



**İĞDIR VE YÖRESİNDE ÜRETİLEN SÜTLERİN BAZI KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE AFLATOKSİN M1 MİKTARININ
BELİRLENMESİ**

Burak ULUÇAY

Yüksek Lisans Tezi

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT

2015

Her hakkı saklıdır

İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İĞDIR VE YÖRESİNDE ÜRETİLEN SÜTLERİN BAZI KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE AFLATOKSİN M1 MİKTARININ
BELİRLENMESİ**

BURAK ULUÇAY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İĞDIR

2016

Her hakkı saklıdır

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT danışmanlığında Burak ULUÇAY tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun / /2015 tarih ve 2015/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Prof. Dr. Bünyamin YILDIRIM

Enstitü Müdürü

ÖZET

İĞDIR VE YÖRESİNDE ÜRETİLEN SÜTLERİN BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE AFLATOKSİN M1 MİKTARININ BELİRLENMESİ

ULUÇAY, Burak

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT
Ocak 2016, 44 Sayfa

Beslenme açısından önemli bir gıda maddesi olan süt, yaşamın her aşamasında tüketilmektedir. Beslenme için vazgeçilmez olan süt, uygun olmayan üretim koşullarında sağlık açısından olumsuzluklara da sebep olmaktadır. Aflatoksinli yemlerle beslenen hayvanların sütünde bulunan Aflatoksin M1 bunlardan biridir.

Bu çalışmada, Iğdır ve yöresindeki (Merkez, Karakoyunlu, Tuzluca, Aralık) çiğ inek sütlerinin bazı kimyasal özellikleri ve Aflatoksin M1(AFM1) miktarı belirlenmiştir. Araştırmada 25 adet çiğ inek sütü kullanılmıştır. Analiz edilen sütlerde kuru madde, yağ, protein, kül ve aflatoksin M1(AFM1) analizleri yapılmıştır.

Araştırma sonucunda ortalama kimyasal değerler; Kuru madde miktarı $\% 11.77 \pm 1.27$, yağ miktarı $\% 3.19 \pm 0.52$, yağsız kuru madde miktarı $\% 8.58 \pm 1.09$, protein miktarı $\% 3.19 \pm 0.35$, kül miktarı 0.73 ± 0.12 ve Aflatoksin M1 miktarı $0.132 \mu\text{g/kg} \pm 0.107$ olarak bulunmuştur. 25 adet çiğ inek sütü numunesinin tamamında ($\% 100$) aflatoksin M1(AFM1) tespit edilmiştir. Bunlardan 20 tanesi ($\%80$) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ de yer alan çiğ inek sütleri yasal limitinin üzerinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Iğdır, inek sütü, kimyasal özellik, aflatoksin M1, protein

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME CHEMICAL PROPERTIES AND AFLATOXIN M1 OF MILK PRODUCED ON THE İĞDIR AND ITS REGION

ULUÇAY, Burak

Master Thesis, Department of Food Engineering
Thesis Adviser: Asst. Prof. Dr. Bayram YURT
January, 2016, 44 Pages

Milk is an important food for Nutrition and it is consumed every stage of life. Milk is essential for nutrition but it causes adversities in for the health at unfavourable production conditions.

In this research, some physicochemical properties and Aflatoxin M1 of raw cow milk produced in İğdır and region (İğdır center, Karakoyunlu, Tuzluca, Aralık) were investigated. In research 25 piece raw cow milk were used. Dry matter, fat, protein, ash and Aflatoxin M1 analyzes were performed in milk.

According to results of chemical analysis mean values were found as the following; Dry matter $11.77 \% \pm 1.27$, fat $3.19 \% \pm 0.52$, protein $3.19 \% \pm 0.35$, ash $0.73 \% \pm 0.12$ and Aflatoxin M1 content $0.132 \mu\text{g/kg} \pm 0.107$. Aflatoxin M1 (AFM1) has been detected in milk all samples (% 100). 20 piece (80%) of these, is contrary to the Turkish Food Codex Regulation.

Key words: İğdır, Cow milk, chemical properties, aflatoxin M1, protein

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Dünya nüfusunun artışı doğrultusunda gıdalara olan ihtiyaç da o nispette artmaktadır. Bu gıda maddelerinden olan süt ve süt ürünleri önemli miktara sahiptir. Beslenme açısından çok önemli bir gıda maddesi olan süt; besin öğelerinden protein, mineral ve vitaminler bakımından zengindir. Kemik gelişimi ve vücut oluşumunda en önemli yapı taşlarından biri olan kalsiyum mineral maddesinin de başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Süt organizmanın gelişmesi ve yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli besin unsurlarının tamamını içermektedir. Bundan dolayı eski çağlardan bu yana en çok tüketilen gıda maddelerinden birisidir .

Yüksek lisans çalışmamın seçilmesi, yürütülmesi, tez aşamasına getirilmesi ve tezin hazırlanmasında sahip olduğu bilgi, beceri ve deneyimlerini benimle her zaman paylaşan; maddi-manevi yardımını, desteği ve fedakârlığını esirgemeyen çok değerli Danışmanlarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Mustafa ÇAVUŞ ve Arş. Gör. M. Murat CEYLAN'a teşekkür ederim.

Burak ULUÇAY

OCAK – 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Aflatoksinler	4
2.1.1. Aflatoksinlerin Özellikleri	4
2.1.2. AFB1'in AFM1'e Biyotransformasyonu	5
2.1.3. Aflatoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler	6
2.1.3.1. Mantar Türü	6
2.1.3.2. Besin Maddesinden Kaynaklanan Etmenler	6
2.1.3.3. Ortam Sıcaklığının Etkisi	6
2.1.3.4. Ortam Neminin Etkisi	6
2.1.3.5. Oksijenin Etkisi	7
2.1.3.6. PH' ın Etkisi	7
2.1.4. Aflatoksinlerin İnsan Sağlığına Etkileri	7
2.2. Yemlerde Bulunan AFB1 İle Sütte Bulunan AFM1 Arasındaki İlişki.....	8
2.3. Süt ve Süt Ürünlerinde yapılan Bazı AFM1 Çalışmaları.....	7
3. MATERYAL VE METOT.....	9
3.1. Materyal	
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Kuru Madde Oranı.....	13
3.2.2. Yağ Tayini	14
3.2.3. Protein Oranı.....	14
3.2.4. Kül Miktarı	15
3.2.5. AFM1 Tayini	15

3.2.6. İstatistiksel Analizler	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Kuru Madde Oranları	18
4.2. Yağ Oranları.....	19
4.3. Protein Oranları	21
4.4. Kül Miktarları	22
4.5. AFM1 Miktarları	22
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	25
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	32



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

mg	Miligram
Kg	Kilogram
ng	Nanogram
ml	Mililitre
g	Gram
ppm	Milimetre
ppb	Santimetre
µg	Mikrogram
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

Kısaltmalar

AFB1	Aflatoksin B1
AFM1	Aflatoksin M1

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 4.1.1. Süt numunelerinin kuru madde miktarları	26
Şekil 4.2.1. Süt numunelerinin yağ miktarları	27
Şekil 4.3.1. Süt numunelerinin protein miktarları.....	28
Şekil 4.4.1. Süt numunelerinin Kül miktarları	29
Şekil 4.5. 1. Süt numunelerinin Aflatoksin M1 (AFLM1) miktarları.....	31



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1.1. Bazı aflatoksin türlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	13
Çizelge 4.1. Süt numunelerinin bazı kimyasal analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.5. 1. Süt numunelerinin Aflatoksin M1 (AFLM1) miktarları.....	30



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışı doğrultusunda gıdalara olan ihtiyaç da o nispette artmaktadır. Bu gıda maddelerinden olan süt ve süt ürünleri önemli miktara sahiptir. Beslenme açısından çok önemli bir gıda maddesi olan süt; besin öğelerinden protein, mineral ve vitaminler bakımından zengindir. Kemik gelişimi ve vücut oluşumunda en önemli yapı taşlarından biri olan kalsiyum mineral maddesinin de başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Süt organizmanın gelişmesi ve yaşamını devam ettirilebilmesi için gerekli besin unsurlarının tamamını içermektedir. Bundan dolayı eski çağlardan bu yana en çok tüketilen gıda maddelerinden birisidir (Topçu, 2006).

İnsan sağlığı bakımından son derece önemli bir yer tutan süt ve süt ürünleri üretimden tüketime kadar olan süreçte çeşitli yollardan kontamine olmaktadır. Bu kontaminasyon kaynaklarından en önemlilerinden biriside mikotoksinlerdir.

Belirli küf türleri tarafından üretilen, insanlarda ve hayvanlarda toksik, karsinojenik, mutajenik, teratojenik ve östrojenik etkileri olan mikotoksinlerin, süt ürünlerinde bulunması iki nedenle olmaktadır. Birincisi; süt veren hayvanlar tarafından tüketilen yemlerin kontamine olması ve yemlerdeki toksinlerin metabolize edilmesi ile metabolitlerin süte transferi sonucu sütün kontaminasyonu (örneğin aflatoksin B1, aflatoksin M1 ile), diğeri ise; süt ürününün direkt olarak küf kontaminasyonuna maruz kalması sonucu mikotoksin oluşturmalarıdır (Kök, 2006).

Aflatoksinler Süt ve süt ürünlerinde kontaminasyona neden olan yoğun biçimde araştırılan en önemli mikotoksin grubunu oluşturlar. Mikotoksin çeşitleri arasında yer alan Aflatoksinler insanlar ve hayvan türleri ve için zehirli olmaktadır. Aflatoksinler ayırım gözetmeden her çeşit besin maddesi ve yemde yaygın bir biçimde kirlenmeye yol açmaktadırlar. Maymunların da aralarında bulunduğu birçok hayvan türünde ve insanda karsinojenik olmaktadır. Küflü yemleri yiyen hayvanların et ve sütlerinde aflatoksin kalıntılarına rastlanması sebepleriyle aflatoksin üzerine yapılan çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir (Akdemir ve Altıntaş, 2004).

Aspergillus flavus ile birlikte çeşitli Aspergillus, Penicillium ve Rhizopus suşları tarafından sentezlenen Aflatoksinler, doğada, depolanmış hemen her çeşit yem ve yem maddeleri ile besinlerde yaygın bir şekilde bulunan toksik metabolitlerdir. Bu mikroorganizmalar her zaman toksik etkilere sahip olmayıp, üremeleri için uygun

ortamlarda (20-30 °C sıcaklık ve yeterli oksijen ile yaklaşık % 15 ve üzerinde nem) depolanan gıda maddeleri ve yemlerde hızlıca gelişerek toksin sentezi yapabilmektedirler (Akdemir ve Altıntaş, 2004).

