ve Avrupa'da salgınlar halinde seyreden hastalıklara neden olmuşlardır. Ülkemizde aflatoksin sorunu 1960'lı yıllarda gündeme gelmiştir (Polat, 2012).

Bir mantar türü tarafından farklı mikotoksinler üretilebildiği gibi, farklı mantar aileleri tarafından bir mikotoksinde üretilebilmektedir (Şener ve Yıldırım, 2000).



Şekil 2.4: Dünyada Mikotoksin Görülme Sıklığı

Kaynak:(Çetin, 2019)

2.5.1.1 Aflatoksin B1 ve M1

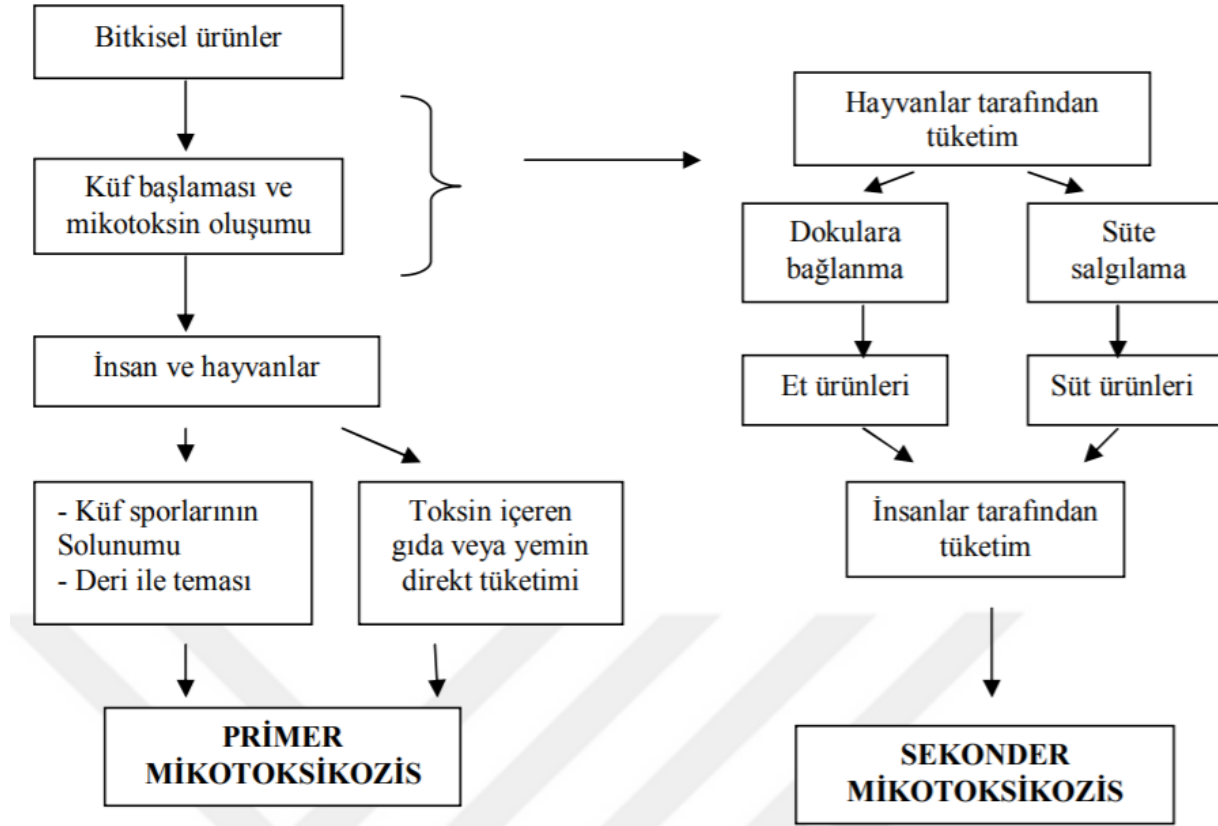
Aflatoksinler (AF) mikotoksinler içerisinde en kuvvetli biyolojik karsinojenler olarak bilinmektedir (Aycicek vd., 2005). Aflatoksinler depolanmış tüm besin ve besin maddeleri, yem ve yem maddelerinin yanı sıra doğada oldukça yaygın şekilde bulunmakta olup, hepatokarsinojenik, mutajenik, teratojenik ve toksijenik metabolitlerdir (Aydın, 2007; Bilandžic vd.,2014).

Aflatoksinler, *Aspergillus*'un türleri olan olan *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve nadiren *Aspergillus nomius* tarafından üretilirler (Özkaya Ş, Temiz A. 2013). *Asp. flavus* sadece aflatoksin B üretirken diğer iki tür hem aflatoksin B hem de aflatoksin G üretmektedir (Çetin, 2019).

Aflatoksinler, yaygın olarak çeşitli tahıllar, süt ve süt ürünleri ile meyve sularında saptanmıştır. *Aspergillus flavus* genel olarak daha yaygın olarak bulunmaktadır. *Aspergillus parasiticus* ise çoğunlukla tropik ve subtropik iklim zonlarında görülür (Diaz JG, Murcia WH 2011). Aflatoksinler, su ve polar organik çözücülerde çözülebilir (Mohammadi 2011). Aflatoksinler, alkaloidlerle ve oksidasyon maddeleriyle kolayca parçalanabilir fakat normal gıda işleme sıcaklıklarında parçalanmaz (Polat, 2012; Dimitrieska vd., 2016).

Toksik bileşiklerden özellikle AFM1 ve rezidüleri sütün ve süt ürünlerinin kalite ve güvencesinde büyük tesire sahip olup, aynı zamanda toplum sağlığı için de önemlidir (Marnissi vd, 2012). Küflerin ikincil metabolitleri olan AF'ler çoğunlukla gıdalar ve yemlerde termal (ısı) işlemlere karşı dirençli olduklarından tamamen detoksifiye edilmesi pek kolay değildir (D'Mello ve Macdonald 1997).

Aflatoksin gıda ve yemlerden arındırılması kolay ve yeterli bir uygulama olmadığı için kontaminasyonun kontrol altında tutulması ayrı bir önem arz etmektedir (Cattaneo vd., 2013). Gıdalarda aflatoksin oluşumunun önlenmesi tüm üretim aşamalarında, gelişmiş tarım teknikleri, ileri teknolojileri ve iyi tarım uygulamaları gereklidir (Malissiova vd.,2013). Gıda maddelerinde bulunan mantarlar, ürünlerin bozulmasına neden olmakla kalmayıp, sentezledikleri toksinler aracılığıyla bu ürünlerle beslenen insan ve hayvanlarda önemli zehirlenmelere ve karaciğer kanseri olmak üzere ciddi zararlı etkilere neden olurlar (Zhu vd., 1987; Saraç, 2012).



Şekil 2.5: Mikotoksinlerin İnsan ve Hayvanlara Geçiş Yolları

Kaynak: (Çetin, 2019)

Uygun ortam koşullarında aflatoksinler gıda ve yem halinde ürünü işleme aşamalarında (hasat, kurutma, depolama) oluşabildiği gibi ürün bahçede veya tarlada yetişirken de meydana gelebilmektedir (Maia ve Bastos 2007).

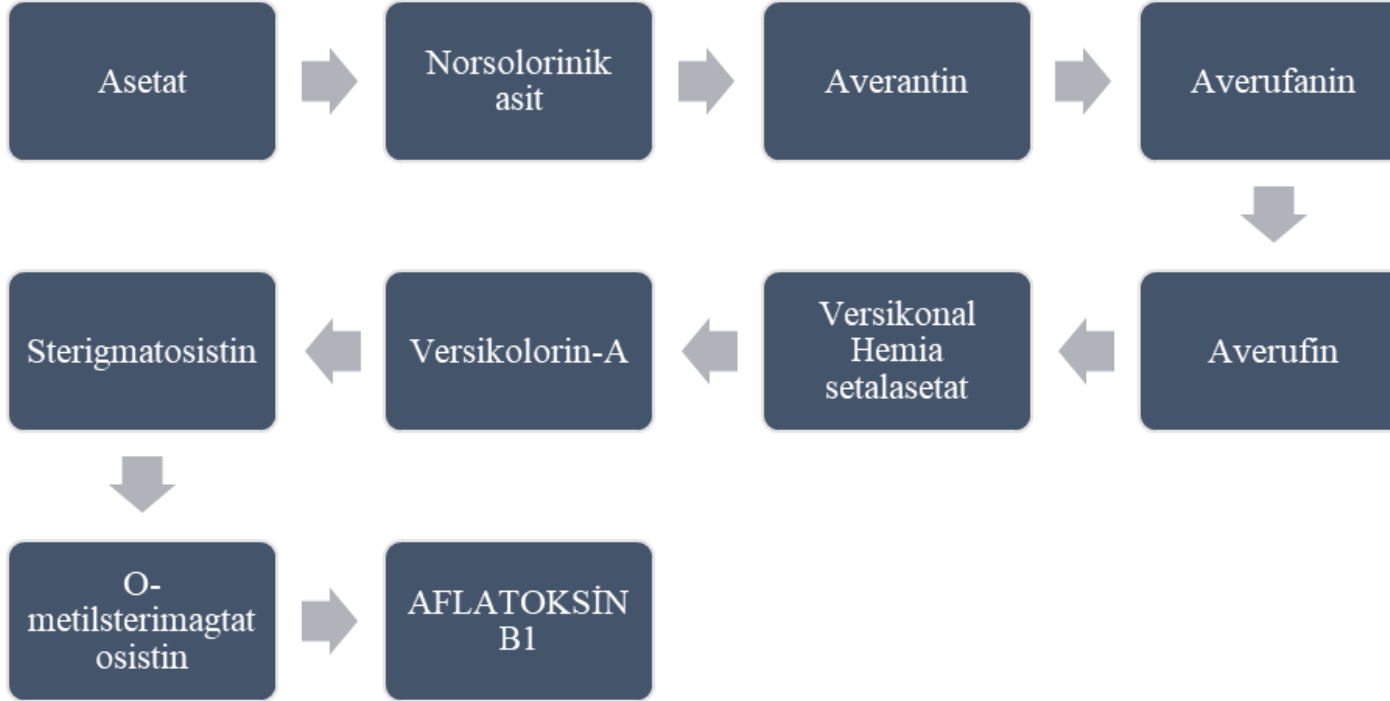
Mikotoksinler içerisinde insan sağlığı için en fazla risk taşıyanı aflatoksinlerdir (Zafar IS, Rafique MA. 2013). Vücutta etkiledikleri organ ve dokulara göre veya etki mekanizmalarına göre mikotoksinlerin çeşitli etkilerinden sözedilir (Duarte vd.,2013). Karaciğere etki edenler hepatotoksik, deriye etki edenler dermatotoksik, böbreklere etki edenler nefrotoksik, sinir sistemine etki edenler nörotoksik, bağışıklık sistemini etki edenler immunotoksik olarak tanımlanırlar. AFB1'in çiftlik hayvanları tarafından ilk 24 saat içerisinde dışkı ve idrar ile %85-90'ı atılır (Adejumo vd., 2013). Vücutta geriye kalan AFB1 karaciğerde metabolize edilerek AFM1'e dönüştürülüp, yemlerle birlikte ilk alımından 12-24 saat sonra sütle atılmaya başlar (Golge, 2014). Süt ile atılan AFM1 miktarı yemler vasıtasıyla alınan toplam AFB1 miktarının %1-3'üdür (Kaya, 2001).

Bu oranın bazı yazarlar tarafından %0,4-3'ü olduğu bildirilmiştir (Yiannikouris ve Jouany 2002).

Süte yemden geçen aflatoksin miktarı; Beslenme miktarı, beslenme rejimi, sindirim miktarı, hayvan hepatik biyotransformasyon kapasitesi, hayvanın sağlık durumu ve mevcut süt üretimi gibi birçok nutrisyonel ve fiziksel faktöre bağlıdır ve bu oranın %1-3 arasında olduğu kabul edilmektedir (Sibanda vd.,1999).

Türkiye'de ve diğer birçok ülkede gıdalarda aflatoksin kontaminasyonu ile ilgili yasal kısıtlamalardaki farklılıkların bulunmasına etki eden faktörler arasında; gıda çeşidi, mevsimsel, bölgesel özelliklerin yanında ekonomik endişelerin rol oynadığı düşünülmektedir (Xiang vd., 2013).

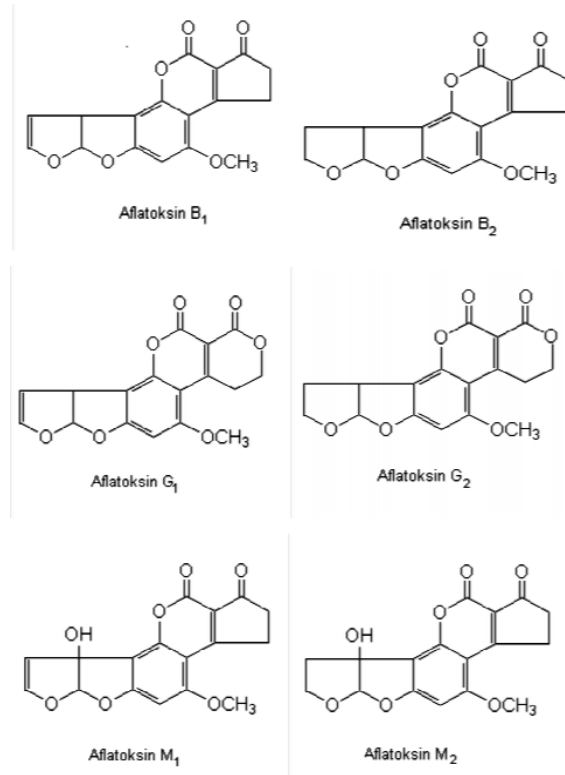
Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ne (2011) göre çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt ürünleri üretiminde kullanılan sütlerde AFM1'in maksimum limiti 0.050 µg/kg'dır (Yentürk ve Er, 2012).



Şekil 2.6: AFB1'in Doğal Sentez Mekanizması

Kaynak: (Çetin, 2019)

Işığa aşırı duyarlı, renksiz veya sarı renkli, iğne şeklindeki kristaller halinde olan aflatoksinler, kuvvetli alkalide hemen bozulmakta ve sulu çözeltide uzun süre saklanamamaktadır (Scaglioni vd., 2014). Dimetilsulfoksit gibi orta polaritedeki çözücülerde çözünebilmekte ve suda çözünürlükleri 10-20 mg/l arasında değişmektedir. Aflatoksinler, 3.5 ve 8.0 pH aralığında, 0.95-0.99 arasında değişen su aktivitesinde ve 12 ile 40 °C arasında değişen sıcaklıklarda, üretilmektedir (Oliveria vd., 2013). Aflatoksinin gelişim ortamında çeşitli karbonhidrat ve nitrojen kaynakları, fosfatlar, lipoperoksitler ve iz metallerin varlığı gibi beslenme faktörlerinin sayısı bilinmektedir. İşlenmemiş süte, süt ve ürünlerinin üretim prosesinde, olgunlaştırmada ve depolamada nispeten stabil olan aflatoksin M₁, pastörizasyon, sterilizasyon ve UHT gibi ısı işlemleriyle bile büyük ölçüde yıkıma uğratılmamaktadır. Çünkü sıcaklığa karşı stabildir. Pişirme sıcaklığında bozulmayan aflatoksinlerin, 270 °C sıcaklıkta bozuldukları bildirilmektedir. Çoğunlukla aflatoksinlerin detoksifikasyonunda fiziksel (UV ışığı, mikrodalga, pastörizasyon, pişirme vb.), kimyasal (H₂O₂, ozon, amonyak vb.) ve biyolojik (*Bacillus* sp., *Rhizopus* sp., vb.) yöntemler kullanılmaktadır. Aflatoksinlerin önemli kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 2.4.' de verilmiştir (Albay, 2012).



Şekil 2.7: Önemli Aflatoksinlerin Moleküler Yapıları

Kaynak: (Çetin, 2019)

Çizelge 2.4: Aflatoksinlerin önemli kimyasal ve fiziksel özellikleri

Aflatoksin	Molekül	Mol	Erime	UV		Max.	Floresans	Kristal-
	Formu	Ağırlığı (g/mol)	Noktası (°C)	Absorbsiyonu 265 nm 360- 362 nm		Floresans (nm)	Renk (UV 365 nm)	leri
B ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312	268-269	12400	21800	425	Mavi	Soluk Sarı
B ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	286-289	12100	24000	425	Mavi	Beyaz, İğnesiz
G ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	244-246	9600	17700	450	Yeşil	Renksiz, İğnesiz
G ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	237-240	8200	17100	450	Yeşil	Renksiz, İğnesiz
M ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	299	14150	21250	425	Mavi- Menekşe	Renksiz, Düzlem
M ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	293			425	Menekşe	Renksiz, Düzlem
GM ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₈	344	276					
P ₁	C ₁₆ H ₁₀ O ₆	298	>320					
Q ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328						
Aflatoksi- kol	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	230-234					
^b 2a	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	240					
^c 2a	C ₁₇ H ₁₄ O ₈	346	190					

Kaynak: (Albay, 2012)

Süt ve ürünlerinde aflatoksin M1 (AFM1) dışında bulunan diğer mikotoksinler; AFB1, AFG1, AFM2, AFM4, okratoksin, sterigmatosistin, trikotesen (T-2), zearalenon, patulin ve fumonisindir (Çizelge 2.5) (Albay, 2012).

Çizelge 2.5: Mantarların in vitro oluşturduğu aflatoksinler (Albay, 2012)

Mantar Türleri	Aflatoksinler			
	B1	B2	G1	G2
<i>A. flavus</i>	+	+	+	+
<i>A. flavus var. Columnaris</i>		+		
<i>A. oryzae</i>	+	+		
<i>A. parasiticus</i>	+	+	+	+
<i>A. parasiticus var. Globosus</i>	+	+	+	+
<i>A. niger</i>	+			
<i>A. wentii</i>	+			
<i>A. ruber</i>	+			
<i>A. ostianus</i>	+	+		
<i>A. ochraceus</i>	+			
<i>P. puberulum</i>	+	+	+	+
<i>P. variable</i>	+			
<i>P. frequentas</i>	+			
<i>P. citrinum</i>	+			

Aflatoksinler gastrointestinal sistemden emilirler ve serum albümine bağlanarak taşınmaktadırlar (Busman vd., 2015). Karaciğer başta olmak üzere diğer yumuşak dokulara yerleşim gösterirler. Toksisitesi; DNA, RNA ve protein sentezi inhibisyonu; çeşitli enzimlerin etkinliğinde düşme, glukoz

metabolizmasında bozulma; fosfolipidler, serbest yağ asitleri, trigliseritler ve kolesterol ve esterleri dahil olmak üzere lipit sentezi inhibisyonu ve pıhtılaşma faktörü inhibisyonu gibi etkilerden kaynaklanmaktadır (Mohammadi, 2011; Çetin, 2019).

