



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

**ÇİĞ VE UHT KEÇİ SÜTLERİNDE AFLATOKSİN M₁
VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

EMRE CİRİTÇİ

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

SIVAS-2019

T.C
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇİĞ VE UHT KEÇİ SÜTLERİNDE AFLATOKSİN M₁
VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

EMRE CİRİTCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNERLİK BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SÜLEYMAN ALEMDAR

SİVAS 2019

“Çiğ ve UHT Keçi Sütlerinde Aflatoksin M₁ Varlığının Araştırılması” adlı **Yüksek Lisans** Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Veterinerlik Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi** Ana Bilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir

Başkan Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU



Üye Prof. Dr. Süleyman ALEMDAR (Danışman)



Üye Dr. Öğr. Üyesi Mukadderat GÖKMEN



ONAY

Bu tez çalışması,/...../2019 Tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zübeyda AKIN POLAT
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRÜ

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

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalıŐmayı, değerli bilgi ve katkılarıyla yöneten her konudan desteğini ve tecrübelerini esirgemeyen danışman hocam Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Süleyman ALEMDAR'a ve Veterinerlik Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı Sema AĞAOĞLU'na en derin saygı ve Őükranlarımı sunarım.

Tez kapsamında laboratuvar çalıŐmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Nazlı ERCAN'a, Zootekni Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Yusuf Ziya OĞRAK'a ve Veterinerlik Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalındaki tüm öğretim üyelerine katkılarından dolayı teşekkür ederim.

ÖZET

ÇİĞ VE UHT KEÇİ SÜTLERİNDE AFLATOKSİN M₁ VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Emre CİRİTÇİ

Yüksek Lisans Tezi

Veterinerlik Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman ALEMDAR

2019, 49 sayfa

Bu çalışma, çiğ ve ısıtılmış keçi sütlerinde AFM₁ varlığını tespit etmek ve halk sağlığı açısından risk oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Sivas Merkez köylerindeki küçükbaş işletmelerinden 88 adet çiğ keçi sütü ve piyasada tüketime sunulan 29 adet UHT keçi sütü olmak üzere toplam 117 örnek materyal olarak kullanılmıştır. AFM₁ analizlerinde ELİSA tekniği uygulanmıştır. Analiz sonucunda çiğ keçi sütlerinde 39 (%44,3) örnekte AFM₁ tespit edilemezken, 49 (%55,6) örnekte AFM₁ değerleri 0,20-103,53 ng/L arasında ve ortalama 6,32±1,7 ng/L olarak belirlenmiştir. UHT keçi sütlerinde ise 23 (%79,3) örnekte AFM₁ bulunamazken, 6 (%20,7) örnekte AFM₁ değerleri 0,16-30,03 ng/L arasında ve ortalama 2,57±1,41 ng/L olarak tespit edilmiştir. Çiğ keçi sütlerinde 2 (%1,71) örnekte AFM₁ düzeyleri mevzuatta bildirilen limit değerlerin üzerinde çıkmıştır. UHT keçi sütü örneklerinin tamamı mevzuata uygunluk göstermiştir. Sonuç olarak, hem üreticiler hem de tüketiciler aflatoksinlerin önemi ve korunma yolları konusunda bilinçlendirilmeli, aflatoksin bulaşmalarının önüne geçecek uygun stratejiler geliştirilmeli ve izleme programları oluşturulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Keçi sütü, Aflatoksin M₁, ELISA

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF AFLATOXIN M₁ IN RAW AND UHT GOAT MILK

Emre CİRİTÇİ

Master of Science Thesis

Department of Veterinary Food Hygiene and Technology

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman ALEMDAR

2019, 49 pages

This study was conducted to determine the presence of AFM₁ in raw and heat treated goat milk and to evaluate whether they pose a risk for public health. In this study, A total of 117 samples, 88 raw goat milk from small animal farms in Sivas central villages, and 29 UHT market goat milk were used as material. ELISA technique was used in AFM₁ analysis. As a result of the analysis, AFM₁ was not detected in 39 (44,3%) samples of raw goat milk, whereas AFM₁ values in 49 (55,6%) samples were between 0,20-103,53 ng/L and of 6,32 ±1,7 ng/L. In UHT goat milk, AFM₁ was not found in 23 (79,3%) samples, whereas AFM₁ values in 6 (20,7%) samples were found to be between 0,16-30,03 ng/L and an average 2,57±1,41 ng/L. In 2 (1,71%) raw goat milk, AFM₁ levels were higher than the limit values stated in the legislation. All UHT goat milk samples were in compliance with the legislation. As a result; both producers and consumers should be made aware of the importance and protection of aflatoxins, appropriate strategies should be developed to prevent aflatoxin contamination and monitoring programs should be established.

Key words: Goat milk, Aflatoxin M₁, ELISA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇ KAPAK	i
ONAY	ii
YÖNERGE	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
TABLolar/ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sütün Tanımı ve Keçi Sütünün Özellikleri	4
2.2. Keçi Sütü Avantajlar	9
2.2.1. Tazelik	9
2.2.2. Güvenilirlik	9
2.2.3. Sindirilebilirlik ve Laktoz intolerans	10
2.2.4. Selenyum İçeriği	10
2.3. Mikotoksinler ve Mikotoksikozis	10
2.4. Mikotoksinlerin Oluşumu	13
2.5. Mikotoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörler	14
2.5.1. Rutubet	14
2.5.2. Sıcaklık	14
2.5.3. pH, Oksijen ve Karbondioksit	15
2.5.4. Gıda Maddesinin Yapımı	15
2.5.5. Süre	15
2.5.6. Diğer Faktörler	16
2.6. Aflatoksinler ve Özellikleri	16
2.7. Keçi sütü ve Ürünlerinde Aflatoksinler	19
2.8. Yasal Düzenlemeler	26
2.9. Küflenmenin Önlenmesi, Detoksifikasyon ve Korunma	27
2.9.1. Fiziksel	27

2.9.2. Kimyasal	28
2.9.3. Biyolojik	28
2.10. Tanı Yöntemleri	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. Gereç	30
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Örneklerin Hazırlanması	30
3.2.2. Test Prensipleri	30
3.2.3. Test Prosedürü	30
3.3. İstatistik Analizleri	31
4. BULGULAR	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	36
6. KAYNAKLAR	41
İZİNLER	48
EK1. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı	48
ÖZGEÇMİŞ	49

TABLolar/ŞEKİLLER

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Çeşitli Sütlerin Ana Besin Öğeleri Ortalama Miktarı	5
Tablo 2: Keçi Sütünün Fiziksel, Enzimatik ve Biyolojik Özellikleri	5
Tablo 3: Keçi Sütünün Kimyasal Özellikleri	6
Tablo 4: Keçi Sütünün Mikrobiyolojik Özellikleri	6
Tablo 5: Dünyadaki Keçi Sayısı ve Süt Üretim Miktarı	7
Tablo 6: Türkiyedeki Keçi sayısı ve Çiğ Süt Üretim Miktarı	8
Tablo 7: Toksikjenik Önemli Küf Türleri, Ürettikleri Mikotoksinler ve Riskli Gıdalar	12
Tablo 8: Aflatoksin Üreten Fungusların Temel Özellikleri	16
Tablo 9: Değişik Ülkelerde Çiğ Keçi Sütlerinde Aflatoksin M ₁ Düzeyleri	23
Tablo 10: Değişik Ülkelerde Isıl İşlem Görmüş Keçi Sütlerinde Aflatoksin M ₁ Düzeyleri	24
Tablo 11: Değişik Ülkelerde Keçi Sütlerinde Mevsimsel Aflatoksin M ₁ Düzeyleri	25
Tablo 12: Farklı Ülkelerde Süt ve Süt Ürünlerinde AFM ₁ Yasal Limitleri	26
Tablo 13: Çiğ ve UHT Keçi Sütü Örneklerinde Aflatoksin M ₁ Düzeyleri	32
Tablo 14: Çiğ ve UHT Keçi Sütü Örneklerinde Analiz Sonuçlarının Dağılımı	33
Tablo 15: Çiğ Keçi Sütü Örneklerinde Aflatoksin M ₁ Düzeyleri	33
Tablo 16: Çiğ Keçi Sütü Örneklerinde Analiz Sonuçlarının Dağılımı	34
Tablo 17: UHT Keçi Sütü Örneklerinde Aflatoksin M ₁ Düzeyleri	34
Tablo 18: UHT Keçi Sütü Örneklerinde Analiz Sonuçlarının Dağılımı	34
Tablo 19: Çiğ ve UHT Keçi Sütü Örneklerinde İstatistik Analiz Sonuçları	35
Şekil 1: Aflatoksinlerin Kimyasal Yapısı	17

SİMGELER VE KISALTMALAR

AF	Aflatoksin
AFB ₂	Aflatoksin B ₂
AFB ₁	Aflatoksin B ₁
AFG ₁	Aflatoksin G ₁
AFG ₂	Aflatoksin G ₂
AFM ₁	Aflatoksin M ₁
AFM ₂	Aflatoksin M ₂
AOAC	Association of Official Analytical Chemists (Uluslararası Kimyacılar Derneği)
CEN	European Committee for Standardization (Avrupa Standartlar Komitesi)
ELISA	Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
ng	Nano gram
nm	Nano metre
ppb	Parts per billion
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TLC	İnce Tabaka Kromatografisi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultra Viole
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamını istenilen düzeyde sürdürebilmesi beslenme, barınma ve giyinme gereksinimlerinin karşılanmasına bağlıdır. Giyinme ve barınma ihtiyacı uygarlık geliştikçe beslenme ihtiyacına oranla daha başarılı bir şekilde karşılanmaktadır. Beslenme, sağlıklı yaşamın temel koşuludur. Bireysel ve toplumsal sağlığın korunmasında yeterli ve dengeli beslenme önemli bir yer tutmaktadır. Enfeksiyonlar ve kazalar hariç tüm hastalıkların %90'nının beslenme ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Tayar ve ark., 2015).

Süt ve süt ürünleri her yaş döneminde tüketilmesi gereken önemli bir besin grubudur. Bu gruptaki besinler; kalsiyum, protein, A vitamini ve bazı B vitaminlerinden zengindir. Büyümede ve kemik sağlığının korunmasında büyük etkisi vardır. Bu nedenle büyüme çağındaki çocuklar ve gençlerle gebe ve emzikli kadınlar ve yaşlılar bu gruptan yetişkinlerden daha çok tüketmelidirler. Günde en az 2-3 porsiyon tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Baysal ve ark., 2014).

Süt ve süt ürünleri içerisinde keçi sütü ve ürünlerinin ayrı bir yeri vardır. Son yıllarda keçi sütü, peyniri ve yoğurdu diğer hayvan ürünlerinden daha çok talep edilmekte ve yüksek fiyatlarla satılmaktadır. Keçi sütü, özellikle gelişmekte olan ülkelerde temel besin kaynağı niteliğinde iken, gelişmiş ülkelerde ürün çeşitliliği, diyet ve sağlık sektöründe alternatif bir besin maddesi olma özelliğindedir. Söz konusu ürünün artan pazar olanakları keçi yetiştiriciliğinin de paralel olarak artmasına neden olmuştur (Metin, 2012; Taşkın ve ark., 2010).

Süt ve ürünlerinin de dahil olduğu gıda maddeleri üretimden tüketime kadar gıda zinciri içerisinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik çok sayıda bulaşana maruz kalabilmektedir. Kimyasal bulaşanlar, son 25-30 yıl içinde endüstriyel ve teknolojik gelişmelerin sonucunda evrensel boyut kazanarak doğal dengeyi, gıda güvenliğini ve insan sağlığını tehdit eden bir duruma gelmiştir (Erol, 2007; Soyutemiz, 2011).

Günümüzde küfler ve mikotoksinler, sağlık sorunlarının yanı sıra bitkisel ve hayvansal üretime ve ulusal ve uluslararası ticarete çok büyük zarar vermektedir. Sözelimi, dünyadaki toplam tarımsal üretimin %25'i küfler ve mikotoksinler yüzünden kaybedilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre yeryüzü genelinde mikotoksin kaynaklı imha edilen gıda miktarı 1000 milyon tondan daha fazladır (Dinçer ve Sarımehmetoğlu, 2011).

Mikotoksin; uygun olmayan koşullarda muhafaza edilen gıda ve yemlerde doğal olarak oluşan insanlar ve hayvanlar için toksik etkili olan bileşiklere verilen genel bir isimdir. Mikotoksinler; patojenik ve bozulma etmeni küfler tarafından üretilen sekonder metabolizma ürünleridir. Sağlık ve ekonomik açıdan ciddi sorunlara neden olduklarından hem bilim insanlarının ve hem de kamunun çok daha fazla dikkatini çekmiştir. Bu amaçla yoğun olarak gerçekleştirilen bilimsel çalışmalara ilave olarak gerekli yasal düzenlemeler de yapılmaktadır. Birçok ülkede mikotoksin tipine ve ürün çeşidine göre değişen maksimum değerler belirlenmiş olup, dünya ticaretinde uygulanmaktadır (Dinçer ve Sarımeahmetoğlu, 2011; Erginkaya ve Kabak, 2010; Heperkan, 2014; Soyutemiz, 2011).

Mikotoksinler, kimyasal yapı bakımından çeşitlilik gösterirler. Mikotoksinler arasında üzerinde en fazla durulan aflatoksinlerdir. Aflatoksinler, gıda ve yem maddelerinin depolama sırasında uygun olmayan nem ve sıcaklık koşullarında muhafazası sonucunda çoğalan küfler tarafından oluşturulurlar. Aflatoksinler, insan ve hayvanlar üzerinde akut ve kronik toksik etki gösterebilir. Düşük dozlarda ve uzun süre aflatoksin alımına bağlı olarak gelişen kronik zehirlenmelere akut zehirlenmelerden daha çok rastlanır (Artık ve ark., 2017; Soyutemiz, 2011).

İçerisinde aflatoksin bulunan yemle beslenen hayvanlarda yemle alınan aflatoksin B₁'in %0,3-6'sı aflatoksin M₁ (AFM₁)'e dönüşerek süte geçmektedir. Süt, bebek ve çocukların başlıca gıdası olduğundan tehlikeli olabilir. AFM₁ sadece çiğ süt ve ürünlerinde değil aynı zamanda ısıl işlem görmüş sütlerden üretilen peynir, krema ve tereyağı gibi süt ürünlerinde de bulunmaktadır. Zira aflatoksinler, gıda işleme proseslerinde kullanılan sıcaklıklara dayanıklıdırlar. Süt ürünlerinde AFM₁'in yanısıra AFB₁'in de bulunduğuna dair çalışmalarda vardır. Aflatoksinler, sütte bulunan miktarından peynirde beş kat, süt tozunda ise yedi kat daha fazla olabilmektedir (Heperkan, 2014; Soyutemiz, 2011; Uğur ve ark., 2001).

Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M₁ varlığı ile ilgili yapılan çalışmalar çiğ ya da ısıl işlem görmüş inek sütü üzerinde yoğunlaşmıştır. Oysa aflatoksin M₁'in koyun, keçi, bufalo ve deve sütlerinde de bulunabildiği çok iyi bilinmektedir. Son yıllarda keçi sütü ve ürünleri ile ilgili yapılan çalışma sayısında önemli artışlar olmuştur. Ancak Türkiye'de keçi ve keçi sütü ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır.

Bu alışma, Sivas ilinde tüketime sunulan çiğ ve ısıl işlem görmüş (UHT) keçi sütlerinde aflatoksin M₁ varlığı ve yaygınlığını araştırma amacıyla yapılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar ulusal ve uluslararası mevzuatta belirtilen kriterlerle mukayese edilerek gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından bir risk oluşturup oluşturmadığı değerlendirilmiştir.



2. GENEL BİLİGİLER

2.1. Sütün Tanımı ve Keçi Sütünün Özellikleri

Süt, dişi memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinde hayvan türlerine göre, farklı sürelerde salgılanan, içinde yavrunun kendi kendisini besleyecek bir duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini gerekli oranlarda bulunduran, porselen beyazı (beyaz-krem) renginde, kendine has tat ve kokusu olan bir sıvıdır (Metin, 2008).

Keçi, yaklaşık 11.000 yıl önce evcilleştirilen, omurgalılar, memeliler, geviş getirenler, çift tırnaklı, otobur bir hayvandır. Eti, sütü ve kılı için beslenmektedir. Keçi sütü, birleşimindeki vitamin ve mineral zenginliği, yağ ve proteinin inek sütüne göre daha sindirilebilir özellikte olmasından dolayı, bebek ve hastaların beslenmesinde tercih edilen süt çeşitidir. Anne sütüne en yakın süt keçi sütüdür. İnek sütüne kıyasla daha fazla vitamin A ve B ile riboflavin ve mineral içermektedir. Keçi sütü; içme sütü, yoğurt, peynir, kozmetik ürünlerinde, çocuk gıdalarında yer almaktadır (Toy ve ark., 2015).

Çiğ keçi sütü; keçiden sağılarak elde edilen, 40 °C'un üzerinde ısıtılmamış veya eş değer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş veya ön ısıtma işlemine tabi tutulmamış ve ağız sütü (kolostrum) dışındaki meme bezi salgısıdır (TSE, 2002).

