

Süt Ve Ürünlerinde Aflatoksin M₁ Ve Ülkemizdeki Durum

Orgun DEVECİ, Emel SEZGİN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Dışkapı/ Ankara
deveci@agri.ankara.edu.tr, sezgin@agri.ankara.edu.tr

ÖZET

Hepatotoksik, nefrotoksik, sitotoksik, karsinojenik ve östrojenik etkiler oluşturmalarına göre gruplandırılan mikotoksinler arasında en fazla incelenenleri aflatoksinlerdir. Süt ve ürünlerinin, aflatoksinin insanlara taşınmasında en önemli gıda grubunu oluşturduğu düşünülmektedir. Bunun da ötesinde süt, yeni doğan yavrunun gelişiminde tükettiği tek gıda maddesidir. Bu yönüyle de anne sütünde ya da ticari süt ve süt ürünlerinde bulunan aflatoksin M₁ toplum sağlığı açısından ciddi riskler taşımaktadır. Bu riski azaltabilmek için gelişmiş ülkeler gıda ve yemlerde bulunması muhtemel aflatoksin B₁ ile süt ve ürünlerinde bulunan aflatoksin B₁'in türevi M₁ için maksimum kabul edilebilirlik limitlerini belirlemişlerdir. Anılan limit değerler her ülkenin kendi koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Ülkemizde konu ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, süt ve ürünlerinde değişen oranlarda AFM1 bulunduğu, çok fazla sayıda olmasa da bazı örneklerde Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenmiş yasal sınırların üzerine çıktığı görülmektedir. Bu konuda hem üreticilere, hem tüketicilere hem de yasal mercilere önemli görevler düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin M₁, süt ürünleri, Türkiye'deki durum.

Aflatoxin M₁ In Milk and Milk Products and Situation In Our Country

ABSTRACT

Aflatoxins are the most investigated toxins of mycotoxins which are grouped by their effects such as Hepatotoxic, nephrotoxic, sitotoxic, carcinogenic and osteogenic. It is considered that milk and milk products are the most important group of food which carry aflatoxin to the people. Moreover, milk is the only food consumed by the newborn. Therefore, aflatoxin M₁ (AFM1) existence in mother milk or commercial milk and milk products is a potential risk for the public health. To reduce this risk, developed countries have assigned maximum tolerance limits for AFM1 in milk and milk products. Limits are changed due to conditions of each country. AFM1 existence in milk and milk products was found in studies performed in Turkey. It was also determined that AFM1 levels exceeded tolerance limits of Turkish Aliment Codex were found only in limited number of samples. Both of the producers and the consumers as well as government have important obligations in this subject.

Key Words: Aflatoxin M₁, milk products, situation in

Turkey

GİRİŞ

Beslenme, insanların temel haklarından birisidir. Devlet, her bireyi için yeterli gıda temin etmek ve bu gıdanın güvenliğini sağlamak durumundadır. Dünyadaki gelişmeler gıda güvenliğini her zamankinden daha stratejik bir konu haline getirmiştir. Özellikle ülkemizin de yer aldığı büyük Ortadoğu coğrafyasında bulunan ülkeler için, gıda güvenliği yaşamsal önem taşımaktadır [1].

Yirminci yüzyıl, her konuda olduğu gibi gıda sanayiinde de önemli gelişmelerin yaşandığı bir dönem olmuştur. Dünya nüfusunun hızlı artışı, insanların hayat standartlarını yükseltme eğilimi ve hızlı endüstrileşme/şehirleşme, hazır yiyeceklere talebi artırmış, özellikle gelişmekte olan ülkelerde gıda maddeleri üretiminin bir sanayi kolu haline gelmesine neden olmuştur.

Nüfusun geometrik, gıda kaynaklarının ise aritmetik olarak arttığı varsayılan bir yaklaşıma göre, açlık kaçınılmazdır. Ancak, günümüzde tarım teknolojilerindeki gelişmeler, gübre, ilaç, hormon, gelişmeyi düzenleyiciler, genetik müdahaleler gibi tekniklerin yaygın olarak kullanılmasıyla gıda üretiminin artırılması, bu bakış açısını değiştirmeye başlamıştır [1]. Ancak anılan bu tarım teknikleri ve değişen muhafaza ve imalat şartları insan sağlığını tehdit edecek sorunları da beraberinde getirmiştir.