Araştırmalar sonucunda, 300.000'den fazla küf türünün bulunduğu, bunlardan yaklaşık 250 kadarının mikotoksin sentezleyebildiği ve belli miktarda olan 20 türün oluşturduğu toksinlerin insan ve hayvanlarda hastalık yapabildiği belirlenmiştir. Aflatoksinler ısıya dirençli olmaları nedeniyle sağlık açısından önem taşımaktadırlar ve aynı zamanda mutajenik ve kanserojenik etkileri bulunmaktadır. Ayrıca aflatoksinlerin siroz, kronik gastrit, Reye sendromu ve bazı solunum sistemi hastalıklarına neden olabildiği belirtilmektedir. Aflatoksinler; B, G ve M ana isimleri ve bunlardan da aflatoksin B1, B2, G1, G2, M1 ve M2 olarak altı ana bileşiktir. Bunlar içerisinde aflatoksin M1 (AFM1) süt ve süt ürünlerinde gıda hijyeni açısından ciddi problemler oluşturmaktadır (Kireççi ve ark. 2007).

Aflatoksin M1 (AFM1), Aflatoksin B1 (AFB1) ile kontamine olmuş yemleri yiyen hayvanların sütlerinde bulunmaktadır. Aflatoksin M1, Aflatoksin B1'in karaciğerde biyotransformasyonu sonucunda oluşan temel metabolitidir ve meme bezlerinden süte geçmektedir. Süt ve süt ürünlerinde Aflatoksin M1 bebek ve çocuklar açısından oldukça önemlidir. Çünkü süt ve ürünlerini daha çok bu grupta tüketmektedir. Bebek ve çocuklar mikotoksinlerin negatif etkilerine karşı oldukça hassastırlar. Bu nedenle, birçok ülke, Aflatoksin M1'e maruz kalma durumunu elemine etmek adına çeşitli kontrol ve araştırma programları uygulamışlardır. Her ülke kendi özel şartlarını göz önüne alarak, yemlerdeki Aflatoksin B1 düzeyine belli sınırlama getirmiş, süt ve süt ürünlerinde, maksimum düzeyde bulunabilecek Aflatoksin M1 miktarlarını belirlemişlerdir. Ülkemizde, süt ve süt ürünlerinde bulunan Aflatoksin M1 ile ilgili çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'de, süt ve peynirlerde, insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek miktarlarda Aflatoksin M1 bulunabilmektedir.

Çok sayıda ülkede sütte bulunmasına müsaade edilen Aflatoksin M1 limit değerleri maksimum 0.05 ve 0.5 ppb düzeyleri arasında yoğunlaşmıştır. Ülkemizde toplam Aflatoksin M1 düzeyi karma yemlerde maksimum 50 ppb ile sınırlandırılırken, Aflatoksin M1 için limit değerler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği çerçevesinde sütlerde maksimum 0.05 ppb, peynirde maksimum 0.25 ppb, bebek mamalarında ise maksimum 0.02 ppb olarak belirlenmiştir. (Anonim, 2011)

Ülkemizde olduğu gibi pek çok ülkedeki mevzuatlarda, Sütteki Aflatoksin M1'in kabul edilebilir maksimum limiti 0.05 ppb dir. Dünyadaki Aflatoksin M1in maksimum

limitleri ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik ekonomik görüşlerden etkilenmektedir. Avrupa Birliği ve Kodeks Alimentarius çiğ süt ve kuru ya da işlenmiş süt ürünlerindeki Aflatoksin M1 düzeyinin 0.05 ppb'yi geçmemesi gerektiğini belirlemiştir. Amerika'da Aflatoksin M1 miktarı ise maksimum sınırı ise 0.5 ppb dir (Özdemir, 2007).

Türkiye'nin çeşitli illerinde yapılan araştırmalarda birçok süt örneğinde Aflatoksin M1 tespit edilmiştir. Ancak Iğdır ilinde üretilen çiğ inek sütlerinde Aflatoksin M1 miktarı üzerine bir araştırma yapılmamıştır. Bu çalışma ile Iğdır ilinde üretilen çiğ sütlerin (inek sütü) Aflatoksin M1 düzeyinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca çiğ inek sütü örneklerinde sütün kimyasal özelliklerinden olan ve süt kalitesini de belirleyen protein, kuru madde, yağ ve kül miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Aflatoksinler

Mikotoksinlerden olan Aflatoksinler, özellikle *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* olmak üzere, diğer bazı *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türleri tarafından oluşturulan karsinojenik, mutajenik, teratojenik ve toksijenik metabolitlerdir (Günşen ve Büyükyörük, 2001).

Aflatoksinler *Aspergillus*'un üç türü tarafından üretilir, bunlar; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve az miktarda *Aspergillus nomius*' tur. *Aspergillus flavus* sadece Aflatoksin B üretirken *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nomius* Aflatoksin B ile birlikte Aflatoksin G üretir (Henry et al. 2001; Abdulrazzaq et al., 2002).

Aflatoksinler yüksek miktarda toksisiteye sahip olmalarından dolayı vücuda alındıklarında akut veya kronik olarak seyreden aflatoksikozis denilen mikotoksikozis vakalarına neden olmaktadır (Gürses ve ark., 2002).

Aflatoksinlerin ilk bulunuşları oldukça eski zamanlardan gelmektedir. 1960 yılında İngiltere'de 100.000' den fazla hindinin yeme katılan küflü yer fıstığı küspesi nedeniyle ölmesi neticesinde etken olan mikroorganizmanın *Aspergillus flavus* olduğu tespit edilmiş ve bu küf türünün salgıladığı toksin "Aflatoksin" olarak isimlendirilmiştir. Aflatoksin terimi *Aspergillus*'un ilk harfi "A", *flavus*'un ilk üç harfi "fla" ve zehir anlamına gelen "toksin" kelimesinin bir araya getirilmesiyle türetilmiştir. Gıda ve yemlerin aflatoksin ile kontaminasyonu problemi son 30 yıldır üzerinde durulan ve günümüzde de önemini koruyan bir problemdir (Rustom 1997).

2.1.1. Aflatoksinlerin Özellikleri

Aflatoksinler, hücre ve mikroorganizma açısından belirli fonksiyonları bulunmayan sekonder metabolitlerdir. Kimyasal yapı olarak bifuran halkası ve lakton bağlantısı taşıyan yüksek yapılı "kumarin" bileşiklerdir. Difuranokumarin olarak bilinirler. Kloroform, metanol, etanol ve dimetilsulfoksit içerisinde kolayca çözünürler.

Petrol eterinde ve doymuş hidrokarbürlerde hiç çözünmezler. Kloroform veya benzen içindeki çözeltileri yıllarca dayanıklıdır. Aflatoksinler renksiz veya sarı, iğne şeklinde kristallerdir. Aflatoksinler, *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* soylarında bulunan çeşitli mantar suşları tarafından sentezlenebilmektedirler. *Aspergillus parasiticus*' un tüm suşları 4 aflatoksin türünü birden sentezlerken, *Aspergillus flavus* türünün bazı suşları sadece B1 ve B2 formunu sentezler. Günümüzde aflatoksinlerin en az 18 yakın formu olmakla birlikte, doğal olarak 4 ana türü B1, B2, G1 ve G2 sentezlenir.. Aflatoksinler ultraviyoleet ışık altında verdikleri renge göre ayrılmışlar ve mavi ışık veren iki tür B1 ve B2 olarak, yeşil ışık verenler ise G1 ve G2 olarak adlandırılmışlardır. B2 ve G2, B1 ve G1' in dehidro türevleridir. (Anonim, 2012). Aflatoksinlerin bu dört ana fraksiyonu dışında kalan Aflatoksin M1 ve Aflatoksin M2 gibi türevleri ise aflatoksin B1 ve B2'nin hidroksilasyonu sonucu oluşmaktadır. Aflatoksin M2, dihidro-aflatoksin M1'dir. Bazı aflatoksin türlerinin fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri aşağıda bulunan çizelge 2.1.1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1.1. Bazı aflatoksin türlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Özbek, 2006; Özgüç, 2006)

Aflatoksin Türü	Formülü	Molekül Ağırlığı (g/mol)	Erime Noktası (°C)	Verdiği Maksimum Floresans(nm)	UV 365 nm de verdiği Floresan Renk
B1	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312	268-269	425	Mavi
B2	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	286-289	425	Mavi
M1	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	299	425	Mavi
M2	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	293	425	Mavi
G1	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	244-246	450	Yeşil
G2	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	237-240	450	Yeşil

Uluslararası Kanseri Araştırma Enstitüsü (IARC) tarafından aflatoksin B1 birinci dereceden, aflatoksin M1 ise ikinci dereceden kanserojen bir bileşik olarak ilan edilmistir (Bakırcı 2001).

2.1.1. AFB1'in AFM1' e Biyotransformasyonu

Aflatoksin B1'in biyotransformasyonunda en önemli rol oynayan organ karaciğerdir. Burada en önemli fraksiyon mikrozomal enzimlerdir. Hayvan organizması vücutlarına giren yabancı maddeleri çeşitli biokimyasal işlem basamakları ile detoksifiye etmeye çalışmaktadır. Ancak belirli bir noktaya kadar başarılı olunmaktadır. Bu nedenle dışarıdan mutlak surette müdahale edilmesi gerekmektedir. Biyotransformasyonla ilgili enzimatik olaylar genel olarak iki fazda gerçekleşmektedir. Birinci faz reaksiyonları; oksidasyon, redüksiyon ve kopmadır. İkinci faz reaksiyonu konjugasyondur. Aflatoksin B1 in insan ve hayvanlardaki karsinojenik ve mutajenik etkileri vücuttaki metabolizması sonucunda oluşmaktadır. Buradan da ya dolaşım sistemine geçip karaciğer ve diğer organlarda birikmektedir veya süt ile atılır ya da boşaltım sisteminden idrar ve dışkı vasıtası ile atılması gerçekleşir (Fink-Gremmels, 2007).

2.1.3. Aflatoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

2.1.3.1. Mantar Türü

Toksijenik bir küf türünün her suşu toksin üretmeyebilir. Küf gelişimi izlenen her gıda maddesinde aflatoksin içirme şartı yoktur. Burada en önemli olan gelişen mantarın *A.flavus* ve *A.parasiticus* türlerinin olup olmadığıdır (Anonim, 2012).