Sütün esas fonksiyonu, yeni doğan memeli yavrunun gelişmesini, yaşayabilmesini ve dış etkilere karşı kendini koruyabilmesini garanti altına almaktır. Bu nedenle memeli hayvanların yaşadığı çevre koşullarına göre sütlerin bileşiminde az çok farklılıklar vardır (Metin, 2008). Çeşitli türlere ait sütlerin ana besin öğeleri ortalama miktarları Tablo1'de verilmiştir.

Çiğ sütle ilgili gereklilikler "Hayvansal Gıdalar İçin Özel Kuralları Belirleyen Yönetmelik" (TGK, 2011a)'te, çiğ keçi sütünün duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri "Türk Standardı-TS 11046" (TSE, 2002)'da bildirilmiştir. Yönetmelikte çiğ sütün Tuberküloz ve Bruselloz'dan ari olmasına, duyuşal veya fiziko-kimyasal anormal bulgular taşımamasına, kalıntı bulundurmamasına, soğuk zincirin bozulmamasına vurgu yapılmaktadır. Ayrıca süt üreten hayvancılık işletmecisi ve gıda işletmecisine ek kriterler getirmektedir (TGK, 2011a). Keçi sütünün fiziksel, enzimatik ve biyolojik özellikleri Tablo 2'de, kimyasal özellikleri Tablo 3'te, mikrobiyolojik özellikleri ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli Tür Sütlerin Ana Besin Öğeleri Ortalama Miktarı (Metin, 2008)

Bileşenler	Keçi	Koyun	İnek	İnsan
Yağ (%)	3,8	7,9	3,6	4,0
Yağsız Kuru Madde (%)	8,9	12,0	9,0	8,9
Laktoz (%)	4,1	4,9	4,7	6,9
Protein (%)	3,4	6,2	3,2	1,2
Kazein (%)	2,4	4,2	2,6	0,4
Albumin, globulin (%)	0,6	1,0	0,6	0,7
Non-protein azot (%)	0,4	0,8	0,2	0,5
Kül (%)	0,8	0,9	0,7	0,3
Ca (mg/100g)	134	193	122	33
Mg (mg/100g)	16	18	12	4
P (mg/100g)	121	158	119	43
K (mg/100g)	181	136	152	55
Na (mg/100g)	41	44	58	15
Cl (mg/100g)	150	160	100	60
Vit A (IU)	185	146	126	190
Vit B1 (mg/100ml)	0,68	0,41	0,08	0,17
Vit B12 (µg)	0,065	43	2	3,6
Vit B2 (mg/100g)	0,14	0,35	0,17	0,03
Vit B3 (mg)	0,20	0,42	0,09	0,16
Vit B5 (mg/100g)	0,31	0,41	0,34	0,18
Vit C (mg/100ml)	1,29	4,16	0,94	5,00
Vit D (µg)	0,06	0,18	0,08	0,06

Tablo 2. Keçi Sütünün Fiziksel, Enzimatik ve Biyolojik Özellikleri (TSE, 2002)

Özellikler	Sınırlar
Yoğunluk. (g/cm ³), en az	1,026
Kir, mg/100 mL, en çok	6
Resazurin deneyi, 1 saatte gelişen renk	Mavi, erguvani veya koyu pembe renge kadar açılan renklerde olmalı
Fosfataz deneyi	0,5 mL'si en az 0,05 mg fenol değerinde fosfataz aktivitesi görülmeli
Mastitis testi	Negatif

Tablo 3. Keçi Sütünün Kimyasal Özellikleri (TSE, 2002)

Özellikler	En az
Protein, % (m/v), en az	2,8
Asitlik (süt asidi), % (m/v), en az	0,15
Asitlik (süt asidi), % (m/v), en çok	0,28
Yağ, % (m/v), en az	4,15
Yağsız kuru madde, % (m/v), en az	8,5
İnhibitör madde	Bulunmamalı
Okside edici maddeler	Bulunmamalı
Karbonat ve formaldehit	Bulunmamalı

Tablo 4. Keçi Sütünün Mikrobiyolojik Özellikleri (TSE, 2002)

Özellikler	Değerler			
Toplam canlı bakteri sayısı, 30 °C'da kob/mL, en çok ¹	1000000 ^a			
Somatik hücre sayısı, adet/mL, en çok ¹	500000 ^b			
	N	c	m	M
<i>Staphylococcus aureus</i> , kob/mL	5	2	100	500
<i>Salmonella</i>	5	0	25mL'de bulunmamalı ²	
1) Süt üretim işletmelerinden toplanan ve/veya ısıl işlem görmüş içme sütü, süt ürünleri ve süt esaslı ürünlerin üretiminde kullanılacak keçi sütünde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde o yıl için müsaade edilen değeri aşmamalıdır. a) Ayda en az iki numune ile iki aylık bir periyodun geometrik ortalaması. b) Ayda en az bir numune ile üç aylık bir periyodun geometrik ortalaması. 2) 25 mL (veya 25 g) numune, aynı ürünün farklı kısımlarından alınan 5 mL'lik 5 numuneden oluşur. n : Numune sayısı (adet), m : Bakteri sayısı için kabul edilebilir eşik değeri, (kob/mL,g) eğer tüm numunedeki bakteri sayısı (m)'i geçmemişse sonuç yeterli sayılır. M : Bakteri sayısı için en fazla sınır değer (bir veya daha fazla numunede "c" bakteri sayısı "m" den daha fazla ise sonuç olumsuz sayılır. c : Numune grubu içinde izin verilen en fazla sınırın "M" altında olması istenen numune sayısı (diğer numunelerdeki bakteri sayısı "m" veya daha az ise numune olumlu sayılır).				

Süt keçilerinin laktasyon süreleri 6-10 ay arasında değişmektedir. Kültür ırklarının yıllık süt verimleri 1.000 litre civarındadır. Özel olarak beslenen keçilerde bu miktar 1.500-2.000 litreye kadar çıkmaktadır. Keçiler, vücut ağırlıklarına oranla en fazla süt veren hayvan olarak kabul edilmekte, kültür ırkı keçiler bir laktasyon döneminde, vücut ağırlığının yaklaşık 10 katı süt vermektedirler. Verim arttıkça süt yağı ve protein oranında ise düşmeler olmaktadır (Dellal, 2005).

FAO'nun 2008 yılı verilerine göre dünyada yaklaşık 862 milyon baş keçi bulunmaktadır. Dünyada sağılan 179.241.477 baş keçiden 15.215.006 ton süt elde edilmiştir. 1999-2008 döneminde keçi sütü üretimi %20,81 oranında artmıştır. (FAO, 2010).

TÜİK (2017) verilerine göre; Türkiye'de keçi sayısında bir önceki yıla göre %0,7 oranında azalarak 10 milyon 345 bin baş olarak gerçekleşmiştir. Toplam süt üretimi ise 2016 yılında bir önceki yıla göre %0,9 azalarak 18 milyon 489 bin ton olmuştur. Bu miktarın %90,8'ini inek sütü, %6,3'ünü koyun sütü, %2,6'sını keçi sütü ve %0,3'ünü manda sütü oluşturmuştur.

Tablo 5. Dünyadaki Keçi Sayısı ve Süt Üretim Miktarı (FAO, 2010; TÜİK, 2017)

Yıl	Dünyadaki Keçi Sayısı (Milyon)	Dünyadaki Keçi Sütü Üretimi (Bin Ton)
2000	752	12.707
2005	840	14.519
2010	911	16.225
2011	916	16.704
2012	936	17.121
2013	955	16.953
2014	965	17.101
2015	979	17.036
2016	1.003	15.262
2017	-	-

Tablo 6. Türkiye'deki Keçi Sayısı ve Çiğ Süt Üretim Miktarı (FAO, 2010; TÜİK, 2017)

Yıl	Türkiye Sağılan Keçi Sayısı (Bin Baş)	Türkiye Keçi Çiğ Süt Üretimi (Ton)
2000	3.793	220.211
2005	24.27	253.759
2010	2.581	272.811
2011	2.968	320.588
2012	3.502	369.429
2013	3.943	415.743
2014	4.400	463.270
2015	4.578	481.174
2016	4.555	479.401
2017	4.964	523.395

Keçi sütü, genel olarak gelişmekte olan ülkelerde temel besin maddesi olurken, endüstrileşmiş ülkelerde ise ürün çeşitliliği, diyet ve sağlık sektöründe alternatif bir besin maddesi olma yolundadır. Söz konusu ürünün artan pazar olanakları keçi yetiştiriciliğinin de doğal olarak artmasına neden olmuştur. Gelişmiş ülkelerde özellikle keçi sütünden yapılan yoğurt ve peynirlere olan ilginin her geçen gün artması, keçi sütüne olan talebi ortaya koymaktadır (Taşkın ve ark, 2010).

Mineral içeriğinin fazla olması, keçi sütünün tampon etkisinin yüksek olmasını sağlar. Bu da peptik ülser ve diğer mide şikayetlerinin azalmasına neden olur. Keçi sütü inek sütüne göre; kalsiyumu %13, vitamin B₆'yı %25, vitamin A'yı %47 ve potasyumu %134 daha fazla içerir. Aynı zamanda inek sütüne göre 3 kat niasin, 4 kat bakır ve %27 daha fazla selenyum içermektedir. Bir bardak keçi sütü, tavsiye edilen günlük kalsiyum ihtiyacının %32.6'sını sağlarken, sığır sütünde bu oran %29.7'dir. Yine bir bardak keçi sütünde 9 g protein bulunurken, sığır sütünün bir bardağında 8 g protein bulunmaktadır (Taşkın ve ark, 2010).

Keçi sütü, bileşim açısından inek sütüne yakın değerlere sahiptir. Bileşimindeki proteinli maddelerin yaklaşık %75'i kazeinden oluştuğu için, kazeinli sütler grubuna dahildir. Karoten miktarı az olduğu için keçi sütü inek sütüne oranla daha beyazdır ve inek sütünden bu şekilde ayırt edilmektedir. Yeni sağılan keçi

sütünün asitliği 6,4-10,0 °SH ve yoğunluğu 1,028-1,041 g/ml arasındadır. Keçi sütünün kuru maddesi %13–14 arasında değişir. Protein olmayan azotlu maddelerin miktarı inek sütlerinde ortalama %0,19, kadın sütlerinde %0,12 iken, keçi sütlerinde %0,44 gibi yüksek orandadır (Uysal ve Kılıç, 2005).

Keçi sütünün fazla miktarda fosfat içermektedir. Et ve balık yeme alışkanlığı olmayan kimselerde görülen fosfat eksikliğinin giderilmesinde keçi sütünün iyi bir kaynaktır. Mide asitliğini kontrol altında tutması nedeniyle, mide rahatsızlığı olan kimselerin keçi sütünün içmeleri önerilmektedir. Keçi sütünün başta B12 vitamini olmak üzere bazı vitaminler ile mangan ve demir bakımından fakirdir. Bu nedenle uzun süre keçi sütünün ile beslenenlerde kansızlık görülebilmektedir (Haenlein, 2004).

Keçi sütünün; histidin, metiyonin, treonin ve prolin amino asitlerince zengin; valin, tirozin, serin, izolosin, glutamik asit ve arjinin amino asitlerince fakirdir. Keçi sütünün yağında kapronik, kaprilik ve kaprinik yağ asitlerinin oranı fazladır. Keçi sütleri A vitamini bakımından diğer sütlere oranla 2-3 kat daha zengindir. Bunun nedeni keçilerin kış aylarında daha fazla yeşil yem yemeleri ve karotenin A vitaminine çevrilmesinde rol oynayan tiroid bezlerinin keçilerde daha büyük ve daha aktif olmasıdır (Veral, 2005).

Düzenli keçi sütünün kullanımının astım, alerji, hazımsızlık, bazı cilt rahatsızlıkları, iştahsızlık ve öksürük nöbetlerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Hastaların günlük keçi sütünün tüketimi, enfarktüs ve kanser gibi hastalıkların tedavisinde destekleyici olduğu belirtilmektedir. Keçi sütünün içerdiği alfa hidroksiasit sayesinde deriyi güçlendirici ve gençleştirici etki göstermektedir. Bu sebepten çok eski çağlardan beri deri hastalıklarının tedavisinde de kullanılmaktadır (Taşkın ve ark, 2010).

2.2. Keçi Sütünün Avantajları

2.2.1. Tazelik

Keçi sütünün sağıldığı andan itibaren 48 saat boyunca tazeliğini korumaktadır. Taze keçi sütünün biraz acımsı bir tada sahip olması kısa zincirli yağ asitlerinin varlığından dolaydır. (Taşkın ve ark, 2010).

2.2.2. Güvenilirlik

Keçi sütününde tüberkiloz pek rastlanmaz bu açıdan inek sütününden daha güvenilirdir. A vitamini açısından diğer sütlerden 2-3 kat daha zengindir. Keçi sütünün viskozitesi

inek sütüne oranla daha fazladır. Ayrıca koyun ve inek sütünden daha kolay pıhtılaşır (Metin, 2012).

2.2.3. Sindirilebilirlik ve Laktoz İntolerans

Keçi sütü ortalama, %8,9 yağsız kuru madde, %3,8 yağ, %3,4 protein, %4,1 laktoz ve %0,8 kül içermektedir. İnek sütünden daha düşük laktoz ve kül, fakat daha yüksek oranda yağ ve protein içermektedir. Keçi sütünün Toplam KM'si (%22-27) koyun sütünden (%33-40) daha düşüktür. Toplam Laktoz düşük olmasından dolayı laktoz hasasiyeti (intoleransı) olanların rahatlıkla kullanabilmesine olanak sağlamaktadır (Park, 2006).

2.2.4. Selenyum İçeriği

Keçi sütü diğer sütler içinde en yüksek selenyum içeriğine (kuru bebek mamalarından 2,5 kat, pastörize inek sütünden %35 ve anne sütünden daha fazla) sahiptir. Bu mineral, bağışıklık sistemi ve antioksidan özelliğinden dolayı gereklidir. (Taşkın ve ark, 2010).

2.3. Mikotoksinler ve Mikotoksikozis

Mikotoksinler, doğal kirletici olarak gıda ve yemlerde bulunabilen, gıdalarda uygun koşullar bulunduğu üreyen küfler tarafından meydana getirilen ikincil metabolik ürünlerdir. Mikotoksin terimi Yunanca mantar anlamına “*mykes*” ve Latince zehir veya toksik anlamına gelen “*toxicum*” kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Mikotoksinler küf gelişiminin olduğu gıda ve yemlerde iz miktarda (μg - mg/kg , μg - mg/L) meydana gelirler ve çok düşük miktarlarda bile insan sağlığı için önemli risk oluştururlar (Richard, 2007).

Mikotoksin üreten en önemli funguslar; *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* ve *Alternaria* soyu içerisinde yer alan türlerdir. Mikotoksinlerin insanlar ve hayvanlar için toksijenik, teratojenik, karsinojenik ve immunosupresif etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu bileşiklerin tümü toksik özellikte olmayıp antimikrobiyel ve antitümör etkileriyle daha çok ilaç üretiminde pek çok hastalığın tedavisinde de kullanılmaktadır (Sabuncuoğlu ve ark., 2008).

Gıda maddelerinde üreyebilen, bu yolla günlük yaşantıda çok sık temasın söz konusu olabildiği küfler ve özellikle bunların oluşturdukları toksik metabolitler halk sağlığını tehdit etmenin yanı sıra ekonomide de ciddi kayıplara neden olmaktadır (Baydar ve ark., 2005).

Mikotoksin alımına bağlı olarak Őekillenen klinik tabloya “mikotoksikozis” denir. Fakat bu klinik tablonun tanımlanması oldukça zordur. Bir veya biręok semptomla karakterize bir durumdur. Mikotoksikozda görülen belirtilerin Őiddeti, maruz kalınan mikotoksin türü ve miktarı yanı sıra vücut ağırlığı, fiziksel ve beslenme durumu gibi kişisel özelliklere bağlı olarak farklılıklar gösterebilir (Steyn ve Stander, 1999).

Mikotoksinler, kğk molekül yapısına sahip olup, dünyanın her bir tarafında bulunan mantarların eksojen toksinleridir. Mantarlar 10-40 °C gibi geniş sıcaklık aralığında reyebilirken, her kf türünün uygun üreme ısısı mantar türlerine göre deęiŐmekte olup, 15 °C'nin üzerindeki ısılar uygun üreme ısıları olarak kabul edilir (Aydın, 2007).

Hayvanların mikotoksinli yemleri tüketimi sonuğda akut ve kronik zehirlenme, verim ve kilo kaybı ile immunosupresyon oluŐturabilmektedir. Aynı zamanda aflatoksin, okratoksin ve fumonisin gibi mikotoksinlerin yemlerle birlikte hayvanlara geğmesi ve hayvanlardan elde edilen gıdaları insanların tüketmesi sonucu bazı kanser türlerinin oluşumuna neden olması açısından önemli bir halk sağlığı sorunudur (Sonal ve Oruç 2000, Kaya 2001, Yiannikouris ve Jouany, 2002).

