



İğdır'da üretilen sütlerin bazı kimyasal özellikleri ve aflatoksin M1 miktarının belirlenmesi

Bayram YURT^{*1}, Burak ULUÇAY²

Özet

Beslenme açısından önemli bir gıda maddesi olan süt, yaşamın her aşamasında tüketilmektedir. Uygun olmayan koşullarda üretildiğinde sağlık açısından olumsuzluklara da sebep olmaktadır. Aflatoxinli yemlerle beslenen hayvanların sütünde bulunan aflatoksin M1 bunlardan biridir. Bu çalışmada, İğdır ve yöresindeki (Merkez, Karakoyunlu, Tuzluca, Aralık) çiğ inek sütlerinin bazı kimyasal özellikleri ve aflatoksin M1(AFM1) miktarı belirlenmiştir. Araştırmada 25 adet çiğ inek sütü kullanılmıştır. Analiz edilen sütlerde kuru madde, yağ, protein, kül ve aflatoksin M1(AFM1) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda ortalama kimyasal değerler; Kuru madde miktarı % 11,77 ± 1,27, yağ miktarı % 3,19 ± 0,52, yağsız kuru madde miktarı % 8,58 ± 1,09, protein miktarı % 3,19 ± 0,35, kül miktarı 0,77 ± 0,17 ve aflatoksin M1 miktarı 0,13 µg/kg ± 0,11 olarak bulunmuştur. 25 adet çiğ inek sütü numunesinin tamamında (% 100) aflatoksin M1(AFM1) tespit edilmiştir. Bunlardan 20 tanesi (%80) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ de yer alan çiğ inek sütleri yasal limitinin üzerinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İğdır, süt, kimyasal özellik, aflatoksin M1

Determination of some chemical properties and aflatoxin M1 of milk produced in İğdır

Abstract

Milk is an important food for Nutrition and it is consumed every stage of life. It causes adversities in for the health when it is produced unfavourable conditions. In this research, some physicochemical properties and aflatoxin M1 of raw cow milk produced in İğdır and region (İğdır center, Karakoyunlu, Tuzluca, Aralık) were investigated. In research 25 piece raw cow milk were used. Dry matter, fat, protein, ash and aflatoxin M1 analyzes were performed in milk. According to results of chemical analysis mean values were found as the following; Dry matter 11.77 % ± 1.27, fat 3.19 % ± 0.52, non-fat dry matter 8.58 % ± 1.09, protein 3.19 % ± 0.35, ash 0.77 % ± 0.17 and aflatoxin M1 content 0.13 µg/kg ± 0.11. Aflatoxin M1 (AFM1) has been detected in milk all samples (% 100). 20 piece (80 %) of these, is contrary to the Turkish Food Codex Regulation.

Keywords: İğdır, milk, chemical properties, aflatoxin M1

1. Giriş

Dünya nüfusunun artışı doğrultusunda gıdalara olan ihtiyaç da o nispette artmaktadır. Bu gıda maddelerinden olan süt ve süt ürünleri önemli miktara sahiptir. Beslenme açısından çok önemli bir gıda maddesi olan süt; besin öğelerinden protein, mineral ve vitaminler bakımından zengindir. Kemik gelişimi ve vücut oluşumunda en önemli yapı taşlarından biri olan kalsiyum mineral maddesinin de başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Süt organizmanın gelişmesi ve yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli besin unsurlarının tamamını içermektedir. Bundan dolayı eski çağlardan bu yana en çok tüketilen gıda maddelerinden birisidir [1].

¹ Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 12000 Bingöl, Türkiye

² Samsun Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 55000 Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar E-posta: byurt@bingol.edu.tr

Belirli küf türleri tarafından üretilen, insanlarda ve hayvanlarda toksik, karsinojenik, mutajenik, teratojenik ve östrojenik etkileri olan mikotoksinlerin, süt ürünlerinde bulunması iki nedenle olmaktadır. Birincisi; süt veren hayvanlar tarafından tüketilen yemlerin kontamine olması ve yemlerdeki toksinlerin metabolize edilmesi ile metabolitlerin süte transferi sonucu süütün kontaminasyonu (örneğin aflatoksin B1, aflatoksin M1 ile), diğeri ise; süt ürününün direkt olarak küf kontaminasyonuna maruz kalması sonucu mikotoksin oluşmasıdır [2].

Mikotoksin kelimesi Yunanca fungus anlamına gelen "Mykis" ve Latince zehir anlamına gelen "Toxikon" kelimelerinden oluşmuştur. Mikotoksinler küflerin sekonder metabolitleridir ve çok düşük miktarda meydana gelirler. İz miktarlarda bile insan sağlığını etkilerler. Mikotoksinleri belirli küf cinsleri üretir ve her birinin ürettiği mikotoksin

farklıdır. Küf mantarı gıda maddesinde gelişip toksin oluşturduktan sonra tamamen yok olsa da ürettiği toksin gıda maddesinin tüketilmesi sonucu toksik etkisini göstermektedir [3].

Araştırmalar sonucunda, 300.000'den fazla küf türünün bulunduğu, bunlardan yaklaşık 250 kadarının mikotoksin sentezleyebildiği ve belli miktarda olan 20 türün oluşturduğu toksinlerin insan ve hayvanlarda hastalık yapabildiği belirlenmiştir. Aflatoksinler ısıya dirençli olmaları nedeniyle sağlık açısından önem taşımaktadırlar ve aynı zamanda mutajenik ve kanserojenik etkileri bulunmaktadır. Ayrıca aflatoksinlerin siroz, kronik gastrit, Reye sendromu ve bazı solunum sistemi hastalıklarına neden olabildiği belirtilmektedir. Aflatoksinler; B, G ve M ana isimleri ve bunlardan da aflatoksin B1, B2, G1, G2, M1 ve M2 olarak altı ana bileşiktir. Bunlar içerisinde aflatoksin M1 (AFM1) süt ve süt ürünlerinde gıda hijyeni açısından ciddi problemler oluşturmaktadır [4].

Çok sayıda ülkede sütte bulunmasına müsaade edilen aflatoksin M1 limit değerleri maksimum 0,05 ve 0,5 ppb düzeyleri arasında yoğunlaşmıştır. Ülkemizde toplam aflatoksin M1 düzeyi karma yemlerde maksimum 50 ppb ile sınırlandırılırken, aflatoksin M1 için limit değerler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği çerçevesinde sütlerde maksimum 0,05 ppb, peynirde maksimum 0,25 ppb, bebek mamalarında ise maksimum 0,02 ppb olarak belirlenmiştir [5].