Son zamanlarda gerek görsel gerekse yazılı basında gıda güvenliği hakkında tüketicileri tedirgin eden haberler çıkmaktadır. Tüketiciler, gıdalarla aldıkları kimyasal, mikrobiyolojik ve toksikolojik kaynaklı bulaşanlar nedeniyle ortaya çıkan sağlık problemleri ile çok sık karşılaşmaya başlamışlardır. Bunlardan özellikle toksikolojik kaynaklı bulaşmalar uzun vadede insan sağlığı için büyük risk taşıdığından üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Toksikolojik kaynaklı bulaşmalardan en önemlisi ve üzerinde en çok durulması ise küf toksini olarak da bilinen mikotoksinlerdir.

Mikotoksinler

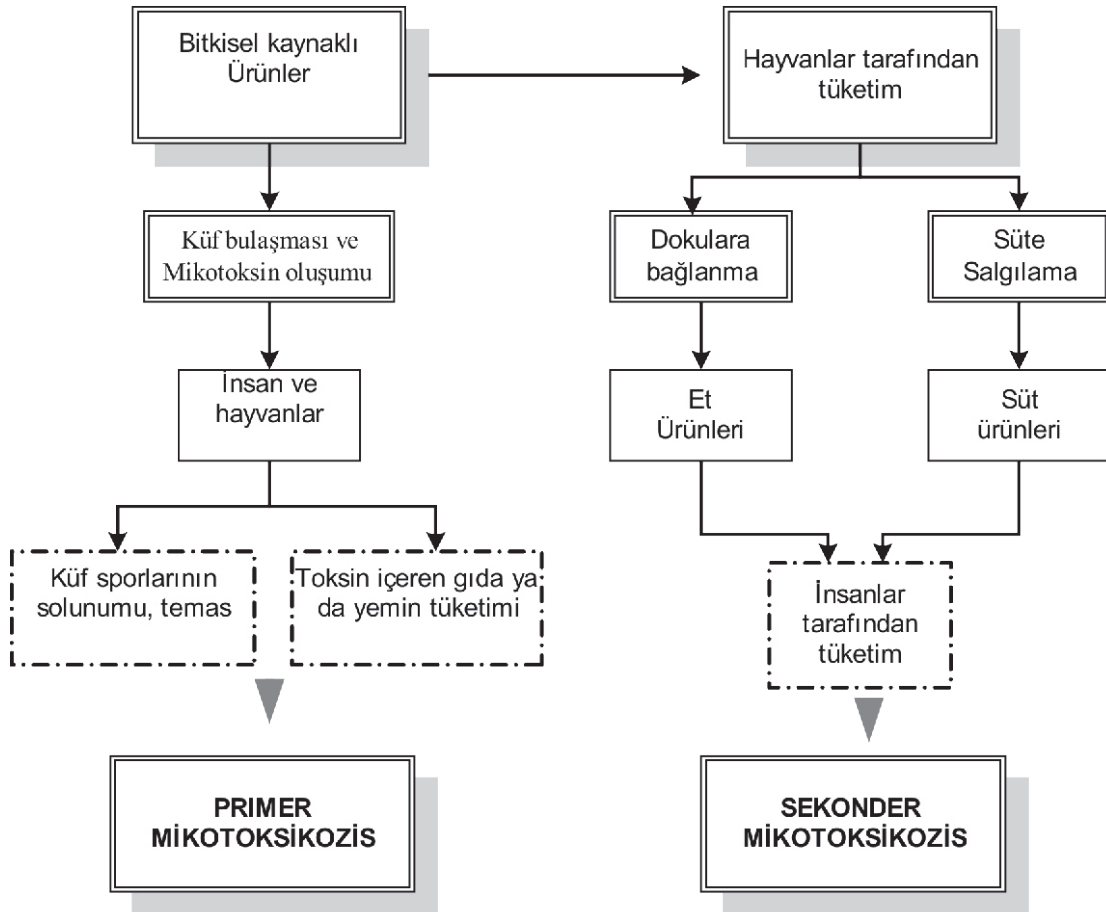
Mikroorganizmalar içinde önemli bir grubu oluşturan filamentli funguslar (hifli küfler) veya daha yaygın kullanılan adıyla küfler, genellikle bitkisel ve hayvansal dokular üzerinde yaşayan, çürükcül beslenen canlılardır. İnsan ve hayvan gıdalarına bulaşmalarında genel olarak toprak ve hava önemli etkenlerdendir [2, 3, 4]. Küfler, endüstride vitamin, enzim, antibiyotik ve organik asitlerin üretiminde, soya sosu, tempeh gibi fermente soya ürünleri, Rokfor ve Camambert gibi peynir çeşitlerinin olgunlaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu faydalı kullanım alanlarına sahip