2.1.3.2. Besin Maddesinden Kaynaklanan Etmenler

Bu grup etkenler arasında, gıda maddesinin bitkisel veya hayvansal kaynaklı olması ve bileşimi de önemlidir. Ancak Aflatoksin meydana getiren mantarların gelişmesi yönünden böyle bir substrat bağımlılığı yoktur. Bu nedenle bu tür mantarlar her maddede üreyip toksin sentezleyebilirler. Besin maddeleri içindeki karbon kaynağı olarak karbonhidratlar, azotlu maddeler, iz elementler ve vitaminlerin miktarları ve bu bileşenlerin cinsleri Aflatoksin oluşumu üzerine etkilidir (Anonim, 2012).

2.1.3.3. Ortam Sıcaklığının Etkisi

Aflatoksinler sadece 12-42 °C sıcaklıkları arasında ürerler ve optimal sıcaklık 25-35 °C'dir (Cassel et al., 2001; Herrman, 2002). Ancak diğer unsurlara da bağlı olmak şartıyla 7.5–

40 °C sıcaklık derecesi aralığında Aflatoksin üretilebildiğini bildiren çalışmalar vardır. Yine koşullara bağlı olmak üzere aflatoksin üretim süresi 24 saat ile 4-10 gün arasında değişebilmektedir. Aflatoksin üretimi için minimum su aktivitesinin ise 0.85 olduğu bildirilmiştir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Normal ısılarda son derece dayanıklı olan aflatoksinlerin tümüyle parçalanmaları için 300 °C'nin üzerindeki sıcaklıklara gerek vardır ayrıca kısa zamanda yüksek ısıda pastörizasyon ile sütlerdeki aflatoksin miktarında azalma olmamaktadır (Harris et al., 1992).

2.1.3.4. Ortam Neminin Etkisi

Aflatoksinler % 15 ve üzeri nem içeren yer fıstığı, mısır ve pamuk tohumu olmak üzere, çeşitli tahıllar, yem ve yem hammaddeleri ile gıdalarda kolayca ürerler ve ortam müsait olunca mikotoksin sentezleyebilmektedir. Mantarlar %12-13'den daha düşük nem seviyesinde yok olmaz, küfün oluşumu engellenerek belirgin derecede azalır ancak toksisitesinde herhangi bir değişiklik olmamaktadır (Cassel et al., 2001).

2.1.3.5. Oksijenin Etkisi

CO₂ ve O₂ varlığı aflatoksin üremesi ve küfün oluşumunda etkilidir. Havadaki % 20 CO₂ seviyesi aflatoksin üretimini ve küfün gelişimini belirgin biçimde baskılamaktadır. Havadaki oksijen konsantrasyonunun % 10 azalması aflatoksin üretimini baskılar (Ruiqian et al., 2004).

2.1.3.6. PH' ın Etkisi

Aflatoksinler gıda ve yem maddelerinde çok dayanıklıdır, ancak çok düşük veya yüksek pH'larda (pH<3 ve pH>10), okside edici ajanlar ve oksijen mevcudiyeti olan ortamda UV ışığına bırakıldığında hızla aktivasyonlarını yitirmektedirler (Özkaya ve Temiz, 2003).

2.1.4. Aflatoksinlerin İnsan Sağlığına Etkileri

Mikotoksinlerin insan sağlığı üzerine etkileri şahsın beslenme durumu ve diyet, bireyin dayanıklılığı, mikotoksinlerle karşı karşıya gelmesi ile açıklanabilir. İnsan mikotoksikozisleri için en büyük tehlike düşük kaliteli gıdalar ve depolama koşullarının kötü olmasıdır. Aflatoksinlerin insanlar üzerine etkileri aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

1. Akut bozukluklar (öncelikle karaciğerde),
2. Sirotik değişiklikler (karaciğer sirozu),
3. Karsinomatöz oluşumlar (karaciğer karsinomu),

4. Teratojen ve genetik bozukluklar (Erol, 1999).

2.2. Yemlerde Bulunan AFB1 İle Sütte Bulunan AFM1 Arasındaki İlişki

Yem kontaminantları olarak aflatoksinlerin keşfinden kısa bir süre sonra Allcroft ve Carnaghan (1963), yemlerle birlikte aflatoksin tüketen hayvanlardan elde edilen süt ve süt ürünlerinde, aflatoksin kalıntıları oluşabileceğini rapor etmişlerdir.

Yemle birlikte alınan AFB1 ile sütte salgılanan AFM1 arasında yüksek düzeyde pozitif ve doğrusal bir ilişkinin olduğu, birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Masri et al. 1969; Van Egmond 1994; Hassain 1994).

Van der Lind ve ark. (1964), araştırmalarında iki adet yüksek verimli (28l/gün) süt ineği ile iki adet düşük verimli (12l/gün) süt ineğinden her birine günde 4mg/kg düzeyinde AFB1 içeren yer fıstığı rasyonundan 2 kg, 18 gün süreyle yedirmişler ve daha sonra bu hayvanlardan elde edilen sütleri günlük olarak AFM1 yönünden kimyasal testlere (ince tabaka kromatografisi yöntemiyle) ve biyolojik deneylere (bir günlük ördek palazları) tabi tutmuşlardır. Bu araştırmada, AFB1'in tüketiminden sonra ilk 12 ile 24 saat içerisinde sütlerde rahatlıkla toksin belirlenmiş ve içeriğinin belli bir süre sonra en yüksek değerine ulaştığı ve sütteki AFM1'in ancak yemlerdeki AFB1'in % 1'i kadar olduğu üç gün sonra ise artık sütteki AFM1'in tayin edilemez düzeye indiği saptanmıştır.

Acosta ve ark. (1989), 34' er kg ağırlığındaki iki keçiye laktasyonun 2. ayında 100 gr/kg oranında AFB1'i şahdamarlarından enjekte etmişler ve sütlerindeki AFM1 miktarını ELISA tekniği ile belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçları değerlendiren araştırmacılar, AFB1' in enjekte edilmesinden 16 saat sonra sütlerdeki AFM1 içeriğinin en yüksek seviyeye (12.5- 15 nmol/l) ulaştığını, 72 saat sonra AFM1'in halen belirlenebilir düzeyde olduğunu, 96 saat sonra ise tespit edilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca AFB1'in AFM1'e dönüşüm oranının ortalama % 2,88 olduğunu saptamışlardır (Sezgin, 2004b).

Karakaya ve ark. (2010), Erzurum ili Pasinler ilçe merkezi ve köylerindeki süt sığırcılığı işletmelerinden alınan mısır silajlarının AFB1 ve bu yemi tüketen hayvanların sütlerinin AFM1 içeriği ile aflatoksinin yemden süte geçiş durumunu araştırmışlardır. İncelenen yem örneklerinde AFB1 miktarı ortalama 361.12 ± 94.76 ppt ve süt örneklerindeki AFM1 miktarı ortalama 3.85 ± 3.71 ppt olarak belirlenmiştir. Tüketilen yemdeki AFB1'in % 1.07'sinin süte AFM1 olarak geçtiği saptanmıştır. Süt numunelerinin 6 adedinde (% 8.33)

ölçülebilir düzeyde AFM1 tespit edememişlerdir. 66 örnekte (% 91.67) ise Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir sınırların altında AFM1 belirlenmiştir.

2.3. Süt ve Süt Ürünlerinde Yapılan AFM1 Çalışmaları

Akdemir ve Altıntaş (2004), tarafından yapılan bir araştırma sonucunda; Ankara ve yöresinde üretim yapmakta olan iki ayrı süt fabrikasına işlenmek üzere gelen, çeşitli illere ait 12 ayrı terden alınan toplam 48 adet çiğ inek sütü örneği Aflatoksin M1 yönünden incelenmiş olup örneklerin % 70.83'ünün Aflatoksin M1 içerdiği ve % 33.3'ünde düzeylerin Türkiye için bildirilen maksimum limit değerin (0.05 ppb) üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Bakırcı (2001), Van'da üretilen süt ve süt ürünlerinde Aflatoksin M1 düzeylerini incelemiş, sütlerin % 87.8'nin Aflatoksin M1 içerdiğini ve bunların % 44.3'nün de 0.05 ppb' nin üzerinde olduğunu tespit etmiştir.

Türkiye'nin çeşitli illerinden alınan çiğ sütlerin analiz edildiği başka bir çalışmada da 360 örneğin 159'unda (% 44.3), en yükseği 1.4 ppb olmak üzere AFM1 bulunmuş ve bunların 48 adedinin (% 13.3) Türkiye limitini aştığı bildirilmiştir (Özsunar 2005).

Sezgin (2004a), Aflatoksin M1 ile kontamine edilmiş sütlerden koyulaştırılmış süt ve sprey kurutma ile yağsız süttozları üretilerek proses aşamalarının Aflatoksin M1 içeriklerine olası etkilerini belirlemek için yaptığı çalışmada, 1.5 µg/L AFM1 katkılı sütler için pastörizasyon, koyulaştırma ve kurutmanın sütlerin Aflatoksin M1 içeriklerinde sırasıyla % 15.93, % 40.12 ve % 67.57'lik bir kayba neden olduğunu, 3.5 µg/L AFM1 katkılı sütler için ise Aflatoksin M1 kayıplarının sırasıyla % 11.71, % 34.55 ve % 58.69 olduğunu tespit etmiştir. Depolama süresi (3 ve 6 aylık) sonrasında 1.5 µg/L AFM1 katkılı sütlerden üretilen süttozlarının Aflatoksin M1 içeriklerinde sırasıyla % 1.43 ve % 5.18'lik bir azalış saptanırken 3.5 µg/L Aflatoksin M1 katkılı sütlerden üretilen süttozlarının Aflatoksin M1 içeriklerinde söz konusu azalışların % 1.48 ve % 3.82 düzeyinde olduğunu tespit etmiştir.