Günümüzde 110.000'den fazla mantar türü izole ve identifiye edilmiştir. Gıdalar ve yemler ęok ęeŐitli küflerin saldırısına maruz kalmasına karşılık, büyük bir kısmı mikotoksin üretmemektedir. Sadece 350 civarında kf türünün mikotoksin ürettiği ve 300 ęeŐitten fazlada mikotoksin sentezledikleri bunlardan ise yalnızca 20-25 tanesi doğada yoğun olarak bulduğu belirtilmiŐtir (Şanlı, 1995, Gilbert ve Anklam, 2002, Whitlow ve Hagler, 2002, Yiannikouris ve Jouany, 2002).

Mikotoksinler farklı kf türleri tarafından sentezlenebildiği gibi bir kf türü de aynı anda farklı mikotoksinler sentezleyebilmektedir. Bu sebeple mikotoksinleri sentezlendikleri kf cins veya türlerine göre sınıflandırmak mümkün değildir. Mikotoksinler, daha ęok mikotoksin ęeŐitlerinin ilgi gösterdikleri organlara ve böylece oluşturdukları patolojik bozukluklar ile başlıca klinik belirtilere göre veya karmaŐık belirtilerden oluşan klinik sendromlara göre gruplandırılarak incelenir. Mikotoksinler; hepatotoksik, nefrotoksik, hematopoetik, östrojenik, dermatotoksik, neotoksik ve immunsupressif etkili mikotoksinler olarak gruplandırılabilir (Şanlı, 1995).

İnsan ve hayvanların sağlığı yönünden önemli mikotoksinler arasında; aflatoksinler, okratoksinler, zearalenon, sitrinin, patulin, sterigmatosistin, trikotesenler (T-2 toksin, deoksinivalenol gibi), PR toksin, penisillik asit, sporidesmin, slaframin, luteoskyrin, rugulosin, tremorin A, kojik asit, okzalik asit (Kaya, 1989). Toksikjenik önemli kf türleri, ürettikleri mikotoksinler ve riskli gıdalar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Toksikjenik önemli kf türleri, ürettikleri mikotoksinler ve riskli gıdalar (Erginkaya ve Kabak, 2010)

Kf türleri	Mikotoksin	Riskli gıdalar
<i>A. flavus</i> <i>A. parasiticus</i> <i>A. nomius</i>	Aflatoksin	Yağlı kuru meyveler, hububat, kırmızıbiber, çeşitli baharatlar, incir, süt ve ürünleri
<i>A. carbonarius</i> <i>A. ochraceus</i> <i>P. viridicatum</i> <i>P. verrucosum</i>	OTA	Mısır, kakao tohumu, kahve, kuru zm, incir, zm suyu ve şarap
<i>F. culmorum</i> <i>F. graminearum</i> <i>F. sporotrichioides</i>	DON	Buğday, mısır, arpa ve ekmek
<i>F. sporotrichioides</i> <i>F. poae</i> <i>F. equiseti</i>	T-2 toksin	Buğday, pirin ve diğer hububatlar, ekmek
<i>F. moniliforme</i> <i>F. proliferatum</i>	Fumonisin	Mısır, pirinç ve sorgum
<i>F. graminearum</i> <i>F. culmorum</i> <i>F. sporotrichioides</i>	Zearalenon	Mısır, buğday, arpa ve yulaf
<i>P. citrinum</i> <i>P. expansum</i> <i>P. verrucosum</i>	Sitrinin	Buğday, avdar, pirinç, mısır ve meyve suları
<i>A. versicolor</i> <i>A. rugolosis</i> <i>A. ruber</i>	Sterigmatosistin	Hububat ve kahve
<i>P. expansum</i> <i>B. fulva</i> <i>B. Nivea</i>	Patulin	Elma suyu, diğer meyve suları ve işlem görmüş meyveler

2.4. Mikotoksinlerin Oluşumu

Mikotoksinler gıda maddelerinde bulunan ve sağlığımızı tehdit eden önemli kimyasallardır. Tarımsal ürünler hasat edildikten sonra çeşitli işlemlerden geçirilerek mamül haline dönüştürülmektedir. Mikotoksin oluşumu bitkisel ürünlerin üretimi sırasında ortaya çıkmaktadır. Ürünün kuruması/kurutulması mikotoksin oluşumunu teşvik eden en önemli işlemdir. Kurutulmuş ürünün depolanması dahil, hasat ve sonrası tüm uygulamalar sırasındaki hatalar, mikotoksin oluşumuna neden olmakta veya mevcut mikotoksin miktarını artırmaktadır (Heperkan, 2014).

Küflerin üreme ve mikotoksin sentezleme yeteneklerini genel olarak etkileyen başlıca faktörler; rutubet, sıcaklık, pH, oksijen, karbondioksit, gıda, yem maddesinin yapısı, süre, mekanik hasar ve diğer faktörler olarak sıralanmaktadır (Kaya ve Yarsan, 1995; Kaya, 1989).

Küflenmenin gerçekleşebilmesi için öncelikli şart küf sporunun ortamda bulunmasıdır. Küf sporlar doğada hava ve su ile kolay bir şekilde yayılarak bulaşmaya neden olurlar. Gelişmelerine uygun şartları bulduklarında çoğalarak yem ve besinleri küflendirirler. Gelişmelerine uygun şartlar yok ise yıllarca spor formunda kalabilirler. Yani küfler tarafından her zaman ve her ortamda mikotoksin sentezi yapılamaz. Mikotoksin sentezi için o küfe ait şartların oluşması gerekir (Tunail 2000, Kaya 2001, Whitlow ve Hagler, 2005).

Türkiye gibi subtropik iklim kuşağındaki ülkelerde, hasat mevsimi ve hava sıcaklığına bağlı olarak, soğuk ve nemli ülkelere nazaran daha az küflenme meydana gelmektedir. Avrupa ülkeleri ve Kanada gibi daha kuzeyde bulunan, nemli ve soğuk ülkelerde gıda ve yem maddelerinin, tahıl ve daneli yemlerin, özellikle kurutma tesislerinde belli bir rutubet oranına kadar kurutularak depolanmaları, küf olgusunun önlenmesi bakımından oldukça önemlidir (Tunail, 2000).

Mikotoksinlerin önemli özelliklerinden biri de “Carry over” etkiye olmalarıdır. Toksin içeren yemlerin hayvanlar tarafından alınmasıyla ve bu hayvanlardan elde edilen gıdaların (et, yumurta, süt) tüketilmesiyle toksinler insanlara geçebilmektedir. Yemde bulunan mikotoksinin tip ve miktarına bağlı olarak hayvanlarda da farklı tepkiler oluşmaktadır. Bir taraftan hayvanlarda verim azalması, kilo kaybı ve bağışıklık sisteminin zayıflamasına bağlı çeşitli hastalıklar ortaya çıkması sonucu ani veya toplu ölümler gözlenebilmektedir (Heperkan, 2014).

2.5. Mikotoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Küfler, uygun koşullarda ham ve işlenmemiş gıda/yemlerin çoğalarak bir yandan ürünün nitelik ve niceliğini değiştirip bozulmasına neden olmakta, diğer yandan da insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip toksik maddeleri oluşturmaktadır. Oluşan bu ürünler, mikotoksin olarak adlandırılan, son derece toksik, çoğu karsinojen, teratojen ve mutajen maddelerdir (Steyn ve Stander 1999).

Mikotoksinler; küfler tarafından oluşturulan ikincil metabolitlerdir. Fiziksel, kimyasal, biyolojik ve çevresel pek çok faktör küf gelişmesi ve mikotoksin oluşumunu etkilemektedir (Heperkan, 2014).

2.5.1. Rutubet

Fungal etkinin ve çoğalmanın başlayabilmesi için gerekli olan çevresel koşulların başında rutubet gelir. Genellikle kseroofil nitelikli mantar sporlarının gelişebilmesi için ortam havasındaki oransal rutubetin %50 veya daha yüksek ve çoğalma ortamındaki rutubet içeriğinin de %10'nun üstünde olması gerekir (Şanlı, 1995).

Küflerin üremesi ve toksin sentezleyebilmesi için gerekli rutubet oranları birbirinden farklıdır. Küflerin üreyebilmesi için gerekli rutubet oranı toksin salgılayabilmeleri için gerekli rutubet oranından daha düşüktür. Ortamın rutubeti arttıkça gıdanın da içerdiği rutubet ve su aktivitesi (a_w) değeri artar (Tunail, 2000).

Küflerin kullanımına uygun, gıda içinde bağlı olmayan suyu ifade eden su aktivitesi (a_w) değeri, besinin rutubeti konusunda yüzde (%) su içeriğine göre daha geniş bilgi sunar. A_w 0,90-0,80 küf gelişimi için, a_w 0,90-0,85 toksin oluşumu için optimum değerlerdir. A_w 0,80'in altında *Aspergillus*'lar gibi kserofilik küfler gelişir. A_w 0,75'in altında çoğalan küfler depo küfleri olarak tanımlanır. Küf gelişimi a_w 0,65'den aşağıda çok yavaşlar. Su aktivitesi a_w 0,90'ın üzerinde olan ortamlarda ise bakteri ve mayalar daha etkili olur ve ortamdaki besin maddelerini kendileri için kullanırlar. Ancak su aktivitesinin a_w 0,90'ın altına düşmesiyle küfler ortama hakim hale gelir (Şanlı, 1995; Uğur ve ark., 2001; Metin ve Öztürk, 2006).

2.5.2. Sıcaklık

Sıcaklık, küflerin üreme ve gelişmesinin yanı sıra mikotoksin sentezlemelerine ve sentezlenen mikotoksinlerin türüne de etkilidir. Küflerin üremeleri farklı sıcaklık aralıkları olabilir. Küflerin en yüksek miktarda mikotoksin sentezlemeleri ise o küf

türünün optimum üreme sıcaklığında veya bu sıcaklık değerin biraz altında olmaktadır (Şanlı, 2002).

Küfler, 10 ile 40 °C'ler arasında üreyebilmekle birlikte, optimum üreme sıcaklığı 20-30 °C'ler arasındadır. *Penicillium* ve *Fusarium*'lar 5°C'den daha düşük sıcaklık derecesinde gelişebilmelerine karşın, *Aspergillus*'lar daha yüksek sıcaklıklarda ürer ve toksin sentezlerler (Tunail, 2000; Whitlow ve Hagler, 2001).

2.5.3. pH, Oksijen ve Karbondioksit

Küfler pH 2,1-11,2 gibi geniş bir aralıkta üreyebilmelerine karşın, pH 3,0-8,0 arasında optimum üremeleri gerçekleşmektedir. Ancak genel bir kural olarak bazik ortamlara göre hafif asit pH'lı gıdalar fungal etkinlikler için daha uygun ortam oluşturur. Optimum seviyede aflatoksin pH 6,0'da üretilir (Şanlı, 1995; Kılıç, 2010).

Mantar türleri sıkı bir şekilde aerob yaşam biçimine bağımlıdır. Ortamdaki oksijenin %1'in altına düşürülmesiyle küf gelişimine paralel olarak toksin üretimi de azalır. Ancak üremeleri ve mikotoksin sentezlemeleri için oksijene olan ihtiyaçları bakımından mantar türleri arasında önemli farklar bulunabilmektedir. Şöyle ki ortamın oksijen yoğunluğunun %45'den %1'e düşürülmesi veya karbondioksit yoğunluğunun %10'dan daha yukarı çıkartılması *Aspergillus flavus*'un üremesini ve aflatoksin sentezini önemli seviyede azaltır. Ortamdaki karbondioksit yoğunluğu %20'nin üzerine çıkarıldığında ise küflerin üremesi ve toksin sentezleri önemli ölçüde etkilenir (Şanlı, 1995; Kaya, 2001; Kılıç, 2010).

2.5.4. Gıda Maddesinin Yapısı

Küflerin üreyip toksin sentezleyebilmeleri için pepton, polipeptid ve aminoasitler gibi organik maddeleri azot kaynağı olarak kullanmaya ve kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), demir (Fe), çinko (Zn), fosfor (P) gibi elementlere ihtiyaçları vardır. Karbonhidrat ve yağ bakımından zengin gıda ve yem maddeleri küflerin üreyip toksin sentezleyebilmeleri için uygun ortamlardır. Özellikle mısır, buğday, arpa, yulaf, pirinç gibi ürünler ile yer fıstığı, fındık, ayçiçeği, soya fasulyesi, pamuk tohumu gibi yağlı ürünlerde küfler sıklıkla üremekte ve mikotoksin sentezlemektedirler (Yaroğlu, 2002).

2.5.5. Süre

Depolama süresinin uzunluğu üreme ve mikotoksin sentezinin artmasına neden olmaktadır. Şartlar uygun olduğu takdirde 2-4 gün içerisinde küflenmeyle beraber

mikotoksin ile kirlenme oluşabilmektedir. Bunun yanı sıra 16-24 günlük bir süreçte aflatoksin miktarı dört katına çıkabilmektedir (Kaya, 2001).

2.5.6. Diğer faktörler

Tarlada yetişen ürünlerin zamanında hasat edilmemesi, yağışlı ve rutubetli iklim koşullarının oluşması, depoların yeteri kadar ışık almaması, havalandırmanın yeterli olmaması, ortamda birden fazla parazit veya mantar türünün mevcut olması gibi etkenler küflerin üremesini ve mikotoksin sentezleme oranlarını etkilemektedir (Kaya, 2001; Yaroğlu, 2002; Yiannikouris ve Jouany, 2002).

2.6. Aflatoksinler ve Özellikleri

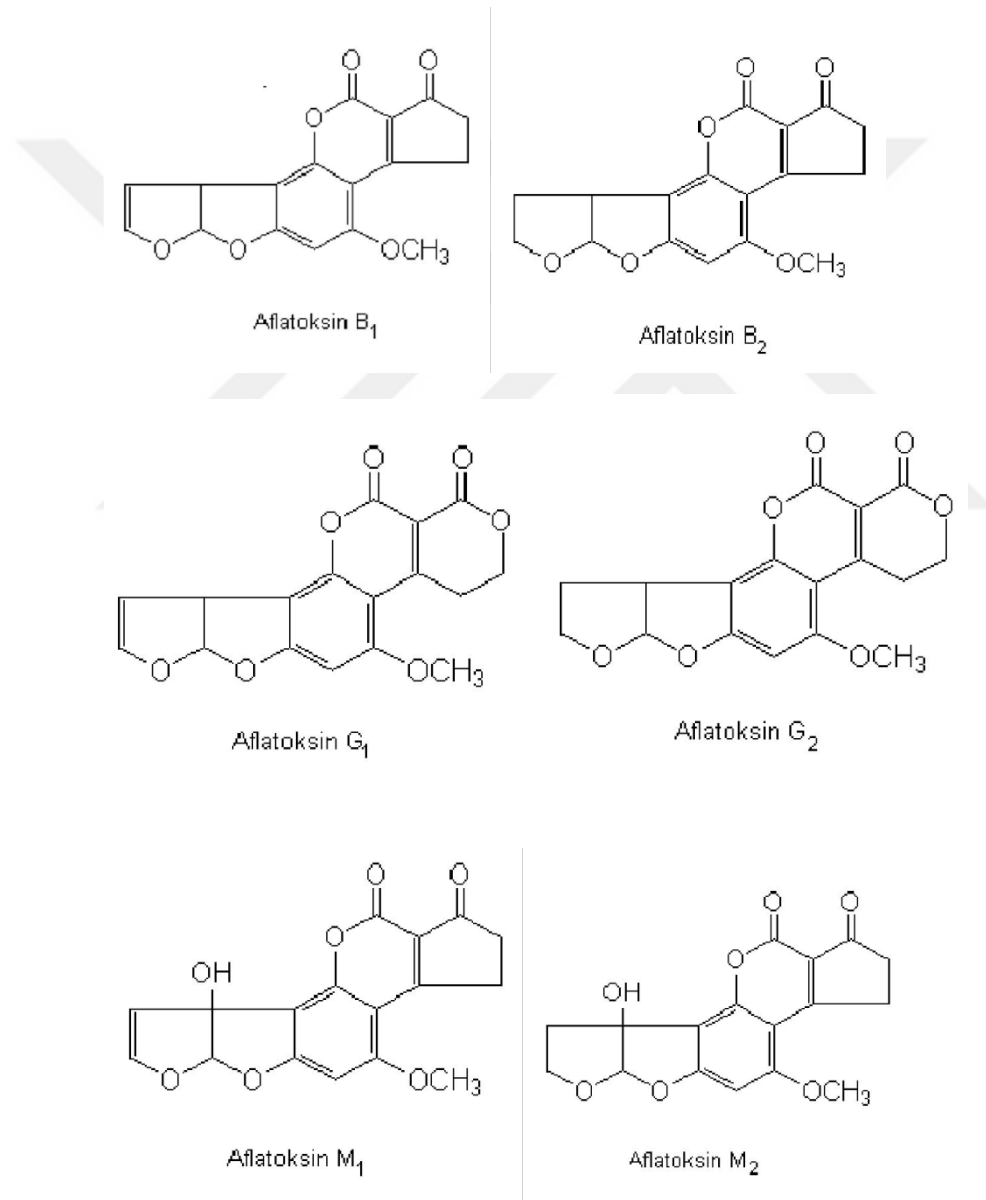
Aflatoksin terimi *Aspergillus'un A ve flavus'un fla* harfleri birleştirilip toksin kelimesinin ilavesiyle oluşturulmuştur (Kaya, 1984; Gürbüz ve ark., 1999).

