



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİRESUN YÖRESİNDEKİ SÜTLERDE AFLATOKSİN M<sub>1</sub> 'İN İNCELENMESİ

ZEYNEP AKKAYA KUTLUBAY

AĞUSTOS 2016

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİRESUN YÖRESİNDEKİ SÜTLERDE AFLATOKSİN M<sub>1</sub>'İN İNCELENMESİ

ZEYNEP AKKAYA KUTLUBAY

AĞUSTOS 2016

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün onayı.

.../.../.....

Doç. Dr. Mustafa Serkan SOYLU

\_\_\_\_\_  
Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak Kimya Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Birsen Şengül OKSAL

\_\_\_\_\_  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve Yüksek Lisans tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarız.

Doç. Dr. Bahar SÖKMEN

\_\_\_\_\_  
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç.Dr. Bahar SÖKMEN

Doç.Dr. Nurhan GÜMRÜKÇÜOĞLU

Doç.Dr. Hakan BEKTAŞ

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ÖZET

GİRESUN YÖRESİNDEKİ SÜTLERDE AFLATOKSİN M<sub>1</sub>'İN İNCELENMESİ

AKKAYA KUTLUBAY, ZEYNEP

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Bahar SÖKMEN

AĞUSTOS 2016, 67 sayfa

Aflatoksinler; hücre ve mikroorganizma açısından bir takım fonksiyonları olmayan sekonder metabolitlerdir. Aflatoksinler ultraviyole ışığa maruz kaldıklarında yaydıkları renge bakılarak sınıflandırılmışlar ve mavi ışık yayan iki aflatoksin türü B<sub>2</sub> ve B<sub>1</sub> olarak, yeşil ışık yayanlarda G<sub>2</sub> ve G<sub>1</sub> olarak isimlendirilmişlerdir. B<sub>2</sub> ve G<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>'in dehidro türevleridir. M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> de B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>'nin türevleri olmakla birlikte aflatoksinli yemle beslenen hayvanların süt, idrar ve dışkılarından izole edilmiştir.

Bu çalışmada; Giresun yöresinde yetiştirilen ineklerden elde edilen sütlerden çiğ olarak, çiğ olarak alınan sütlerin en ortamında bir taşım kaynatıldıktan sonra 10 dakika kısık ateşte kaynatılarak ve Hekim Süt fabrikası tarafından bu yöreden toplanarak pastörize edilen sütlerden Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) metoduyla aflatoksin M<sub>1</sub> analizi yapıldı.

Yapılan çalışmalar sonunda; gerek çiğ sütlerde gerek kaynatılmış sütlerde gerekse pastörize sütlerde aflatoksin M<sub>1</sub>'e rastlanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mikotoksin, Aflatoksin, Aflatoksin M<sub>1</sub>, HPLC



## ABSTRACT

INVESTIGATION OF AFLATOXIN M<sub>1</sub> IN MILKS IN THE GİRESUN REGION

AKKAYA KUTLUBAY, ZEYNEP

Giresun University

Institute of Science and Technology

Department of Chemistry, Master's thesis

Advisor: Doç. Dr. Bahar SÖKMEN

AUGUST 2016, 67 pages

Aflatoxins are secondary metabolites which do not have any specific functions for cell and microorganism. Aflatoxins are named according to their colors under ultraviolet light and those who show the color blue are called B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>, those with the color green are called G<sub>1</sub> and G<sub>2</sub>. B<sub>2</sub> and G<sub>2</sub> are dehydrate derivatives of B<sub>1</sub> and G<sub>1</sub>, M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub> are derivatives of B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>, and they are isolated from milk, urine and ordure of animals that have been fed with food consisting Aflatoxin.

In this research, the raw milk of cows growing up in the Giresun region, has been boiled for 10 minutes at low heat in home environment and the milk collected and pasteurized by the facility of Hekim Süt, have been analyzed for Aflatoxin M<sub>1</sub> with the HPLC (High performance liquid chromatography) method. In the end of the research, Aflatoxin M<sub>1</sub> was not determined both in raw milk, in boiled milk and in pasteurized milk.

**Anahtar Kelimeler:** Micotoxin, Aflatoxin, Aflatoxin M<sub>1</sub>, HPLC

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sırasında, tez çalışmalarımın yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardımını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Bahar SÖKMEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme, eşime, oğluma ve minik kızıma teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
TABLolar DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Aflatoksinler.....	3
1.2. Aflatoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	4
1.3. Aflatoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörler.....	9
1.3.1. Mantar Türü.....	9
1.3.2. Besin Maddesinden Kaynaklanan Etkenler.....	9
1.3.3. Çevre Koşullarının Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi.....	10
1.3.3.1. Ortam Neminin Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi.....	10
1.3.3.2. Ortam Sıcaklığının Etkisi.....	10
1.3.3.3. Oksijenin Etkisi.....	10
1.3.3.4. pH' ın Etkisi.....	10
1.4. Aflatoksinlerin İnsanlar Üzerindeki Etkileri.....	11
1.4.1. Akut Etkiler.....	13
1.4.2. Kronik Etkiler.....	13
1.5. Çeşitli Gıdalara Aflatoksin Bulaşma Durumu.....	14
1.5.1. Kabuklu Fındıklarda Aflatoksin.....	15
1.5.2. Yerfıstıklarında Aflatoksin.....	15
1.5.3. Antepfıstıklarında Aflatoksin.....	15
1.5.4. Tahıllarda Aflatoksin.....	16
1.5.5. Mısırdaki Aflatoksin.....	16
1.5.6. İncirde Aflatoksin.....	16
1.5.7. Süt Ürünlerinde Aflatoksin.....	17



1.5.8. Yumurtada Aflatoksin.....	18
1.5.9. Et ve Et Ürünlerinde Aflatoksin.....	18
1.6. Yemlerde Aflatoksin Oluşumunu, Toksisiteleri, Aflatoksin B <sub>1</sub> Ve Aflatoksin M <sub>1</sub> Arasındaki Bağlan.....	19
1.7. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin.....	22
1.8. Toksinden Arındırma Yöntemleri.....	24
1.8.1. Fiziksel Yöntemler.....	24
1.8.2. Kimyasal Yöntemler.....	25
1.8.3. Biyolojik Yöntemler.....	26
2. MATERYAL VE METOD.....	27
2.1 MATERYAL.....	27
2.1.1. Kullanılan Cihazlar.....	27
2.1.2. Kullanılan Kimyasallar.....	27
2.2. METOD.....	27
2.2.1. Süt Numunelerin Temini.....	27
3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	30
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	61
KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	67

## TABLolar DİZİNİ

### TABLO

1.1. Mikotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	20
1.2. Yem Örneklerinin AFB <sub>1</sub> İçeriği ve Dağılımı.....	21
1.3. Süt Numunelerinin AFM <sub>1</sub> İçeriği ve Dağılımı.....	21
3.1.İncelenen Parametrelere Göre AFM Varlığı, Dağılımı ve Limite Göre Değerlendirilmesi.....	30



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### ŞEKİL

1.1. Mikotoksin.....	4
1.2. Küflü Mısır.....	8
1.3. Aflatoksin Türlerinin Kimyasal Gösterimi.....	9
1.4. Yer Fıstıklarında Küf.....	15
1.5. Aflatoksin M <sub>1</sub> .....	17
1.6. Aflatoksinin Mikroskopik Görünümü.....	18
2.1. Aflatoksin M <sub>1</sub> Standart Kromatogramı.....	29
3.1. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 1 .....	31
3.2. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 2.....	32
3.3. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 3.....	33
3.4. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 4.....	34
3.5. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 5.....	35
3.6. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 6.....	36
3.7. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 7.....	37
3.8. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 8.....	38
3.9. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 9.....	39
3.10. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı – 10.....	40
3.11. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 1.....	41
3.12. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 2.....	42
3.13. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 3.....	43
3.14. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 4.....	44
3.15. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 5.....	45
3.16. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 6.....	46
3.17. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 7.....	47
3.18. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 8.....	48
3.19. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 9.....	49
3.20. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı – 10.....	50
3.21. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 1.....	51
3.22. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 2.....	52
3.23. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 3.....	53

3.24. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 4.....	54
3.25. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 5.....	55
3.26. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 6.....	56
3.27. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 7.....	57
3.28. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 8.....	58
3.29. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 9.....	59
3.30. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı – 10.....	60



## 1. GİRİŞ

Hızla artmakta olan dünya nüfusundaki artış bilim insanlarını düşündüren birçok sorunu da ardından getirmektedir. Bu sorunların en başında, beslenme sorunu gelmektedir. Artan nüfus yoğunluğunun aksine tarım arazileri azalmakta, bu nedenle bilim çevreleri yeni teknikler ve kaynaklar aramaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde yetersiz besin maddesi sebebiyle insanlar açlıktan ölmekte bunun yanı sıra gıdadan zehirlenmeleri nedeniyle de çok önemli problemler yaşanmaktadır.

İnsanların tükettiği gıda maddeleri, hayvan beslenmesinde kullanılan yem-yem maddeleri, üretim-tüketim döngüsünün herhangi bir basamağında önerilmeyen koşullarda depolanırlarsa bu maddeler üzerinde mantarlar üreyerek istenmeyen değişikliklere ve bozunmalara neden olmaktadır [1].

Küfler; enzimler, vitaminler, bazı antibiyotikler, yağlar, organik asitler, alkoller, hayvan yemleri vb. ürünlerin elde edilmesinde ve bazı besin maddelerinin olgunlaştırılmasında kullanılmaları bakımından insanlar için fazlasıyla faydalı mikroorganizmalardır. Fakat bu faydalarının yanı sıra, oldukça tehlikeli tarafları da vardır. Bu sebeple küfler günümüzde üstünde en fazla çalışılan mikroorganizmalar arasındadır. Bir kısmı simbiyotik, bir kısmı saprofit ve bir kısmı da parazit olarak doğada çok geniş alanlara yayılan küfler hayatlarını bu 3 şekilde devam ettirmektedir [1].

İlk çağlardan itibaren insanlar küflerin bazılarında yiyeceklerini olgunlaştırmada faydalanmışlardır. Ayrıyeten birçok küfün insan sağlığını tehdit ettiği de yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen etmenlerin başında, kansere sebep olan sekonder metabolitleri oluşturmaları gelmektedir. Bu bileşikler oluşturduğu küf ve ilk kez tespit edildiği ürün göz önünde bulundurularak genellikle “mikotoksin” olarak adlandırılırlar [2].

Günümüze kadar, varlığı tespit edilen mantar çeşitlerinden yaklaşık 250 tanesinin mikotoksin oluşturduğu ve bu mikotoksinlerin yaklaşık olarak 20 tanesinin hayvan ve insanlarda zehirlenmelere sebep oldukları bilinmektedir [1]. Küflerin insan sağlığı üzerine etkisi 2 yolla gerçekleşmektedir. Küflere direkt temasla ortaya çıkan hastalıklara “mikozis”, mikotoksinlerle intoksikasyon yoluyla ortaya çıkan hastalıklara da

“mikotoksikoz” denmektedir. Bu güne kadar tespit edilen en zararlı mikotoksinler, aflatoksinlerdir. Bilindiği üzere mikotoksinler, küfler tarafından sentezlenen sekonder metabolitlerdir [2].

En önemli mikotoksin aflatoksin B<sub>1</sub> olmakla birlikte, gıdalarda doğal olarak 5 çeşit aflatoksin (M<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>) bulunmaktadır. Mikotoksinlerin gıdalarda oluşumu engellenebilir ve düzeyleri azaltılabilir fakat, gıdalarda oluşmasının ardından tamamen uzaklaştırılmaları mümkün değildir. Dolayısıyla, öncelikle tahıllar, kurutulmuş meyveler, ceviz, fındık, fıstık, badem ve benzeri gıdalarda belirli sıklıkta tespit edilebilir miktarlarda aflatoksin bulunmaktadır [3].

Mikotoksinlerin en sık rastlandığı besin maddeleri: pirinç, arpa, buğday, mısır türü hububatlar, kuru meyveler (kuru incir, kuru üzüm), pamuk çekirdeği, yer fıstığı, çerezler (fındık, badem), süt ve süt ürünleri, baharatlar, yemler, yeşil kahve taneleri... Aflatoksinler, küflere ait zehirlerin en önemlilerindendir hem ısıya hem de ışına dayanıklıdır. Parçalanmaları için gereken ısı 2500°C civarındadır ve 1200°C sıcaklıkta 20 dakika ısıya maruz bırakıldıklarında %20 oranında aktivasyonları durur [4].

Varlığı tespit edilen mikotoksinlerin sayısı hızla artmaktadır. Besin maddeleri ve yemlerde mikotoksinleri kontrol altında tutmak için kanuni düzenlemeler yapılmaktadır. Bu kanuni düzenlemeler TÜRK GIDA KODEKSİ ile yayınlanmaktadır. Mikotoksinlerin ekonomik açıdan ve sağlık açısından istenmeyen ve zararlı etkileri sebebiyle; mikotoksinlerin uzaklaştırılması, etkisiz hale getirilmesi, bertaraf edilmesi ve kontrolü amacıyla çalışmalar devam etmektedir [4].

Mikotoksijenik küflerle bulaşma; bitkisel gıdalarda hasat öncesi yada hasat sonrasında, yumurta, süt ve süt ürünleri, et gibi hayvansal gıdalarda ise genellikle kontaminasyona uğramış yemlerin hayvanlar tarafından yenmesinden kaynaklanmaktadır [4].

Günümüzde bilinen 300 kadar mikotoksin mevcuttur. Bu mikotoksinlerin birçoğu *Rhizopus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria* ve *Aspergillus* gibi küf türleri tarafından sentezlenmektedir.

Bilinen önemli toksijenik küf cinsleri ile bunların sentezledikleri mikotoksinler:

***Aspergillus parasiticus* (A. parasiticus), *Aspergillus flavus* (A. flavus): Aflatoksinler, Sizlopiazonik asid (CPA)**

*Penicillium cyclopium* (*P. cyclopium*), *Penicillium viridicatum* (*P. viridicatum*),  
*Aspergillus ochraceus* (*A. ochraceus*): Ochratoxin A  
*Penicillium expansum* (*P. expansum*): Patulin  
*Fusarium culmorum* (*F. culmorum*), *Fusarium sporotrichioides* (*F. sporotrichioides*),  
*Fusarium graminearum* (*F. graminearum*): Deoxynivalenol  
*Fusarium poae* (*F. poae*), *Fusarium sporotrichioides* (*F. sporotrichioides*): T-2 toxin  
*F. poae*, *F. sporotrichioides*: Diacetoxyscirpenol  
*F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *F. graminearum*,: Zearalenon  
*Fusarium moniliforme* (*F. moniliforme*): Fumonisin  
*Acremonium coenophialum* (*A. coenophialum*): Ergopeptine alkaloids  
*Acremonium lolii* (*A. Lolii*): Lolitrem alkaloids  
*Phomopsis leptostromiformis* (*P. leptostromiformis*): Phomopsins  
*Pithomyces chartarum* (*P. chartarum*): Sporidesmin [4].

### 1.1. Aflatoksinler

Aflatoksinler, mikroorganizma ve hücrede belirli işlevleri olmayan sekonder metabolitlerdir. Kimyasal yapısı bakımından lakton bağlantısı ve bifuran halkası içeren yüksek yapılı “kumarin” bileşikleridir. Difuranokumarin adıyla bilinmektedirler. Aflatoksinler iğne biçiminde, renksiz yada sarı renkli kristallerdir. Flatoksinler, dimetilsülfoksit, etanol, metanol, ve kloroform içinde rahatlıkla çözünürler. Doymuş hidrokarbürlerde ve petrol eterinde kesinlikle çözünmezler. Benzen ya da kloroform içerisindeki çözeltileri uzun yıllar dayanıklıdır [1].

Aflatoksinler; *Rhizopus*, *Penicillium* ve *Aspergillus* familyalarında bulunan çeşitli mantar suşları vasıtasıyla sentezlenebilirler [1]. Günümüzde yaklaşık 18 civarında aflatoksin formu bulunmakla beraber, doğal yollarla 4 ana türü ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $B_1$  ve  $B_2$ ) sentezlenir. *A. parasiticus*'un bütün suşları, aflatoksinlerin 4 türünü de sentezlerken; *A. flavus* türünün bazı suşları ise sadece  $B_2$  ve  $B_1$  türünü sentezler. Aflatoksinler ultraviyole ışık altında yaydıkları renge göre sınıflandırılmışlardır. Mavi renk ışık yayan iki tür  $B_1$  ve  $B_2$ ; yeşil renk ışık yayan diğer iki tür de  $G_1$  ve  $G_2$  olarak adlandırılmıştır.  $B_1$  ve  $G_1$ 'in dehidro türevleri olan aflatoksin türleri ise  $B_2$  ve  $G_2$ 'dir.  $M_2$  ile  $M_1$  türü aflatoksinler ise,  $B_2$  ile  $B_1$ 'in türevleri olmakla birlikte aflatoksin içeren yem tüketen hayvanların süt, idrar ve dışkılarında tespit edilmiştir. Bir ineğin aflatoksinli yem ile beslenerek

vücuduna aldığı B<sub>1</sub>'in yaklaşık %1-3'ünün ineğin sütünde M<sub>1</sub> olarak tespit edilebileceği bildirilmiştir. 6 ana aflatoksin bileşiminden başka G<sub>2a</sub> ve B<sub>2a</sub> aflatoksinleri de tespit edilmiştir ve bunlar B<sub>2</sub> ve G<sub>2</sub> aflatoksinlerinin 2-hidroksi türevleri olan maddelerdir [5].



Şekil 1.1. Mikotoksin

### 1.2. Aflatoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler:

1. Havadaki nem oranı
2. Ürünlerin nem oranı
3. pH
4. Sıcaklık
5. O<sub>2</sub> miktarı
6. CO<sub>2</sub> miktarının artması
7. Karbonhidrat ve yağ oranı
8. Zararlı faaliyetleri
9. Bitki stresi (kuraklık)
10. Kuru ve yaş ürünün karıştırılması
11. Eser elementlerin etkisi: Potasyum sülfat, çinko klorür, magnezyum klorür ve sodyum klorür [4].

