

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA İLİNDEKİ ANNE SÜTÜ
ÖRNEKLERİNDE AFLATOKSİN M₁ VARLIĞININ
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS
TEZİ

Dilek KOÇAK

DANIŞMAN
Prof. Dr. Hisamettin DURMAZ

ŞANLIURFA
2016

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA İLİNDEKİ ANNE SÜTÜ
ÖRNEKLERİNDE AFLATOKSİN M₁ VARLIĞININ
BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS
TEZİ**

Dilek KOÇAK


**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hisamettin DURMAZ**

ŞANLIURFA

2016

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Dilek KOÇAK'ın hazırladığı “Şanlıurfa İlindeki Anne Sütü Örneklerinde Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi” konulu çalışma, 01.06.2016 tarihinde jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Hisamettin DURMAZ (Danışman)
Yüzüncü Yıl Üniversitesi
BAŞKAN


Doç.Dr. Füsun TEMAMOĞULLARI
Harran Üniversitesi
ÜYE


Yrd.Doç.Dr. Serap KILIÇ ALTUN
Harran Üniversitesi
ÜYE

ONAY
02.06/2016
Prof.Dr. Nurten AKSOY
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜRLER

Çalışmam süresince bilgi ve birikimlerini benimle paylaşarak beni motive eden, destekleyen, çalışmalarımda büyük emeği olan, Yüzüncü Yıl Üniversitesi öğretim üyelerinden danışman hocam, Sayın Hisamettin DURMAZ'a sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında katkılarını gördüğüm Harran Üniversitesi öğretim üyelerinden değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Serap KILIÇ ALTUN ve Doç. Dr. Faruk BOZKAYA'ya, Şanlıurfa Gıda Tarım Laboratuvarında çalışmalarımın yürütülmesinde yardımcı olan Veteriner Hekim Sadık Serkan AYDIN ve ekibine, tüm bu çalışmalar boyunca daima yanımda hissettiğim benden desteklerini esirgemeyen kardeşim Doç. Dr. Melek KOÇAK, Tülin BABAL KOÇAK, Mesut İlker KOÇAK ve sevgili dostum Yrd. Doç. Dr. Gül ERKOL BAYRAM' a, anne sütü örneklerinin toplanmasında yardımcı olan öğrencilerime, arkadaşlarıma ve emeği geçen herkese en kalbi şükran, minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Dilek KOÇAK

2016

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEŞEKKÜRLER.....	I
TABLO DİZİNİ.....	IV
ÇİZELGE DİZİNİ.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Gıdalarda Aflatoksin Oluşumu.....	5
2.2. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksinler	7
2.2.1. Sütte Aflatoksin M ₁ Varlığı ve Stabilitesi.....	7
2.2.2. Peynirde ve Diğer Süt Ürünlerimde Aflatoksin M ₁ Varlığı ve Stabilitesi.....	10
2.2.3. Sütü İşletme Yöntemlerinin Aflatoksin M ₁ Stabilitesine Etkisi.....	10
2.3. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M ₁ Analizinde Kullanılan Teknikler.....	11
2.4. Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunabilecek Maksimum Aflatoksin M ₁ Limitleri.....	12
2.5. Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunan Aflatoksinlerin İnsan Sağlığına Etkileri.....	14
2.6. Anne Sütünün Bebek ve Anne Sağlığı Açısından Önemi.....	16
2.7. Gıdalarda Aflatoksin M ₁ Oluşumunu Önleme ve Arındırma Çalışmaları.....	18
2.7.1. Gıdalarda Aflatoksin Oluşumunu Önlemek İçin Alınabilecek Önlemler.....	18
2.7.2. Gıdalarda Aflatoksin Oluşumunun Kontrol Altına Alınması.....	19
2.7.3. Gıdalarda Aflatoksini Arındırma Çalışmaları.....	19
2.7.3.1. Aflatoksinin Fiziksel Yollarla Uzaklaştırılması.....	19
2.7.3.2. Aflatoksinin Kimyasal Yöntemlerle Parçalanması.....	19
2.7.3.3. Aflatoksinin Uzaklaştırılmasında Biyolojik Teknik Uygulamaları.....	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
3.1. Deney Kurgusu.....	21
3.2. Metot.....	21
3.2.1. Örneklerin Hazırlanması.....	21
3.2.2. Test Kiti İçeriği ve Kullanılan Malzemeler.....	22
3.2.3. Cihazlar.....	22
3.3. Test Prosedürü.....	23

3.4. Değerlendirme.....	23
3.5. İstatistik.....	24
4. BULGULAR.....	25
4. 1. Bireylere İlişkin Tanımlayıcı Bilgiler.....	25
4.2. AFM ₁ Değerleri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Analizler.....	29
5. TARTIŞMA.....	31
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
7. KAYNAKLAR.....	41

TABLO DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Katılımcılara İlişkin Demografik veriler.....	25
Tablo 2. Katılımcıların Tükettikleri Gıdaların Üretim Şekilleri AFM ₁ Düzeyleri.....	26
Tablo 3. Annelerin Temel Besinleri Tüketim Durumu AFM ₁ Düzeyleri.....	27
Tablo 4. Katılımcıların Besin Saklama Durumu ve AFM ₁ Düzeyleri.....	28
Tablo 5. Katılımcılarda AFM ₁ Görülme Oranı	28
Tablo 6. AFM ₁ ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kruskal-Wallis estisi.....	29
Tablo 7. AFM ₁ Değeri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kruskal-Wallis Testi	30
Tablo 8. AFM ₁ Değeri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney- U est.....	30

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1. Mikotoksin Üreten Fungus Türlerinin Gelişebildiği Ortamlara Göre Gruplandırılmaları.....	5
Çizelge 2. Süt ve Ürünlerinde Bulunan Mikotoksinler.....	9
Çizelge 3. “Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği” ne Göre Gıda Maddelerinde Kabul Edilebilir En Yüksek Aflatoksin Tipi Değerler.....	13
Çizelge 4. Bazı Avrupa Ülkeleri ve ABD için Gıdalardaki Maksimum AFM ₁ Değerleri.....	14
Çizelge 5. Dünyanın Çeşitli Ülke/Şehirlerinde Anne Sütü Örneklerinde AFM ₁ Varlığına Dair Bulgular.....	33

ÖZET

Şanlıurfa İlindeki Anne Sütü Örneklerinde Aflatoksin M₁ Varlığının Belirlenmesi

Dilek KOÇAK

Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Bebek beslenmesinde anne sütünün önemi bilinmektedir. Aflatoksin M₁ (AFM₁) içeren anne sütleri bebek sağlığı açısından büyük bir risk faktörüdür. Aflatoksinler (AF) toksik, kansorejenik ve mutajenik aktiviteye sahip olup, gıda ve yem maddelerinin aflatoksinlerle kontaminasyonu, önemli sağlık sorunlarına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu araştırmada, özellikle aflatoksin kontaminasyonunun yoğun olarak gözlemlendiği mısır, pamuk tohumu, fıstık ve isot gibi ürünlerin üretim ve tüketiminin yoğun olduğu Şanlıurfa ilinde laktasyon dönemindeki annelerin sütlerindeki Aflatoksin M₁'in varlığı ve düzeylerinin, kadınların yerleşim yerleri ve eğitim durumlarına göre ELISA yöntemi ile karşılaştırmalı olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Şanlıurfa'da bulunan hastanelerde doğum yapmış annelerden 01.05-01.09.2013 tarihleri arasında alınan 89 süt örneği kullanıldı ve Aflatoksin M₁ miktarları ölçüldü. İncelenen örneklerin 83 (%93,25)' ü pozitif bulundu. Bu örneklerdeki Aflatoksin M₁ düzeyleri ile domates salçasını hazır tüketen; bazı tahıl gruplarını saklayan ve yüksek düzeyde Antep fıstığı tüketen katılımcılar arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu belirlendi. Ancak katılımcıların aflatoksin M₁ değerleri ile yaş, eğitim düzeyi, gelir, ısınma durumları arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Pozitif örneklerde bulunan ortalama Aflatoksin M₁ oranı ortalama 8,1 pg/ml olarak ölçüldü. Türkiye'de bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dahil) sütleri için kabul edilebilir Aflatoksin M₁ oranı 25 pg/ml dir. Yapılan çalışmada bu değer üstünde anne sütü örneklerine rastlanmasa da anne sütlerinde bulunan Aflatoksin M₁'in bebek sağlığı açısından önemli bir risk faktörü olabileceği düşünüldüğünde, gıdaların saklanma ve tüketim koşulları konusunda halkın bilgilendirilerek anne sütlerine gıda yolu ile geçen Aflatoksin M₁ oranının azaltılabileceği kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: Anne sütü, Aflatoksin M₁, Şanlıurfa, ELISA.

ABSTRACT

Determination of Aflatoxin M₁ In Human Breast Milk in Province of Şanlıurfa

Dilek KOÇAK

Food Hygiene and Technology Department, Master Thesis

Important role of human breast milk in infant nutrition is well known. Human breast milk with Aflatoxin M₁ (AFM₁) is an important risk for baby health. Aflatoxins (AF) has an carcinogenic and mutagenic activity and Contamination of food and feed with aflatoxins has leads to important health problems and economic losses. In this project has tried to be determined to the presence of mother breast of Aflatoxin M₁ during lactating according to women's place of residence and education level with the ELISA method in Şanlıurfa province which observed extensively as intense of aflatoxin contamination, cottonseed, peanut and Chipotle products such as production and consumption. 89 breast milk sample taken from mothers gave birth in Şanlıurfa were used between 01.05-01.09.2013 and Aflatoxin M₁ amount was scaled. 83 (93,25%) samples after examination were found positive. There is a significant relationship in Participants who used consumed to tomatoes paste as ready and stored to some grain groups and consumed to pistachios in high levels with Aflatoxin M₁ levels. However, participants of aflatoxin M₁ value with age, education level, income, there was no significant correlation in participants' Aflatoxin M₁ value with their age, education level, income, warming condition. In positive samples; The average of Aflatoxin M₁ rate was scaled as 8,1 pg/ml. Acceptable Aflatoxin M₁ rate is 25 pg/ml in Turkey. Breast milk over this value hasn't been seen. Also, It was concluded that Aflatoxin M₁ found in breast milk could be a risk factor for baby health and Aflatoxin M₁ rate contamination via breast milk could be reduce with the public should be educated about storing and contamination condition of food. In addition, the results obtained from this study have a potential to be a guide for future studies in at this subject.

Key words: Human Breast Milk, Aflatoxin M₁, Şanlıurfa, ELISA

1.GİRİŞ

Gıda maddelerinin kalitesi gıdanın besleyici değeri ve hijyenik kalitesine bağlıdır. 200'den fazla hastalık gıdalar yolu ile insanlara bulaşmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıklar intoksikasyon ve enfeksiyon olmak üzere iki tiptir. İntoksikasyonlar kimyasal kökenli ve biyolojik kökenli olmak üzere iki grupta incelenir. Biyolojik kökenli intoksikasyonlar ise hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal olmak üzere üç gruba ayrılır. Mikrobiyal intoksikasyonlar da etkenlerine göre; bakteriler ve küfler olmak üzere iki gruptan oluşur (20).

Küfler tarafından oluşturulan ikincil toksik bileşiklere "mikotoksin" denir (5). Mikotoksin kelimesi Yunancada mantar anlamına gelen "Mykes" ve latince zehir anlamına gelen "Toxikon" isimlerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Mikotoksinler vücuda alındıkları zaman insan ve hayvanlarda zehirlenmelere sebep olurlar (17). Mikotoksinlerin sebep olduğu zehirlenme ve hastalıklara "mikotoksikoz" denir (13). Direk mikotoksin içeren gıdaların tüketimi sonucu insan ve hayvanlarda görülen mikotoksikoz "Birincil mikotoksikoz", mikotoksinler tarafından kontamine olmuş yiyecekleri yiyen hayvan ve insanların eti, sütü ve yumurtası gibi hayvansal ürünlerin tüketimi ile ortaya çıkan mikotoksikoz "İkincil mikotoksikoz" denir. Mikotoksinler özellikle karaciğer ve böbrek gibi organlarda dejenerasyonlar, bağışıklık sistemi bozuklukları, kusurlu ve eksik organ oluşumları, deri nekrozları, üremede azalma ve kilo kaybı gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca aflatoksinlerin siroz, hepatit, kronik gastrit, Reye sendromu ve böbrek hastalıklarına neden olabileceği, çocuklarda da Kwashiorkor hastalığı ile de ilgili olduğu bildirilmektedir. Mikotoksinler yüksek dozda tüketildiklerinde metabolizmada akut toksik etki meydana getirerek, kısa bir süre sonra ölüme neden olmaktadır (18, 24, 48, 57). Mikotoksinler genellikle kontamine gıdanın tüketilmesi ile vücuda alınır. Toksik sporların inhalasyonu ve doğrudan deri ile temas ile de AFM₁' e maruz kalınabilir. Kişinin beslenmesinde uzun süre az miktarda alınan mikotoksinlere maruz kalması, bir süre sonra çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Kişinin AFM₁'den etkilenme düzeyi yaşına, beslenmesine, hepatit B enfeksiyonu gibi bazı sağlık sorunlarının bulunmasına göre değişir (57).

Bilimsel çalışmalar 300'den fazla küf türünün olduğunu belirlemiştir. İçlerinden 200-250 kadarının mikotoksin üretebildiği, 20'sinin de hastalık yapıcı özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Mikotoksinlerin toksik olarak oluşturdukları etkiler farklıdır. Bunların içinde en tehlikeli ve kanserojen etkiye sahip olanı aflatoksinlerdir. Küfler doğada hava, toprak, su

ve organik maddeler üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Aflatoksin üreten küfler özellikle uygun koşullarda hemen her türlü üründe rahatlıkla üreyebilirler. Birçok ülke, özellikle de tropikal ve subtropikal iklime sahip ülkeler için, üretilen gıda maddelerinde aflatoksin kontaminasyonunun varlığı büyük bir sağlık sorunu olmaktadır. Türkiyede aflatoksin sorunu ilk kez 1967 yılında Kanada' ya ihraç ettiği 10 ton fındığın iade edilmesi ile yaşanmıştır. Daha sonraki yıllarda (1971, 1973 yıllarında) da ABD ve Danimarkaya ihraç edilen ürünlerde, aflatoksin varlığı nedeni ile iade edilmiş, bu durum ekonomik kayıplara neden olmuştur (13, 17, 19, 24, 53, 57).

1960 yılında, İngiltere'de 100.000'den fazla hindi küflü yer fıstığı küspesi yemesi sonucu ölmüştür. Etkeninin *Aspergillus flavus* olduğu belirlenmiş, bu küf türüne de "Aflatoksin" denmiştir. Aflatoksin ismi *Aspergillus*'un ilk harfi "A", flavus'un ilk üç harfi "fla" ve zehir anlamına gelen "toksin" kelimesinin birleştirilmesi ile türetilmiştir (17, 24). Aflatoksinler sağlık açısından teratojenik, mutajenik ve kanserojenik etkiye sahip olmalarının yanısıra ısıya dirençli olmaları nedeniyle de sağlık açısından büyük bir risk oluşturmaktadırlar (2, 19, 57).

Aflatoksinler, *Aspergillus nomius* ve *Aspergillus tamari* küfleri tarafından da üretilebilirler fakat esas olarak *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* mantarlarının belli suşlarının sekonder metabolitleridirler. Aflatoksinlerin ultra viyole (UV) ışını altında verdikleri floresan renkleri harflerle ifade edilmektedir. Mavi (blue) floresan ışık verenler B, yeşil-sarı (green) floresan ışık verenler G harfi ile gösterilmektedir. Daha sonra yapılan çalışmalarda aflatoksin bulunan yemleri tüketen hayvanların sütlerinde bu toksinlerin bir türevinin bulunduğu ortaya konmuş ve sütte bulunmasından dolayı buna "süt toksini" (milk toxin) anlamında Aflatoksin M (AFM) adı verilmiştir (33, 57). Mikotoksinlere verilen sayılar toksisite oranını gösterir. "1" rakamı yüksek toksisiteyi, "2" rakamı ise düşük toksisiteyi ifade eder. Yapılan çalışmalarda aflatoksinlerin birbirine benzer 17 türevi belirlenmiştir. Bunların içinde yer alan B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ ve M₂ önemli aflatoksin türevleri olarak bilinmektedirler (58). Bu toksinlerin çeşitli besin ve tohumlarda farklı miktarlarda bulunduğu ve aflatoksin B₁ (AFB₁)'in en etkin olan toksin tipi olduğu belirtilmektedir (5, 24, 47, 57).