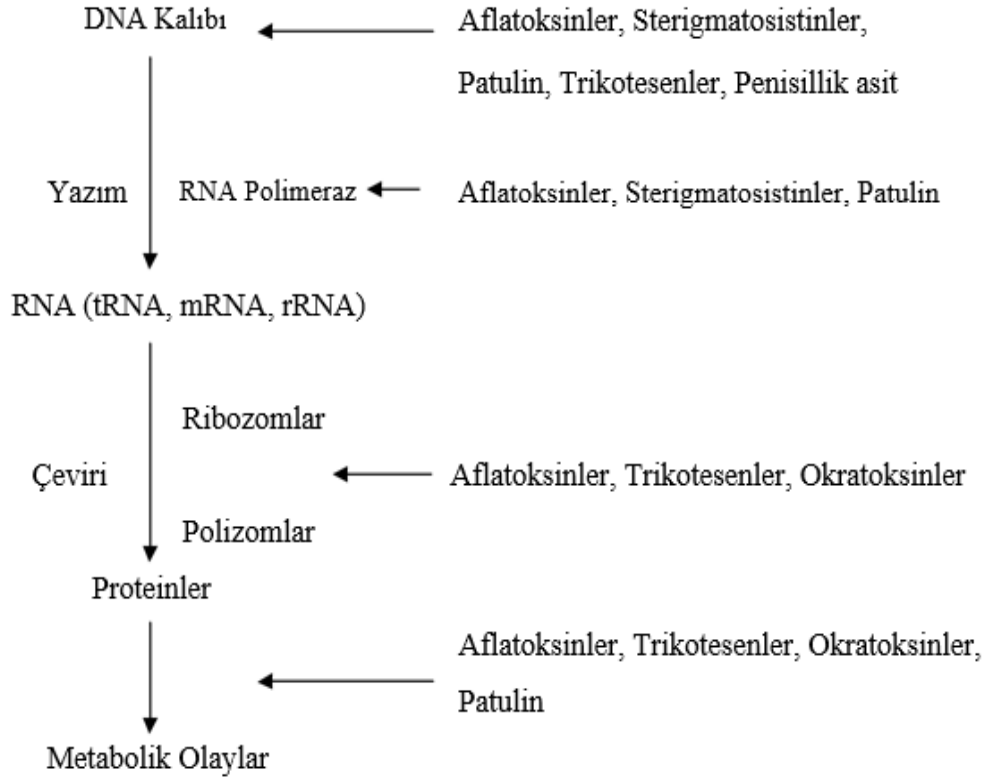
Çizelge 2.6: Aflatoksinler ve etkilediği sistemler

Mikotoksinler	İnsan Sağlığına Olası Etkileri
Aflatoksin B ₁ / M ₁	Karaciğer kanseri
Okratoksin A	Olası kanserojen, Böbrek hasarı
Deoxynivalenol	Mide bulantısı, İshal, Kusma ve Baş ağrısı
Fumonisin B ₁	Olası kanserojen, Karaciğer-Böbrek hasarı
Zearalenon (Zen)	Doğal östrojen (Tanımlanmamış etkiler)
T-2 Toksin	Mide bulantısı, İshal, Kusma ve Baş ağrısı

Kaynak: (Maia ve Bastos 2007)

Mikotoksinler doğrudan veya metabolitleri aracılığıyla etkilerini, Şekil 2.8.' de ana hatları belirtilen etki yollarından biri ya da birkaçını kullanarak göstermektedir (Elsanhoty vd., 2014). Aflatoksinlerin biyolojik etkileri, “uzun süreli etkiler” ve “kısa süreli etkiler” şeklinde iki gruptadır. Kronik zehirlenme, kanser, doğum kusurları ve genetik değişimler uzun süreli etkiler grubunda yer alırken, zehirlenme ile genetik ve doğum kusurları kısa süreli etkiler grubunda yer almaktadır. Aflatoksinler doğrudan etki etmemektedir (Kabak ve Ozbey, 2012). Karaciğer mikrozomal enzimleri aracılığıyla, uğradıkları metabolik değişiklikler sonucunda oluşan epoksit türevleri (AFB1-2,3 epoksit) ile etki etmektedir. Aflatoksinler

özellikle karaciğeri etkilemekte, kansere neden olmakta, çocuklarda gelişimi zayıflatmakta, bağışıklık sistemini bastırmakta ve ölüme neden olabilmektedir (Albay, 2012; Marchese vd., 2018).



Şekil 2.8. Aflatoksinlerin Biotransformasyonu

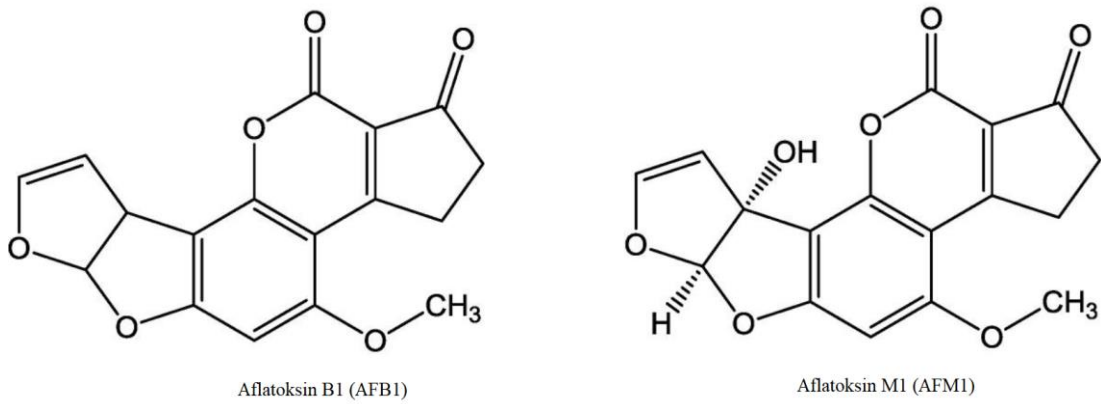
Kaynak: (Çetin, 2019)

2.6 Sütte Toksik Mikotoksinlerin Varlığı

Süt gıda sektöründe ihtiyacımız olan en önemli ana besin kaynaklarımız içerisinde yer almaktadır (Oruç, 2003). Kaliteli bir yaşam için kaliteli besin ve besin maddeleri tüketmemiz gerekmektedir (Duru ve Özgüneş, 1984). Bu yüzden sağım aşamasından elimize ulaşana dek çeşitli işlemlerden geçen sütün sıhhi koşullar sağlanarak üretime geçilmesi ve elimize belirli testlerden geçerek ulaşması gerekmektedir (Girgin vd., 2001). Bu kontrollerin yapılma nedenleri ise; ürünlerin Gıda Maddeleri Tüzüğüne, Kodeks ve Standartlara uygunluğunun belirlenmesi, işletmelerin ekonomik, sıhhi, teknolojik ve yasal şartlarının

istenilen düzeyde olması, bilimsel çalışmalar ve standartların iyileştirilmesi ile süt üretim yerlerinde süt bileşimi kontrol ve geliştirmedir (Kondal, 2019).

Uygun ortam koşullarında yaklaşık 200 farklı küf türleri tarafından mikotoksin olarak tanımlanan çeşitli toksinler üretilmekte olup başta karaciğer, böbrek gibi organlarda dejenerasyonlar, hastalıklar, bağışık sistem problemleri, eksik veya kusurlu organ oluşumu, üreme azalması ve kilo kaybı gibi birçok sorunlara neden olduğu bildirilmektedir (Alshannaq ve Yu, 2017). Bitki, gıda ve yemlerin yanı sıra hava, su, toprak gibi yollarla da bulaşabilen küf sporları, buralarda üreyip gelişebilmektedir (van den Brule vd., 2020). Gelişme fazının sonunda ise miseller içinde mikotoksin sentezlemektedirler (Gruber-Dorninger vd., 2017). Mikotoksin içeren yem ile beslenen hayvanların et, süt, yumurta gibi ürünlerinin tüketilmesi veya mikotoksinli bitkinin doğrudan insanlar tarafından tüketilmesi ile de mikotoksin bulaşması olmaktadır (Xiang vd., 2013). Aflatoksin üreten *Aspergillus* türleri ve aflatoksin kontaminasyonuna tüm dünyada özellikle sıcak ve nemli iklimlerde yaygın olarak rastlanır (Tunail, 2000; Whitlow ve Hagler, 2004).



Şekil 2.9: Aflatoksin B1 ve Aflatoksin M1

Kaynak: (Marchese vd., 2018)

Aflatoksinlerin, gıda ve yemlerdeki miktarının belirlenmesi için açık kolon kromatografisi, ince tabaka kromatografisi (TLC), densitometre, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), enzim linked immunosorbent assay (ELISA), radyoimmunoassay ve ayrıca çeşitli biyolojik metotlar kullanılmaktadır (Ostereschvd., 2017). HPLC güvenilir ve hassastır, fakat pahalı ve uzun süren bir yöntemdir. ELISA ise süt ve ürünlerinde aflatoksin

belirlenmesinde kullanılan hızlı ve hassas bir tekniktir (Zhichang vd.,2019). ELISA, TLC ve HPLC tekniklerinin tayin limitleri karşılaştırıldığında; ELISA tekniği 0.25 ppb üzerinde, TLC ve HPLC teknikleri ise piko gram seviyesi kadar düşük miktarlarda AFM1 tespit edebilmektedir (Sahu vd., 2018). Pek çok laboratuarda süt ve ürünlerinde AFM1' in tayini için TLC yerine HPLC tercih edilmektedir (Zhang vd., 2019). Çünkü HPLC, daha duyarlı ve doğru sonuçlar vermektedir. Son yıllarda aflatoksinleri ortam bileşenlerinden ayırmada TLC' nin kullanımı HPLC' e göre azalmıştır (Albay, 2012; Irakli vd., 2017).

2.7 Çiğ Sütte Aflatoksin Durumu

Aflatoksinlerin besinleri kontamine ettiğinin bulunmasından kısa bir süre sonra, hayvanlar tarafından aflatoksin içeren yem maddelerinin tüketilmesi sonucu süt ve diğer hayvansal ürünlerde aflatoksin oluşabileceği bildirilmiştir (Creppy 2002).

Aflatoksinler içerisinde en toksik etkiye sahip olan Aflatoksin B1, kontamine olan yemlerle alındıktan sonra, süt hayvanları tarafından metabolize edilerek monohidroksi türevi olan aflatoksin M1 şeklinde süttten atılır. Aflatoksin M1 hayvanların AFB1 tüketmesinden birkaç saat sonra sütte tespit edilebilirler Di Giovanni vd., 2019). Sütteki AFM1, AFB1'in miktarı ile doğru orantılı olarak artış gösterir. Süt ürünlerinden mikotoksinlerin bulunma nedenlerinin ilki, kontamine yemlerin tüketimi sonucu alınan toksinlerin metabolitlerin süte geçmesiyle süttün kontamine olmasıdır (AFB1, AFM1), ikincisi ise direkt olarak süt ürününün küf kontaminasyonuna maruz kalması sonucu mikotoksin oluşmasıdır (Polat, 2012).

Süt ve süt ürünleri yetişkinler özellikle de çocuklar için temel besinler olmasının yanı sıra aflatoksin içerme bakımından en riskli ürünlerdendir. Bu riski azaltmak için birçok gelişmiş ülke, süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek AFM1 miktarı için maksimum sınırlar belirlemişlerdir (Albay, 2012).

Günümüzde bu sınırlar ülkelerin gelişme derecesi ve ekonomik durumlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yemlerle alınan AFB1 tüketimi ile sütteki AFM1 içeriği arasında lineer bir ilişki vardır (Marchese vd., 2018). Aflatoksin içeren yemleri tüketen hayvanların sütlerinde bu toksinlerin bir

türevinin salgılandığı ortaya çıkmış ve sütte bulunmasından dolayı buna “süt toksini” (milk toxin) anlamında aflatoksin M (AFM) adı verilmiştir. AFM1 sütte en fazla bulunan ve dolayısıyla daha toksik olan aflatoksindir (Yunus vd., 2019). Araştırmacılar tarafından, 5-80 µg AFB1 alımı ile AFM1 arasında doğrusal bir ilişki bulunmuş ve durum aşağıda belirtilen şekilde formülize edilmiştir (Saraç, 2012):

Çizelge 2.7: Farklı Ülkelerde Süt ve Süt Ürünlerinden AFM1 Bulunma imitleri

Ülkeler	Ürün	Maksimum Limit (µg/kg)
Belçika	Süt, süt tozu, kondanse süt	0,1
Romanya	Süt ve mamülleri	0
Avusturya	Çocuk ve bebekler için pastörize sütler	0,01
	Diğer sütler ve süt ürünleri	0,05
	Tereyağ	0,02
	Peynir	0,25
Çekoslovakya	Süt	0,05
ABD	Süt ve ürünleri	0,5
Brezilya	Süt ve ürünleri	0,5
İsviçre	Süt, süt tozu, konsantre süt	0,05
	Bebekler için süt	0,01
İsveç	Sıvı süt ürünleri	0,05
Hollanda	Süt ve diğer sıvı süt ürünleri	0,05
	Peynir	0,2
	Tereyağ	0,02
Almanya	Süt	0,05
	Bebek sütleri	0,01
Rusya	Süt ve süt ürünleri	0,05
	Çocuk gıdaları	0
Türkiye	Süt ve süt ürünleri	0,05

Kaynak : (Polat, 2012)

$$AFM1 \text{ (ng/kg süt)} = 1.2 * AFB1 \text{ alımı (µg/inek/gün)} + 1.9$$

AFM1 bulaşma düzeyi, kış aylarında hayvanların rasyonlarındaki yoğunlaştırılmış ve karma yemlerin artışına bağlı olarak sütlerde daha fazla AFM1 tespit edilirken bahar ve yaz mevsimlerinde ise rasyonun büyük

çoğunluğu yeşil ve kaba yemden oluştuğu için daha az AFM1 bulanabileceği ifade edilmiştir (Creppy, 2002; Oscar vd., 2018).

Sütlerde Aflatoksin M1, kış aylarında yaz aylarına göre daha yüksek düzeyde bulunmaktadır. Sütte bulunan AFM1'in yaz mevsiminden daha düşük düzeyde olması, hayvanların otlak, çayır ve yeşil samanlıkta taze yemle beslenmesinden kaynaklanmaktadır (Sohrabi ve Gharahkoli, 2016). Buna karşın kış aylarında taze yeme ulaşımın mümkün olmaması ya da yem eksikliğinden dolayı hayvanların beslenmesinde daha yoğun olarak mısır, buğday ya da pamuk çekirdekleri gibi tahıl ürünlerin dayalı olmaktadır. Bu tahıl ürünlerinin, uygun şekilde depolanmaması sonucu yüksek düzeyde mikotoksin üretilmesine neden olmaktadır (Madalı ve Ayaz, 2017).

Çiftlik tarzı işletmelerden elde edilen sütlerdeki AFM1'in görülme sıklığı, ticari sütlere göre daha az olmaktadır (Piva vd., 1988).

Rasyonda bulunan aflatoksin hayvan sağlığını nasıl tehdit ediyorsa, aflatoksinin M1 'e dönüşmesi insan sağlığını tehdit etmektedir. Aflatoksin ihtiva eden yemlerin sindirim sistemine alınması ile AFB1 rumende yıkımlanarak aflatoksikole dönüşür. Dönüştürülemeyen kısım ise gastrointestinal sistem aracılığıyla emilerek karaciğerde hidrosil grubu ile birleşerek AFM1 'e çevrilir (Madalı ve Ayaz, 2017).

AFM1 glukronik asit ile birleşerek bilier sistemle ya da süt ile atılır. AFM1 sütte %0,8-2,2 oranlarında atılmaktadır (Viegas vd., 2019). Sütteki AFM1 miktarı; mevcut yemle alınan aflatoksin miktarı, beslenme aralığı, hayvanın sağlığı, karaciğerin biyotransformasyon kapasitesi, süt verim seviyesi gibi etmenlerle bağlantılı olarak değişim göstermektedir (Zhang vd., 2019). Süt verimi yüksek olan hayvanlar fazla yoğunlaştırılmış yem verilmesi neticesinde, süte geçen AFM1 'in %6,2 oranına kadar yükselebildiği bilinmektedir. AFM1, rasyon ile vücuda girdikten sonra, 6-24 saat içinde sütte tespit edilmekte, 12-48 saat içinde pik seviyesine erişmekte ve AFB1 girişi bittikten 72-96 saat sonra sütte AFM1 düşüş gözlenmektedir. Bir çalışmada, Holstein ırkı ineğe 3 gün boyunca 0,35 mg/kg dozunda saflaştırılmış AFB1 oral yolla vererek doku ve sütteki toksin birikimini incelemiştir. Sütte 0,1 µg/l düzeyinde AFM1 tespit etmiştir (Zhang vd., 2019; Çetin, 2019).

2.7.1 Dünya ve Türkiye’de AFM1 tarama çalışmaları

Dünyada ve Türkiye’de en başta süt ve süt ürünleri olmak üzere diğer bazı maddelerde AFM1 düzeyinin belirlenmesi üzerine araştırmalar yapılmıştır ve bunun için farklı analiz yöntemleri uygulanmıştır (Alshannaq ve Yu, 2016).

Yurtdışında gerçekleştirilen çalışmalardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Kim vd. (2000), araştırmalarında süt ürünlerinin AFM1 düzeyinin belirlenmesinde ELISA ve HPLC yöntemlerini kullanmışlardır. AFM1’ in saptanması için limit ELISA’ da 2 pg/ml, HPLC’ de ise 10 pg/ml olarak belirlenmiştir. Kore’ de toplam 108 örnek toplanmıştır. Pastörize süt, bebek formülü, süt tozu ve yoğurttaki AFM1 düzeyi sırası ile ELISA yönteminde 18, 46, 200, 29 pg/g, HPLC yönteminde ise 31, 62, 221 ve 45 pg/g olarak bulunmuştur.
- Srivastava vd. (2001), çalışmalarında süt ve süt ürünlerinin (yoğurt, bebek mamaları, süt tozu vb.) AFM1 içeriğini HPLC yardımı ile araştırmışlardır. Analiz edilen 54 örneğin % 28’ inde AFM1 tespit edilmiştir. Ayrıca analiz edilen örneklerin % 6’ sının izin verilen maksimum limitin (0.2 µg/l) üzerinde olduğu belirlenmiştir.
- Nijerya’ da insan sütü, inek sütü ve dondurmada AFM1 içeriği ince tabaka kromatografisi (TLC) kullanarak incelenmiştir. Buna göre örneklerde belirlenen en yüksek seviyeler insan sütünde 4.0 µg/l, inek sütünde 4.0 µg/l ve dondurmada 2.23 µg/l olarak belirlenmiştir (Atanda vd., 2007).
- Slovenya’ da satılan 60 süt örneğinin ve 40 peynir çeşidinin küf, maya varlığını ve AFM1 düzeyini araştıran Torkar ve Vengušt (2008), süt örneğinin % 95 oranında maya ve % 63.3 oranında küf içerdiğini bulmuşlardır. Bulunan maya ve küfün ortalama miktarları sırasıyla 1.7 log₁₀ kob/ml ve 0.6 log₁₀ kob/ml’ dir. Peynirde bulunan maya ve küf sayısı ise sırasıyla 2.5 log₁₀ kob/ml ve 2.1 log₁₀ kob/ml’ dir. Peynir örneklerinin % 10’ unda 50 ng/kg’ ın üzerinde AFM1 belirlenmiştir.
- Sırbistan’ da satılan 34 pastörize süt ve 31 UHT süt örneği ince tabaka kromatografisi (TLC) kullanılarak incelenmiştir. Yapılan araştırma

sonucunda 7 pastörize sütte ve 11 UHT sütte AFM1 varlığı (0.0125-0.05 µg/kg) tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerdeki AFM1 düzeyinin Avrupa Birliği' nin belirlediği 0.05 µg/kg limitini geçmediğini belirlemiştir (Polovinski vd., 2009).