Üzerinde en çok çalışılmış mikotoksin grubu olan aflatoksinler 1960 yılında keşfedilmiş ve 1962 yılında da güçlü bir “hepatotoksik” ve “hepatokarsinojen” etkisi olduğu anlaşılmıştır. Aflatoksinler, *Aspergillus flavus'un* bazı suşları, *Aspergillus parasiticus'un* ise hemen hemen bütün suşları tarafından üretilmektedir. Ancak 1987 yılında *A. flavus'a* fenotipik olarak benzeyen *Aspergillus nomius* ve son olarak da *Aspergillus pseudotamarii* olarak isimlendirilen bir türün de aflatoksin ürettikleri belirlenmiştir (Pohland, 1993). Aflatoksin üreten fungusların temel özellikleri Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Aflatoksin Üreten Fungusların Temel Özellikleri (Bhatnagar ve ark., 2000)

Özellik	<i>A. flavus</i>	<i>A. parasiticus</i>	<i>A. nomius</i>
Conidiophore düzenlemesi (Metulae)	Genelde iki sıralı	Genelde tek sıralı	Genelde iki sıralı
Conidia	Pürüzsüz-orta derecede pürüzlü, boyutu değişken (3-8 µm)	Bariz pürüzlü, boyutu daha az değişken (4-7 µm)	Pürüzsüz-orta derecede pürüzlü, boyutu değişken (3-8 µm)
Sclerotia	Büyük, küresel	Büyük, küresel	Küçük, küresel
Koloni rengi	Yeşil	Koyu sarı-yeşil	Yeşil
Aflatoksin üretimi	B ₁ , B ₂	B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂	B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂
Cyclopiazonic asit üretimi	Evet	Hayır	Hayır

Aflatoksinler başta *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve *A. nomius* olmak üzere bazı *Penicillium* ve *Rhizopus* türleri tarafından sentezlenen toksik metabolitlerdir. Aflatoksin sentezleyen *Aspergillus* türleri çevrede yaygın olarak bulunan ve her iklim koşulunda gelişebilen funguslardır (Güley, 2008; Kabak, 2007). *Aspergillus flavus*, aflatoksin B₁ ve B₂, *Aspergillus parasiticus* ve *A. nomius* ise aflatoksin B₁, B₂, G₁ ve G₂ üretmektedirler (Bhatnagar ve ark., 2000). Aflatoksinlerin kimyasal yapısı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Aflatoksinlerin Kimyasal Yapısı (Betina, 1989).

Aflatoksinler bilinen en güçlü karaciğer kanserojenidir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından AFB₁ Grup 1 karsinojen, AFM₁ ise önce Grup 2B'de yer almış, 2002'de Grup 1B karsinojen olarak tanımlanmıştır. AFM₁'in mutajenik ve karsinojenik etkisi AFB₁'den az olmasına karşın, genotoksik etkisi daha fazladır (Demirtaş, 2006; Güley, 2008).

Aflatoksinler; ultraviyole ışığı (UV) altında oluşturdukları renge göre aflatoksin B₁ (AFB₁), B₂ (AFB₂), G₁ (AFG₁), G₂ (AFG₂), M₁ (AFM₁) ve M₂ (AFM₂) olmak üzere başlıca altı ana bileşikten oluşurlar. AFM₁ ve M₂ (milk toksin), AFB₁ ve B₂'nin karaciğerde metabolik değişikliğe uğratılarak sütle atılan türevleridir. Aflatoksinlerden en toksik olanı AFB₁'dir. AFM₁'in karsinojenik gücünün AFB₁'den 10 kat daha düşük olduğu bildirilmektedir (Ünlütürk, 1998; Demirtaş, 2006).

Aflatoksinler içinde en etkili tip olarak aflatoksin B₁ dikkate alınır. Çünkü genellikle toksin üretenler B₁ toksini üretmekte olup, daha az miktarda G₁ ve diğer toksinleri oluşturmaktadırlar (Ayhan, 2013; Ray ve Bhunia, 2016).

Aflatoksinler, insanlar ve tüm sıcakkanlı hayvanlarda toksikasyona neden olmaları, her çeşit yem ve gıda maddelerinde bulunabilmeleri, küflü yemleri yiyen hayvanlardan elde edilen et, süt, yumurta ve diğer ürünlerde kalıntılara rastlanması akut, subakut ve kronik olarak seyreden pek çok hastalığa sebep olması nedeniyle halen üzerinde yoğun biçimde araştırma yapılan önemli mikotoksin grubudur (Kaya, 1989; Tunail, 2000; Creppy, 2002). Normal çevresel koşullarda oldukça dayanıklı olan aflatoksinler ancak 300°C derecenin üzerinde 25 dakika süreyle pişirilen ekmek veya benzeri koşullar uygulanan karma yemlerin aflatoksin içeriği ancak %60 dolayında azalabilmektedirler (Şanlı, 1995).

Aflatoksinler, metanol, kloroform ve diğer birçok organik çözücüde çözünebilmektedir. Ancak sudaki çözünürlükleri azdır (10-30 µg/ml). Toksinler, UV ışığını (362 nm) kuvvetle absorblarlar ve aflatoksin B₁ ve B₂ için 425 nm de; aflatoksin G₁ ve G₂ için ise 450 nm de floresan emisyonu oluşturmaktadırlar. Aflatoksinler gıda ve yem maddelerinde oldukça stabildir, ancak çok düşük veya yüksek pH'larda (3'den az ve 10'dan büyük), okside edici ajanlarla ve oksijen olan ortamda UV ışığına maruz kaldıklarında hızla aktivasyonlarını yitirmektedirler (Stoloff ve ark, 1977).

Ortam koşulları uygun olduğunda yaklaşık 200 küf türü tarafından mikotoksin olarak bilinen çeşitli toksinler üretilerek karaciğer, böbrek gibi organlarda hastalıklar, dejenerasyonlar, bağışıklık sisteminde bozukluklar, kusurlu ve eksik organ oluşumları, üremede azalma ve kilo kaybı gibi sorunlara neden olduğu bildirilmektedir. Küf sporları bitki, gıda ve yemlerin yanı sıra hava, su, toprak gibi yollarla da bulaşabilmekte, buralarda sporları üreyip gelişebilmekte ve gelişme fazının sonunda miselleri içinde mikotoksin sentezlemektedirler. Mikotoksinli yemleri yiyen hayvanların et, süt, yumurta gibi ürünlerinin veya doğrudan mikotoksinli bitkinin insanlar tarafından tüketilmesi ile de insanlara mikotoksin bulaşması olmaktadır. Aflatoksin üreten *Aspergillus* türleri ve aflatoksin kontaminasyonuna tüm dünyada özellikle sıcak ve nemli iklimlerde yaygın olarak rastlanır (Tunail, 2000; Whitlow ve Hagler, 2004).

Dünya çapında 2012 yılında yapılan bir araştırmada yem ve yem maddeleri analiz edilerek bazı bölgelerden satın alınan ürünlerden kaynaklanan risk düzeyinin değerlendirilmesine ilişkin bir mikotoksin haritası oluşturulmuştur. Oniki aylık mikotoksin araştırması sonucunda, aflatoksin, zearalenon, deoksinivalenol, okratoksin A ve fumonisin gibi önemli mikotoksinler yönünden analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları Kuzey ve Güney Amerika, Güneydoğu, Güney ve Kuzey Asya, Afrika, Kuzey Avrupa, Doğu, Güney ve Merkez Avrupa, Okyanusya ve Ortadoğu olarak genellenmiş ve elde edilen veriler doğrultusunda dünya mikotoksin haritası oluşturulmuştur (Biomin, 2012).

2.7. Keçi sütü ve Ürünlerinde Aflatoksinler

Kilis'te çiftliklerden temin edilen 110 adet keçi sütü örneğinde ELISA yöntemiyle aflatoksin M₁ (AFM₁) varlığını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada, 17 (%15,46) örnekte hiç aflatoksin M₁ belirleyemezken, 93 (%84,54) örnekte farklı düzeylerde aflatoksin M₁ tespit edilmiştir. İncelenen örneklerin 70 adedinde 5,16-116,78 ng/L düzeyleri arasında aflatoksin M₁ belirlenmiş ve 7 örnekte (%6,36) belirlenen AFM₁ düzeyleri mevzuatta belirtilen maksimum kabul edilebilir düzeyden (50 ng/L) daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Özdemir, 2007).

Niğde ilinde tüketime sunulan çiğ inek, koyun ve keçi sütlerinde aflatoksin M₁ düzeyini araştırdıkları çalışmada, her bir hayvan grubundan 30 adet olmak üzere

toplam 90 adet çiğ süt örneği ELISA tekniği ile analiz edilmiştir. İncelenen tüm süt örneklerinin AFM₁ ile kontamine olduğu, koyun ve keçi sütlerindeki AFM₁ düzeyinin yasal limitlerin altında, çiğ inek sütü örneklerinin 3'ünde (%10) ise bu limitlerin üzerinde (50 ng/L) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca farklı hayvan türlerinin sütlerindeki AFM₁ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (p<0.05). Sonuç olarak, Niğde'de koyun ve keçi sütü tüketimi ile AFM₁'e maruz kalma potansiyelinin inek sütü tüketimine oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak inek sütlerinde yasal limitlerin üzerinde tespit edilen AFM₁ varlığının halk sağlığı bakımından önemli olduğu ve bu nedenle sütlerin sistematik olarak kontrol edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Karadal ve ark., 2018).

Mersin'de çiğ ve market sütlerindeki AFM₁ düzeyinin araştırıldığı çalışmada, 39 keçi ve 53 inekten alınan toplam 92 çiğ süt örneği ile marketlerden rastgele alınan 45 adet UHT süt örneği olmak üzere toplam 137 örnek incelenmiştir. Analizler yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) yöntemi ile yapılmış ve keçi sütlerinin %35,8 (14/39)'inde, inek sütlerinin %86,7 (46/53)'sinde ve UHT sütlerin %73,3 (33/45)'ünde AFM₁ pozitifliği belirlenmiştir. AFM₁ düzeylerinin; çiğ sütlerde 0,0021-0,8666 µg/L, UHT sütlerde ise 0,001-0,059 µg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. İncelenen keçi sütlerinin %10,2 (4/39)'sinde, inek sütlerinin %73,5 (39/53)'inde, UHT sütlerin ise %2,2 (1/45)'sinde saptanan AFM₁ düzeylerinin sınır değerinin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, Mersin ilinden toplanan tüm süt örneklerinin %32 (44/137)'sinde sınır değerinin üzerinde saptanan AFM₁ varlığı; hayvan yemleri ve süt/süt ürünleri alanında faaliyet gösteren kurum ve kişilerin, aflatoksinlerin önemi ve korunma yolları konusunda hassasiyetle bilinçlendirilmesinin gerekliliğine vurgu yapılmıştır (Delialioğlu ve ark., 2010).

Aydın ili Çine ilçesine bağlı köylerden alınan inek, koyun ve keçi sütlerinde yaz ve kış mevsimlerinde aflatoksin M₁ düzeyinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, her mevsimde 30 inek, 30 koyun ve 30 keçi olmak üzere toplam 180 süt örneği aflatoksin M₁ bakımından ELISA metodu ile incelenmiştir. Analizler sonucunda inek sütlerinin yaz mevsiminde 3'ünde (%10), kış mevsiminde 15'inde (%50), koyun sütlerinin yaz mevsiminde 1'inde (%3,3), kış mevsiminde ise 5'inde (%16,6) aflatoksin M₁ saptanmıştır. İncelenen keçi sütlerinin ise hiçbirinde aflatoksin M₁ tespit edilememiştir. İnek ve koyun sütlerinden birer örnekte saptanan

AFM₁ düzeylerinin kabul edilebilir sınır değerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca kış mevsiminde elde edilen sütlerin yaz sütlerine nazaran aflatoksin M₁ kontaminasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Bilgin, 2014).

Dünyada farklı ülkelerde ve değişik tarihlerde çiğ ve ısıtılmış işlem görmüş keçi sütü ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Farklı ülkelerde çiğ keçi sütü ile ilgili çalışmalar Tablo 9, ısıtılmış işlem görmüş keçi sütü ile ilgili çalışmalar ise Tablo 10 ve keçi sütlerinde mevsimsel aflatoksin M₁ düzeyleri ise Tablo 11'da verilmiştir.

Keçi sütü ürünleri ile ilgili çalışmalar daha çok keçi peynirleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Barrios ve ark (1996) İspanya'nın güneyinde değişik tür sütlerin (inek, koyun ve keçi) karışımından üretilen 9 taze, 9 yarı olgun ve 17 olgun olmak üzere toplam 35 peynir aflatoksin M₁ varlığı yönünden incelenmiştir. HPLC yönteminin kullanıldığı çalışmada 16 (%45,71) örnekte 20-200 ng/g arasında AFM₁ belirlenmiştir. İncelenen peynirlerde ortama AFM₁ düzeyleri olgun peynirle 105,33 ng/g, yarı olgun peynirlerde 73,80 ng/g ve taze peynirlerde 42,60 ng/g olarak tespit edilmiştir.

Güney İtalya'da 1997-99 yılları arasında inek (98), manda (85), koyun (94), keçi (23) ve koyun-keçi karışımı (17) sütlerden üretilmiş toplam 317 peynir örneğinde aflatoksin M₁ (AFM₁) oluşumu üzerine bir araştırma yapılmıştır. İnek sütünden elde edilen peynirlerde daha yüksek oranda olmak üzere tüm örneklerin %19,2'sinde AFM₁ tespit edilmiştir. Yalnızca tek bir olgun inek peyniri hariç diğer tüm peynirlerde AFM₁ düzeyi 50-250 ng/kg (ppt) arasında değişen düşük kontaminasyon seviyelerinde ve yürürlükte olan yasal sınır (250 ppt) değerinin altında belirlenmiştir. İncelenen peynirlerin mikro-kontaminasyonu ve insanların AFM₁'e maruziyetlerinin düşük düzeyde olduğu bildirilmiştir (Minervini ve ark., 2001).

İtalya'da daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda, Montagna ve ark. (2008) 12 adet keçi peynirinin 2 (%16,7)'sinde, koyun ve keçi sütü karışımı 16 peynir örneğinin 5 (%31,3)'inde; Anfossi ve ark. (2012) ise inceledikleri 6 adet keçi peynirinin 1 (%16,7)'inde AFM₁ tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Ancak her iki çalışmada da limit değerinin üzerinde hiçbir değer tespit edilememiştir.

Virdis ve ark. (2008) İtalya'da keçi sütü ve keçi sütünden yapılan peynirlerde AFM₁ kontaminasyonunu araştırdıkları çalışmada, inceledikleri 41 peynir örneğinin 4 (%9,8)'ünde AFM₁ düzeyini 79,5-389 ng/kg arasında ve ortalama 257±145 ng/kg

olarak bildirmişlerdir.

Urbán ve ark. (2010) Temmuz 2008 ile Haziran 2009 tarihleri arasında benzer şekilde bir çalışma yapmışlardır. Keçi sütünden yapılan 20 adet peynirin AFM₁ analizinde HPLC yöntemini kullanmışlar ve inceledikleri örneklerin 3(%15)'ünde AFM₁ düzeyini 0,1-0,23 µg/L arasında ortalama 0,14 µg/L olarak, saptamışlardır.

Oliveira ve Ferraz (2007), Brezilyada 2004-2005 yılları arasında keçi sütü orijinli pastörize, UHT ve süt tozu örneklerinde AFM₁ varlığını araştırdıkları çalışmada; inceledikleri 12 süt tozu örneğinin 4 (%33,3)'ünde AFM₁ tespit etmişlerdir. Süt tozu örneklerinde ortalama AFM₁ düzeyi 56±31 ng/L olarak belirlenmiş olup pozitif örneklerin tamamı (%33,3) limit değerin üzerinde saptanmıştır.

Wang ve ark. (2012), Çin'de keçi sütü ve süt tozlarında AFM₁ varlığını araştırdıkları çalışmada, 3 adet süt tozu örneğinin 1(%33,3)'inde AFM₁ pozitif çıkmış ve ortalama düzeyi ise 118 ng/Kg olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu değerin limit değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Assem ve ark (2011), Lübnan'da tüketime sunulan çiğ ve işlenmiş süt ürünlerinde AFM₁ varlığını araştırdıkları çalışmada, 3 adet çiğ keçi sütü ile 1 adet keçi süt tozu örneğinde AFM₁ düzeyinin tespit edilebilir sınırların altında kaldığını bildirmişlerdir.

Battaccone ve ark. (2012) deneysel olarak yaptıkları bir çalışmada, tek doz saf AFB₁ ile beslenen keçilerin sütlerinde AFM₁ atılım durumu incelemişlerdir. Keçilere 0,8 mg AFB₁ oral yoldan uygulanmış ve uygulanan AFB₁ miktarının sadece yaklaşık %0,17'si sütte AFM₁ olarak tespit edilmiştir. Bunun yaklaşık %50'si AFB₁ alımından sonra sağlanan sütün ilk litresinde atılmış ve toksin 84 saat sonra tespit edilebilir sınırların altına inmiştir.