Bebek beslenmesinde anne sütünün önemi bilinmektedir. Anne sütü sağlıklı beslenecek bebekler için alternatifsiz bir gıda olmasının yanısıra AFM1 içeren anne sütleri bebek sağlığı

açısından büyük bir risk faktörüdür. Aflatoksinler toksik, kansorejenik ve mutajenik aktiviteye sahip olup, gıda ve yem maddelerinin aflatoksinlerle kontaminasyonu, önemli sağlık sorunlarına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bilimsel çalışmalarda biyolojik bir sıvı olarak anne sütünün avantajı, emzirme döneminde kolayca elde edilmesi ve aflatoksinlere bebeklerin maruz kalmalarının değerlendirilmesi için çok önemli ipucu vermesidir (41).

Bebek beslenmesi için bu kadar önemli olan anne sütünü olumsuz etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlardan biri de annelerin beslenme alışkanlıklarına ve besinleri saklama koşullarına bağlı olarak, vücutlarına yiyeceklerle aldıkları küfler ya da küflerin oluşturdukları mikotoksinlerdir. Mikotoksinler anne sütüne geçebilmekte ve emzirme yolu ile bebekler üzerinde zararlı etki gösterebilmektedirler (54). Yeni doğan bebekler düşük vücut ağırlıkları, yüksek metabolik hızları, yeterli detoksifikasyon yapamamaları, organların ve dokuların tam olarak gelişmemiş olması gibi nedenlerden dolayı yetişkinlere nazaran hasta olma açısından daha fazla risk taşımaktadırlar (21). Bebeklerin mikotoksinlere maruz kalması gebeliğin başlangıcıyla başlamaktadır. Birçok kontaminant plasenta ile bebeğe geçmekte ve maruz kalım besinlerle ya da hava ve su ile yaşam boyu devam etmektedir. Bebeğin başta anne sütü daha sonra da ek besinleri tüketmeye başlaması ile de besin kaynaklı toksinlere maruz kalımda başlamaktadır (2).

Annelerin beslenme koşulları ve diğer bazı faktörlerle ilişkili olarak çeşitli mikotoksinlerin ve bunlara ait metabolitlerin anne sütünde araştırıldığı 1984-2015 yılları arasında yapılan çok sayıda araştırmanın kıtalar, ülkeler ve şehirlere göre sistematik literatür bilgi derlemesi Cherkani-Hassani ve ark. (2016) tarafından yapılmıştır. Bu derlemeye göre Dünya genelinde anne sütü örneklerinde AFM1'in bulunuşunu etkileyen faktörlerin sırasıyla 1-Annenin beslenme alışkanlıkları, 2-Annenin sosyo-demografik durumu, 3-Mevsimsel değişiklikler 4- Analiz metodlarının duyarlılığı olduğu ifade edilmektedir. Türkiye'de ise anne sütü örneklerindeki AFM1 düzeylerine yönelik toplam altı çalışma mevcuttur (15). Bu çalışmalar Türkiye'nin Ankara (10, 28), İstanbul (38), Afyonkarahisar (41), Samsun (4) ve Erzurum (7) illerini kapsamaktadır. Yapılan bu çalışmalarda annenin beslenme alışkanlıklarını ve sosyo-demografik durumunu da değerlendiren sadece iki çalışma bulunmaktadır. (10, 41)

Sunulan çalışmada şanlıurfa'da yaşayan laktasyon dönemindeki annelerin süt örneklere materyal olarak kullanılmış ve örnek alınmadan önceki 12- 24 saat içinde tükettikleri yiyecekler anket yoluyla belirlenerek, bu yiyecekler ile süt örneklerindeki AFM1 düzeyi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun yanında katılımcılara ait yaş, eēitim durumu, meslek, ısınma şekli ve gelir düzeyine ilişkin sosyo-demografik veriler de sorgulanarak bunların süt örneklerindeki AFM1 düzeyine olan etkisi irdelenmiştir. Sunulan alışma, bu yönleri ve şanlıurfada bir ilk olması nedeniyle önem arz etmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gıdalarda Aflatoksin Oluşumu

Küf üreten mantarlar, başta sıcak bölgeler olmak üzere, hava akımları ve rüzgarlarla taşınarak atmosferin çeşitli katmanları da dahil olmak üzere hemen her yerde bulunabilirler. Mikotoksin kontaminasyon miktarı çeşitli faktörlere göre değişir. Bunlar; yaşanan coğrafya, mevsimler, iklim, ürünün cinsi, hasat yılı vb. olabilir. Yeryüzündeki ürünlerin dörtte birinin mikotoksin ile kontaminasyon tehlikesinin olduğu belirtilmiştir. Bu oldukça büyük bir rakam, ciddi bir risktir. Mikotoksinler, toksini üreten mantarın gelişebildiği vasatlara göre çizelge 1’ de ki gibi sınıflandırılırlar (27, 47).

Çizelge 1. Mikotoksin Üreten Fungus Türlerinin Gelişebildiği Ortamlara Göre Gruplandırılmaları (16).

A. Bitkiyi Enfekte Edenler		B. Depolanmış Ürünü Enfekte Edenler	
<i>Claviceps purpurea</i>		<i>Aspergillus flavus</i>	<i>P.urticae</i>
<i>Helminthosporium biseptatum</i>		<i>A.parasiticus</i>	<i>P.verruculosum</i>
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		<i>A.ochraceus</i>	<i>P.puberulum</i>
<i>Fusarium graminearum</i>		<i>A.clavatus</i>	<i>P.expansum</i>
<i>Gibberella zeae</i>		<i>A.fumigatus</i>	<i>P.rugulosum</i>
<i>Rhizoctonia leguminicola</i>		<i>A.rubrum</i>	<i>P.palitans</i>
<i>Aspergillus flavus</i>		<i>A.chevalieri</i>	<i>P.roqueforti</i>
C. Çürüyen Organik Maddeyi Enfekte Edenler		<i>Penicillium</i>	<i>P. Purpurogenum</i>
<i>Pithomyces</i>	<i>Fusarium</i>	<i>islandicum</i>	
<i>chartarum</i>	<i>graminearum</i>	<i>P.citrinum</i>	<i>Chaetomium globosum</i>
<i>Stachybotrys atra</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>P.rubrum</i>	<i>Fusarium</i>
	<i>globosum</i>		<i>graminearum</i>
<i>Periconia</i>	<i>Dendrodochium</i>	<i>P.citreoviride</i>	<i>F.tricinctum</i>
<i>minutissima</i>	<i>toxicum</i>		
<i>Fusarium</i>	<i>Myrothecium</i>	<i>P.cyclopium</i>	<i>F.nivale</i>
<i>sporotrichoides</i>	<i>verrucaria</i>		
<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Trichotheciumroseum</i>	<i>P.viridicatum</i>	<i>F.moniliforme</i>
<i>Alternaria longipes</i>	<i>Trichoderma viride</i>		

Mikotoksinler, ürüne hasattan önce ve/veya hasattan sonra bulaşabilirler. Mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler şunlardır; bağıl nem, sıcaklık, substratın tipi ve içerdiği besin öğeleri, gıdanın asitliği atmosferdeki oksijen ve karbondioksit düzeyleri, diğer mantar türlerinin varlığı, coğrafi konum, genetik şartlar vb. Bunların açıklayacak olursak; Mikotoksin oluşumuna etki eden en önemli faktörlerden biri nemdir. Nem fungal etkinin ve çoğalmanın başlayabilmesi için gerekli olan çevresel koşulların başında gelir. Aflatoksin üreten mantar sporlarının gelişebilmesi için rutubetin %50 veya daha yüksek olması, çoğalma ortamındaki rutubet içeriğinin de %10'nun üstünde olması gereklidir. Sıcaklık da mikotoksin oluşumunda etkilidir. Her toksinin ihtiyaç duyduğu sıcaklık dereceleri farklıdır. Küflerin en fazla üredikleri sıcaklıklar 20–40°C'dir. Ortamdaki oksijenin %1'in altına düşürülmesiyle küf gelişimine paralel olarak toksin üretimi de azalır. Besin maddesinin çeşidi ve fiziksel durumu da küflerin gelişmesi açısından önemlidir. Küflerin üreyebilmek için organik karbonlara ve enerji kaynaklarına ihtiyaçları vardır. Küfler pH 2,1-11,2 gibi geniş bir aralıkta üreyebilmelerine karşın, pH 3,0-8,0 arasında optimum üremeleri gerçekleşmektedir (13, 24, 29, 57). Bir diğer önemli etki ise depolama şartları ve depolama süresinin uzunluğudur. Ortam şartları oluşursa 2-4 gün içerisinde mitatoksin kontaminasyonu oluşabilmekte, 16-24 günlük bir süreçte aflatoksin miktarı dört katına çıkabilmektedir. Hayvanlar mikotoksinlerle kontamine olmuş yemlerle beslenirse, bu hayvanların et, süt, yumurta gibi ürünlerinde de aflatoksin bulunur. Bu nedenle hayvan yemlerinin kontamine olmayacak şekilde üretilip depolanması gerekmektedir (26, 27, 47).

Aflatoksin genellikle hasattan önce tarladayken ürünlere kontamine olur. Eğer kurutma işlemi iyi yapılmaz, depolamada küf gelişimi için nem-su limitleri aşırsa hasat sonrası aflatoksin kontaminasyonu gözlenir. Böcek ve kemirgenler yoluyla da depodaki ürünlere küf bulaşabilir. Küf gelişimini ve toksin oluşumunu, özel ekin büyüme aşamaları, zayıf gübreleme, yüksek ekin yoğunluğu ve yabancı otlar da arttırmaktadır (27). Örneğin mısır genellikle yetiştirme, hasat, depolama, taşıma vb. aşamalarda mikotoksine maruz kalır. Hasat öncesi ve sonrasında AFM₁ ile enfekte olan mısırlarda kurutma ve depolama koşullarının iyi olmaması halinde aflatoksin kontaminasyonunda artış görülmektedir (24, 57).

Aflatoksin oluşumu ayrıca diğer küf ve mikropların gelişimi ile de etkilenmektedir. Örneğin yer fıstığı ve mısırın hasat öncesi aflatoksin kontaminasyonu, yüksek sıcaklık, uzun süreli kuraklık ve yüksek böcek aktivitesi ile alakalı iken, hasat sonrası aflatoksin

kontaminasyonu ise; ılık sıcaklık ve yüksek nem ile alakalıdır (20, 27, 47). Bu nedenle ürünler ekilmesinden tüketimine kadar; hasat, nakliye, depolama, üretim, ürüne katkı maddeleri katılması, ambalajlama, rafta beklemesi vb. gibi birçok aşamada kontamine olabilirler (27).

Aflatoksinler, ayçiçeği, susam, ceviz, fıstık, fındık, keten tohumu vb. yağlı tohumlarda; incir, üzüm gibi kurutulmuş meyvelerde; mısır, buğday, çavdar, arpa, yulaf, pirinç, kepek, irmik, mısır gevreği, makarna gibi tahıl ve ürünlerinde, soya fasulyesi, fasulye, bezelye, mercimek gibi kuru baklagillerde, özellikle kırmızı toz biber, pul biber, karabiber gibi baharatlarda sık görülür (5, 13, 42, 43). Bu toksinler ışığa karşı duyarlı olduklarından, güneşte bekletilirlerse bir günde % 50' si canlılığını kaybetmektedir. Bu nedenle tahıllar ve ürünlerinin, kuru baklagillerin yıllık depolamada arasına güneşlendirilmesi önerilmektedir (13). Kakao, kahve, bira ve şarap gibi ürünlerde de AFM₁ görülmektedir (42). Mikotoksin ile kontamine olmuş yemlerle beslenen hayvanların ürünleri olan, süt, süt tozu, peynir, çiğ fermente sucuk ve salamlar, yumurta et ve sakatatlar da AFM₁ varlığı bakımından riskli gıdalardır. Aflatoksin kontaminasyonu bakımından en riskli gıdaların başında mısır, fıstık ve pamuk tohumu gelir (47).

2.2. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksinler

2.2.1. Sütte Aflatoksin M₁ Varlığı ve Stabilitesi

Süt ve süt ürünleri insanlar özellikle de çocuklar için hayvansal protein, kalsiyum, vitamin ve esansiyel yağ asidi gibi besin maddeleri açısından eşsiz bir besin olmasına rağmen, AFM₁ varlığı bakımından da insan sağlığını tehdit eden en riskli ürünlerden biridir. IARC tarafından 1993 yılında aflatoksin B₁ birinci dereceden, AFM₁ ise ikinci dereceden kanserojen madde olarak açıklanmıştır. Süt ve süt ürünlerinde *Penicillium* ve *Aspergillus* cinsleri yaygın olarak görünmekte ve birçok türü mikotoksin üretebilmektedir. Süt ve ürünlerinin içeriğinde AFB₁, AFB₂, AFM₂ gibi diğer aflatoksin çeşitleri de az da olsa bulunur. Süt toksini olarak da bilinen AFM₁, AFB₁ ile kontamine olmuş yemlerle beslenen süt hayvanlarının karaciğerinde metabolize edilerek oluşur ve hayvanın meme bezlerinden süte geçer. Çalışmalar insan kordon kanında tespit edilen AFM₁'in gelişmekte olan fetüse de geçebileceğini göstermiştir (5, 16, 26, 57). Bunun için hamile ve emziren annelerin, diyetlerine özellikle dikkat etmesi

gerekmektedir. Süt ve süt ürünleri her yaştaki birey için çok önemlidir. Özellikle de bebekler ve büyümekte olan çocuklar için temel bir besin kaynağıdır. Bu nedenle gerek anne sütü, gerekse ticari olarak satılan süt ve ürünlerinde AFM₁ varlığı sağlık açısından büyük bir tehlike oluşturmaktadır.

Süt ve ürünlerinde mikotoksinler çeşitli nedenlerle bulunabilir. Anne ya da hayvan mikotoksinler ile kontamine olmuş yiyecekleri tüketirlerse ürünlerinde AFM₁ görülür. Bir diğer nedeni de süt ya da ürününe sonradan mikotoksinlerin bulaşmasıdır. Mikotoksinler ile kontamine olmuş yem tüketen hayvanların sütlerinde bulunan AFM₁ varlığı ve miktarı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış, süte farklı oranlarda geçtiği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmaya göre yemde 20 g/kg AFB₁'in bulunması durumunda süte 0.06 g/kg AFM₁ geçişinin olduğu belirlenmiştir (57). Rüzgarla yayılarak ahırlara da küf sporları bulaşabilir, hayvan yemleri ve dışkıları da kontaminasyona neden olur. Büyük baş hayvanların dışkısında yapılan bir araştırmada, dışkıda çok sayıda mikotoksin varlığı görülmüş ve bunların % 40'ının *Aspergillus* cinsine ait olduğu bildirilmiştir. Kontaminasyonu önlemek için süt ve ürünlerinin üretiminde ahırların, süt sağım makinalarının, tankların paketlenme bantlarının, diğer donanım ve aletlerin küf sporlarından arındırılmış olması gerekir (58).

AFB₁ ile kontamine olmuş yemleri tüketen hayvanların sütlerinde AFM₁ bulunduğu belirlenmiştir. AFB₁'in biyotransformasyonu sonucu birincil metabolit olarak AFM₁ karaciğerde oluşturulur ve süt bezlerinden süten sentezlenmesi sırasında süte geçer (18). Vücuda alınan mikotoksinlerin % 90'ının bir gün içinde idrar ve dışkı ile dışarı atıldığı, % 5-6'lık miktarının ise karaciğerde tutunduğu saptanmıştır. Süte geçen AFM₁ miktarının hayvanın ırkı, laktasyon süresi, süt üretim miktarı vb. nedenlere göre değişiklik göstermekle beraber % 1-3 oranında olduğu belirlenmiştir. AFB₁ saf olarak ağızdan alındıktan 5 saat ya da AFM₁ bulunan yemin tüketilmesinden 12-24 saat sonra sütte tespit edilebilmektedir. Kontamine yem kesdikten 2-4 gün sonra sütte toksin bulunmadığı gözlenmiştir (16, 48, 57). Araştırmalar aşağıdaki etkenlerin aflatoksinin süte geçişinde etkili olduğunu bildirmektedir;

- 1- AFM₁'in süt ve ürünlerinde bulunmasındaki en önemli etken, süt ineklerinin AFB₁ ile kontamine olmuş yemleri tüketmesidir. Kontamine olmuş yemlerde bulunan AFB₁ oranı, süte geçen AFM₁ oranını etkilemektedir (26, 48, 57).

- 2- Laktasyonun ilk döneminde görülen aflatoksin geçişinin, laktasyonun son dönemindeki aflatoksin geçişine göre yüksek olduğu saptanmıştır.
- 3- Mevsimsel değişiklikler de sütlerdeki AFM₁ miktarını etkilemektedir. AFM₁ seviyesinin yaz aylarında düşük, kış aylarında yüksek olduğu belirlenmiştir. Soğuk mevsimlerde sıcak mevsimlere göre daha fazla miktarda AFM₁'e rastlandığı ifade edilmektedir. Bunun en önemli nedeni bahar ve yaz aylarında hayvanların taze otlarla beslenmeleri, kış aylarında ise hazır yemle beslenmeleridir (9, 16, 34, 48).