Aflatoksinler ilk defa 1960 yılında İngiltere'de gerçekleşen salgın neticesinde



fark edilmiştir. Salgında, yemlerinin içeriğinde yer fıstığı küspesi olduğu tespit edilen yüz binden fazla hindi palazı birkaç ay gibi bir süre içerisinde ölmüştür. Ölümlerin sebebi tespit edilemediği için bu hastalık “X hastalığı” (Turkey X disease) olarak adlandırılmıştır. O dönemde, ölüm olaylarından aflatoksin adı verilen toksik metabolitler (Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>) sorumlu tutulmuş, fakat daha sonraki dönemlerde, 1960 yılındaki bu zehirlenmelerin asıl sebebinin *A. Flavus* (CPA) olduğu tespit edilmiştir [3].

Yüksek nem ve yüksek sıcaklık koşulları doğada aflatoksin oluşumunu tetikleyen ana faktörlerdir. Mikotoksinler; bu sebeple tüm dünya ülkelerinin problemi olarak bilinirken; aflatoksinler, subtropik ve tropik kuşakların problemi olarak bildirilmektedir [3].

Gerek üretim aşamasında ve gerekse depolama sırasında küflerin gelişmesine neden olan olumsuz koşullar sebebiyle, gıdalarda bulunan mikotoksin düzeyleri gün geçtikçe ve yıldan yıla önemli değişimler gösterebilmektedir [3].

Aflatoksin problemi Türkiye bakımından, 1967’de Kanada’ya ihraç edilen 10 tonluk iç fındık partisinin, 1971’de de Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’ne ihracatı gerçekleştirilen 45 parti antepfıstığının 31 partisinde aflatoksin bulunması gerekçesiyle geri gönderilmesi neticesinde ortaya çıkmıştır [3].

Aflatoksinin kuru incirde ilk tespit edilmesi de; 1972 yılında ilk defa Danimarka’ya ihracatı gerçekleştirilen kuru incirlerde yüksek düzeyde (938 ppb) aflatoksin tespit edilmesi ile başlamıştır. Türkiye’den ihracatı gerçekleştirilecek kuru incirlerde aflatoksinin kontrol edilmesinin gerekliliği belirtilmiştir [3].

Gerçekleştirilen araştırmalar neticesinde çoğu ülkede mikotoksinler ve bu mikotoksinlere bağlı olarak aflatoksin için limit değerler belirlenmiştir. Fakat analiz metotlarının farklılığı, toksikolojik ve analitik verilerin yetersizliği, uluslararası ticari ilişkiler ve numune alma şekli nedeniyle mikotoksin mevzuatlarında ülkeler arası farklılıklar olduğu görülmüştür. Tüm dünya ülkelerinde, Avrupa Birliği (AB) ülkeleri başta olmak üzere Çin, Kanada, Kuzey Amerika, Uruguay ve İran’da mikotoksinlere ait ayrıntılı mevzuatlar mevcuttur. Toplam olarak farklı 13 adet toksin için hemen hemen farklı 100 ülkede mikotoksin mevzuatları mevcuttur [3].

2007 yılı mart ayında Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA) bu konuyla ilgili bilimsel bir panel yapmış ve halen 4 ppb olan toplam

aflatoksin limitinin AB ülkelerinde 8 ppb veya 10 ppb seviyesine çekilmesinin, toplum sağlığı bakımından hali hazırda mevcut olan öngörülebilen riskleri daha fazla arttıracığı ya da arttırmayacağı konusu tartışılmıştır. Gerçekleştirilen bu panelde değişik gıda maddelerine ait 40.000 tane aflatoksin analiz sonucu irdelenmiştir. Panel bitiminde, analiz sonuçları incelenen ürünlerin AB'ne üye olan ülkelerde ki toplam tüketim rakamları da belirlenerek badem, fıstık ve fındıkta aflatoksin kabul edilebilir limitinin 4 ppb'den 8 veya 10 ppb'ye yükseltilmesinin, insanların tüketimi neticesinde aflatoksine maruz kalma seviyesi ve kanser hastalığı riskinin artması hususunda çok az bir etkide bulunabileceği hesaplanmıştır. Bununla birlikte aflatoksine maruz kalmaların önlenmesi için çok fazla bulaşıya maruz kalmış ürünlerin satış noktalarına gönderilmesinin önlenmesi, fındık, fıstık ve badem dışında ki tüm ürünlerde de aflatoksin seviyelerinin düşürülmesi gerekliliği sonucuna varılmıştır [3].

Türkiye'de ki gıdalarda da aflatoksin seviyelerini belirli bir düzeyde tutabilmek için limit değerler kabul edilmiştir. Türk Gıda Kodeksinin 2008/26 sayılı Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliği uyarınca yağlı tohumlar, antepfıstığı, yer fıstığı, fındık gibi sert kabuklu meyveler, kuru meyveler ve bunlardan elde edilen işlenmiş ürünlerde toplam aflatoksin ( $G_1+G_2+ B_1+B_2$ ) limitinin maksimum 10 ppb olmasına karar verilmiştir [3].

Türkiye'de tüketime sunulan kuru incir vb. kuru meyveler ile fındık, fıstık gibi ürünler insan sağlığının gözetilmesi için yıllık programlar çerçevesinde denetlenerek, bu ürünlerin çoğunlukla üretiminin gerçekleştirildiği iller başı çekmek üzere üretim ve satış noktalarından Tarım İl ve İlçe Müdürlüklerinde görevli gıda kontrolörleri tarafından numuneler alınmaktadır. Bu numunelerin 2008/26 sayılı Türk Gıda Kodeksi, Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ hükümlerine uygun olması gerekmektedir. İl Müdürlüklerindeki kontrolörler tarafından alınan numuneler Resmi Laboratuvarlarda analiz edilmektedir. Analiz sonuçları uygun çıkmayan ürünler ile ilgili 5179 sayılı Gıda Maddelerinin Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun kapsamında gerekli kanuni işlemler yapılmaktadır [3].

Bununla beraber Tarım İl Müdürlükleri ve yetki verilmiş olan Tarım İlçe Müdürlükleri tarafından kuru meyve ihraç eden kuruluşların 3 aylık periyotlarla denetimleri gerçekleştirilmekte ve üretilmiş olan rastgele bir ürün partisinden numune

alınmaktadır. İhracatı gerçekleştiren kuruluşlar; ihracat işlemlerini tamamlayabilmek ve sağlık sertifikası alabilmek için Tarım İl Müdürlüklerine başvuru yapmaktadırlar. Başvuru yapan kuruluşa gıda kontrolörleri denetim düzenlemektedir ve her parti üründe kontrol yapılmaktadır. Kuru incir gibi ürünlerde de her parti için müracaat edilmekte ve numune alınarak aflatoksin analizi yaptırılmaktadır [3].

Türkiye’de gıda ithalatı sırasında Türk Gıda Kodeksi maddelerine uyum aranmakta ve AB’ne gönderilen besin maddelerinin de gittiği ülkenin şartlarına uygun olması gerekmektedir. Ayrıca AB ülkeleri arasında malların serbest dolaşımından dolayı gıda güvenliğinin faal olarak sağlanması ve yetkili mercilere bilgi maksadıyla 178/2002 sayılı Gıda Kanunu baz alınarak EFSA tarafından hızlı alarm sistemi (RASFF, rapid alarm system for food and feed safety) oluşturulmuştur. RASFF üzerinden bilgi verme; Sınır Reddi (Border Rejections), Bilgilendirme Uyarısı (Information Notificaions) ve Alarm Uyarısı (Alert Notificaions) olarak üç şekilde yapılmaktadır [3]:

**Alarm Uyarısı:** Yem yada gıdanın marketlerde satılması yüksek risk oluşturduğunda ve acil tedbir alınması gerektiği durumlarda gönderilir. Bunun maksadı üye ülkelere sanal yollarla malumat vererek zaruri tedbirleri alabilmesini sağlamaktır [3].

**Bilgilendirme Uyarısı:** Yem yada gıdanın satış noktalarında ve risk belirlenmiş olmakla beraber, ürünün başka ülkelere varmamış olması, uzun bir süre de varmayacak olması yada riskin diğer ülkeler tarafından ivedilikle tedbir almasına ihtiyaç duyulmayacak özellikte olması halinde verilmektedir [3].

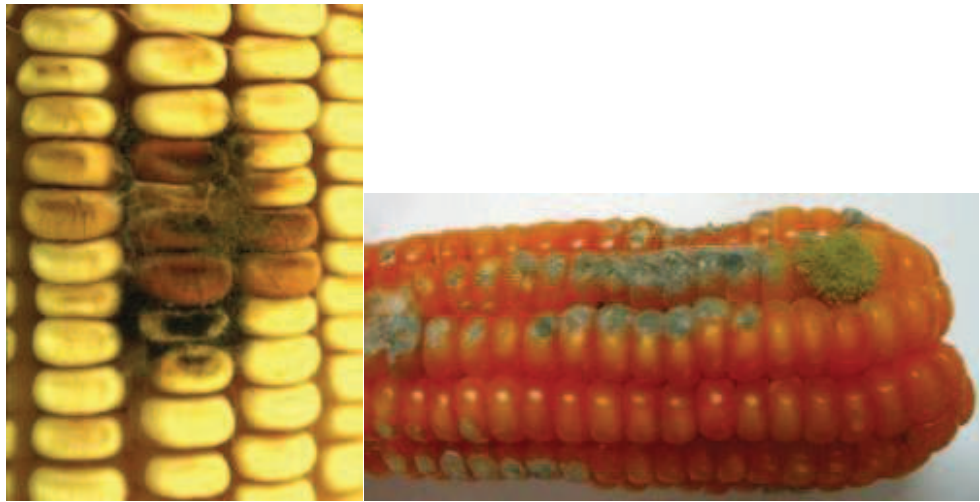
**Sınır Reddi:** Bu tebligat, AB’ne gönderilecek yem ve gıdaların sınır denetlemeleri esnasında analize alınması ve sağlık için riskli olduğunun belirlenmesi halinde verilir. Bu vaziyette öteki ülkelere de tebligat iletilerek AB’ne herhangi bir sınır kapısından geçişi önlenmektedir [3].

Türkiye’den 2009 yılında ihraç edilen iç fındık, antepfıstığı, kuru incir ve ceviz partileri için aflatoksin nedeniyle 71 tane farklı alarm, bilgilendirme ve sınır reddi ikazları gelmiştir. Her ne kadar ihracat sırasında yapılan kontrollerde incir tarzı ürünlerde her partide aflatoksin analizi yapılarak, ihraç edilen ülke kriterlerine yada Türk Gıda Kodeksi kriterlerine uygunluk aranmasına rağmen, mikotoksinlerin homojen

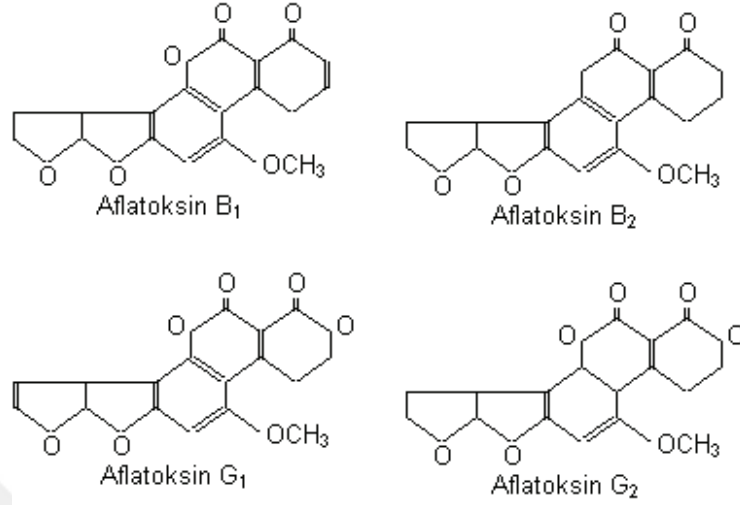
bir dağılım göstermemesinden dolayı aflatoksin saptanan herhangi bir partide tekrar yapılan analizde aflatoksin tespit edilememesi mümkündür [3].

Bunun engellenebilmesi için numune alma ve numune hazırlama işlemleri sırasında çok dikkat etmek gerekmektedir. Yerfıstığı, tahıl ve tahıl ürünleri, sert kabuklu meyveler, kuru incir, süt ve süt ürünleri, baharatlar, bebek mamaları, vb. besinlerden mikotoksin analizi yapmak amacıyla numune alma ve hazırlık aşamasını bir standarta bağlamak ve bu işlemlerden kaynaklı hataları minimuma indirebilmek amacıyla 2007/21 sayılı Gıda Maddelerinde Mikotoksinlerin Seviyesinin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma, Numune Hazırlama ve Analiz Metodu Kriterleri Tebliği yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğin içeriğinde tüm ürünlere ait, alınması gereken numune miktarları, numune alım ve öğütme sırasında özen gösterilecek noktalar bulunmaktadır [3].

Fındık ve incir başta olmak üzere ülkemiz için kuru meyve ihracatı büyük önem arz etmektedir ki; bu ürünlerin dünya üretiminin %50'den fazlasını ülkemiz gerçekleştirmektedir. Bu sebeple aflatoksin riski bulunan bu ürünlerde, aflatoksin oluşumunu kontrol altına almak için üretim, işleme, dağıtım ve depolama aşamalarında İyi Tarım Uygulamaları (GAP), İyi Hijyen Uygulamaları (GHP), İyi Depolama Uygulamaları (GSP), İyi Üretim Uygulamaları (GMP), Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktalarını da (Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP) içine alan gıda güvenliği sistemi kurulmalı ve uygulanmalıdır [3].



**Şekil 1.2. Küflü Mısır**



**Şekil 1.3. Aflatoksin Türlerinin Kimyasal Gösterimi**

### 1.3. Aflatoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörler

#### 1.3.1. Mantar Türünün Aflatoksin Oluşumuna Etkisi

Toksijenik bir küf çeşidinin her suşu toksin üretmeyebilir. Küflendiği görülen her gıdanın aflatoksin içerdiği söylenemez. Önemli olan nokta üreyen mantarın *A. parasiticus* ve *A. flavus* türlerinden olup olmadığıdır [2]. Daha sonra yapılan araştırmalarla *A. parasiticus* ve *A. flavus* başta olmak üzere farklı küf türlerinin bazılarının da aflatoksin üretebildiği tespit edilmişse de son araştırmalar ile birlikte sadece *A. parasiticus* ve *A. Flavus*'un aflatoksin üreten küfler olduğu görülmüştür [5].

#### 1.3.2. Besin Maddesinin Aflatoksin Oluşumuna Etkisi

Besin maddelerinin hayvansal yada bitkisel kaynaklı olması aynı zamanda bileşimi de önemli etkenlerdir [2]. Fakat aflatoksin meydana getiren mantar türlerinin gelişmesi açısından bir substrata bağımlılığı mevzu bahis değildir. Bu sebeple bu tür mantarlar besin maddelerinin tümünde çoğalabilir ve toksin sentezleyebilirler [1]. Besin maddeleri içeriğindeki karbon kaynağı olarak iz elementler, vitaminler, azotlu maddeler ve karbonhidratların miktarları ile bileşenlerin türleri aflatoksin oluşumu için etkilidir [2].

#### 1.3.3. Çevre Koşullarının Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi

### **1.3.3.1. Ortam Neminin Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi**

Aflatoksin meydana getiren küf mantarlarının farklı tip besinlerde üremesi için gerekli optimum nem miktarının %14-30 aralığında olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir [1]. Bunun yanı sıra *Aspergillus* türlerinin minimum seviyede nem içeren besin maddelerinde bile (%13-18 nem oranında) üreyebileceği tespit edilmiştir. Küflerin üreyebilmesi için havadaki bağıl nemin minimum % 65 olması gerekir [2]. Havadaki nispi nem de %75-80 aralığında olmalıdır. Aflatoksinlerin ürettiği ideal su aktivitesi 0,85 olarak bildirilmiştir [5].

### **1.3.3.2. Ortam Sıcaklığının Aflatoksin Oluşumuna Etkisi**

Küf mantarlarının optimum gelişme sıcaklıkları 20-30°C aralığındadır. Buna karşın minimum ve maksimum gelişme sıcaklık sınırları küf cinslerine göre değişiklik göstermektedir [2]. Aflatoksinlerin üremesi için gerekli sıcaklığın 25-30°C arasında olduğu, 10°C'nin altında ki sıcaklıklarda üremenin durduğu saptanmıştır [6]. Fakat diğer etkenlere bağlı olarak 7,5-40°C aralığındaki sıcaklıklarda aflatoksin üretilebildiği çalışmalarda bulunmaktadır [5]. Örnek olarak; *A. flavus* için gelişme sıcaklıkları minimum 7°C, optimum 32°C ve maksimum 45°C olarak tespit edilmiştir. Buna karşın toksin oluşumu 8°C'de başlamakta, maksimum 27°C'de gerçekleşmekte ve 42°C'ye kadar devam etmektedir [2].

### **1.3.3.3. Oksijenin Aflatoksin Oluşumuna Etkisi**

Mantarlar aerobik mikroorganizmalardır ve bu nedenle oksijenin % 45'ten % 1'e kadar inmesi, özellikle *A. flavus*'un üremesini ve dolaylı olarak aflatoksin üremesini önemli düzeyde azaltmaktadır [1]. Normal şartlarda küf mantarlarının aerobik mikroorganizmalar grubunda bulunmalarına ve üremek amacıyla oksijene gereksinim duymalarına rağmen, %1 gibi düşük bir oksijen seviyesi bile küfün üremesi için yeterli gaelmekte ve toksin üretilmesine neden olmaktadır [2].