- Rubia vd. (2011), İspanya'da 500 kadar çiğ süt örneği ve peynir üretim işletmeleri tanklarından aldıkları süt örneklerinin %98.1'inin AB AFM1 üst limitinin altında olduğunu belirlemiştir.
- Galvano vd. (2011), İtalya'da yaptıkları incelemede çiğ sütlerde AFM1 miktarının 1 ng/l ila 23.5 ng/l mertebesinde değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir.
- Ishikawa vd. (2016), Brezilya anne sütü ve süt tozu örneklerinde AFM1 miktarının ortalama 0.003 ng/g ila 0.011 ng/g aralığında farklılık gösterdiğini bulmuştur.
- Omar (2016), İtalya'da topladıkları çiğ süt örneklerinin %23'ünün AB AFM1 üst limit değeri olan 500 ng/kg'ı aştığını belirlemiştir.
- Bogalho vd. (2018), Portekiz'de topladıkları anne sütü örneklerinden AFM1 seviyesinin 5.1 ila 10.6 ng/L arasında değiştiğini belirlemiştir.
- Rahmani vd. (2018), 1995 ve 2017 yılları arasında Web of Science'da sütte AFM1 içeriğini inceleyen bilimsel yayınları incelemiştir. İncelenen yayınlara göre, Ortadoğu bölgesi ülkelerinden çiğ sütte, pastörize sütte ve UHT sütte AFM1 varlığının ülkelere göre durumunu şu şekilde belirlemiştir:
 - Çiğ süt: Suriye > Türkiye > İran > Mısır > Lübnan > Filistin;
 - Pastörize süt: Türkiye > İran > Lübnan;
 - UHT süt: İran > Türkiye > Suudi Arabistan.
- Ürdün'de bebek süt ikame mamalarında yapılan incelemelerde AFM1 seviyesinin 69.93 ila 84.78 ng/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Awaisheh vd., 2019).
- Akbar vd. (2019), Pakistan'da çiğ sütlerde AFM1 miktarının 0.3 ila 1.0 µg/L aralığından değiştiğini Elisa yöntemi kullanarak tespit etmiştir.

- Peña-Rodas vd. (2020), Nikaragua ve El Salvador'da çiğ sütlerin 0.021 ila 0.076 µg/kg aralığından AFM1 ile bulaş olduklarını göstermiştir.

Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Yağsız süt tozunun AFM1 düzeyini HPLC ve immunoaffinity kolon yöntemi kullanılarak inceleyen Deveci ve Sezgin (2005), iki örneğin (0.535 ve 0.705 µg/kg) Türk Gıda Kodeksi' nin belirlediği tolere edilebilir (0.050 µg/kg) seviyeyi geçtiğini belirlemişlerdir. Araştırmaya göre yazın toplanan örneklerdeki AFM1 düzeylerinin, kışın toplanan örneklere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Tüm örneklerin % 90.5' i Türk Gıda Kodeksi' nin belirlediği tolere edilebilir maksimum seviyeyi geçmemektedir.
- Trakya Bölgesi' nde üretilen inek sütlerinin AFM1 içeriği üzerine bir araştırma yapan Özsunar (2005), ELISA yöntemi ile 135 adet çiğ süt örneğini incelemiştir. Buna göre 116 (% 86) örnekte 0.001-0.068 µg/l arasında değişen miktarlarda AFM1 tespit edilmiştir. Sadece 1 örneğin (% 0.74) yasal limitin üzerinde olduğu belirlenmiştir.
- Kantemir (2007), 156 çiğ süt ve 156 UHT süt örneğini ELISA yöntemi kullanarak incelediği çalışmada. Çiğ süt örneklerin sırasıyla 39 (% 24.99) ve UHT süt örneklerin 27 (% 17.30) adedinin, kodekste(TGK) belirtilen AFMI limitlerinin üzerinde olduğunu bildirmiştir.
- Delialioğlu vd. (2010), Mersin ilinde satılan çiğ sütlerde HPLC yöntemi kullanarak AFM1 varlığını 0.0021 ila 0.8666 µg/l aralığında saptamıştır.
- Baydar vd. (2017), Ankara ilinde marketlerde satılan bebek mamalarında AFM1 düzeyin ortalama 36.5 ppm olarak tespit etmiştir.
- Kızıl vd. (2017), Elazığ ilinde satılan çiğ ve UHT sütlerde AFM1 varlığını 0.005 – 0.23 µg/kg aralığında tespit etmiştir.
- Yeşil vd. (2019), Diyarbakır'da topladıkları çiğ süt örneklerinde AFM1 seviyesinin 50 ve 595.31 ng/kg aralığında değiştiğini göstermiştir.
- Eker vd. (2019), Çanakkale ilinde topladıkları çiğ sütlerde Elisa yöntemiyle baktıkları AFM1 seviyesinin 5.14-78.69 ng/kg aralığından seyrettiğini belirlemiştir.

Bu konuda Türkiye’de gerçekleştirilmiş bazı diğer araştırmalara ait bulgular ise Çizelge 2.8’da gösterilmektedir. Buna göre, Eskişehir, Burdur, Nevşeşehir, Bursa, Ankara, Lüleburgaz ve Antalya illerimizde limiti açan örneklere rastladığı rapor edilmektedir.

Çizelge 2.8: Türkiye’de Farklı Bölgelerde Çiğ Sütlerde AFM1 Düzeyi

Kaynak il	Kaynak Yöre	Örnek Sayısı	AFM 1 Saptanan Örnek Sayısı	Aflatoksin Miktan		Limiti açan Örnek		
				% si	En çok En az	Sayısı	%si	
ESKİŐEHİR	Karakamış	3	0	00	0,000	0,000*	0	0
	Bozan	4	2	50	0,015	0,000*	0	0
	Mihallıçık	4	2	50	0,121	0,000*	1	25
	Alpu	4	0	00	0,000*	0,000*	0	0
BURDUR	Beylikova	4	1	25	0,01	0,000*	0	0
	Seydiköy	5	5	100	0,058	0,039	3	60
	Varollar	5	5	100	0,143	0,047	4	80
NEVŐEHİR	Avanos	5	5	100	0,055	0,029		20
BURSA	Karacabey	3	3	100	0,076	0,012	2	66
ANKARA	Merkez	5	5	100	0,817	0,019	3	60
LÜLEBURG AZ	Merkez	1	1	100	0,016		0	0
ANTALYA	Bozova	5	5	100	0,119	0,034	2	40
TOPLAM	12	48	34	70.83	0,817	0,000*	16	33,3

*Tespit edilebilir limitin altı

Kaynak: (Saraç, 2012)

2.8 Yasal Düzenlemeler

Dünyada ve ölkemizde, insan tüketimine sunulmuş olan gıdalar, çeşitli zamanlarda toplu zehirlenmelere ve hatta ölümlere yol açmıştır. Buna bağlı olarak, gıdalardaki kontaminasyonların maksimum değerleri sağlık kuruluşlarıtarafından belirlenmiş ve gıda üretim işletmeleri yasal denetim altına alınmıştır (TGK 2008/26)

Ölkemizde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı gıda maddelerindeki bulaşma sınırlarını Türk Gıda Kodeksi ile belirlemiştir. Ayrıca gerekli kontroller düzenli aralıklarla yapılmaktadır. Bu amaçla ilgili bakanlık tarafından, Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ 2008 yılında yayınlanmıştır. Maksimum değerler Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9: Türkiye’de Gıdalarda Bulunmasına İzin Verilen Maksimum Aflatoksin Değerleri

Gıda Maddesi	Maksimum limit (µg/kg)		
	B ₁	B ₁ +B ₁ +G ₁ +G ₁	M ₁
AFLATOKSİN			
Fındık, antepfıstığı gibi sert kabuklu meyveler, yer fıstığı, yağlı tohumlar, kuru meyveler ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar	5,0	10,0	-
Yerfıstığı (doğrudan tüketime sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan öncesınıtlandırılma, ayıklama gibi fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	8,0	15,0	-
-Tahıllar (karabuğday (Fagopyrum sp.) dahil) ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar(doğrudan tüketilen veya gıda bileşeni olarak kullanılan)	2,0	4,0	-
Mısır (doğrudan tüketime sunulmadan veya gıdabileşeni olarak kullanılmadan önce sınıflandırma, ayıklama gibi fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	5,0	10,0	-
Çiğ süt, ısıtılmış süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt	-	-	0,050
Baharatların aşağıdaki türleri için;- Kırmızıbiber (Capsicum spp.) (bunların kurutulmuş meyveleri, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiberin bütün ve toz hali dahil)- Karabiber (Piper spp.) (bunların meyveleri, ve karabiber dahil) -Hintceviz/Muskat (Myristicafragrans) -Zencefil (Zingiber officinale) -Zerdeçal (Curcuma longa)	5,0	10,0	-
-Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları	0,10	-	-
-Bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dahil)	-	-	0,025
Bebekler için özel tıbbi amaçlı diyet gıdaları	0,10	-	0,025
-Diğer gıda maddeleri (bulunması muhtemel riskli gıdalar)	5,0	100	0,5

Kaynak: (TGK 2008/26)

2.9 Aflatoksinlerin Çeşitli Yöntemlerle Önlenmesi

Günümüzde, tahıllar başta olmak üzere birçok ürünün aflatoksinle kontaminasyonunun önlenmesi amaçlanmaktadır. Kontamine olmamış tohum kullanımı, hastalıkların ve böcek kontrolü, yeterli aşılama, hasatın hızlanması, mekanik hasarın önlenmesi, mantar kolonizasyonunu ve aflatoksin oluşumunu engelleyebilen uygulamalardır (Girgin vd., 2001). Mikotoksinlerin kontrolü ve önlenmesinde uygulanacak yöntem seçiminde, yöntemin uygulama kolaylığı, gıdanın yapısında önemli değişikliklere ve besin değerlerinde kayıplara yol açmaması, üründe mevcut toksinden daha yüksek toksisite bileşiklerin oluşumunu tektiklememesi, uygulama sırasında ve sonrasında sağlık açısından zararlı kalıntı bırakmaması ve çevre kirliliğine neden olmaması dikkate alınmalıdır (Heperkan, 2014). Isıl işlemin aflatoksin M1'i %32 oranında azalttığına ilişkin veriler bulunsa da AFM1'in ısıl işlem sırasında stabil olduğu (Prandini vd., 2009; Kabak, 2012; Iqbal vd., 2015) ve aflatoksin M1' in pastörizasyon, soğukta muhafaza, sterilizasyon, dondurma, fermentasyon ve konsantre etmeye, ısıl inaktivasyona ve kurutmaya karşı dirençli olduğu bildirilmiştir (Park, 2002). Doğal yollar ile AFM1 le kontamine olmuş çiğ sütün 25°C 'de 5 saat süreyle %0.4'lük potasyum bisülfid ile muamelesi sonucunda AFM1 konsantrasyonunda %45'lik azalma bildirilmiştir (Tunail N., 2000).

Bentonit, alüminyum ve magnezyum içeriği zengin volkanik kül, tuf ve lavların kimyasal ayrışmasıyla veya bozulmasıyla oluşan; suyu emince, kabarıp şişen ve jelimsi bir kitle meydana getiren; iyon (katyon) değiştirme kapasitesi yüksek, sindirim sistemindeki bakterileri, parazitleri ve toksinleri mıknatıs gibi çeken bir sünger özelliğine sahiptir (Gündoğdu, 2006). AFM1'i inek sütünden uzaklaştırmada etkili olduğu bildirilmektedir. Yaklaşık 80 ng/L düzeyinde kontamine inek sütünün, besin değerinde çok az bir değişiklik oluşturarak, AFM1 düzeyini güvenli seviyeye düşürdüğü gösterilmiştir (Carraro vd., 2014). Başka bir çalışmada ise AFM1 düzeyini %50 yoğurt kültürü (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) ve %50 *L. plantarum* karışımında daha düşük düşüş bildirilmiştir (Elsanhoty vd., 2014).

Yapılan başka bir çalışmada ise probiyotik bakteriler (*bifidobakterum longum*, *bifidobakterium spiecies 420*, *L. Acidophilus*, *L acidophilus* NFCM150B, *L. Casei*, *Shirota*, *L. Rhamnosus*)in AFM1 biyoerişilebilirliğini %15-31,6

düzeyinde azalttığı gösterilmiştir (Kabak vd., 2012). Benzer çalışmada 0,05 ve 0,1 µg/l konsantrasyonlarında AFM1 inokule edilen yoğurta 4 hafta boyunca 4°C’de pH 4-4,6 değerlerinde AFM1’in stabilitesini araştırmıştır. AFM1 değerinin, pH 4,6 seviyesinde önemli değişiklik göstermediği ancak pH4.0’da depolamanın üçüncü ve dördüncü haftasında AFM1 değerlerinde düşüş tespit edilmiştir (Govaris vd., 2002). Peynir üretiminde AFM1’in stabilizasyonu ile ilgili yapılan bir çalışmada peynir altı suyu ile AFM1’in %94’ü uzaklaştırılmış ve %6 oranında pıhtıda kaldığı bildirilmiştir (Cattaneo vd., 2013).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Sağlıklı gıdaya ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Bunun en önemli nedeni; tüketicilerin bilinç düzeyindeki artışa bağlı olarak sağlıklı gıda tüketme istekleridir. Bu konuda günlük hayatta sıklıkla tüketilen yiyeceklerin sağlığa uygunluğu daha önemli hale gelmiştir. Bu çalışmada Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden toplanmış olan çiğ inek süt örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile AFM1 düzeyinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu araştırmada elde edilecek olan bulgular:

- Halkı korumaya dönük bilimsel araştırma bulgularına akademik destek verecektir.
- Sütlerde halk sağlığı bakımından son derece önemli olan aflatoksin M1 varlığının bölgesel karşılaştırmasına olanak sağlayacaktır.
- Güvenli gıda üretiminin önemi ve tüketici bilincinin artması, üretim ve ürün kalitesini olumlu yönde etkilemek için, sağlıklı süt ve süt ürünleri konusunda tüketiciler bilinçlendirilecektir.

3.2 Gereç

3.2.1 Örnek toplama

Bu araştırmada Mayıs 2018 ve Ağustos 2020 dönemi zarfında Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu (Adıyaman ve Şanlıurfa) (%11.4), Karadeniz (Amasya, Rize ve Zonguldak) (%18.1), Marmara (Bursa ve Sakarya) (%56.2) ve Doğu Anadolu (Elazığ and Malatya) (%14.3) bölgelerinden olmak üzere toplam 105 adet çiğ inek sütü toplanmıştır (Çizelge 3.1).

Çiğ süt örneği alınmasında Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinin 11 inci bölümündeki "Numune Alma ve Analiz Metotları" kurallarına uyulmuştur. Süt örnekleri sabah veya akşam süt sağımı sırasında randomize seçilen bir inekten ya da tüm çiftliği temsil eden çiğ süt toplama tankından toplanmıştır.

Toplanan çiğ süt örnekleri steril numune kaplarında (500 ml) ve steril taşıma koşullarında 4 °C’ de laboratuara getirilmiş ve bekletilmeden fiziko-kimyasal ve AFM1 analizi yapılmıştır.

Çizelge 3.1: Süt örnekleri dağılımı

Bölgesi	İl	İnek cinsi	Örnek sayısı (n, %)
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	Simental	7
	Şanlıurfa	Montofon ve Holstein	5
	<i>Alt toplam</i>		<i>12 (%11.4)</i>
Karadeniz	Amasya	Holstein	3
	Rize	Jersey	10
	Zonguldak	Simental ve Holstein	6
	<i>Alt toplam</i>		<i>19(%18.1)</i>
Marmara	Bursa	Holstein	4
	Sakarya	Yerli Kara Sığırı	55
	<i>Alt toplam</i>		<i>59(%56.2)</i>
Doğu Anadolu	Elazığ	Simental	5
	Malatya	Yerli Simental	10
	<i>Alt toplam</i>		<i>15(%14.3)</i>
		Genel toplam	105 (%100.0)

3.3 Yöntemler

3.3.1 Nem tayini

Çiğ süt örneklerinde kuru madde tayini TS 1018.2002 Çiğ Süt Standartı talimatları takip edilerek yapılmıştır.

Kurutma kabı ve kapağı önceden 30°C’ye ısıtılmış etüvde kurutuldu. Sonra Oda sıcaklığına gelinceye kadar desikatörde soğutuldu ve tartılarak kurutma kabının darası alındı (m_1). Homojen hale getirilmiş örnekler kurutma kabına alındı.

Kurutma kabının kapağı kapatıldı, tartılarak örneğin ağırlığı bulundu (m_2). 130°C'ta ısıtılmış etüve kurutma kabı kapağı açık olarak yerleştirilerek kurutma işlemine 1 saat 30 dakika devam edildi.

Süre sonunda kurutma kabının kapağı kapatılarak desikatöre konuldu ve oda sıcaklığına geldikten sonra tartıldı (m_3). İşleme sabit tartım alınıncaya kadar devam edildi.

Aynı örnekten iki tayin (paralel) ölçüm yapıldı. Süt örneğinin nem miktarı aşağıdaki formül kullanılarak yapıldı.

$$\% \text{ Nem} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

- m_1 : Kurutulmuş boş kurutma kabı ve kapağının ağırlığı (g)
- m_2 : Analiz örneği + kurutma kabı ve kapağının ağırlığı (g)
- m_3 : İçinde analiz örneği bulunan kurutma kabı ve kapağının kurutma işleminden sonraki ağırlığı (g)

3.3.2 Protein tayini

Çiğ süt örneklerinde protein analizi AOAC 992.15 Kjeldahl metodu talimatı izlenerek gerçekleştirildi.

Bunun için, yakma işlemine geçildi. Yakma işlemi için, süt örneğinden 1.0 ± 0.001 g tartılarak yakma tüpüne alındı. Üzerine yaklaşık 6.0 g yakma tuzu karışımı konularak %15 derişik H_2SO_4 eklendi.

Yakma tüpüne derişik H_2SO_4 ilave edilirken tüp hafifçe eğik tutulup yavaş yavaş döndürülerek, tüpün iç yüzeyine yapışan örnek ve yakma tuzu parçacıklarının tüpün dip kısmına yıkanması sağlandı.