Aflatoksinin süte geçişi ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, geçiş miktarının, hayvana, sağım gününe, sağıma göre de farklılık gösterdiği belirlenmiştir (6, 12).

Süt ve ürünlerinde yaygın olarak bulunan mikotoksinler ve bu mikotoksinleri üreten bazı küfler Çizelge 2' de sunulmuştur (9). Süt ve ürünlerinde genellikle AFM₁ ve AFM₂, okratoksin (OTA) ve siklopiyazonik asit (CPA), trikotesen, zearalenon, patulin ve fumonisin mikotoksinleri bulunabilmektedir (5).

Çizelge 2. Süt ve Ürünlerinde Bulunan Mikotoksinler (5).

Mikotoksinler	Küfler
Aflatoksin	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus paraciticus</i>
Sitreoviridin	<i>Penicillium citreoviride</i> <i>Penicillium toxicariwn.</i>
Sitrinin	<i>Penicillium</i>
Siklopiyazonik asit	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Penicillium camemberti</i> <i>Penicillium cyclopium</i>
Deoksinivalenol (DON)	<i>Fusarium</i> türleri
Moniliformin	<i>Fusarium</i> türleri
Nivalenol	<i>Fusarium</i> türleri
Okratoksin	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium viridicatum</i>
Patulin	<i>Penicillium patulin</i>
Penicillic acid	<i>Aspergillus</i> türleri <i>Penicillium</i> türleri
Penitrem A	<i>Penicillium crustosum</i>
Sterigmatosistin	<i>Aspergillus nidulans</i> <i>Aspergillus versicolor</i>
T-2 Toksin (Triokotesen)	<i>Fusarium</i> türleri
Versicolorin A	<i>Aspergillus versicolor</i>

2.2.2. Peynirde ve Diğer Süt Ürünlerinde Aflatoksin M₁ Varlığı ve Stabilitesi

AFM₁ kazein ile ilişkilidir ve süt proteinleri yayık altında tereyağına göre daha fazla oranda bulunmaktadır. Krema tereyağına göre daha fazla miktarlarda AFM₁ içermektedir. Suda çözünen ve kazeine bağlanma eğiliminde olan AFM₁'in krema ve tereyağında kontamine süte göre daha düşük düzeyde bulunacağı gözlenmiştir (16, 17, 30, 24). AFM₁, sütün işlenmesi sırasında sabit hale gelmekte, yoğurt, peynir gibi ürünlerin üretimi sırasında azalmamaktadır. Mikotoksinler ile kontamine olmuş süttten yapılan peynirlerde, peynirin daha yoğunlaştırılmış bir ürün olması nedeniyle yapıldığı süttten 3-3,5 kat daha fazla aflatoksin taşıdığı saptanmıştır. AFM₁ oranı yapıldığı süte göre değişmekle beraber, yumuşak peynirlerde 2,5-3,3 kat, sert peynirlerde ise 3,9- 5,8 kat daha fazladır. Süt tozunda ise süttten 7-8 kat daha çok AFM₁ bulunur (24). Dondurmada ki AFM₁ düzeyi ile kullanılan kontamine krema ve sütteki AFM₁ düzeyinin eşit miktarda olduğu, 8 aylık depolama süresinin sonunda sabit kaldığı tespit edilmiştir (17).

2.2.3. Sütü İşleme Yöntemlerinin Aflatoksin M₁ Stabilitesine Etkisi

Sütün AFM₁ içeriğinde işleme yöntemlerinin ve depolamanın da etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan araştırmalar Krema separasyonu AFM₁'in sütteki dağılımını etkilediğini göstermektedir. . Kimyasal olarak yarı polar, suda çözünen bir bileşik olan AFM₁'in sütün protein fraksiyonu ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. AFM₁'in hidrofobik kısımlara sahip olan kazein moleküllerine yüksek affinite, serum proteinlerine ise daha düşük affinite gösterdiği düşünülmektedir. Mikotoksinlerin yaklaşık %80' inin sütün yağsız kısmında bulunduğu; bunun da yaklaşık %30'unun kazeinle ilgili olduğu düşünülmektedir. Araştırmacıların bazıları sütü koyulaştırma işleminin AFM₁ oranına bir etkisinin olmadığını, bazıları da % 60-70 oranında bir azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir (17).

Isıl işlem uygulamasının süt proteinleri ve tuzlarının çözünebilirliği üzerine olan etkisi nedeniyle AFM₁ içeriğinin değişebileceği belirtilirken, bazılarında ise AFM₁ içeriğine önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalar pastörizasyon işleminin sütteki AFM₁ içeriğinde %7,62'lik bir azalmaya neden olduğunu ve hammadde de süte göre beyaz ve kaşar peynirlerinde üç kat, yoğurtlarda ise % 13 yoğunlukta AFM₁ bulunduğunu ortaya

çıkarmıştır (39). Diğer bir çalışma ise AFM₁'in pastörizasyon esnasında sabit kaldığını, sterilizasyon ve süt tozu elde etme işleminde büyük bir kısmının kayıp olduğunu belirtmiştir (16). Aflatoksin düzeyinin yoğurt ve ayran da hemen hemen aynı kaldığı, süttten tereyağına çok az miktarda aflatoksin geçtiği ve süt kazeinine bağlandığı tesbit edilmiştir (53). Aflatoksinlerin parçalanabilmeleri için 300 °C' nin üzerinde ısıya ihtiyaç olduğundan pastörizasyon işlemi aflatoksin miktarını azaltmamaktadır (19).

Araştırmacılar doğal olarak kontamine olmuş sütün silindir yöntemiyle kurutulması sonucunda AFM₁ oranında bir değişme olmadığını bildirmiştir. Dondurarak kurutma tekniği uygulandığında ise AFM₁ içeriğinde %12 oranında azalma olduğunu ve kurutulmuş sütte var olduğu bildirilen azalmanın sütte mevcut olan AFM₁'in geri alımındaki kayıpla olabileceğini belirtmişlerdir (17).

2.3. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M₁ Analizinde Kullanılan Teknikler

Aflatoksinlerin keşfedilmesiyle birlikte araştırmacılar çalışmalarını mikotoksin analiz yöntemleri üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Mikotoksinlerin gıda veya tohumlarda tespit edilmesinde başlıca 3 sorundan söz edilmektedir. Bunlar;

- 1- Aflatoksinlerin her bir grubunun fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olduğundan her bir grub için farklı analiz yöntemlerinin kullanılması gerekir.
- 2- Ürünler ve tohumlar çok az miktarda da olsa mikotoksinler ile kontamine olmuş ise, bunların gıdadan uzaklaştırılabilmesi için çok etkili bir temizleme işlemi yapılması gerekir ve her bir mikotoksin grubu için ayrı ekstrakt temizleme işleminin uygulanması şarttır.
- 3- Küfler ürünlere düzensiz bir şekilde dağılırlar. Bu nedenle sağlıklı sonuçlar alabilmek için, farklı bölgelerden numune alarak daha fazla sayıda test yapmak gerekir (35).

AFM₁ analizde kullanacağımız yöntem; duyarlılığı yüksek, yanılma payı düşük, ekonomik, analiz edeceğimiz ürünün özelliğine uygun olmalıdır. Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin varlığını belirlemek için biyolojik, kromatografik ve immunokimyasal olmak üzere

üç çeşit yöntem kullanılır. Kromatografik metod olarak; İnce Tabaka Kromatografisi (İTK, TLC), Kolon Kromatografisi, Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (YBSK, HPLC), ve Gaz Kromatografisi (GC), Gaz-Sıvı Kromatografisi (GCL) kullanılmaktadır. Bunlardan, TLC (Thin Layer Chromatography) Türkiyede aflatoksin analizi için en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemdeki en önemli sorun kirlenme çok olursa sonucun kesin olmamasıdır. HPLC (High Performance Liquid Chromatography)' nin güvenirliliği daha yüksektir fakat pahalı bir tekniktir. Bir seferde bir örnek analiz edildiğinden ve cihazı temizlemek gerektiğinden fazla zaman alır. Süt ve ürünlerinde AFM₁' in belirlenmesinde, uluslararası standartlarda, güvenirliliği yüksek olmasından dolayı HPLC önerilmektedir. Araştırmacılar HPLC ile IAK (İmmuno Affinite Kolon) kullanımının daha geçerli sonuçlar verdiğini, aynı zamanda kolay ve hızlı olduğunu belirtmişlerdir. İmmunokimyasal Metotlardan olan ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay), bu teknikler arasında duyarlılığı yüksek, kolay, hızlı ve ucuz olması nedeni ile çok tercih edilen yöntemlerden birisidir. Dez avantajı ise aynı tür mikotoksinler arasında çapraz reaksiyonun ortaya çıkması, bunun sonucu olarakta az da olsa yanılabilmesidir (19, 52).

2.4. Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunabilecek Maksimum Aflatoksin M₁ Limitleri

Aflatoksinin insan sağlığı açısından tehlikesi belirlendikten sonra, birçok ülke gıdalarda bulunabilecek AFM₁ değerleri konusunda yasal sınırlamalar getirmiştir. Bu konuda ilk yasal düzenleme faaliyetini 1965 yılında FDA (Food and Drug Administration) yapmıştır. Gıda maddelerinde bulunabilecek en yüksek AFM₁ değerini 30 mg/kg olarak belirlemiştir. Sonraları bu düzey FDA tarafından 20 mg/kg'a indirilmiştir. FDA'nın süt için belirlediği AFM₁ miktarı 0,5 mg/kg'dır. Son olarak FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) eksper komitesi, süt ve ürünlerinde bulunabilecek maksimum AFM₁ değerinin 0,05 µg/kg olması gerektiğini yayınlamışlardır (17). Türkiye/de kabul edilebilir AFM₁ oranı çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt bazlı ürünlerin kullanımında kullanılan sütte 50 pg/ml, Bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dahil) sütleri için 25 pg/ml dir (49). Maksimum kabul edilebilir AFM₁ limitleri ülkelere göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 3. “Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği” ne Göre Gıda Maddelerinde Kabul Edilebilir En Yüksek Aflatoksin Tipi Değerler (49).

2.1. GIDA (¹)	Maksimum limit (µg/kg)		
	B ₁	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	M ₁
2.1. MİKOTOKSİNLER			
2.1.1. Yerfıstığı ve diğer yağlı tohumlar (²) (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan) - Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılan yerfıstığı ve diğer yağlı tohumlar hariç	8,0 (⁶)	15,0 (⁶)	-
2.1.2. Badem, antepfıstığı ve kayısı çekirdeği (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	12,0 (⁶)	15,0 (⁶)	-
2.1.3. Fındık ve Brezilya Fındığı (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan) -Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılan fındık hariç	8,0 (⁶)	15,0 (⁶)	-
2.1.4. Sert kabuklu meyveler (Bölüm 2.1.2 ve 2.1.3’ de belirtilenler hariç) (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	8,0 (⁶)	15,0 (⁶)	-
2.1.5. Yerfıstığı ve diğer yağlı tohumlar (²) ve bunların işlenmiş ürünleri (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan) - Rafine edilecek bitkisel ham yağ ve rafine bitkisel yağ hariç	5,0 (⁶)	10,0 (⁶)	-
2.1.6. Badem, antepfıstığı ve kayısı çekirdeği (⁷) (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan)	8,0 (⁶)	10,0 (⁶)	-
2.1.7. Fındık ve Brezilya Fındığı (⁷) (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan) -Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılan fındık hariç	5,0 (⁶)	10,0 (⁶)	-
2.1.8. Sert kabuklu meyveler ve bunların işlenmiş ürünleri (Bölüm 2.1.6 ve 2.1.7’ de belirtilenler hariç) (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan)	5,0 (⁶)	10,0 (⁶)	-
2.1.9. Kurutulmuş meyveler (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan)	8,0	10,0	-
2.1.10. Tahıllar, bunlardan elde edilen ürünler ve bunların işlenmiş ürünleri (Bölüm 2.1.11,2.1.14 ve 2.1.16’ da belirtilenler hariç)	2,0	4,0	-
2.1.11. Mısır ve pirinç (doğrudan tüketime sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklamaveya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	5,0	10,0	-
2.1.12. Çiğ süt (⁸), ısıtılmış süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt	-	-	0,050
2.1.13. Baharatların aşağıdaki türleri için; - Kırmızıbiber (<i>Capsicum spp.</i>) (bunların kurutulmuş meyveleri, tüm ve öğütülmüş halleri dahil) - Karabiber (<i>Piper spp.</i>) (bunların meyveleri, akbiber ve karabiber dahil) - Hintceviz/Muskat (<i>Myristica fragrans</i>) - Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>) - Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>) -Bunların bir veya birkaçını içeren karışım baharat	5,0	10,0	-
2.1.14. Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları (³), (⁹)	0,10	-	-
2.1.15. Bebek formülleri ve devam formülleri (⁴), (¹⁰) (bebek sütleri ve devam sütleri dahil)	-	-	0,025
2.1.16. Bebekler için özel tıbbi amaçlı diyet gıdalar (¹¹), (¹²)	0,10	-	0,025

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre aflatoksin tipi gıda maddesi kabul edilebilir en yüksek değerleri çizelge 3'te gösterilmektedir. Avrupa ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için, gıdalardaki maksimum kabul edilebilir AFM₁ limitleri çizelge 4'te gösterilmektedir.

Çizelge 4. Bazı Avrupa Ülkeleri ve ABD için Gıdalardaki Maksimum AFM₁ Değerleri (µg/kg) (56).

Ülke	Süt	Peynir	Tereyağı
İsviçre	0,05	0,25	0,02
Avustralya	0,05	0,25	0,02
Belçika	0,1	-	-
Almanya	0,05	-	-
Hollanda	0,05	0,2	0,02
İsveç	0,05	-	-
Fransa	0,03 (Çocuklar İçin)	-	-
	0,05 (Yetişkinler için)	-	-
Çek Cumhuriyeti	0,1 (Çocuklar için)	-	-
	0,5 (Yetişkinler için)	-	-
Bulgaristan	0,5	-	-
ABD	0,5	-	-
Türkiye	0,05 (Yetişkinler için)		
	0,025 (Çocuklar İçin)		

2.5. Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunan Aflatoksinlerin İnsan Sağlığına Etkileri

Mikotoksinler küfler tarafından üretilen ikincil fungal metabolitler olup insan ve hayvanlar için sağlık açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Mikotoksinler vücutta etkili oldukları organ ve dokulara, etki mekanizmalarına göre değişik isimler alırlar. Karaciğere etki edenler "hepatotoksik", deriye etkili olanlar "dermatoksik", böbreklerde toksik etki yapanlar "nefrotoksik" sinir sistemine etki edenler "nörotoksik", bağışıklık sistemini etkileyenler "immunosupresif" veya "immunosupresif" olarak adlandırılırlar. Mikotoksinlerin toksik etkilerden başka; mutajenik, kanserojenik, teratojenik, halusinojenik, östrojenik, tremorjen etkileride görülebilir (24, 39).

Aflatoksinlerin insan ve hayvanlarda oluşturduğu akut ve kronik etkili mikotoksikoza "aflatoksikoz" adı verilir (10, 48, 58). İnsanlar aflatoksinlere direk temasla veya özellikle kontamine yemle beslenmiş hayvanlardan alınan ürünler vasıtasıyla maruz kalabilirler.

Mikotoksin çeşitleri içinde, AFB₁ insanlara karşı kanserojenik aktivite gösterdiği Dünya Sağlık Örgütü-Uluslararası Kanser Araştırma Enstitüsü (WHO-IARC) tarafından kanıtlanmış tek mikotoksin olması bakımından ayrı bir önem taşır. Zira insanlar tarafından en fazla tüketilen kümes hayvanlarının, küçük ve büyükbaş hayvanların, eti, sütü, yumurtası ve bazı organlarında yapılan incelemeler sonucu elde edilen bulgular; çok az miktarda alınan AFB₁'in bile öncelikle karaciğer ve diğer dokular olmak üzere ete, süte, yumurtaya geçebildiğini göstermektedir (24, 43, 48).

En zehirli olan aflatoksin, AFB₁'dir. AFM₁'in etki gücü de AFB₁ seviyesindedir. Aflatoksinler bilinen en güçlü karaciğer karsinojenidirler. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından AFB₁ grup 1 karsinojen, AFM₁ ise Grup 2B karsinojen olarak tanımlanmıştır. Özellikle AFB₁ karaciğer karsinojeni olarak tanımlanmış ve hepatitis B/HBV ile birlikte hepatosellüler karsinomaların en büyük sebebi olarak değerlendirilmişlerdir. Birçok gelişmiş ülkede insan sütünde bulunan AFM₁ ile bebeklerin aflatoksinlere maruz kalabildiği bildirilmektedir (10, 43, 58).

Aflatoksinlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri; birdenbire ortaya çıkan belirtiler ve kalıcı olabilen belirtiler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kalıcı zararlar; Aflatoksin içeren gıdaların tüketilmesinden sonra genellikle zehirlenme belirtileri ile ortaya çıkmakta, ancak bu vakalara çok sık rastlanmadığı belirtilirken, söz konusu durumlarda ani rahatsızlıklar sonucunda literatürlere geçmiş ölüm vakalarının da bulunduğu belirtilmektedir. Aflatoksinlerin en çok etkili olduğu organ karaciğerdir. Bunun dışında mide kanseri, akciğer ile böbrek rahatsızlıklarına da yol açabilir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde aflatoksinle kontamine gıdalarla beslenen insanlarda, karaciğer kanseri, siroz ve özellikle çocuklarda "Reye's Sendromu" vakalarına zaman zaman rastlanıldığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca hepatit B virüsü taşıyan ve alkol kullanan insanlarda aflatoksinin olumsuz etkilerinin çok daha fazla arttığı da belirlenmiştir. Aflatoksinlerin insanlara karşı gösterdiği en önemli kronik toksik aktivite karaciğer kanseri olarak gösterilmektedir. İnsanlarda karaciğer kanseri yoğun olarak Orta Afrika ve Asya'nın güneydoğu bölgelerinde görülmektedir. Diğer yandan, Afrika'da yüksek oranda karaciğer kanseri vakası görülmesinde hepatit B enfeksiyonunun da etkili olduğu, hepatit B ve aflatoksinin sinerjik etki gösterebildiği öne sürülmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) yapılan çalışmalarda ise karaciğer kanseri ile aflatoksin alımı arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir (24, 43, 58).

2.6. Anne Sütünün Bebek ve Anne Sağlığı Açısından Önemi

Bir ülkenin gelişmişliğinin en iyi göstergesi o ülkede yaşayan çocukların sağlık durumu ve bebek ölüm oranlarıdır. Ülkemizde bebek ölüm oranları her geçen gün iyileşmekle birlikte istenilen düzeylerde değildir. Bebek ve çocuk ölümlerinin çoğunun nedeni yetersiz beslenmeye bağlı büyüme ve gelişme bozuklukları ile önlenebilir hastalıklardır. Yetersiz ve dengesiz beslenmeyle karşı karşıya olan nüfusun büyük bir çoğunluğunu çocuklar oluşturmaktadır. Anne sütünün bebek ve erişkin sağlığı açısından önemi, her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır. Bu nedenle anne sağlığı ve ideal anne sütü içeriği için annenin sağlıklı beslenmesi üzerinde önemle durulmalıdır (51).

Anne sütü; yenidoğanda optimum büyüme ve gelişme için gerekli olan tüm sıvı, enerji ve besin öğelerini içeren, biyoyararlılığı yüksek, sindirimi kolay doğal bir besindir. Aynı zamanda her zaman ılık, taze, temiz, kullanıma hazır ve ekonomiktir. Kolostrum, doğumdan sonra salgılanan ilk süt olup, 3-5 gün devam eder, miktarı az olmasına karşın bileşiminde fazla miktarda protein, karbonhidrat, yağ, *vitamin A*, *vitamin B₁₂* ve mineraller bulunur. *Katalaz*, *lipaz*, *peroksidaz*, *amilaz* enzimleri de çok fazla bulunur.. Anne sütünün yapısında bağışıklık sistemini güçlendirici besin öğeleri vardır, bebeği hastalıklara karşı korur (8, 23). Anne sütünde *kazein* miktarı az olduğundan yumuşak ve sindirimi kolaydır. Anne sütünün protein miktarı inek sütünden daha azdır fakat anne sütünün yapısında, kalitesi ve vücut tarafından kullanımı yüksek olan, %100 (NPU) vücut proteinlerine dönüşebilen whey proteini bulunur. Whey proteinlerinde bulunan bazı öğeler; *laktoferrin*, *lizozyme*, *laktoferritin* bebeği enfeksiyon hastalıklarına karşı korur. Yine anne sütü proteininde bulunan bazı maddeler bakteri, virüs, ve özellikle enterobakterilere karşı antikor özelliğine sahiptir (23). Whey proteininin bileşiminde 20'den fazla enzim bulunmaktadır. Bu enzimler bebeğin anne sütündeki besin öğelerini kullanmasını sağlar. Anne sütünün bileşiminde bulunan demir oranı düşüktür fakat biyolojik yararlılığı çok yüksektir Anne sütünün yağ miktarı emzirmenin sonuna doğru artar bu bebekte doyumluk yaratarak, obezite gelişimi önler. Anne sütündeki elzem yağ asitleri miktarı inek sütündekinden beş kat daha fazladır. EPA ve DHA içerir, n6/n3 oranı dengelidir. Anne sütündeki Ca/P oranı 2:1 dir. Bu oran kalsiyumun emilimini ve vücutta kullanımını arttırmaktadır. İnek sütündeki demirin % 5-10'u emilirken anne sütünde bu oran % 50-60 olup anne sütünde bulunan demirin biyo yararlılığı daha yüksektir. Anne

sütü alan bebeklerde gastrointestinal enfeksiyonlar, pnömoni, menenjit, bakteriyemi sıklığı daha azdır. Anne sütü ile beslenen bebeklerde allerji ve kronik hastalık daha az görülür. İnsüline bağımlı diyabet görülme riski, apandisit, invajinasyon, hipertrofik pilor stenozu görülme riski azalır. Nekrotizan enterokolit görülme riskinin 10 kat daha az olduğu saptanmıştır. Solunum sistemi enfeksiyonlarının sıklığı ve astım görülme durumu azalır. İnek sütü ile beslenen bebeklerde diş çürüğü sayısı anne sütü ile beslenenlere göre daha fazladır. Emzirme, anne ile bebek arasındaki bağı güçlendirir. Emzirme aynı zamanda akut ve kronik hastalıkların riskini azaltır, bağışıklık sistemini güçlendirir, büyüme ve gelişme için gereklidir. Emzirme sağlık açısından anne için de son derece yararlıdır, annenin göğüs kanseri, over kanseri, endometrium (rahim için tabakası) kanseri ve meme kanserine yakalanma riskini azaltır. Osteoporozis, anemi, obezite gibi hastalıklardan koruyarak, uterusun eski haline dönmesine yardımcı olur, endometrozisin ilerleme hızını yavaşlatır. Emziren anneler daha fazla kalori harcayacaklarından enerji ihtiyacı 300-500 kalori daha fazladır. Emziren anneler hamilelikte aldıkları kiloları diyetlerine de dikkat ederek emzirme döneminde rahatlıkla verebilirler. Bebeğin ilk 6 ay sadece anne sütü ile beslenmesi, 6. aydan itibaren ek gıdalara geçilmesi önerilmektedir. Araştırmalara göre annenin 1. Aydan 6. aya kadar sırasıyla günlük süt üretim miktarı beslenme, sağlık durumu ve sosyal durumuna göre değişmekle beraber ortalama 769 g' dır. Altıncı aydan itibaren süt üretim miktarı azalmakta 550 gr' a inmektedir (8, 10, 11, 23, 50).

Bebek beslenmesi için bu kadar önemli olan anne sütünü olumsuz etkileyen bazı faktörler vardır. Annelerin gebelikte ve emzirme döneminde tükettikleri besinler, besinlerin hijyen ve besin ögesi yönünden kalitesi ve miktarı, sütlerinin bileşimine de etki eder (50, 11). Annelerin beslenme alışkanlıklarına ve besinleri saklama koşullarına bağlı olarak, vücutlarına yiyeceklerle aldıkları küfler ya da küflerin oluşturdukları mikotoksinler anne sütüne geçebilmekte ve yenidoğan sağlığı üzerine potansiyel zararlı etki gösterebilmektedirler (54). Yeni doğan bebekler düşük vücut ağırlıkları, yüksek metabolik hızları, yeterli detoksifikasyon yapamamaları, organların ve dokuların tam olarak gelişmemiş olması gibi nedenlerle yetişkinlere göre daha fazla risk taşımaktadırlar (21). Bebeklerin mikotoksinlere maruz kalması gebeliğin başlangıcıyla başlamaktadır. Birçok kontaminant plasenta ile bebeğe geçmekte ve maruz kalım besinlerle ya da hava ve su ile yaşam boyu devam etmektedir. Bebeğin başta anne sütü daha sonra da ek besinleri tüketmeye başlaması ile de besin kaynaklı toksinlere maruz kalımda başlamaktadır (2).

2.7. Gıdalarda Aflatoksin M₁ Oluşumunu Önleme ve Arındırma Çalışmaları

2.7.1. Gıdalarda Aflatoksin Oluşumunu Önlemek İçin Alınabilecek Önlemler

Tarım alanlarında fungal kontaminasyonu ve mikotoksinlerin bulaşmasını önlemek için yapılan uygulamaları üç basamakta inceleyebiliriz.

Primer önlemler: Mikotoksinler ile kontamine olmamış ürünlere, mikotoksin kontaminasyonunu önlemek için yapılan uygulamalardır. Bunun için öncelikle fungus istilasına dayanıklı bitki ve tohumlar seçilmelidir. Ürünün hasat öncesi, hasat dönemi, hasat sonrası takviminin dikkatli uygulanması, kontaminasyon açısından takip edilmesi gerekir. Yeterli nemin bulunmadığı ortamlarda küf üreyemeyeceğinden, ürünün nem oranının hasat sonrası ve depolama sırasında düşük olması, ürünlerin düşük sıcaklıkta depolanması gerekir. Ürünlerde küf gelişimini engellemek amacıyla koruyucuların kullanılmaktadır (48). Aflatoksinlerin üremeleri için en uygun sıcaklık dereceleri sıcaklık 20- 38°C dir. Aflatoksin 7-12°C' lik sıcaklıkta üreyebildiklerinden düşük sıcaklıklarda depolama küf oluşumunu engellememektedir fakat üreme hızını yavaşlatmaktadır (3, 6). Yapılan araştırmalar hasat öncesi kuraklıkla, hasat sonrası rutubetli depolama koşulları oluştuğunda aflatoksin kontaminasyonunu arttığını bildirilmiştir (27).

Sekonder önlemler: Mikotoksin kontaminasyonu yeni başlamış ise mikotoksin oranının artmasını önlemek amacıyla, var olan mikotoksinler elimine edilir veya gelişmeleri durdurulur. Bunun için ürünün kurutulması, kontamine tohumların ortamdan uzaklaştırılması, depolama şartlarının küflerin üreyemeyeceği şekilde iyileştirilmesi gibi yöntemler uygulanabilir. (48).

Tersiyer önlemler: Eğer toksik küfler ürünleri ciddi oranda enfekte etmiş ise, primer ve sekonder koruma yöntemlerinin kullanılması etkili olmaz. Bu durumda kontamine ürünün imhası edilmesi ya da mikotoksinlerin yasal limitlere detoksifikasyonu veya yıkımı gerekmektedir (48).

Yiyeceklerin mikotoksinlerle kontaminasyonunu engellemek, bozulmasını yavaşlatmak ve raf ömrünü uzatmak için özellikle ambalajlamaya büyük önem verilmekte, ileri teknolojiler kullanılmaktadır (27).

2.7.2. Gıdalarda Aflatoksin Oluşunun Kontrol Altına Alınması

Mikroorganizmaların kullanılıp mikotoksinlerin kontrol altına alınmasında iki farklı yol izlenebilmektedir. Bunlardan ilkinde toksin üreticisi olmayan küf suşları toprağa veya ölü bitki parçalarına aşılansarak, özellikle hasattan önceki toksin oluşumu kontrol altına alınabilmektedir. Bir diğesinde ise özel bazı mikroorganizmalar mikotoksinli ürüne aşılansarak veya kalsiyum montmorillonit gibi kimyasal maddeler ürüne ilave edilerek üründeki mikotoksinler uzaklaştırılmaktadır (30).

2.7.3. Gıdalardaki Aflatoksini Arındırma Çalışmaları

2.7.3.1. Aflatoksinin Fiziksel Yollarla Uzaklaştırılması

Fiziksel arındırma çalışmalarında kullanılan genel metodlar; arındırma, mekanik sıralama ve dağılım, yıkama, yoğunluk farkının gözlenmesi, termalinaktivasyon, mikrodalga ve radyasyon uygulamaları, solvan ekstraksiyonudur (12).

Aflatoksinler 250°C sıcaklığa kadar ısıya dirençlidirler. Isı uygulamaları bir miktar aflatoksin kaybını sağlasa da, besin değeri kaybına neden olacağından bu yöntem tercih edilmemektedir. Kavurma işlemi kuru yemişler ve tahıllardaki aflatoksin oranını çok az azaltılabilmektedir (12, 24, 27).

2.7. 3.2. Aflatoksinin Kimyasal Yöntemlerle Parçalanması

Aflatoksinler asit, baz ve okside edici maddelerden etkilenirler. Mikotoksinlerle kontamine olmuş ürünlerde kimyasal maddelerin kullanımı aflatoksin miktarının azaltsada, besin değeri ve protein değeri kaybı, toksik maddelerin varlığı, organoleptik özelliklerin olumsuz etkilenmesi gibi istenmeyen sonuçları vardır ve yüksek maliyetlidirler (27, 43).

Aflatoksinlerin kimyasal yollarla detoksifikasyonunda en etkili yol amonyaklamadır. Bu yöntemde amonyak, gaz veya amonyum hidroksit çözeltisi halinde kullanılarak aflatoksinlerin tamamına yakınına etkisiz hale getirilir. Amonyakın üründen tamamen uzaklaştırılması için,

ürün tamamen kurutulduktan sonra kullanılmalıdır. Amonyaklanmış yemle beslenen inek sütlerinde ve organlarında AFM₁ görülmemiştir (24, 27, 37, 43). Yapılan çalışmalarda hayvan yemlerine katılan hidrojene sodyum kalsiyum alüminosilikat (HSCAS)'ın aflatoksinleri bağlamada oldukça etkili olduğu, ineklerin sütlerine geçen AFM₁ oranını önemli ölçüde azalttığını ortaya koymuştur. Bunların dışında; metilamin, ozonlama, sodyum hipoklorit, Formaldehit-kalsiyum hidroksit karışımı ve bisülfüt kimyasalları da kullanılmaktadır. Bu yöntemler günümüzde çok kullanılmamaktadır (27).

Avrupa Birliği ve ülkemizde çıkan son yasa ve tüzükler gıdaların detoksifikasyonunda kimyasal madde kullanımını yasaklamıştır (43).

2.7.3.3. Aflatoksinin Uzaklaştırılmasında Biyolojik Teknik Uygulamaları

Aflatoksinlerin biyolojik detoksifikasyonun en etkili yolu *Flavobacterium aurantiacum*' dur. Bu bakterinin hem katı hem de sıvı ortamdaki AFB₁' i geriye dönüşsüz olarak uzaklaştırdığı tespit edilmiştir. Laktik asit bakterileri süt ve ürünlerinin üretiminde özellikle kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar laktik asit bakterilerinin mikotoksin üretimini engellediğini, var olan toksinlerinde bakteri hücrelerine bağlanarak ortamdaki uzaklaştırdığını göstermiştir (43).

Karabiber, tarçın, nane, kekik, zencefil gibi baharatların aflatoksin oluşumunu kısmen veya tamamen engellediği gözlenmiştir (37, 39).