Sezgin (2004b), tarafından yapılan bir çalışmada süt tozu, beyaz peynir ve yoğurt üretiminde Aflatoksin M1 katkılı hammadde sütlere uygulanan ısı işlemlerin (72°C'de 10 dk., 72°C'de 2 dk. ve 95°C'de 5 dk.) başlangıçtaki Aflatoksin M1 konsantrasyonlarında 1.5 µg/l M1 katkılı sütler için sırasıyla % 15.93, % 12.54 ve % 17.93 düzeyinde 3.5 µg/l Aflatoksin M1 katkılı sütler için ise sırasıyla % 11.71, % 9.07 ve % 16.06 düzeyinde azaldığını tespit

etmişlerdir. Isıl işlem uygulamasıyla sütlerin Aflatoksin M1 içeriklerinde görülen azalışlar istatistiksel bakımdan da $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunduğunu, süt tozu, beyaz peynir ve yoğurt üretimi sonrasında hammadde sütlerin Aflatoksin M1 içeriklerinde $1.5 \mu\text{g/l}$ Aflatoksin M1 katkılılar için sırasıyla % 67.57, % 44.06 ve % 38.35 düzeyinde, $3.5 \mu\text{g/l}$ Aflatoksin M1 katkılılar için ise sırasıyla 58.69, % 40.87 ve % 39.40 düzeyinde Aflatoksin M1 kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Süt tozlarının Aflatoksin M1 içeriklerinde 6 ay depolama sonrasında $1.5 \mu\text{g/l}$ ve $3.5 \mu\text{g/l}$ Aflatoksin M1 katkılı süt tozları için sırasıyla % 5.18 ve % 3.82 düzeyinde bir azalış tespit etmişlerdir. Peynirlerin 3 ay süreyle depolanmaları sonrasında ise $1.5 \mu\text{g/l}$ ve $3.5 \mu\text{g/l}$ Aflatoksin M1 katkılı peynirlerin Aflatoksin M1 içeriklerinin sırasıyla % 7.85 ve % 9.51 düzeyinde azaldığını, benzer şekilde 2 hafta depolanan yoğurtların Aflatoksin M1 içerikleri de $1.5 \mu\text{g/l}$ ve $3.5 \mu\text{g/l}$ Aflatoksin M1 katkılı yoğurtlar için % 3.65 ve % 1.76 düzeyinde azaldığını bildirmişlerdir. Her üç üründe de depolama sürecinde Aflatoksin M1 içeriklerinde görülen azalışların istatistiksel bakımından önemsiz olduğunu ($p>0.01$) bulmuşlardır.

Çelik ve ark. (2005), yaptıkları bir çalışmada 85 adet pastörize süt örneğini Aflatoksin M1 miktarlarının tespit edilmesi amacıyla analiz etmişlerdir. 75 numunenin (% 88.23) Aflatoksin M1 ile kontamine olduğu ve bu numunelerden 48'inin (% 64) Aflatoksin M1 düzeylerinin yasal limitleri aştığı tespit edilmiştir.

Özsunar (2005), Trakya Bölgesi'ndeki sütün kontaminasyon derecesini ölçmek için yapılan çalışmada, 135 adet çiğ süt örneğinden 116'sında (% 86) Aflatoksin M1 bulunduğu tespit edilmiştir. Aflatoksin M1 bakımından pozitif çıkan örneklerden sadece 1 tanesi (% 0.74) yasal limitin üzerindedir. Pozitif örneklerde saptanan Aflatoksin M1 miktarları 0.001-0.068 ppb arasında değişirken, genel ortalama 0.008 ppb olarak tespit edilmiştir.

Kök (2006), Aydın ili ve ilçelerindeki mandıralardan, piyasada satılmak üzere üretilen süt ve süt ürünleri, HPLC (Yüksek Performanslı Likit Kromatografi) yöntemiyle Aflatoksin M1 düzeyleri incelenmiştir. Bu amaçla 26 mandıraya ait, 13 adet süt 6 adet kaşar peyniri, 6 lor peyniri, 7 beyaz peynir, 6 tulum peyniri ve 9 yoğurt olmak üzere toplam 47 adet numune Aflatoksin M1 yönünden incelenmiştir. Sonuç olarak incelenen örneklerde ortalama 0.105 düzeyinde Aflatoksin M1 belirlenmiştir. Aflatoksin M1 aralığı 0.027- 0.250 ppb arasında saptanmıştır. İncelenen süt örneklerinin % 61.5'i, yoğurt örneklerinin % 77.7'si ve peynirlerin % 4'ünün yasal olarak belirlenen sınırların üzerinde olduğu saptanmıştır.

Özdemir (2007), Kilis'teki çiftliklerden elde edilen toplam 110 keçi sütü örneklerinde ELISA yöntemiyle Aflatoksin M1 tespiti amacıyla yapılan çalışmada, Aflatoksin M 17 (% 15.46) örnekte belirlenemezken, 93 (% 84.54) süt örneğinde farklı düzeylerde bulunmuştur. Aflatoksin M1 110 süt örneğinin 70'inde 5.16–116.78 ng/l düzeyleri arasındaki yoğunluklarda belirlenmiştir. Örneklerin 7'sinde (% 6.36) belirlenen AFM1 düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen maksimum kabul edilebilir düzeyden (50 ng/l) daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Kireççi ve ark. (2007), 36 UHT süt, 18 beyaz peynir, 17 kaşar peyniri, 10 tulum peyniri, 10 eritme peyniri ve 9 dil peyniri olmak üzere toplam 100 örnekten UHT süt ve peynir örneğinin 67'sinde (% 67) farklı düzeylerde Aflatoksin M1 tespit etmişler ve örneklerin 13'ünde (% 13) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'de belirtilen düzeylerden daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Aflatoksin M1 tespit edilen UHT süt numunelerinin % 5.6'sı, beyaz peynir numunelerinin % 5.6'sı, kaşar peyniri numunelerinin % 29.4'ü ve dil peyniri numunelerinin % 55.5'inin yasal limitlerin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Atasever ve ark. (2010), Erzurum'da UHT sütlerde Aflatoksin M1 oluşumunu araştırmak için yaptıkları bir çalışmada Erzurum şehir merkezindeki marketlerden temin edilen toplam 150 UHT süt örneği Aflatoksin M1 bakımından incelemişlerdir. Araştırma sonucunda UHT süt örneklerinin % 59'unun Aflatoksin M1 içerdiğini, 16 numunenin (%10.7) Aflatoksin M1 yönünden Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği tarafından düzenlenen yasal limitleri aştığını tespit etmişlerdir.

Erkan ve ark. (2009), Diyarbakır ilinde üretilen ve açıkta satışa sunulan örgü peyniri örneklerinde Aflatoksin M1 oralarının tespitine yönelik yaptıkları çalışmada incelenen örneklerde Aflatoksin M1 varlığı % 46.67 olarak bulunmuş olup örgü peynirlerinin % 14.44'ünde Türk Gıda Kodeksi'nce izin verilen değerlerden daha yüksek düzeyde Aflatoksin M1 bulunmuştur.

Gücükoğlu ve ark. (2010), Erzincan ilinde tüketime sunulan UHT süt ve peynir örneklerinde Aflatoksin M1 varlığını ve düzeylerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmada, 36 UHT süt, 18 beyaz peynir, 17 kaşar peyniri, 10 tulum peyniri, 10 eritme peyniri ve 9 dil peyniri olmak üzere toplam 100 örnek ELISA yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz edilen UHT süt ve peynir örneğinin 67'sinde (% 67) farklı düzeylerde Aflatoksin M1 tespit

edilmiş ve örneklerin 13'ünde (% 13) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'de belirtilen düzeylerden yüksek olduğu bulunmuştur.

İşleyici ve ark. (2011), Karaman ve Konya illerinde tüketilen geleneksel peynir çeşitlerinden Divle tulum peynirinde Aflatoksin M varlığını ve seviyesini ortaya koymak amacıyla yaptıkları bir araştırmada, 55 peynir örneğinin ELISA tekniği ile Aflatoksin M analizleri yapılmış ve örneklerin 10 tanesinde (% 8.18) 5.15 ng/kg ile 26.44 ng/kg arasında değişen miktarlarda ortalama 10.835 ± 6.70 ng/kg Aflatoksin M1 belirlenmiştir. Aflatoksin M1 örneklerin 23 tanesinde (% 41.82) 5 ng/kg'ın altında bulunurken, 22 tanesinde (% 40.0) ise Aflatoksin M1 tespit edilememiştir.

İşleyici ve ark. (2012), Van ilinde tüketime sunulan UHT sterilize inek sütlerinde Aflatoksin M1 varlığını ve seviyesini ortaya koymak amacıyla çalışmama yapmışlardır. Bu amaçla Van ilinde bulunan süpermarketlerde satışa sunulan 25 adet tam yağlı ve 25 adet de yarım yağlı olmak üzere toplam 50 adet UHT sterilize süt örneği Aflatoksin M1 miktarı ve seviyesi yönünden ELISA tekniği ile incelenmiştir. Analize alınan 25 adet tam yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinden 23 tanesinde (% 92) Aflatoksin M1 düzeyi 22.57 ile 76.58 ng/l arasında ortalama 42.78 ± 14.81 ng/l olarak bulunurken, 2 tanesinde (% 8) ise 80 ng/l'den yüksek seviyede Aflatoksin M1 tespit edilmiştir. İncelenen 25 adet yarım yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinin ise 21 tanesinde (% 84) Aflatoksin M1 düzeyi 7.61 ile 58.78 ng/l arasında ortalama 38.73 ± 10.98 ng/l olarak bulunurken, 4 (% 16) örnekte ise 80 ng/l'den yüksek seviyede Aflatoksin M1 olduğu tespit edilmiştir. Analize alınan tam yağlı UHT sterilize süt örneklerinin 9 tanesinin (%36), yarım yağlı UHT sterilize süt örneklerinin ise 7 tanesinin (% 28) Aflatoksin M1 seviyesi yönünden Türk Gıda Kodeksi'nde süt için verilen limitlere (0.05ppb) uygun olmadığı bulmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada incelenen 25 adet Çiğ inek sütü numunesi, Iğdır ili merkez ve Tuzluca, Aralık ve Karakoyunlu ilçelerinde bulunan çiğ süt üreticilerinden en az 250 ml olacak şekilde aseptik şartlar altında steril ağzı kapaklı plastik kaplara alınarak yaklaşık +4 °C'lik soğuk termokaplar ile laboratuvara getirilmiş +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilerek kısa sürede analize alınmışlardır.

3.2. Metot

3.2.1. Kuru Madde Oranı (%)

Çiğ süt örneklerinin kuru madde oranları gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (Anonim, 2010). Darası alınmış paslanmaz çelik kaplara (G2) yaklaşık üçer gram örnek (G1) tartılmıştır. Daha sonra örnekler 105±2°C'lik hava akımlı etüvde 3 saat bekletilerek kurutulmuştur. Bu süre sonunda kaplar desikatöre alınıp yarım saat süre ile soğuması sağlandıktan sonra ağırlıkları (G3) belirlenmiştir. Bu işleme sabit tartım elde edilinceye kadar devam edilerek yüzde (%) kurumadde oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kurumadde} = [(G3 - G2) / G1] \times 100$$

G1: Örnek Ağırlığı

G2: Kap Ağırlığı

G3: Kurutulduktan Sonraki Kap+Örnek Ağırlığı

3.2.2. Yağ Tayini (%)

Çiğ süt örneklerinin yağ oranları Gerber yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Anonim, 1990). Süt örnekleri iyice karıştırılıp homojen hale getirilmiştir. Süt bütirometresine önce 10 ml yoğunluğu 1.82 g/ml olan H₂SO₄ çözeltisinden sonra 11 ml süt yavaşça ve iç yüzeyden konur ve daha sonra da 1 ml yoğunluğu 0.814 g/ml olan amil alkol ilave edilmiştir. Bütirometrenin tıpası kapatıldıktan sonra alt-üst edilerek

içeriğin karışması sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan bütirometreler sıcaklık ayarlı (yaklaşık 65 °C) Gerber santrifüjü ile 1200 devir/dakika hızda 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Daha sonra bütirometredeki örneğin % yağ miktarı okunarak belirlenmiştir.