### **1.3.3.4. pH'ın Aflatoksin Oluşumuna Etkisi**

Küf mantarları, üremeleri için genelde nötr yada nötre yakın pH seviyelerini tercih ederler. Bu sebeple küf mantarlarının gelişmeleri, pH 6,5-8,5 arasında optimum seviyededir [2]. Aflatoksin meydana getiren küf mantarlarının üremesi için optimum pH seviyeleri araştırmacılar tarafından pH 3,0-4,5 olarak belirlenmiştir [1]. Bu etkenlerin



yanı sıra tarlada, hasatta ve depolama sırasında görülen kızışma noktaları, ürün karıştırma, ortamın bileşimi, süre, mekanik hasar, bitki dayanıklılığı, kimyasal işlemler, madensel elementler, küf enfeksiyonu, spor yükü, bitki varyete farklılığı ve mikrobiyal ekosistem toksin oluşumu için önemli etkenlerdir [2].

#### **1.4. Aflatoksinlerin İnsanlar Üzerindeki Etkileri**

Aflatoksinler, akut ve kronik toksisiteye sahiptirler ve özellikle karaciğeri etkilemektedirler. Aflatoksin B<sub>1</sub>, mikotoksinler içerisinde kansere sebep olma potansiyeli en fazla olan mikotoksindir. Aflatoksinler, bazı hastalıkların ortaya çıkmasında tetikleyici rol oynamakla birlikte aynı zamanda direkt hastalık etkenidirler [4]. Küfler, besinlerin bozulmasına sebep olmaları, meydana getirdikleri metabolitlerle zehirlenme ve hastalıklara sebep olmaları nedeniyle büyük önem taşımaktadırlar. Küflerin sentezlediği, insan ve hayvanlarda birçok hastalığa sebep olan ikincil metabolitlere “mikotoksinler” denilir. Bu toksinler, başlıca *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerine mensup funguslar tarafından üretilerek gıda ve yemlerde doğal olarak oluşturulurlar. Gıdalarda bozulmaya sebep olan küf ve mayalar; kötü koku ve acı tat meydana gelmesi, gaz oluşturma özelliği nedeni ile istenmeyen gözenekli yapı oluşumu gibi bir takım bozukluklara sebep olabilmektedirler. Bazı küf cinsleri ise kontamine oldukları besin maddesinde gelişerek salgıladıkları mikotoksinler ve toksik metabolitler sebebiyle besin maddesinin yenmesi durumunda ölümle sonuçlanabilen zehirlenmelere yol açabilmektedirler. Bir takım maya küflerinin de enfeksiyona sebep olduğu bilinmektedir [4].

Fazla miktarda aflatoksin maruz kalma sonucunda HCC tipi Karaciğer kanseri görülebilir. Bu zehire hiçbir canlı türünün direnci bulunmamaktadır ancak insanlarda nadiren ani zehirlenmeler görülür. Uzun zaman zehire maruz kalmak ani zehirlenmeye nazaran daha iyi tabloya sahiptir [7].

2006 yılı başlarında Diamond kuru köpek mamasında karşılaşılmış ve bu sebeple 23 köpeğin karaciğer yetmezliğinden öldüğü belirlenmiştir. Normal koşullarda aflatoksin seviyesinin 20 ppb'nin altında olması gerekmekte iken 90 ila 1851 ppb arası seviyelerde olduğu bildirilmiştir [7].

“Aflatoksikozis” aflatoksin mikotoksinlerinden zehirlenmenin bilimsel adıdır.

Aflatoksikozis için ilaç ve antibiyotikler çok yardımcı olmamaktadır, bulaşıcı da değildir. Aflatoksikozis diğer organlara nazaran karaciğere daha fazla zarar verir. Aflatoksin mikotoksinleri bağışıklık sistemini baskırlar [8].

Aflatoksin mikotoksinleri, insanlar için toksiktir ancak hayvanlar için çok daha fazla toksiktir ve hem insanlarda hem de hayvanlarda kansere neden olmaktadır [8]. Kereviz ve havuç türü sebzelerle beslenilerek aflatoksinlerin kansere sebep olan etkilerinin azaltıldığına inanılmaktadır. Hayvanlar için aflatoksin dozajı (bir grup hayvanın % 50'sinin ölümüne sebep olan dozaj) kg başına 0,5 ve 10 ppm arasındadır [8].

Aflatoksin mikotoksinlerinden (mantar zehirlerinden) etkilenmenin düzeyi insanlarda; kişinin bağışıklık sistemine, toksine maruz kalma süresi ve miktarına, yaşına, sağlık durumuna, cinsiyetine, çevresel faktörlere ve beslenmeye bağlıdır. İnsanlar genellikle 2 yolla aflatoksinlere maruz kalırlar; birincisi, insanın kısa zamanda çok miktarda aflatoksine maruz kalması şeklindedir. Bu da aşağıdaki sonuçlara yol açabilir:

- Karaciğer hasarı,
- Karaciğer kanseri,
- Ruhsal bozukluk,
- Karın bölgesinde ağrı,
- Kusma,
- Kasılmalar,
- Ödem,
- Akciğer ödemi,
- Kanama,
- Gıda sindirimi, emilmesi ve metabolizması bozukluğu,
- Koma,
- Ölüm.

İkincisi ise; aflatoksinlere uzun zaman içerisinde düşük miktarlardaki maruz kalmadır. Bu durumda aşağıdaki sonuçlara yol açabilir:

- Gelişme bozukluğu ve büyüme,
- Aflatoksinlerin sebep olduğu ve DNA mutasyonu sonucu oluşan karaciğer kanseri [8].



Besin maddelerinde küflenme ile birlikte oluşabilen mikotoksinlerin büyük bir kısmının insanlarda tedavisi mümkün olmayan hastalıklara sebep olduğu kesinlik kazanmıştır. Bu sebeple besin maddelerinde üreyen küfler üzerinde çalışmalar yapılmıştır [6]. Yapılan çalışmalarla besin ve besin hammaddelerinin hasatı, işlenmesi sırasında ve sonrasında küf gelişimine bağlı olarak ortaya çıkan, en önemli ve en çok korkulan mikotoksinlerin aflatoksinler olduğu belirtilmiştir [9]. Aflatoksinler, kendilerini akut ve kronik etkilerle insanlarda göstermektedirler [2]. Bu etkiler, toksinin vücuda alınma sıklığı ve dozu ile bağlantılı olarak değişmektedir. Aflatoksinlerin insanlar ve hayvanlar üzerinde teratojenik, mutajenik, toksijenik, ve karsinojenik etkileri olduğu görülmektedir [5].

#### **1.4.1. Akut Etkiler**

Akut zehirlenmelerde; çok sayıda kanama alanları ve sarılık, mukoz membranlarda görülür. Sentrilobüler nekrozlar ve yağ birikimi, karaciğerde yaygın olarak görülür [1]. Ancak bu tür zehirlenme belirtileri çok fazla görülmez. Kanada’da; yediği spagetti ve etli börekten aflatoksinogen küfler izole edilen bir hastada, yoğun hazımsızlık ve bilinen diğer hastalık belirtileri ile uyuşmayan bulgular tespit edilmiştir. Yine ölmüş olan bir erkek hastada, sarı karaciğer distrofisi bildirilmiş ve hastanın ölmeden önce çok fazla miktarda ceviz yediği belirlenmiştir. Ölen erkek hastanın karaciğerinde de aflatoksin B<sub>1</sub> olduğu tespit edilmiştir. Akut toksisite ile ilgili aflatoksinlerde çalışmalar yapılmış ve toksisitesi en kuvvetli olanın B<sub>1</sub> cinsinin olduğu bildirilmiştir. “LD<sub>50</sub>”, toksik etkinin ölçü birimidir. Bu tanım; denek hayvanların %50’sinin öldüğü ve vücut ağırlığına göre yapılan denemede uygulanan dozu ifade eder ve “Letal Doz” olarak isimlendirilir [2].

#### **1.4.2. Kronik Etkiler**

Gıda ile uzun zaman aflatoksin alımı olursa Kronik Etki görülür. Risk, sıcak bölgelerde daha yüksektir [2]. Kaslarda sarılık ve karaciğer sirozu kronik olaylarda görülen en belirgin semptomlardır [1]. Bunun yanı sıra kalın bağırsak kanseri, mide kanseri, primer karaciğer kanseri, akciğer kanseri ve karaciğer başta olmak üzere iç organlarda yağlı dejenerasyonlarla kendini gösteren Reye’s Sendromu diğer hastalıklardandır [2].

Yapılan araştırmalar, insanlarda karaciğer kanseri vakalarında pozitif bir artışın,

özellikle aflatoksin alımı sonucunda olduğunu göstermiştir [10]. Karaciğerde, aflatoksin molekülü bir etkileşim aşaması geçirmektedir. Bu molekül, birçok noktada karaciğer hücreleri ile tepkimeye girmekte, RNA ve DNA polimerazlar hızlı bir inhibisyona uğrayarak, özellikle mRNA sentezindeki değişikliklerden etkilenmek kaydıyla protein sentezini önemli seviyede bozmaktadır. Sonuç olarak DNA'ya bağlı RNA sentezi ve bazı proteinlerin sentezi azalmakta böylelikle hücre ölmektedir [1]. Günlük diyetle yerfıstığının büyük payının olduğu görülen Swaziland, Kenya, Uganda ve Mozambik gibi Afrika ülkelerinde gıdalardan alınan aflatoksin seviyesinin artması ile primer karaciğer kanseri olaylarında da artış olduğu tespit edilmiştir. Mozambik, Swaziland, Kenya ve Tayland'da gıdalardaki aflatoksin miktarları ile numunelerin temin edildiği bölgelerde teşhis edilen primer karaciğer hastalıkları arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. [10]. Çocuklarda teşhis edilen Reye's Sendromuna da aflatoksinlerin sebep olduğu bildirilmiştir [11]. Önceleri, aflatoksinlerin sadece Afrika için bir tehlike olduğu düşünülmüşse de, şimdilerde ABD ve Çekoslovakya gibi gelişmiş ülkelerde de görülmektedir [12].

### **1.5. Çeşitli Gıdalara Aflatoksin Bulaşma Durumu**

Fındık, fıstık ve bunun gibi çerezlerin mikotoksinlerle en çok kontamine olan besinler olduğu belirtilse de; tüm besin ve besin hammaddelerinde üreyen küfün mikotoksin oluşturma yeteneği mevcutsa, şartlarda mikotoksin oluşumu için müsaitse yaygın bir kontaminasyonun gerçekleşebileceği unutulmamalıdır [9]. Yağlı tohumlar, sert kabuklu meyveler, tahıllar, kuru bakliyat, salamura edilmemiş peynirler, kuru meyveler aflatoksinlerin en fazla bulunduğu besin maddelerinin başında gelir [11]. Başta çerez ve kuru meyveler olmak üzere çok sayıda besin maddesinde kontaminasyon sebebi olarak *A. flavus* gösterilmiştir. Örnek olarak; buğday, küflü peynir, domuz ve sığır eti, çökelek, kaşar peyniri, yerfıstığı, antepfıstığı, fındık, haşhaş, susam, çigit, soya, ayçiçeği, incir, pirinç, arpa, havuç, mısır, bulgur, un, kahve, kakao, nohut, kuru fasulye, barbunya, kırmızı mercimek, yeşil mercimek vb. ürünlerde kontamine olduğu birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir [6].

#### **1.5.1. Kabuklu Fındıklarda Aflatoksin**

Fındık ve fındık benzeri ürünler sert kabuklu meyveler olarak isimlendirilir, ağaçta

yetişir ve sert bir kabuk tarafından korunur. Sert kabukla korunan bu ürünler diğerlerine nazaran küf kontaminasyonundan daha az etkilenmektedir. Yapılan bir analizde, analiz edilen kabuklu fındık numunelerinin, hem kabuğundan hem de iç kısmından toplamda 72 adet *A. flavus* izole edilmiştir. Bunlardan 18'i hem besiyerinde hem de fındıkta, 17 tanesi ise sadece fındığın kendisinde aflatoksin oluşturmuştur. Numunelerde aflatoksin G<sub>1</sub> ve B<sub>1</sub> tespit edilmiştir [2].

### 1.5.2. Yerfıstıklarında Aflatoksin

Çevresel koşulların yanı sıra suş, cins, küf ve tür ile meyve sağlamlığı, kurutma, fıstık çeşidi, depolama koşulları, üretim tekniği ve tane nemi de yerfıstıklarında oluşacak toksin miktarı ile oldukça alakalıdır [2]. Aflatoksin daha çok yerfıstığı ile alakalıdır. Yerfıstığındaki toksine *A. flavus* küfü sebep olur. Yerfıstığı kullanılırken; düşük ısıda dış yüzeyindeki kırmızı zarın iyice bertaraf edilmesi, nem miktarının %12'yi geçmemesi, yabancı maddelerden ayrılmış olması ve üzerinde dış zarların kalmaması tavsiye edilir [11]. Yapılan bir araştırmada 85 yerfıstığı numunesinde deneyler yapılmış, neticede 1 adet fıstık ezmesinde ve 1 adet yerfıstığında aflatoksin tespit edilmiştir [2].



Şekil 1.4. Yerfıstıklarında küf

### 1.5.3. Antepfıstıklarında Aflatoksin

Aflatoksin oluşumu açısından riskli gıdalar arasında antepfıstığı da bulunur. Kontaminasyon; ağaçta, hasat sırasında, işleme aşamasında ve en çokta depolama esnasında olur. Antepfıstığı ile bir araştırma yapılmış, endosperm ve kabuk yüzeyinden 66 *A. flavus* suşu izole edilmiştir. Bunlardan 22 tanesinin aflatoksin oluşturduğu tespit edilmiştir. Yine aflatoksin B<sub>1</sub>'in daha yoğun olduğu tespit edilmiştir [2].

#### **1.5.4. Tahıllarda Aflatoksin**

Bir yayında, tahılların mikotoksin oluşumuna oldukça uygun bir ortam olduğu bildirilmiştir. Depolanan ve karbohidratça zengin olan gıda maddelerinde, buğday ve un gibi, diğer aflatoksin türlerinin ve aflatoksin B<sub>1</sub>'in gelişme olasılığı çok yüksektir [2].

#### **1.5.5. Mısırdaki Aflatoksin**

Diğer tahıllara nazaran mısır, mikotoksin oluşumu açısından daha yüksek risk taşımaktadır. Mikotoksinli yem ile beslenen hayvanların et, süt ve yumurtalarının tüketilmesiyle yada mikotoksinli ürünün doğrudan tüketilmesiyle insan sağlığında tehlike oluşturmaktadır. Yapılan bir araştırmada ithal edilen mısırların aflatoksin içermediği, yerli mısırlardan alınan 58 numunenin 27 tanesinde aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> tiplerinin var olduğu tespit edilmiştir [2].

#### **1.5.6. İncirde Aflatoksin**

Aflatoksin açısından riskli gıdalar arasında incirde vardır. Yapılan bir çalışmada incir numunelerinden 138 adet küf izole edilmiş ve izole edilen mikroorganizmalardan 12 tanesi aflatoksin oluşturmuş ve bu aflatoksinlerin *A. flavus* türüne ait olduğu bildirilmiştir. Çalışmada izole edilen ve aflatoksin oluşturan 12 suştan 11 tanesinin (%91,67) sadece aflatoksin B<sub>1</sub>, bir tanesinin ise aflatoksin G<sub>1</sub> ve B<sub>1</sub> oluşturduğu tespit edilmiştir [2].

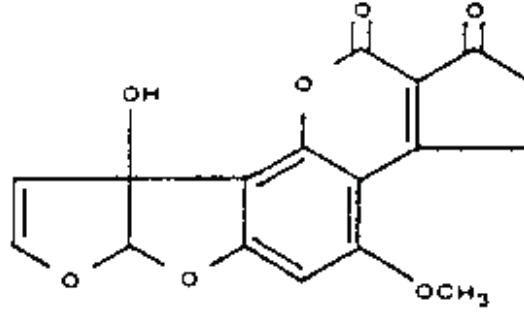
İncirlerin olgunlaşmasını takiben özellikle kuraklık gibi stres oluşturan koşullarda aflatoksin oluşturan küfler meyve içinde gelişebilmektedir. Olgunlaşmış olan incirlerin %36'sının hasat öncesinde daha dalda iken aflatoksin içerdiği tespit edilmiştir. Hasat sonrası kurutma aşamasında ki şartlara bağlı olarakta küf üremesi devam eder. Bu sebeptendir ki kurutulan incirlerin yaklaşık %18-19 kadarı özellikle aflatoksin barındırabilmektedir [5].

#### **1.5.7. Süt Ürünlerinde Aflatoksin**

Yenilebilir hayvansal dokulardan insan vücuduna geçen ve aflatoksin kalıntılarını içermesi açısından en çok risk altında olan ürünlerden biri süttür. Büyüme ve gelişme çağındaki çocuklar için yetişkinlere nazaran, temel bir besin olduğu için gerek anne sütü ve gerekse ticari olarak satılan süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M<sub>1</sub>'in varlığı gıda hijyeni açısından büyük bir risk teşkil etmektedir. Ayrıca aflatoksin M<sub>2</sub>, aflatoksin B<sub>1</sub> ve

aflatoksin B<sub>2a</sub> gibi diğer aflatoksin türlerinin de minimum seviyede de olsa süt ve süt ürünlerinde olabileceği göz ardı edilmemelidir. Yunanistan'da, Karaioannoglo ve ark. temin ettikleri 99 adet çiğ süt numunesinden 4 tanesinde aflatoksin M<sub>1</sub>'e rastlamış ancak pastörize edilmiş süt numunelerinin hiçbirinde aflatoksine rastlamamışlardır [13].

İspanya'da, Blanco ve ark. yaptıkları bir araştırmada, ticari UHT yöntemi ile üretilen sütlerden toplam 47 numunenin 14 tanesinde aflatoksin M<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. Peynir numunelerinin Aflatoksin M<sub>1</sub> bakımından yoğunlukla pozitif olduğunu bildirmişlerdir ancak bulaşı durumu tehlikeli gibi görünse de yoğunluğu risk oluşturmayacak kadar düşük seviyededir. Birçok bilim adamı yoğurt üretiminin aflatoksin M<sub>1</sub> miktarını etkilemediğini, bununla birlikte bir miktar artış gözlendiğini belirtmişlerdir. Bazı araştırmalarda yoğurtta bulunan asit nedeniyle sütteki aflatoksin B<sub>1</sub>'in B<sub>2a</sub>'ya dönüştüğü, bazı araştırmalarda ise yoğurttaki M<sub>1</sub> miktarında %97 civarında düşme olduğu bildirilmiştir [13].