Bu işlemlerden sonra yakma tüpü aletin yakma setine konuldu ve önce 200-250°C arasında 15-20 dakika ön yakma yapıldı. Bu işlem ile başlangıçta yanmakta olan maddelerin köpürüp taşması engellendi.

Daha sonra sıcaklık 380°C'a getirilerek asıl yakma işlemine geçildi. Asıl yakma işlemi 30-45 dakika sürdü ve başlangıçta, siyah olan ortam rengi kahverengi renge döndü. Yakma süresinin sonuna doğru karbonlu parçaların oksitlenmesi

ile karışımın rengi berraklaşarak ve uçuk sarı ile parlak yeşil arası bir renk aldı. Bu yakma işleminin tam anlamıyla bittiğini göstermediği için, karışımın berraklaşmasından sonra yakma işlemine 380°C'de en az 20-30 dakika daha devam edildi.

Yakma işlemi tamamlandıktan sonra tüpün yaklaşık 40°C'a kadar soğuması için 10-15 dakika beklenildi. Süre sonunda tüpe, iç yüzeyinden ince bir tabaka halinde akacak şekilde, yaklaşık 40 mL damıtık su ilave edildi. Bu işlem sırasında tüp yavaş yavaş döndürülerek iç yüzeyin yıkanması sağlandı ve tüp hafifçe çalkalandı.

Damıtma işlemine geçildi. İşlem esnasında ortaya çıkan amonyağı tutmak için, 300 mL'lik bir erlenmayere 50 mL %2'lik H₃BO₃ çözeltisi konuldu. Üzerine 5-6 damla karışık indikatör damlatılarak ve erlenmayer damıtma cihazının soğutucusunun altına yerleştirildi. Soğutucusunun ucu borik çözeltisinin içerisine birkaç mm girmesi sağlandı.

Bu hazırlıklardan sonra yakma tüpü damıtma cihazındaki yerine takıldı ve üzerine 75mL 40'luk NaOH çözeltisi eklenerek damıtmaya başlandı. Damıtma işlemine erlenmayer içerisindeki toplam hacim yaklaşık 150 mL oluncaya kadar devam edildi.

Son olarak, damıtma sırasında çıkan amonyak, erlenmayer içerisindeki borik asit ile birleşerek amonyum borat oluşturdu. Oluşan amonyum borat miktarı, erlenmayer içeriğinin 0.1 N H₂SO₄ çözeltisi ile titre edildi. Çözeltinin rengi açık pembe renge dönünce titrasyona son verildi.

Bu şekilde ortamda bulunan amonyum borat tekrar borik asite dönüştürülmüş oldu.

Hesaplama aşağıdaki formül kullanılarak yapıldı:

$$\% \text{ Azot Miktarı (g/100g) } = \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

$$\% \text{ Protein Miktarı } = \% \text{ Azot miktarı } \times 6.25$$

- V₁ = Esas deneme için titrasyonda harcanan 0.1 N H₂SO₄ miktarı (mL)
- V₂ = Şahit deneme için titrasyonda harcanan 0.1 N H₂SO₄ miktarı (mL)
- N = Titrasyonda kullanılan H₂SO₄ çözeltisinin kesin normalitesi
- Ö = Örnek miktarı (g)

3.3.3 Yağ tayini

Çiğ süt örneklerinde yağ analizi TS ISO 2446 Milk — Determination of fat content yöntemi uygulanarak yapıldı.

Süt örneği uygun şekilde karıştırılarak homojen hale getirildi. Kaymak bağlamışsa 40°C ye kadar ısıtılıp karıştırıldı ve 20°C'ye kadar soğutuldu. Cam bagetle karıştırılarak homojen bir sıvı haline getirildi.

Bütirometrenin içerisine 10 mL sülfürik asit konularak, asit çözeltisi bütirometreye konurken bütirometrenin boyun kısmına bulaşma olmamasına ve içerisinde hava kabarcıkları kalmamasına dikkat edildi. Üzerine 11 mL örnek yavaşça ve iç yüzeyden konuldu. Örneğin eklenmesi esansında bütirometrenin boğaz kısmına bulaşma olmamasına, örneğin asit ile karışmadan ayrı bir tabaka halinde kalmasına ve birleşme hattında kahverengi bir halka oluşmamasına dikkat edildi. Bütirometreye son olarak 1 mL amil alkol eklenerek, tıpası kapatıldı ve amil alkolün ortamı berraklaştırması sağlandı.

Bütirometre alt-üst edilerek, asidin örneği yakıldı. Örneğin rengi tamamen kahverengiye dönene kadar çalkalama işlemine devam edildi ve süttteki yağın serbest duruma geçmesi sağlandı. Bütirometre sıcaksa hemen, eğer henüz ısınmamışsa 68°C'deki su banyosunda taksimatlı kısmı yukarı gelecek şekilde 5 dakika bekletildikten sonra, yine aynı şekilde santrifüje karşılıklı olarak yerleştirildi.

Bütirometre 1200 devir/dakika hızla çalışan santrifüjde 5 dakika santrifüj edilerek, yağın bütirometrenin taksimatlı kısmında toplanması sağlandı ve bütirometrenin lastik tıpası ile oynamak suretiyle yağın alt düzeyinin "0" (sıfır) çizgisine gelmesi sağlandı.

Devamında, bütirometrenin skalası üzerinde yağın üst düzeyi okunarak, örneğin % yağ miktarı belirlendi. Okunan yağ yüzdesi 100 g örnekteki gram yağ vermiştir.

3.3.4 pH tayini

Çiğ süt örneklerinin pH değeri dijital pH-metre yardımı ile belirlenmiştir. Ölçümlerde WTW pH 315 (Weilheim, Almanya) dijital pH metre kullanılmış, pH ölçümü AOAC 981.12 talimatları takip edilerek gerçekleştirilmiştir.

3.4 AFM1 tayini

Çiğ süt örneklerinde AFM1 tayini AOAC 2000.8, TS EN ISO 14501 Aflatoksin M₁ Tayini HPLC metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (TS EN ISO 14501; AOAC Official Method 2000.08, 2005; Dragacci, Grosso ve Gilbert, 2001). Aflatoksin M1 analizi, immunoaffinity kolon (IAC) ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) kullanılarak yapılmıştır. Aflatoksin standartlarının hazırlanmasında stok standartlar kullanılmıştır.

Süt numunesi 37°C'ye ısıtılıp, yağın uzaklaştırılması için Whatman No: 4 filtre kağıdından süzüldü (süzme işlemi yapılamıyorsa 4000 dev/dakikada 15 dakika santrifüj edilip süzülür).

Süzülen sütün 50 mL' si immünoafinite kolondan geçirilmiştir (3 mL/dakika), 20 mL saf su ile kolon yıkandı (1-2 damla/saniye). Bunu takiben kolondan hava geçirilerek kolondaki sıvı tamamen giderildi.

Daha sonra 1.25 mL metanol:asetonitril (20:30) kolondan geçirilerek vialde toplandı. Ardından 1.25 mL saf su kolondan geçirilerek aynı vialde toplandı. Vial içeriğinin karışması için 1 dakika tüp karıştırıcı ile çalkalandı. Hazırlanan vial içeriğinden 100 µL HPLC' ye enjekte edildi.

Aşağıdaki HPLC şartları kullanılarak örneklerdeki mevcut AFM1' in ayrılması sağlanmıştır.

HPLC kolonu : Partikül çapı: 5 µm ve Boyutları: 250x4.6 mm

Floresans dedektör : Eksitasyon dalga boyu aralığı: 360 nm ve emisyon dalga boyu aralığı: 430 nm

Kolon Sıcaklığı : 25 °C

Akış hızı : 1 mL/dak

Enjeksiyon miktarı : 100 µL

100 µL örnekten belirlenen konsantrasyon aşağıdaki formüle yerleştirilerek, numunedeki aflatoksin M1 miktarı (µg/kg) hesaplanmıştır:

$$\text{Aflatoksin } (\mu\text{g/kg}) = \frac{\text{Miktar (ng/100}\mu\text{l)}}{\frac{\text{Numune Miktarı (ml) x 100}\mu\text{l HPLC Enjeksiyonu}}{2500 \mu\text{l Vial İçeriği}}}$$

3.5 İstatistik Analiz

Çiğ süt örneklerinde aflatoksin M1 seviyelerinin karşılaştırması ve aralarında anlamlı bir korelasyon olup olmadığı istatistiksel olarak $P < 0.05$ anlamlılık düzeyinde bağımsız örnekler t-testi ile analiz edilmiştir. İstatistiksel analizlerde SPSS 19 (Statistical Program for Social Sciences) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Fiziko-kimyasal Bulgular

Süt çiftliklerinden toplanan çiğ inek sütü örneklerinin nem ve pH olmak üzere iki farklı fiziksel parametreleri ölçülmüştür. Bulgular Çizelge 4.1’de ortalama biçimde sunulmuştur.

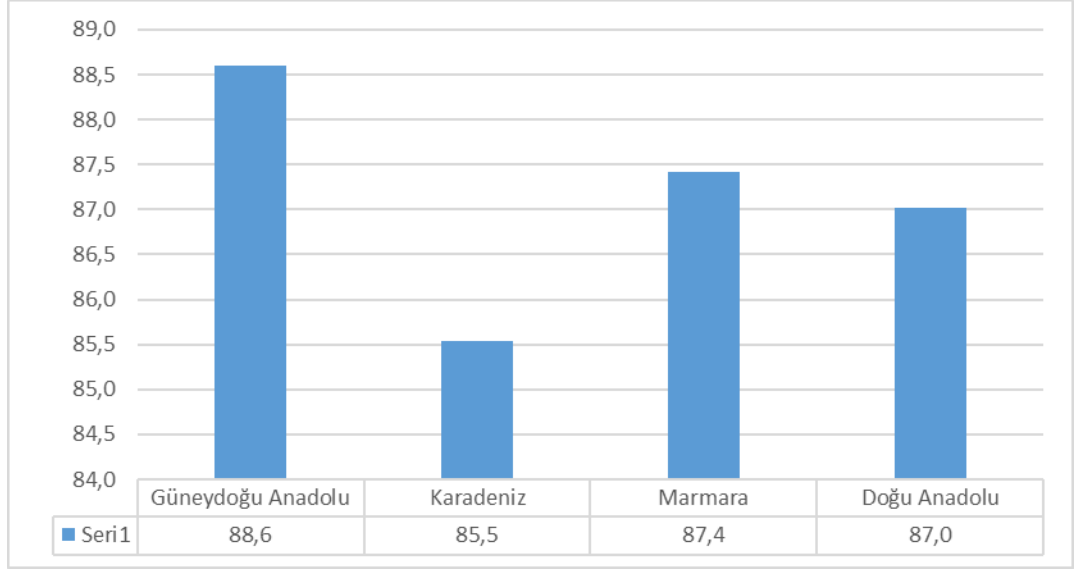
Çizelge 4.1: Ortalama fiziko-kimyasal bulgular

Bölge	Nem (%)	Ss ±	Protein (g/100 ml)	Ss±	Yağ (g/100 ml)	Ss±	pH	Ss ±
Güneydoğu Anadolu	88,6	1,4	3,3	0,3	3,1	1	6,7	0,1
Karadeniz	85,5	1	3,8	0,4	5,3	1	6,6	0,2
Marmara	87,4	1	3,5	0,4	3,9	0,7	6,5	0,4
Doğu Anadolu	87,0	3,4	3,8	0,7	4,4	3,2	6,6	0,5
Ortalama/Ss±	87,2	2,0	3,6	0,5	4,1	1,7	6,5	0,4

4.1.1 Nem Bulguları

İncelemeye alınan çiğ süt örneklerinde nem değeri ortalaması %87.2±2.0 (maksimum %90.7 ve minimum %75.0) tespit edilmiştir.

Bölgelere göre, incelenen çiğ süt örneklerinden nem değeri ortalaması ise sırasıyla; Güneydoğu Anadolu Bölgesi %88.6±1.4, Doğu Anadolu Bölgesi %87.0±3.4, Marmara Bölgesi %87.4±1.0 ve Karadeniz Bölgesi %85.5±1.0 olarak bulunmuştur (Şekil 4.1).

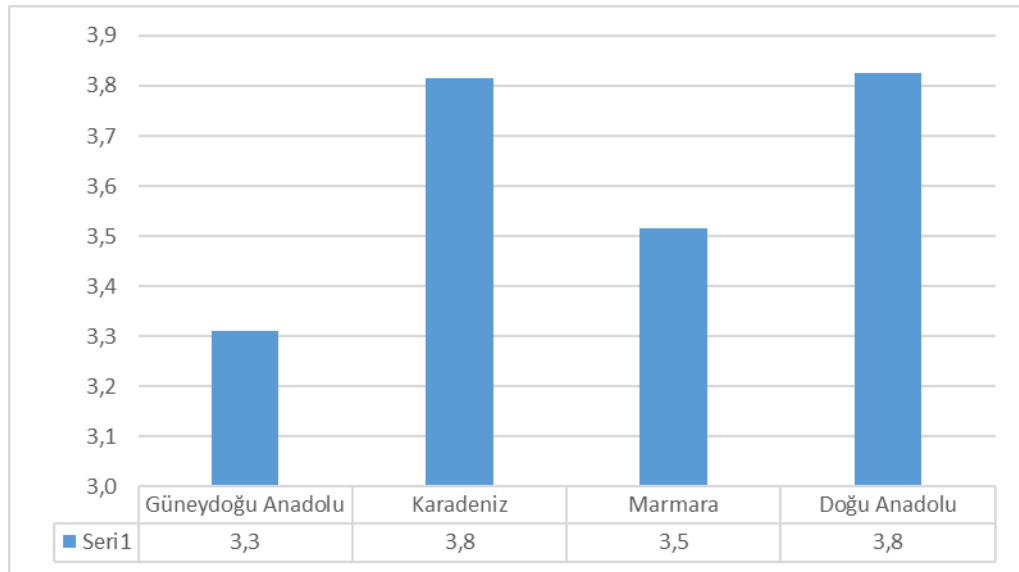


Şekil 4.1: Nem bulguları (%)

4.1.2 Protein bulguları

İncelemeye alınan çiğ süt örneklerinde protein değeri ortalaması 3.6 ± 0.5 g/100 ml (maksimum 4.5 g/100 ml ve minimum 2.7 g/100 ml) tespit edilmiştir.

Bölgelere göre, incelenen çiğ süt örneklerinden protein değeri ortalaması ise sırasıyla; Güneydoğu Anadolu Bölgesi 3.3 ± 0.3 g/100 ml, Doğu Anadolu Bölgesi 3.8 ± 0.7 g/100 ml, Marmara Bölgesi 3.5 ± 0.4 g/100 ml ve Karadeniz Bölgesi 3.85 ± 0.4 g/100 ml olarak bulunmuştur (Şekil 4.2).

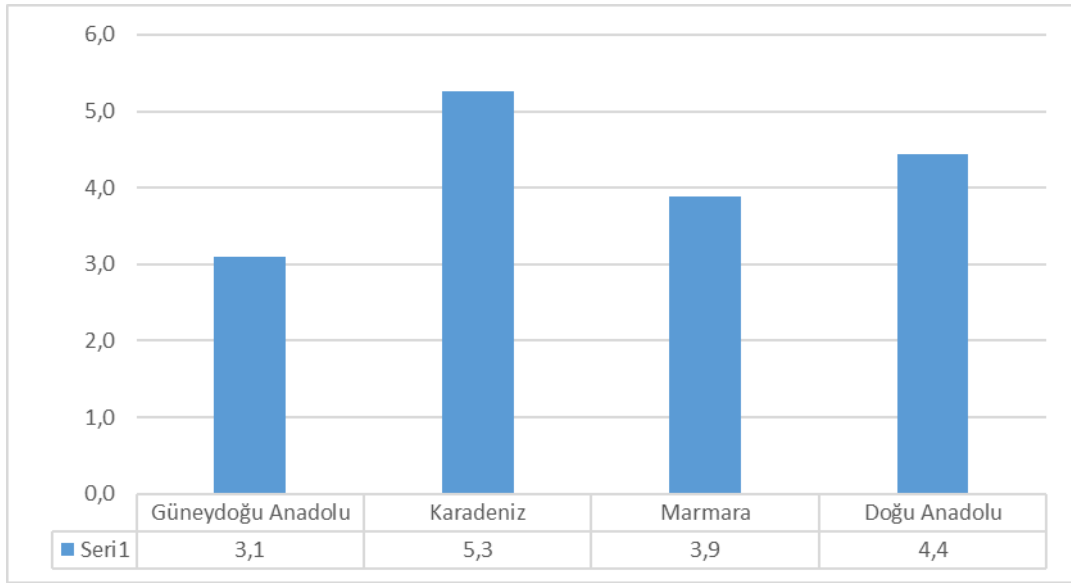


Şekil 4.2: Protein bulguları (g/100 ml çiğ süt)

4.1.3 Yağ bulguları

İncelemeye alınan çiğ süt örneklerinde yağ değeri ortalaması 4.1 ± 1.7 g/100 ml (maksimum 6.5 g/100 ml ve minimum 2.0 g/100 ml) tespit edilmiştir.

Bölgelere göre, incelenen çiğ süt örneklerinden yağ değeri ortalaması ise sırasıyla; Güneydoğu Anadolu Bölgesi 3.1 ± 1.0 g/100 ml, Doğu Anadolu Bölgesi 4.4 ± 3.2 g/100 ml, Marmara Bölgesi 3.9 ± 0.7 g/100 ml ve Karadeniz Bölgesi 5.3 ± 1.0 g/100 ml olarak bulunmuştur (Şekil 4.3).

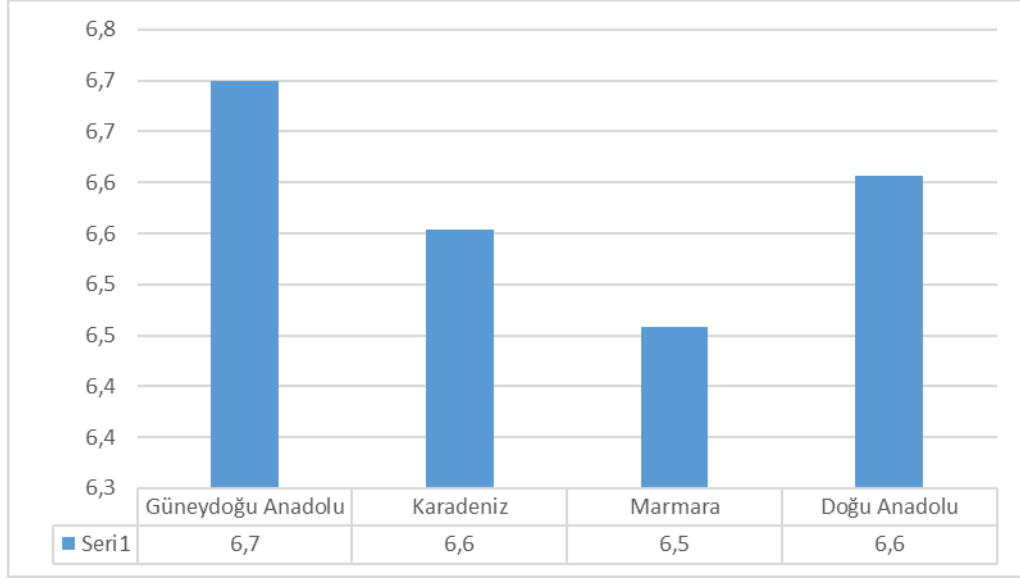


Şekil 4.3: Yağ bulguları (g/100 ml çiğ süt)

4.1.4 pH bulguları

İncelemeye alınan çiğ süt örneklerinde pH değeri ortalaması 6.5 ± 0.4 (maksimum 6.88 ve minimum 5.02) tespit edilmiştir.