Ülkemizde olduğu gibi pek çok ülkedeki mevzuatlarda, sütteki aflatoksin M1'in kabul edilebilir maksimum limiti 0,05 ppb dir. Dünyadaki aflatoksin M1'in maksimum limitleri ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik ekonomik görüşlerden etkilenmektedir. Avrupa Birliği ve Kodeks Alimentarius çiğ süt ve kuru ya da işlenmiş süt ürünlerindeki aflatoksin M1 düzeyinin 0,05 ppb'yi geçmemesi gerektiğini belirlemiştir. Amerika'da aflatoksin M1 maksimum sınırı ise 0,5 ppb' dir [6].

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

Mikotoksinlerden olan Aflatoksinler, özellikle *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* olmak üzere, diğer bazı *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türleri tarafından oluşturulan kanserojenik, mutajenik, teratojenik ve toksijenik metabolitlerdir [7]. Aflatoksinler *Aspergillus*'un üç türü tarafından üretilebilir, bunlar; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve az miktarda *Aspergillus nomius*'tur. *Aspergillus flavus* sadece aflatoksin B üretirken *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nomius* aflatoksin B ile birlikte aflatoksin G üretir [8][9]. Aflatoksinler yüksek miktarda toksisiteye sahip olmalarından dolayı vücuda alındıklarında akut veya kronik olarak seyreden aflatoksikozis denilen mikotoksikozis vakalarına neden olmaktadır [10].

Toksijenik bir küf türünün her suşu toksin üretmeyebilir. Küf gelişimi izlenen her gıda maddesinde aflatoksin içerme şartı yoktur. Burada en önemli olan gelişen mantarın *A.flavus* ve *A.parasiticus* türlerinin olup olmadığıdır [11].

Aflatoksinler sadece 12-42 °C sıcaklıkları arasında ürerler ve optimal sıcaklık 25-35 °C'dir [12,13]. Ancak diğer unsurlara da bağlı olmak şartıyla 7,5-40 °C sıcaklık derecesi aralığında aflatoksin üretilebildiğini bildiren çalışmalar vardır. Yine koşullara bağlı olmak üzere aflatoksin üretim süresi 24 saat ile 4-10 gün arasında değişebilmektedir. aflatoksin üretimi için minimum su

aktivitesinin ise 0,85 olduğu bildirilmiştir [14]. Normal ısılarda son derece dayanıklı olan aflatoksinlerin tümüyle parçalanmaları için 300 °C'nin üzerindeki sıcaklıklara gerek vardır ayrıca kısa zamanda yüksek ısıda pastörizasyon ile sütlerdeki aflatoksin miktarında azalma olmaktadır [15].

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

CO₂ ve O₂ varlığı aflatoksin üretmesi ve küfün oluşumunda etkilidir. Havadaki % 20 CO₂ seviyesi aflatoksin üretimini ve küfün gelişimini belirgin biçimde baskılamaktadır. Havadaki oksijen konsantrasyonunun % 10 azalması aflatoksin üretimini baskılar [16].

Aflatoksinler gıda ve yem maddelerinde çok dayanıklıdır, ancak çok düşük veya yüksek pH'larda (pH<3 ve pH>10), okside edici ajanlar ve oksijen mevcudiyeti olan ortamda UV ışığına bırakıldığında hızla aktivasyonlarını yitirmektedirler [17].

Yemle birlikte alınan AFB1 ile sütte salgılanan AFM1 arasında yüksek düzeyde pozitif ve doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir [18,19].

Bazı araştırmacılar araştırmalarında iki adet yüksek verimli (28l/gün) süt ineği ile iki adet düşük verimli (12l/gün) süt ineğinden her birine günde 4mg/kg düzeyinde AFB1 içeren yer fıstığı rasyonundan 2 kg, 18 gün süreyle yedirmişler ve daha sonra bu hayvanlardan elde edilen sütleri günlük olarak AFM1 yönünden kimyasal testlere (ince tabaka kromatografisi yöntemiyle) ve biyolojik deneylere (bir günlük ödek palazları) tabi tutmuşlardır. Bu araştırmada, AFB1'in tüketiminden sonra ilk 12 ile 24 saat içerisinde sütlerde rahatlıkla toksin belirlenmiş ve içeriğinin belli bir süre sonra en yüksek değerine ulaştığı ve sütteki AFM1'in ancak yemlerdeki AFB1'in % 1'i kadar olduğu üç gün sonra ise artık sütteki AFM1'in tayin edilemez düzeye indiği saptanmıştır [20].

Erzurum ili Pasinler ilçe merkezi ve köylerindeki süt sığırcılığı işletmelerinden alınan mısır silajlarının AFB1 ve bu yemi tüketen hayvanların sütlerinin AFM1 içeriği ile aflatoksinin yemden süte geçiş durumunu araştırmışlardır. İncelenen yem örneklerinde AFB1 miktarı ortalama 361,12±94,76 ppt ve süt örneklerindeki AFM1 miktarı ortalama 3,85±3,71 ppt olarak belirlenmiştir. Tüketilen yemdeki AFB1'in % 1,07'sinin süte AFM1 olarak geçtiği saptanmıştır. Süt numunelerinin 6 adedinde (% 8,33) ölçülebilir düzeyde AFM1 tespit edememişlerdir. 66 örnekte (% 91,67) ise Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir sınırların altında AFM1 belirlenmiştir [21].

Ankara ve yöresinde üretim yapmakta olan iki ayrı süt fabrikasına işlenmek üzere gelen, çeşitli illere ait 12 ayrı terden alınan toplam 48 adet çiğ inek sütü örneği aflatoksin M1 yönünden incelenmiş olup örneklerin % 70,83'ünün aflatoksin M1 içerdiği ve % 33,3'ünde düzeylerin Türkiye için bildirilen maksimum limit değerinin (0,05 ppb) üzerinde olduğu belirlenmiştir [22].

Van'da üretilen süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 düzeylerini incelemiş, sütlerin % 87,8'nin aflatoksin M1 içerdiğini ve bunların % 44,3'nün de 0,05 ppb' nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir [23].

Trakya Bölgesi'ndeki sütün kontaminasyon derecesini ölçmek için yapılan çalışmada, 135 adet çiğ süt örneğinden 116'sında (% 86) aflatoksin M1 bulunduğu tespit edilmiştir. aflatoksin M1 bakımından pozitif çıkan örneklerden sadece 1 tanesi (% 0,74) yasal limitin üzerindedir. Pozitif örneklerde saptanan aflatoksin M1 miktarları 0,001-0,068 ppb arasında değişirken, genel ortalama 0,008 ppb olarak tespit edilmiştir [24].