Şekil 1.5. Aflatoksin M<sub>1</sub>

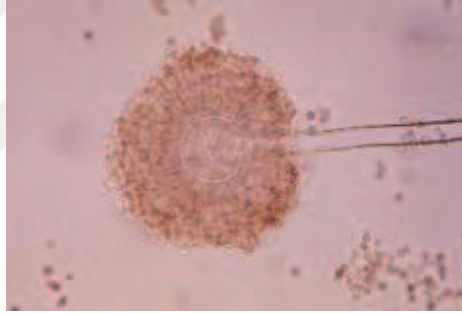
### 1.5.8.Yumurtada Aflatoksin

Bilindiği üzere; aflatoksinin hayvansal ürünlerde varlığının en büyük etkeni yemlerdir. Yemin hayvanlar tarafından yenmesi neticesinde yemlerde bulunan aflatoksin hayvanın vücuduna geçmekte ve yenilebilen kısımlarına yerleşmektedir. Tavuklar yemlerle aldıkları aflatoksinin %90'ını 24 saat içinde dışkı ile atmaktadırlar. 90 adet yumurta üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre hiçbir numunede aflatoksin B<sub>1</sub> bulunmamıştır [2]. Aflatoksin; yumurta iç ve dış kalitesinin bozulması, yumurta verimi, büyüme, çıkış gücü, yem tüketimi ve yumurta veriminin azalmasında büyük ölçüde

etkilidir [14].

#### 1.5.9.Et ve Et Ürünlerinde Aflatoksin

Belli tip sosislerin üzerinde mikotoksin oluşturan küfler üreyebilir fakat bunların iç kısma doğru işlemediği öne sürülmektedir. Jambonlarda küfle çok fazla enfekte olmanın sonucunda aflatoksin B<sub>1</sub> tespit edilmiştir. Su aktivitesi 0,85'den düşük olan biltonglarda (Tuzlanıp parçalara bölünmüş ve güneşte kurutulmuş etlerde) *A. Glaucus*, uzun vadede aflatoksin oluşturabilir [15]. Mikotoksin, ete hayvan yemlerinden taşınır tıpkı diğer hayvansal ürünlerde olduğu gibi. Etteki küflenme her zaman mikotoksin oluşumuna sebep olmaz. Uzun vadede olgunlaştırılan fermente sucuk gibi ürünlerde, istenmeyen küflerin gelişimine sıklıkla rastlanmaktadır. Fermente sucukta aflatoksin, olgunlaşma döneminin ilk haftasında meydana gelmektedir. *A. flavus* sıklıkla baharatlarda bulunup et ürünlerine de baharatlar vasıtasıyla taşınır. *A. flavus* dışında et ürünlerinde *A. Parasiticus* da aflatoksin oluşturabilmektedir [2].



Şekil 1.6. Aflatoksinin mikroskopik görünümü

#### 1.6. Yemlerde Aflatoksin Oluşumu, Toksisiteleri, Aflatoksin B<sub>1</sub> ve Aflatoksin M<sub>1</sub> Arasındaki Bağlantı

Mikotoksinler, 1960 yılında aflatoksinlerin keşfedilmesinin ardından yoğun olarak üzerinde durulan bir konu olmuştur. 350 fungus türünün 400'den fazla mikotoksin ürettiği günümüzde bilinen bir konudur. Mikotoksin üreten küf funguslarının çoğunluğu *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus* ve *Alternaria* türleri içinde bulunmaktadır [16-17].

Hayvanlardan fazla miktar ve kalitede ürün alımı için, hayvanlar tarafından

tüketilen yemin mikotoksikolojik ve mikrobiyolojik yapısı büyük önem arz etmektedir. Yemin hijyenik kalitesi sadece hayvanlar için önemli değildir bu hayvanlardan elde edilen ürünleri tüketen insanlar için de önemlidir. Tüketicinin bilinçlenmesi ile birlikte sağlıklı ve kaliteli ürünlerin tüketilmesine yönelik gıda güvenliği konusu son yıllarda önemli hale gelmiştir [18].

HT-2, T2-toxin ve Mikotoksinlerden deoxynivalenol (DON) toksininin; yem ve besin maddelerinde hatta son aşamaya kadar işlenmiş ürünlerdeki bulaşı düzeylerine bağlı olarak insan ve hayvan sağlığı üzerine çok çeşitli zararlı etkileri mevcuttur [19]. AB’nde, gıdalardaki mikotoksinler [20] ve yemlerdeki aflatoksin [21]; gıda güvenliği üzerine artan kamuoyu ilgisi ve uluslararası ticaretteki önemi nedeniyle resmi tebliğler ile (maksimum mikotoksin limitleri) çok yakından takip edilmektedir. Gıda güvenliği otoriteleri ve gıda işleme endüstrisi tarafından, mikotoksin oluşumunu minimuma indirmek için, HACCP gibi koruma ve kontrol sistemleri, modern tanı ve analiz yöntemleri, erken uyarı ve tahmin modelleri geliştirilmiş ve yürürlüğe konmuştur.

Son yıllarda Avrupa Komisyonu (European Legislation) ve EFSA, besin maddelerinde mikotoksin miktarlarını düşürmek için *Fusarium* toksinleri, limitleri, düzenlemeler üzerine görüşlerini sık sık açıklamaktadır. Bu anlamda European Legislation (Reg, 1881/2006)’da DON mikotoksini için buğdayda 500 ppm, unda da 750 ppm kalıntı limiti koymuştur [20].

Uygun şartlarda ve ürüne bağlı olmak üzere, bitkisel ürünlerde mikotoksin oluşumu hasattan tüketime kadar hemen her noktada meydana gelebilmektedir. Büyüme ve gelişmelerini tamamlayan funguslar, hücrelerinde birikmiş olan fazla karbohidratı ikincil metabolizma yoluyla mikotoksinlere çevirirler [22].

Gelişen funguslar toksin oluşumunun temel nedeni olmakla beraber, tarımsal ürünlerde fungusların mikotoksin oluşturmasında çevresel faktörlerin de önemli etkisi vardır [23]. Bu faktörler kısmen fungusun gelişmesi için de gereklidir [17]. Mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler Tablo 1.1’de detaylandırılarak maddeler halinde özetlenmiştir.



**Tablo 1.1. Mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler**

<b>Fiziksel faktörler</b>	<b>Kimyasal faktörler</b>	<b>Biyolojik faktörler</b>
Nemlilik	CO <sub>2</sub>	Fungal enfeksiyon, inokulum miktarı
Substrat nemliliği	O <sub>2</sub>	Bitki çeşidi, bitki dayanıklılığı
Kuruma hızı	Substratın yapısı	Bitki stresi, bitki hastalıkları
Yeniden nemlenme	Substrata yapılan kimyasal uygulamalar	Fungusların genetik farklılığı
Nispi hava nemi	Kimyasal işlemler (gübreleme, ilaçlama)	Mikroorganizmalar arasındaki ilişki
Sıcaklık		Zararlıların faaliyeti
Mekanik zararlanma		Fungal izolat farklılıkları
Zaman		
Hububatın karıştırılması		

Birçok dünya ülkesi aflatoksinler için kabul edilebilir maksimum limitleri belirlemiştir. Türk Gıda Kodeksine göre; çiğ süt, ısıtılmış süt, süt bazlı ürünlerin üretimi sırasında kullanılan süt için izin verilen maksimum limit 50 ppt olarak belirlenmiştir [24]. Yemler için izin verilen maksimum aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ise 20.000 ppt'dir [25].

Bitkisel ürünlerin üretimi, tüketimi, depolanması ve işlenmesi sırasında küfler ürünleri kontamine ederek bozulmalara sebep olmaktadır. Küflerle, süt işletmelerinde sık sık karşılaşılabilir. *Aspergillus* türü küfler hayvan yemlerine bulaşmakta ve daha sonra da süt ve süt ürünlerine geçebilmektedir [26].

Toplam 72 tane yem numunesi aflatoksin B<sub>1</sub> açısından ve 72 tane süt numunesi de aflatoksin M<sub>1</sub> açısından incelenmiştir [26]. Analiz edilen yem numunelerinde aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ortalama 361,12±94,76 ppt ve süt numunelerinde aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı da ortalama 3,85±3,71 ppt olarak belirlenmiştir. Hayvanlar tarafından tüketilen yemdeki aflatoksin B<sub>1</sub>'in %1,07'sinin sütte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak ortaya çıktığı görülmüştür [26].



Yem numunelerinde tespit edilen aflatoksin B<sub>1</sub> miktarlarının dağılımı Tablo 1.2’de ve süt numunelerinde tespit edilen aflatoksin M<sub>1</sub> miktarlarının dağılımı da Tablo 1.3’de gösterilmiştir [26].

İncelenen 72 adet yem numunesinin 3 tanesinde (%4,16) aflatoksin B<sub>1</sub> saptanmamıştır. Diğer numunelerin tamamında aflatoksin B<sub>1</sub> yemler için kabul edilebilir yasal limitlerin altında bulunmuştur [26].

**Tablo 1.2. Yem örneklerinin AFB<sub>1</sub> içeriği ve dağılımı**

Örneklerde Tespit Edilen Aflatoksin B <sub>1</sub> *					
Saptanamadı		< 20		> 20 <sup>a</sup>	
Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran
3	% 4,17	69	% 95,83	0	%0

\* ppb, Yem yönetmeliğinde [25] belirtilen yemler için en üst limit aflatoksin B<sub>1</sub> değeri (20 ppb=20000 ppt)

**Tablo 1.3. Süt numunelerinin AFM<sub>1</sub> içeriği ve dağılımı**

Örneklerde Tespit Edilen Aflatoksin M <sub>1</sub> *									
Saptanamadı		< 5		5-10		10-50		> 50 <sup>a</sup>	
Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran
6	% 8.33	44	% 61.11	15	% 12.83	7	% 9.72	-	% 0

\* ppb, <sup>a</sup> Türk Gıda Kodeksinde [24] sütler için en üst limit aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı (0.05 ppb=50 ppt)

Yapılan bu çalışmada Karakaya Y. ve arkadaşları 72 adet süt numunesinde Türk Gıda Kodeksine [24] göre kabul edilebilir limitlerin üzerinde (50 ppt) aflatoksin M<sub>1</sub> saptanmamıştır [26].

Süt örneklerin 6 tanesinde (%8,33) ölçülebilir aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilememiş [26], 66 numunede (%91,67) ise Türk Gıda Kodeksine [24] göre izin verilen limitlerin altında aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilmiştir. İncelenen yem örneklerinde tespit edilen aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı ile süt numunelerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> arasında önemli derecede ilişki (P<0,01) ve pozitif korrelasyon (+0,329) olduğu tespit edilmiştir [26].

### 1.7. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin

Aflatoksin  $M_1$  içerikleri ile ilgili Türkiye’de süt ve süt ürünleri üzerinde gerçekleştirilen bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir: hem Van yöresinde üretilen içme sütlerinin aflatoksin  $M_1$  düzeylerini belirlemek hem de yoğurt, peynir altı suları, kaşar peyniri, beyaz peynir ve krema üretimi sırasında aflatoksin  $M_1$  stabilitesindeki değişiklikleri gözlemlmek için Bakırcı çalışma yapmış, toplanan 90 tane süt numunesinden 79 tanesinin aflatoksin  $M_1$  içerdiğini, bu numunelerden 35 tanesinin de Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde ifade edilen limit değeri (0,05 ppb aflatoksin  $M_1$ ) aştığını tespit etmiştir. Pastörizasyon sonucunda, aflatoksin  $M_1$ ’de %7,62’lik bir azalma olduğunu belirten Bakırcı ayrıca aflatoksin  $M_1$  miktarının beyaz peynirler ve kaşar peynirlerinde hammadde süte göre 3 kat, yoğurtlarda ise %13 daha fazla olduğunu bildirmiştir [27].

Mart ve nisan aylarında Bursa’nın ova ve dağ köylerinden toplanan 115 adet çiğ süt örneğinde  $AFM_1$  seviyeleri belirlenmiştir. Örneklerin tamamının % 99,13’ünde  $AFM_1$  olduğu tespit edilmiş, yaklaşık % 60’ının aflatoksin seviyelerinin Türkiye ve Avrupa Birliği kabul edilebilir limitleri olan 50 pptyi geçtiği tespit edilmiştir. Ova köylerinden toplanan tüm örneklerin % 61,82’si; dağ köylerinden toplanan örneklerinde % 56,67’si yine belirtilen kabul edilebilir limiti aşmaktadır [28].

Ankara bulunan süpermarketlerden rastgele aldıkları 41 UHT süt ve 5 pastörize süt numunelerinde, Gürbay ve arkadaşları  $AFM_1$  seviyelerini belirlemişlerdir. Bu numunelerin %74’ünde  $AFM_1$  tespit edilmiştir. Toplam numunelerin 21’indeki  $AFM_1$  seviyeleri, Türkiye ve Avrupa Birliği  $AFM_1$  için kabul edilebilir limiti (50 ppt) aşmıştır [29].

Van ve yöresinden toplanan 50 tane otlu peynir numunesi ve İstanbul’dan toplanan 25 tane beyaz peynir numunesinin  $AFM_1$  seviyelerinin ELISA metodu ile tespit edildiği bir araştırmada numunelerin % 45,2’sinin  $AFM_1$  içerdiği, en yüksek  $AFM_1$  seviyesinin beyaz peynirlerde (0,510 ppb), en düşük  $AFM_1$  seviyesinin ise otlu peynirlerde (0,060 ppb) olduğu görülmüştür [30].

51 adet peynir ile 10 adet sokak sütü numuneleri Bursa'da süpermarketlerden toplanarak bir araştırma yapılmış, peynirlerin % 89,47'sinde 0–810 ppt (ortalama 129,28 ppt) aralığında değişen oranlarda AFM<sub>1</sub> bulunduğu ve 7 peynir numunesinde de Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limit değeri (250 ppt) aştığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, en fazla AFM<sub>1</sub>'i tam yağlı beyaz peynirlerde tespit ettiklerini, bunu sırasıyla yarım yağlı beyaz peynir, taze kaşar peyniri, eski kaşar peyniri, lor ve tulum peynirlerinin izlediğini belirtmişlerdir. Topladıkları sokak sütlerinden yalnızca 1 tanesinin 10,8 ppt seviyesinde AFM<sub>1</sub> içerdiğini belirten araştırmacılar bunun Türk Gıda Kodeksi, Dünya Sağlık Örgütü (FAO), İnsan Hakları Örgütü (WHO) ve Avrupa Birliği Standartları'na uygun olduğunu belirtmişlerdir [31].

Süt rnlerinde mikotoksin bulaşması problemi ile başa çıkabilmek için; süt ürünlerinde kf gelişimi önlenmeli ve bulaşının taşınması söz konusu olduğunda mahsulde; hasat öncesi, sırası ve sonrasında kf gelişimi önlenmelidir. Mikotoksinler hem ekonomik hem de sağlık açısından önemli kayıplara sebep olmaktadır. Mikotoksinlerin oluşumunu önleyecek önlemlerin alınması, korunmanın en iyi yoludur [32].

AFM<sub>1</sub> varlığının sütteki bilinen tek etkeni hayvan beslenmesinde kullanılan yemdir ve AFM<sub>1</sub> yoğunluğu yemlerde bulunan AFB<sub>1</sub> miktarına bağlı olarak artar. Vücuttaki AFB<sub>1</sub> miktarının düşmesiyle birlikte sütteki AFM<sub>1</sub> miktarında da azalma görülür [33]. Türkiye'de yetiştirilen ve üretimi yapılan yem ve yem maddelerinin yüksek miktarlarda ve tehlikeli seviyelerde mikotoksinler (zellikle AFB<sub>1</sub>) ile kontamine olduğu ortaya konmuştur [34].

Tüketilen yemlerdeki AFB<sub>1</sub> miktarı aynı olmasına karşın hayvanların süt numunesindeki AFM<sub>1</sub> miktarları farklılık gösterebilir. Yani hayvanların bireysel metabolizmalarındaki farklılıklarda sütteki AFM<sub>1</sub> değerleri üzerinde etkili olabilir. Çünkü, tüketilen gıdalardaki AFB<sub>1</sub>'in sütte %0,8-2,2 oranında AFM<sub>1</sub>'e dönüştüğü, fakat bu oranın hayvanlarda, laktasyon periyodu ve süt miktarına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir [35].

Sütteki AFM<sub>1</sub>'in mevsimlere bağılı olarakta değişim gösterdiği saptanmıştır [36, 37]. Bunun nedeni, yaz aylarında süt alınan hayvanların rasyonlarında kesif yemlerin daha düşük seviyelerde olması yada hiç olmamasıdır. Çeşitli ürünlerin işlenmesi sırasında, kontamine olmuş sütlerdeki AFM<sub>1</sub> farklı oranlarda işlenen ürünlere geçer. Çiğ sütte stabil halde bulunan AFM<sub>1</sub>; tereyağı, peynir, pastörize süt, krema ve yoğurt vb. ürünlerde farklı miktarlarda olmakla birlikte kararlılığını sürdürür. Hatta peynirde göre süttekine ,kazeine olan ilgisi sebebiyle, yoğunluğu 3-4 kat artabilir [37].

Birçok araştırmacı; Sütte salgılanan AFM<sub>1</sub> ile yemde bulunan AFB<sub>1</sub> miktarları arasındaki ilişkinin süt hayvanına, sağım zamanına ve sağım aralığına göre değişiklik gösterdiğini rapor etmiştir [38-40]. Bu farklılıkta analiz tekniklerinin de etkisinin olduğu belirtilmiştir [39]. Bu sebeplerle, gıdaların ve en az gıdalar kadar yemlerinde mikotoksin açısından kontrolü büyük ölçüde öneme sahiptir.