Bölgelere göre, incelenen çiğ süt örneklerinden pH değeri ortalaması ise sırasıyla; Güneydoğu Anadolu Bölgesi 6.7 ± 0.1 , Doğu Anadolu Bölgesi 6.6 ± 0.5 , Marmara Bölgesi 6.5 ± 0.4 ve Karadeniz Bölgesi 6.6 ± 0.2 olarak bulunmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: pH bulguları

4.2 AFM1 Bulguları

Toplanan çiğ inek sütü örneklerinin AFM1 seviyeleri HPLC yöntemi ile incelenmiştir. Bulgular Çizelge 4.2’de ortalama biçimde sunulmuştur.

İncelenen süt örneklerinde ortalama AFM1 seviyesi 0.024 ± 0.012 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak tespit edilmiştir. Toplam 105 adet süt örneğinin %10.5’i (n=11) AFM1 pozitif sonuç vermiştir.

Bölgelere göre ise, Güneydoğu Anadolu bölgesinden toplanan sütlerin %2.9’u 0.017 ± 0.005 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve Doğu Anadolu bölgesi %7.6’sı 0.026 ± 0.013 $\mu\text{g}/\text{kg}$ AFM1 pozitif çıkarken, Karadeniz ve Marmara bölgelerinden alınan örneklerde AFM1 belirlenmemiştir.

AFM1 pozitif çıkan bölgelerdeki sütlerin ortalama değerleri üst sınır olan 0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ değerinin altında kalmıştır.

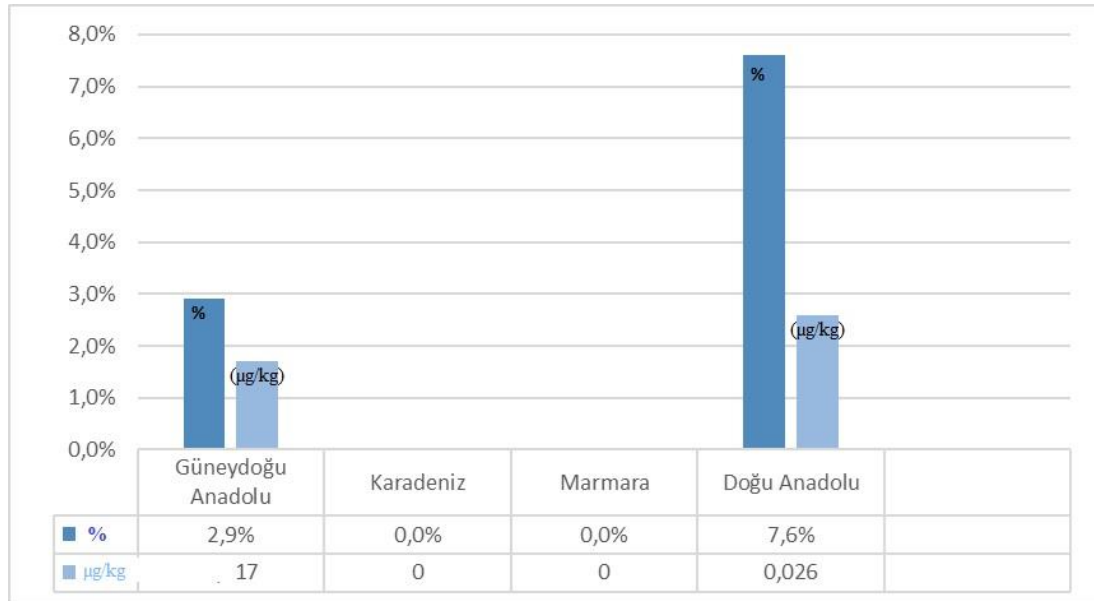
AF pozitif örneklere ait bulgular Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de; AF pozitif örneklere ait HPLC kromatogramlar ise Ek’te sunulmaktadır.

Çizgele 4.2: Ortalama AFM1 bulguları

Bölgesi	İl	Sığır cinsi	Örnek sayısı (n)	AFM ₁ pozitif örnek sayısı (n)	LoD/LoQ* (Ort.±Ss, µg/kg)
	Adıyaman	Simental	7	3	0.017±0.005
Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	Montofon ve Holstein	5	0	Tespit edilemedi
		Ort. ±Ss.	12 (%11.4)	3 (%2.9)	0.017±0.005
	Amasya	Holstein	3	0	Tespit edilemedi
Karadeniz	Rize	Jersey	10	0	Tespit edilemedi
	Zonguldak	Simental ve Holstein	4	0	Tespit edilemedi
		Ort. ±Ss.	19 (%18.1)	0	-
	Bursa	Holstein	4	0	Tespit edilemedi
Marmara	Sakarya	Yerli Kara Sığırı	55	0	Tespit edilemedi
		Ort. ±Ss.	59 (%56.2)	0	-
	Elazığ	Simental	5	3	0.024±0.018
Doğu Anadolu	Malatya	Yerli Simental	10	5	0.027±0.011
		Ort. ±Ss.	15 (%14.3)	8 (%7.6)	0.026±0.013
Toplam			105 (%100.0)	11 (%10.5)	0.024±0.012

Çizgele 4.3: AFM1 pozitif örneklere ait bulgular

Bölgesi	İl	AFM1 seviyesi ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	0.013
		0.017
		0.022
Doğu Anadolu	Elazığ	0.011
		0.017
		0.045
Doğu Anadolu	Malatya	0.017
		0.021
		0.022
		0.028
		0.047



Şekil 4.5: AFM1 genel bulgular

4.3 İstatistik Bulgular

Toplanan süt örneklerinin fizikokimyasal (nem, pH, protein ve süt yağı) ile AFM1 seviyelerini betimsel frekans değerleri ile aralarında anlamlı bir ilişki olup olmadığına bağımsız t-testi ile bakılmıştır. İstatistik analiz SPSS 19 programı kullanılarak yapılmıştır ($p>0.05$). Buna göre, parametre grupları arasında istastiksel bakımdan anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye'in farklı coğrafi bölgelerinden toplanan çiğ inek sütü örneklerinin bazı fiziko-kimyasal (pH, nem, protein ve yağ) özellikleri ile bu örneklerdeki AFM1 varlığı incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, toplanan sütlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından kalite kriterlerine uydukları ve AFM1 düzeyi bakımından kritik değerin altında buldukları tespit edilmiştir.

Süt ve süt ürünleri tarih öncesi dönemlerden bu yana insan beslenmesinde önemli bir yer sahip olmuştur. Bu bakımdan, insalık sütü doğanın sunduğu tam ve tek besin maddesi olarak tanımlanmıştır. Sütün yüksek besleyici özelliği yanında insan fizyolojisi ve metabolizması bakımından büyüme, enerji kaynağı, çoğalma, yapıcı, onarıcı ve lezzet verici diğer pek çok niteliği bulunmaktadır (Dortey vd, 2020). Tüm bu özellikleri sütü incelemeye değer bir olgu kılmaktadır.

Dünya süt üretimi 2020 yılı itibariyle toplam 860 milyon ton olup, 2019 yılına göre %1.4 artış göstermiştir. Artışın başlıca sebepleri ise çiftlik ve hayvan sayısı ile verimlilikte yaşanan artışlardır. Durum Türkiye için de geçerlidir. FAO istatistiklerine göre, Türkiye'nin toplam süt üretimi 2019 yılı sonunda 21.530 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2020).

Türkiye, Avrupa'nın üçüncü ve dünyanın ise sekizinci en büyük süt üreticisidir. Ülkemizde üretilen süt miktarının yaklaşık yarısı inek sütüdür. Bu miktarın önemli kısmı süt ürünleri sektörüne verilirken, kalan kısmı doğrudan yerel halka satılmaktadır (IDF, 2019).

Türkiye süt ve süt ürünleri sektörü toplam tarım ve hayvancılık sektörünün %18'ine karşılık gelmektedir. Süt çiftliklerinin ekseriyeti (%50) on ya da daha az sayıda hayvan içerir (Kırdar, 2017).

Süt, mikroorganizmaların varlıkları açısından uygun bir ortamdır. Sütte olan mikroorganizmalar arasında patojen, bozulmaya sebep olan ve bazı faydalı mikroorganizmalar (laktik asit bakterileri) bulunur. Özetle, süt

mikroflorasındaki mikroorganizmaların insan sağlığına doğrudan ya da dolaylı zararları ve faydaları olabilir. Her ne kadar süt mikroorganizmalar (bakteriler, virüsler, maya ve küfler) açısından zengin bir yelpaze sunmakla birlikte, araştırmacılar özellikle bakteriler üzerinde daha fazla odaklanmıştır (Boor vd., 2017).

Spor germinasyonu ve dış koşullar mikrobiyal bozulma sebebidir. Bunlar da ısıli işlem görmüş gıdaların stabilitesini belirleyen temel faktörlerdir. Gıdanın bozulması, tekstürde ve kokudaki değişiklikler, pH varyasyonu ve gaz oluşumu ile anlaşılır ve özellikle mikroorganizmanın türüne ve gıda matrisine bağlı olarak farklılık gösterir (André, Vallaeyss ve Planchon, 2017; Rodrigues vd., 2017).

İnsan diyetinin önemli unsurlarından olan süt ve süt ürünlerinin kalitesi ve raf ömrü, süt işlenmeye başlamadan önce, psikrotrofik bakterilerin ürettikleri ısıya dayanıklı enzimlerin faaliyetinden kaynaklanan lezzet, koku ve görsel kusurlara bağlıdır (Techer, Baron ve Jan, 2014).

Mikrobiyal bozulma yapan organizmaların kaynakları ise süt hayvanlarının buldukları çiftlikteki farklı çapraz bulaşmalardır. Bu duruma karşılık süt pastörize edilir. Pastörizasyonun gerekçesi ise patojen organizmaların süt ve ürünlerinde canlı kalarak sağlık anlamında oluşturacakları riski engellemektir. Ancak, yetersiz ve kusurlu pastörizasyon sütte var olan tüm patojen mikroorganizmaları öldürmeyecektir (Oliver, Jayarao ve Almeida, 2005).

Süt ve süt ürünleri endüstrisinin kalite ve sağlık kaygılarından birisi de aerobik spor oluşturan organizmalardır. Bu tür organizmalar ısıya dayanıklı enzimler üretirler. Son üründe spor varlığı ise gıda tebliğince istenmeyen durumlara ya da uygunsuzluklara yol açar (Sadiq vd, 2018).

Tam tersi biçimde, vejetatif bakteriler de pastörizasyona rağmen hayatta kalabilirler ve sonuç olarak toksin üretir ya da bozulmaya sebep olurlar (Porcellato vd., 2021).

Buna örnek olarak, süt ve süt ürünlerinden kaynaklı 2000-2008 yılları arasında bazı salgınların olduğu bildirilmiştir. Bu salgınlarda insanlar hayatını kaybetmiş, hastanede tedavi görmüştür. Yeterince pastörüze edilmemiş süt salgınların temel sebebidir (Oliver vd., 2009; Barbano, 2017).

Süt ve süt ürünlerinin hijyenik durumunun takibi ve yeterli önlemlerin alınmasının insan sağlığı açısından taşıdığı anlam büyüktür. Bu sebeple, hızlı analiz tekniklerinin çiğ süttten başlayarak her aşamada uygulanması, hassas, güvenilir, düşük maliyetli ve kullanımı kolay cihazlar her zaman önerilmektedir (Poghossian, Geissler ve Schöning, 2019).

Sütün nem içeriği yüksektir (a_w 0.99) ve pH değeri genellikle 6.3–6.6 arasında değişir. Bu iki koşul ise farklı Gram pozitif ve negatif organizmaların yaşamaları ve gelişmeleri için ideal şartların uygun olduğu anlamına gelir. Diğer gıdalardan farklı olarak, sütün doğal yapısında bazı antimikrobiyal maddeler de vardır. Bu maddelerin temel görevi bozulmaya yol açan bakterilerin aktivasyonunu engelleyebilmektir. Enzim olan antimikrobiyal bileşiklerden bazıları laktoferrin, konglutinin, lizozim ve laktoperoksidaz sistemidir. Örneğin, konglutinin Gram negatif bakterileri (*Pseudomonas* spp) inhibe eder. Laktoperoksidaz sistemi Gram negatif ve pozitif organizmaların (*Clostridium*, *Arthrobacter*, *Microbacterium*, *Streptococcus* ve *Corynebacterium*) çiğ sütte belirli bir süre aktivasyonunu engelleyebilir. Bu antimikrobiyal maddelere rağmen, seviyeleri bozulma oluşumunu önlemek için yeterli değildir (Eskin, 1990; Benner, 2014).

Bakterilerden başka mayalar ve küfler de sütte bulunmaktadır. Ancak, bu iki tür bakterilere göre araştırmacıların daha az ilgisini çekmiştir (Holzapfel, Todorov ve Cogan, 2020).

Aflatoksinler temel olarak *Aspergillus* türleri tarafından üretilmektedir. *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nomius* gibi yaygın türlerin metaboliti olarak üretilen aflatoksinler ciddi toksik mikotoksinlerdir. Bu organizmalar genel olarak tarımsal ürünleri kontamine etmektedirler. Genel metabolitler, aflatoksin B1, aflatoksin B2, aflatoksin G1 ve aflatoksin G2 olup aflatoksin B1 ve aflatoksin B2 ile kontamine olmuş yemle beslenen hayvanlar tarafından metabolize edilerek aflatoksin M1 ve aflatoksin M2 olarak süt ürünlerine aktarılmış olur (Creppy, 2002; Hassan ve Kassaify, 2014).

Aflatoksin B1'in aflatoksin M1'e dönüşmesi genellikle bir detoksifikasyon işlemi olarak kabul edilir ve aflatoksin M1 sadece hayvanlar tarafından metabolize edilmesiyle oluşmaktadır. Aflatoksin B1'in hidroksillenmiş metaboliti olarak da ifade edilen aflatoksin M1, kontamine yemle beslenmiş süt

hayvanlarının sütünde ve bu sütle üretilen diğer süt ürünlerinde bulunabilmektedir (Prandini vd., 2009). Metabolize etme kapasitesinin üzerinde aflatoksin B1 ile kontamine yem tüketen hayvanların sütünde aflatoksin M1'in yanı sıra aflatoksin B1 de bulunabilmektedir. (Gurbay vd., 2010).

Süt ve süt ürünlerinde mikotoksin bulaş kaynağı dolaylı kontaminasyondur. Süt hayvanlarının kontamine yem ile beslenmesinden sonraki 24 saat ile 2-3 gün boyunca sütünde aflatoksin M1 bulunduğu ve akabinde kontamine olmayan yem ile beslenmeye geçilince 2 ila 3 gün içinde sütte Aflatoksin M1 düzeyinin tekrar sıfır düzeyine döndüğü bildirilmiştir (Hassan ve Kassaiyfy, 2009).

Süt hayvanlarının hayvan yemiyle beslendiği soğuk mevsimlerdeki Aflatoksin M1 düzeyi yeşil yapraklı besinlerle beslendiği sıcak mevsimlere göre daha yüksek konsantrasyonda olduğu bildirilmiştir (Decastelli vd., 2006).

Süt ürünlerine aflatoksin M1'in doğrudan kontaminasyonu ise, süt ürünlerinin doğrudan teması ile olmaktadır. Bu durum, fermentasyon için kullanılan küflerin gelişimindeki hatalar veya istenmeyen küflerin aşırı gelişimi sonucu oluşabilmektedir. Aflatoksin M1 ile kontamine olmuş süt ile üretilen peynirde toksinin pıhtıya geçtiği bildirilmiştir (Manetta vd., 2009).

Süt ve süt ürünleri sektörü için çiğ sütün mikotoksin içermemesi önemlidir. Bunu sağlamak için hayvanın beslenmesi aşamasından başlayarak toplama merkezlerine ulaştırılması aşamasına kadar geçen süreçte hijyen kurallarına uymalı ve de ineklerin rasyonlarının kalitesi belirlenmelidir (Kondal, 2019).

Bazı fungus türlerinin tarım ürünleri üzerinde ürettikleri mikotoksinler, toksik, mutajenik veya kanserojen olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, tehlikeli fungus türü ve doğal olarak salgıladığı toksinler halkın sağlığını ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Bu tehlikeli metabolitler arasında halkın sağlığını olumsuz etkileyenlerden en önemlileri aflatoksinlerdir (Belli vd., 2016). Bu çalışmada, önemli bir besin maddesi olan çiğ inek sütünde AFM1 varlığı incelenmiştir.

Aflatoksin kaynaklı sağlık sorunlarına insanlar ve hayvanlarda rastlanmaktadır. Bu bağlamda, ilk önemli olay 1961 yılında İngiltere'de görülen "turkey X" hastalığı olup, yaklaşık yüz bin hayvanın telef olmasına yol açmıştır.

Hayvanların ölümünden aflatoksin içeren fıstık kökenli yemin yol açtığı anlaşılmıştır (Filazi ve Sireli, 2013).

Tüm dünyada insan beslenmesinde en önemli besin maddelerinden olan süt ve süt ürünlerinde aflatoksin varlığının belirli bir limiti geçmeyecek biçimde düzenlenmesi gerekliliği görülmüştür. ABD otoriteleri, insanların tüketim amaçlı kullanacakları sütteki üst sınırı aflatoksin seviyesinin 0,50 µg/kg olarak belirlerken, AB ve TGK ise insani tüketim amaçlı kullanılacak sütlerde üst sınırın 0,05 µg/kg'ı aşmamasını, infant mamalarında ise bu değerin yarısı şartını getirmişlerdir. (Ismail vd., 2016; Yıldırım ve Macun, 2018).

Araştırmalar, süt sığırlarının tükettikleri yemlerin %1 ila %6 arasında AFB1 pozitif olduklarını ya da ortalama %2.5 AFB1 prevalansı olduğunu belirtmektedir (Magen ve Olsen, 2004; Driehuis vd., 2010). Aflatoksin bulaşmasının önemli yönü, bu mikotoksinin yemde veya besin maddesinden kolaylıkla elenememesidir. Süt sığırının tükettiği yem ile alınan AFB1 mikotoksinin yaklaşık 12 ila 24 saat içinde inek sütünde AFM1 olarak görüldüğü bilinmektedir (IDF, 2016).