Aflatoksin M1 ile kontamine edilmiş sütlerden koyulaştırılmış süt ve sprey kurutma ile yağsız süttozları üretilerek proses aşamalarının aflatoksin M1 içeriklerine olan etkilerini belirlemek için yapılan araştırmada, 1,5 µg/L AFM1 katkılı sütler için pastörizasyon, koyulaştırma ve kurutmanın sütlerin aflatoksin M1 içeriklerinde sırasıyla % 15,93, % 40,12 ve % 67,57'lik bir kayba neden olduğunu, 3,5 µg/L AFM1 katkılı sütler için ise aflatoksin M1 kayıplarının sırasıyla % 11,71, % 34,55 ve % 58,69 olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi (3 ve 6 aylık) sonrasında 1,5 µg/L AFM1 katkılı sütlerden üretilen süttozlarının Aflatoksin M1 içeriklerinde sırasıyla % 1,43 ve % 5,18'lik bir azalış saptanırken 3,5 µg/L aflatoksin M1 katkılı sütlerden üretilen süttozlarının Aflatoksin M1 içeriklerinde söz konusu azalışların % 1,48 ve % 3,82 düzeyinde olduğunu tespit edilmiştir [25].

Yapılan bir araştırmada süt tozu, beyaz peynir ve yoğurt üretiminde aflatoksin M1 katkılı hammadde sütlere uygulanan ısı işlemlerin (72°C'de 10 dk., 72°C'de 2 dk. ve 95°C'de 5 dk.) başlangıçtaki aflatoksin M1 konsantrasyonlarında 1,5 µg/l M1 katkılı sütler için sırasıyla % 15,93, % 12,54 ve % 17,93 düzeyinde 3,5 µg/l aflatoksin M1 katkılı sütler için ise sırasıyla % 11,71, % 9,07 ve % 16,06 düzeyinde azaldığını tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulamasıyla sütlerin Aflatoksin M1 içeriklerinde görülen azalışlar istatistiksel bakımdan da $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunduğunu, süt tozu, beyaz peynir ve yoğurt üretimi sonrasında hammadde sütlerin aflatoksin M1 içeriklerinde 1,5 µg/l aflatoksin M1 katkılılar için sırasıyla % 67,57, % 44,06 ve % 38,35 düzeyinde, 3,5 µg/l aflatoksin M1 katkılılar için ise sırasıyla 58,69, % 40,87 ve % 39,40 düzeyinde aflatoksin M1 kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Süt tozlarının aflatoksin M1 içeriklerinde 6 ay depolama sonrasında 1,5 µg/l ve 3,5 µg/l aflatoksin M1 katkılı süt tozları için sırasıyla % 5,18 ve % 3,82 düzeyinde bir azalış tespit etmişlerdir. Peynirlerin 3 ay süreyle depolanmaları sonrasında ise 1,5 µg/l ve 3,5 µg/l aflatoksin M1 katkılı peynirlerin aflatoksin M1 içeriklerinin sırasıyla % 7,85 ve % 9,51 düzeyinde azaldığını, benzer şekilde 2 hafta depolanan yoğurtların aflatoksin M1 içerikleri de 1,5 µg/l ve 3,5 µg/l aflatoksin M1 katkılı yoğurtlar için % 3,65 ve % 1,76 düzeyinde azaldığını bildirmişlerdir. Her üç üründe de depolama sürecinde aflatoksin M1 içeriklerinde görülen azalışların istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu ($p > 0,01$) bulunmuştur [26].

Yapılan bir diğer çalışmada 85 adet pastörize süt örneğini aflatoksin M1 miktarlarının tespit edilmesi amacıyla analiz edilmiştir. 75 numunenin (% 88,23) Aflatoksin M1 ile kontamine olduğu ve bu numunelerden 48'inin (% 64) aflatoksin M1 düzeylerinin yasal limitleri aştığı tespit edilmiştir [27].

Aydın ili ve ilçelerindeki mandıralardan, piyasada satılmak üzere üretilen süt ve süt ürünleri, HPLC (Yüksek Performanslı Likit Kromatografi) yöntemiyle aflatoksin M1 düzeyleri incelenmiştir. Bu amaçla 26 mandıraya ait, 13 adet süt 6 adet kaşar peyniri, 6 lor peyniri, 7 beyaz peynir, 6 tulum peyniri ve 9 yoğurt olmak üzere toplam 47 adet numune aflatoksin M1 yönünden incelenmiştir. Sonuç olarak incelenen örneklerde ortalama 0,105 düzeyinde aflatoksin M1 belirlenmiştir. Aflatoksin M1 aralığı 0,027-0,250 ppb arasında saptanmıştır. İncelenen süt örneklerinin % 61,5'i, yoğurt örneklerinin % 77,7'si ve peynirlerin % 4'ünün yasal olarak belirlenen sınırların üzerinde olduğu saptanmıştır [2].

Kilis'teki çiftliklerden elde edilen toplam 110 keçi sütü örneklerinde ELISA yöntemiyle aflatoksin M1 tespiti amacıyla yapılan çalışmada, aflatoksin M 17 (% 15,46) örnekte belirlenemezken, 93 (% 84,54) süt örneğinde farklı düzeylerde bulunmuştur. Aflatoksin M1 110 süt örneğinin 70'inde 5,16–116,78 ng/l düzeyleri arasındaki

yoğunluklarda belirlenmiştir. Örneklerin 7'sinde (% 6,36) belirlenen AFM1 düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen maksimum kabul edilebilir düzeyden (50 ng/l) daha yüksek düzeyde bulunmuştur [6].

36 UHT süt, 18 beyaz peynir, 17 kaşar peyniri, 10 tulum peyniri, 10 eritme peyniri ve 9 dil peyniri olmak üzere toplam 100 örnekten UHT süt ve peynir örneğinin 67'sinde (% 67) farklı düzeylerde aflatoksin M1 tespit etmişler ve örneklerin 13'ünde (% 13) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'de belirtilen düzeylerden daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. aflatoksin M1 tespit edilen UHT süt numunelerinin % 5,6'sı, beyaz peynir numunelerinin % 5,6'sı, kaşar peyniri numunelerinin % 29,4'ü ve dil peyniri numunelerinin % 55,5'inin yasal limitlerin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir [4].

Erzurum'da UHT sütlerde aflatoksin M1 oluşumunu araştırmak için yapılan bir çalışmada Erzurum şehir merkezindeki marketlerden temin edilen toplam 150 UHT süt örneği aflatoksin M1 bakımından incelenmiştir. Araştırma sonucunda UHT süt örneklerinin % 59'unun aflatoksin M1 içerdiğini, 16 numunenin (%10,7) aflatoksin M yönünden Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği tarafından düzenlenen yasal limitleri aştığı tespit edilmiştir [28].