Tablo 9. Değişik Ülkelerde Çiğ Keçi Sütlerinde Aflatoksin M₁ Düzeyleri

Ülke	Örnek tipi	Zaman	Metot	Örnek Sayısı	Pozitif örnek sayısı	Düzye	Limiti aşan örnek sayısı	Literatür
Sırbistan	Çiğ süt	2007-2008	IAC TLC	18	12(%66,66)	<0,0125 6 (%33,33) µg/L 0,0125-0,05 5 (%27,77) µg/L 0-0,15 (0,049±0,047) µg/L	7 (%38,88)	Polovinski-Horvatović ve ark. (2009)
Pakistan	Çiğ süt	2007	HPLC	30	6 (%20,0)	2 ± 5,0 ng/L	-	Hussain ve ark. (2010)
İran	Çiğ süt	2007-2008	ELISA	60	19 (%31,7)	30,1±18,3 ng/L	4 %6,7	Rahimi ve ark., 2010
İran	Çiğ süt	Eyl-Kas 2008 Mart- May 2009	ELISA	48	17 (%35,4)	15-61 (31,8±13,7) ng/L	%5,9	Rahimi ve Ameri (2012)
Suriye	Çiğ süt	2005-2006	ELISA	11	7 (%64)	8-54 (19±13,8) ng/L	1	Ghanem ve Orfi (2009)
Hırvatistan	Çiğ süt	Tem-Eyl 2013	ELISA	32	2 (%6.2)	2,78-40,8 (7.61±8,94) ng/L	-	Bilandžić ve ark. (2014)
İtalya	Çiğ süt	2010-2013	LC-FLD	88	9	<8 79 ≥8-20 2 >20-50 5	2	Virdis ve ark. (2014)
Kuveyt	Çiğ süt	Tem-Eyl 1998	IAC HPLC	2	-	-	-	Srivastava ve ark. (2001)
Meksika	Çiğ süt	Temmuz 2008 - Haziran 2009	HPLC	60	%30		%18	Urbán ve ark. (2010)
Mısır	Çiğ süt	2003-2004	ELISA	50	28 (%56)		13 (%26)	Motawee ve ark. (2009)
Ürdün	Çiğ süt	2014-2015	ELISA	20		20,25-125,89 (60,25±33,41) ng/L	%75	Omar (2016)
İtalya (Sicilya)	Çiğ süt	Ocak-Haz 2012	LC-FLD	3	1 (%33,3)	<3-3 ng/L	-	Santini ve ark. (2013)
Sırbistan	Çiğ süt	Şub-Mayıs 2013	ELISA	10	8 (%80)	0,008-0,24 (0.08 ± 0,09) µg/L	4 (%40)	Kos ve ark. (2014)
İtalya	Çiğ süt	2005-2006	HPLC	79			-	Saccà ve ark. (2007)
İtalya	Çiğ süt	2005-2006	HPLC	85			-	Saccà ve ark. (2009)
Malezya	Çiğ süt		HPLC	10	1 (%10)	0,004 µg/L	-	Shuib ve ark. (2017)
Pakistan	Çiğ süt	Ek 2009 - Eyl 2010	HPLC					Asi ve ark. (2012)
Kuveyt		Ocak 2005 – Mart 2007	ELISA					
Yunanistan	Çiğ süt (Koyun- Keçi)	Aralık -Temmuz	ELISA HPLC	243	52 (%21,4)		4 (%1,7)	Malissiova ve ark. (2013)

Tablo 9'un devamı

Yunanistan	Çiğ süt	Aralık 1999 Mayıs 2000	LC-FLD	10	4 (%40)		-	Roussi ve ark. (2002)
		Aralık 2000 - Mayıs 2001		12	8 (%66,7)		-	
Malezya	Taze süt			49			-	Khairunnisak ve ark. (2018)
Hindistan	Çiğ süt		HPLC	150	50 (%33,3)	0,014 µg/L		Nile ve ark. (2016)
Mısır	Çiğ süt		ELISA	50	27 (%54)	0,02- 0,150 (0,05) µg/L	%8	Saad ve ark. (2015)
Tayland		Ocak-Şubat 2009-2011	HPLC	90	49 (54,4)	0,014-0,086 ng/L (0,041 ± 0,016)	7 (%7,77)	Ruangwises ve ark. (2013)
	Çiğ			45	26 (%57,8)	0,018-0,086 (0,043 ± 0,017)	4 (%8,8)	
Lübnan	Çiğ süt	Mart-Tem 2010		3	-	< 0,005 µg/L	-	Assem ve ark. (2011)
Suudi Arabistan	Çiğ süt	2013	Fotometre	32	13 (%40)	0,041-0,06 (0,27±0,110) ppb	8 (%25)	Bokhari ve ark. (2017)
Lübnan	Çiğ süt	Nisan	ELISA	4		6,85 ± 0,15		Hassan ve Kassaify (2014)

Tablo 10. Değişik Ülkelerde Isıl İşlem Görmüş Keçi Sütlerinde Aflatoksin M₁ Düzeyleri

Ülke	Örnek tipi	Zaman	Metot	Örnek Sayısı	Pozitif örnek sayısı	Düzy	Limiti aşan örnek sayısı	Literatür
Lübnan	Pastörize	Nisan	ELISA	4		4,55 ±0,15 ng/L		Hassan ve Kassaify (2014)
Brezilya	Pastörize	2004-2005	LC-FLD	12	5 (%41,7)	72±48 ng/L	%25	Oliveira ve Ferraz (2007)
	UHT			12	2 (%16,7)	58±44 ng/L	%50	
Malezya	Pastörize			10			-	Khairunnisak ve ark. (2018)
Tayland	Pastörize			45	23 (%51,1)	0,014-0,073 (0,040 ± 0,016)	3 (%6,6)	Ruangwises ve ark. (2013)

Tablo 11. Değişik Ülkelerde Keçi Sütlerinde Mevsimsel Aflatoksin M₁ Düzeyleri

Ülke	Örnek tipi	Zaman	Metot	Örnek Sayısı	Pozitif örnek sayısı	Düzy	Limiti aşan örnek sayısı	Literatür
Ürdün	Kış	Ocak-May 2007	LC-FLD	30	5 (%16,6)	140 ng/Kg		Herzallah (2009)
	İlkbahar			30		-		
İran	Çiğ süt	2008	TLC	65	28 (%43,1)	0,013-0,055 (0,018± 0,003) µg/L	7 (%10,8)	Fallah ve ark. (2011)
		İlkbahar		17		0,013 - 0,004		
		Yaz		16		0,011 - 0,004		
		Sonbahar		14		0,012 - 0,005		
		Kış		18		0,035 - 0,005		
İran	Çiğ süt	2014	ELISA LC-FLD	164	33 (%20,1)	0,011-0,126 (0,009 ± 0,001) µg/Kg	15 (%9,15)	Fallah ve ark. (2016)
		İlkbahar		41	3 (%7,32)	0,003 ± 0,002	1 (%2,44)	
		Yaz		41	3 (%7,32)	0,003 ± 0,002	1 (%2,44)	
		Sonbahar		41	5 (%12,2)	0,005 ± 0,002	2 (%4,88)	
		Kış		41	22 (%53,7)	0,026 ± 0,005	11 (%26,8)	
İran	Çiğ süt	Yaz-Kış 2004	ELISA LC-FLD	56	25 (%44,6)	8.9-81.7 (33.6 ± 4.7) ng/L	6 (%11,1)	Bahrami ve ark. (2016)
		Kış		28	19	38,7 ± 5,6		
		Yaz		28	6	17,4 ± 3,1		
Pakistan	Çiğ süt	Yaz		19		0,009-0,088 (0,018±0,008)	%21	Asi ve ark. (2012)
		Kış		19		0,008-0,090 (0,069±0,009)	%32	
Hırvatistan	Çiğ süt	İlkbahar 2016	ELISA	150		2,67-13,8 (6,25±0,19) ng/L	-	Bilandžić ve ark. (2017)
		Sonbahar 2016		77		2,00-18,6 (5,75±0,38)	-	
İtalya	Çiğ süt	2003-2004	ELISA	208	9 (%11,2)	9,0±2,6		Virdis ve ark. (2008)
		İlkbahar 2003		50	5 (10,0)	9,9 ±0,7		
		Yaz		50	2 (4,0)	8,4 ±3,4		
		İlkbahar 2004		54	11 (20,4)	12,2 ±7,4		
		Yaz		54	18 (33,3)	17,1±9,6		
Mısır	Çiğ süt	Kış 2017	UPLC	30	8 (%26,67)	139,50-2715,70 (167,67) ng/L	%100	Kamal ve ark. (2019)

2.8. Yasal Düzenlemeler

Ulusal ve uluslararası otoritelerce aflatoksinlerin sağlık ve ekonomi üzerine ciddi etkilerinden dolayı kontrol önlemleri ve tolerans düzeyleri ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler ülkelerin ekonomik durumuna ve gelişmişlik derecesine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Gıda ve yem maddelerinin ithalat ve ihracatında aflatoksinler titizlikle izlenmektedirler (Benkerroum, 2016).

Sütteki AFM₁ limit değeri farklı ülkelerde 0-1 µg/L arasında bildirilmiştir. Türkiye’de Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği kapsamında çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt için maksimum AFM₁ limiti 0,05µg/L olarak belirlenmiştir (TGK, 2011b). Tablo 11’de süt ve ürünlerinde kabul edilebilir maksimum AFM₁ düzeyleri verilmiştir.

Tablo 12. Farklı Ülkelerde Süt ve Süt Ürünlerinde AFM₁ Yasal Limitleri (µg/Kg) (Iqbal ve ark., 2015; Benkerroum, 2016)

Gıda	AFM ₁	Ülke
Süt	0,05	Avrupa Birliği, Türkiye, İngiltere, Avustralya, Bahreyn, Belarus, Belçika, Bosna Hersek, Bulgaristan, Şili, Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Honduras, Macaristan, İzlanda, İran, İrlanda, İsrail, Kuveyt, Lihtenştayn, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Fas, Hollanda, Norveç, Umman, Polonya, Portekiz, Katar, Suudi Arabistan, Slovenya, İsveç, İsviçre, Birleşik Arap Emirlikleri
	0,5	ABD, Arjantin, Ermenistan, Barbados, Brezilya, Çin, Hırvatistan, Hindistan, Japonya, Letonya, Meksika, Karadağ, Paraguay, Peru, Moldova Cumhuriyeti, Romanya, Rusya, Sırbistan, Singapur, Slovakya, Güney Kore, Tayvan, Ukrayna, Uruguay, Venezuela, Vietnam
	0	Mısır
	1,0	Nijerya
Peynir	0,025	Türkiye
	0,20	Hollanda, İran
	0,25	Avrupa Birliği, Avusturya, İsviçre
	2,25*	Brezilya
Tereyağı	0,02	Avusturya, İran, Hollanda, İsviçre
Yoğurt	0,05	Türkiye, İran
Dondurma	0,05	Türkiye, İran
Süt tozu	0,05	Türkiye, Suriye
	0,1	Bulgaristan
	0,4	Avusturya
	0,5	Çin, Meksika, Fas
	5,0	Arjantin, Brezilya, Paraguay, Uruguay
Bebek maması	0,025	Avrupa Birliği
	0,5	Meksika

*g/Kg

Süt için AFM₁ limit değerini EU/CAC 0,05 µg/L (CAC, 2001), FDA ise 0,5 µg/L olarak sınırlandırmıştır (Stoloff ve ark., 1991).

2.9. Küflenmenin Önlenmesi, Detoksifikasyon ve Korunma

Küfler çok hücreli ve iplikli mantarlardır, doğada yaygın olarak bulunabilir (toprak, su, hava) da bunların insanlara ve gıdalara yalnız zararlı etkileri yoktur, gıda ve diğer fermantasyon endüstrilerinde bazı türlerin yararları da vardır (Sert, 2000).

Küfler tarımsal ürünlerin hasadından başlayarak işleme, depolama aşamalarındaki ortam koşulları, ürünün içeriği ve neme bağlı olarak kontamine olurlar (Anonim, 2011)

Tahminlere göre dünya genelinde üretilen gıda ve diğer tarımsal ürünlerin % 5-10'u küfler tarafından insan ve hayvanların tüketemeyeceği oranda bozulmaktadır. Bu sonuca göre küflenmenin önlenmesi ayrı bir öneme sahiptir.

Mikotoksinler, bazı küfler tarafından küfün genetik yapısına göre in vitro (vücut dışı) ortamlarda üretilen toksik kimyasal maddelerdir. Bunlardan en önemli grubu aflatoksinler oluşturur. Gıdalarda küf kontaminasyonlarına bağlı oluşan mikotoksinler oluşuktan sonra ortadan kaldırılmaları çok zordur bazı durumlarda ise olanaksızdır. Bu bakımdan gıdalara bulaşmadan önlem alınması çok önemlidir. Bu önlemlere "dekontaminasyon" önlemleri de denmektedir (Özay, 1988; D, mello ve Macdonald, 1997).

Öncelikle küf ve toksin gelişmelerine dayanıklı varyetelerin seçilip bölgesel adaptasyon yapıp ekimlerin yaygınlaştırılmalıdır. Tarımsal mücadele gereği gibi yapılmalıdır. Erken ve geç hasattan kaçınılmalı ve iyi bir kurutma veya işleme tekniği yapıp küf üremesinin önüne geçilmelidir. Ürünlerin yapısına göre; vakum, ambalaj, azot atmosferinde ambalaj uygulaması veya kontrollü nem ve gaz depolanması yapılmalıdır. Depolanmada gerekli havalandırma veya sirkülasyon sağlanmalıdır ve zararlı haşerelerden arınmış olmalıdır. Alınan dekontaminasyon önlemlerine rağmen toksin sorunu halen devam ediyorsa "detoksifikasyon" olarak bilinen ve toksinin ortadan tamamen kaldırılması veya büyük oranda azaltılmasına yönelik bazı yöntemlerde mevcuttur. Bu yöntemler günümüzde üç grupta ele alınmaktadır (Karaali, 1986; Scott, (1984).

2.9.1. Fiziksel Yöntem

Ayırma: Küflü tanelerinin ayrılması işlemidir. Elektronik göz veya UV yardımı ile

yapılır. *Yüzdürme (Flotasyon)*: Tuzlu su ortamları kullanıp yüzeyde toplanmasını sağlayıp ardından hızlı bir şekilde kurutmak. *Paçal yapma*: Toksinli ve toksinsiz ürünleri karıştırıp tolerans limitlerini uygun düzeye getirmek (Karaali, 1986; Scott, 1984).

2.9.2. Kimyasal Yöntemler

Yem ve gıdalarda mikotoksinlerin detoksifikasyonu için kullanılan birçok kimyasal madde vardır. Aflatoksinler için en etkili kimyasallar amonyak, klorür gazı, hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, sodyum bisülfid ve ozandır. Bunlar kullanılarak aflatoksin detoksifikasyon sağlanabilir. Fakat bunlar kullanıldığında gıdalarda ve yemlerde bazı istenmeyen değişiklikler meydana getirdiğinden gıda sektöründe kullanılması pek uygun olmamaktadır (D' Mello ve Macdonald, 1997; Kaya, 2001; Whitlow ve Hagler, 2001; Yiannikouris ve Jouany, 2002).

2.9.3. Biyolojik Yöntemler

Bu yöntem yemlerde bulunan mikotoksinleri parçalayan mutant bakteriler, maya ve küf türlerinin kullanılmasına dayanır. Ayrıca yemlere katılan *Flavobacterium aurantiacum* isimli bakterinin ve *Saccharomyces cerevisiae* adlı maya kültürünün aflatoksin miktarını azalttıkları gözlemlenmiştir (Sanlı, 2002; Mishra ve Das, 2003).

2.10. Tanı Yöntemleri

Süt ve ürünlerinde aflatoksin M₁ analizlerinde farklı analitik tanı yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak hızlı, hassas, güvenilir ve ekonomik yöntemler tercih edilmektedir. AFM₁ tanı yöntemleri kromatografik ve immünokimyasal yöntemler olmak üzere başlıca iki ana gruba ayrılmaktadır (Jalili ve Scotter, 2015; Kamkar, 2005). Bu yöntemler Avrupa Standartlar Komitesi (European Committee for Standardization, CEN), Uluslararası Kimyacılar Derneği (Association of Official Analytical Chemists, AOAC), Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization, ISO) gibi otoriteler tarafından standardize edilmektedir. Kromatografik yöntemler olarak ince tabaka kromatografisi (TLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) kullanılmaktadır. Bu yöntemler immunoafinite teknikleri ile ekstraksiyon basamağının basitleştirilmesi ile geliştirilmiştir (Başegmez, 2014; Scudamore, 2005). HPLC, ideal bir yöntem olmakla birlikte yüksek maliyet ve rutin uygulamalar için uygun olmaması dezavantaj oluşturmaktadır (Trucksess, 1998).

Son yıllarda biyosensörlerden de yararlanılmaktadır. Biyosensörlerin tekrarlanabilirliğinin ve üretilebilirlik özelliğinin olmasından dolayı çoklu mikotoksin analizlerinde avantajlı olduğu bildirilmiştir (Barkai, 2008).