3.2.3. Protein Oranı (%)

Süt örneklerinin azot içerikleri mikro Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Anonim, 1993). Kjeldahl tüplerine yaklaşık 1 g örnek tartılmış ve üzerine 1 g K₂SO₄, 150 µl %5'lik CuSO₄ ve 5 ml konsantre H₂SO₄ ilave edildikten sonra yağ yakma işlemine maruz bırakılmıştır. Örnekler Kjeldahl yakma ünitesinde (Gerhardt KB8, Königswinter, Almanya) yaklaşık 4 saat süreyle 350-400 °C'de berraklaşmaya kadar yakılmıştır. Yakılan örnekler soğuduktan sonra destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Destilasyon ünitesinde örnek üzerine 15–20 ml % 40'lük NaOH ilave edilmiş ve destilatın 25 ml % 4'lük borik asit çözeltisi içerisinde toplanması sağlanmıştır. Destilasyon sonrası borik asit içerisinde toplanan destilat 0,0200 N HCl ile titre edilerek aşağıda verilen formül yardımıyla azot değerleri (%) bulunmuştur. Azot oranlarının 6,38 faktörü ile çarpılması ile de örneklerin protein içerikleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Azot} = \frac{V \times 0,014 \times N}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100$$

V: Titrasyonda örnek için harcanan HCl miktarı (ml)

N: Titrasyonda kullanılan HCl'in normalitesi

3.2.4. Kül Miktarı (%)

İlk önce porselen krezeler sabit tartıma getirilmiş ve daha sonra krezelerin daraları kaydedilmiştir. (M1). Daha sonra numuneden yaklaşık 5 g örnek krezeye tartılarak alınmıştır. Krezeler yaklaşık 4 saat 110 °C'de etüvde bekletilmiştir. Böylece örneğin yavaş yavaş kuruması sağlanmıştır. Aksi taktirde kül fırınına direkt koyulduğu zaman sıçramalar meydana gelmektedir. Daha sonra 550 °C'deki kül fırınına koyularak tamamen yanmaya kadar 5-6 saat bekletilmiştir. Daha sonra krezeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiş ve yeniden tartılmıştır. (M2).

$$\% \text{ K\ddot{u}l} = [(M2-M1) / m] \times 100$$

M2 = Yakmadan sonraki kroze ve k\ddot{u}l ağırlığı

M1 = Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

m = Alınan \ddot{o}rnek ağırlığı

3.2.5. AFM1 Tayini

S\ddot{u}tlerde aflatoksin analizleri, Aflatoksin M1 ekstraksiyonundan sonra, immunoaffinite kolonu kullanılarak floresan dedekt\ddot{o}rl\dd{u} y\dd{u}ksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile yapılmıştır (Anonim, 2002) . S\dd{u}tler 35–37 ° C sıcaklıkta Whatman 4 filtre kağıdından ge\dd{c}irilerek s\dd{u}z\dd{u}lm\dd{u}şt\dd{u}r. Hazırlanan numuneden 50 ml alınarak, immuno-affinite kolondan 1-2 damla/saniye hızla ge\dd{c}irilmıştır. Kolonun \dd{u}zerine yeni bir şırınga takılıp, kolon 10 ml su ile 1-2 damla/saniye hızla yıkandıktan sonra kolondan şırınga ile hava ge\dd{c}mesi sağlanarak kurumaya bırakılmıştır. Bu işlem 2. kez de aynı şekilde tekrarlanmıştır. Kolonun altına vial konmuş ve kolondan 4 ml asetonitril ge\dd{c}irilmıştır. Vial 30-35 ° C sıcaklıkta azot gazı altında u\dd{c}urulmuştur ve % 10'luk asetonitril ile 500 µl'ye c\dd{o}z\dd{u}lm\dd{u}şt\dd{u}r. Daha sonra k\dd{u}çük viallere aktarılmış ve Belirli bir zaman mobil faz ge\dd{c}irilerek uygulamaya hazır hale gelen HPLC'ye \dd{o}nce Aflatoksin M1 referans standardından ve numuneye ait eluattan 100 µl enjeksiyon yapılmıştır. \dd{O}rneğe ait kromatogramda, standardın kromatogramındaki piklerle aynı alıkonma zamanına sahip pikler olması durumunda, \dd{o}rnekte Aflatoksin M1 bulunduğuna karar verilmiş ve pik alanlarına bağlı olarak da Aflatoksin M1 seviyeleri hesaplanmıştır (Anonim, 2002).

Mobil faz : Su + Asetonitril (75/25) v/v

Cihaz :Agilent 1200 HPLC

Kolon :S5 ODS-2-250 A C18 (250mm x 4.6mm)

Dalga Boyu : Ex; 365 nm, Em; 435 nm

Enjeksiyon Hacmi : 100 µL

Akış : 1 mL/dak.

Kolon fırın sıcaklığı : 23°C

3.2.6. İstatistiksel analizler

Çiğ süt örneklerinde, analiz yapılan parametrelere ait ortalama değerler ve standart sapma hesaplanmıştır. İlave olarak analizi yapılan parametrelere ait minimum ve maksimum değerler de verilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

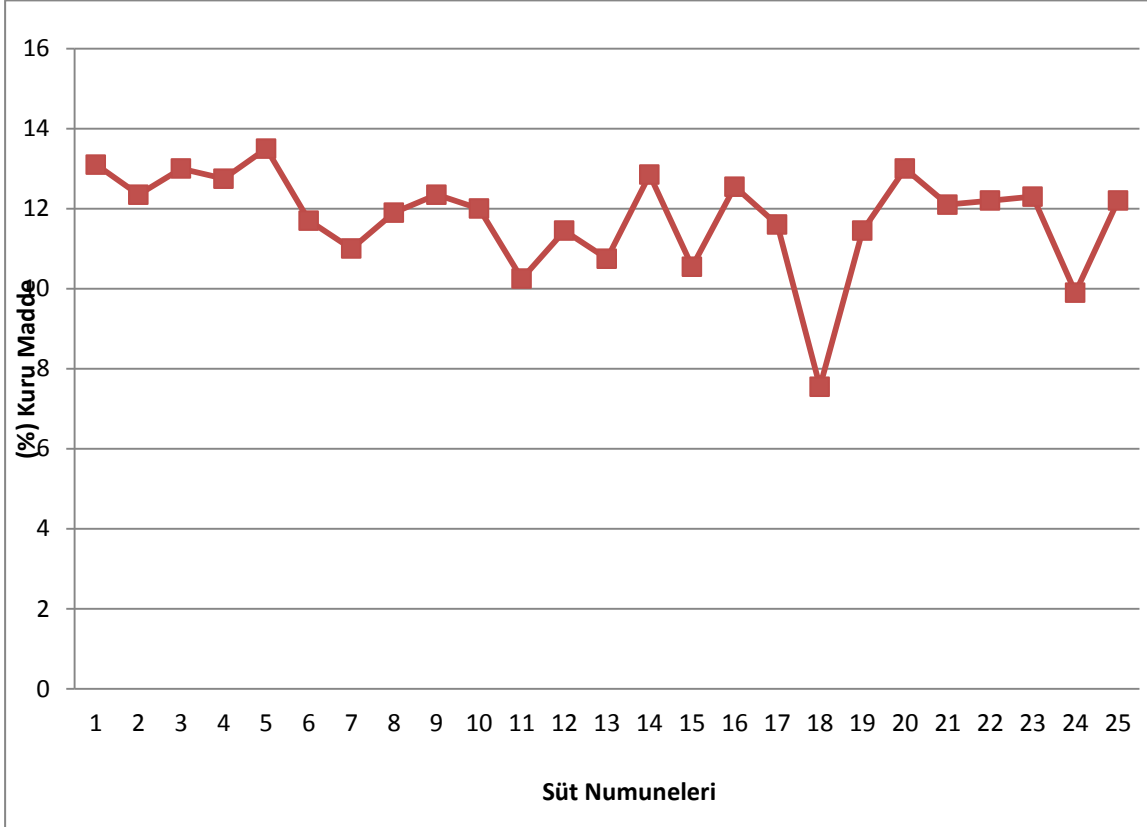
Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait kuru madde, yağ, kül, yağsız kuru madde ve protein oranları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Süt örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları

Örnek No	Kuru madde (%)	Yağ %	Yağsız K.M (%)	Protein (%)	Kül (%)
1	13.10	3.05	10.05	3.75	0.89
2	12.35	3.05	9.30	3.29	0.62
3	13.00	3.15	9.85	3.30	0.62
4	12.75	3.00	9.75	3.18	0.73
5	13.50	4.25	9.25	3.06	0.78
6	11.70	3.10	8.60	3.80	0.67
7	11.00	2.65	8.35	3.75	0.83
8	11.90	2.65	9.25	3.50	0.74
9	12.35	4.10	8.25	3.05	0.81
10	12.00	3.35	8.65	3.60	0.75
11	10.25	2.65	7.60	3.14	0.76
12	11.45	3.15	8.30	3.10	0.85
13	10.75	2.95	7.80	3.14	0.83
14	12.85	4.05	8.80	3.38	0.78
15	10.55	2.60	7.95	3.16	0.67
16	12.55	3.95	8.60	2.98	0.85
17	11.60	3.95	7.65	2.50	0.65
18	7.55	2.70	4.85	2.56	0.31
19	11.45	3.15	8.30	3.12	0.58
20	13.00	3.10	9.90	2.60	0.80
21	12.10	3.05	9.05	3.08	0.71
22	12.20	2.65	9.55	3.03	0.83
23	12.30	3.10	9.20	3.64	0.65
24	9.90	2.60	7.30	2.92	0.73
25	12.20	3.85	8.35	3.12	0.80
Min.	7.55	2.60	4.85	2.50	0.31
Mak.	13.50	4.25	10.05	3.80	0.89
Ort.	11.77	3.19	8.58	3.19	0.73
S.Sp.	1.27	0.52	1.09	0.35	0.12