Diyarbakır ilinde üretilen ve açıkta satışa sunulan örgü peyniri örneklerinde aflatoksin M1 oralarının tespitine yönelik yapılan çalışmada incelenen örneklerde aflatoksin M1 varlığı % 46,67 olarak bulunmuş olup örgü peynirlerinin % 14,44'ünde Türk Gıda Kodeksi'nce izin verilen değerlerden daha yüksek düzeyde aflatoksin M1 bulunmuştur [29].

Erzincan ilinde tüketime sunulan UHT süt ve peynir örneklerinde aflatoksin M1 varlığını ve düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada, 36 UHT süt, 18 beyaz peynir, 17 kaşar peyniri, 10 tulum peyniri, 10 eritme peyniri ve 9 dil peyniri olmak üzere toplam 100 örnek ELISA yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz edilen UHT süt ve peynir örneğinin 67'sinde (% 67) farklı düzeylerde aflatoksin M1 tespit edilmiş ve örneklerin 13'ünde (% 13) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'de belirtilen düzeylerden yüksek olduğu bulunmuştur [30].

Karaman ve Konya illerinde tüketilen geleneksel peynir çeşitlerinden Divle tulum peynirinde aflatoksin M varlığını ve seviyesini ortaya koymak amacıyla yapılan bir araştırmada, 55 peynir örneğinin ELISA tekniği ile aflatoksin M analizleri yapılmış ve örneklerin 10 tanesinde (% 8.18) 5,15 ng/kg ile 26.44 ng/kg arasında değişen miktarlarda ortalama 10,835±6,70 ng/kg aflatoksin M1 belirlenmiştir. Aflatoksin M1 örneklerin 23 tanesinde (% 41,82) 5 ng/kg'ın altında bulunurken, 22 tanesinde (% 40,0) ise aflatoksin M1 tespit edilememiştir [31].

Van ilinde tüketime sunulan UHT sterilize inek sütlerinde aflatoksin M1 varlığını ve seviyesini ortaya koymak amacıyla çalışma yapmışlardır. Bu amaçla Van ilinde bulunan süpermarketlerde satışa sunulan 25 adet tam yağlı ve 25 adet de yarım yağlı olmak üzere toplam 50 adet UHT sterilize süt örneği aflatoksin M1 miktarı ve seviyesi yönünden ELISA tekniği ile incelenmiştir. Analize alınan 25 adet tam yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinden 23 tanesinde (% 92) aflatoksin M1 düzeyi 22,57 ile 76,58 ng/l arasında ortalama 42,78±14,81 ng/l olarak bulunurken, 2 tanesinde (% 8) ise 80 ng/l'den yüksek seviyede aflatoksin M1 tespit edilmiştir. İncelenen 25 adet yarım yağlı UHT sterilize inek sütü örneğinin ise 21 tanesinde (% 84) aflatoksin M1 düzeyi 7,61 ile 58,78 ng/l arasında ortalama 38,73±10,98 ng/l olarak bulunurken, 4 (% 16) örnekte ise 80 ng/l'den yüksek seviyede aflatoksin M1 olduğu tespit edilmiştir. Analize alınan tam yağlı UHT sterilize süt

örneklerinin 9 tanesinin (%36), yarım yağlı UHT sterilize süt örneklerinin ise 7 tanesinin (% 28) aflatoksin M1 seviyesi yönünden Türk Gıda Kodeksi'nde süt için verilen limitlere (0,05 ppb) uygun olmadığı bulunmuştur [32].

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada incelenen 25 adet Çiğ inek sütü numunesi, Iğdır ili merkez ve Tuzluca, Aralık ve Karakoyunlu ilçelerinde çiğ süt üreticilerinden inekler meraya çıkmadan önce mart ayı başlarında tedarik edilmiştir. Süt numuneleri en az 250 ml olacak şekilde aseptik şartlar altında steril ağzı kapaklı plastik kaplara alınarak yaklaşık +4 °C'lik soğuk termokaplar ile laboratuvara getirilmiş +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilerek kısa sürede analize tabi tutulmuşlardır.

2.2. Metot

Çiğ süt örneklerinin kuru madde oranları gravimetrik yöntemle [33], yağ oranları Gerber yöntemi kullanılarak [34], protein içerikleri mikro Kjeldahl yöntemiyle [35], kül miktarları gravimetrik metotla [36] ve aflatoksin M1 miktarı tespiti ise Süt ve süt tozu örneklerinde İmmunoafinite kolonu ile temizlenip yüksek performanslı sıvı kromatografisinde (HPLC) belirlenmiştir [37].

Mobil faz	: Su + Asetonitril (75/25) v/v
Cihaz	: Agilent 1200 HPLC
Kolon	: S5 ODS-2-250 A C18 (250mm x 4,6mm)
Dalga Boyu	: Ex; 365 nm, Em; 435 nm
Enjeksiyon Hacmi	: 100 µL
Akış	: 1 mL/dak.
Kolon fırın sıcaklığı	: 23°C

Çiğ süt örneklerinde, analiz yapılan parametrelere ait ortalama miktarlar hesaplanmış ve standart sapma değerleriyle birlikte ifade edilmiştir. Analizi yapılan parametrelere ait minimum ve maksimum değerler de verilmiştir.

3. Bulgular

Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait kuru madde, yağ, yağsız kuru madde, protein, kül ve aflatoksin M1 miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait kuru madde oranları % 7,55 ile % 13,50 arasında ortalama $11,77 \pm 1,27$ olarak bulunmuştur. Sütün kuru madde oranına ineğin ırkı, yaşı, beslenme durumu, sıcaklık, hava nemi, ışık, laktasyon, mevsim ve hastalık durumu vb. kriterler etki etmektedir. İnek sütlerinde kuru madde oranları % 10,5 - % 15 arasında değişmektedir. Sadece alınan bir numunede tespit edilen kuru madde oranı (%7,55) çok düşük olup bu değer örneğe hile amaçlı su katılmış olabileceğini göstermektedir.

Analiz yapılan çiğ süt örneklerine ait yağ oranları % 2,60 ile % 4,25 arasında ortalama $3,19 \pm 0,52$ olarak tespit edilmiştir. Süt yağı oranının azalması üretilen süt ürünlerin kalitesini doğrudan etkileyen bir faktör olduğu bilinmektedir. Yağ oranının azalması ile randıman kaybı olur ve ürün kalitesi düşer. Bu durumda işletmelerin ekonomik kayıpları kaçınılmaz olmaktadır. İnek Sütünün yağ miktarı başta ırkı olmak üzere çeşitli faktörlerin etkisi altında değişiklik göstermekte olup % 2,5–6 arasında değişmektedir. İncelenen örneklerin % yağ oranları literatürlere uygun değerler arasında bulunmuştur.