İmmünokimyasal yöntemlerden ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) ve RIA (Radio Immuno Assay) yöntemlerinden yararlanılmaktadır. ELISA, antikor moleküllerini bağlamak için test çözeltisindeki işaretlenmemiş aflatoksin ile tayin için kullanılan işaretlenmiş aflatoksinler arasındaki yarışa dayanmaktadır. ELISA kullanım kolaylığı, hız, maliyet etkinliği, uyarlanabilirlik, hassasiyet ve kısa sürede çok sayıda analize olanak sağlaması ile tarama ve yarı kantitatif çalışmalar açısından önem taşımaktadır. Bu yöntemin çapraz kontaminasyon riski dezavantajıdır. RIA da ELISA benzeri bir yöntemdir. Ancak işlem sonunda oluşan radyoaktif atık nedeniyle kullanımı sınırlanmaktadır (Başegmez, 2014; Deshpande, 2002).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Bu çalışmada, Sivas ve merkeze bağlı işletmelerde yetiştirilen keçilerin sütleri ile piyasada tüketime sunulan ısıtılmış işlem görmüş keçi sütleri aflatoxin M₁ (AFM₁) varlığı yönünden analiz edildi. Bu amaçla, 88 adet çiğ keçi sütü ve 29 adet UHT keçi sütü olmak üzere toplam 117 adet süt örneği materyal olarak kullanıldı. Örnek alımında Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) kuralları uygulandı. Çiğ keçi sütü örneklerinin alınmasında sürü büyüklüğü ve sağılan hayvan sayısına göre örnekleme yapılmıştır. Çiğ keçi sütü örneklerinin alınmasında steril falkon tüpler (50 ml) kullanıldı. Piyasa örnekleri ise orijinal ambalajlarında (200 veya 500 ml) alındı. Aseptik şartlar altında alınan örnekler soğuk zincirde (4°C'de) akülü izolasyon kutuları içerisinde Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD laboratuvarına getirildi ve bekletilmeden aflatoxin M₁ analizleri yapıldı. Örnekler bu süreçte buzdolabında (4°C'de) muhafaza edildi.

3.2. Yöntem

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

3.2.1. Örneklerin Hazırlanması

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

3.2.2. Test Prensibi

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

3.2.3. Test Prosedürü

Tüm reaktifler kullanmadan önce oda sıcaklığına getirildi. Her bir dilüsyon mikro plakasındaki standart (0, 25, 50, 100, 200 ve 500 ppt) ve örnek kuyucuğuna 200 µl

konjugat ilave edildi. Konjugat eklenmiş dilüsyon kuyucuklarına 100 µl hacminde standart ve örnek ilave edildikten sonra 3 kez pipete edilerek karıştırıldı. Dilüsyon kuyucuklarındaki konjugat/örnek ve konjugat/standart karışımından 100 µl hacminde alındı ve antikor kaplı mikro plaka kuyucuklarına aktarıldı. Oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak 60 dak. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda kuyucuklar dilüe edilmiş yıkama solüsyonu ile 5 kez yıkandı. Yıkama sonrası her bir kuyucuğa 100 µl substrat ilave edildi. Oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak 20 dak. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda her bir kuyucuğa 100 µl stop solüsyonu ilave edilerek, sarı rengin maviye dönüşümü gözlemlendi. Son olarak standart ve örneklerin absorbansları 450 nm dalga boyunda ELISA cihazında ölçüldü. Elde edilen absorbans değerlerinin hesaplamasında kalibrasyon eğrisi oluşturuldu ve örneklerin absorbanslarına karşılık AFM₁ miktarları “ng/L” olarak hesaplandı.

3.3. İstatistik Analizleri

Örneklere tespit edilen AFM₁ değerlerinin tanımlayıcı istatistiği ve değerler arasındaki ilişkiler SPSS 23.00 paket programında ki-kare testi ile analiz edildi.

4. BULGULAR

Sivas ve çevresindeki köylerden 88 adet çiğ keçi sütü ile merkezdeki marketlerden alınan 29 adet UHT keçi sütü olmak üzere toplam 117 keçi sütü örneği aflatoksin M₁ (AFM₁) yönünden analiz edilmiştir. Çiğ ve UHT keçi sütü örneklerinde aflatoksin M₁ düzeyleri ve analiz sonuçlarının dağılımı Tablo 13 ve Tablo 14'te, çiğ keçi sütü örneklerinde aflatoksin M₁ düzeyleri ve analiz sonuçlarının dağılımı Tablo 15 ve Tablo 16'da, UHT keçi sütü örneklerinde aflatoksin M₁ düzeyleri ve analiz sonuçlarının dağılımı Tablo 17 ve Tablo 18'de, çiğ ve UHT keçi sütü örneklerinde istatistik analiz sonuçları ise Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 13. Çiğ ve UHT Keçi Sütü Örneklerinde Aflatoksin M₁ Düzeyleri (ng/L)

Örnek No	Değer	Örnek No	Değer	Örnek No	Değer	Örnek No	Değer
1	*	31	*	61	1,51	91	*
2	4,88	32	*	62	*	92	4,85
3	19,15	33	*	63	0,62	93	*
4	8,91	34	*	64	0,84	94	7,64
5	1,21	35	6,01	65	2,29	95	*
6	*	36	*	66	0,45	96	4,32
7	*	37	*	67	*	97	4,45
8	*	38	*	68	*	98	22,06
9	*	39	*	69	0,44	99	103,52
10	0,20	40	0,16	70	*	100	16,08
11	*	41	*	71	*	101	11,83
12	*	42	*	72	*	102	10,52
13	*	43	*	73	*	103	13,26
14	*	44	*	74	*	104	12,65
15	*	45	30,03	75	4,45	105	4,68
16	*	46	*	76	0,94	106	11,15
17	102,78	47	*	77	0,78	107	5,35
18	*	48	1,00	78	1,84	108	10,92
19	28,44	49	9,26	79	14,69	109	19,77
20	1,79	50	2,68	80	*	110	6,58
21	8,11	51	*	81	*	111	7,91
22	*	52	*	82	*	112	15,62
23	*	53	2,32	83	4,33	113	12,56
24	*	54	*	84	3,08	114	7,50
25	*	55	*	85	*	115	14,10
26	*	56	*	86	*	116	12,50
27	*	57	*	87	*	117	16,47
28	*	58	*	88	*		
29	*	59	*	89	*		
30	*	60	4,00	90	7,21		

*: Tespit edilmedi.

Tablo 14. Çiğ ve UHT Keçi Sütü Örneklerinde Analiz Sonuçlarının Dağılımı (ng/L)

AFM ₁	n	%	Minimum	Maksimum	Ortalama±SE
0-25	51	43,59	0,16	22,06	7,17±0,82
25-50	2	1,71	28,44	30,03	29,23±0,79
50-100	-	-	-	-	-
100-200	2	1,71	102,78	103,52	103,15±0,52
200-500	-	-	-	-	-
500>	-	-	-	-	-
*	62	52,99	-	-	-
Toplam	117	100,0			5,39±1,33

*: Tespit edilmedi.

Analiz sonuçlarına göre; toplam 117 adet çiğ ve UHT keçi sütü örneğinden 55 (%47) adedinde AFM₁ tespit edildi. AFM₁ değerleri 0,16-103,53 ng/L arasında ve ortalama 5,39 olarak belirlendi. AFM₁ 62 (%53) örnekte tespit edilememiştir.

Tablo 15. Çiğ Keçi Sütü Örneklerinde Aflatoksin M₁ Düzeyleri (ng/L)

Örnek No	Değer	Örnek No	Değer	Örnek No	Değer
1	*	31	4,00	61	7,21
2	4,88	32	1,51	62	*
3	19,15	33	*	63	4,85
4	8,91	34	0,62	64	*
5	1,21	35	0,84	65	7,64
6	*	36	2,29	66	*
7	*	37	0,45	67	4,32
8	*	38	*	68	4,45
9	*	39	*	69	22,06
10	0,20	40	0,44	70	103,52
11	*	41	*	71	16,08
12	*	42	*	72	11,83
13	*	43	*	73	10,52
14	*	44	*	74	13,26
15	*	45	*	75	12,65
16	*	46	4,45	76	4,68
17	102,78	47	0,94	77	11,15
18	*	48	0,78	78	5,35
19	1,00	49	1,84	79	10,92
20	9,26	50	14,69	80	19,77
21	2,68	51	*	81	6,58
22	*	52	*	82	7,91
23	*	53	*	83	15,62
24	2,32	54	4,33	84	12,56
25	*	55	3,08	85	7,50
26	*	56	*	86	14,10
27	*	57	*	87	12,50
28	*	58	*	88	16,47
29	*	59	*		
30	*	60	*		

*: Tespit edilmedi.

Tablo 16. Çiğ Keçi Sütü Örneklerinde Analiz Sonuçlarının Dağılımı (ng/L)

AFM ₁	n	%	Minimum	Maksimum	Ortalama±SE
0-25	47	53,4	0,20	22,06	7,44±0,87
25-50	-				
50-100	-		-	-	
100-200	2	2,27	102,78	103,53	103,15±0,52
200-500	-		-	-	-
500>	-		-	-	-
*	39	44,33	-	-	-
Toplam	88	100			6,32±1,70

*: Tespit edilmedi.

Analiz sonuçlarına göre; 88 adet çiğ süt örneğinin 49 (%55,7) adedinde AFM₁ tespit edildi. AFM₁ değerleri 0,20-103,53 ng/L arasında ve ortalama 6,32±1,7 olarak belirlendi. Çiğ keçi sütlerinin 39 (%44,3) tanesinde AFM₁ tespit edilemedi.

Tablo 17. UHT Keçi Sütü Örneklerinde Aflatoksin M₁ Düzeyleri (ng/L)

Örnek No	Değer	Örnek No	Değer	Örnek No	Değer
1	28,44	11	*	21	*
2	1,79	12	*	22	0,16
3	8,11	13	*	23	*
4	*	14	*	24	*
5	*	15	*	25	*
6	*	16	*	26	*
7	*	17	6,01	27	30,03
8	*	18	*	28	*
9	*	19	*	29	*
10	*	20	*		

*: Tespit edilmedi.

Tablo 18. UHT Keçi Sütü Örneklerinde Analiz Sonuçlarının Dağılımı (ng/L)

AFM ₁	n	%	Minimum	Maksimum	Ortalama±SE
0-25	4	13,79	0,16	8,11	4,02±1,84
25-50	2	6,89	28,44	30,03	29,24±0,80
50-100	-	-	-	-	-
100-200	-	-	-	-	-
200-500	-	-	-	-	-
500>	-	-	-	-	-
*	23	79,31	-	-	-
Toplam	29	100,0			2,57±1,41

*: Tespit edilmedi.

Analiz sonuçlarına göre; 29 adet UHT keçi sütü örneğinin 6 (%20,8) adedinde AFM₁ tespit edildi. AFM₁ değerleri 0,16-30,03 ng/L arasında ve ortalama 2,57±1,41 olarak belirlendi. UHT sütlerinde ise 23 (%79,3) örnekte AFM₁ tespit edilemedi.

Tablo 19. Çiğ ve UHT Keçi Sütü Örneklerinde İstatistik Analiz Sonuçları (ng/L)

Örnek Tipi	Örnek sayısı	Pozitif örnek sayısı	Limiti Aşan Örnek sayısı	Min.	Mak.	Ortalama ±SE	Ki-kare
Çiğ	88	49 (%55,7)	2 (%2,27)	0,20	103,53	6,32±1,70	10.72*
UHT	29	6 (%20,8)	0	0,16	30,03	2,57±1,41	
Toplam	117	55 (%47)	2 (%1,70)	0,16	103,53	5,39±1,33	

*p<0.001

Çiğ keçi sütü örneklerinden 2 adedinin (%2,27) limit değeri aştığı tespit edilmiştir. UHT keçi sütü örneklerinde ise limiti aşan örnek tespit edilmemiştir. Tüm örnekler içinde limit değeri aşan örnek oranı %1,70 olarak belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Aflatoksinler; insan ve hayvanlarda birçok sağlık sorununa ve tarımsal ürünlerde önemli ekonomik kayıplara neden olduğundan bu konudaki çalışmalar tüm dünyada yoğunluk kazanmıştır. Mikotoksinler arasında üzerinde en çok çalışılan toksin tipi aflatoksinlerdir.

Bu çalışmada, Sivas ve merkeze bağlı köylerde mahalli olarak yetiştirilen keçilerin sütleri ile piyasada tüketime sunulan ısıtılmış işlem görmüş keçi sütlerinde AFM₁ varlığı araştırıldı. Bu amaçla çiğ ve UHT olmak üzere toplam 117 adet keçi sütü örneği materyal olarak kullanıldı. Aflatoksin analizlerinde ELISA yöntemi uygulandı.

Analiz bulgularına göre, 88 çiğ keçi sütü örneğinin 49 (%55,7) adedinde ve 29 UHT keçi sütü örneğinin 6 (%20,8) adedinde olmak üzere toplam 55 (%47) örnekte AFM₁ tespit edildi. Toplam çiğ ve UHT keçi sütü örneklerinin AFM₁ değerleri 0,16-103,53 ng/L arasında ve ortalama 5,39±1,33 ng/L olarak belirlendi (Tablo 13 ve 14).

Çiğ keçi sütü ve UHT keçi sütü örneklerinin toplamına bakıldığında 2 (%1,709) örnek TGK (2011b) ve AB (CAC, 2001) tarafından bildirilen limit değerlerin üzerinde çıkmıştır. İncelenen örneklerin 115 adedi ise limit değerlere uygunluk göstermiş ve 62 örnekte AFM₁ tespit edilememiştir (Tablo 13, 14 ve 19).

Çiğ keçi sütü örneklerinde AFM₁ değerleri 0,2049-103,53 ng/L arasında ve ortalama 6,32±1,7 ng/L olarak belirlendi. Çiğ keçi sütü örneklerinin AFM₁ düzeyine bakıldığında 2 (%2,27) örnek TGK (2011b) ve AB (CAC, 2001) tarafından bildirilen limit değerlerin üzerinde çıkmıştır. İncelenen örneklerin 86 (%97,7) adedi ise ilgili mevzuata uygunluk göstermiştir. Çiğ keçi sütü örneklerinin 39 (%44,3) adedinde AFM₁ tespit edilememiştir (Tablo 15, 16 ve 19).

Farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda çiğ keçi sütlerinde ortama AFM₁ düzeylerini; Hassan ve Kassaify (2014) 6,85±0,15 ng/L, Rahimi ve Ameri (2012) 31,8±13,7 ng/L, Viridis ve ark. (2008) 14,5±8,4 ng/L, Ghanem ve Orfi (2009) 19±13,8 ng/L, Omar (2016) 60,25±33,41 ng/L, Kamal ve ark. (2019) 167,67 ng/L, Rahimi ve ark. (2010) 30,1±18,3 ng/L, Bahrami ve ark. (2016) 33,6±4,7 ng/L olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada çiğ sütlerde belirlediğimiz ortalama değer bu çalışmalardaki değerlerden daha düşüktür.

Bilandžić ve ark. (2014) Hindistan'da yapmış olduğu çalışmada, 32 çiğ keçi sütü örneğinde ortalama AFM₁ düzeyini 7,61±8,94 ng/L olarak tespit etmişlerdir. 2016 yılında yapılan farklı bir çalışmada (Bilandžić ve ark., 2017), AFM₁ düzeyini ilkbahar döneminde 6,25±0,19 ng/L, sonbahar döneminde 25,75±0,38 ng/L olarak belirlemişlerdir. Bu değerler yaptığımız çalışmada bulduğumuz ortalama değerle benzerlik göstermektedir.

Özdemir (2007) Kilis ilinde yapmış olduğu çalışmada, 110 çiğ keçi sütü örneğinin 93'ünde AFM₁ tespit etmiş ve limit değerinin üzerindeki örnek sayısını 7 (%6,36) olarak bildirmiştir. Bu değer, bu çalışmada %2,27 olarak belirlenen değerden daha yüksektir.

Çiğ keçi sütleri ile ilgili değişik ülkelerde ve farklı tarihlerde yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde; yasal limiti aşan AFM₁ düzeylerini Ameri (2012) %5,9, Rahimi ve ark. (2010) %6,7, Ruangwises ve ark. (2013) %7,77, Saad ve ark. (2015) %8, Ghanem ve Orfi (2009) %9,09, Fallah ve ark. (2016) %9,15, Delialioğlu ve ark. (2010) %10,2, Bahrami ve ark. (2016) %11,1, Urbán ve ark. (2010) %18, Bokhari ve ark. (2017) %25, Wang ve ark. (2012) %33,3, Polovinski-Horvatović ve ark. (2009) %38,88, Motawee ve ark. (2009) %26, Omar (2016) %75, Kamal ve ark. (2019) %100 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler, çalışmamızdaki çiğ sütlerde belirlenen %2,27 değerinden daha yüksektir.

Virdis ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada, inceledikleri 88 çiğ keçi sütü örneğinin %2,27'sinde yasal limitin üzerinde AFM₁ tespit etmişlerdir. Bu değer yaptığımız çalışma ile yakın benzerlik göstermiştir.

Malissiova ve ark. (2013) Yunanistan'da 243 adet koyun ve keçi çiğ sütlerinde yapmış oldukları çalışmada pozitif AFM₁ örnek oranını %21,4 ve limit değerinin üzerindeki örnek oranını %1,7 olarak belirlemişlerdir. Bu değer yapılan çalışmadaki belirlediğimiz değerden daha düşüktür.