olmasına rağmen küfler, ürünlere bulaştıklarında uygun çevre koşulları varsa hızla çoğalmakta ve ileri aşamalarda ürünlerin bozulmasına, kalite kaybına ve sonuçta da imhasına kadar varan önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır [5, 6]. Daha da önemlisi bu küflerden bazılarının ürün veya gıda maddesi üzerinde mikotoksin adı verilen toksik ve kanserojenik metabolitleri oluşturmalarıdır [3, 4, 7, 8, 9].

Mikotoksinlerin oluşturdukları hastalıklara genel olarak "mikotoksikozis" denilmektedir. Bu hastalıktan halk arasında "çavdar mahmuzu" olarak da bilinen ve *Claviceps purpurea* küf türünün bulaştığı buğday arpa çavdar yulaf gibi tahıl ürünlerinin tüketilmesiyle ortaya çıkan "ergot zehirlenmesi" en iyi bilinen örnektir [6]. Bundan başka Rusya'da II. Dünya savaşı sırasında

görülen "Alimentar Toksik Aleukia (ATA)" hastalığı, yine Rusya ve diğer Doğu Avrupa ülkelerinde görülen "sarı prinç" hastalığı ve Dünya'nın birçok yerinde ortaya çıkan "aflatoksikozis" örnek olarak verilebilir [2, 5, 6, 10].

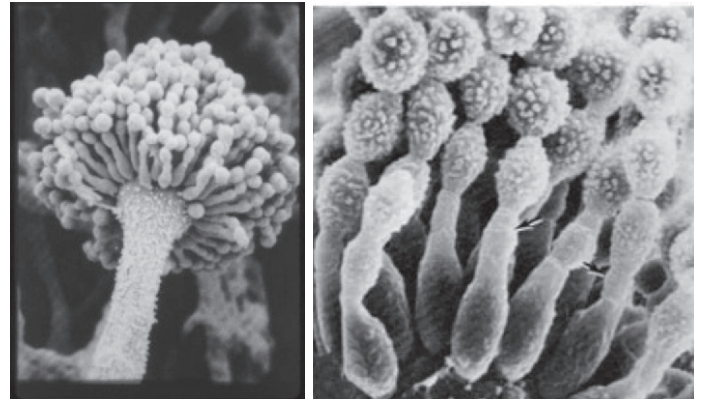
Mikotoksinlerin insanlara bulaşması, toksin içeren gıda ve yem maddelerinin tüketilmesiyle, doğrudan ya da mikotoksin bulaşmış yem ile beslenen hayvanlardan elde edilen et, süt ve yumurta gibi ürünleri tüketmeleriyle, dolaylı yoldan olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir (Şekil 1). Doğrudan bulaşma sonucunda oluşan mikotoksikozise "primer (birincil) mikotoksikozis", dolaylı yoldan bulaşma sonucunda oluşan mikotoksikozise ise "sekonder (ikincil) mikotoksikozis" adı verilmektedir [6].



Şekil 1. Mikotoksinlerin insanlara bulaşma yolları

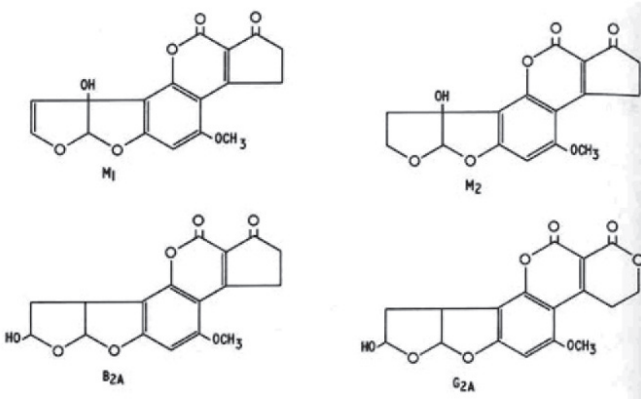
Aflatoksinler

Hepatotoksik, nefrotoksik, sitotoksik, kansinojenik ve östrojenik etkiler oluşturmalarına göre gruplandırılan mikotoksinler arasında en fazla incelenenleri aflatoksinlerdir [4, 5, 7]. Aflatoksinler özellikle *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* (Şekil 2) olmak üzere diğer bazı *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türleri tarafından oluşturulan toksik metabolitlerdir [5, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ ve M₂ başta olmak üzere 6 çeşit ana bileşik ortak olarak "aflatoksinler" adı ile anılmaktadırlar (şekil 3).