Tablo 1. Süt örneklerine ait kuru madde, yağ, yağsız kuru madde, protein, kül ve aflatoksin M1 miktarları

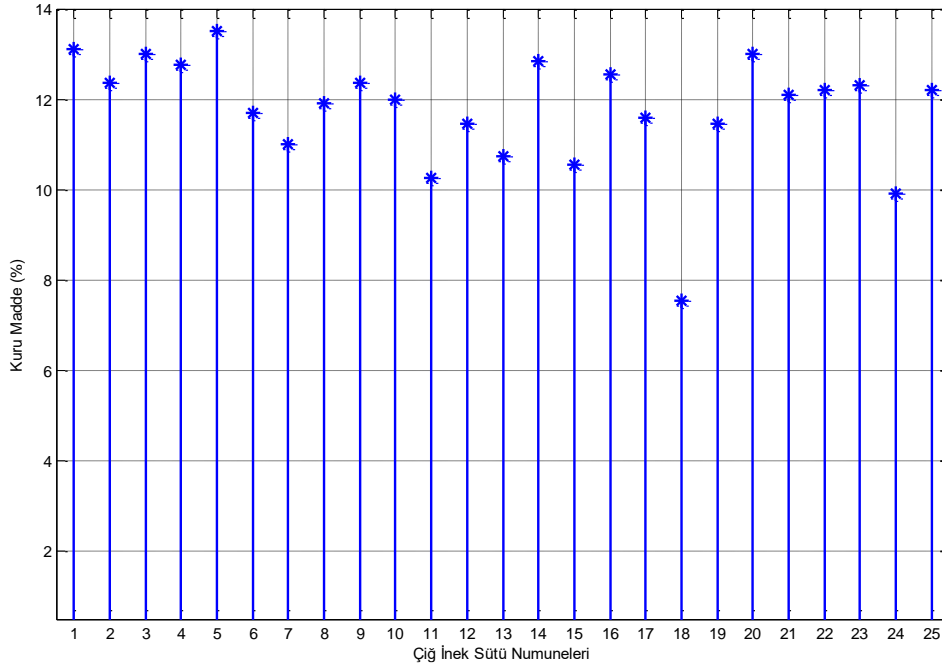
Örnek No	Kuru madde (%)	Yağ %	Yağsız kuru madde (%)	Protein (%)	Kül (%)	Aflatoksin M1(ppb)
1	13,10	3,05	10,05	3,75	0,89	0,104
2	12,35	3,05	9,30	3,29	0,62	0,081
3	13,00	3,15	9,85	3,30	0,62	0,405
4	12,75	3,00	9,75	3,18	0,77	0,226
5	13,50	4,25	9,25	3,06	0,78	0,072
6	11,70	3,10	8,60	3,80	0,67	0,212
7	11,00	2,65	8,35	3,75	0,83	0,081
8	11,90	2,65	9,25	3,50	0,74	0,093
9	12,35	4,10	8,25	3,05	0,81	0,104
10	12,00	3,35	8,65	3,60	0,94	0,170
11	10,25	2,65	7,60	3,14	0,76	0,081
12	11,45	3,15	8,30	3,10	1,23	0,136
13	10,75	2,95	7,80	3,14	0,83	0,100
14	12,85	4,05	8,80	3,38	0,78	0,106
15	10,55	2,60	7,95	3,16	0,67	0,460
16	12,55	3,95	8,60	2,98	0,85	0,199
17	11,60	3,95	7,65	2,50	0,65	0,175
18	7,55	2,70	4,85	2,56	0,31	0,127
19	11,45	3,15	8,30	3,12	0,58	0,089
20	13,00	3,10	9,90	2,60	0,80	0,022
21	12,10	3,05	9,05	3,08	1,10	0,018
22	12,20	2,65	9,55	3,03	0,83	0,036
23	12,30	3,10	9,20	3,64	0,65	0,125
24	9,90	2,60	7,30	2,92	0,73	0,031
25	12,20	3,85	8,35	3,12	0,80	0,045
Min.	7,55	2,60	4,85	2,50	0,31	0,018
Mak.	13,50	4,25	10,05	3,80	1,23	0,460
Ort.	11,77	3,19	8,58	3,19	0,77	0,132
S.Sp.	1,27	0,52	1,09	0,35	0,17	0,107

Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait protein oranları % 2,50 ile % 3,80 arasında ortalama $3,19 \pm 0,35$ düzeyindedir. İnek sütünün protein oranı % 2,8–5 arasında değişmektedir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği' ne göre çiğ süt en az % 2.8 protein içermelidir. Araştırmada incelenen çiğ sütlere ait protein oranları genel % 2,8 değerinden yüksek çıkmıştır. Kuru maddesi düşük bir kaç örnekte protein miktarının düşük çıkması beklenen bir durumdur. Bazı ineklerin cinsi de sütün protein oranını etkilemektedir.

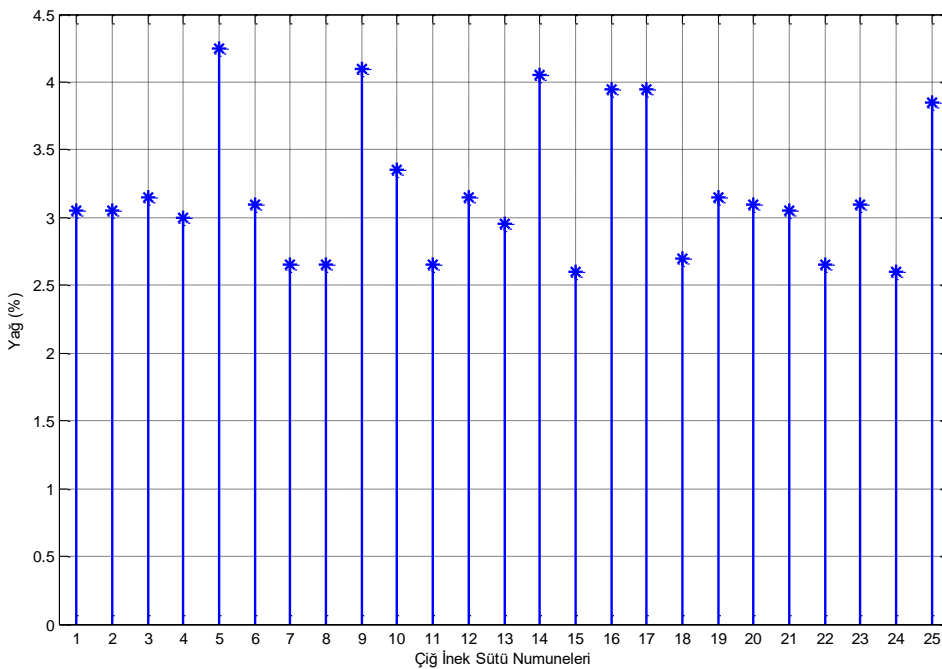
Analiz edilen çiğ süt örneklerine ait kül oranları % 0,31 ile % 1,23 arasında ortalama $0,77 \pm 0,17$ olarak bulunmuştur. Süt veren hayvanın ırkına, laktasyon durumuna, mastitisli olup olmamasına, beslenmesine ve mevsime göre değişimle beraber genellikle sütte kül

miktarı % 0,6–0,9 arasında değişmektedir. Ayrıca sütteki kül miktarı sütte yapılan hileyi de gösterebilmektedir. Bir numunede bu durum belirgin bir şekilde gözükmemektedir. Sütte kül miktarının çok düşük olması süte hile amaçlı su katılmış olabileceğinin bir göstergesidir.