Ulusal ya da uluslararası yasal düzenlemelere uygunluk üzerine yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; Srivastava ve ark. (2001), Roussi ve ark. (2002), Saccà ve ark. (2007), Saccà ve ark. (2009), Hussain ve ark. (2010), Fallah ve ark. (2011), Assem ve ark. (2011), Santini ve ark. (2013), Bilandžić ve ark. (2014), Kos ve ark. (2014), Bilgin (2014), Bilandžić ve ark. (2014), Shuib ve ark. (2017), Bilandžić ve ark. (2017), Khairunnisak ve ark. (2018) ile Karadal ve ark. (2018)

inceledikleri çiğ keçi sütü örneklerinin hiç birinde yasal limiti aşan bir değer tespit edemediklerini bildirmişlerdir.

UHT keçi sütü örneklerinde AFM₁ değerleri 0,16-30,03 ng/L arasında ve ortalama 2,57±1,41 ng/L olarak belirlendi. Bu çalışmada UHT keçi sütü örneklerinin AFM₁ düzeyine bakıldığında alınan numunelerin tamamı AFM₁ yönünden AB ve TGK limit değerlerine uygunluk göstermiştir. UHT keçi sütü örneklerinin 23 (%79,31) adedinde AFM₁ tespit edilememiştir (Tablo 17, 18 ve 19).

Isıtma, kaynatma ya da pastörizasyon gibi ısı işlemler sütün AFM₁ düzeyi üzerinde önemli bir değişime neden olmadığı bildirilmiştir (Heperkan, 2014). Oliveira ve Ferraz (2007) Brezilya'da ısı işlem görmüş keçi sütleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada, limit değer üzerinde AFM₁ oranını pastörize sütlerde %25, UHT sütlerde ise %50 olarak tespit etmişlerdir. Bu değer, UHT keçi sütlerinde tespit ettiğimiz değerden daha yüksektir.

Iha ve ark. (2007) inceledikleri 15 adet UHT keçi sütü örneğinden 14 (%93,7) adedinde AFM₁ tespit etmişlerdir. Ancak yasal limit değer üzerinde hiç AFM₁ belirlenmemiştir. Yine aynı çalışmada 24 adet pastörize keçi sütünün 10 (%41,7) adedinde AFM₁ tespit edilmiş olup, 1 (%4,2) örnek yasal limit değer üzerinde belirlenmiştir.

Khairunnisak ve ark. (2018) tarafından Malezya'da keçi orijinli çiğ ve ısı işlem görmüş sütlerle ilgili yaptıkları çalışmada, örneklerin hiç birinde AFM₁ tespit edilememiştir. Benzer şekilde Martins ve ark. (1994) Portekiz'de inceledikleri 200 adet koyun ve keçi sütü örneğinin hiç birinde AFM₁'e rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

Sütlerdeki AFM₁ düzeyi üzerinde mevsim, beslenme, coğrafi bölge, iklim, hayvan türü, sağım zamanı, süt verimi ve laktasyon periyodunun etkili olduğu bildirilmiştir (Rahimi ve ark., 2010; Malissiova ve ark., 2013).

Yapılan çalışmalarda kışın alınan sütlerin yazın veya ilkbaharda alınan sütlerden daha fazla oranda AFM₁ içerdiği bildirilmiştir. Asi ve ark. (2012) Pakistan'da yapmış oldukları çalışmada, yaz ve kış mevsiminde inceledikleri çiğ keçi sütü örneklerinde AFM₁ değerleri farklılık göstermiştir. Yasal limit değer üzerinde AFM₁ oranı yazın %21, kışın ise %32 olarak tespit edilmiştir. Sabah ve akşam alınan örneklerde ise bu oran sabah %69 ve akşam %18 olarak belirlenmiştir.

Fallah ve ark. (2016) İnan'da çiğ keçi sütü ile ilgili yapmış oldukları çalışmada; ilkbaharda %2,44, yazın %2,44, sonbaharda %4,88 ve kışın %26,8 oranında yasal limitin üstünde AFM₁ tespit etmişlerdir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde daha yüksek AFM₁ çıkması; ilkbahar ve yaz aylarında keçilerin meraya çıkması ve mera bitkileri ile beslenmesi, sonbahar ve kış aylarında ise ağılda beslenmesi etkili olmuştur.

Herzallah (2009) Ürdün'de yaptığı çalışmada kış ve ilkbahar mevsimlerinde almış oldukları 30'ar adet çiğ keçi sütü numunelerinin incelenmesi sonucunda; kış mevsiminde alınan örneklerin %16,6'sında AFM₁ tespit etmiş olup, ilkbahar mevsiminde ise alınan örneklerde AFM₁ rastlanmamıştır.

Virdis ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada intensiv ve ekstensiv şekilde beslenen keçilerin sütlerindeki AFM₁ değerleri araştırılmıştır. İntensiv beslenen hayvanlarda %71,4, ekstensiv beslenen hayvanlarda %11,2 oranında AFM₁ tespit edilmiştir.

Malissiova ve ark. (2013) Yunanistan'da organik ve konvansiyonel şekilde beslenen koyun ve keçilerin sütleri üzerinde yaptıkları çalışmada; konvansiyonel beslenenlerde belirlenen yasal limitin üstünde AFM₁ tespit edilemezken, organik beslenenlerde %3.4 oranında yasal limitin üstünde AFM₁ tespit edilmiştir.

Nile ve ark. (2016) Hindistan'da şehir, yarı şehir ve kırsal alanda beslenen keçilerden alınan çiğ süt örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada; AFM₁ oranını şehirden alınan örneklerde %40, şehire yakın bölgeden alınan örneklerde %34 ve kırsaldan alınan örneklerde ise %26 olarak tespit etmişlerdir. Bu alışma sonucuna göre; şehirden kırsala doğru gidildikçe AFM₁ oranlarında azalma meydana gelmiştir. Bu durum, şehirde beslenen hayvanların kırsalda beslenen hayvanlara göre mera yetersizliği, evre şartları ve beslenme tipinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Çiğ inek, koyun ve keçi sütlerinde aflatoksin M₁ düzeyinin araştırıldığı bir çalışmada, hayvan türlerinin sütlerindeki AFM₁ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0.05). Aynı çalışmada koyun ve keçi sütü tüketimi ile AFM₁'e maruz kalma potansiyelinin inek sütü tüketimine oranla daha düşük olduğu bildirilmiştir (Karadal ve ark., 2018).

Çiğ keçi sütü örneklerinde AFM₁'in düzeyi UHT keçi sütü örneklerine göre daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Çiğ ve UHT sütler arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,001$). Bu duruma sütlerin toplanma sırasında veya paketlenme öncesi kontrolden geçirilmesi ve taşınması sırasında yapılan hijyen kuralları, hayvanların beslenme farklılıkları, örnek alma şekli ve zamanı neden olmuş olabilir.

Bu çalışmada, çiğ ve UHT keçi sütlerinde yasal sınırları aşan AFM₁ oranının düşük olması sevindirici bir durumdur. Ancak bu oran düşük olsa da sağlık ve ekonomik açıdan potansiyel risk oluşturabilir. Bunun için gıda ve yemin tedarik zinciri boyunca toksik fungal kontaminasyon riskinin kontrolü gerekir. İyi tarım uygulamaları, iyi muhafaza uygulamaları, iyi hijyen uygulamaları ile HACCP bazlı gıda güvenliği sistemlerinin uygulanması bu açıdan yararlı olacaktır. Sonuç olarak, hem üreticiler hem de tüketiciler aflatoksinlerin önemi ve korunma yolları konusunda bilinçlendirilmeli, aflatoksin bulaşmalarının önüne geçecek uygun stratejiler geliştirilmeli ve izleme programları oluşturulmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Anfossi, L., Baggiani, C., Giovannoli, C., D'Arco, G., Passini, C., Giraudi, G. (2012). Occurrence of aflatoxin M₁ in Italian cheese: Results of a survey conducted in 2010 and correlation with manufacturing, production season, milking animals, and maturation of cheese. *Food Control*, 25:125-130.
- Artık, N., Şanlıer, N., Sezgin, A.C. (2017). Gıda kaynaklı hastalıklar ve gıda güvenliğinde riskler. In: Gıda Güvenliği ve Gıda Mevzuatı, Ankara, 133-179.
- Asi, R.M., Iqbal, S.Z., Ariño, A., Hussain, A. (2012). Effect of seasonal variations and lactation times on aflatoxin M₁ contamination in milk of different species from Punjab, Pakistan. *Food Control*, 25:34-38.
- Assem, E., Mohamad, A., Oula, E.A. (2011). A Survey on the Occurrence of Aflatoxin M₁ in Raw and Processed Milk Samples Marketed in Lebanon. *Food Control*, 22:1856-1858.
- Aydın, N. (2007). Hayvan sağlığında mikotoksinler ve mikotoksikozis. *İnfeksiyon Derg*, 21(Ek):37-46.
- Ayhan, K. (2013). Tarladan sofraya gıda güvenliği. In: Her Yönüyle Gıda, Editörler, Durlu-Özkaya, F., Coşansu, S., Ayhan, K., Sidas, İzmir, 251-287.
- Bahrami, R., Shahbazi, Y., Nikousefat, Z. (2016). Aflatoxin M₁ in milk and traditional dairy products from west part of Iran: Occurrence and seasonal variation with an emphasis on risk assessment of human exposure. *Food Control*, 62:250-256.
- Barkai-Golan, R. (2008). Alternaria mycotoxins. In: Mycotoxins in the Fruit and Vegetables. Editors, Barkai- Golan R, Paste, N., Amsterdam, Boston, Tokyo.
- Barrios, M.J., Gualda, M.J., Cabanas, J.M., Medina, L.M., Jordano, R. (1996). Occurrence of aflatoxin M₁ in cheeses from the South of Spain. *J Food Prot*, 59(8):898-900.
- Başğmez, H.İ.O. (2014). Aflatoksinler. In: Gıdalarda Mikotoksinler, Editör, Heperkan, D., Sidas, İzmir, 23-42.
- Battacone, G., Nudda, A., Rassu, S.P., Decandia, M., Pulina, G. (2012). Excretion pattern of aflatoxin M₁ in milk of goats fed a single dose of aflatoxin B₁. *J Dairy Sci*, 95(5):2656-2661.
- Baydar, T., Engin, A.B., Girgin, G., Aydın, S., Şahin, G. (2005). Aflatoxin and ochratoxin in various types of commonly consumed retail ground samples in Ankara, Turkey. *Ann Agric Environ Med*, 12(2):193-197.
- Baysal, A., Aksoy, M., Besler, H.T., Bozkurt, N., Keçecioğlu, S., Mercanlıgil, S.M., Merdol, T.K., Pekcan, G., Yıldız, E. (2014). Diyet El Kitabı, Hatipoğlu Yayınları, 8. Baskı, Ankara, 7-38.
- Becker-Algeri, T.A., Castagnaro, D., Bortoli, K., Souza, C., Drunkler, D.A., Badiale-Furlong, E. (2016). Mycotoxins in bovine milk and dairy products: A review. *J Food Sci*, 81(3):544-52.
- Benkerroum, N. (2016). Mycotoxins in dairy product: A review. *Int Dairy J*, 62: 63-75.
- Betina, V. (1989). Mycotoxins, Chemical, Biological and Environmental Aspects. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York, Tokyo.
- Bhatnagar, D., Cleveland, T.E., Payne, G.A. (2000). *Aspergillus flavus*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Editor, Robinson, R.K., Academic Press, San Diego, California, USA, 72-79.

- Bilandžić, N., Božić, Đ., Đokić, M., Sedak, M., Kolanović, B.S., Varenina, I., Cvetnić, Ž. (2014): Assessment of aflatoxin M₁ contamination in the milk of four dairy species in Croatia. *Food Control*, 43:18-21.
- Bilandžić, N., Varenina, I., Kolanović, B.S., Luburić, D.B., Varga, I., Želježić, B., Cvetnić, L., Benić, M., Tanković, S., Cvetnić, Z. (2017). Occurrence of aflatoxin M₁ in raw cow, goat and sheep milk during spring and autumn in Croatia during 2016. *Toxin Reviews*, 36(4):290-296.
- Bilgin, Ö. (2014). İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinde Yaz ve Kış Mevsimlerinde Aflatoksin M₁ Düzeyinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Biomin (2012). Mycotoxin Annual Report. http://www.biomin.net/uploads/tx_news/ART_No09_MYC_EN_0214.pdf.
- Bokhari, F., Aly, M., Al Kelany, A., Samar Rabah, S. (2017). Presence of aflatoxin M₁ in milk samples collected from Jeddah, Saudi Arabia. *IOSR J Pharm*, 7(5):49-52.
- Codex Alimentarius Commission (2001). Comments submitted on the draft maximum level for Aflatoxin M₁ in milk. Codex Committee on Food Additives and Contaminants 33rd Sessions, Hauge, The Netherlands.
- Creppy, E.E. (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicol Lett*, 127:19-28.
- Delialioğlu, N., Otağ, F., Öcal, N.D., Aslan, G., Emekdaş, G. (2010). Mersin ilinde çığ ve market sütlerinde aflatoksin M₁ düzeyinin araştırılması. *Mikrobiyol Bul*, 44: 87-91.
- Dellal, I., Dellal, G. (2005). Türkiye keçi yetiştiriciliğinin ekonomisi. Süt Keçiciliği Ulusal Kongresi, 39-48, 26-27 Mayıs, İzmir.
- Demirtaş, N.Ö. (2006). Yöresel Peynirlerde Aflatoksin M₁ Düzeylerinin Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi Yöntemiyle Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Deshpande, S.S. (2002). Fungaltoxins. In: Handbook of Food Toxicology, Marcel Dekker Inc, New York, USA, 387-411.
- D'Mello, J.P.F., Macdonald, A.M.C. (1997). Mycotoxins. *Anim Feed Sci Technol*, 69:155-166.
- Erginkaya, Z., Kabak, B. (2010). Fırsatçı patojenler, küfler, parazitler, virüsler, prionlar ve alg toksinleri. In: Gıda Mikrobiyolojisi, Editör, Erkmen, O., Efil Yayınevi, Ankara, 190-210.
- Erol, İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- Fallah, A.A., Fazlollahi, R., Emami, A. (2016). Seasonal study of aflatoxin M₁ contamination in milk of four dairy species in Yazd, Iran. *Food Control*, 68:77-82.
- Fallah, A.A., Rahnama, M., Jafari, T., Saei-Dehkordi, S.S. (2011). Seasonal variation of aflatoxin M₁ contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. *Food Control*, 22:1653-1656.
- FAO (2010). Agricultural Trade Statistics. <http://www.fao.org>.
- Galvano, F., Galofaro, V., Galvano, G. (1996). Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk products: A worldwide review. *J Food Prot*, 59(10):1079-1090.
- Ghanem, I., Orfi, M. (2009). Aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and powdered milk available in the Syrian market. *Food Control*, 20(6):603-605.