Yapılan çeşitli çalışmalar diyetle tüketilen doğal yiyeceklerin; brüksel lahanası, brokoli, karnabahar, bal, hint safranı, sarımsak, vitaminler (A, C, E ve analogları), domates, yeşil çay ve kahvenin karsinogenезin önlenmesinde AFM₁' e karşı etkili olduğunu ortaya konmuştur (12).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Deney Kurgusu

Çalışma materyali olarak, Şanlıurfa ilinde, doğum sonrası ilk 15 aylık laktasyon döneminde olan annelerden temin edilmiş 89 adet (200 ml) anne sütü örneği kullanılmıştır. Süt örneği alınan annelere öncelikle eğitim, barınma durumu ve beslenme vb. alışkanlıklarını belirlemek amacıyla anket uygulanmıştır. (Yapılan çeşitli çalışmalarda, süt veren hayvanlara Aflatoksin B₁ içeren yem verildikten 12 saat sonra, sütünde Aflatoksin M₁' in bulunduğu belirlenmiştir. Aflatoksin B₁ içeren yem verilmesi kesildikten 72 saat sonra, Sütte Aflatoksin M₁' in belirlenemeyecek düzeye düştüğü saptanmıştır) (46). Bu durum göz önünde bulundurularak çalışmadaki katılımcılara ait süt örnekleri ile besin tüketimi arasında doğru bir ilişki kurabilmek adına katılımcıların son 12 saat öncesini kapsayan iki günlük diyetleri değerlendirilmiştir. Daha sonra hijyenik kurallara dikkat edilerek, ağzı kapaklı koyu renkli cam şişelere sağılarak alınan süt örnekleri, ışıktan korunarak ve soğuk zincire uyularak analiz yapılincaya kadar -18°C' de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

Örneklerdeki AFM₁ düzeyleri kompetitif ELISA ile aflatoxin M₁ Euro-lone[®] (İtalya Cod. EEM005096 Format 96 Tests) ticari test kit prosedüründe belirtilen yöntemle Şanlıurfa Gıda Kontrol Laboratuvarında ELISA okuyucusu kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.1. Örneklerin Hazırlanması

Anne sütü örnekleri Euro-lone[®] Aflatoksin M₁ ticari test kitinde (İtalya Cod. EEM005096 Format 96 Tests) belirtilen şekilde analiz için hazırlanmıştır. Anne sütü örnekleri buzdolabında 1 gün bekletilmiştir. Ertesi gün üstte kalan yağ 5 dakika santrifüj yapılmıştır. Çökelek alınmayıp, üstte kalan sıvı 200 µl alınmıştır

3.2.2. Test Kiti İçeriği ve Kullanılan Malzemeler

Aflatoksin M₁ analizi Euro-lone[®] Aflatoksin M₁ ticari test kiti (İtalya Cod. EEM005096 Format 96 Tests) aşağıdaki maddeleri içermektedir:

- Antiaflatoksin-M₁ kaplı mikropate (96 kuyucuklu, 12 strip içeren)
- Her biri 3 ml'lik 6 adet Aflatoksin M₁ standard (0 pg/ml, 5 pg/ml, 10 pg/ml,25 pg/ml, 50 pg/ml,100pg/ml)
- Aflatoksin M₁ konjugatı
- 1 adet 22 ml lik kromojen solusyonu
- Yıkama tampon sıvısı (10x50 ml)
- 1 adet 6 ml lik stop solusyonu
- 1 adet 50 ml lik numune tampon sıvısı

3.2.3. Cihazlar

Araştırmada aşağıda dökümü yapılan, laboratuvarlarda bulunan cihazlar kullanılmıştır.

Projede Kullanılacak Mevcut Makine – Teizat Listesi	
Adı/Modeli	Projede Kullanım Amacı
Otoklav (Selecta)	Sterilizasyon
Vorteks (Dragonlab/mx-s)	özelti homojenizasyonu
Santrifüj (Alfa)	öktürme işlemleri
Hassas Terazi (Radwag)	Numune ve kimyasal madde tartımı
Derin Dondurucu (Uğur)	eşitli numunelerin muhafazası
Manyetik Karıştırıcı (Velp)	özeltilerin hazırlanması
ELİZA Yıkayıcı (Biotek ELX 50)	özeltinin Yıkanması
ELİSA Okuyucusu (Biotek ELX 800))	M ₁ varlığının tespiti

3.3. Test Prosedürü

Deiyonize suyla hazırlanan standart solusyonlardan ve örneklerden 200 µI alınıp pleyttteki kuyucuklara konarak hafifçe çalkalandı ve 30 dakika oda sıcaklığında, karanlıkta inkube edildi. Kuyucuklardaki sıvı dışarı boşaltıldı ve 3 kez 300 µI'lık distile su ile yıkandıktan sonra ters çevrilerek kurutma kağıdına hafifçe vurulup dibinde sıvı kalmaması sağlandı. Daha sonra bütün kuyucuklara 200 µI substrat-kromojen solisyonu eklenerek iyice karıştırıldı ve 10 dakika oda sıcaklığında karanlıkta inkube edildi. İnkubasyon sonunda her kuyucuğa 50 µI stop çözeltisi eklenerek iyice karıştırıldı ve absorbansı 450 nm'deki ELISA okuyucusunda okutuldu.

3.4. Değerlendirme

Anne sütü örneklerindeki AFM₁ konsantrasyon değerleri, 450 nm dalga boyu sabit olmak üzere, absorbans değerlerine karşılık gelen kalibrasyon eğrisinden belirlenmiştir. Eure Alone Aflatoksin M₁ ELISA kit prosedürü izlenerek aşağıda belirtildiği şekilde bulunmuştur.

- Blank için ortalama absorbans değeri hesaplanır ve absorbans değerinin aritmetik ortalamaları blank değerinden çıkarılır.

- Maksimum Binding (en yüksek standart) olarak en yüksek standart absorbans değeri alınır. Standart ve numune materyaller için aritmetik ortalama absorbans değeri çıkarılır.

- Standart ve numune materyaller için ortalama absorbans değerleri maksimum binding değerine bölünerek 100 ile çarpılır. Bu işlemin doğruluğunun kontrolünde ise son referans absorbans ölçümünün maksimum binding değerine bölümüyle elde edilen yüzdenin %100'e eşit olması gerekmektedir. Bu işlemde elde edilen oranlar yüzde cinsindedir.

$$\frac{\text{Absorbans Standart (veya örnek) B}}{\text{Absorbans Maksimum Bağlama Bo}} \times 100 = (\%)$$

Yukarıdaki denkleme göre elde edilen referans absorbanans yüzde değerleri yarı logaritmik grafik kağıdında düşey eksene; bu absorbanans oranlarına karşılık gelen yüzde değerleri yerleştirilerek; lineer bir doğru elde edilir.

Bu grafik kullanılarak; yatay eksenden 50 ppt değerinden dikey bir çizgi çizilerek grafiği kesen noktaya karşılık gelen düşey eksendeki absorbanans oranı bulunur.

. Türkiye’ de çiğ süt için kabul edilebilir Aflatoksin M₁ limiti 50 ppt iken, bu limit bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dahi) için 25 ppt’ dir (34). Bu testin geçerliliği % 80, % 90’ dır.

3.5. İstatistik

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS sürüm 16,0 istatistik programı kullanılmıştır. Uygulanan anket formunda sayımla belirtilen veriler sayı veya yüzde olarak değerlendirilmiştir. Bireylerden ölçümle elde edilen verilerin aritmetik ortalama, standart sapma, ortanca ve alt-üst değerleri hesaplanmıştır. Çeşitli değişkenlerin anne üstlerindeki Aflatoksin düzeyleri arasındaki farklılıklar incelenirken normal dağılım gösteren değişkenler için “bağımsız gruplar için t-testi”, “one-way anova testi”, normal dağılım göstermeyenler için ise “Mann Whitney U” testi kullanılmıştır. Çapraz tablolarla elde edilen verilerin değerlendirilmesi ki-kare analizi ile yapılmıştır. Gözlem sayısının göreceli olarak az olduğu durumlarda küçük değerleri kullanımı, anlamlı olabilecek farklılıkları yeterince çıkaramadığından, olası anlamlı faktörleri ortaya koyabilmek bakımından anlamlılık düzeyi $P < 0,1$ olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

4. 1. Bireylere İlişkin Tanımlayıcı Bilgiler

Tablo 1. Katılımcılara İlişkin Demografik Veriler

	DEĞİŞKENLER	N	%	OrtalamaAFM	Standart Hata
Yaş	18-25	13	14,0	1,91	2,94
	25-34	58	62,4	5,03	2,18
	35-44	18	19,4	3,04	2,65
	Toplam	89	95,7	2,06	0,61
Eğitim Durumu	Okur yazar değil	21	22,6	3,29	3,16
	İlkokul	26	28,0	2,47	3,04
	Ortaokul	12	12,9	1,56	3,25
	Lise	7	7,5	3,24	3,11
	Üniversite ve Üzeri	23	24,7	6,08	2,42
	Toplam	89	95,7	2,83	1,53
Meslek	Ev Hanımı	68	73,1	4,07	2,11
	Memur	21	22,6	2,59	3,22
	Toplam	89	95,7	1,23	0,42
Isınma Şekli	Soba	49	52,7	2,85	2,35
	Kalorifer	26	28,0	6,56	2,83
	Elekt. Soba, Klima vb.	14	15,1	0,58	2,89
	Toplam	89	95,7	1,60	0,74
Gelir	0-800	26	28,0	7,17	2,41
	801-1600	38	40,9	6,50	2,21
	1601-2400	4	4,3	-4,09	4,38
	2401-3000	2	2,2	7,55	4,74
	3000 ve üzeri	19	20,4	-0,48	2,95
	Toplam	89	95,7	2,41	1,48

Tablo 2' de araştırmaya katılan annelere ilişkin demografik veriler yer almaktadır. Tablo 1' e göre; katılımcıların % 62,4' ü 25-34 yaşları arasındadır. % 28,0' ı ilkokul, %24,7' si üniversite ve üzeri mezundur. Katılımcıların büyük çoğunluğu ev hanımıdır. Bu oran % 73,1'dir. Isınma şekline bakıldığında ise; % 52,7' si soba ile ısındığını ifade etmiştir. Gelir durumu incelendiğinde; % 40,9' luk kısmı 801-1600 TL arasında gelir düzeyine sahiptir.

Tablo 2. Katılımcıların Tükettikleri Gıdaların Üretim Şekilleri ve AFM₁ Düzeyleri

Besin	Değişken	N	Yüzde	Ortalama	Standart Hata
Peynir	Kendim yaptığım	10	10,8	2,03	2,90
	Ev yapımı	36	38,7	3,94	2,26
	Fabrika yapımı	39	41,9	4,53	2,39
	Tüketmiyorum	4	4,3	2,82	3,74
Süt	Kendim ineğim	3	3,2	1,98	4,19
	Sokak Sütü	4	4,3	4,32	4,43
	Kapalı Süt	38	40,9	3,47	1,98
	Tüketmiyorum	44	47,3	3,54	1,98
Yoğurt	Kendim yaptığım	15	16,1	6,20	1,54
	Ev yapımı	23	24,7	9,21	1,25
	Fabrika yapımı	45	48,4	6,72	0,76
	Tüketmiyorum	6	6,5	6,98	1,35
İsot	Kendim yaptığım	44	47,3	7,02	0,79
	Ev yapımı	29	31,2	8,01	0,97
	Fabrika yapımı	7	7,5	6,14	1,71
	Tüketmiyorum	9	9,7	7,37	2,70
	Kendim yaptığım	29	31,2	7,23	0,98
	Ev yapımı	20	21,5	7,59	1,28
	Fabrika yapımı	7	7,5	9,57	2,44
	Tüketmiyorum	33	35,5	6,66	0,91
Biber Salçası	Kendim yaptığım	37	39,8	7,45	0,83
	Ev yapımı	20	21,5	7,51	1,45
	Fabrika yapımı	8	8,6	10,76	2,27
	Tüketmiyorum	24	25,8	5,82	0,91
Domates Salçası	Kendim yaptığım	29	31,2	7,74	0,82
	Ev yapımı	26	28,0	7,47	1,11
	Fabrika yapımı	29	31,2	7,42	1,15
	Tüketmiyorum	5	5,4	2,57	1,80
Ekmek	Kendim yaptığım	32	34,4	7,45	0,64
	Ev yapımı	43	46,2	7,16	0,90
	Fabrika yapımı	4	4,3	4,37	2,38
	Tüketmiyorum	10	10,8	11,20	3,10
Un	Kendim yaptığım	13	14,0	6,60	1,00
	Ev yapımı	22	23,7	8,16	1,08
	Fabrika yapımı	29	31,2	6,86	1,16
	Tüketmiyorum	25	26,9	7,54	1,10
Yumurta	Kendi Tavuğumun	5	5,6	5,32	2,50
	Fabrika yumurtası	66	74,15	7,17	0,65
	Tüketmiyorum	18	20,22	8,45	1,40

Gıda Üretim Şekilleri incelendiğinde; % 41,9' u fabrika yapımı peynir tükettiği; %47,3' ü süt tüketmediği; % 48,4' ü fabrika yapımı yoğurt; % 47,3'ü kendi yaptığı yoğudu tükettiği, % 35,5' i kırmızı pul biber tüketmediği, biber salçasını % 39,8' i kendi yaptığını, %31,2' sinin domates salçası, % 46, 2' sinin ev yapımı ekmek , %23,7' si kendi öğüttüğü unu, % 31,2' sinin kapalı süt , % 74,15' inin market yumurtası tükettiği görülmektedir.

Tablo 3. Annelerin Temel Besinleri Tüketim Durumu ve AFM₁ Düzeyleri

Besin	Değişken	N	Yüzde	OrtalamaAFM	Standart Hata
Peynir Tüketim	Evet	84	90,3	7,34	0,60
	Hayır	5	5,4	7,02	1,40
Süt Tüketim	Evet	45	48,4	7,39	0,87
	Hayır	44	47,3	7,25	0,77
Yoğurt Tüketim	Evet	83	89,2	7,26	0,61
	Hayır	6	6,5	8,13	1,22
İsot Tüketim	Evet	81	87,1	7,33	0,57
	Hayır	8	8,6	7,18	3,06
Kırmızı Pul Biber Tüketim	Evet	54	58,1	7,41	0,79
	Hayır	35	37,6	7,18	0,83
Biber Salçası Tüketim	Evet	64	68,8	7,68	0,71
	Hayır	25	26,9	6,36	0,95
Domates Salçası Tüketim	Evet	83	89,2	7,3	0,58
	Hayır	6	6,5	7,36	3,57
Antep Fıstığı Tüketim	Evet	18	20,2	4,61	1,16
	Hayır	71	79,8	8,01	0,64
Yer Fıstığı Tüketim	Evet	6	6,5	6,36	2,80
	Hayır	83	89,2	7,39	0,59
Ceviz Tüketim	Evet	5	5,4	4,41	1,75
	Hayır	84	90,3	7,53	0,60
Fındık Tüketim	Evet	7	7,5	5,27	2,48
	Hayır	82	88,2	7,52	0,58
Çekirdek Tüketim	Evet	19	20,4	5,36	1,06
	Hayır	70	75,3	7,89	0,66
Mısır Tüketim	Evet	7	7,5	6,62	1,22
	Hayır	82	88,2	7,38	0,62
Diğer Kuruyemiş Tüketim	Evet	5	5,4	5,40	2,39
	Hayır	84	90,3	7,44	0,59
Ekmek Tüketim	Evet	87	93,5	7,28	0,59
	Hayır	2	2,2	9,15	1,35
Un Tüketim	Evet	66	71,0	6,99	0,68
	Hayır	23	24,7	8,26	1,09
Yumurta Tüketim	Evet	73	78,5	7,07	0,64
	Hayır	16	17,2	8,46	1,33
Et Tüketim	Evet	75	80,6	7,20	0,66
	Hayır	14	15,1	7,99	1,03
Bulgur Tüketim	Evet	69	74,2	6,69	0,63
	Hayır	20	21,5	9,51	1,25

Temel besin gruplarını tüketim durumları incelendiğinde; % 90,3' ü peynir , % 48,4' ü süt, % 89,2' si yoğurt, % 87, 1' i isot, % 58,1' i kırmızı pul biber, % 68,8' i biber salçası, %89, 2' si domates salçası, % 93,5' i ekmek, % 71,0'ı un, % 78,5' i yumurta, % 80,6' ı et, % 74, 2' si bulgur tükettiğini, %79,8'1 antep fıstığı, % 89,2' si yer fıstığı, % 90,3' ü ceviz, % 88,2' si fındık, % 75,3' ü çekirdek, % 88,2' si mısır, tüketmediğini ifade etmişlerdir.

Tablo 4. Katılımcıların Besin Saklama Durumu ve AFM₁ Düzeyleri

Besin Saklama Durumu					
		N	Yüzde	OrtalamaAFM	Standart Hata
Biber Salçası Saklama Yöntemi	Buzdolabı	59	63,4	7,76	0,65
	Oda sıcaklığında	23	24,7	6,76	1,32
	Saklamıyorum	7	7,5	5,21	2,36
Domates Salçası Saklama	Evet	51	54,8	7,82	0,67
	Hayır	38	40,9	6,44	1,07
Pulbiber Saklama	Evet	55	59,1	7,76	0,68
	Hayır	34	36,6	6,37	1,08
Peynir Saklama	Evet	19	20,4	6,10	1,09
	Hayır	70	75,3	7,68	0,67
Tahıl Ürünlerini Saklama	Evet	28	30,1	9,76	0,93
	Hayır	61	65,6	6,09	0,68

Katılımcıların yukarıda verilen besinleri saklama yöntemleri ve saklayıp saklamadıkları incelendiğinde; katılımcıların % 63,4'ü biberi buzdolabında sakladığını ifade ederken, % 54,8'i domates sakladığını, % 59,1'i pulbiber sakladığını, % 75,3'ü peynir saklamadığını, % 65,6'sı tahıl ürünlerini saklamadığını ifade etmişlerdir.