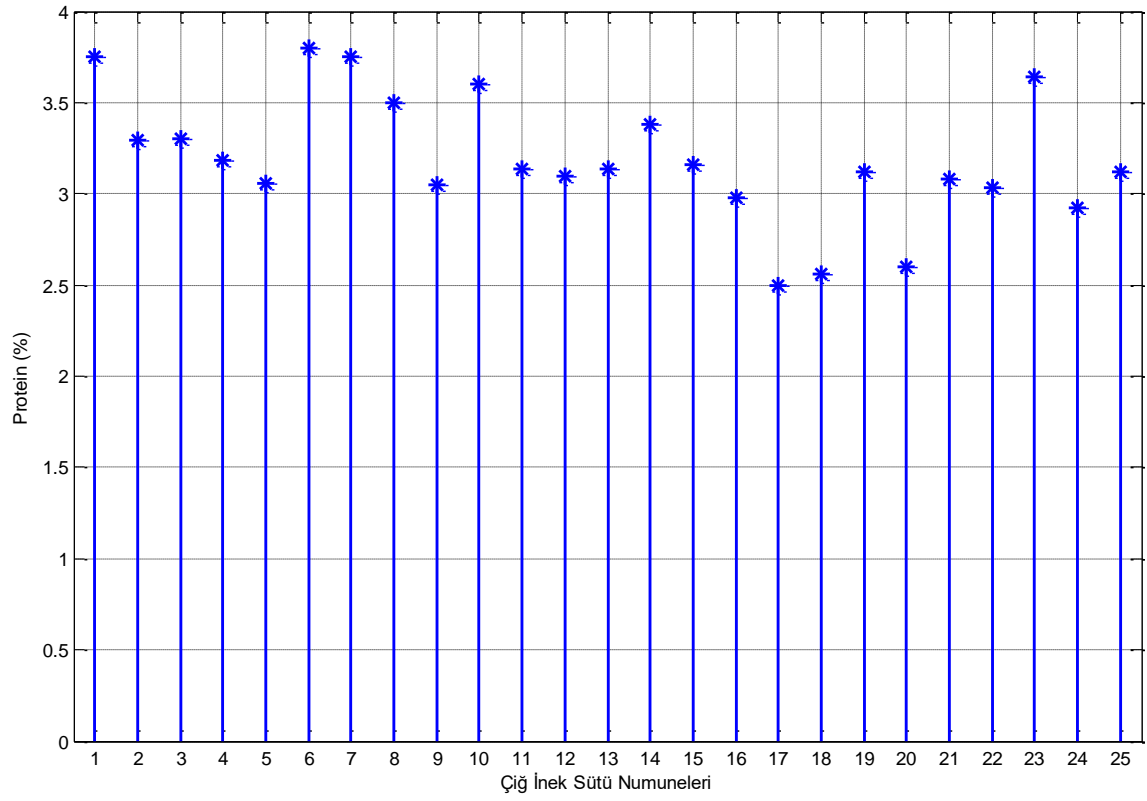
Analizi yapılan çiğ inek sütü örneklerinde aflatoksin M1 miktarları 0,460 – 0,018 ppb arasında olup, ortalama 0,132 ppb $\pm 0,107$ olarak bulunmuştur. Ülkemizde çiğ süt tebliğinde yer alan maksimum limit 0,05 ppb'dir. Analiz sonuçlarına göre 25 numunenin 20 tanesi (% 80) maksimum limitin üzerinde çıkmıştır. Ancak 5 tane çiğ süt numunesi (% 20)' nin altında çıkmış olup sadece bu 5 numune çiğ süt tebliğine uygunluk arz etmektedir. Bu durum süt numunesi alınan ineklerin beslendiği yerlerde oluşan aflatoksin B1'den kaynaklanmaktadır.



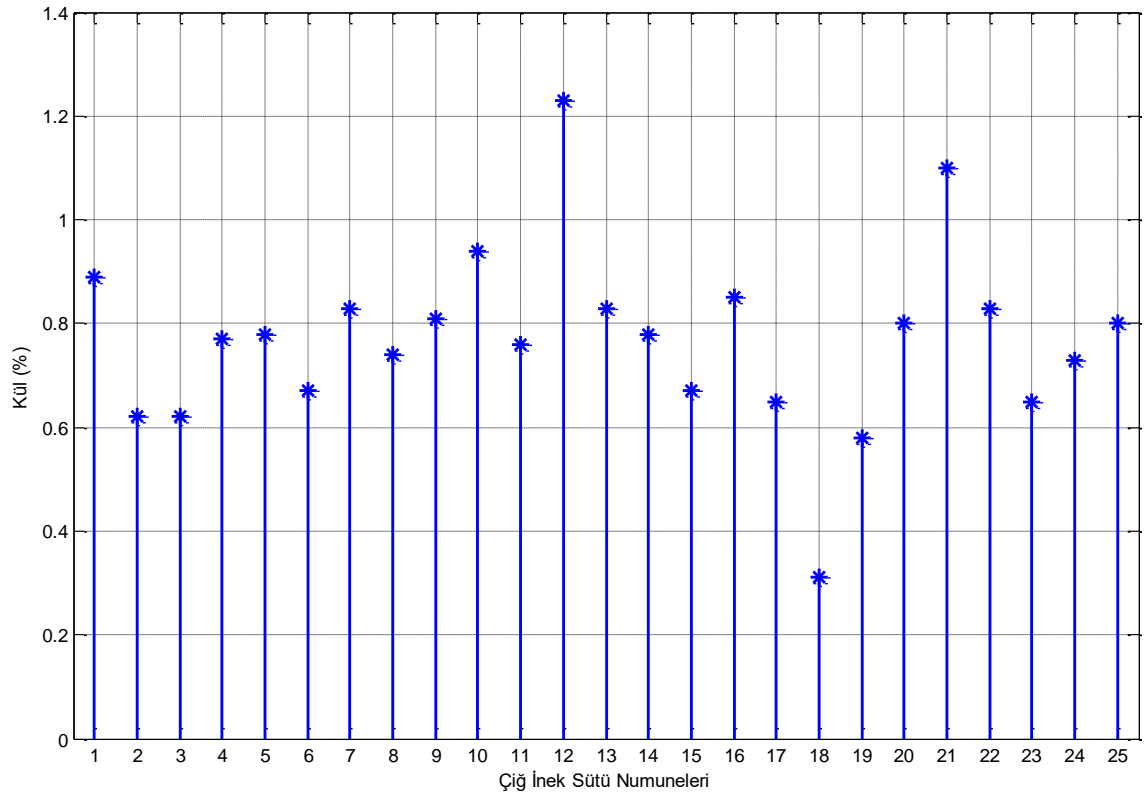
Şekil 1. Süt örneklerine ait % kuru madde miktarları