4.1. Kuru Madde Miktarı (%)

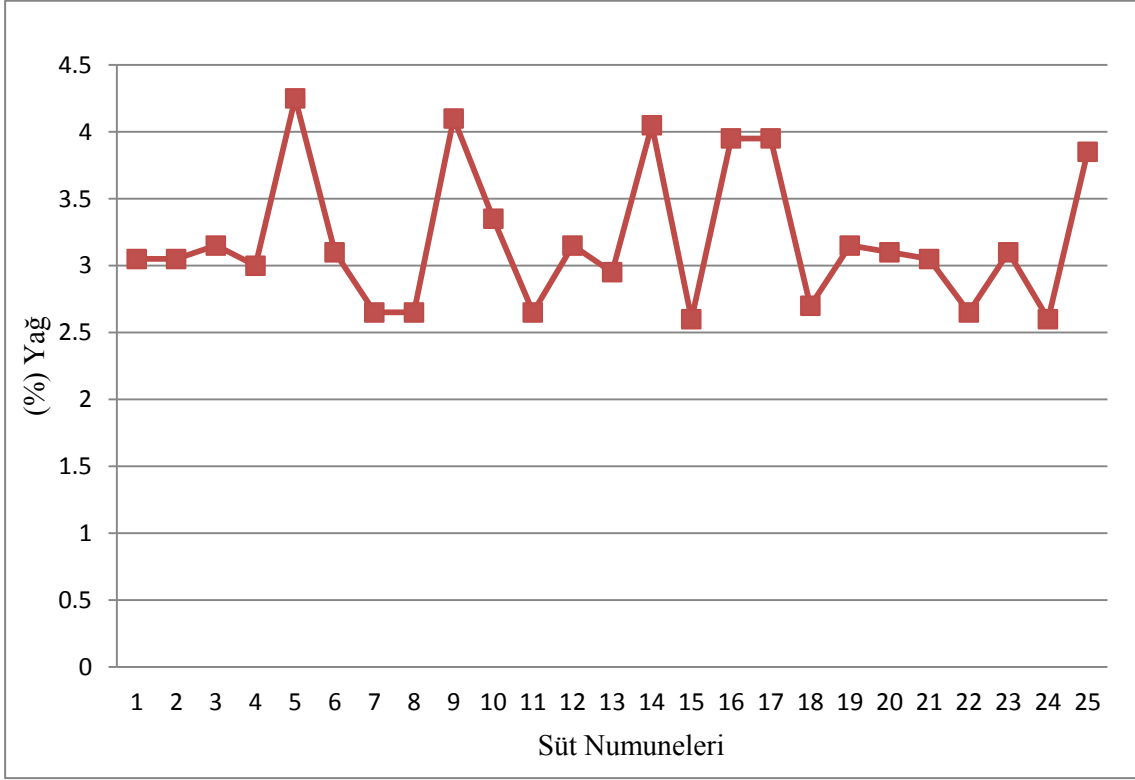
Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait kuru madde oranları % 7.55 ile % 13.50 arasında, ortalama 11.77 ± 1.27 olarak bulunmuş (Çizelge 4.1), şekil 4.1.1.de gösterilmiştir.



Şekil 4.1.1. Süt numunelerinin kuru madde miktarları (%)

4.2. Yağ Miktarı (%)

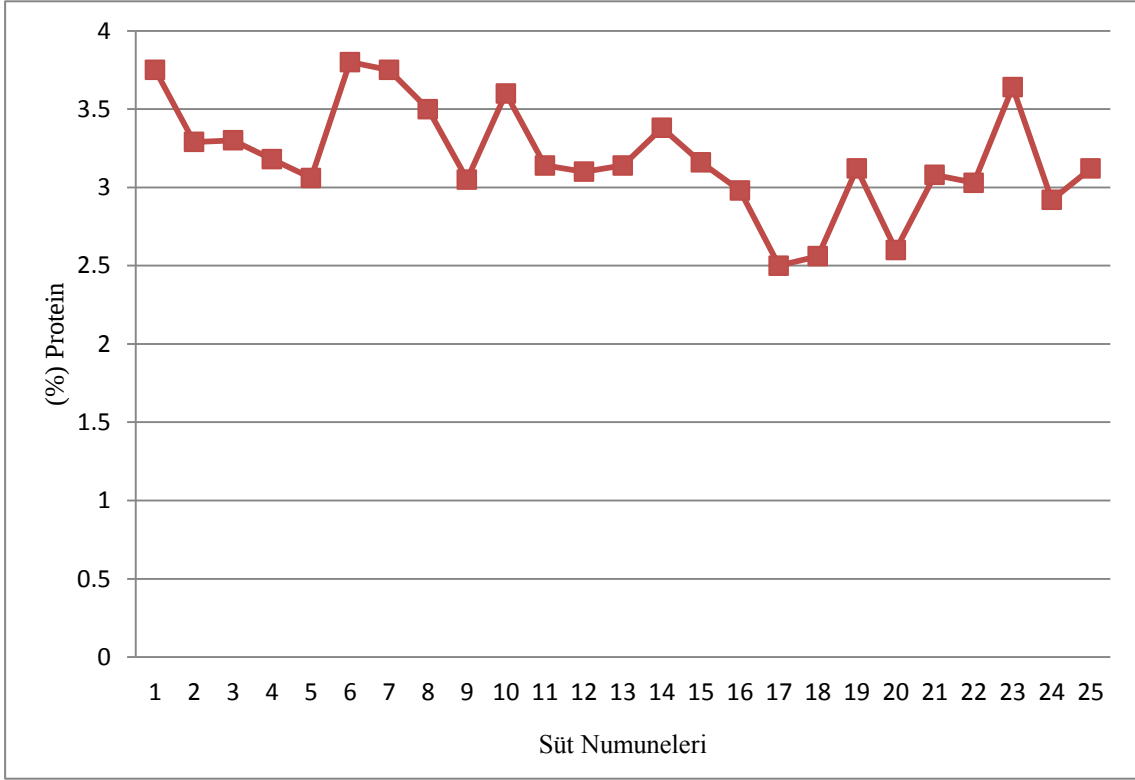
Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait yağ oranları % 2.60 ile % 4.25 arasında ortalama 3.19 ± 0.52 olarak bulunmuş (Çizelge 4.1), şekil 4.1.2. de gösterilmiştir.



Şekil 4.2.1. Süt numunelerinin yağ miktarları (%)

4.3. Protein Oranları (%)

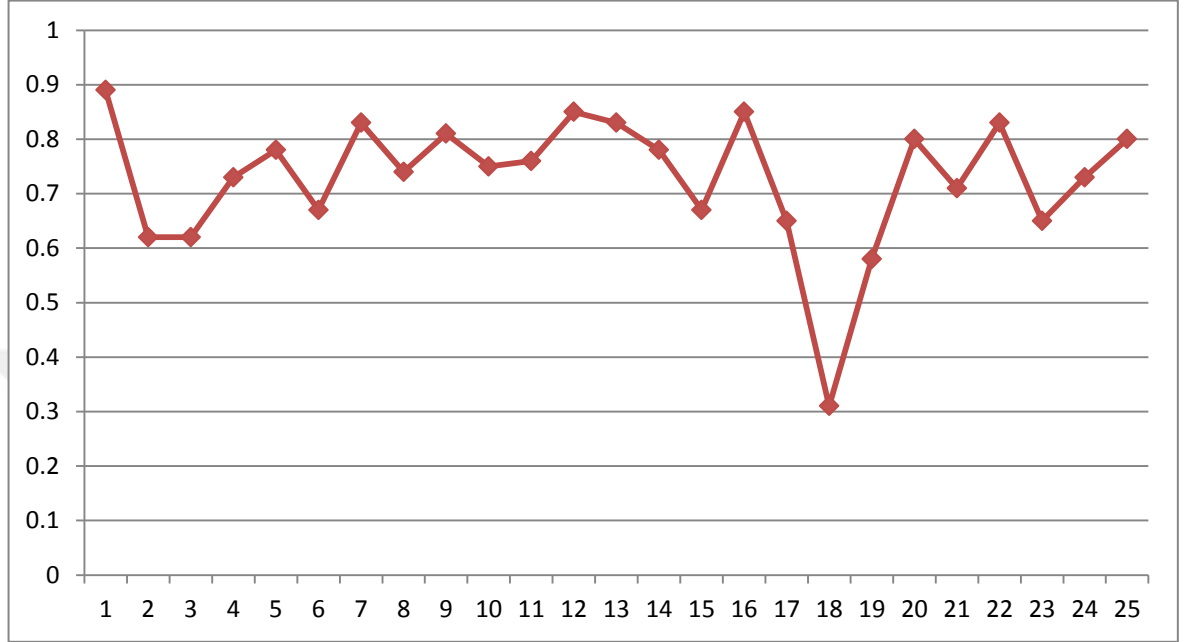
Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait protein oranları % 2.50 ile % 3.80 arasında ortalama 3.19 ± 0.35 olarak bulunmuş (Çizelge 4.1), şekil 4.3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 4.3.1. Süt numunelerinin protein miktarları (%)

4.4. Kül Miktarları (%)

Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait kuru madde oranları % 0.31 ile % 0.89 arasında ortalama 0.73 ± 0.12 olarak bulunmuş (Çizelge 4.1) ve şekil 4.5.1 de gösterilmiştir.