Bu çalışmada, incelenen çiğ inek sütlerindeki AFM1 seviyesinin düşük tespit edilmesi ve örneklerin %89.5'inin temiz olmasının temel sebepleri değerlendirildiğinde süt üretiminde kullanılan hayvansal yemlerin kaliteli olduğu ve üreticinin çok daha bilinçlendiğinin anlaşıldığı söylenebilir.

Ulusal ve uluslararası otoriteler süt ve süt ürünlerinde olması gereken maksimum AFM1 düzeyini sınırlandırmışlardır. Üst limitler ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Farklılığın asıl nedeni ise ülkelerin farklı sosyo ekonomik durumları ile diğer üretim koşullarından kaynaklanmaktadır. AFM1 aralığı 0.1 µg/kg'dan 1.0 µg/kg'a uzanan geniş bir aralıktadır. Türkiye'de bu sınır değer 0.05 ila 1.0 µg/kg olarak belirlenmiştir. AB, Avusturya, Fransa, İsviçre, Çekya, Arjantin ve Honduras ise Türkiye ile aynı eşik değeri kabul etmişlerdir. Diğer taraftan, ABD, Bulgaristan ve İran maksimum değeri 0.50 ila 1.0 µg/kg, Nijerya'da 1.0 µg/kg ve Mısır'da ise 1.0 µg/kg'dır. Bu çalışmada, incelenen süt örneklerinin TGK'ne göre üst sınırları aşmadığı ve adları zikredilen bazı ülkelerin kabul ettikleri 1.0 µg/kg mertebesinde belirlendiği görülmüştür.

Aflatoksin, tüm dünyada önemli bir sağlık ve gıda güvenliği sorunudur. Bu sebepleri iki dönem şeklinde izlenmesi gerekmektedir. Örneğin, İtalya’da yapılan bir çalışmada, inek sütünde AFM1 düzeyini 0,005 ila 0,025 µg/kg ya da bir diğer ifadeyle AB üst sınır değeri olan 0,050 µg/kg’ın altında olduğu belirlenmiştir. İncelenen örneklerde en yüksek AFM1 varlığına Şubat ve Kasım aylarında rastlanıldığı rapor edilmiştir (Schirone vd., 2015).

Güney Asya ülkelerinden Pakistan’da 0,252 µg/kg sonucu iletilmiştir. Pakistan’dan bir diğer araştırma bulgusu ise, AFM1 frekansının en yüksek 0,875 µg/kg ortalama ile kışın görüldüğünü göstermiştir. Kış ayını, sırasıyla, 0,751 µg/kg ile sonbahar, 0,654 µg/kg ile ilkbahar ve 0,455 µg/kg ile yaz ayları takip etmiştir (Akbar vd., 2019).

İran’da ise AFM1 frekansının inek sütlerinde 0.039 ila 0.057 µg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Iqbal vd., 2015).

Dünyanın en kalabalık nüfusuna sahip ülkelerinden birisi olan Hindistan’da yapılan bir çalışmada, kentlerde ve yarı-kentleşmiş bölgelerden alınan sütlerde kırsal kesimlere göre daha yüksek düzeyde AFM1 olduğu bildirilmiştir (Nile, Park ve Khobragade, 2016).

Sırbistan’da gerçekleştirilen bir çalışmada, AFM1 seviyesi ortalama 0,23 µg /kg tespit edilmiştir. Ancak, bazı örneklerin AB limit değerlerini geçtiği ve oldukça yüksek olduğuna dikkat çekilmiştir. Örneğin, en yüksek seviye 0.864 µg/kg bulunmuştur (Polovinski vd., 2016; Milićević vd., 2017).

Brezilya’da ise, çiğ inek sütlerinden AFM1 varlığının ülke resmi otoritesinin belirlediği üst sınır 0,50 µg/kg’ın üzerinde çıktığı rapor edilmiştir (Gonçalves vd., 2017). Yine, Brezilya’da yapılan bir diğer inceleme de , 2017 yılında yaz ve kış aylarında toplanan sütlerde AFM1 düzeylerinin mevsimsel olarak değişmediği bildirilmiştir (Venancio vd., 2019).

Yurtdışında özellikle sütlerde AFM1 varlığı taramaya dönük olan araştırmalar Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1: Dünyada süt ve ürünlerinden AFM1 varlığını saptamaya dönük araştırmalar ve yöntemler

Araştırmacı(lar)	Ülke	İncelenen ürünler	Yöntem(ler)	AFM1 düzeyi (ng/kg)
Kim vd. (2020)	Kore	Pastörize süt, bebek formülü, süt tozu ve yoğurttaki	Elisa ve HPLC	Elisa; 18 ila 29 pg/g, HPLC; 31 ila 221 pg/g
Srivastava vd. (2001)	Kuveyt	Yoğurt, bebek mamaları, süt tozu	HPLC	0.2 µg/l)
Atanda vd. (2007)	Nijerya	İnek sütü, dondurma	TLC	4.0 µg/l
Torkar ve Vengušt (2008)	Slovenya	Süt, peynir	Elisa	50 ng/kg
Polovinski vd., (2009)	Sırbistan	Süt	TLC	0.0125-0.05 µg/kg
Cano-Sancho vd. (2010)	İspanya	Anne sütü	Elisa	5.1 ila 10.6 ng/L
Galvano vd. (2010)	İtalya	Süt	HPLC	1 ng/l ila 23.5 ng/l
Rubio vd. (2011)	İspanya	Süt	Elisa	<5 ng/kg
Ishikawa vd. (2016)	Brezilya	Anne sütü ve süt tozu	HPLC	0.003 ng/g ila 0.011 ng/g
Omar (2016)	İtalya	Çiğ ve pastörize süt	HPLC	%23'ü <500 ng/kg
Hashemi (2016)	İran	Çiğ süt	Elisa	21.31 ng/L
Bogalho vd. (2018)	Portekiz	Anne sütü	Elisa	5.1 ila 10.6 ng/L
Rahmani vd. (2018)	Orta Doğu Ülkeleri (İran, Suriye, Mısır, Türkiye, Filistin, Lübnan ve Suudi Arabistan)	Çiğ süt	Elisa ve HPLC	60.37 ng/kg ortalama
Awaisheh vd. (2019)	Ürdün	Bebek süt ikame maması	Elisa	69.93 ila 84.78 ng/kg
Akbar vd. (2019)	Pakistan	Çiğ süt	Elisa	0.3 ila 1.0 µg/L.
Peña-Rodas vd. (2020)	Nikaragua ve El Salvador	Peynir	Ticari kit	0.021 ila 0.076 µg/kg,

Çin ve Tayland'dan sunulan raporlar da mevcuttur. Bu çalışmalara göre, AFM1 seviyesi Çin'de 0.04–0.16 µg/kg aralığında değişirken, Tayland'da ise en yüksek 0,114 µg/kg tespit edilmiştir (Iqbal vd., 2015).

Benzer şekilde, Kenya'da yapılan bir inceleme, inek sütlerinin %66,4'ünün AB üst sınırı üzerinde AFM1 içerdiğini göstermiştir (Kuboka vd., 2019).

Ürdün'de ise, taze sütlerin %66'sının AB ve ABD üst sınır değerlerinin üzerinde AFM1 ile bulaş oldukları görülmüştür (Omar, 2016).

Türkiye'de sütlerde yapılan AFM1 varlığını taramaya dönük olan araştırmalar Çizelge 5.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.2: Türkiye'de süt ve ürünlerinden AFM1 varlığını saptamaya dönük araştırmalar ve yöntemler

Araştırmacı(lar)	Şehir	İncelenen ürünler	Yöntem	AFM1 seviyesi
Deveci ve Sezgin (2005)	Ankara	Süt tozu	HPLC	0.535 ve 0.705 µg/kg
Özsunar (2005)	Trakya	Çiğ süt	Elisa	0.001-0.068 µg/l
Kantemir (2007)	Van	Çiğ ve UHT süt	Elisa	% 24.99 ve (% 17.30'u > 0.05
Delialioğlu vd. (2010)	Mersin	Çiğ süt	HPLC	0.0021 ila 0.8666 µg/l
Baydar (2017)	Ankara	Bebek maması	Elisa	36.5 µg/kg
Kızıl vd. (2017)	Elazığ	Çiğ ve UHT süt	HPLC	0.005 – 0.23 µg/kg
Eker vd. (2019)	Çanakkale	Çiğ süt	Elisa	5.14 ila 78.69 ng/kg
Yeşil vd.(2019)	Diyarbakır	Süt	Elisa	50 ila 595.31 ng/kg

AFM1 aynı zamanda Türkiye'deki araştırmacıların odaklandıkları gıda güvenliği konularının başında gelmektedir. TGK, AFM1 için yetişkinlerde süt ve süt ürünlerinde 0,05 µg/kg üst limit koymuştur. Bu bağlamda, Kırıkkale'de yapılan bir incelemede, incelenen inek sütlerinin AFM1 pozitif oldukları ancak tespit edilen değerlerin üst sınır değeri aşmadıklarını göstermiştir. Aynı araştırmada, süt ineğinin beslenmesinde kullanılan rasyonların %3.25'inin AFB1 içerdikleri bildirilmiştir (Yildirim ve Macun, 2018).

Burdur ilimizdeki bir diğer araştırma ise, taranan inek sütlerinin %45'inin AFM1 pozitif sonuç verdiklerini raporlamıştır. Benzer şekilde, Kayseri ilinde yürütölen bir diğer inceleme de ise, toplanan çiğ inek sütlerinin %70'inin TGK ve AB üst değerini açan düzeyde AFM1 içerdiklerini ortaya koymuştur (Baldu, Koç ve Uraz, 2011).

Sakarya ve şanlıurfa'daki çalışmalar ise AFM1 frekansını sırasıyla %61,5 ve %55 olarak bildirmişlerdir. Ancak, tüm sütlerin yasal sınırın altında AFM1 içediği görölmüştür (Oztürk Yılmaz ve Altıncı, 2019). Temamoğulları ve Kanici (2013) ise Adapazarı iline ait iki farklı bölgede yerleşik olan süt çiftliklerinden örnekleri analize almıştır. AFM1 örneklerin sadece %10.5'inden saptanmış olup, değerleri kabul edilebilir sınırın olduğuça altında kalmıştır. Bu açıdan bakıldığında Oztürk Yılmaz ve Altıncı (2019) tarafından gerçekteşiren çalışmanın sonuçlarına göre daha iyimser bir tablo çizdiği görölmektedir. Elbette, araştırmanın Marmara bölgesini kapsayacak biçimde genişletilmesinde fayda bulunmaktadır.

AFM1, dünyada tüm gıda zincirini tehdit eden bir olgudur. İklim değişikliğinin, fungusların davranışı ve yayılma durumlarını ve mikotoksin düzeyini etkilediğini ileri süren araştırmalar vardır. Ekonomik ve iklimsel gibi bazı makro değişkenlerin aflatoksinin varlığını, risk potansiyelini ve yayılma yollarını bir şekilde etkilediği düşünölmektedir. Özellikle, daha yüksek randıman almak için süt sığırllarına dönök yoğun çiftlik faaliyetlerinin AFM1 varlığını etkileyeceği ifade edilmektedir (Womack, Sparks ve Brown, 2016).

Süt sığırllılığı yapan işletmelerin veterinerlik hizmetleri özel işletmeler tarafından sağlanmaktadır. Bulaşıcı hastalıklar ve genel ilaçlama konusundaki hizmetler İl Tarım ve İlçe Müdürlükleri tarafından verilmektedir. Suni tohumlama, diğer hastalıklar ve acil durumlarda özel veteriner hekim olarak

çalışan işletmelerden yararlanmaktadırlar. Veterinerlik hizmetleri bu gibi işletmeler açısından önemli bir maliyet unsurudur (Kondal, 2019).

Bu sebeple, ortak ve küçük ölçekli süt çiftliklerinin daha büyük süt çiftliklerine göre desteklenmesi ve yaygınlaştırılmasının AFM1 ile mücadelede olumlu sonuçlar vermesi mümkün görünmektedir.

Süt sığırlarında yüksek süt verimi için bazı faktörler vardır. Bunlardan başlıcaları: gebelik, hayvanın sağlık durumu, hepatik biyo-dönüştürme kapasitesi, laktasyon ve gerçek süt üretimidir. AFM1 varlığı hayvandan hayvana değişiklik göstermektedir. Özellikle, besin öğelerince zengin kontamine yemlerin aşırı miktarda tüketimi eğer AFM1 pozitif ise durumu ciddi biçimde etkilemektedir (Giovati vd., 2015).

AFM1 bulaşmasını önlemek açısından bazı karşı tedbirler alınabilir. Bu tedbirlerden en önemlileri sırasıyla, yemin sağlıklı olması ve kalitesi, yeme eklenen bağlayıcılar ve biyodönüştürücü maddeler (laktik asit bakterisi gibi) ve AFB1 ile bulaşma düzeyinin düşürülmesidir (Womack Sparks ve Brown, 2016; Garcia, Osburn ve Cullor, 2019; Li vd., 2018).

Risklerin azaltılması için Dünya Sağlık Örgütü süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 düzeyinin minimum seviyede olmasını tavsiye etmektedir. Genç hayvanlarda aflatoksin B1'e ve dolayısıyla aflatoksin M1'e yetişkin hayvanlara göre duyarlılığın daha yüksek olduğu bildirilmektedir, dolayısıyla süt ve süt ürünlerini erişkinlere oranla daha fazla tüketen çocukların düşük vücut ağırlığına sahip olmaları ve duyarlılıklarının yüksek olması nedeniyle çocuk sağlığına ilişkin önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Prandini vd., 2009).

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerindeki illerden toplam 105 (%100) adet çiğ inek süt örnekleri alınmıştır. Yapılan araştırma sonucunda toplanan numunelerin %89.5'inin AFM1 varlığı bakımından arınık oldukları, tespit edilmiştir. Geri kalan %10.5'inin, özellikle Doğu ve Güneydoğu illerimizden (Adıyaman, Elazığ ve Malatya) tedarik edilen süt örneklerinin AFM1 içerdikleri (ortalama 0.024 ± 0.012 µg/kg), ancak üst sınır değeri olan 0.05 µg/kg'in altında kaldıkları tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, süt için hayvan besiciliğinde yem kalitesine uyulduğu, uluslararası düzeyde insan

sağlığı ve de gıda güvenliği açısından henüz risk veya tehdit teşkil eden olumsuz bir durum olmadığını söylemek yanlış olmayacaktır.

Sonuç olarak, sütlerin tüketiciler açısından halk sağlığı ve gıda güvenliği riski taşımadıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda, araştırmanın süt sığırlarının yem kalitesini de kapsayacak biçimde daha geniş bölgelerde uygulanması tüketicinin korunması için önerilir.

KAYNAKLAR

- Adejumo O, Atanda O, Raiola A, Somorin Y, Bandyopadhyay R, Ritieni A.** 2013. Correlation between aflatoxin M1 content of breast milk, dietary exposure to aflatoxin B1 and socioeconomic status of lactating mothers in Ogun State, Nigeria. *Food and Chemical Toxicology*, 56: 171 – 177.
- Akbar, N, Nasir, M, Naeem, N, Ahmad, MUD, Iqbal, S, Rashid, A, Imran, M, Aslam Gondal, T, Atif, M, Salehi, B, Sharifi-Rad, J, Martorell, M, Cho, WC.** (2019): Occurrence and Seasonal Variations of Aflatoxin M1 in Milk from Punjab, Pakistan. *Toxins*, 11, 574.
- Albay, Z.** (2012). Tuzlu Yoğurtların Üretimi ve Depolanması Sırasında Aflatoksin M1 Konsantrasyonundaki Değişiklikler (*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Aldars-García, L., Sanchis, V., Ramos, A. J., Marín, S.** (2017). Single vs multiple-spore inoculum effect on growth kinetic parameters and modeled probabilities of growth and aflatoxin B1 production of *Aspergillus flavus* on pistachio extract agar. *International journal of food microbiology*, 243, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.026>
- Alshannaq, A., Yu, J. H.** (2017). Occurrence, Toxicity, and Analysis of Major Mycotoxins in Food. *International journal of environmental research and public health*, 14(6), 632. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060632>
- André, S., Vallaëys, T., Planchon, S.** (2017). Spore-forming bacteria responsible for food spoilage. *Research in Microbiology*, 168(4), 379–387. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2016.10.003>
- Anonim,** 2016a. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> (Erişim Tarihi: 15.02.2016).
- Anonim,** 2016b. <http://www.doganorganik.com.tr/tr/yazi.php?id=35> (Erişim Tarihi: 15.02.2016).
- AOAC Official Method 2000.08** (2005). Aflatoxin M1 in liquid milk, immunoaffinity column by liquid chromatography. *Natural Toxins*-chapter 49 (pp. 45-47). Official Methods of Analysis of AOAC International, USA.
- Arda M, Minbay A, Aydın N, Akay Ö, İzgür M ve ark.** (1997). *Mikotoksikozisler. Özel Mikrobiyoloji; Epidemiyoloji, Bakteriyel ve Mikotik Enfeksiyonlar*, Er 4. Baskı, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları, s: 345-357.
- Atay. A., Sarı. E.,** (2005), *Organik Tarıma Başlarken*, Bursa Ticaret Odası Yayınları, Bursa, s.40 .
- Awaisheh, S. S., Rahahleh, R. J., Algroom, R. M., Al-Bakheit, A. A., Al-Khaza'leh, J. M., ve Al-Dababseh, B. A.** (2019). Contamination level and exposure assessment to Aflatoxin M1 in Jordanian infant milk formulas. *Italian journal of food safety*, 8(3), 8263.