Aynı yöreden toplanan süt numunelerinde AFM<sub>1</sub> seviyelerinin farklı olması, yemlerde bulunan AFB<sub>1</sub>'in bu yemleri tüketen hayvanların karaciğerlerinde doğal olarak metabolizmaya geçme farklılığı ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan çalışmaların hayvanlar tarafından tüketilen yemlerden başlatılmasının, hayvan ve insan sağlığının korunmasının yanı sıra ekonomik açıdan da fayda sağlayacağı düşünülmektedir [41].

Neticede, analize alınan toplam 48 süt numunesinin % 70,83'ünün AFM<sub>1</sub> içerdiği ve % 33,3'ündeki seviyelerin Türkiye için kabul edilebilen limit değerin (0,05 ppb) üstünde olduğu tespit edilmiş; bu durumun süt tüketen insanların sağlığını olumsuz yönde etkileyeceği, bu sebeple de özellikle yem ve yem maddeleri üreticilerinin, hijyenik koşullarda depolama ve muhafaza konusunda bilinçlendirilmelerinin problemin çözümü konusunda fayda sağlayacağı kanısına varılmıştır [41].

## **1.8. Toksinden Arındırma Yöntemleri**

Herhangi bir gıdada bulunabilen aflatoksinlerin giderilmesi için biyolojik, fiziksel ve kimyasal yöntemler üzerine araştırmalar yapılmıştır [2].

### **1.8.1. Fiziksel Yöntemler**

Aflatoksinler sıcaklık uygulanarak inaktif hale getirilebilir ancak bunun için yüksek sıcaklıklar gerekmektedir. Pratikte aflatoksini sıcaklık ile inaktive etmek

mümkün değildir. Örneğin; yerfıstığı ununda bulunan aflatoksin B<sub>1</sub>'i %80 oranında ve aflatoksin B<sub>2</sub>'yi %60 oranında inaktif hale getirmek için 150°C'de 30 dakikalık bir ısı işlem uygulamak gerekir. Aflatoksinlerin normal pişirme proseslerine dayanıklılıkları bilinmektedir. Ultraviyole ışınların nüfuz gücünün düşük olması sebebiyle ultraviyole ışın uygulaması, birçok gıdada aflatoksin inaktivasyonunu başarısız kılmıştır fakat özellikle ince bir tabaka halindeki süte ultraviyole ışın uygulama inaktivasyonda olumlu netice vermektedir. *A. flavus* ile bulaşının engellenmesi ve bu ürünlerin uygun şartlar altında hasat edilerek depolanması, özellikle yağlı tohumlar başta olmak üzere bitkisel ürünler için önemlidir [5]. Aflatoksinlerin büyük kısmının kırma ve öğütmeye tabi tutulan mısır numunelerinde, kabuk ve ruşeym kısımlarında kaldığı, un ve kırmada ise sadece %7-10 oranında aflatoksin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle antepfıstığı, yerfıstığı gibi iri taneli gıdalara uygulanan fiziksel ayırım, bozuk olan koyu renkli tanelerin el ile yada "elektronik göz" olarak adlandırılan fotoelektrik hücrelerden geçirilmesi yoluyla ayrılması şeklinde yapılabilir. Fiziksel ayırım, mısır gibi küçük taneli besin maddelerinde mümkün olmamaktadır. Bu gibi ürünlerde yağ temizleme ve kuru temizleme yoğunluğuna göre ayırım yöntemleri uygulanmaktadır [2].

### 1.8.2. Kimyasal Yöntemler

Kimyasal inaktivasyon için çok sayıda kimyasal madde denenmiş ve örnek olarak asitler, alkaliler, aldehitler, oksitleyiciler, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> gibi gazlar; peroksit, osmiyum tetroksit, NaCl, KMnO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> verilebilir. Üründe kalabilecek sağlığa zararlı reaksiyon ürünleri için kimyasal inaktivasyonda kontrol gerekmektedir. Ayrıca besin maddesinin değerleri korunmalı; doku özellikleri, koku, renk ve tatları tüketici tarafından kabul görmelidir. Yapılan analizlerde; pamuk çiğitinde NH<sub>3</sub>, yerfıstığında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, yağlı tohumlarda ve hindistan cevizinde Ca(OH)<sub>2</sub> aflatoksin detoksifikasyonu için kullanılmıştır [2]. Aflatoksinin inaktive edilmesi için NH<sub>3</sub> uygulaması (%0,5-2 amonyak gazı) mısırdaki başarılı sonuçların görülmesini sağlamıştır. Fakat mısırın renginin bu işlemler sonucunda kahverengiye dönüşmesi sebebiyle NH<sub>3</sub> uygulanması işlemi daha çok hayvan yemi olarak kullanılacak ürünlere uygulanmaktadır. Sülfid ve bisülfid, mısırdaki renk değişimi yapmamakta ancak detoksifikasyonda NH<sub>3</sub> kadar etkili gösterememektedir. Detoksifikasyon sonucunda yan ürünler oluşmakta ancak bu yan ürünlerin sağlık yönünden etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte M<sub>1</sub>

toksinin inaktive edilmesinde ışıkla birlikte uygulanan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin daha etkili olduğu bildirilmektedir [2].

### **1.8.3. Biyolojik Yöntemler**

Yaklaşık 1000 tane mikroorganizma (maya, bakteri, küf gibi) taranmış ve aflatoksinler üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Bu araştırmaya göre sıvı ortamdaki *Flavobacterium auranticum* aflatoksinleri bertaraf etmiştir ve bu alandaki araştırmalar devam etmektedir. Esasında *Flavobacterium auranticum* aflatoksini absorbe ederek ortamdan uzaklaştırmakta ancak bu bakteri hücrelerinin ölümü ile absorbe edilen toksinin tekrar serbest hale geçmesi önemli bir problem arz etmektedir [2].



## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. MATERYAL

#### 2.1.1. Kullanılan Cihazlar

Buzdolabı	: Arçelik
Saf Su Cihazı	: Puris Expe UP Ele-M
Ultrasonik Banyo	: Bandelin RK100
HPLC Cihazı	: Thermo LC, Shimadzu LC
Mikropipet	: Brand marka
Terazi	: Sartorius GE1302
Isıtıcı	: Scilogex MS-H-S
Otomatik Pipetler	: Brand, Eppendorf

#### 2.1.2. Kullanılan Kimyasallar

Asetonitril	: Merck
Aflatoksin Kolonu	: Easi-Extract Aflatoxin
Metanol	: Merck
Aflatoksin M <sub>1</sub> Standart	: R-Biopharm

### 2.2. METOT

#### 2.2.1. Süt Numunelerinin Temini ve Hazırlanması

Bu çalışmada; Giresun yöresinde yetiştirilen ineklerden elde edilen sütler ve yörede bulunan Hekim Süt Fabrikasından alınan pastörize sütler kullanılmıştır. Süt numuneleri temiz kaplarda ve soğuk zincirde taşındı, tek tek kaydedildi ve analiz sonuçları numune numarasına göre değerlendirildi.

Aflatoksin analizleri sütlerde, aflatoksin M<sub>1</sub> ekstraksiyonunun ardından, immunoaffinite kolon (katı desteğe bağlı monoklonal aflatoksin M<sub>1</sub> antikoru içeren saflaştırma) kullanılarak floresan dedektörlü HPLC ile yapıldı [42].

Floresan detektörlü HPLC'de immunoaffinite kolonun birlikte kullanımıyla sütte aflatoksin M<sub>1</sub> analizleri 0,005-0,05 ppb gibi düşük tespit limiti seviyelerinde

gerçekleştirildi [43- 45].

Süt numuneleri 4000 rpm'de 15 dakika santrifüj edildi ve üstteki yağ tabakası ayrılarak atıldı. Santrifüj sonrası yağın tamamen bertaraf edilmesi için süt numuneleri filtre kağıdından süzüldü. Hazırlanan numunelerden 50'şer ml alınarak, immunoaffinite kolondan 1-2 damla/saniye hızla geçirildi. Süt tamamen kolondan geçirildikten sonra, kolon 10 ml PBS ile 1-2 damla/saniye hızla yıkandıktan sonra kolondan şırınga ile 2 defa hava geçmesi sağlandı. Kolondan 1,25 ml asetonitril/metanol (3:2) geçirilerek (2-3 damla/saniye hızla) AFM<sub>1</sub> elue edildi. Metanol:asetonitril çözeltisinin 30 saniye kolonla temas etmesi sağlanarak kolondaki toksinin tamamının elue edilmesi sağlandı. Eluat 4 ml'lik bir vialde toplandı. Kolondan yine 2-3 damla/saniye hızla 1,25 ml'de saf su geçirilip aynı vialde toplam 2,5 ml elüat toplandı. Bu 4 ml'lik vialdeki eluat mikropipetle 1-2 defa karıştırıldıktan sonra 2 ml'lik amber vialde alınarak cihazda okumaya hazır hale getirildi.

Öncelikle cihazdan mobil faz geçirildi daha sonra aflatoksin M<sub>1</sub> referans standardı cihaza okutulduktan sonra cihaza hazırlanan numuneden 100 µl enjeksiyon yapıldı. Standart kromatogramındaki piklerle aynı alıkonma zamanına sahip numune kromatogramı görüldüğünde numunede aflatoksin M<sub>1</sub> bulunduğu doğrulandı ve pik alanlarına bağlı olarak da aflatoksin M<sub>1</sub> miktarları hesaplandı.

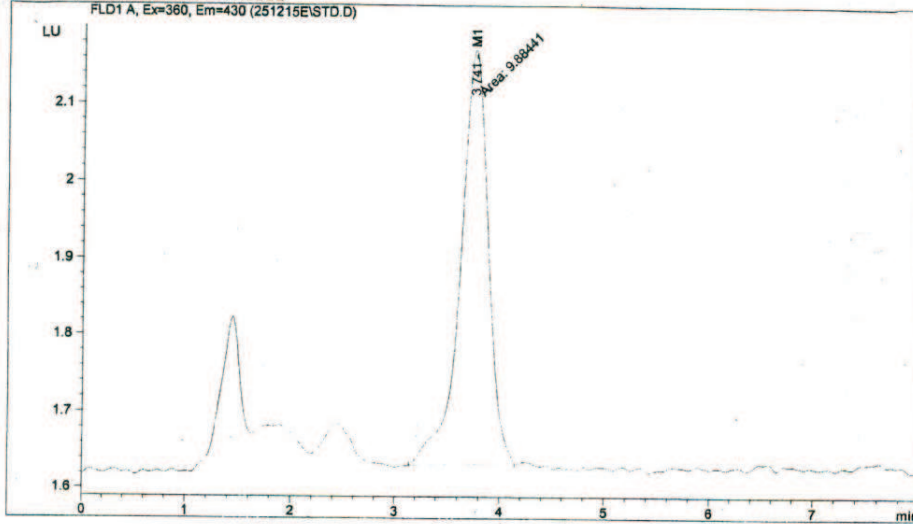


```

Injection Date : 25.12.2015 09:11:37      Seq. Line : 1
Sample Name    : STD                      Location  : Vial 1
Acq. Operator  :                          Inj      : 1
Acq. Instrument: Instrument 1             Inj Volume: 100 µl
Sequence File  : C:\HPCHEM\1\SEQUENCE\251215E.S
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\AFLM6.M
Last changed   : 10.12.2015 09:47:39
Analysis Method: C:\HPCHEM\1\METHODS\AFLM6.M
Last changed   : 25.12.2015 09:27:52
                (modified after loading)

```

SÜTTE AFLATOKSİN M1 ANALİZİ



External Standard Report

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 25.12.2015 09:27:51
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: FLD1 A, Ex=360, Em=430

RetTime [min]	Type	Area LU	Amt/Area *s	Amount [ng/100ul]	Grp	Name
3.741	MM	9.88441	2.15598e-2	2.13106e-1		M1

Totals : 2.13106e-1

Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

Şekil 2.1. AFM<sub>1</sub> Standart Kromatogramı

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Giresun yöresinde yetiştirilen ineklerden elde edilen 10 adet çiğ inek sütü, aynı çiğ süttten ev koşullarında kaynatılarak hazırlanan 10 adet inek sütü ve 10 adet pastörize edilmiş inek sütü numuneleri HPLC ile aflatoksin M<sub>1</sub> yönünden analiz edildi. Analiz sonuçlarının dağılımı Tablo 3’de sunuldu. Çiğ sütler, kaynamış sütler verildi.

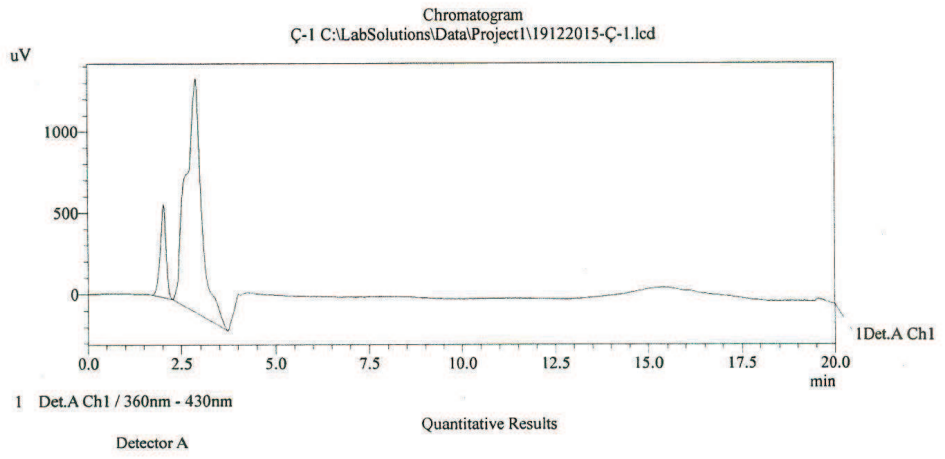
Analiz edilen 30 numunenin hiçbirinde AFM<sub>1</sub> bulunmamış ve numunelerin hiçbirinin Türkiye limiti olan 0,05 ng/ml (0,05 ppb)’yi aşmadığı görüldü.

**Tablo 3.1. İncelenen Parametrelere Göre AFM<sub>1</sub> Varlığı, Dağılımı ve Limite Göre Değerlendirilmesi**

Kaynak İl / Yöre	Çiğ Süt / Kaynatılmış Süt / Pastörize Süt	Numune Sayısı	AFM <sub>1</sub> Saptanan Örnek Sayısı % si	AFM <sub>1</sub> Miktarı En Çok-En Az	% Limiti Aşan Örnek Sayısı
Giresun	Çiğ Süt	10	0	0,000	0
Giresun	Kaynatılmış	10	0	0,000	0
Giresun	Pastörize	10	0	0,000	0

Acquired by : Admin  
Sample Name : Ç-1  
Data Filename : 19122015-Ç-1.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 19.12.2015 15:05:06  
Data Processed : 19.12.2015 15:25:09

Sample Information



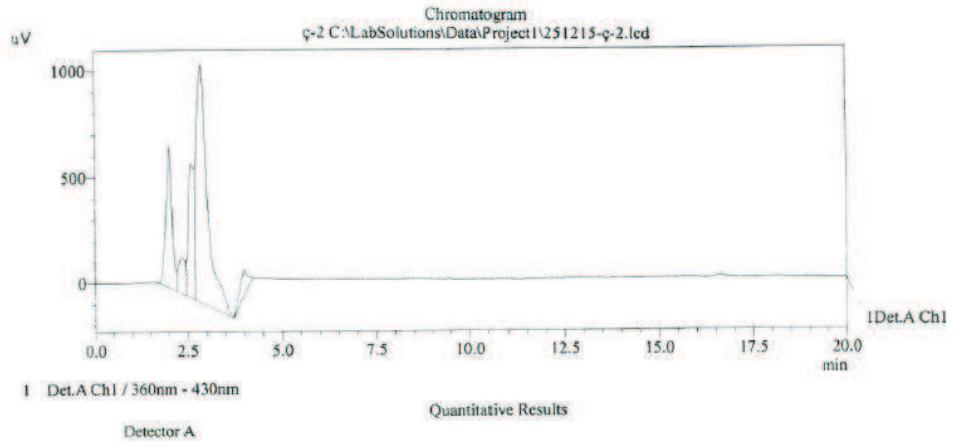
Grouping Results

Detector A				
Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.1. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 1

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-2  
Data Filename : 251215-ç-2.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 25.12.2015 15:07:31  
Data Processed : 25.12.2015 15:27:33

#### Sample Information



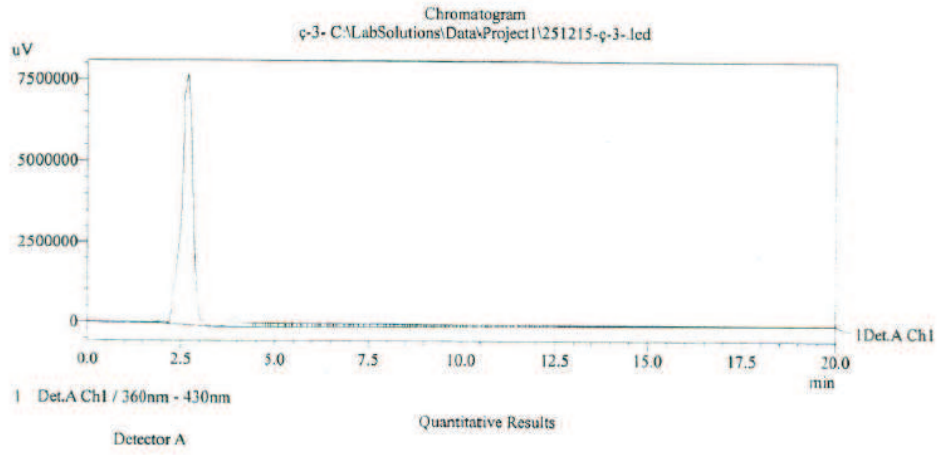
#### Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.2. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 2

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-3-  
Data Filename : 251215-ç-3-.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 25.12.2015 16:06:16  
Data Processed : 25.12.2015 16:26:19