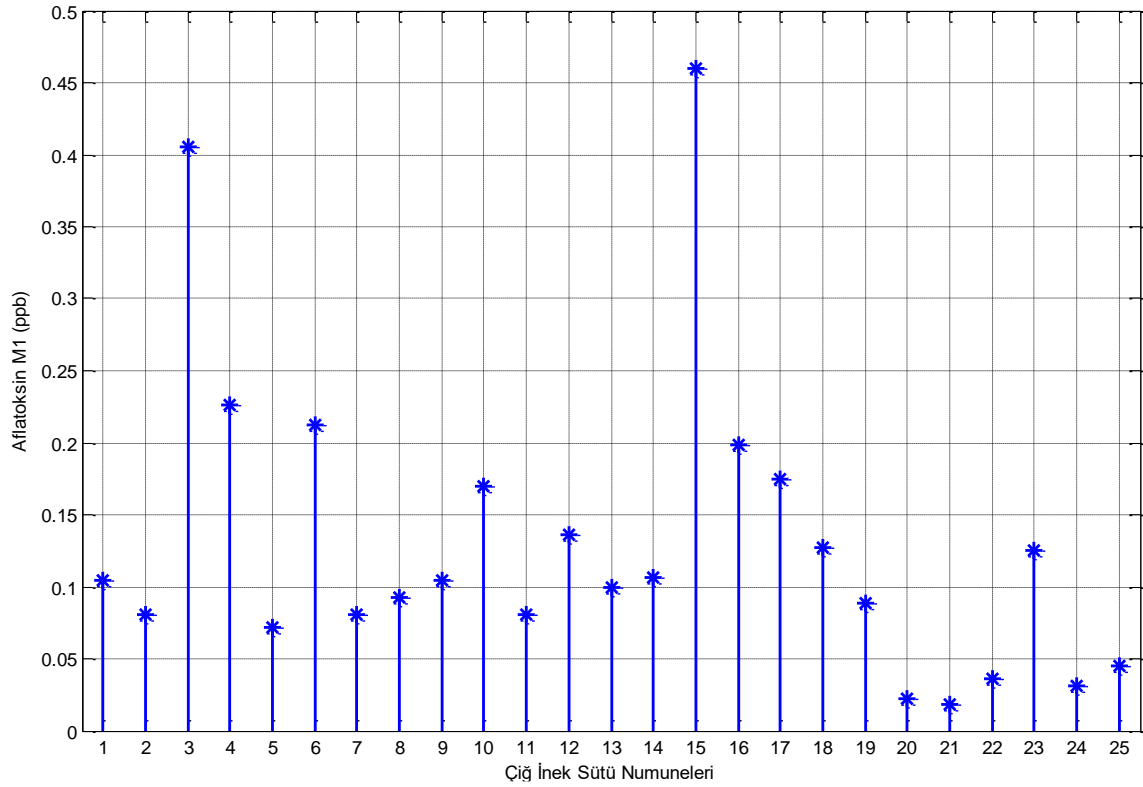
Şekil 2. Süt örneklerine ait % yağ miktarları



Şekil 3. Süt örneklerine ait % protein miktarları



Şekil 4. Süt örneklerine ait % kül miktarları



Şekil 5. Süt örneklerine ait aflatoksin M1 miktarları (ppb)

4. Tartışma ve Sonuç

Yaptığımız araştırma sonucunda çiğ inek sütlerinde kuru madde, yağ, protein ve kül değerleri genel olarak normal sınırlar içerisinde ve daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik arz etmektedir. Yapılan bu çalışma Iğdır'daki çiğ inek sütlerinden aflatoksin M1 miktarının belirlenmesi açısından ilk olma özelliği taşımaktadır.

Yaptığımız çalışmada elde edilen aflatoksin M1 miktarları; Akdemir ve Altıntaş [22], Bakırcı [23], Özsunar [24], Sezgin [25], Sezgin [26], Çelik ve ark. [27], Kök [2], Özdemir [6], Kireççi ve ark. [4], Erkan ve ark. [29], Atasever ve ark. [28], Gücükoğlu ve ark. [30], İşleyici ve ark. [31] [32] tarafından bulunan sonuçlardan daha yüksek miktarda aflatoksin M1 tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar yani 25 numunenin 20 tanesi (% 80) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ de yer alan çiğ inek sütleri yasal limitinin üzerinde çıkmıştır. Ancak sadece 5 tane çiğ süt numunesi (% 20) Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ de yer alan çiğ inek sütleri yasal limiti olan maksimum 0,05 ppb nin altında çıkmıştır.

Bunun en büyük nedeni yemlerde oluşan aflatoksin B1 dir. Bilinçsiz tarım yapılan özellikle nem miktarının fazla olduğu yerlerde hayvan yemleri optimal şartlarda üretilmemekte ve muhafaza edilememektedir. Sağlıklı beslenmede önemli bir yere sahip olan sütte oluşan aflatoksin M1 in gıda güvenliği ve halk sağlığı yönünden potansiyel risktir. Süt sağılan ineklere verilen yemlerin aflatoksin B1 oluşumunun önlenmesi için hijyenik şartlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışma ile elde edilecek sonuçların; sağlıklı süt tüketimi için gerekli önlemlerin alınması yönünden konuyla ilgili kamu kuruluşları ile sektöre katkı sağlayacağı ve toplumu bilinçlendirme de farkındalık oluşturacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma projesine (2013-FBE-L05) destek veren Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve personellerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Topçu S.Ö., Ankara Sokak Sütü ve Peynir Örneklerinden Maya İzolasyonu, Sütlerden Aflatoksin M1 Tayini (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [2] Kök Z., Aydın İli ve Çevresinde Üretilen Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin Varlığının Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, 2006.
- [3] Charles R., Hurburg J. R., "Mycotoxins in the Grain Market" World Grain, October, 23-26. 1995.
- [4] Kireççi E., Savaşçı M. ve Ayyıldız A., Sarıkamış'ta Tüketilen Süt ve Peynir Ürünlerinde Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi. İnfeksiyon Dergisi (Turkish Journal of Infection) 2007; 21 (2): 93-96, 2007.
- [5] Anonim, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Resmi Gazete, 29.12.2011-28157, 2011.
- [6] Özdemir M., Determination of Aflatoxin M1 Levels in Goat Milk Consumed in Kilis Province. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 54: 99-103, 2007.
- [7] Günşen U., Büyükyörük İ., Piyasadan Temin Edilen Taze Kaşar Peynirlerinin Bakteriyolojik Kaliteleri ile Aflatoksin M1 Düzeylerinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 27: 821-825, 2001.
- [8] Henry S.H., Whitaker T., Rabbani I., Bowers J., Park D., Price W., Bosch F.X., Pennington J., Verger P., Yoshizawa T., Van Egmond H., Jonker M.A., Coker R., Safety Evaluation of Certain Mycotoxins in Food; Who Food Additives Series. 47: 3-9, 2001.