Şekil 2. A) *Aspergillus flavus*, B) *Aspergillus parasiticus*

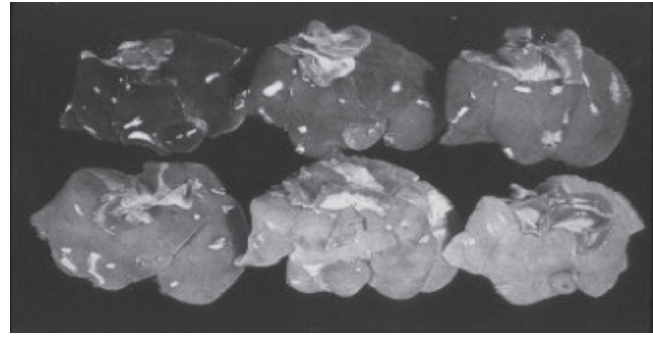
Aflatoksinlerin ilk bulunuşları oldukça eskiye dayanmaktadır. 1960'lı yıllarda İngiltere'de bir salgın hastalık sonucu 100.000'in üzerinde hindi ve diğer çiftlik hayvanları ölmüştür. Bu ölümlerin sebebinin, Brezilya'dan getirilen yüksek oranda *Aspergillus flavus* ile kontamine olmuş yer fıstıklarının hayvan yemi olarak kullanılmasının olabileceği üzerinde durulmuştur. Yer fıstıklarının ince tabaka kromatografisi (TLC) ile analizleri sonucunda daha sonradan aflatoksin adı verilen pek çok floresan madde tespit edilmiş ve ölümlerin sebebi olarak gösterilmiştir [16, 17]. Aflatoksin terimi, *Aspergillus*'un ilk harfi, *flavus*'un ilk üç harfi ve zehir anlamına gelen "Toksin" kelimesinden türetilmiştir. O zamandan beri de gıdalara kontamine olmuş aflatoksinin uzaklaştırılması ya da yok edilmesi için çalışmalar devam etmektedir [12, 16].



Şekil 3. Aflatoksin M₁, M₂, B_{2A} ve G_{2A}'nın kimyasal yapısı

Bilinen en etkili kanserojenik maddeler arasında yer alan aflatoksinlerden en toksik olanı aflatoksin B₁ (AFB₁)'dir [11]. Aflatoksinlerin biyolojik etkileri "uzun süreli etkiler" ve "kısa süreli etkiler" olmak üzere iki grupta toplanabilir. Uzun süreli etkiler; kronik zehirlenme, kanser, doğum kusurları ve genetik değişimler, kısa süreli etkiler ise; zehirlenme ile doğum ve genetik kusurlar olarak sayılabilir [5]. Şekil 4'te giderek artan dozda aflatoksin B₁ içeren gıdalarla beslenen deney sıçanlarının karaciğerlerindeki kanser oluşumu ve mikotoksinli yem kullanımı sonucu alabalıklarda gelişen doku tümörleri açık bir şekilde görülmektedir.

Süt toksini olarak da bilinen aflatoksin M₁ (AFM₁) ise AFB₁'in sütte geçen temel metabolik ürünüdür. Süt hayvanı AFB₁ ile kontamine olmuş yemlerle beslendiğinde AFB₁ karaciğerde monohidroksi türevi olan AFM₁'e dönüşmekte ve meme bezlerinden sütte geçmektedir. Hayvanın ırkına, laktasyon süresine ve süt üretim miktarına göre değişmekle birlikte aflatoksin B₁'in organizmada aflatoksin M₁'e dönüşme oranının % 0,8 - 3 arasında değiştiği tahmin edilmektedir [5, 18, 19, 20].



Şekil 4. A) Giderek artan dozda aflatoksin B₁ içeren gıdalarla beslenen deney sıçanlarının karaciğerlerinde kanser oluşumu. B) Mikotoksin içeren yemlerle beslenen alabalıklardaki tümör oluşumu.