Sample Information



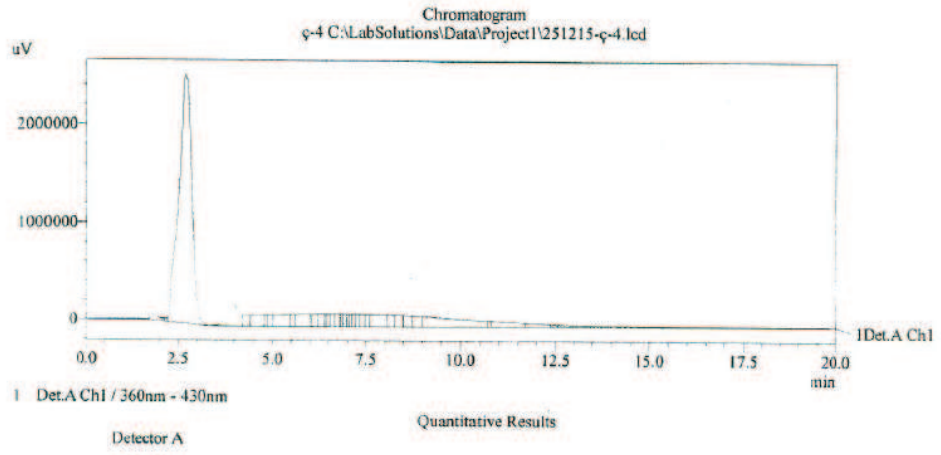
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.3. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 3

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-4  
Data Filename : 251215-ç-4.lcd  
Method Filename : ml metod.lcm  
Date Acquired : 25.12.2015 16:34:25  
Data Processed : 25.12.2015 16:54:27

Sample Information



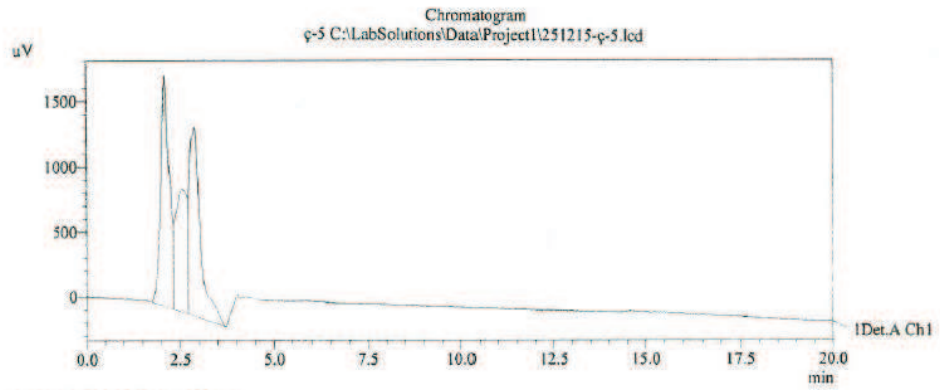
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.4. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 4

Acquired by : Admin  
Sample Name :  $\varphi$ -5  
Data Filename : 251215- $\varphi$ -5.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 25.12.2015 13:01:59  
Data Processed : 25.12.2015 13:22:02

Sample Information



Detector A

Quantitative Results

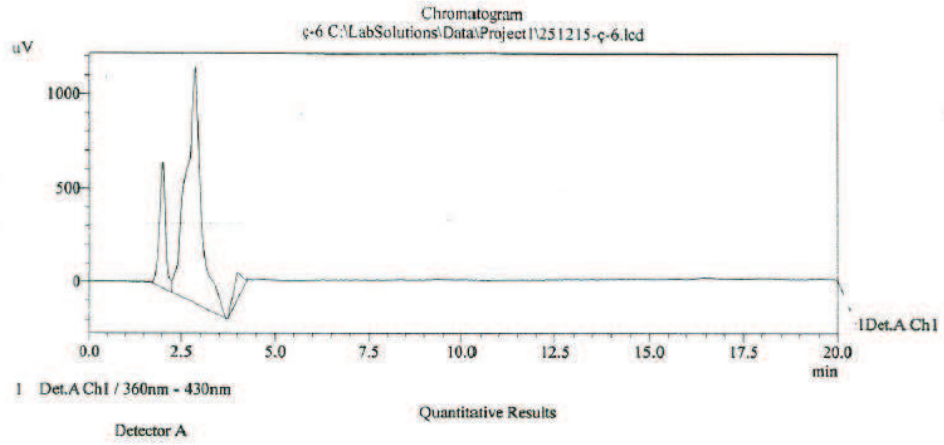
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.5. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 5

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-6  
Data Filename : 251215-ç-6.lcd  
Method Filename : ml metod.lcm  
Date Acquired : 25.12.2015 15:04:58  
Data Processed : 25.12.2015 15:25:00

Sample Information



Grouping Results

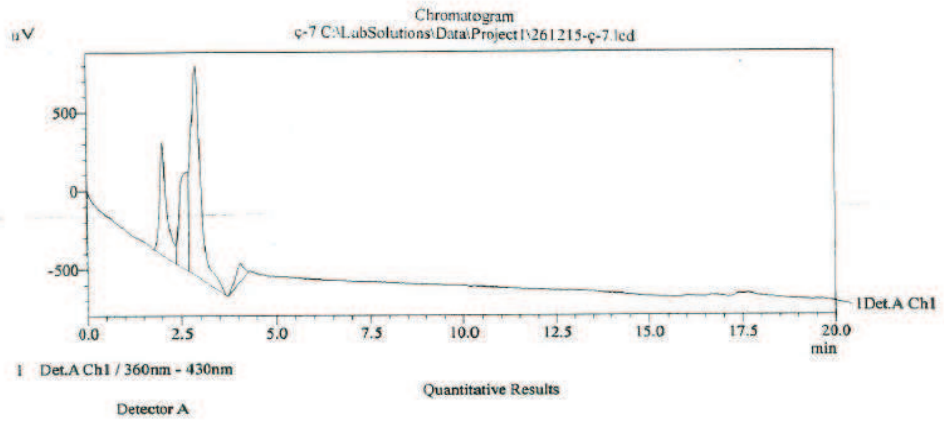
Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.6. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 6



Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-7  
Data Filename : 261215-ç-7.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 26.12.2015 08:02:07  
Data Processed : 26.12.2015 08:22:09

Sample Information



Detector A

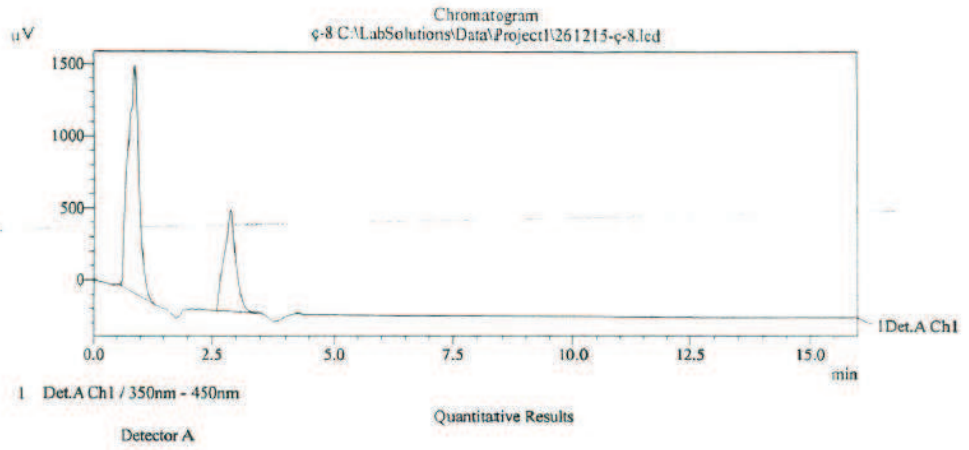
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.7. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 7

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-8  
Data Filename : 261215-ç-8.lcd  
Method Filename : ml metod.lcm  
Date Acquired : 26.12.2015 12:05:37  
Data Processed : 26.12.2015 12:25:38

Sample Information



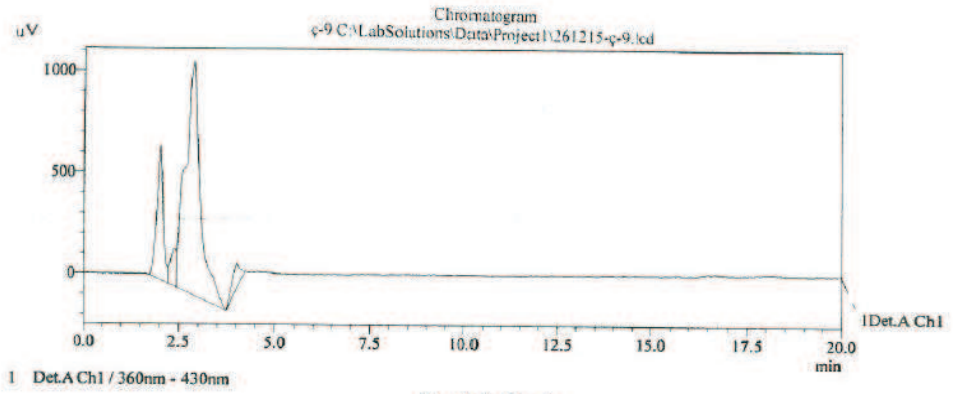
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.8. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 8

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-9  
Data Filename : 261215-ç-9.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 26.12.2015 12:33:16  
Data Processed : 26.12.2015 12:53:18

Sample Information



Detector A

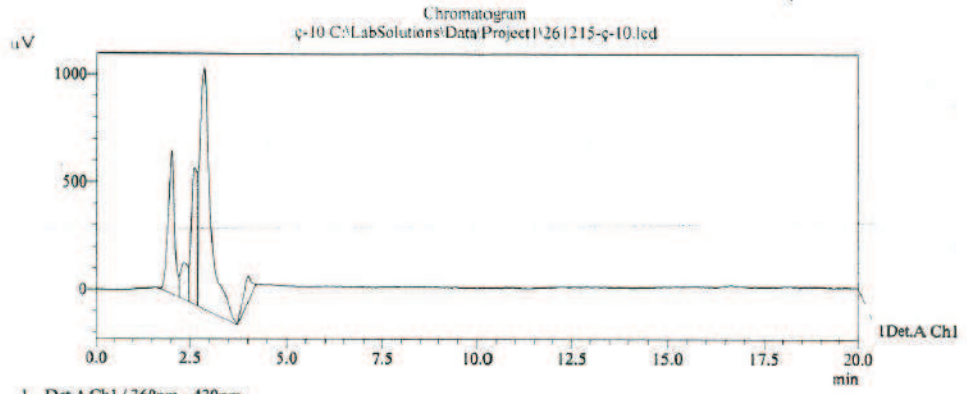
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.9. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 9

Acquired by : Admin  
Sample Name : ç-10  
Data Filename : 261215-ç-10.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 26.12.2015 12:59:52  
Data Processed : 26.12.2015 13:19:34

Sample Information



Detector A

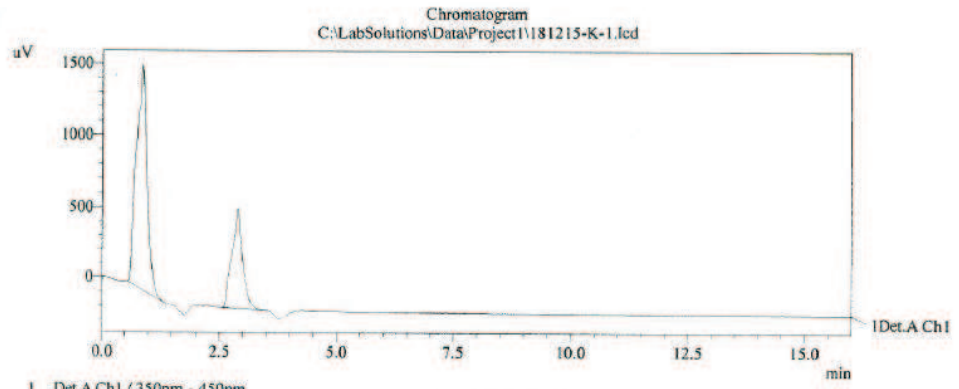
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.10. Çiğ Süt Numunesi Kromatogramı - 10

Acquired by : Admin  
Sample Name :  
Data Filename : 181215-K-1.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 10:40:03  
Data Processed : 18.12.2015 11:00:05

Sample Information



Detector A

Quantitative Results

Detector A

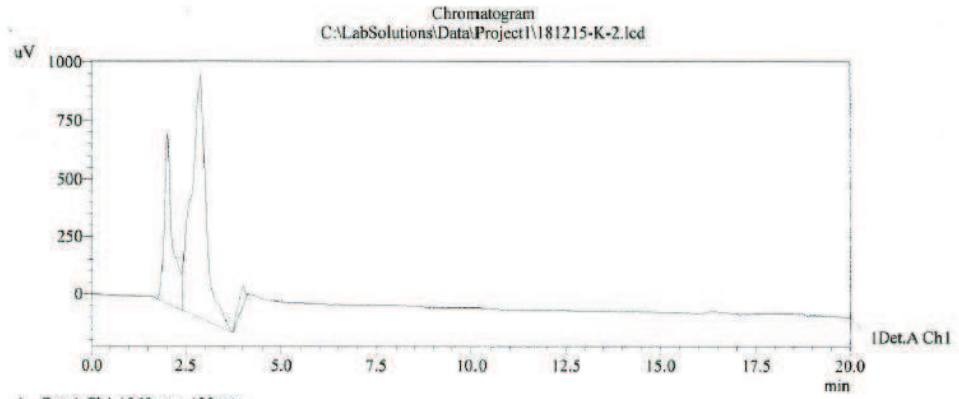
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.11. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 1

Acquired by : Admin  
Sample Name :  
Data Filename : 181215-K-2.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 11:06:06  
Data Processed : 18.12.2015 11:26:09

Sample Information



Detector A

Quantitative Results

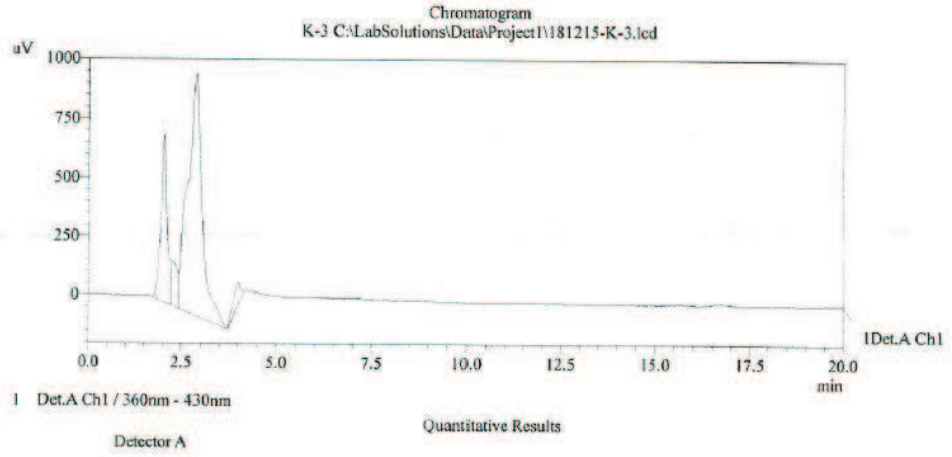
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.12. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 2

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-3  
Data Filename : 181215-K-3.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 11:42:00  
Data Processed : 18.12.2015 12:02:02

Sample Information



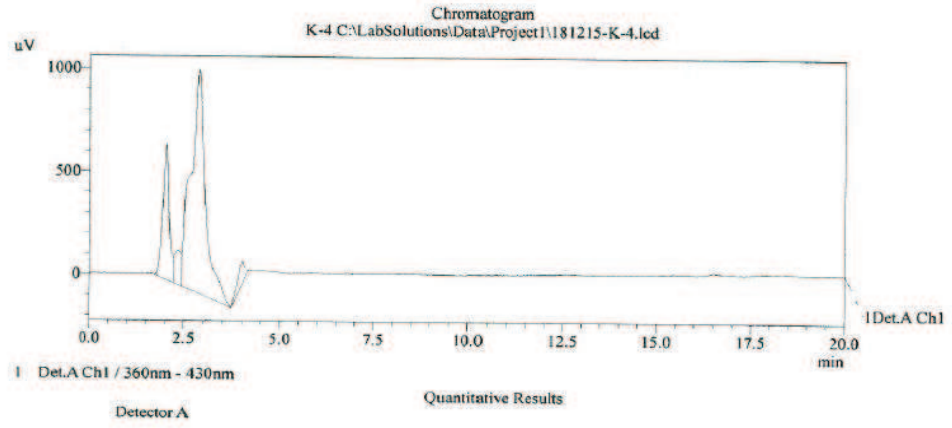
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.13. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 3

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-4  
Data Filename : 181215-K-4.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 13:00:06  
Data Processed : 18.12.2015 13:20:07

Sample Information



Grouping Results

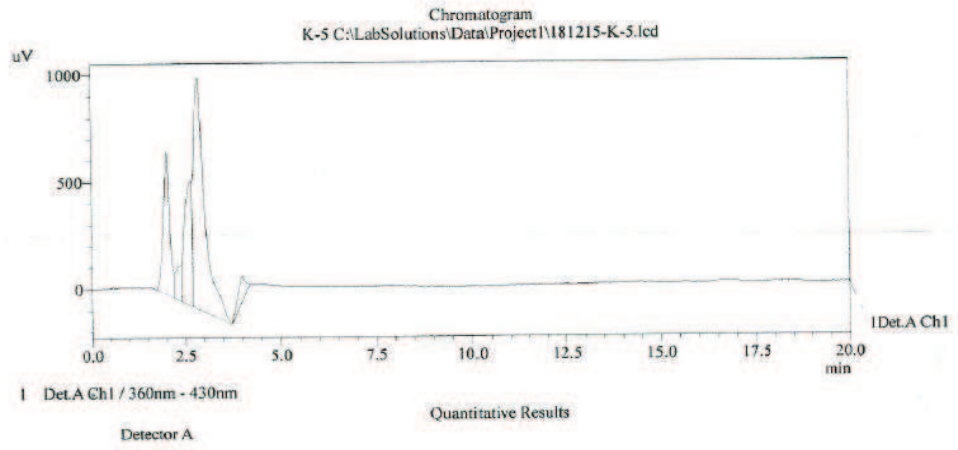
Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.14. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 4