- Gilbert J, Ankam, E. (2002). Validation of analytical methods for determining mycotoxins in foodstuffs. *Trends Anal Chem*, 21:468-486.
- Güley, Z. (2008). Doğal Üretilen Küflü Peynirden İzole Edilen Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Aflatoksin B₁ ve Aflatoksin M₁ Üzerine Etkisinin Araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Gürbüz, Ü., Nizamlioğlu, M., Nizamlioğlu, F., Dinç, İ., Doğruer, Y. (1999). Bazı et, süt ürünleri ile baharatlarda aflatoksin B₁ ve M₁ aranması. *Veterinarium*, 10(1):34-41.
- Haenlein, G.F.W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Rum Res*, 51(2):155-163.
- Hassan, H.F., Kassaify, Z. (2014). The risks associated with aflatoxins M₁ occurrence in Lebanese dairy products. *Food Control*, 37: 68-72.
- Heperkan, D. (2014). Gıdalarda Mikotoksinler. Sidas Medya, İzmir.
- Herzallah, S.M. (2009). Determination of aflatoxins in eggs, milk, meat and meat products using HPLC fluorescent and UV detectors. *Food Chem*, 114:1141-1146.
- Hussain, I., Anwar, J., Asi, M.R., Munawar, M.A., & Kashif, M. (2010). Aflatoxin M₁ contamination in milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21:22-124.
- Iha, M.H., Abe, L.T., Okada, M.M., Fávoro, R.M.D. (2007). Occurrence of aflatoxins M₁ and M₂ in goat milk marketed commercialized in the region of Ribeirão Preto-SP, Brazil. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 66(1):57-62.
- 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 Food Sci Technol*, 46:110-119.
- Jalili, M., Scotter, M. (2015). A review of aflatoxin M₁ in liquid milk. *Iranian J Health, Saf Environ*, 2(2):283-295.
- Kabak, B. (2007). Bazı Mikotoksinlerin Detoksifikasyonunda *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* Suşlarının Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Kamal, R.M., Mansour, M.A., Elalfy, M.M., Abdelfatah, E.N., Galala, W.R. (2019). Quantitative detection of aflatoxin M₁, ochratoxin and zearalenone in fresh raw milk of cow, buffalo, sheep and goat by UPLC XEVO-TQ in Dakahlia Governorate, Egypt. *J Vet Med Health*, 3(1):114-118.
- Kamkar, A. (2005). A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk produced in Sarab city of Iran. *Food Control*, 16:593-99.
- Karaali, A. (1986). Gıdalarda, Küf ve Mikotoksin Gelişimini Önleyici ve Giderici Yöntemler Bunların Gıda Üzerine Etkileri. 3. Diyabet Yıllığı, İÜ Fen Fakültesi Basım Atölyesi, İstanbul, 291-296.
- Karadal, F., Onmaz, N.E., Hızlısoy, H., Yıldırım, Y., Al, S., Gönülalan, Z. (2018). Niğde ilindeki çığ koyun, keçi ve inek sütlerinde aflatoksin M₁ düzeyleri. *Kocatepe Vet J* 11(2):119-125.
- Kaya, S. (1989). Yem ve besinlerdeki mikotoksinlerin insan ve hayvan sağlığı için önemleri. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 36(1):226-253.
- Kaya, S. (1984). Mikotoksinlerin hayvan ve insan sağlığı yönünden önemi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 31(3):388-409.
- Kaya, S., Yarsan, E. (1995). Yem ve yem hammaddelerinde küflenmenin önlenmesi ve mikotoksinlerle kirletilmiş bu tür yemlerin değerlendirilmesine yönelik uygulamalar. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 42(2):111-122

- Kaya, S. (2001). Mikotoksinler. In: Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji, Editörler, Kaya S, Pirinççi İ, Bilgili A., İkinci Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, 537-571.
- Khairunnisak, M., Putri Nur Atifi, M.N., Sarol, K., Nursyuhada, M.R., Saudah, A., Ketty, G.S.L., Faridah, I. (2018). Monitoring of *Brucella* sp., *Coxiella burnetii* and aflatoxin M₁ in goat milk from Johor. *Malaysian J Vet Res*, 9(1):39-44.
- Kılıç, S. (2010). Süt Mikrobiyolojisi. Sidas, İzmir.
- Kos, J., Lević, J., Đuragić, O., Kokić, B., Miladinović, I. (2014). Occurrence and estimation of aflatoxin M₁ exposure in milk in Serbia. *Food Control*, 38:41-46.
- Ljutovac, K.R., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rum Res*, 79:57-72.
- Malissiova, E., Tsakalof, A., Arvanitoyannis, I.S., Katsafliaka, A., Katsioulis, A., Tserkezou, P., Koureasa, M., Govarise, A., Hadjichristodoulou, C. (2013). Monitoring aflatoxin M₁ levels in ewe's and goat's milk in Thessaly, Greece; potential risk factors under organic and conventional production schemes. *Food Control*, 34:241-248.
- Martins, H.M.L., Martins, M.L.L., Cruz, M.B. (1994). Use of ELISA and thin-layer chromatography methods for determining aflatoxin M₁ content of ewe and goat milk. *Veterinaria Technica*, 4:20-25.
- Metin, M., Öztürk, G.F. (2006). Süt İşletmelerinde Sanitasyon. 4. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Metin, M. (2008). Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Metin, M. (2012). Sütün Yapısı ve Özellikleri. 3. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Minervini, F., Visconti, A., Bottalico, A. (2001). On the occurrence of aflatoxin M₁ in cheeses of some areas of Southern Italy. *Industria Alimentari*, 40(403):513-516.
- Montagna, M.T., Napoli, C., De Giglio, O., Iatta, R., Barbuti, G. (2008). Occurrence of aflatoxin M₁ in dairy products in southern Italy. *Int J Mol Sci*, 9:2614-2621.
- Motawee, M.M., Bauer, J., McMahon, D.J. (2009): Survey of aflatoxin M₁ in cow, goat, buffalo and camel milks in Ismailia-Egypt. *Bull Environ Contam Toxicol*, 83(5):766-769.
- Nile, S.H., Park, S.W., Khobragade, C.N. (2016). Occurrence and analysis of aflatoxin M₁ in milk produced by Indian dairy species. *Food Agric Immunol*, 27(3):358-366,
- Oliveira, C.A.F., Ferraz, J.C.O. (2007). Occurrence of aflatoxin M₁ in pasteurised, UHT milk and milk powder from goat origin. *Food Control*, 18:375-378.
- Omar, S.S. (2016). Aflatoxin M₁ levels in raw milk, pasteurised milk and infant formula. *Ital J Food Saf*, 5:158-160.
- Özay, G. 1988. Gıdalarda mikotoksinlerin detoksifikasyonu. *Gıda*, 13(2):137-141.
- Özdemir, M. (2007). Determination of aflatoxin M₁ levels in goat milk consumed in Kilis province. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 54:99-103.
- Park, Y.W. (2006): Goat milk chemistry and nutrition. In: Handbook of Milk of Non-bovine Mammals, Editors, Park, Y.W., Haenlein, G.F.W., Blackwell Publishing Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa, USA, 34-58.
- Park, Y.W., Juarez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007): Physico-chemical characteristic of goat and sheep milk. *Small Rum Res*, 68:88-113.
- Pohland, A.E. (1993). Mycotoxins in Review. *Food Addit Contam*, 10(1):17-28.
- Polovinski-Horvatović, M., Jurić V., Glamočić D. (2009). Two year study of incidence of aflatoxin M₁ in milk in the region of Serbia. *Biotechnol Anim Husbandry*, 25(5-6):713-718.

- Rahimi, E., Bonyadian, M., Rafei, M., Kazemeini, H.R. (2010). Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. *Food Chem Toxicol*, 48:129-131.
- Rahimi, E., Ameri, M. (2012). A survey of aflatoxin M₁ contamination in bulk milk samples from dairy bovine, ovine, and caprine herds in Iran. *Bull Environ Contam Toxicol*, 89:158-160.
- Ray, B., Bhunia, A. (2016). Fırsatçı patojen bakteriler, küfler ve mikotoksinler, virüsler, parazitler, balık ve çift kabuklu toksinleri. In: Temel Gıda Mikrobiyolojisi (Çeviri Editörü: Dilek Heperkan), Nobel, Ankara, 387-406.
- Richard, J.L. (2007). Some major mycotoxins and their mycotoxicoses-An Overview. *Int J Food Microbiol*, 119:3-10.
- Roussi, V., Govaris, A., Varagouli, A., Botsoglou, N.A. (2002). Occurrence of aflatoxin M₁ in raw and market milk commercialized in Greece. *Food Addit Contam*, 19(9):863-868.
- Ruangwises, S., Saipan, P., Ruangwises, N. (2013). Occurrence of aflatoxin M₁ in raw and pasteurized goat milk in Thailand. In: Agricultural and Biological Sciences: Aflatoxins-Recent Advances and Future Prospects, Editor, Razzaghi-Abyaneh, M., Intech, Chulalongkorn University, Bangkok, 207-219.
- Saad, M.F., Eman, A.F., Salwa, A.A. (2015). Occurrence of aflatoxin M₁ in milk of desert animals. *Adv Environ Biol*, 9(11):74-78.
- Sabuncuoğlu, S.A., Baydar, T., Giray, B., Şahin, G. (2008). Mikotoksinler: Toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe Üniv Eczacılık Fak Derg*, 28(1):63-92.
- Saccà, E., Vallati, A., Ruatti, T., Bigaran, F., Piasentier, E. (2007). Aflatoxin occurrence in goat milk and supplied concentrate feed in farms of Veneto, Trentino and Friuli Venezia Giulia. *Ital J Anim Sci*, 6(1):632-632.
- Saccà, E., Boscolo, D., Vallati, A., Ventura, W., Bigaran, F., Piasentier, E. (2009). Aflatoxin occurrence in milk and supplied concentrates of goat farms of north-eastern Italy. *J Sci Food Agric*, 89:487-493.
- Santini, A., Raiola, A., Ferrantelli, V., Giangrosso, G., Macaluso, A., Matteo Bognanno, M., Galvano, F., Ritieni, A. (2013). Aflatoxin M₁ in raw, UHT milk and dairy products in Sicily (Italy). *Food Addit Contam Part B Surveill*, 6(3):181-186.
- Scott, P.M. (1984). Effect of food processing on mycotoxins. *J Food Prot*, 47(6):489-499.
- Scudamore, K.A. (2005). Principles and applications of mycotoxin analysis. In: The Mycotoxin Blue Book, Editor, Diaz, D., Nottingham, UK, Nottingham University Press, 157-187.
- Sert, S. (2000). Genel Mikrobiyoloji. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları No: 195, Erzurum.
- Shuib, N.S., Makahleh, A., Salhimi, S.M., Saad, B. (2017). Determination of aflatoxin M₁ in milk and dairy products using highperformance liquid chromatography-fluorescence with post column photochemical derivatization. *Journal of Chromatogr A*, 1510:51-56.
- Sonal, S., Oruç, H.H. (2000). Bursa bölgesindeki tavuk çiftliklerinden sağlanan yemlerde mikotoksin düzeyleri. *YYÜ Vet Fak Derg*, 11(2):1-6.
- Soyutemiz, G.E. (2011). Kimyasal gıda güvenliği tehlikeleri. In: Gıda Güvenliğinin Temel Prensipleri, Editör, Erol, İ., Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi Yayını No: 1382, Eskişehir, 82-99.

- Srivastava, V.P., Bu-Abbas, A., Al-Johar, W., Al-Mufti, S., Siddiqui, M.K.J. (2001). Aflatoxin M₁ contamination in commercial samples of milk and dairy products in Kuwait. *Food Addit Contam*, 18(11):993-997.
- Steyn, P.S. (1995). Mycotoxins, general view, chemistry and structure. *Toxicol Lett*, 82/83:843-851.
- Steyn, P.S., Stander. M.A. (1999). Mycotoxins with special reference to the carcinogenic mycotoxins: Aflatoxins, ochratoxins and fumonisins. In: General and Applied Toxicology, Editors, Ballantyne, B., Marrs, T.C., Syversen, T.L.M., Second Edition, Macmillan Reference Ltd, United Kingdom, 2145-76.
- Stoloff, L., Rodricks, J.V., Hasseltine, C.W., Mehlman, M.A. (1977). Mycotoxins in Human and Animal Health. Pathotox Publishers, Park Forest South, Illinois, 7-29.
- Stoloff, L., Park, D.L., Van Egmond, H.P. (1991). Rationales for the establishments of limits and regulations for mycotoxins. *Food Addit Contam*, 8:213-221.
- Şanlı, Y. (2002). Mikotoksinler. In: Veteriner Klinik Toksikolojisi, Güngör Matbaacılık, İstanbul, 487-548.
- Şanlı, Y. (1995). Mikotoksinler. In: Veteriner Klinik Toksikoloji, Editör, Kaya, S., Medisan yayınevi, Ankara, 283-328.
- Taşkın, T., Özdoğan, M., Önenç, S.S. (2010). Keçi Yetiştirme ve Besleme. Hasad Yayıncılık, İzmir.
- Tayar, M., Korkmaz, N.H., Özkeleş, H.E. (2015). Beslenme İlkeleri, Dora Yayınları, 3. Baskı, Bursa, 1-19.
- Toy, N., Özoğlu, F., Koluman, N. (2015). Çiğ keçi sütünden izole edilen laktokokların patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyel etkilerinin incelenmesi. Uluslararası İslam ve Tıp (Tıbb-ı Nebevi) Kongresi, 460-461, 7-10 Ekim, Adana.
- Trucksess, M.W. (1998). Mycotoxins. *JAOC Int*, 81:128-137.
- Tunail, N. (2000). Funguslar ve Mikotoksinler, ikinci Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK) (2011a). Hayvansal Gıdalar İçin Özel Kuralları Belirleyen Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 17.12.2011, Sayı: 28145, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK) (2011b). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği Mikotoksinler (Ek1), Resmi Gazete Tarih: 29.12.2011, Sayı: 28157 (3. Mükerrer), Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE) (2002). Keçi Sütü-Çiğ. TS 11046, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2017). Hayvansal Üretim İstatistikleri 2016, Haber Bülteni, Sayı: 24655.
- Uğur M, Nazlı B, Bosta K. (2001). Gıda Hijyeni. Teknik Yayınevi, İstanbul, 69-74.
- Urbán, G., Pérez, J., Martínez, F., Gutiérrez, R., Vega, S., Coronado, M., Escobar A. (2010). Aflatoxin M₁ in goat milk and cheese produced in Apaseo El Grande, Guanajuato, Mexico. *Rev Salud Anim*, 32(2):84-88.
- Uysal, H., Kılıç, S. (2005). Türkiye’de keçi sütü üretimi ve değerlendirme olanakları. Süt Keçiciliği Ulusal Kongresi, 165-171, 26-27 Mayıs, İzmir.
- Ünlütürk, A. (1998). Süt ve süt ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. In: Gıda Mikrobiyolojisi, Editör, Ünlütürk, A., Turantaş, F., Mengi Tan Basımevi, İzmir, 289-307.
- Veral, S. (2005). Keçi sütünün değerlendirilmesi, keçi sütünden beyaz peynir üretim teknolojisi. Süt Keçiciliği Ulusal Kongresi, 154-159, 26-27 Mayıs, İzmir.
- Virdis, S., Corgioli, G., Scarano, C., Pilo, A.L., De Santis, E.P.L. (2008). Occurrence of aflatoxin M₁ in tank bulk goat milk and ripened goat cheese. *Food Control*, 19:44-49.

- Viridis, S., Scarano, C., Spanu, V., Murittu, G., Ibba I., de Santis, E. (2014). A survey on Aflatoxin M₁ content in sheep and goat milk produced in Sardinia Region, Italy (2005-2013). *Ital J Food Saf*, 3:206-209.
- Wang, Y., Liu, X., Xiao, C., Wang, Z., Wang, J., Xiao, H., et al. (2012). HPLC determination of aflatoxin M₁ in liquid milk and milk powder using solid phase extraction on OASIS HLB. *Food Control*, 28(1):131-134.
- Whitlow, L.W., Hagler, W.M. (2001). Mycotoxin contamination of feedstuffs - an additional stress factor for dairy cattle. 25. Symposium sur les bovins laitiers held on October 17, Quebec.
- Whitlow, L.W., Hagler, J.R. (2004). Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 76(38):66-76.
- Whitlow, L.W., Hagler, W.M. (2002). Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 74(28):68-78.
- Yaroğlu, T. (2002). Türk Silahlı Kuvvetlerine Bağlı Birliklerde Tüketime Sunulan Peynirlerde Aflatoksin M₁ Düzeylerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa,
- Yiannikouris, A., Jouany, J.P. (2002). Mycotoxins in feeds and their fate in animals: A review. *Anim Res*, 51, 81-99.

İZİNLER

EK1. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU

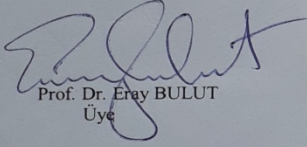
Sayı : 65202830-050.04.04-61
Konu : Etik Kurul Kararı.

05.05.2016

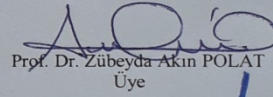
Sayın
Doç.Dr Süleyman ALEMDAR
Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

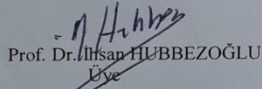
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 05.05.2016 tarihinde Prof. Dr. Haki KARA başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.

Doç.Dr Süleyman ALEMDAR' ın yürütücülüğünü ve Proje Yardımcıları, Yrd.Doç.Dr. Nazlı ERCAN Vet..Hek.EmreCİRİTÇİ'nin yapmış olduğu 27.04.2016 tarih ve 66 sayılı "Çiğ ve Isıl İşlem Görmüş Keçi Sütlerinde Aflatoksin Mı Varlığının Araştırılması. " isimli Yüksek Lisans Tezi Projesi Etik Kurulumuzca kabul edilmiştir.

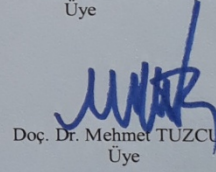

Prof. Dr. Eray BULUT
Üye

Prof. Dr. Mustafa TILRAN
Üye


Prof. Dr. Zübeyda Akın POLAT
Üye


Prof. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU
Üye

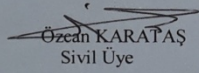
Doç. Dr. Bülent SARAC
Üye


Doç. Dr. Mehmet TUZCU
Üye

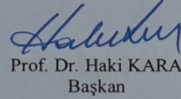
Katılmadı
Doç. Dr. Gülay YILDIRIM
Üye

Yrd. Doç. Dr. Hakan İŞİDAN
Üye

Uz. Vet. Hek. Yücel YALMAN
Üye – Başkanvekili


Özcan KARATAŞ
Sivil Üye

Katılmadı
Hilmi GÜL
Sivil Üye


Prof. Dr. Haki KARA
Başkan

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı Emre Ciritci
Doğum Yeri ve Tarihi Sivas-1988
Medeni Hali Evli
Yabancı Dil İngilizce
İletişim Adresi Şeyh Şamil Mah. Rasim Başara Cad. Doymuş Apt. No: 5
Kat: 3
E-posta Adresi emre5__8@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise Hacı Ahmet Arısoy Lisesi , 2004
Lisans Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi 2012

İş Tecrübesi

Hayat Veteriner Kliniği, Kars, 2011
Ateş Et Sitesi ve Çiftliği Sorumlu Veteriner Hekimi, Kayseri, 2012
Halk Elinde Küçükbaş Ülkesel Islah Projesi Sivas (Merkez) Kangal Akkaraman
Koyunu Proje Teknik Elemanı 2012-Halen