Tablo 5. Katılımcılarda AFM₁ Görülme Oranı

AFM ₁ Değeri (pg/ml)	Kişi sayısı	Yüzde
Negatif	6	6,7
Pozitif	83	93,25
0>5	22	24,7
5>10	36	40,4
10>15	18	20,2
15>20	6	6,7
20>25	1	1,1
Ortalama AFM ₁ Değeri	8,1 pg/ml	

Tablo 1'de araştırmaya katılan annelere ilişkin veriler yer almaktadır. Tablo 1'e göre; katılımcıların % 6,7'sinde Aflatoksin M1 bulunmamıştır. % 93,25'inde ise çeşitli miktarlarda

bulunduğu tespit edilmiştir. %24,7'sinde 0-5 pg/ml. ,%40,4'ünde5-10pg/ml. ,%20,2'sinde 10-15 pg/ml. ,%6,7'sinde15-20pg/ml. ,%1,1'inde 20-25 pg/ml Aflatoksin M1 bulunduğu tespit edilmiştir. Pozitif örneklerinde bulunan ortalama Aflatoksin M1 değeri 8,1 pg/ml'dir.

Katılımcıların küflü ve kısmi temizlenmiş yiyecek durumları incelendiğinde % 92,5'inin küflü veya kısmi temizlenmiş yiyecek tüketmediğini ifade etmişleridir.

4.2. AFM₁ Değerleri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Analizler

Tablo 6. AFM₁ ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kruskal Wallis Testi

AFM ₁ Değeri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiye Yönelik Kruskal-Wallis Testi						
AFM ₁	Yaşınız	N	Ortalama	Ki-Kare	Df	Sig.
	18-25	13	40,46	1,464	2	481
	25-34	58	47,42			
	35-44	18	40,47			
	Total	89				
AFM ₁	Eğitim Durumunuz	N	Ortalama	Ki-Kare	Df	Sig.
	Okuryazar değil	21	48,88	1,378	4	,848
	İlkokul	26	47,15			
	Ortaokul	12	43,12			
	Lise	7	41,14			
	Üniversite ve üzeri	23	41,17			
	Total	89				
AFM ₁	Nasıl Isınıyorsunuz	N	Ortalama	Ki-Kare	Df	Sig.
	Soba	49	47,67	5,496	3	,139
	Kalorifer	26	46,00			
	Elektrikli soba ve klima	4	17,25			
	Diğer	10	40,40			
AFM ₁	Gelir Durumunuz	N	Ortalama	Ki-Kare	Df	Sig.
	0-800	26	48,15	2,731	4	,604
	801-1600	38	45,80			
	1601-2400	4	39,62			
	2401-3000	2	62,25			
	3000 ve üzeri	19	38,39			
	Total	89				

Katılımcıların Aflatoksin değerleri ile demografik verileri arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik Kruskal Wallis testi yapılmıştır. Sonuçlara göre; katılımcıların aflatoksin M_1 değerleri ile yaş, eğitim düzeyi, gelir, ısınma durumları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 7. AFM_1 Değeri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kruskal-Wallis Testi

<i>Domates Salçası Saklama</i>		N	Ortalama	Ki-Kare	Df	Sig.
AFM_1	Evet	51	51,05	6,549	1	,010*
	Hayır	38	36,88			
	Total	89				
Diğ. Tahıl Ürünlerini Saklama		N	Ortalama	Ki-Kare	Df	Sig.
AFM_1	Evet	28	58,64	11,393	1	,001*
	Hayır	61	38,74			
	Total	89				

Katılımcıların Aflatoksin M_1 değerleri ile saklama durumları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sonuçlara göre; araştırmaya katılan annelerin domates salçası saklama durumları arasında anlamlı bir farklılık görülmüştür. Domates salçası saklamayan katılımcıların saklayan katılımcılara oranlara Aflatoksin M_1 değerlerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Bir diğer anlamlı farklılık ise diğer tahıl ürünlerini saklama durumlarında görülmüştür. Diğer tahıl ürünlerini saklayanların saklamayanlara oranla Aflatoksin M_1 değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 8. AFM_1 Değeri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann-Whitney- U Testi

AFM_1 Değeri ile Değişkenler Arasındaki İlişkiye Yönelik Mann-Whitney- U Testi							
Antep Fıstığı Tüketimi		N	Ortalama	Verilerin ortalaması	Mann-Whitney U	Z	Sig.
AFM_1	Evet tüketiyorum	17	32,76	557,00	404,000	-2,171	0,30*
	Hayır tüketmiyorum	72	47,89	3448,00			
	Total	89					

Araştırmanın sonuçlarına göre; katılımcıların Aflatoksin M_1 değerleri ile antep fıstığı tüketmeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Katılımcılardan antep fıstığı tüketenlerin tüketmeyenlere oranla Aflatoksin M_1 düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Birçok ülkede yaşanan açlık ve yetersiz beslenme sorunlarının yansısı, besin zehirlenmeleri de önemli sorunlardan biridir. Bu zehirlenmelerin en önemli sebeplerinden biri de çeşitli mikotoksinlerle kontamine olmuş besinlerin tüketilmesidir (22, 24). Mikotoksinler insanlarda karsinojenik, genotoksik, hepatotoksik, nefrotoksik etkiler yanında reproduktif hastalıklara, immunsupresyona ve dermal irritasyonlara da yol açabilmektedir. Bu nedenle dünya genelinde, bebeğe vereceği tahribat düşünüldüğünde, özellikle anne sütünde aflatoksinler (AF), okratoksinler (OTA), sterigmatoksinler, fusarium toksinleri gibi çok sayıda mikotoksinin ve bunların metabolitlerinin varlığı araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda anne sütünün en çok AFM₁ ve OTA ile kontamine olduğu, büyük çoğunluğunda ise (%71) anne sütünde AFM₁'e rastlandığı belirlenmiştir (28).

Süt ve süt ürünlerinde dünya genelinde yapılan çalışmalarda AFM₁'in belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin başında %70 oranında HPLC (YBSK) ve %25 oranında ELISA gelmektedir (15). Her ne kadar HPLC ile yapılan analizler daha sağlıklı olsa da, bu yöntem özellikle maliyet açısından tercih edilmemektedir. Duyarlılığının yüksek, kullanımının kolay olması ve çok sayıda numunenin kısa sürede analiz edilebilmesi nedeniyle aflatoksin analizinde genellikle ELISA kullanılmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada AFM₁ analizi için ELISA yönteminden faydalanılmıştır. Fakat ELISA yönteminin dezavantajları da vardır. Bunların en önemlisi aflatoksin türevleri arasında kimyasal benzerlikten dolayı çapraz reaksiyonların ortaya çıkmasına neden olmasıdır. Bundan dolayı elde edilen sonuçlar her ne kadar yüksek bir olasılıkla AFM₁'i doğru gösteriyorsa da az da olsa diğer türevlerin bunda bir rolü olabileceği şüphesini de taşımaktadır. Bu sebeple genelde immünokimyasal testlerin diğer yöntemler ile de doğrulanması gerekir (19). Yapılan bu çalışma genel bir tarama niteliğinde olup elde edilen sonuçlar anne sütü örneklerinde aflatoksin varlığının belirlenmesini sağlayacaktır. Bu riskler göz önüne alınmakla birlikte yöntem yüksek standartlarda olup, rutin olarak analizlerde kullanılmakta ve sonuçlarda yüksek düzeyde bir sapmaya neden olmamaktadır.

Gıdalarda mikotoksinlerin bulunması dünyadaki insanlar için ciddi bir sağlık tehdidi oluşturmaktadır. Özellikle gıdaların işlenme sürecindeki kontaminasyonları veya hayvanların kontamine yemle beslenmeleri sonucu bu sorun ciddi boyutlara taşımaktadır. Ülkelerin

coğrafi konumları ve iklim özellikleri yanında gıdaların kurutma, hazırlama, paketlenme, depolama ve transport koşulları da gıdalarda mantar gelişimini etkileyerek mikotoksin invazyonu ve kolonizasyonu riskini arttırabilmektedir. Bu nedenle özellikle modern gıda hazırlama ve depolama koşullarına sahip Avrupa ülkelerinde bu riskin daha düşük düzeyde olduğu belirtilmektedir. Özellikle Aflatoksin üreten *Aspergillus* türlerinin ise nem ve sıcaklık bakımından uygun ortamı sağlayan tropik ve subtropik bölgelerde optimum gelişme gösterdiği de ifade edilmektedir (24, 10). Cherkani-Hassani ve arkadaşları (2016) hazırladıkları literatür derlemesinde, dünya genelinde anne sütündeki mikotoksinler ve metabolitleri konusunda 1984-2016 tarihleri arasında 63 adet çalışmanın yapıldığını ve bunların çeşitli kıtalardaki 31 ülkeyi/şehri kapsadığını ifade etmektedirler. AFM₁'in ELIZA metodu ile anne sütünde belirlendiği bazı ülkelere/şehirlere ait bulgular aşağıda çizelge 5' de sunulmuştur (15). Buna göre yapılan çalışmalarda süt örneklerinin alındığı dönem, annelerin yaş aralığı, toplam örnek sayısı, pozitif örnek sayısı, örnekte bulunan AFM₁'in alt, üst ve ortalama değerleri belirtilmiştir. Bu çalışmaların çoğunluğunun Mısır, İran, İtalya, Sudan ve Türkiye'de yapıldığı ve en yüksek AFM₁ değerlerinin ise Mısır, Gana, Birleşik Arap Emirlikleri (UAE), Türkiye, Nijerya ve Sierra Leone'da gözlemlendiğini bildirilmektedirler (28). Bugüne kadar Türkiye'de anne sütü örneklerinde yapılan çalışmalar ise İstanbul Keskin ve ark., 2009), Ankara (Gürbay ve ark., 2010; Barut Uyar, B., 2013), Afyonkarahisar (Koyuncuoğlu, N.), Erzurum (Atasever ve ark., 2014) ve Samsun (Aksoy ve ark., 2009) illerini kapsamaktadır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre bu bölgelerde toplanan süt örneklerinde en yüksek değer 8.45 pg/ml ile Afyonkarahisar'da belirlenmiştir. Bu çalışmalardan sadece Afyon (41), Erzurum (7) ve Ankarada (Barut) (10) yapılan birer çalışmada annelerin beslenme özellikleri incelenmiş, Erzurumda yaşayan ve küflü peynir tüketen annelerle tüketmeyen anneler arasında AFM₁ düzeyleri ile ilgili bir ilişki bulunmamıştır. Sunulan araştırma ise, özellikle aflatoksin kontaminasyonunun yoğun olarak gözlemlendiği besin gruplarının sık tüketildiği Şanlıurfa ilinde yaşayan laktasyon dönemindeki annelerin sütlerindeki AFM₁'in varlığını ve düzeyini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızda 89 adet örnek toplanmış, bu örneklerin 83 (%93,25) adedi pozitif bulunmuştur. Bu değer Gürbay ve ark. (2010)'nın Ankara'da belirlediği %100'lük pozitivite değerinden sonra Türkiye'de bulunan en yüksek değerdir. Pozitif örneklerdeki ortalama AFM₁ değeri ise sunulan çalışmada 8.1 pg/ml değerindedir. Bu değer Kuyucuoğlu (41)'nin Afyonkarahisar ilinde belirlediği değerden sonra Türkiye'deki en yüksek değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Dünyanın Çeşitli Ülke/Şehirlerinde Anne Sütü Örneklerinde AFM₁ Varlığına Dair Bulgular (15).

Yazarlar / Yıl / Şehir/Ülke	Örnek toplama periyodu	Anne yaşı (±)	Toplam örnek sayısı	Pozitif örnekler (%)	Mikotoksin konsantrasyonu ortalama /üst ve alt değer.		Metod
Navas ve ark., 2005, Brezilya	Kış ve Yaz 2002	-	50	1(%1)	-	0,024-0,011 ng/ml	IAC/ HPL-FD
Iha ve ark., 2014, Brezilya	-	-	100	2(%2)	-	0,3-0,8 ng/ml	IAC/ HPL-FD
Diaz ve Sanchez, 2015, Kolombiya	Mayıs-Eylül 2013	25 (15-41)	50	(%90)	5.2 ng/ml	0.9-18.5 ng/ml	HPLC
EL Nezami ve ark., Avustri, Tayland, 1995	1991- 1992		73	11 (%15) 14 (%19)	0,071 ng/ml	28-1031 5-614 pg/ml.	ELISA/ HPLC-FD
Mahdavi ve ark., 2010 İran	Mart -Nisan 2007	25-26	182	20 (% 11)	6.96 ± 0.94 pg/ml	5.1-8.1 pg/ml	ELISA
Omar, 2012, Ürdün	Şubat-Tem. 2011		80	80 (%100)	67.78 ± 4.6 ng/kg	9,71-137,18 ng/kg	ELİZA
Jafarian- Dekhordi ve Pourradi, 2013 İran	Ocak-Şubat 2011	28±4,5	80	1 (% 1.25)	-	6.8 ng/l	ELİZA
Rafiei ve ark., 2014, İran	Haz.-Tem. 2011	27±4,5	87	24 (% 27,6)	0.56 ± 1.23	0.13-4.91 pg/ml	ELİZA
Qadir ve Mouafaq, 2014, Irak	Mart-Haz. 2003	15-40	20	16 (% 80)	-	0.1-3.01 mg/l	TLC
Tomerak ve ark., 2011, Mısır	Ocak 2008 Tem. 2009	16-36	150	98 (% 65.5)	7,1 ± 5	0.2e19 mg/l	ELISA
Elzupir ve ark., 2012, Sudan	Haziran 2008		94	51 (% 54)	0.40 ± 0.525	0.007-2.561 ng/g	HPLC-FD
Magoa, De Meulenaer ve ark., 2014,	Kasım 2011 Şubat 2012	28 ± 6.78	143	143 (% 100)	0.07*	0.01-0.55 ng/ml	IAC- HPLC-FD
Wild ve ark., 1987, Fransa	-	-	42	0	0	ND	ELİZA
Turconi ve ark., 2004, İtalya	Mart-Tem. 2000	18-42	231	1 (% 0.5)	4*	194 ng/l	IAC- HPLC
Galvano ve ark., 2008, İtalya	Ocak-Aralık 2006	25.7 ± 4.1	82	4 (% 5)	55.35 ± 58.59	<7-140 ng/l	IAC- HPLC
Keskin ve ark., 2009, İstanbul/Türkiye	2006-2007	21-42	61	8 (% 13.1)	5.58 ± 0.62	5.10-6.9 ng/l	ELISA/ IAC
Gurbay ve ark., 2010, Ankara/Türkiye	Ocak 2007- Mart 2008	-	75	75 (% 100)	-	60.9-299.99 ng/l	HPLC-FD
Atasever et al., 2014, Erzurum/Türkiye	Aralık 2008 Nisan 2009	-	73	18 (% 24.6)	3.01 ± 1.42	1.3 - 6 ng/l	ELISA
Koyuncuoğlu, N, 2007, Afyonkarahisar/Türkiye	Eylül 2005- Nisan 2006	-	200	21 (%10.5)	8.45 pg/ml	5.6-12.53 pg/ml	ELISA
Barut Uyar, B., 2013, Ankara/Türkiye	Mart 2012 Şubat 2013	19-44	70	9 (%12.9)	5.73±0.74 µg/ml	5,13-6,99 ng/L	ELISA
Aksoy ve ark. 2009, Samsun/Türkiye	-	18-38	50	33 (%66)	4.26±0.38 ng/L	0.38-9.43 ng/L	ELISA
Koçak D, 2016, Şanlıurfa/Türkiye	Mayıs-Eylül 2013	18-44	89	83 (%93.25)	8.1 pg/ml	0,8-24,7 pg/ml	ELISA

Anne Sütünde mikotoksin bulunuşunu etkileyen faktörlerden diyet yoluyla alınan gıdalar ile ilgili az sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalara göre İran'da hububat ürünleri, fıstık ezmesi, bitkisel yağlar ve pirinç, inek sütü ve sosis; Afrika ve Mısır'da mısır yağı, fıstık ve çiğ süt; Nijerya'da ise fasülye ve buğday mahsülleri anne sütünün AFM₁ ile kontaminasyonuna neden olan başlıca gıdalar olarak belirlenmiştir (15).

Jonsyn ve diğerlerinin anne sütlerinde mikotoksin miktarlarına baktıkları çalışmada 113 anne sütü örneğinin %32'sinde iki mikotoksin, %40'ında da üç ve üzerinde mikotoksin bulunduğu belirtilmiştir (12). Bu veriler anne sütlerinde birçok kontaminasyon riskinin bulunduğunu, bebek sağlığını etkileyen risklerin fazlalığını da ortaya koymaktadır. Ankara'da yapılan bir çalışmada sütlerinde hem AFM₁ hem de OTA bulunan annelerin 24 saatlik besin tüketimleri incelenmiş istatistiksel değerlendirme yapılamamakla beraber bu bireylerden bazılarının riskli besin tüketiminin fazla olduğu görülmüştür (10).