- [9] Abdulrazzaq Y.M., Nawal O., Ahmed I., Fetal Exposure to Aflatoxins in The United Arab Emirates. *Annals of Tropical Paediatrics*. 22: 3-9, 2002.
- [10] Gürses M., Erdoğan A., Sert S., Farklı Depolama Şartlarının *Aspergillus Parasiticus* NRRL 2999 Küf Suşu İle Aşıl原因an Tulum Peynirinde Aflatoksin Oluşumu Üzerine Etkisi. *Turk J. Vet. Anim. Science*. 28: 233-238, 2002.
- [11] Anonim. <http://www.biyolojigunlugu.com> (15.02.2015), 2012.
- [12] Cassel E.K., Campbell B., Draper M., Epperson, B., Aflatoxins, Hazards in Grain / Aflatoxicosis and Livestock. FS 907. 2001.
- [13] Herrman T., Mycotoxins in Feed Grains and Ingredients. Kansas State University. MF-2061. Feed Manufacturing. S: 1-3. 2002.
- [14] Ünlütürk A., Turantaş F., Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi Çınarlı-İzmir. S: 155-156, 1999.
- [15] Harris B., Staples C.R., The Problems of Mycotoxins in Dairy Cattle Rations. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1992.
- [16] Ruiqian L., Qian Y., Thanaboripat D., Thansukon P., Biocontrol of *Aspergillus Flavus* and Aflatoxin Production. *KMITL Science Journal*, 4-1, 2004.
- [17] Özkaya Ş. ve Temiz A., Aflatoksinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, Cilt: 01, Sayı: 01, s: 1-2, 2003.
- [18] Masri M.S., Page J.R., Garci V.C., Modification of Method for Aflatoxins in Milk. *J. Assoc. Anal. Chem.*, 52 (3): 641-643, 1969.
- [19] Van Egmond H.P., Aflatoxin in milk, The Toxicology of Aflatoxins. Human Health, Vet. Agric. Sig. Acad. Press. Inc., s: 365-381, 1994.
- [20] Van Der Linde J.A., Frens A.M., De Jongh M., Vles R.O., Inspection of From Milk Cows Fed Aflatoxin-Containing Groundnut Meal. *Tiejd Schr.-Diergeneesk*, 89: 1082-1088, 1964.
- [21] Karakaya Y., Atasever M., Mısır Silajında Aflatoksin B1 Varlığının ve Süte Geçme Durumunun Araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (Suppl-A): 123-127, 2010.
- [22] Akdemir Ç. ve Altıntaş A., Ankara'da İşlenen Sütlerde Aflatoksin M1 Varlığının ve Düzeylerinin HPCL ile Araştırılması. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 51: 175-179, 2004.
- [23] Bakırcı İ., A study on the occurrence of aflatoxin M1 in milk and milk products produced in Van province of Turkey. *Food Control*, 12: 47-51, 2001.
- [24] Özsunar A., Trakya Bölgesi'nde Üretilen İnek Sütlerinde Aflatoksin M1 Varlığı. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ, 2005.
- [25] Sezgin E., Koyulaştırılmış Süt ve Süt Tozlarının Aflatoksin M1 İçeriklerine Proses Aşamaları ve Depolamanın Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. Ankara, 2002-07-11-057, 2004.
- [26] Sezgin E., Bazı Süt Ürünlerinin Aflatoksin M1 Düzeyi ve Prosesteki Değişimi. *Tarım, Ormanlık ve Veterinerlik Araştırma Grubu*. 65479/ PR- 2004-509, 2004.
- [27] Çelik T.H., Sarımehtemoğlu B., Küplülü Ö., Aflatoxin M1 contamination in aseptically milk. *Vet. arshiv* 75: 57-65, 2005.
- [28] Atasever A.M., Adıgüzel G., Atasever M., Özlü H. ve Özturan K., Occurrence of Aflatoxin M1 in UHT Milk in Erzurum-Turkey. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16 (Suppl A): 119-122, 2010.
- [29] Erkan M.A., Vural A., Güran H.Ş., Diyarbakır Örgü Peynirinde Aflatoksin M1 ile Verotoksin 1 ve 2 Varlığının Araştırılması. *Dicle Üniv. Vet. Fak. Derg.* 2009: 1 (1): 19-25, ISSN: 1308-0679, 2009.
- [30] Gücükoğlu A., Çadırcı Ö., Özpınar N., UHT Süt ve Peynir Örneklerinde Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi. *Etlik Vet. Mikrobiyol. Derg.*, 21: 45 - 50, 2010.
- [31] İşleyici Ö., Sancak Y.C. ve Morul F., Divle Tulum Peynirinde Aflatoksin M1 Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 105 - 110, 2011.
- [32] İşleyici Ö., Sancak Y.C. ve Morul F., Van'da Tüketime Sunulan UHT Sterilize İnek Sütlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Araştırılması. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2012, 23 (2): 65 - 69, 2012.
- [33] Anonim, <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/SutVeSutUrunleriAnalizleri2.pdf> (20.10.2015), 2010.
- [34] Anonim, TS 8189 - Süt Yağ Tayini- Gerber Metodu (Rutin Metod), Ankara, 1990.
- [35] Anonim, Milk Determination of Nitrogen Content. IDF Standard 20B. International Dairy Federation, Belgium, 1993.
- [36] Kurt A., Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi" Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, Yayın No:18, 1984.
- [37] Anonim, TS EN İSO 14501. Süt ve süt tozu-Aflatoksin M1 muhtevası tayini- İmmunoafinitite kromatografi ile temizleme ve yüksek performanslı sıvı kromatografi ile tayini, Ankara, 2002.