- Aycicek H, Aksoy A, Saygi S.** (2005). Determination of aflatoxin levels in some dairy and food products which consumed in Ankara, Turkey. *Food Control*, 16 (3) : 263-266
- Aydın, N.** (2007). Hayvan sağlığında mikotoksinler ve mikotoksikozis. *İnfeksiyon Dergisi*, 21, 037-046.
- Bakırcı TG.** (2014). Tahıl ve tahıl ürünlerinin aflatoksin, okratoksin a, zearalenon, fumonisin ve deoksinivalenol mikotoksinleri yönünden incelenmesi. *Akademik Gıda* 12(2): 46-56.
- Baydar T, Erkekoglu P, Sipahi H, Şahin G,** (2007). Aflatoxin B1, M1 and Ochratoxin A levels in infant formulae and baby foods marketed in Ankara, Turkey. *J Food Drug Anal* 15:89-92.
- Baysal A.** 2011 Beslenme, Hatipoğlu Yayınevi 13.baskı, Ankara 156-160
- Bellio, A Bianchi, DM, Gramaglia, M, Loria, A, Nucera, D, Gallina, S, Marilena, G, Decastelli, L.** (2016):Aflatoxin M1 in Cow's Milk: Method Validation for Milk Sampled in Northern Italy. *Toxins*, 8, 3, 57.
- Bellio, A Bianchi, DM, Gramaglia, M, Loria, A, Nucera, D, Gallina, S, Marilena, G, Decastelli, L.** (2016):Aflatoxin M1 in Cow's Milk: Method Validation for Milk Sampled in Northern Italy. *Toxins*, 8, 3, 57.
- Benner, R. A.** (2014). Organisms of Concern but not Foodborne or Confirmed Foodborne: Spoilage Microorganisms. *Encyclopedia of Food Safety*, 245–250. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-378612-8.00169-4>
- Besler H, Ünal S.** Ankara’da satılan sokak sütlerinin bazı vitaminler açısından değerlendirilmesi ve ev koşullarında uygulanan kaynatmanın süreye bağlı olarak vitaminlere olan etkisi. *IV Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi Bildiri Kitabı*. 2006.
- Bilandžić N, Božić D, Dokić M, Sedak M, Kolanović BS, Varenina I, Cvetnić Z.** 2014. Assessment of aflatoxin M1 contamination in the milk of four dairy species in Croatia. *Food Control*, 43: 18-21.
- Bilgin, Ö.** (2014). İnek, koyun ve keçi sütlerinde yaz ve kış mevsimlerinde aflatoksin m1 düzeyinin belirlenmesi (*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bogalho F, Duarte S, Cardoso M, Almeida A, Cabeças R, Lino C, Pena A.** (2018). Exposure assessment of Portuguese infants to Aflatoxin M1 in breast milk and maternal social-demographical and food consumption determinants. *Food Control* 90:140-5.
- Boor, K. J., Wiedmann, M., Murphy, S., & Alcaine, S.** (2017). A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9933–9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
- Buldu, H, Koc, A, Uraz, G.** (2011): Aflatoxin M1 contamination in cow's milk in Kayseri (central Turkey). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35, 87-91.
- Busman M, Bobell JR, Maragos CM.** 2015. Determination of the aflatoxin M1(AFM1)from milk by direct analysis in real time – mass spectrometry (DART – MS). *Food Control*, 17: 592-598.
- Canganella, F.,Wiegel, J.** (2014). Anaerobic thermophiles. *Life* (Basel, Switzerland), 4(1), 77–104. <https://doi.org/10.3390/life4010077>

- Cano-Sancho G, Marin S, Ramos AJ, Peris-Vicente J, Sanchis V.** (2010). Occurrence of aflatoxin M1 and exposure assessment in Catalonia (Spain). *Rev Iberoam Micol* 27:130-5.
- Carraro, A., Giacomo, A.D., Giannossi, M.L., Medici, L., Muscarella, M., Palazzo, L., Quaranta, V., Summa, V., Tateo, F.** (2014). Clay minerals as adsorbents of aflatoxin M1 from contaminated milk and effects on milk quality. *Applied Clay Science*, 88-89, 92-99.
- Cattaneo TMP, Marinoni L, Iametti S, Monti L** (2013): Behaviour of Aflatoxin M1 in dairy wastes subjected to different technological treatments: Ricotta cheese production, ultrafiltration and spray-drying. *Food Control*, 32: 77-82.
- Cattaneo TMP, Marinoni L, Iametti S, Monti L** (2013). Behaviour of Aflatoxin M1 in dairy wastes subjected to different technological treatments: Ricotta cheese production, ultrafiltration and spray-drying. *Food Control*, 32: 77-82
- Chalyan, T., Potrich, C., Schreuder, E., Falke, F., Pasquardini, L., Pederzoli, C., Heideman, R., Pavesi, L.** (2019): AFM1 Detection in Milk by Fab' Functionalized Si₃N₄ Asymmetric Mach-Zehnder Interferometric Biosensors. *Toxins*, 11, 7, 409.
- Chalyan, T., Potrich, C., Schreuder, E., Falke, F., Pasquardini, L., Pederzoli, C., Heideman, R., Pavesi, L.** (2019). AFM1 Detection in Milk by Fab' Functionalized Si₃N₄ Asymmetric Mach-Zehnder Interferometric Biosensors. *Toxins*, 11(7), 409. <https://doi.org/10.3390/toxins11070409>
- Creppy, E.E.** (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letters*, 127, 19-28.
- Çetin, C.** (2019). Burdur İlindeki Bazı Süt İşletmelerinde Yemlerde Aflatoksin B1 Varlığının Süte Geçme Durumunun Araştırılması (*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- D'Mello JPF, Macdonald AMC,** 1997. Mycotoxins. *Animal Feed Science Technology*, 69, 155-66.
- Daley, V.L., Dye, C., Bogers, S.H., Akers, R.M., Rodriguez, F.C., Cant, J.P., Doelman, J., Yoder, P., Kumar, K., Webster, D., Hanigan, M.D.** (2018). Bovine Mammary Gland Biopsy Techniques. *J. Vis. Exp.* (142), e58602, doi:10.3791/58602
- De Ligne, L., Vidal-Diez de Ulzurrun, G., Baetens, J.M.** (2019) Analysis of spatio-temporal fungal growth dynamics under different environmental conditions. *IMA Fungus* 10, 7. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0009-3>
- Delialioğlu, N., Otağ, F., Ocal, N. D., Aslan, G., ve Emekda, G.** (2010). Mersin ilinde çiğ ve market sütlerinde aflatoksin M1 düzeyinin araştırılması. *Mikrobiyoloji bulteni*, 44(1), 87–91.
- Deveci, O , Sezgin, E .** (2006). Süt Ve Ürünlerinde Aflatoksin M1 Ve Ülkemizdeki Durum . *Akademik Gıda* , 4 (2) , 25-29 .
- Di Giovanni, S., Zambrini, V., Varriale, A., D'Auria, S.** (2019): Sweet Sensor for the Detection of Aflatoxin M1 in Whole Milk. *ACS omega*, 4, 7, 12803–12807.
- Di Giovanni, S., Zambrini, V., Varriale, A., D'Auria, S.** (2019). Sweet Sensor for the Detection of Aflatoxin M1 in Whole Milk. *ACS Omega*, 4(7), 12803-12807. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b01300>

- Diaz JG, Murcia WH** 2011: Biotransformation of Aflatoxin B1 and its relationship with the differential toxicological response to aflatoxin in commercial poultry species, *Aflatoxins – Biochemistry and Molecular Biology*, Dr. Ramon G. Guevera-Gonzalez(Ed), ISBN: 978-953-3
- Dimitrieska - Stojkovi E. Stojanovska-Dimzoska B, Ilievska G, Uzunov R, Stojkovi G, Hajrulai-Musliu Z, Jakuzi D.** 2016. Assessment of aflatoxin contamination in raw milk and feed in Macedonia during 2013. *Food Control*, 59: 201-206
- Dooso Oloo, R., Okoth, S., Wachira, P., Mutiga, S., Ochieng, P., Kago, L., Nganga, F., Domelevo Entfellner, J. B., Ghimire, S.** (2019). Genetic Profiling of *Aspergillus* Isolates with Varying Aflatoxin Production Potential from Different Maize-Growing Regions of Kenya. *Toxins*, 11(8), 467. <https://doi.org/10.3390/toxins11080467>
- Dortey, M. D., Aboagye, G., & Tuah, B.** (2020). Effect of storage methods and duration of storage on the bacteriological quality of processed liquid milk post-opening. *Scientific African*, 10, e00555. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00555>
- Dragacci, S, Grosso, F, Gilbert, J.** (2001): Immunoaffinity column cleanup with liquid chromatography for determination of AFM1 in liquid milk: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 84, 437–443.
- Driehuis, F.; Te Giffel, M.C.; van Egmond, H.P.; Fremy, J.M.; Bluthgen,**(2010) A. Feed –Associated Mycotoxins in the Dairy Chain: Occurrence and Control. *Bulletin of the International Dairy Federation* 444/2010, 1-25. 9
- Duarte S.C, Almedia A.M, Teixeira A.S, Pereira A.L, Falcão A.C, Pena A, Lino C.M.** 2013. Aflatoxin M1 in marketed milk in Portugal: Assessment of human and animal exposure. *Food Control*, 30: 411-417.
- Duru S, Özgünes H.** (1984). Mikotoksinlerin insan sağlığı açısından önemi. *Gıda*; 9(6): 341-349
Effects of organic food consumption on human health; the jury is still out!, *Food & Nutrition Research*, 61:1, 1287333, DOI: 10.1080/16546628.2017.1287333
- 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), 523. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7668-9>
- Elsanhoty RM, Salam SA, Ramadan MF, Badr FH.** 2014. Detoxification of aflatoxin M1 in yoghurt using probiotics and lactic acid bacteria. *Food Control*, 43: 129-134.
- Elsanhoty, R.M., Salam, S. A., Ramadan, M.F., Badr, F.H.** (2014). Detoxification of aflatoxin M1 in yogurt using probiotics and lactic acid bacteria. *Food Control*, 43, 129-134.
- Erdemli Köse, S, Kocasari, F, Bayezit, M.** (2019). Aflatoxin M1 in UHT cow milk samples collected in Burdur, Turkey. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 1, 1-7.
- Ergül, Ş, Ergül, A, Göncü, S.** (2019). Süt Sığırlarında Besleme Stratejilerinin Süt Verimi ve Süt Kompozisyonu Üzerine Etkileri. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 2 (2) , 145-165 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijemar/issue/50730/661510>

- Eskin, N. A. M.** (1990). Biochemistry of Food Spoilage: Off-Flavors in Milk. *Biochemistry of Foods*, 433–464. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-091808-2.50015-0>
- Eurostat.** (2019). Milk and dairy production statistics (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_dairy_production_statistics&oldid=207724). Erişim Tarihi: 03 Ocak 2020.
- Eurostat.** (2021). Cow milk production worldwide from 2015 to 2019 (<https://www.statista.com/statistics/263952/production-of-milk-worldwide/>). Erişim Tarihi: 03 Ocak 2021
- FAO,** 2013. İstatistik Bölümü (FAOSTAT), İstatistik Kitabı. Erişim tarihi, 14 Aralık 2014. Erişim adresi, <http://faostat.fao.org/>
- FAO.** (2020): Overview of global dairy market developments in 2019. Retrieved from <http://www.fao.org/3/ca3879en/ca3879en.pdf>
- Filazi A, Sireli UT.** (2013): Occurrence of Aflatoxins in Food. In: Mehdi R.-A., editor. *Aflatoxins—Recent Advances and Future Prospects*. InTech; Rijeka, Croatia: 2013. pp. 406–408.
- Frazzoli, C, Gherardi, P, Saxena, N, Belluzzi, G, Mantovani, A.** (2017): The Hotspot for (Global) One Health in Primary Food Production: Aflatoxin M1 in Dairy Products. *Frontiers in Public Health*, 4, 294.
- Galvano F, Galofaro V, Ritieni A, Bognanno M, De Angelis A, Galvano G.** (2010). Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Italy: second year of observation. *Food Addit Conta* 18:644-6.
- Garcia, SN, Osburn, BI, Cullor, JS.** (2019): A one health perspective on dairy production and dairy food safety. *One health (Amsterdam, Netherlands)*, 7, 100086.
- Giovati, L, Magliani, W, Ciociola, T, Santinoli, C, Conti, S, Polonelli, L.** (2015). AFM₁ in Milk: Physical, Biological, and Prophylactic Methods to Mitigate Contamination. *Toxins*, 7, 10, 4330–4349.
- Girgin G, Başaran N, Şahin G.** 2001. Dünyada ve Türkiye’de insan sağlığını tehdit eden mikotoksinler. *Türk Hij Den Biyol Derg.* 58(3): 97-118.
- Girgin G., Başaran N., Şahin G.** (2001). Dünyada Ve Türkiye’de İnsan Sağlığını Tehdit Eden Mikotoksinler’ *Türk Hij Den Biyol Derg Cilt* 58, No 3, S : 97 - 118
- Golge Ö.** (2014). A survey on the occurrence of aflatoxin m1’in raw milk produced adana province of Turkey. *Food Control*, 45: 150 – 155.
- Gonçalves L, Dalla Rosa A, Gonzales SL, Feltes MMC, Badiale Furlong E, Dors G.** (2017): Incidence of aflatoxin M1 in fresh milk from small farms. *Food Sci Technol*, 37, 11-15.
- Govaris A, Roussi V, Koidis PA, Botsoglou NA.** (2002). Distribution and stability of Aflatoxin M1 during production and stability of yoghurt. *Food Additives and Contaminants*, 19(11): 1043-1050
- Gruber-Dorninger, C., Novak, B., Nagl, V., Berthiller, F.** (2017). Emerging Mycotoxins: Beyond Traditionally Determined Food Contaminants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(33), 7052–7070. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03413>
- GTHB.** (2016). <https://adana.tarim.gov.tr/Haber/310/organik-tarimin-yayginlastirilmasi-ve-kontrolu-projesi> 28.11.2016 / Gösterim Sayısı: 357 = Erişim Tarihi 30.12.2017

- Guo, Y., Zhang, Y., Wei, C., Ma, Q., Ji, C., Zhang, J., Zhao, L.** (2019). Efficacy of *Bacillus subtilis* ANSB060 Biodegradation Product for the Reduction of the Milk Aflatoxin M₁ Content of Dairy Cows Exposed to Aflatoxin B₁. *Toxins*, 11(3), 161. <https://doi.org/10.3390/toxins11030161>
- Gurbay, A., Sabuncuoglu, A., Girgin, G., Sahin, G., Yigit, S., Yurdakok, M., Tekinalp, G.** (2010). Exposure of newborns to aflatoxina M1 and B1 from mothers' breast milk in Ankara, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 314-319.
- Gündoğdu, S.** (2006). Bazı Ağır Metallerin (Çinko, Mangan), Doğal ve Aktive Edilmiş Farklı Kil Mineralleri (Kütahya bentonit, kaolin) Üzerindeki Adsorpsiyon Denge Çalışmaları, Post-Graduate Thesis, Science Institute of Yüzüncü Yıl University, Van,.
- Hassan, H.F., Kassaify, Z.** (2014). The risks associated with aflatoxins M1 occurrence in Lebanese dairy products. *Food Control*, 37, 68-72.
- Heperkan ZD.** (2014) Gıdalarda Mikotoksinler, Sıdaş, İstanbul, 133-134.
- Holzapfel, W. H., Todorov, S. D., & Cogan, T. M.** (2020). History of Dairy Bacteriology. Reference Module in Food Science, 1–10. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.23031-x>
- IBM Corp.** Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- IDF.** (2016): Field Guidelines For The Assessment and Management of Aflatoxins in Dairy Products Accross The Supply Chain. Retrieved from <https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2017/09/Guidelines-for-the-assessment-1.pdf>.
- IFCN.** (2017). 2025 Dünya Süt ve Süt Ürünleri Piyasasına İlişkin IFCN Tahminleri (<https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/2025-IFCN-Tahminleri.pdf>). Erişim Tarihi: 13 Ocak 2017.
- IFD.** (2019): Turkey Dairy Sector. Retrieved from <https://idfws2019.com/en/turkey-dairy-sector>.
- Iqbal, S, Jinap, S, Pirouz, A, Abdull R, Ahmad F.** (2015): Aflatoxin M1 in milk and dairy products, occurrence and recent challenges: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 1, 110-119.
- Iqbal, S.Z., Jinap, S., Pirouz, A.A., Ahmad Faizal, A.R.** (2015). Aflatoxin M1 in milk and dairy products, occurrence and recent challenges: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 110-119.
- Irakli, M. N., Skendi, A., & Papageorgiou, M. D.** (2017). HPLC-DAD-FLD Method for Simultaneous Determination of Mycotoxins in Wheat Bran. *Journal of chromatographic science*, 55(7), 690–696. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmx022>
- Ishikawa AT, Takabayashi-Yamashita RC, Ono YSE, Bagatin AK, Rigobello FF, Kawamura O, Hirooka EY, Itano E.** (2016). Exposure Assessment of Infants to Aflatoxin M1 through Consumption of Breast Milk and Infant Powdered Milk in Brazil. *Toxins* 8:246-57
- Ismail, A., Akhtar, S., Levin, R. E., Ismail, T., Riaz, M., & Amir, M.** (2016). Aflatoxin M1: Prevalence and decontamination strategies in milk and milk products. *Critical reviews in microbiology*, 42(3), 418–427.
- Kabak B, Ozbey F.** (2012). Aflatoxin M1'in UHT milk consumed in Turkey and first assessment of its bioaccessibility using an in vitro gestion model. *Food Control*, 28: 338-344.

- Kabak, B.** (2012). Aflatoxin M1 and ochratoxin A in baby formulae in Turkey: occurrence and safety evaluation. *Food Control*, 26, 182-187
- Kaya S,** 2001. Mikotoksinler. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji, ikinci Baskı. Editör (ler), Kaya S, Pirinçci, Bilgili A. Medisan Yayınevi, 537-71.
- Kırdar, SS.** (2017): An overview of the Turkish dairy sector. *Indian Journal of Dairy Science*, 70, 249-255.
- Koçı G, Uzmaya A.** (2018). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Üreticilerin Kooperatif Kanalıyla Süt Pazarlama Olasılığını Etkileyen Faktörler: Trakya Bölgesi Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(2), 203 - 214. Doi: 10.24181/tarekoder.477188
- Kondal, M.** (2019). Süt ve süt ürünleri endüstrisinin sorunları ve çözümlerinin analizi: Tekirdağ örneği (*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kuboka, MM, Imungi, JK, Njue, L, Mutua, F, Grace, D, Lindahl, JF.** (2019): Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk traded in peri-urban Nairobi, and the effect of boiling and fermentation. *Infection ecology & epidemiology*, 9, 1, 1625703.
- L.Y. Zhang, S. Liu, X.J. Zhao, N. Wang, X. Jiang, H.S. Xin, Y.G. Zhang,** 2019, Lactobacillus rhamnosus GG modulates gastrointestinal absorption, excretion patterns, and toxicity in Holstein calves fed a single dose of aflatoxin B1, *Journal of Dairy Science*, Volume 102, Issue 2, Pages 1330-1340,
- Leng, G., Adan, R., Belot, M., Brunstrom, J.M., Graaf, K.D., Dickson, S., Hare, T., Maier, S., Menzies, J., Preissl, H., Lucia, Reisch, A., Rogers, P., Smeets, P.A.** (2016). Conference on ‘ New technology in nutrition research and practice ’ Symposium 3: Novel strategies for behaviour changes The determinants of food choice.
- Li, S, Min, L, Wang, G, Li, D, Zheng, N, Wang, J.** (2018): Occurrence of Aflatoxin M1 in Raw Milk from Manufacturers of Infant Milk Powder in China. *International journal of environmental research and public health*, 15, 5, 879.
- Madalı B, Ayaz A,** 2017. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M1: Maruziyet ve Sağlık Riskleri. *H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-14.
- Magen, N., Olsen, M.** (2004). *Mycotoxins in Food: Detection and Control*, Cpt 12, Controlling Mycotoxins in Animal Feed Pg 274-275.. Woodhead Publishing Ltd, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England
- Maia PP, Bastos MEP,** 2007. Aflatoxins in pet foods- A Review. *Revista da FZVA*, 14 (1), 235-57.
- Malissiova E, Tsakalof A, Arvanitoyannis I.S, Katsafliaka A, Katsioulis A, Tserkezou P, Govaris A, Hadjichristodoulou C.** 2013. Monitoring Aflatoxin m1 levels in ewe’s and goat’s milk in Thessaly, Greece; potential risk factors under organic and conventional production scheme’s. *Food Control*, 34: 241- 248.
- Manetta, A.C., Giammarco, M., Di Giuseppe, L., Fusaro, I., Gramenzi, A., Formigoni, A., Vignola, G., Lambertini, L.** (2009). Distribution of aflatoxin M1 during Grana Padano cheese production from naturally contaminated milk. *Food Chemistry*, 113, 595-599.
- Marchese, S., Polo, A., Ariano, A., Velotto, S., Costantini, S., & Severino, L.** (2018). Aflatoxin B1 and M1: Biological Properties and Their