Süt ve ürünlerinin, aflatoksinin insanlara taşınmasında en önemli gıda grubunu oluşturduğu düşünülmektedir [21]. Bunun da ötesinde süt, yeni doğan yavrunun gelişiminde tükettiği tek gıda maddesidir. Bu yönüyle de anne sütünde ya da ticari süt ve süt ürünlerinde bulunan aflatoksin M₁ toplum sağlığı açısından ciddi riskler taşımaktadır. Bu riski azaltabilmek için gelişmiş ülkeler, süt ve süt ürünlerinde bulunan aflatoksin M₁ için maksimum kabul edilebilirlik limitlerini belirlemişlerdir. Anılan limit değerler her ülkenin kendi koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 1) [22].

Ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi'nin [23] gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliği ile gıdalarda bulunabilecek AFM₁'in tolerans limitleri içme suları için 0,05 ppb, süt tozları için 0,5 ppb, peynirler için 0,25 ppb, süt bazlı bebek mamaları ve devam formülleri için 0,05 ppb ve bebek mamaları ve bebek gıdaları için ise 0,01 ppb olarak belirlenmiştir.

Süt, kalite muhafazasını artırmak ve tüketici taleplerini karşılamak amacıyla çok farklı şekillerde işlenerek tüketime sunulmaktadır. Sütün aflatoksin M₁ içeriğine işleme yöntemleri ve depolamanın değişik etkileri bulunmaktadır [7, 12]. Sütte ısı işlem uygulanması, konsantre edilmesi, kurutulması, yoğurt, peynir gibi ürünlere işlenmesi ve depolanması sırasında aflatoksin M₁ içeriklerindeki değişimin gözlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmış ve literatürlerde yerlerini almışlardır [15, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]. Çizelge 1. Bazı ülkelerde gıdalardaki aflatoksin M₁ limitleri [22].

Ülke	Gıda	AFM ₁ (ppb)
ABD	Süt	0,5
Almanya	Süt	0,05
Avusturya	Süt	0,05
	Peynir	0,25
	Süt (Çocuklar için)	0,01
Belçika	Süt	0,05
Bulgaristan	Süt	0,5
Çekoslovakya	Süt (yetişkinler için)	0,5
	Süt (Çocuklar için)	0,1
Fransa	Süt (yetişkinler için)	0,05
	Süt (Çocuklar için)	0,03
Hollanda	Süt ve sütünzo	0,05
	Peynir	0,2
	Tereyağ	0,02
İsveç	Süt	0,05

Türkiye'deki durum

Ülkemizde de süt ve ürünlerine bulaşan AFM1'in stabilitesi üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda; Bakırcı [34], yoğurt, beyaz peynir, kaşar peyniri, peyniraltı suları ve krema üretimi esnasında aflatoksin M₁ stabilitesindeki değişimleri gözlemlemek için TLC (Thin Layer Chromatography) ile yaptığı çalışmada, pastörizasyonun aflatoksin M₁ içeriğinde % 7,62'lik bir azalmaya neden olduğunu bildirmiş, hammadde süte göre, aflatoksin M₁ miktarının beyaz ve kaşar peynirlerinde 3 kat, yoğurtlarda ise % 13 daha fazla bulunduğunu belirtmiştir.