Wild ve ark. Zimbabwe'nin kırsal bölgesindeki köylerde yaşayan kadınlardan topladığı 54 örneğin 6'sını (%11) AFM₁ yönünden pozitif, Fransa'daki kadınlardan elde edilen 42 süt örneğinin ise tamamının negatif olduğunu rapor etmişlerdir (41) El-Nezami ve ark. Avustralya'nın Viktoriya eyaletindeki hastanelerden sağlanan 73 adet anne sütü örneğinin 11'inde (%15) ortalama 71 pg/ml (28-1031 pg/ml), ve Tayland'daki 11 örneğin 5'inde (%45) ise ortalama 664 pg/ml (39-1736 pg/ml) AFM₁ tespit etmişlerdir (21). Navas ve ark. Sao Paulo, Brezilya'da 50 adet anne sütü örneklerinin sadece birinde 24 pg/ml (%2) AFM₁ ölçmüşlerdir (41).

Birleşik Arap Emirliği'nin Abu Dabi şehrinde Saad ve ark. tarafından analiz edilen 445 anne sütü örneğinin %99. 5'inde AFM₁ varlığını rapor edilmiştir (41). Yine Abdulrazzaq ve ark. Birleşik Arap Emirliği'nde inceledikleri 140 adet anne sütü örneklerinin pozitif olan 129'unda (%92) ortalama 560 pg/ml (123,5-940 pg/ml) düzeyinde AFM₁ bulduklarını bildirmektedirler (1). Benzer şekilde Sierra Leone'nin güney bölgesinde emziren annelerden alınan 113 süt örneğinde %88 oranında aflatoksin varlığı Jonsyn ve ark. tarafından rapor edilmiştir (41). Zarba ve ark. Gambia'da analiz ettikleri 5 adet anne sütü örneklerinin %100'ünün AFM₁ açısından pozitif olduğunu rapor etmişlerdir (60). El-Sayed ve ark. Mısır'da yaptıkları çalışmada emziren kadınların göğüs sütlerinde %20 düzeyinde (ortalama 2,72 ppb) AFM₁ saptamışlardır. Yine Polychronaki ve ark., Mısır'lı 388 anneden sağladıkları

anne sütü örneklerinin 138'inde (%35,5), ortalama 13,5 pg/ml (10,3-21,4 pg/ml) düzeyinde AFM₁ tespit etmişlerdir (41).

Türkiye'nin çeşitli şehirlerinde yapılan çalışmalarda sadece Ankara' da süt örnekleri alınan annelerin diyetleri ile ilişkilendirilerek (10) ve Erzurum' da (7) küflü peynir tüketimi ile ilişkilendirilerek bir değerlendirme yapılmış ancak anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

Afyonkarahisarda yapılan çalışmada, 200 anne sütü rneğinde AFM₁ miktarına yaşadıkları bölge ve eğitim düzeyleri ile ilişkilendirilerek bakılmıştır. Toplam anne sütü örneklerinin 179 (%89,5) adedi negatif, 21 (%10,5) adedi ise pozitif (5,66-12,53) bulunmuştur. Yine aynı çalışmada kadınların yerleşim yerlerine göre yapılan incelemelerde köylerdeki 43 anne sütü örneğinin 4'dnde (%9,3), kasabalardaki 76 anne sütü örneğinin 12'sinde (%15,8), merkezdeki 68 anne sütü örneğinin 5'inde (%7,4) oranında AFM₁ tespit edilmiştir. İlçelerden sağlanan 13 adet anne stnnde ise AFM₁'e rastlanmamıştır. İstatistiksel olarak yerleşim yerlerine ve eğitim durumlarına göre gruplar arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. Anne sütlerinde belirlenen aflatoksin varlığı, kadınların gerek yaşadıkları bölgelerin farklı olması gerekse almış oldukları eğitim düzeylerinin farklı olmasından etkilenmemiştir. Eğitim durumları yönünden ise okur-yazar olamayan kadınlardan sağlanan süt örnek sayısı az olmakla birlikte %33,3'nde ortalama 6,18 pg/ml, ilköğretim düzeyinde eğitim gören kadınlardan sağlanan süt örneklerinin %10,9'unda ortalama 8,92 pg/ml miktarlarında AFM₁ llmştir. Lise ve yüksekokul düzeyinde eğitim gören kadınlarda ise AFM₁ belirlenememiştir. Yerleşim bölgeleri eğitim düzeyleri dikkate alınmaksızın toplam 200 adet anne sütü örneklerinin 179'u (%89,5) negatif olarak belirlenirken, 21 (%10,5) rnekte ise ortalama 8.45 pg/ml düzeyinde AFM₁ olduğu tespit edilmiştir. (41). Sunulan bu çalışmada da benzer bir sonuç görülmüş, katılımcıların Aflatoksin değerleri ile demografik verileri arasındaki ilişki incelenerek Kruskal Wallis testi yapılmış, katılımcıların aflatoksin M₁ değerleri ile yaş, eğitim düzeyi, gelir, ısınma durumları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Ankarada 70 anne sütü rneği ve örnek veren annelerin beslenme alışkanlıkları üzerine yapılan çalışmada annelerden alınan sütlerin mikotoksin miktarları ELISA yöntemi ile analiz edilmiştir. Anne sütlerinin 9 (%12.9)'unda ortalama 5.73±0.74 ng/L AFM₁ tespit edilmiştir.

Sunulan çalışmada katılımcılara AFM₁ içermeye potansiyeli olan farklı temel besin gruplarını tüketim durumları sorulmuş, % 90,3' ü peynir, % 48,4' ü süt, % 89,2' si yoğurt, % 87, 1' i isot, % 58,1' i kırmızı pul biber % 68,8' i biber salçası, %89, 2' si domates salçası, % 93,5' i ekmek, % 71,0' ı un, % 78,5' i yumurta, % 80,6' ı et, % 74, 2' si bulgur tükettiğini, %77,4' ü antep fıstığı, % 89,2' si ise yer fıstığı, % 90,3' ü ceviz, % 88,2' si fındık, % 75,3' ü çekirdek, % 88,2' si mısır, % 90,3' ü kuruyemiş tüketmediğini, ifade etmişlerdir. Ankara'da yapılan çalışmada sütlerinde hem AFM₁ hem de OTA düzeyi yüksek olan 7 anneden birinin toplam tahıl tüketiminin diğer bireylerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Sütlerindeki AFM₁ düzeyi yüksek olan bireylerin toplam bisküvi, kek vb. tüketimlerinin sütlerindeki AFM₁ düzeyi düşük olan bireylerden daha fazla olduğu saptanmıştır (p<0.1). Ankara' da yapılan bu araştırmada, anne sütlerinde değişen miktarlarda AFM₁ ve OTA saptanmış olmakla birlikte bazı potansiyel riskli besinlerle olan ilişkileri gösterilememiştir (10). Sunulan bu çalışmada süt örneklerinde bulunan AFM₁ varlığı ile tüketilen yiyecek çeşitleri arasında antep fıstığı, bulgur tüketimi, hazır domates salçası tüketimi dışındaki gıdalarda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yasal limitlerin altında da olsa sütlerin %93,25'inde AFM₁ varlığının sözkonusudur. Dünya genelinde yapılan araştırmalarda, aflatoksin kontaminasyonunun görüldüğü besinlerin tüketimi, satın alınması ve depolama koşullarının da sorgulanması, besinler ile aflatoksinlere maruz kalımın incelenmesi açısından önemlidir (16).

Aflatoksinlerin oluşumu bazı çevresel faktörlere de bağlıdır. Kontaminasyonun miktarı, coğrafi yerleşim, iklim, tarımsal çalışmalar, hasat ve/veya işleme süreleri, saklama koşulları ve süreleri sırasında küflerin saldırısı vb. göre değişiklik gösterir (26). Bazı bölgelerde (Afrika veya Asya) insanlarda aflotoksin kaynaklı akut zehirlenmeler görülmektedir. Bu tür zehirlenmelerin nedeni çoğunlukla kontamine olmuş tahılların (özellikle mısır, pirinç, makarna) tüketilmesidir (22). Aflatoksin üreyebilen yiyecekler genellikle; sert kabuklu yağlı tohumlar (ayçiçeği, fındık, yer fıstığı, Antep fıstığı, pamuk tohumu vb.), kurutulmuş meyveler (kuru incir, kuru üzüm vb.), bazı tahıllar ve ürünleri (mısır, buğday, çavdar, arpa, yulaf, pirinç, kepek, irmik, mısır gevreği, makarna vb.), kuru baklagiller (soya fasulyesi, fasulye, bezelye, mercimek vb.), baharatlar (kırmızı toz biber, pul biber, karabiber, hindistan cevizi vb.) hayvansal ürünler (süt, peynir, yumurta, sakatat vb.)'dir (5, 13, 26, 43, 42). Asya ülkelerinin birçoğunda pirinç aflatoksin sıklığı ve kontaminasyonunda temel gıdadır. Ayrıca arpa ve mısır bazlı gıdalarda da aflatoksin varlığı bildirilmiştir (57). Ülkemizde buğday

ununda aflatoksin varlığını belirlemek için yapılan çalışmada; toplam 50 buğday unu örneği incelenmiş, çalışma örneklerinin 37 adedinde (%74) AFB₁ tespit edilmiş, bunlardan 8 tanesinin (%16) AFB₁ miktarının “Türk Gıda Kodeksi” ne göre kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğunu belirtilmiştir (54). Sunulan bu çalışmada her ne kadar yasal limitlerin altında da olsa bulgur saklayıp tüketen annelerin sütlerindeki AFM₁ oranında tüketmeyenlere nazaran fazla bulunmuştur. Pakistan’ın önemli ziraat ürünü olan kırmızıbiberin de de *Aspergillus* türleri içinde en tehlikeli tür olan *A. Parasitikus* içerdiği saptanmıştır (26). Bu toksinler ışığa karşı duyarlı olduklarından, güneşte bekletilirlerse bir günde % 50’ sinin bozulduğu bildirilmiştir. Bu nedenle tahıllar ve ürünlerinin, kuru baklagillerin yıllık depolamada arasına güneşlendirilmesi önerilmektedir (13). Şanlıurfa ilinde çok fazla pul biber tüketilmektedir. Anket yapılan annelerin 87,1 % isot (siyah pul biber), 58,1% kırmızı pul biber tükettiklerini ifade etmişlerdir. Annelerin pul biber tüketimi ve sütteki AFM₁ varlığı ile ilgili anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yine de alınan süt örneklerinin % 93,25’ inin pozitif olduğu ve katılımcıların büyük bir çoğunluğunun isot ve pul biber tükettikleri göz önünde bulundurulursa, bu konunun daha detaylı araştırılması gerekmektedir.

Sunulan çalışmada Şanlıurfa’nın yoğun olarak fıstık yetiştirilen, saklanan ve tüketilen bir bölge olması nedeniyle katılımcıların fıstık tüketim durumları özellikle ele alınmıştır. Çünkü aflatoksin kontaminasyonunun en sık görüldüğü riskli besinlerden birisi de fıstık ve fıstık ürünleridir (47). Bu konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada fıstık ürünlerinde 5.0 µg/kg ile 183.2 µg/kg arasında değişen miktarlarda AFB₁ görüldüğü bildirilmiştir (44). Oliveira ve ark. 240 fıstık örneği ile yaptıkları çalışmalarda örneklerin %44,2’sinde 0,5-103,8 µg/kg arasında değişen miktarlarda aflatoksin bulmuşlardır. AF(B₁, B₂, G₁, G₂)’lerin hepsini içeren ve 20 µg/kg düzeyindeki yasal limiti aşan toplam 9 örnek bulunduğunu bildirmişlerdir (2). Sunulan çalışmada katılımcıların AFM₁ değerleri ile antep fıstığı tüketmeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Katılımcılardan antep fıstığı tüketenlerin tüketmeyenlere oranla AFM₁ düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ankarada yapılan araştırmada küflendiği fark edilen besinlere uygulanan işlemler sorgulandığında yeşil zeytin tüketimi fazla olan annelerin sütlerindeki AFM₁ düzeyi tüketmeyenlere oranla daha fazla bulunmuştur. Annelerin %69.4’ ünün küflenen zeytinlerin tamamını attığını, sütlerindeki AFM₁ düzeyi yüksek olan annelerin %50.0’sinin yıkayıp kullandığı tespit edilmiştir. Yine aynı araştırmada sütlerindeki AFM₁ düzeyi yüksek olan

annelerin %37,5'inin, düşük olanlarında %3.4'ünün küflü peynirleri yıkayıp tükettikleri belirlenmiştir (10). Ancak sunulan çalışmada annelerin süt ve yoğurt tüketimleri ile sütlerindeki AFM₁ düzeyleri arasında her hangi bir ilişki belirlenmemiştir. Küflü peynir tüketimi ile ilgili katılımcıların % 92,5' i küflü ya da küflü kısmı temizlenmiş yiyecek tüketmediklerini ifade etmişlerdir. Bu nedenle küflü yiyecek tüketiminin AFM₁ ile ilişkisi ile ilgili anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

Toplumumuzda besinlerin hazırlanması, pişirilmesi ve saklanması işlerini genellikle kadınlar yapmaktadır. Tokat il merkezinde yaşayan, farklı kuşaklardan olan 80 ev kadını üzerinde yapılan çalışmada; yaş ve eğitim düzeylerine göre, süt ve süt ürünlerini hazırlama, pişirme ve saklamaya yönelik uygulamalarını tespit etmek amacıyla katılımcılara anket doldurtulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, kadınların eğitim düzeyi yükseldikçe besinleri pişirme ve saklamaya yönelik uygulamalar konusunda daha bilinçli davrandıkları sonucuna varılmıştır (32). Ankara' da yapılan çalışmada sütlerindeki AFM₁ düzeyi yüksek olan bireylerin %66.7'sinin ceviz, fındık vb. yağlı tohumları, %66.7'sinin kuru meyveleri satın alırken paketlenmemiş açık ürünleri tercih ettikleri saptanmıştır. Sunulan bu çalışmada katılımcıların besinleri saklama yöntemleri ve saklayıp saklamadıkları incelendiğinde; katılımcıların % 63,4'ü biber salçasını, % 54,8'i domates salçasını, , % 59,1'i pulbiberi buzdolabında sakladığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada katılımcıların AFM₁ değerleri ile besin saklama durumları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sonuçlara göre; domates salçasını saklamayan katılımcıların AFM₁ değerlerinin, saklayan katılımcılara oranlara daha yüksek olduğu söylenebilir. Bunun nedeni domates salçasını saklamayanların genellikle hazır konserve salça kullanmaları ve konserve salçanın ev yapımı salçaya oranla küflenmeye karşı daha dayanıksız olması, ya da sanayide hazır salçala yapımında küflü domates kullanılması olabilir. Bilindiği üzere ev yapımı salçalar hem çok kurutulmakta, hem de tuzlanmaktadır. Bu durum da küflerin üremesini zorlaştırmaktadır. Bir diğer anlamlı farklılık ise diğer tahıl ürünlerini saklama durumlarında görülmüştür. Bulgur ve diğer tahıl ürünlerini saklayanların saklamayanlara oranla AFM₁ değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ankara' da yapılan çalışma da da tahıl ürünlerini çok tüketen annelerde AFM₁ oranı daha yüksek bulunmuştur (10). Tokatta yapılan çalışmanın aksine bu çalışmada Şanlıurfa'da yaşayan katılımcıların AFM₁ değerleri ile yaş, eğitim düzeyi, gelir ve ısınma durumları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

İncelenen örneklerin 83 (%93,25)' ü pozitif 6 (%6,7)' sı negatif bulundu. Pozitif örneklerde bulunan ortalama AFM₁ miktarı 8,1 pg/ml olarak belirlendi. Bulunan en düşük değer 0,8 pg/ml, en yüksek değer 24,7 pg/ml' dir. Yine toplanan süt örneklerinde aflatoksin oranı 22 (%24,7) örnekte 0-5 pg/ml, 36 (%40,4) örnekte 5-10 pg/ml, 18 (%20,2) örnekte 10-15 pg/ml, 6 (%6,7) örnekte 15-20 pg/ml, 1 (% 1,1) örnekte de 20-25 pg/ml, bulundu.

Toplanan anne sütü örneklerinde AFM₁ varlığı ve oranı ile yaş, eğitim düzeyleri, gelir düzeyleri, ısınma biçimleri, oturdukları muhit, beslenme alışkanlıkları vb. demografik veriler arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak sunulan çalışmada Şanlıurfa bölgesinde toplanan anne sütü örneklerinde bulunan AFM₁ oranı, yasal limitlerin altında olduğu için, sağlık açısından bir risk oluşturmamaktadır. Ancak anne sütlerinin %93,25' inin pozitif çıkması beslenmeye bağlı olarak çoklu kontaminasyon riskinin bulunduğunu göstermektedir. Yine bu çalışma sonucunda AFM₁ kontaminasyonun özellikle fıstık, hazır domates salçası ve saklanan bazı tahıl ürünlerinin tüketimiyle artış gösterdiği görülmektedir.