Sample Information

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-5  
Data Filename : 181215-K-5.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 13:23:48  
Data Processed : 18.12.2015 13:43:50



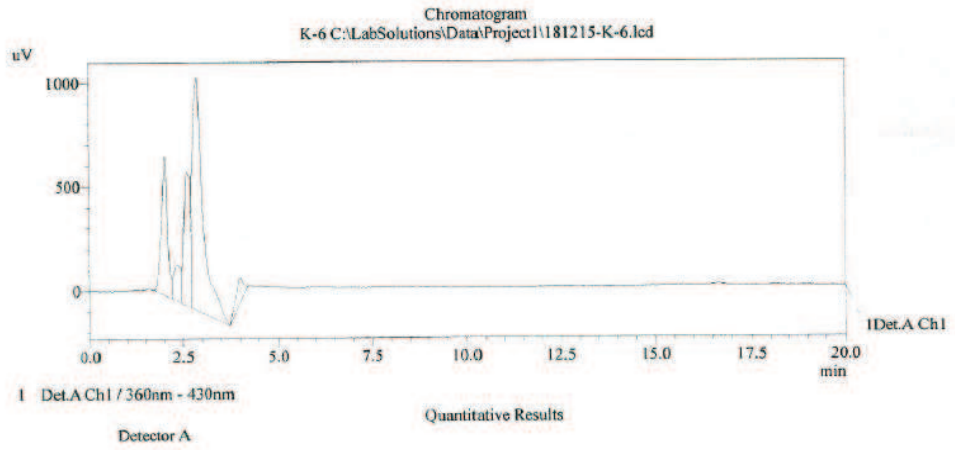
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.15. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 5

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-6  
Data Filename : 181215-K-6.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 13:46:39  
Data Processed : 18.12.2015 14:06:42

Sample Information



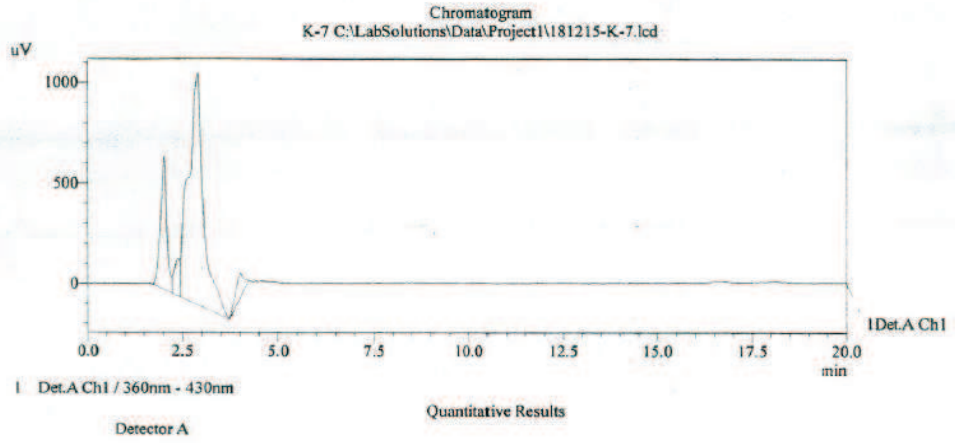
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.16. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 6

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-7  
Data Filename : 181215-K-7.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 14:20:11  
Data Processed : 18.12.2015 14:40:13

Sample Information



Detector A

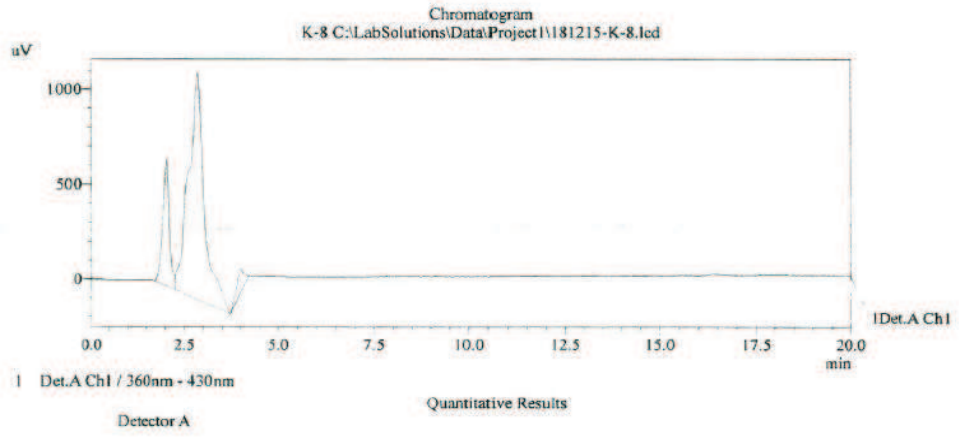
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.17. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 7

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-8  
Data Filename : 181215-K-8.lcd  
Method Filename : ml metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 15:30:32  
Data Processed : 18.12.2015 15:50:34

Sample Information



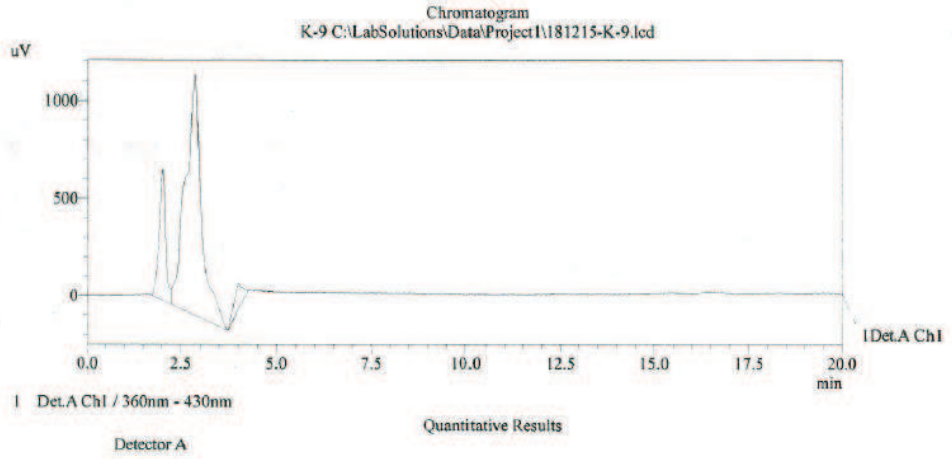
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.18. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 8

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-9  
Data Filename : 181215-K-9.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 18.12.2015 15:52:40  
Data Processed : 18.12.2015 16:12:41

Sample Information



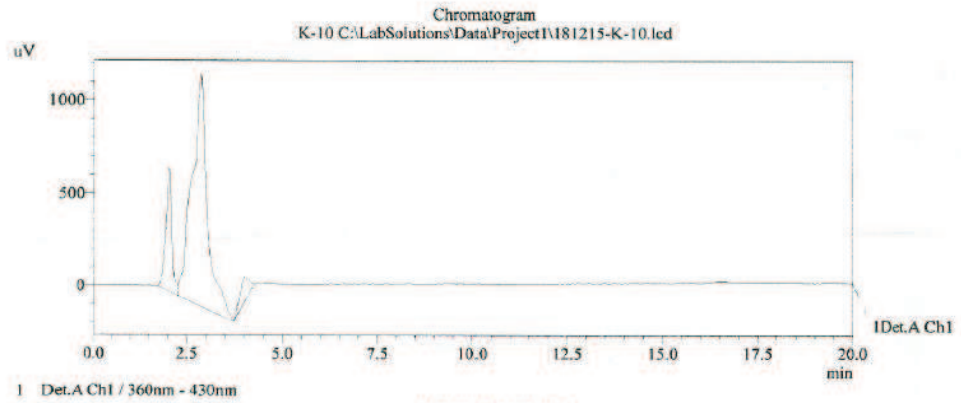
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.19. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 9

Acquired by : Admin  
Sample Name : K-10  
Data Filename : 181215-K-10.lcd  
Method Filename : m1 metod.tem  
Date Acquired : 18.12.2015 16:26:56  
Data Processed : 18.12.2015 16:46:59

Sample Information



Detector A

Quantitative Results

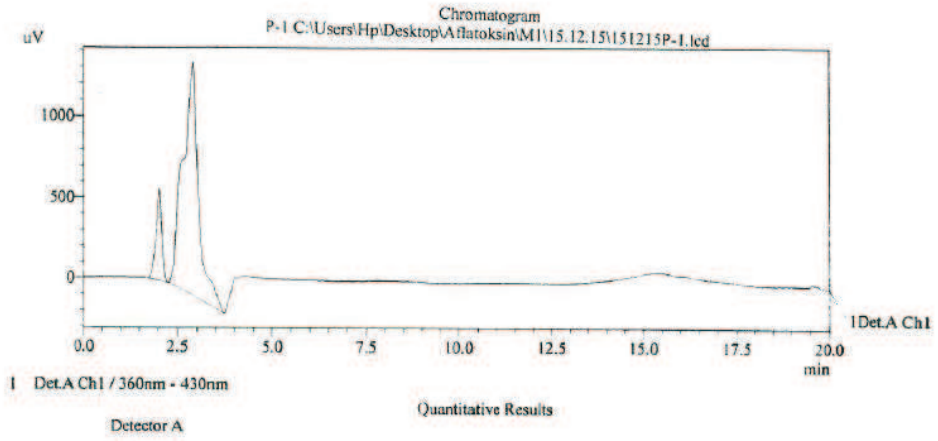
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.20. Kaynamış Süt Numunesi Kromatogramı - 10

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-1  
Data Filename : 151215P-1.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 15.12.2015 09:51:34  
Data Processed : 15.12.2015 10:13:21

Sample Information



Detector A

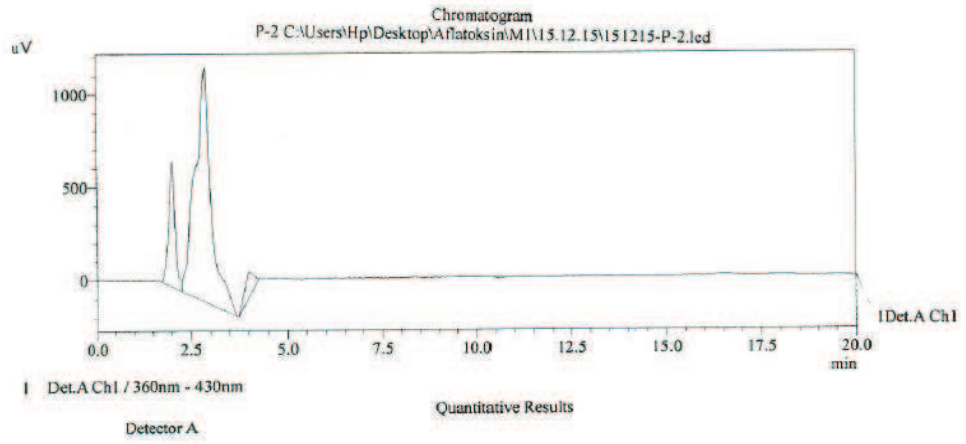
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.21. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 1

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-2  
Data Filename : 151215-P-2.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 15.12.2015 10:49:52  
Data Processed : 15.12.2015 11:09:36

Sample Information



Grouping Results

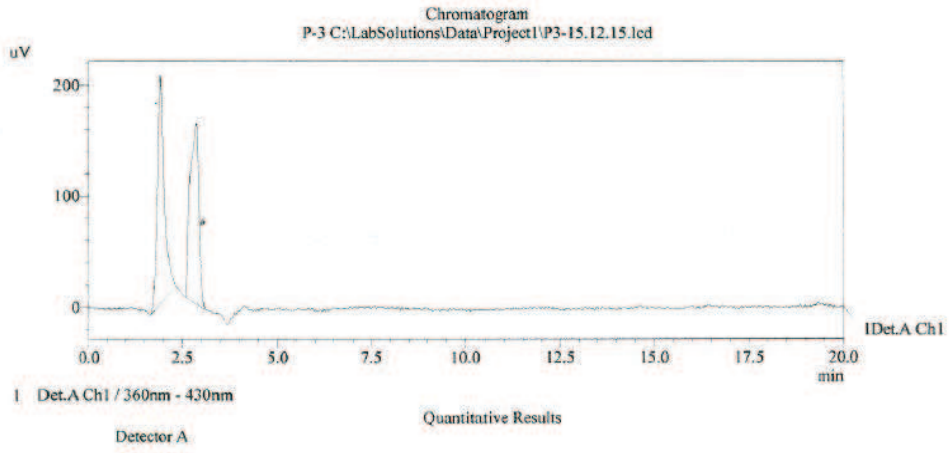
Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.22. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 2



Acquired by : Admin  
Sample Name : P-3  
Data Filename : P3-15.12.15.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 15.12.2015 14:34:53  
Data Processed : 15.12.2015 14:54:55

Sample Information



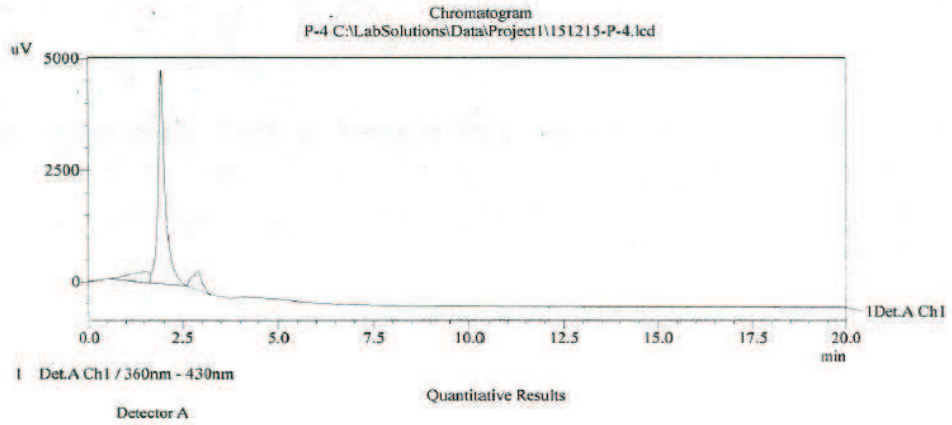
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.23. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 3

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-4  
Data Filename : 151215-P-4.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 15.12.2015 15:51:08  
Data Processed : 15.12.2015 16:11:10

Sample Information



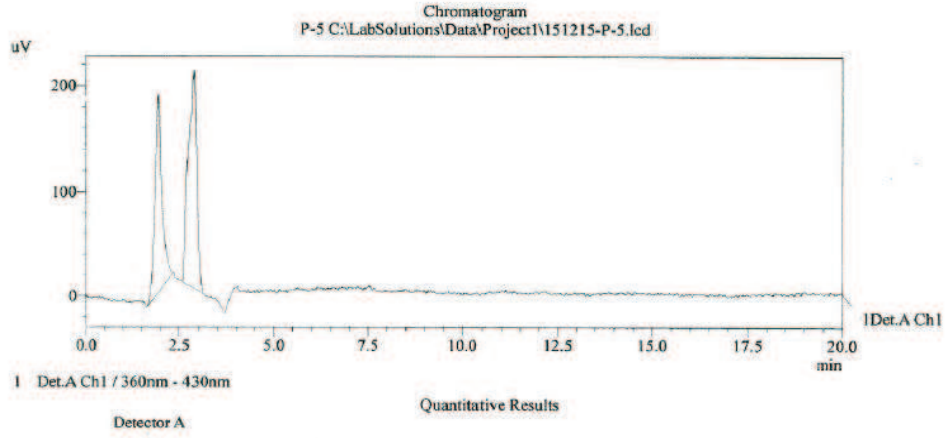
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.24. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 4

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-5  
Data Filename : 151215-P-5.lcd  
Method Filename : ml metod.lcm  
Date Acquired : 15.12.2015 16:18:26  
Data Processed : 15.12.2015 16:38:29

Sample Information



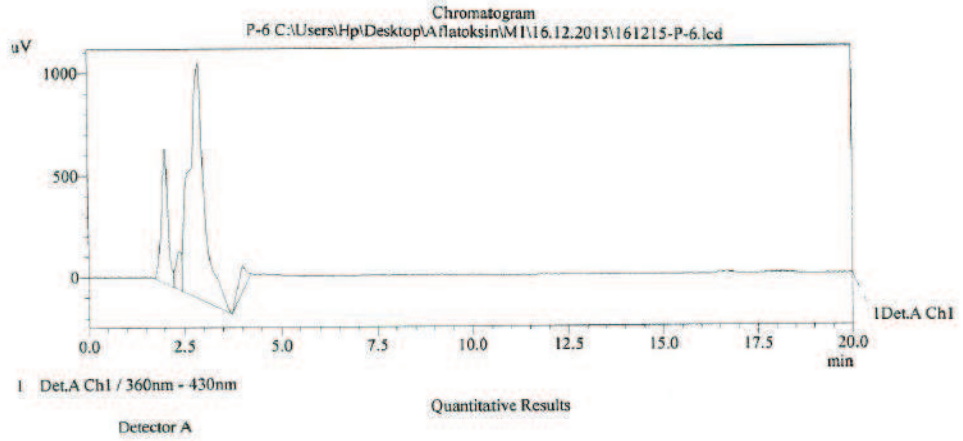
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.25. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 5

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-6  
Data Filename : 161215-P-6.lcd  
Method Filename : ml metod.lcm  
Date Acquired : 16.12.2015 14:59:24  
Data Processed : 16.12.2015 15:19:26