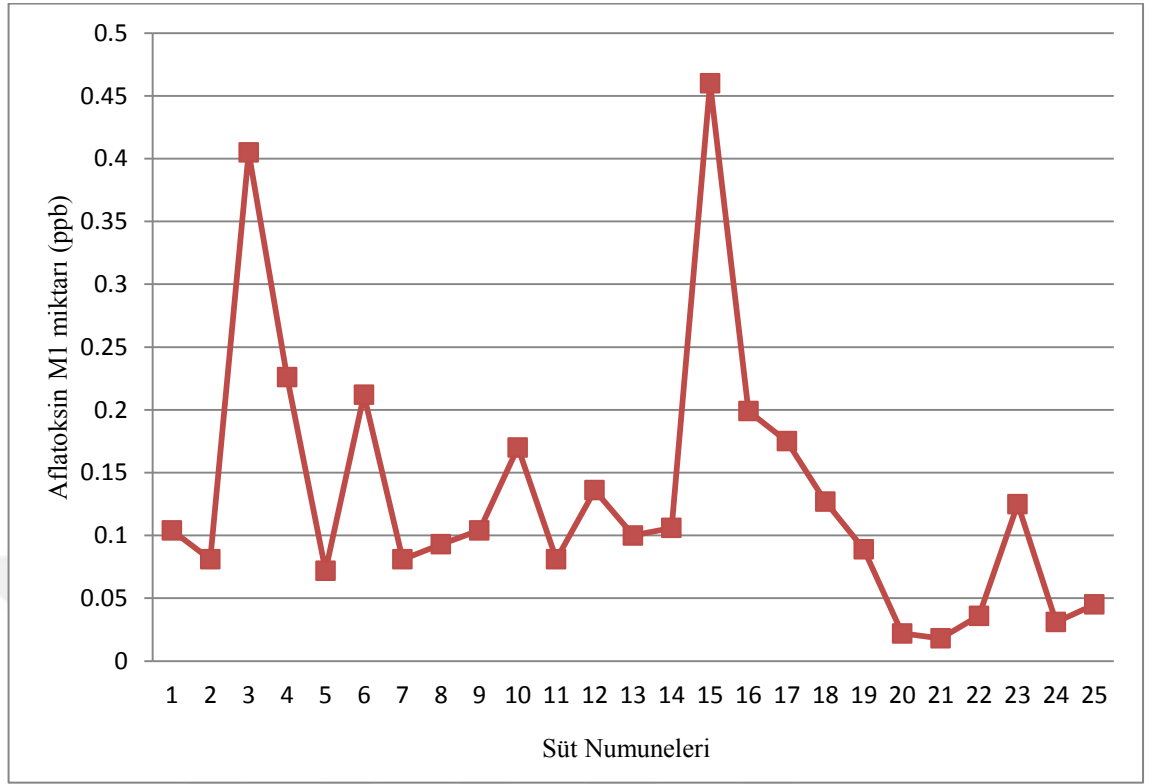
Şekil 4.4.1. Süt numunelerinin Kül miktarları (%)

4.5. Aflatoksin M1 Miktarları(ppb)

Analiz edilen çiğ inek sütü örneklerinin Aflatoksin M1 değerleri 0.180 ppb ile 0.460 ppb arasında ortalama $0.132 \text{ ppb} \pm 0.107$ olarak bulunmuş (Çizelge 4.5.1) ve şekil 4.5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5.1 Çiğ inek Sütlerinin Aflatoksin M1 Analiz sonuçları

Örnek No	Aflatoksin M1 Miktarı (ppb)	Örnek No	Aflatoksin M1 Miktarı (ppb)
1	0,104	15	0,460
2	0,081	16	0,199
3	0,405	17	0,175
4	0,226	18	0,127
5	0,072	19	0,089
6	0,212	20	0,022
7	0,081	21	0,018
8	0,093	22	0,036
9	0,104	23	0,125
10	0,170	24	0,031
11	0,081	25	0,045
12	0,136	Min.	0,018
13	0,100	Maks.	0,460
14	0,106	Ort.	0,132
		St. Sp.	0,107



Şekil 4.5.1. Çiğ İnek sütü numunelerinin Aflatoxin M1 miktarları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sütün en önemli öğelerinden biri de kuru madde miktarıdır. Sütte suyun dışındaki toplam bileşenler kuru madde olarak isimlendirilir. Sütün kuru madde içeriği sütün süt mamullerine işlendiğinde vereceği randıman ile dolayısıyla kalitesi yönünden önemli bir kriterdir. İnek sütlerinde kuru madde oranları % 10.5 - % 15 arasında değişmektedir (Metin, 2012). Sütün kuru madde oranına ineğin ırkı, yaşı, beslenme durumu, sıcaklık, hava nemi, ışık, laktasyon, mevsim ve hastalık durumu vb. kriterler etki etmektedir. Jersey ırkı bir ineğin kuru madde oranı % 15 olabildiği gibi yerli ırk bir ineğin kuru madde oranı % 11 değerlerinde bulunabilmektedir.

Çizelgeden de görüldüğü üzere analiz edilen çiğ süt örneklerinden en düşük değere % 7.55 ortalama ile 18 numaralı örnek, en yüksek değere ise 13.5 ile 5 numaralı örnek sahip olmuştur. 11, 13, 15, 18, 24 numaralı örneklerde kuru madde oranı % 11' in altında tespit edilmiştir. 18 numaralı örnekte tespit edilen kuru madde oranı (%7.55) çok düşük olup bu değer bu süt numunesine hile amaçlı su katılmış olabileceğini göstermektedir.

Sütün yapısını oluşturan en önemli maddelerden biri süt yağı veya daha geniş anlamda süt lipitleridir (Üçüncü, 2005). Süt yağı oranının azalması üretilen süt ürünlerin kalitesini doğrudan etkileyen bir faktör olduğu bilinmektedir. Yağ oranının azalması ile randıman kaybı olur ve ürün kalitesi düşer.

İnek Sütünün yağ miktarı başta ırkı olmak üzere çeşitli faktörlerin etkisi altında değişiklik göstermekte olup % 2.5–6 arasında değişmektedir (Metin, 2012). Araştırmada incelenen çiğ sütlere ait yağ oranları Çizelge 4.1' de gösterildiği gibi % 2.60 ile 4.25 arasında bulunmuştur. İncelenen örneklerin % yağ oranları literatürlerle benzerlik arz etmektedir.

İnek sütünün ortalama % 3–3.5'i proteindir. İnek sütü proteini; kazein, peynir altı suyu proteinleri temel olmak üzere, enzimler ve az miktarda nitrojen içeren protein olmayan bileşiklerden oluşan heterojen bir karışımdır (Fox et al., 2003). Toplam proteinin yaklaşık % 80'i kazein (% 8'i inorganik maddeler, % 92'si proteindir), % 20'si ise peynir altı proteininden oluşmaktadır. Lösin, izolösin, valin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, lizin gibi elzem amino asit içeriği yüksek olan süt proteini, kaliteli protein olarak kabul edilmekte ve besinlerdeki protein kalitesinin değerlendirilmesinde standart referans olarak kullanılmaktadır (Miller et al., 2000; Arabacıoğlu 1993; Baysal 2004).

İnek sütünün protein oranı % 2.8–5 arasında değişmektedir (Metin, 2012). Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği' ne göre çiğ süt en az % 2.8 protein içermelidir. Araştırmada incelenen çiğ inek sütlerine ait protein oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde yer alan minimum % 2.8 protein değerine üç(3) örnek dışında diğer örnekler bu tebliğe uygun bulunmuştur.

Sütün mineral maddeleri miktarları açısından makro ve iz elementler olarak iki gruba ayrılır. Makro elementler; sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klor, fosfat, sülfat, bikarbonat ve sitrat olup, İz elementler ise demir, bakır, kobalt, çinko kurşun kalay, flor, iyot, brom, silisyum, selenyum ve bordur. Sütte bulunan mineral maddelerin miktarı; Süt veren hayvanın ırkına, laktasyon durumuna, mastitisli olup olmamasına, beslenmesine ve mevsime göre değişmekle beraber genellikle % 0.6–0.9 arasında değişmektedir.

Ayrıca sütteki kül miktarı sütte yapılan hileyi de gösterebilmektedir. Sütte kül miktarının çok düşük olması süte hile amaçlı su katıldığına bir göstergesidir. Araştırmada incelenen çiğ sütlerle ait kül oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. 18. numune hariç diğer numunelerin kül miktarları normal olarak bulunmuştur. 18. numunenin ise kül miktarı oldukça düşük çıkmıştır. Aynı zamanda 18. numunenin kuru madde ve protein oranı da olması gerekenden çok düşük çıkmıştır. Bu veriler ışığında 18. numuneye hile amaçlı su katılmış olma ihtimali mevcuttur.

Yaptığımız çalışmada elde edilen Aflatoksin M1 miktarları; Akdemir ve Altıntaş (2004), Bakırcı (2001), (Özsunar 2005). Sezgin (2004a), Sezgin (2004b), Çelik ve ark. (2005), Özsunar (2005), Kök (2006), Özdemir (2007), Kireççi ve ark. (2007), Erkan ve ark. (2009), Atasever ve ark. (2010), Gücükoğlu ve ark. (2010), İşleyici ve ark. (2011), İşleyici ve ark. (2012) ile benzerlik göstermektedir. Fakat bulunan sonuçlar yani 25 numunenin 20 tanesi (% 80) maksimum limitin üzerinde çıkmıştır. Ancak 5 tane çiğ süt numunesi (% 20) çiğ süt tebliğinde yer alan maksimum 0.05 ppb' nin altında çıkmıştır.

Bunun muhtemel en büyük nedeni, yemlerde oluşan Aflatoksin B1 miktarı ile alakalıdır. Maalesef bilinçsiz tarım sonucu hayvan yemleri optimal şartlarda üretilmemekte ve muhafaza edilememektedir. Ayrıca süt numunelerinin hayvanların kış şartlarından dolayı dışarı çıkamayıp ahırlarda yemlerle beslenmesinden kaynaklanan zaman diliminde aflatoksin M1 miktarının yüksek çıkmasında önemli bir faktördür. Yapılan araştırmalar Kasım-Nisan döneminde hayvanlarda alınan süt numunelerinin Mayıs-Ekim periyoduna nazaran 4 kat daha fazla aflatoksin M1 içerdiğini göstermektedir.

Yapılan bu çalışma ile elde edilecek sonuçların; sağlıklı süt tüketimi için gerekli önlemlerin alınması yönünden konuyla ilgili kamu kuruluşları ile sektöre katkı sağlayacağı ve toplumu bilinçlendirmeye yönelik bilgiler sunacağı düşünülmektedir. Bu veriler doğrultusunda süte özgü kalite kriterlerinin korunması ve halk sağlığına zararlı bileşiklerin oluşumunun önlenmesi için Türk Gıda Kodeksinde yer almayan uygun muhafaza koşullarının belirlenmesine ilişkin değerlendirme yapılmıştır.

Sağlıklı beslenmede önemli bir yere sahip olan sütte oluşan AFM1'nin gıda güvenliği ve halk sağlığı yönünden potansiyel risk olduğu bilinmektedir. Süt sağılan ineklere verilen yemlerin Aflatoksin M1 oluşumunun önlenmesi, hayvanlara yem verilecek yemlerin aflatoksin M1 miktarının kontrol edilmesi ve hijyenik şartlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

Halk sağlığının korunması açısından önemli olan bu konuda ilk yapılacak işlem, yemlerde oluşabilecek aflatoksinlerin kontrol altına alınmasıdır. Sütlerde oluşan AFM1 miktarının minimuma indirilmesinin en kolay yolu, yemlerde AFB1 oluşumunun önüne geçmektir. Bunun içinde bir çok ülkede olduğu gibi yemlerin çok iyi kontrol edilmesi gerekmektedir. AFM1 miktarının minimum düzeylerde tutulabilmesi için üreticiye de mutlaka gerekli eğitimler verilmeli, kontroller yapılmalıdır.