- Involvement in Cancer Development. *Toxins*, 10(6), 214.
- Marchese, S., Polo, A., Ariano, A., Velotto, S., Costantini, S., Severino, L.** (2018). Aflatoxin B1 and M1: Biological Properties and Their Involvement in Cancer Development. *Toxins*, 10(6), 214. <https://doi.org/10.3390/toxins10060214>
- Marchese, S., Polo, A., Ariano, A., Velotto, S., Costantini, S., & Severino, L.** (2018). Aflatoxin B1 and M1: Biological Properties and Their Involvement in Cancer Development. *Toxins*, 10(6), 214. <https://doi.org/10.3390/toxins10060214>
- Marcin Barański, Leonidas Rempelos, Per Ole Iversen & Carlo Leifert** (2017)
- Marnissi ElB, Belkhou R, Morgavi DP, Benjamin L, Bora H.** 2012. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food and Chemical Toxicology*, 50: 2819 – 2821.
- Milićević, D, Spirić, D, Radicević, T, Velebit, B, Stefanović, S, Milojević, L, Janković, S.** (2017): A Review of the Current Situation of Aflatoxin M1 in Cow's Milk in Serbia - Risk Assessment and Regulatory Aspects. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 34, 9, 1617-1631.
- Mohammadi H** 2011: A Review of Aflatoxin M1, Milk, and Milk Products, *Aflatoxins – Biochemistry and Molecular Biology*, Dr.RamonG.Guevara-Gonzales(Eds),ISBN:978-953-307- 395-8,. <http://www.intechopen.com/books/aflatoxinsbiochemistry-and-molecular-biology/a-review-of-aflatoxinm1-milk-and-milk-products> . Erişim tarihi: 5.02.2016.07-395-8,. oöç. Erişim tarihi: 5.02.2019
- Nejad, A., Heshmati, A., Ghiasvand, T.** (2019): The Occurrence and Risk Assessment of Exposure to Aflatoxin M1 in Ultra-High Temperature and Pasteurized Milk in Hamadan Province of Iran. *Osong public health and research perspectives*, 10, 4, 228–233.
- Nile, SH, Park, SW, Khobragade, CN.** (2016): Occurrence and analysis of aflatoxin M1 in milk produced by Indian dairy species. *Food Agric. Immunol.* 27, 1465–3443.
- Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. A.** (2005). Foodborne Pathogens in Milk and the Dairy Farm Environment: Food Safety and Public Health Implications. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2(2), 115–129. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.115>
- Oliveria CP, Soares NFF, Oliveria TV, Júnior J.C.B, Silva, WA.** 2013. Aflatoxin M1 occurrence in ultra high temperature (UHT) treated fruit milk from Minas Gerais / Brazil. *Food Control*, 30: 90-92.
- Omar SS.** (2016). Aflatoxin M1 levels in raw milk, pasteurised milk and infant formula. *Ital J Food Saf* 5:5788-90.
- Omar, S.** (2016): Aflatoxin M1 Levels in Raw Milk, Pasteurised Milk and Infant Formula. *Italian Journal of Food Safety*, 5, 3, 5788.
- ORUÇ, H.H.**(2005). Mikotoksinler ve tanı yöntemleri. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 24 (1-4), 105-110
- Osteresch, B., Viegas, S., Cramer, B., Humpf, H. U.** (2017). Multi-mycotoxin analysis using dried blood spots and dried serum spots. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 409F(13), 3369–3382. <https://doi.org/10.1007/s00216-017-0279-9>
- Ozturk Yılmaz, S, Altıncı, A.** (2019): Incidence of aflatoxin M1 contamination in milk, white cheese, kashar and butter from Sakarya, Turkey. *Food Sci. Technol*, 39, 1, 190-194.

- Özkaya Ş, Temiz A.** 2013. Aflatoksinler : Kimyasal Yapıları, toksisiteleri ve detoksifikasyonları. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi [Elektronik Dergi]*, 1(1) : 1-21, 2013. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702030101. Erişim tarihi: 4.01.2016.
- Park H-S, Lee M-K, Kim SC, Yu J-H** (2017) The role of VosA/VelB-activated developmental gene vadA in *Aspergillus nidulans*. *PLoS ONE* 12(5): e0177099. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177099>
- Park, D.L.** (2002). Effect of processing on aflatoxin. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 504, 173-179.
- Pauletto, M., Tolosi, R., Giantin, M., Guerra, G., Barbarossa, A., Zaghini, A., & Dacasto, M.** (2020). Insights into Aflatoxin B1 Toxicity in Cattle: An In Vitro Whole-Transcriptomic Approach. *Toxins*, 12(7), 429. <https://doi.org/10.3390/toxins12070429>
- Peña-Rodas O, Martínez-Lopez R, Pineda-Rivas M, Hernandez-Rauda R.** (2020). Aflatoxin M1 in Nicaraguan and locally made hard white cheeses marketed in El Salvador. *Toxicol Rep.* 2020 Sep 1;7:1157-1163.
- Pitt, J. I.** (2000). Toxigenic fungi and mycotoxins. *British Medical Bulletin*. 56, 184-192.
- Poghossian, A., Geissler, H., & Schöning, M. J.** (2019). Rapid methods and sensors for milk quality monitoring and spoilage detection. *Biosensors and Bioelectronics*, 140, 111272. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.04.040>
- Polat, N.** (2012). Erzurum ilindeki bazı süt sığırı işletmelerinde kullanılan kaba, konsantre ve karma yemlerde total aflatoksin, aflatoksin B1 ve okratoksin ile sütte aflatoksin M1 düzeylerinin tespiti (*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Polovinski, M, Glamocic, D, Igor, J, Krstović, S, Guljas, D, Gjorgjievski, S.** (2016): Aflatoxin M1 in raw milk in the region of Vojvodina. *Mljekarstvo*, 66, 239-245.
- Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M., Piva, G.** (2009). On the occurrence of aflatoxin M1 in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 984-991.
- Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M., Piva, G.** (2009). On the occurrence of aflatoxin M1 in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 984-991.
- Sadiq, F. A., Flint, S., & He, G. Q.** (2018). Microbiota of milk powders and the heat resistance and spoilage potential of aerobic spore-forming bacteria. *International Dairy Journal*, 85, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.06.003>
- Sahu, P. K., Ramiseti, N. R., Cecchi, T., Swain, S., Patro, C. S., Panda, J.** (2018). An overview of experimental designs in HPLC method development and validation. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 147, 590–611. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.05.006>
- Saraç, E.** (2012). Türkiye’de üretilen işlenmiş süt ve bazı süt ürünleri ile Giresun Yöresinde üretilen çiğ sütlerin aflatoksin M1 düzeylerinin araştırılması (*Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

- Scaglioni PT, Becker - Algeri T, Drunkler D, Bediale - Furlong E.** 2014. Aflatoxin B1 ve M1. *Analytical Chemical Acta*, 829: 68 – 74
- Schirone, M. Visciano, P, Olivastri, AMA, Tofalo, R, Perpetuini, G, Suzzi, G.** (2015): A one-year survey on aflatoxin M1 in raw milk. *Italian Journal of Food Science*, 27, 143-148.
- SETBİR** (2020). Türkiye’de yıllık süt tüketimi 146 litre (<http://arsiv.ntv.com.tr/news/184389.asp>). Erişim Tarihi: 27 Ekim 2020.
- Sibanda L, De Saeger S, Peteghem CV,** 1999. Development of a portable field immunoassay for the detection of Aflatoxin M1 in milk. *Int. J. Food Microbiol*, 48, 203-09.
- Sun, X. D., Su, P., & Shan, H.** (2017). Mycotoxin Contamination of Rice in China. *Journal of food science*, 82(3), 573–584. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13631>
- Şanlı, Y.** (2002). *Veteriner Klinik Toksikoloji*. Ankara: Medipres Yayınları. s: 487-547.
- Şener, S., Yıldırım, M.** (2000). *Veteriner Toksikoloji*. İstanbul: Teknik Yayıncılık Akademik Eserler Serisi, s: 239-273.
- Şengül, M., Ürkek, B.,** 2013. Organik Süt Sıdaş Medya Ltd.Şti.İzmir s:3-26 Tekeli, A., 2013. Organik Hayvancılık ve Önemi <http://www.zootekni.org.tr/upload/File/ORGANK%20HAYVANCILIK%20ve%20NEM%20PW.pdf> (Erişim Tarihi: 23.03.2016).
- T. van den Brule, C.L.S. Lee, J. Houbraken, P.J. Haas, H. Wösten, J. Dijksterhuis** (2020), Conidial heat resistance of various strains of the food spoilage fungus *Paecilomyces variotii* correlates with mean spore size, spore shape and size distribution *Food Res. Int.*, 137 p. 109514
- TAGEM,** (2017), Süt Sektör politika belgesi 2018-2022, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara s45.
- Tapkı, N , Kaya, A , Tapkı, İ , Dağistan, E , Çimrin, T , Selvi, M .** (2018). Türkiye’de Büyükbaş Hayvancılığın Durumu ve Yıllara Göre Değişimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 324-339. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkuzfd/issue/41577/455222>
- Techer, C., Baron, F., & Jan, S.** (2014). SPOILAGE OF ANIMAL PRODUCTS | Microbial Milk Spoilage. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 446–452. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384730-0.00443-2>
- Temamoğulları, F, Kanici, A.** (2013): Aflatoxin M-1 in dairy products sold in Sanliurfa, Turkey. *Journal of dairy Science*, 97, 1, 162-165.
- TS EN ISO 14501:** Milk and milk powder - Determination of aflatoxin M1 content - Clean-up by immunoaffinity chromatography and determination by high-performance liquid chromatography.
- TUBER,** 2016. Türkiye Beslenme Rehberi, Ankara s 30-34.
- Tunail N.** (2000). Aflatoksinlerin Detoksifikasyonu. In, *Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamalar*. Sim Matbaacılık, Ankara, 522,.
- Tunail, N.** (2000). *Funguslar ve Mikotoksinler*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, s: 2-32.
- Turan Z., Şanver D., Öztürk K.,** (2017) Türkiye’de Hayvancılık Sektöründen Süt İnekçiliğinin Önemi ve yurtiçi hasılaya katkısı ve dış ülkelerle karşılaştırılması, Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Temmuz Cilt-Sayı: 10(3) ss: 60-74
- TÜİK Veri Tabanları,** 2014. Süt ve Hayvancılık İstatistikleri-Haber Bülteni. Erişim

- tarihi, 16 Haziran 2014. Erişim adresi, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15945>
- Ulusal Süt Konseyi (USK).** (2021). Süt ve Süt Ürünleri Üretimi Raporu (<https://ulusalsutkonseyi.org.tr/uretimler/>). Erişim Tarihi: 17 Ocak 2021.
- Uysal, H.,** 2006. Organik Süt ve Süt Ürünleri Üretimi. Süt Dünyası Mart-Nisan 2006. Sf:49-52.
- Venancio RL, Ludovico A, De Santana EHW, De Toledo EA, De Almeida Rego FC, Sifuentes Dos Santos J.** (2019): Occurrence and seasonality of Aflatoxin m1 in milk in two different climate zone. *J Sci Food Agric*, 99, 6, 3203-3206.
- Whitlow LW, Hagler JR,** 2004. Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 76 (38), 66-76.
- Womack ED, Sparks DL, Brown AE.** (2016): Aflatoxin M1 in milk and milk products: a short review. *World Mycotoxin Journal*, 9, 305–315.
- Xiang JL, Wang YM, Ma MR, Liu J.X.** (2013). Seasonal variation of aflatoxin M1 in raw milk from Thé Yangzte River Delta Region of China. *Food Control*, 34: 703-706
- Yentür G, Er B,** (2012). Gıdalarda aflatoxin varlığının değerlendirilmesi. *Turk Hij. Den. Biyol. Derg.*, 69(1), 41-52.
- Yeşil, Ö , Hatipoğlu, A , Yıldız, A , Vural, A , Erkan, M .** (2019). A Research on the Determination of Aflatoxin M1 Levels in Milk and Dairy Products for Sale in Diyarbakir by ELISA . *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 12 (1) , 479-488
- Yeşilbağ, D.** (2004). Tarımsal ve hayvansal ürünlerde modern biyoteknoloji ve organik üretim. *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 23, 1-2.
- Yiannikouris A, Jouany JP,** 2002. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. *Anim. Res*, 51, 81–99.
- Yildirim, E, Macun, HC.** (2018): Survey of aflatoxin residue in feed and milk samples in Kırıkkale province, Turkey. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 65, 199-204.
- Yunus, A. W., Imtiaz, N., Khan, H., Ibrahim, M., & Zafar, Y.** (2019). Aflatoxin Contamination of Milk Marketed in Pakistan: A Longitudinal Study. *Toxins*, 11(2), 110. <https://doi.org/10.3390/toxins11020110>
- Zafar IS, Rafique MA.** 2013. .Assessment of aflatoxin in milk and milk products from Punjab, Pakistan. *Food Control*, 30: 235-239
- Zhichang Sun, Xuerou Wang, Zongwen Tang, Qi Chen, Xing Liu,** (2019) Development of a biotin-streptavidin-amplified nanobody-based ELISA for ochratoxin A in cereal, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 171,Pages 382-388,
- Zhu J, Zhang L, Hu X, Xiao Y, Chen J, Xu Y, Fremy J, Chu FS,** 1987 Correlation of Dietary Aflatoxin B1 Levels with Excretion of Aflatoxin M1 in Human Urine *Cancer Res*, 47: 1848-1852,. <http://cancerres.acrjournals.org/content/47/7/1848>. Erişim tarihi: 4.02.2016

EKLER

Ek-1: Süt Örneklerine Ait AFM1 Pozitif Analiz Sonuçları

**Ek-1: Süt Örneklerine Ait AFM1 Pozitif Analiz Sonuçları
Malatya**

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88,4	-	-	-	-	-	1,768	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,82	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	4	≥2,8	18	U	-	-	0,32	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	3,3	≥3,4	18	UD	-	-	0,33	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,028	≤0,05	3	U	0,01	98	0,007	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporla kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporla kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Malatya

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88,3	-	-	-	-	-	1,766	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,79	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	4,1	≥2,8	18	U	-	-	0,33	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	3,4	≥3,4	18	U	-	-	0,34	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoxin M1	µg/kg	0,047	≤0,05	3	U	0,01	98	0,012	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporla kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporla kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Malatya

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	87,4	-	-	-	-	-	1,748	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,76	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	3,9	≥2,8	18	U	-	-	0,31	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	4	≥3,4	18	U	-	-	0,4	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,017	≤0,05	3	U	0,01	98	0,005	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Malatya

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	87,3	-	-	-	-	-	1,746	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,94	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	4,7	≥2,8	18	U	-	-	0,38	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	4	≥3,4	18	U	-	-	0,4	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,021	≤0,05	3	U	0,01	98	0,005	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Malatya

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	87,2	-	-	-	-	-	1,744	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,88	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	4,6	≥2,8	18	U	-	-	0,37	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	4	≥3,4	18	U	-	-	0,4	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,022	≤0,05	3	U	0,01	98	0,006	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporla kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporla kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Adıyaman

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88,8	-	-	-	-	-	1,776	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,65	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	3,3	≥2,8	18	U	-	-	0,26	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	2	≥3,4	18	UD	-	-	0,2	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,017	≤0,05	3	U	0,01	96	0,004	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Adıyaman

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88,4	-	-	-	-	-	1,768	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,63	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	2,8	≥2,8	18	U	-	-	0,22	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	3,8	≥3,4	18	U	-	-	0,4	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,013	≤0,05	3	U	0,01	96	0,003	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Adıyaman

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88,6	-	-	-	-	-	1,768	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,65	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	2,7	≥2,8	18	U	-	-	0,22	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	3,9	≥3,4	18	U	-	-	0,4	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,022	≤0,05	3	U	0,01	96	0,003	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Elazığ

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	89,7	-	-	-	-	-	1,794	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,53	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	3,2	≥2,8	18	U	-	-	0,26	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	1,7	≥3,4	18	UD	-	-	0,17	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,011	≤0,05	3	U	0,01	98	0,003	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyondur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Elazığ

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88,5	-	-	-	-	-	1,77	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,82	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	2,8	≥2,8	18	U	-	-	0,22	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	3,8	≥3,4	18	U	-	-	0,38	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,045	≤0,05	3	U	0,01	98	0,011	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

Elazığ

Analiz	Birim	Sonuç	Limit Değer	LD Kaynağı	U/UD	LOD/LOQ	Geri Kazanım (%)	Ölçüm Belirsizliği (±)	Metot	Bilgi
Nem	%	88	-	-	-	-	-	1,76	DMS 122260 modifiye TGA-701 Application Note, Ürün Tebliği ve Standartları	(*)
pH	-	6,88	-	-	-	-	-	-	AOAC 981.12	3
Protein	g/100mL	3	≥2,8	18	U	-	-	0,24	DMS 122261 (Dumas Metodu)	(*) 4, 75
Süt Yağı	g/100mL	3,7	≥3,4	18	U	-	-	0,37	DMS 121885-AOCS Am 5.04 (Ankom)	(*) 75
Aflatoksin M1	µg/kg	0,017	≤0,05	3	U	0,01	98	0,004	AOAC 2000.08 (HPLC-FLD)	(*) 150, 79
LOD (Metot Tespit Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında tespit edilebilen, ancak hesaplanamayan en düşük konsantrasyondur. Raporda kalitatif analizler için LOD değeri verilmiştir.									
LOQ (Metot Ölçüm Limiti)	: Metodun belirttiği koşullar altında kabul edilebilir doğrulukta ve kesinlikte örnekteki analizlerin tayin edilebilen en düşük konsantrasyonudur. Raporda kantitatif analizler için LOQ değeri verilmiştir.									
Limit Değer Kaynağı	: 18 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20); 3 Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği									

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyad : Cem Sezai BAŞAR
Doğum Tarihi ve Yeri : 03.04.1959 / İstanbul
Adres : Şair Nigar Sokak Saraç Apt 62/5 Nişantaşı/İstanbul
E-posta : cemsezaibasar@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

- **Doktora**
İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Güvenliği ve Beslenme Anabilim Dalı, İstanbul.
- **Yüksek Lisans**
Colorado Technical University, MBA Healthcare Management, Colorado/ABD
- **Lisans**
Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Edirne.

BİLGİSAYAR BİLGİSİ

- MS Office Paket Programı, İyi seviye.

YABANCI DİL BİLGİSİ

- İngilizce; okuma, yazma ve konuşma iyi seviye.