Sample Information



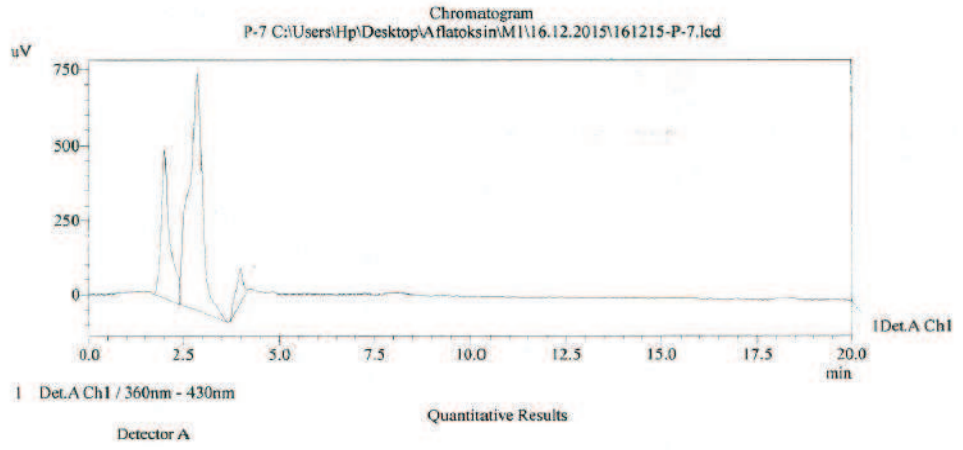
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.26. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 6

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-7  
Data Filename : 161215-P-7.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 16.12.2015 15:21:33  
Data Processed : 16.12.2015 15:41:36

Sample Information



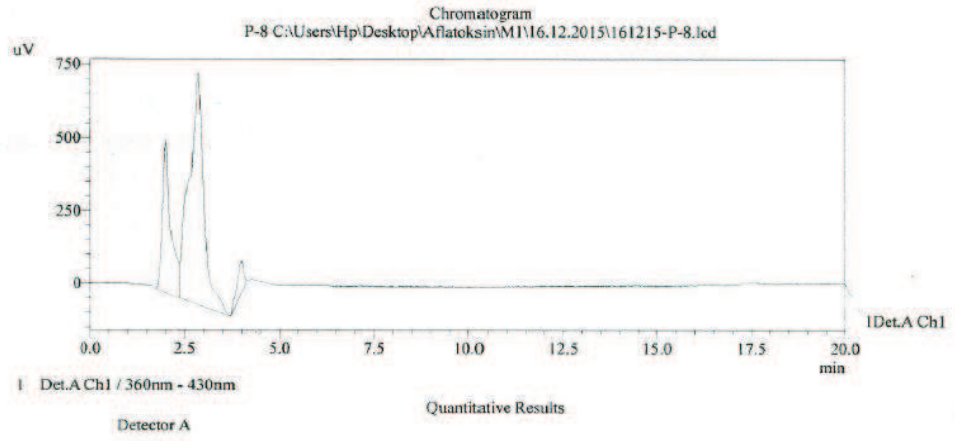
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.27. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 7

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-8  
Data Filename : 161215-P-8.led  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 16.12.2015 15:44:15  
Data Processed : 16.12.2015 16:04:17

Sample Information



Detector A

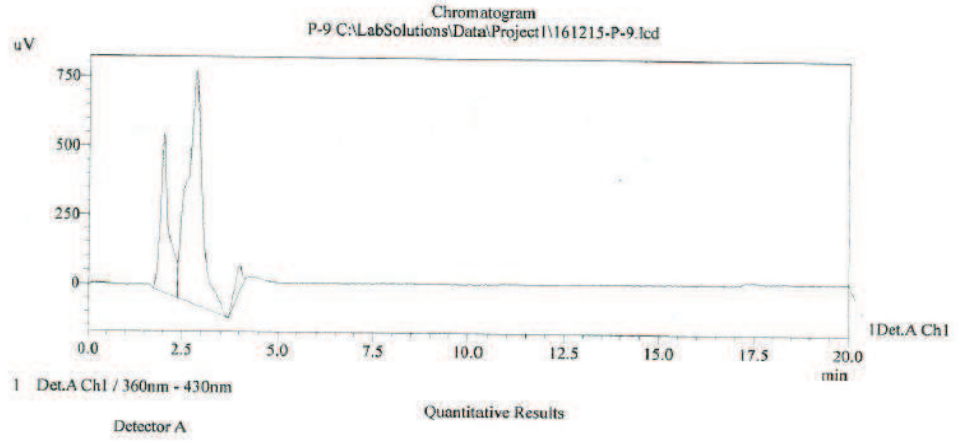
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.28. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 8

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-9  
Data Filename : 161215-P-9.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 16.12.2015 16:05:48  
Data Processed : 16.12.2015 16:25:52

Sample Information



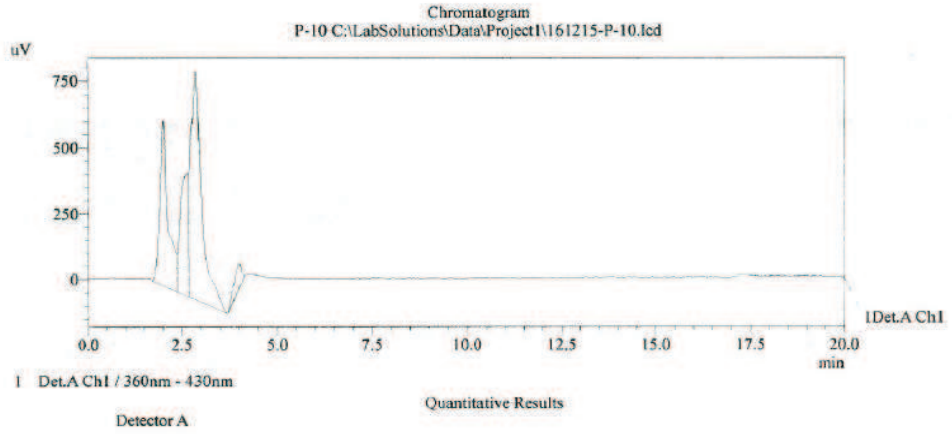
Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.29. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 9

Acquired by : Admin  
Sample Name : P-10  
Data Filename : 161215-P-10.lcd  
Method Filename : m1 metod.lcm  
Date Acquired : 16.12.2015 16:31:31  
Data Processed : 16.12.2015 16:51:33

#### Sample Information



#### Grouping Results

Group#	Group Name	Conc.	Area	Height
Total		0.000		

Şekil 3.30. Pastörize Edilmiş Süt Numunesi Kromatogramı - 10



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Giresun yöresine ait inek sütü numunelerinde AFM<sub>1</sub> varlığının tespitini ve miktarının ölçümünü amaçlayan çalışmada kaynak taraması hedeflenen alan içinde büyük ölçüde gerçekleştirildi.

Yaptıkları çalışmada Karakaya Y. ve arkadaşları; 72 adet süt numunesinin 1 tanesinde bile Türk Gıda Kodeksine göre kabul edilebilir limitlerin üzerinde aflatoksin M<sub>1</sub> olmadığı tespit etmişlerdir. 6 adet (%8,33) süt numunesinde aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilememişken 66 adet (%91,67) süt numunesinde limitlerin altında kalmak kaydıyla ölçülebilir aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilmiştir.

Yine yapılan diğer bir çalışmada ORUÇ H.H. ve arkadaşları; numune olarak aldıkları çiğ süt ve UHT süt numunelerinin tümünde (% 100,0), miktarları 0,53-18,93 ng/kg arasında (ortalama 6,40±0,42) AFM<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre elde edilen maksimum AFM<sub>1</sub> seviyelerinin FAO/WHO, AB ve Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen limitlerin (50 ve 500 ng/kg) altında olduğu görülmüştür. Netice olarak, Bursa'da yapılan bu çalışmada analiz edilen çiğ süt ve UHT süt numunelerinde AFM<sub>1</sub> bulunma olasılığı yüksek (% 100) olup, AFM<sub>1</sub> seviyelerinin FAO/WHO, AB ve Türk Gıda Kodeksi'nin kabul edilebilir değerlerinin fazlasıyla altında tespit edildiği ve toplum sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı görülmüştür.

Saraç E. tarafından yapılan çalışmada; Giresun yöresinden toplanan 18 çiğ süt, 12 yoğurt, 12 peynir ve marketlerde satışı sunulan ulusal markalara ait 22 UHT süt, 10 yoğurt ve 17 peynir olmak üzere toplam 91 adet numune HPLC metoduyla AFM<sub>1</sub> yönünden incelenmiştir. Çalışmada; UHT süt örneklerinden 2 tanesinin (%2,2) Türk Gıda Kodeksinde belirtilen limit olan 0,05 ppb'nin üzerinde, diğer numunelerin AFM<sub>1</sub> oranlarının yasal limitin altında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç itibari ile; Türkiye'de üretilen işlenmiş süt ve bazı süt ürünleri ile Giresun yöresinde üretilen çiğ sütler ve bunlardan elde edilen yoğurt ve peynirlerin AFM<sub>1</sub> içeriğinin halk sağlığı açısından önemli bir risk oluşturmadığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmada; 10 adet çiğ süt numunesi, 10 adet ev ortamında kaynatılmış süt numunesi ve 10 adet pastörize süt numunesinde yapılan aflatoksin

taraması sonucu aflatoksin M<sub>1</sub> 0,000 ppb tespit edildi. Giresun yöresinde yetiştirilen ineklerden elde edilen sütlerde aflatoksin tehdidinin olmadığı, insan sağlığı açısından risk teşkil etmediği görüldü.



## KAYNAKLAR

1. Erdem, H., Özen, N. 1990. Aflatoksinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Açısından Önemi. *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5: 1-2.
2. Evren, M. 1999. Aflatoksinlerin Etki Şekilleri, Gıdalarda Bulunma Durumları ve Önleme Çareleri, *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14: 2.
3. <http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Kimyasal-Analizler/Gecmisten-Gunumuze-Mikotoksinler-ve-Aflatoksinler>. Web adresinden 15 Eylül 2015 tarihinde edinilmiştir.
4. <http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analizler/Gidalarda-Aflatoksinler-ve-Kuf-Analizleri>. Web Adresinden 15 Eylül 2015 Tarihinde Edinilmiştir.
5. Ünlütürk, A., Turantaş F. 1998. *Gıda Mikrobiyolojisi*, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
6. Evren, M. 1997. Samsun Piyasasında Satışa Sunulan Değişik Besinlerde Bozulma Etkeni Olan Küfler Üzerinde Araştırmalar. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Samsun.
7. <http://tr.wikipedia.org/wiki/aflatoksin>. Web Adresinden 19 Eylül 2015 Tarihinde edinilmiştir.
8. <http://www.gidadanismanim.net/2012/01/aflatoksinler-zararlari-aflatoksikozis-belirtileri-ve-aflatoksin-cesitleri/>. Web Adresinden 28 Ağustos 2015 Tarihinde edinilmiştir.
9. Korukoğlu, M., Şahin, İ. Cevizlerde Mitotoksin Kirliliğinin Araştırılması. Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu Bildirileri. 5-8 Eylül 2001, Tokat-Türkiye
10. Talay, M. 1997. *Ekmek Bilimi ve Teknolojisi*, Ekin Yayıncılık, İstanbul.
11. Baysal, A. 1999. *Beslenme*. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü Ders Kitabı, Ankara.
12. Sencer, E. 1991. *Beslenme ve Diyet*. İstanbul Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
13. Demirci, M. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI.Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. 2000, Tekirdağ-Türkiye.
14. Özen, N. Aşkın, Y. ve Şekerden, Ö. 1986. *Karadeniz Hayvancılığının Sorunları ve Çözüm Yolları*. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Samsun.

15. Göktan, D. 1990. *Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, Et Mikrobiyolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
16. Kielstein, P. 1993. Pilze als Krankheitserreger bei Mensch und Tier. In: Allgemeine Mikologie (ed. Weber, H.). *Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart*.
17. Tunail, N. 2000. *Funguslar ve Mikotoksinler, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını. Sim Matbaası, Ankara.
18. Basmacıoğlu H., Ergül M. 2003. Yemlerde Bulunan Toksinler ve Kontrol Yolları, *Hayvansal Üretim Dergisi* 44 (1): 9-17.
19. Fels-Klerx H. J., Kandhai M. C., Booij C. J. H. 2008. A Conceptual Model For Identification Of Emerging Risks, Applied To Mycotoxins Inwheat-Based Supply Chains. *World Mycotoxin Journal*, 1 (1): 13-22.
20. Anonymous. 2006. European Commission. Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 Setting Maximum Levels For Certain Contaminants In Foodstuffs. *Official Journal of the European Communities*. L364: 5-24.
21. Anonymous 2003. European Commission. Commission Directive 3003/100/ EC of 31 October 2003 Amending Annex I to Directive 2002/32/ EC Of the European Parliament And Of The Council On Undesirable Substances In Animal Feed. *Official Journal of the European Communities*. L285: 33-37.
22. Oruç, H. H. 2005. *Mikotoksinler ve Tanı Yöntemleri*, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 24 (1-2-3-4): 105-110.
23. Seçer, E. 2000. Açık Alanlarda Depolanan Buğdaylarda Gelişen Funguslar ve Bunların Oluşturduğu Toksinler Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, pp. 122 , Ankara.
24. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı: Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2008/26, Resmi Gazete, Sayı: 26879, Tarih: 17.05.2008.
25. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı: Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2005/3, Resmi Gazete, Sayı: 25718, Tarih: 05.02.2005.
26. Karakaya, Y., Atasever, M. 2010. Mısır Silajında Aflatoksin B<sub>1</sub> Varlığının ve Süte Geçme Durumunun Araştırılması, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*,

- 16: 123-127.
27. Bakırcı, I. 2001. A Study On The Occurrence Of Aflatoxin M<sub>1</sub> In Milk And Milk Products Produced In Van Province of Turkey. *Food Control*, 12:47-51.
28. Oruç, H. H., Kalkanlı, Ö., Cengiz, M. ve Sonal, S. 2005. Bursa'nın Ova ve Dağ Köylerinden Toplanan Çiğ Sütlerde Aflatoksin M<sub>1</sub> Düzeyleri. II.Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, 23-24 Mayıs 2005, İstanbul-TÜRKİYE.
29. Gürbay, A., Engin, A. B., Aydın, S. ve Şahin, G. 2005. Ankara'da Sıklıkla Tüketilen Süt Örneklerinde Aflatoksin M<sub>1</sub> Düzeylerinin Belirlenmesi. II.Ulusal Mikotoksin Sempozyumu, 23-24 Mayıs 2005, İstanbul-TÜRKİYE.
30. Dağoğlu, G., Keleş, O. ve Yıldırım, M. 1995. Peynirlerde aflatoksin düzeylerinin ELISA testi ile araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21 (2): 313-317
31. Oruç, H. H., Sonal, S. 2001. Determination Of Aflatoxin M<sub>1</sub> Levels In Cheese And Milk Consumed In Bursa, Turkey. *Veterinary and Human Toxicology*, 43 (5): 292-293.
32. Kırdar, S. S. 2006. Süt ve Ürünlerinde Mikotoksinler. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
33. Allcroft, R., Carnaghan, R. B. A. 1963. Groundnut Toxicity: An Examination For Toxin In Human Food Products From Animals Feed Toxic Groundnut Meal. *Veterinary Record Journal*, 75: 259-263.
34. Özkazanç, N., Russel-Sinn, H., Şanlı, Y. ve Kaya, S. 1992. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Üretilen Karma Yem ve Yem Hammaddelerinin Mikotoksinlerle Kirlenme Durumunun İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 39: 268-290.
35. Patterson, D. S. P., Glancy, E. M. and Roberts, B. A. 1980. The "Carry Over" Of Aflatoxin M<sub>1</sub> Into Milk Of Cows Fed Rations Containing a Low Concentration Of Aflatoxin B<sub>1</sub>. *Food Cosmet Toxicol*, 18: 35-37.
36. Özkaya, Ş., Başaran, A., Kaymak, T., Dikmen, O., Kocabey, M., Demirkazık, G., Altındış, N. ve Ramiz, R. 2002. Gıda ve Yemlerde Mikotoksin Düzeylerinin Tesbiti. Bölüm 2: Türkiye'de Üretilen Süt ve Peynirlerde Aflatoksin M<sub>1</sub> Aranması. Gıdalarda

- Katkı, Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi II. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma-Kontrol Genel Müdürlüğü Tebliği, Bursa.
37. Yaygın, H., Demiryol, E. 1980. Süt ve Mamüllerinde Aflatoksin. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18: 99-111.
38. Kiermeir, A., Reindardt, V. and Behringer, G. 1975. Zom Vorkommen Von Aflatoxinen In Rahmilch. *Deutsche Lebensm-Rdsc*, 71: 32-38.
39. Mertens, D. R. 1979. Biological Effects Of Mmycotoxins Upon Rumen Function and Lactating Dairy Cows. In Interactions Of Mycotoxins in Animal Prodtuction, Pceedings Of Symposium, National Academy Of Sciences, 1:118-136.
40. Van Egmond, H. P. 1989. Current Situation On Regulations For Mycotoxins. Overview Of Tolerances and Status Of Standart Methods Of Sampling and Analysis. *Food Addit Contam Journal*, 6: 139-188.
41. Akdemir, Ç., Altıntaş, A. 2004. Ankara'da İşlenen Sütlerde Aflatoksin M<sub>1</sub> Varlığının ve Düzeylerinin HPLC ile Araştırılması. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 51: 175-179.
42. Anonim (1997). Gıdalarda Mikotoksin Tayini. Türk Standardı TS 12294/Nisan. ICS 67.220.20.
43. Anonim (1990). Aflatoksin Kontrolüne Dair Tebliğ. Resmi Gazete 20506: 21.
44. Mayes, J., Mc Donald, S. 1995. MAFF-UK-Survey Of Aflatoxin M<sub>1</sub> In Retail Milk and Milk Products. CSL Food Science Laboratory. Report No. FD 94/98A.
45. Scott, P. M., Trucksess, M. W. 1997. Application Of Immunoaffinity Columns To Mycotoxin Aanalysis. *Journal Association of Official Agricultural Chemists*, 80: 941-949.

## ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Giresun'un Bulancak İlçesi'nde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bulancak'ta tamamladı. 1999 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünden Temmuz 2003'te mezun oldu. Eylül 2012'de girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans programında öğrenimine halen devam etmektedir.