Yapılan bu survey çalışması, Iğdır'daki çiğ inek sütlerinden Aflatoksin M1 miktarının belirlenmesi açısından ilk olup, Türkiye'de yapılan araştırmalar yetersiz olup, daha fazla çalışma yapılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdulrazzaq, Y.M., Nawal, O., Ahmed, I., 2002. Fetal Exposure to Aflatoxins in The United Arab Emirates. *Annals of Tropical Paediatrics*. 22: 3-9
- Akdemir, Ç. ve Altıntaş, A., 2004. Ankara’da İşlenen Sütlerde Aflatoksin M1 Varlığının ve Düzeylerinin HPCL ile Araştırılması. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 51: 175-179.
- Allcroft, R. and Carnaghan, R.B.A., (1963). Groundnut toxicity: an examination for toxin in human food products from animals fed toxic groundnut meal. *Vet. Rec.*, 75: 259-263.
- Anonim, 1990. TS 8189 – Süt Yağ Tayini- Gerber Metodu (Rutin Metod), Ankara.
- Anonim, 1993. Milk Determination of Nitrogen Content. IDF Standard 20B. *International Dairy Federation*, Belgium.
- Anonim, 2002. TS EN İSO 14501. Süt ve süt tozu- Aflatoksin M1 muhtevası tayini- İmmunoafinitite kromatografi ile temizleme ve yüksek performanslı sıvı kromatografi ile tayini, Ankara
- Anonim, 2010. Gıda Teknolojisi Süt Ve Süt Ürünleri Analizleri 2, <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/SutVeSutUrunleriAnalizleri2.pdf> (20.10.2015).
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Resmi Gazete, 29.12.2011-28157.
- Anonim, 2012. Aflatoksinler Nedir ? , Oluşumuna Etki Eden Faktörler Nelerdir ? Ders Notu, <http://www.biyolojigunlugu.com/aflatoksinler-nedirolusumuna-etki-eden-faktorler-nelerdir> (15.02.2015).
- Arabacıoğlu, Ö.Z., 1993. İçme Sütü Tüketiminin Arttırılması ve Okul Sütü Programları. 5. *Türkiye Sütçülük Kongresi*. 20-21 Mayıs. Ankara.
- Atasever, A.M., Adıgüzel, G., Atasever, M., Özlü, H. ve Özturan, K., 2010. Occurrence of Aflatoxin M1 in UHT Milk in Erzurum-Turkey. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16 (Suppl A): S119-S122, 2010.
- Bakırcı, İ., 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M1 in milk and milk products produced in Van province of Turkey. *Food Control*, 12: 47-51.
- Baysal, A., 2004. Beslenme. 10.baskı, Bölüm II Besinler, Süt. *Ankara, Hatiboğlu Yayınları*. s: 268-275.
- Cassel, E.K., Campbell, B., Draper, M., Epperson, B., 2001. *Aflatoxins, Hazards in Grain / Aflatoxicosis and Livestock*. FS 907.

- Çelik, T.H., Sarımehtetoğlu, B., Küplülü, Ö., 2005. Aflatoxin M1 contamination in asepturised milk. **Vet. arshiv** 75: 57-65.
- Erkan, M.A., Vural, A., Güran, H.Ş., 2009. Diyarbakır Örgü Peynirinde Aflatoksin M1 ile Verotoksin 1 ve 2 Varlığının Araştırılması. **Dicle Üniv. Vet. Fak. Derg.** 2009: 1 (1): 19-25, ISSN: 1308-0679.
- Erol, İ., 1999. **Besin Hijyeni**. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 1999, Ankara. S: 106-107.
- Fink-Gremmels, J. 2007. Mycotoxins in Cattle Feeds and Carry-over to Dairy Milk. **Food Additives and Contaminants**, February 2008; 25(2): 172-180.
- Fox P.F., Mc. Weeney, P.L.H., 2003. **Advanced Dairy Chemistry**. Volume 1. In Chapter 1: Milk Proteins: General and Historical Aspects. Third Edition. Part A. New York, Springer Verlag Publish.
- Gücükoğlu, A., Çadırcı, Ö., Özpınar, N., 2010. UHT Süt ve Peynir Örneklerinde Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi. **Etlik Vet. Mikrobiyol. Derg.**, 21: 45 - 50, 2010.
- Günşen, U., Büyükyörük, İ., 2001. Piyasadan Temin Edilen Taze Kaşar Peynirlerinin Bakteriyolojik Kaliteleri ile Aflatoksin M1 Düzeylerinin Belirlenmesi. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**. 27: 821-825.
- Gürses, M., Erdoğan, A., Sert, S., 2002. Farklı Depolama Şartlarının Aspergillus Parasiticus NRRL 2999 Küf Suşu İle Aşıl原因 Tulum Peynirinde Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi. **Turk J. Vet. Anim. Science**. 28: 233-238. Tubitak
- Harris, B., Staples, C.R., 1992. The Problems of Mycotoxins in Dairy Cattle Rations. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida.
- Henry, S.H., Whitaker, T., Rabbani, I., Bowers, J., Park, D., Price, W., Bosch, F.X., Pennington, J., Verger, P., T. Yoshizawa, Van Egmond, H., Jonker, M.A., Coker, R., 2001. Safety Evaluation of Certain Mycotoxins in Food; Who Food Additives Series. 47: 3-9.
- Herrman, T., 2002. Mycotoxins in Feed Grains and Ingredients. **Kansas State University**. MF-2061. Feed Manufacturing. S: 1-3.
- İşleyici, Ö., Sancak, Y.C. ve Morul, F., 2011. Divle Tulum Peynirinde Aflatoksin M1 Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. **YYU Veteriner Fakültesi Dergisi**, 2011, 22 (2): 105 – 110 ISSN: 1017-8422; e-ISSN: 1308-3651.
- İşleyici, Ö., Sancak, Y.C. ve Morul, F., 2012. Van’da Tüketime Sunulan UHT Sterilize İnek Sütlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Araştırılması. **YYU Veteriner Fakültesi Dergisi**, 2012, 23 (2): 65 - 69 ISSN: 1017-8422; e-ISSN: 1308-3651.
- Karakaya, Y., Atasever, M., 2010. Mısır Silajında Aflatoksin B1 Varlığının ve Süte Geçme Durumunun Araştırılması. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 16 (Suppl-A): S123-S127, 2010 DOI:10.9775/kvfd.2010.2398.

- Kireççi, E., Savaşçı, M. ve Ayyıldız, A., 2007. Sarıkamış'ta Tüketilen Süt ve Peynir Ürünlerinde Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi. ***İnfeksiyon Dergisi (Turkish Journal of Infection)*** 2007; 21 (2): 93-96.
- Kök, Z., 2006. Aydın İli ve Çevresinde Üretilen Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin Varlığının Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, VFT-YL-2006-001.
- Kurt, A. (1984), "Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi" Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, Yayın No:18.
- Masri, M.S., Page, J.R., Garcia, V.C., 1969. Modification of Method for Aflatoxins in Milk. ***J. Assoc. Anal. Chem.***, 52 (3): 641-643.
- Metin, M., 2012 Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Basım Evi. İZMİR.
- Miller, G.D., Jarvis, K.J., McBean, L.D., 2000. ***Handbook of Dairy Foods and Nutrition***. In: Jensen RG, Kroger M, editors. The Importance of Milk and Milk Products in the Diet. CRC Press, New York, p: 4-24.
- Özbek, E., 2006. ***Marmara Bölgesi Askeri Birliklerinde Tüketime Sunulan Süt ve Süt ürünlerinde Aflatoksin M1 Düzeylerinin Belirlenmesi***. Y.L.Tezi, Ondokuz Mayıs Üniv. Sağlık Bilimleri Enst. SAMSUN.
- Özdemir, M., 2007. Determination of Aflatoxin M1 Levels in Goat Milk Consumed in Kilis Province. ***Ankara Üniv Vet Fak Derg***, 54: 99-103, 2007.
- Özgüç, N., 2006. ***Yöresel Peynirlerde Aflatoksin M1 Düzeylerinin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi Yöntemiyle Belirlenmesi***. Y.L. Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enst. ANKARA.
- Özkaya, Ş. ve Temiz, A., 2003. Aflatoksinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. ***Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi***, Cilt:01, Sayı: 01, s: 1-2.
- Özsunar, A., 2005. ***Trakya Bölgesi'nde Üretilen İnek Sütlerinde Aflatoksin M1 Varlığı***. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Rustom, I.Y.S. 1997. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. ***Food Chemistry***, 59 (1); 57-67.
- Ruiqian, L., Qian, Y., Thanaboripat, D., Thansukon, P., 2004. Biocontrol of *Aspergillus Flavus* and Aflatoxin Production. ***KMITL Science Journal***, 4-1.
- Sezgin, E., 2004(a). Koyulaştırılmış Süt ve Süt Tozlarının Aflatoksin M1 İçeriklerine Proses Aşamaları ve Depolamanın Etkisi. ***Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri***. Ankara, 2002-07-11-057.

- Sezgin, E., 2004(b). Bazı Süt Ürünlerinin Aflatoksin M1 Düzeyi ve Prosesteki Değişimi. Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu. 65479/ PR- 2004- 509, TÜBİTAK.
- Topçu, S.Ö., 2006. Ankara Sokak Sütü ve Peynir Örneklerinden Maya İzolasyonu, Sütlerden Aflatoksin M1 Tayini (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- Üçüncü, M., 2005. Süt ve Süt Mamulleri Teknolojisi., Meta Basım. İZMİR.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi Çınarlı-İZMİR. S:155-156.
- Van Egmond, H.P., 1994. Aflatoxin in milk, The Toxicology of Aflatoxins. Human Health, **Vet. Agric. Sig. Acad. Press. Inc.**, s: 365-381.
- Van Der Linde, J.A., Frens, A.M., De Iongh, M., Vles, R.O., 1964. Inspection of From Milk Cows Fed Aflatoxin-Containing Groundnut Meal. Tiejdschr.- Diergeneesk, 89: 1082-1088.

ÖZGEÇMİŞ

20.12.1985 tarihinde Çorum'un Osmancık ilçesinde doğdu. Memur bir ailenin çocuğu olduğu için İlk, orta ve lise öğrenimini değişik ilçelerde tamamladı. Yüksek öğrenimini Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde tamamladı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