Genel olarak Aflatoksin tehlikesini bertaraf etmek için şunları önerebiliriz;

- Yapılan araştırmalardan da anlaşılacağı üzere aflatoksin kontaminasyonuna uğramış gıdalar sağlık açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Aflatoksin kontaminasyonunu önlemek için yiyeceklerin üretim, hazırlama, depolama ve tüketim aşamalarına dikkat edilmelidir. Bunun için öncelikle iyi tarım uygulamaları; hasat, kurutma, mikropsuzlaştırma, ambalajlama, depolama ve taşıma yöntemlerinin aflatoksin oluşmasına neden olan fungusların üremesini önleyecek şekilde bilinçli yapılması gerekmektedir. Kontamine olmuş ürünlerde de, sağlık açısından en uygun kimyasal yollar kullanılarak aflatoksin miktarını yasal limitler düzeyine indirmelidir.

- Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin bulunması insan sağlığı açısından zararlıdır. Aflatoksin oluştuktan sonra gıdadan tamamen eliminasyonu mümkün değildir. Bu nedenle gıdalardaki AFM₁ miktarını en aza indirmek için, yiyeceklerin üretiminden, tüketimine kadar yapılacak olan bütün işlemler küf kontaminasyonunu ve gelişimini minimum düzeye indirgeyecek şekilde yapılmalı, bu amaçla modern üretim ve muhafaza teknikleri kullanılmalıdır. Ayrıca gıda yem ve maddeleri her aşamada Aflatoksin yönünden kontrol edilmeli, gerekli önlemler alınmalı, tolerans limitlerin üzerinde aflatoksin ihtiva eden

ürünlerin tüketimine izin verilmemelidir. Birçok gelişmiş ülke önlem amaçlı olarak süt ve ürünleri ve diğer ürünlerde bulunabilecek maksimum aflatoksin limitlerinin sınırlarını belirleyerek yasal düzenlemeler yapmıştır. Bu limitler gelişmişlik düzeyi ve ekonomik duruma bağlı olarak ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Bu limitlerin yasal denetlemeleri daha sıkı yapılmalıdır. Gerekli görüldüğü takdirde yeni yasal yaptırımlar uygulanmalıdır.

- Yapılan çeşitli çalışmalar diyetle tüketilen doğal yiyeceklerin; brüksel lahanası, brokoli, karnabahar, bal, hint safranı, sarımsak, vitaminler (A, C, E ve analogları), domates, yeşil çay ve kahvenin karsinogenезin önlenmesinde AFM₁' e karşı etkili olduğunu ortaya konmuştur (12). Kişiler besin hijyenine dikkat etmeli, beslenmelerinde bu tür gıdalara daha fazla yer vermelidirler.

- Hamile ve emziren annelerin beslenmesi konu başlıklı yapılan yayın aramalarında ulaşılan kaynaklarda, özellikle de fazla satış yapan beslenme kitaplarında ve diğer yayınlarda, AFM₁ varlığı bulunan küflenmiş gıdaların tüketiminin zararlarına dair ibarelere genel olarak rastlanmamıştır. Halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi adına bu büyük bir eksiklik. Yine anket uygulamalarında yapılan sohbetlerde kişilerin konu hakkında bilgilerinin olmadığı, evde küflenmiş yiyecekleri hayvanlara vermekte bir zarar görmedikleri, gıdaları satın almada ve depolamada bilinçsiz hareket ettikleri gözlemlenmiştir. Gerek yazılı, gerekse görsel yayınlarla halkın AFM₁ konusunda bilgilendirilmesi bir zorunluluktur. Bunun içinde öncelikle basın yayın organlarının konuya dikkat çekmeleri sağlanmalıdır. Bunların yansısı konu ile ilgili yasal düzenlemelerin uygulanması için denetimlerin daha sağlıklı ve sıkı yapılması yönetime düşen sorumluluklardır. Böylece anne sütlerine gıda yolu ile geçen AFM₁ oranının azaltılabileceği kanısına varılmıştır. Sonuç olarak anne sütünün bileşimini etkileyen en önemli faktörlerin başında annenin beslenme şeklinin geldiği ve annelerin gebelikte ve emzirme döneminde tükettikleri besin öğeleri / miktarının, sütlerinin bileşimine de etki ettiği (50, 11) bilgisinden hareketle, kadınlara gebelikte ve emzirme döneminde yanlış beslenme alışkanlıklarının, sütlerine yansıtacağı, bu durumun da bebeklerin büyüme ve gelişmelerini olumsuz etkileyeceği anlatılmalıdır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, bu konuda yapılacak çalışmalara rehber olabilecek potansiyeldedir.

7. KAYNAKLAR

1. Abdulrazzaq YM, Osman N, Yousif ZM, Al-Falahi S. Aflatoxin M₁ in Breast-Milk of UAE Women, *Annals of Tropical Paediatrics, International Child Health*, September 2003; 23 (3): 173-179
2. Afshar P, Shokrzadeh M, Kalhori S, Babae Z, Saedi Saravi SS. Occurrence of Ochratoxin A and Aflatoxin M₁ in Human Breast Milk in Sari. *Food Control*, Iran, 2012; 31(2): 525-529
3. Aksoy U. Afla Toksin. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni, Ocak 1990; 2: 1-4
4. Aksoy A, Das YK, Yavuz O, Guvenc D, Cetinkaya MB, Kokcu A, Celik S. Aflatoxin M₁ Level of Human Breast Milk Samples in Samsun and Neighbour Provinces, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2009;18 (5B): 831-834
5. Albay Z, Şimşek B. Süt ve Ürünlerinde Mikotoksinler ve Özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi)* 2011; 9(2): 50-60
6. Atasayar Sabuncuoğlu S, Baydar T, Giray B, Şahin G. Mikotoksinler, Toksik Etkileri, Degredasyonları, Oluşumlarının Önlenmesi ve Zararlı Etkilerinin Azaltılması. Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Dergisi, Ankara, 2008; 28(1): 63-92
7. Atasever M, Yildirim Y, Atasever M, Tastekin A. Assessment Of Aflatoxin M₁' in Maternal Breast Milk in Eastern Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 2014; 66: 147-149
8. Atıcı A, Polat S, Turhan AH. Anne Sütü İle Beslenme. *Türkiye Klinikleri Pediatrik Bilimler Dergisi*, 2007; 3(6): 1-5
9. Aydemir Atasever M, Adıgüzel G, Atasever M, Özturan K. Türkiye (Erzurum)'de Tüketilen Bazı Peynir Çeşitlerinde Aflatoxin M₁ Seviyesinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2010; 16; 87-9

10. Barut Uyar B. Anne Sütündeki Aflatoksin M₁ ve Okra Toksin A Miktarları İle Annenin Beslenme Durumu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2013
11. Baysal A. Beslenme. 11. baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 2007; 425-435
12. Bilgin Ö. İnek Koyun ve Keçi Sütlerinde Yaz ve Kış Mevsimlerinde Aflatoksin M₁ Düzeyinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2014; 24-30
13. Bulduk S. Gıda ve Personel Hijyeni. 3. baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2007; 96-97
14. Cano Sancho G. Occurrence of aflatoxin M₁ and Exposure Assessment in Catalonia (Spain). Revista Iberoamericana de Micología, 2010; 27(3): 130
15. Cherkani-Hassani A, Mojemmi B, Mouane N. Occurrence and Levels of Mycotoxins and Their Metabolites in Human Breast Milk Associated to Dietary Habits and Other Factors: A Systematic Literature Review, 1984-2015. Trends in Food Science & Technology, 2016; 50: 56-69
16. Coşkun T, Şanlı T. Süt ve Süt Ürünlerinde Kalıntılar. Derleme Makale, Akademik Gıda 2016; 14(1): 67-74
17. Çetin T. Ankara Piyasasında Satışa Sunulan Kaşar Peynirlerinde Olası Aflatoksin M₁ Varlığının HPCL Metodu ile Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2004
18. Dinçel A, Demli F, Durlu Özkaya F, Alatan F, Uzun R, Subaşı SA. Çeşitli Peynir Örneklerinde Aflatoksin M₁ Varlığının HPLC ile Analizi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 2012; 69(2): 89-96
19. Doğan E. Ardahan Yöresinde Toplanan Süt ve Kaşar Peynirlerinde Aflatoksin M₁ Düzeylerinin Mevsimlere Göre Araştırılması. Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kars, 2012; 22-34
20. Durlu Özkaya F, Cömert M. Gıda Zehirlenmelerinde Etken Faktörler. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 2008; 65 (3): 149-158

21. El- Nezami HS, Nicoletti GE, Donohue DC, Ahokas JT. Aflatoxin M₁ in Human Breast Milk Samples From Victoria, Australia and Thailand, Food Chem Toxicol. 1995; 33(3): 173-179
22. Elsanhoty RM, Ramadan MF, Elgo Hery SS, Abol Ela MF, Azeke MA. Ability Of Selected Microorganisms for Removing Aflatoxins in Vitro and Fate of Aflatoxins in Contaminated Wheat During Baladi Bread Baking. Food Control, 2013; 33: 287-292
23. Erdoğan S. Beslenme ve Besin Teknolojisi. 2. Baskı, Detay yayıncılık, Ankara, 2009; 472-473
24. Erol İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. 1. baskı, Pozitif Matbaacılık, Ankara, 2007; 173-183
25. Fallah A. Levels of Aflatoxin M₁ in Milk. Cheese Consumed in Kuwait and Occurrence of Total Aflatoxin in Local and Imported Animal Feed. Food and Chemical Toxicology, 2010; 48(3): 988-991
26. Fışkın G, Ersoy G, Gündüz G, Fışkın K. Aflatoksin Üreten Küf Mantarlarının Besinlere Bulaşma Yolları, Afla Toksinin Sağlık üzerine Etkileri. DBHAD Uluslararası Hakemli Beslenme Araştırmaları Dergisi, 2015; 3(2): 81-91
27. Girgin G, Başaran N, Şahin G. Dünyada ve Türkiye' de İnsan Sağlığını Tehdit Eden Mikotoksinler. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 2001; 58(3): 97-118
28. Gurbay A, Sabuncuoğlu SA, Girgin G, Sahin G, Yigit S, Yurdakok M, Tekinalp G. Exposure of Newborns to Aflatoxin M₁ and B₁ From Mothers' Breast Milk in Ankara, Turkey. Food Chem Toxicol, January 2010; 48(1): 314-9
29. Hazer A. Denizli ve Aydın İllerinden Elde Edilen Çiğ Sütlerde Aflatoksin M₁ Prevalansı ve Miktarının Aranması. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2011
30. Heperkan D. Mikotoksinlerin Biyolojik Yöntemler ve Kimyasal Bağlayıcılarla Uzaklaştırılmasındaki Güncel Gelişmeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 2006; 105-108

31. Iha MH, Barbossa CB, Okada IA, Trucess MW. Aflatoksin M₁ in Milk and Distribution and Stability of Aflatoxin M₁ During Production and Storage of Yoghurt and Cheese. *Food Control*, 2013; 29: 1-6
32. Işık N, Önay Derin D, Güldemir O, Gürel İ. Tokat İl Merkezinde Yaşayan Kadınların Süt ve Süt Ürünlerini Pişirme ve Saklama Uygulamaları. *DBHAD Uluslararası Hakemli Beslenme Araştırmaları Dergisi*, 2015; 3(2) : 1
33. İşleyici Ö, Sancak YC, Morul F. Divle Tulum Peynirinde Aflatoksin M₁ Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2011; 22(2): 105-110
34. Jonsyn FE, Maxwell SM, Hendrickse RG. Ochratoxin A and Aflatoxins in Breast Milk Samples From Sierra Leone. *Mycopathologia*, 1995; 131(2): 121-126.
35. Kabak B, Var I. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M₁ Problemi. *Gıda Dergisi*, Adana, 2004; 29(4): 275-279
36. Karaman S, Acar B. Uluslararası Gıda Ürünleri Ticareti ve Aflatoksin Yasal Düzenlemeleri. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 2006; 7(2): 190-197
37. Keser O, Kutay H.C. Mikotoksinlerin Önlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemler II. Kimyasal ve Biyolojik Yöntemler. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2009; 35(1): 19-30
38. Keskin Y, Baskaya R, Karşlı S, Yurdun T, Ozyaral O. Detection of Aflatoxin M₁ in Human Breast Milk and Raw Cow's Milk in Istanbul, Turkey. *Journal of Food Protection*, 2009; 72(4): 885-889
39. Kırdar S. Süt ve Ürünlerinde Mikotoksinler. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 2006; 307-310
40. Kireççi E, Savaşçı M, Ayyıldız A. Sarıkamış' ta Tüketilen Süt ve Peynir Ürünlerinde Aflatoksin M₁ Varlığının Belirlenmesi. *İnfeksiyon Dergisi*, 2007; 21 (2): 93-96
41. Kuyucuoğlu N. Afyonkarahisar İlindeki Anne Sütü Örneklerinde Aflatoksin M₁ Düzeylerinin Belirlenmesi. *Afyonkocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Afyonkarahisar, 2007

42. Koçak N. Yiyecek İçecek İşletmelerinde Gıda ve Personel Hijyeni. 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2010; 27-29
43. Köğüstün F. Aydın ve İzmir İllerinde Satışa Sunulan Taze Kaşar ve Eritme Peynirlerinde Aflatoksin M₁ Varlığının ELİZA Yöntemi ile Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2013; 22-23
44. Mobeen AK, Aftab A, Asif A, Zuzzer S. Aflatoxins B₁ and B₂ Contamination of Peanut and Peanut Products and Subsequent Microwave Detoxification. Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences, Pakistan, 2011; 1: 1-3
45. Oruç HH, Sorucu A, Arslan E, Türkmen İİ. Bir Yem Fabrikası Tarafından Türkiye’de Üretilen Yem ve Yem Hammaddelerinde Çeşitli Mikotoksinlerin Miktarlarının Belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2012; 18 (4): 633-638
46. Öğören E. Türkiyede Ticari Ölçekte Üretilen Bazı Küflü Peynirlerin Toplam Aflatoksin, Aflatoksin M₁ ve Okratoksin A Düzeylerinin Belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 2012
47. Özkaya Ş, Temiz A. Aflatoksinler; Kimyasal Yapıları, Toksinleri ve Detoksifikasyonları. Orlab On- Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2003; 1(1): 21
48. Özer E, Kesenkaş H. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksinler. Süt Dünyası Dergisi, 2011; 35: 59-61
49. Resmi Gazete-2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. 19 Aralık 2012 tarih ve 28502 Sayılı Resmi Gazete.
50. Samur G. Anne Sütü. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı Yayınları, Ankara, Şubat 2008; 9-18
51. Selimoğlu MA. Anne ve Bebek Sağlığı Açısından Emziren Anne Beslenmesinin Önemi. Türk Pediatri Arşivi, 2013; 48: 183-7
52. Sezgin E. Koyulaştırılmış Süt ve Süt Taozlarının Aflatoksin M₁ İçeriklerine Proses Aşamaları ve Depolamanın Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara, 2004

53. Sert S, Keleş F. Gıda İşlemenin Mikotoksinlere Etkisi. Derleme, 1988; 221-226
54. Şefiktürk İM, Gönülalan Z. Kayseri’de Tüketime Sunulan Bazı Tahıl Ürünlerinde Okratoksin A Miktarları. Sağlık Bilimleri Dergisi, 2007; 16(2): 86-90
55. Var I, Kabak B, Özkarslı M. Mikotoksin Aranmasında Kullanılan Analiz Yöntemleri. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2004; 11(2): 1-11
56. Yangılar F, Oğuzhan P. Süt ve Süt ürünlerinde Bulunan Başlıca Mikotoksin Türü Aflatoksinler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, Şubat 2013; 6(2): 108
57. Yentürk B. Gıdalarda Aflatoksin Varlığının Değerlendirilmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 2012; 69(1): 41-52
58. Yerlikaya O, Kınık Ö. Süt ve Ürünlerinde Risk Oluşturan Aflatoksinler ve İnsan Sağlığına Etkileri. Tarım Türk Dergisi, 2012; 1-2
59. Wild CP, Pionneau FA, Montesano R, Mutiro CF, Chetsanga CJ. Aflatoxin Detected in Human Breast Milk by Immunoassay. Int J Cancer, September 1987; 40(3): 328-33.
60. Zarba A, Wild CP, Hall AJ, Montesano R, Hudson GJ, Groopman DJ. Aflatoxin M₁ in Human Breast Milk From The Gambia, West Africa, Quantified by Combined Monoclonal Antibody Immunoaffinity Chromatography and HPLC. Carcinogenesis, 1992; 13(5): 891-894