Konuyla ilgili HPLC (High Performance Liquid Chromatography) ile gerçekleştirilen çalışmalarda ise, Kendirci ve Altuğ [35], 0,1, 0,2 ve 0,5 g/L düzeyinde AFM1 ile kontamine ettikleri sütlerden kefir üretmişler, AFM1'in kefire geçiş oranlarını sırasıyla % 60, % 80 ve % 60, kefir tanesine geçiş oranlarını ise yine sırasıyla % 1,6, % 2,6 ve % 2,6 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada, depolamanın kefirin AFM1 içeriğine etkisinin olmadığı gözlenmiş, kefirde izole edilen bakterilerin kültür ortamında AFM1 üzerine etkisi ile ilgili kesin bulgulara ulaşılamadığı bildirilmiştir. Sezgin vd. [36], beyaz peynir ve yoğurt üretiminde AFM1 katkılı hammadde sültere uygulanan ısı işlemlerin (72 °C'de 2 dak. ve 95 °C'de 5 dak.) başlangıçtaki AFM1 konsantrasyonlarında 1,5 ppb M₁ katkılı sülter için sırasıyla % 12,54 ve % 17,93 düzeyinde, 3,5 ppb M₁ katkılı sülter için ise sırasıyla % 9,07 ve % 16,06 düzeyinde azalışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, beyaz peynir ve yoğurt üretimi sonrasında hammadde sülterin AFM1 içeriklerinde 1,5 ppb M₁ katkılılar için sırasıyla % 44,06 ve % 38,35 düzeyinde 3,5 ppb M₁ katkılılar için ise sırasıyla % 40,87 ve % 39,40 düzeyinde AFM1 kaybı belirlemişlerdir. AFM1 katkılı peynirlerin ve yoğurtların sırasıyla 3 ay ve 2 hafta olarak belirlenen depolama sürecinde AFM1 içeriklerinde görülen azalışlar ise İstatistiksel olarak önemsiz (p>0,01) bulunmuştur. Deveci [37], AFM1 katkılı sülter için pastörizasyon, koyulaştırma ve kurutmanın AFM1 içeriklerinde sırasıyla ortalama % 13,82, % 37,34 ve % 63,18'lik bir kayba neden olduğunu belirlemiş, depolama süresi (3 ve 6 aylık) sonrasında AFM1 katkılı sülterden üretilen sültozlarının AFM1 içeriklerinde ise sırasıyla ortalama % 1,45 ve % 4,19'lük bir azalış olduğunu saptamıştır. Kırımhan vd. [38], AFM1 ile kontamine olmuş sülterlere 63 C'de 30 dakika, 72 C'de 15 saniye, 85 C'de 1 dakika, kaynatma 5 dakika ve 120 C'de 15 dakikalık ısı işlem uygulanması sonucunda AFM₁ içeriklerinde sırasıyla % 10,8, % 7,12, % 22,98, % 31,45 ve % 32,93 düzeyinde azalışlar olduğunu belirlemişler, anılan kayıpların istatistiksel olarak p<0,05 düzeyinde önemli bulunduğunu vurgulamışlardır.

Ülkemizde süt ve ürünlerinde aflatoksin M₁ varlığı ve izlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalardan bir bölümü TLC ve ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilirken bir bölümünde de HPLC tekniğinden yararlanılmıştır.

TLC ile gerçekleştirilen çalışmalarda Demirer [39], piyasadan topladığı 150 adet süt, 102 adet peynir (beyaz, tulum, kaşar, eritme peniri), 24 adet sültozu, 22

adet tereyağı, 21 adet yoğurt ve 15 adet ayran numunesinde, Çoksöyler ve Köşker [40], Ankara ve Bolu'dan alınan 101 adet çiğ süt, Antakya'dan alınan 9 adet küflü çökelek peyniri ile Isparta, Konya ve Mersin'den alınan 4 adet küflü tulum peyniri örneğinde, Kardeş [41], Türk Silahlı Kuvvetleri'ne bağlı birliklere alınan peynirlerde (50 beyaz peynir, 50 kaşar peyniri ve 50 eritme peyniri) ve Gürbüz vd. [42], Konya'da 240 peynir numunesinde tespit edilebilir düzeyde AFM1 bulunmadığını bildirmişlerdir. Kaya [43], Ankara'da 38 çiğ süt örneğinin % 5,7'sinde ortalama 0,4 ppb düzeyinde AFM1 bulunduğunu bildirmiştir. Bakırcı [34], Van'da 90 çiğ süt örneğinden 79'unun aflatoksin M₁ içerdiğini, bu örneklerden 35'inin de Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde belirtilen sınır değeri (0,05 ppb aflatoksin M₁) aştığını belirlemiştir.

ELISA tekniği ile yapılan çalışmalarda ise, Dağoğlu vd. [44], Van ve yöresinden toplanan 50 adet otlu peynir örneği ile İstanbul'dan toplanan 25 adet beyaz peynir numunesinin % 45'inin AFM1 içerdiğini, en yüksek AFM1 düzeyinin beyaz peynirlerde (0,510 ppb), en düşük AFM1 düzeyinin ise otlu peynirlerde (0,060 ppb) görüldüğünü bildirmişlerdir. Sarımehmetoğlu vd. [45], Ankara'dan toplanan 85 pastörize süt örneğinin % 64'ünde belirlenen AFM1 düzeylerinin sınır değer olan 0,05 ppb'nin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Oruç ve Sonal [46], Bursa'da, 57 peynir örneğinden 7'sinin sınır değeri (0,25 ppb) aştığını, 10 sokak sütü örneğinin ise AFM1 içeriği yönünden Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olduğunu vurgulamışlardır. Seyrek [47], Askeri kışla için alınan 110 beyaz beyir örneğinden 101'inde 0,01 2 ppb arasında değişen oranlarda AFM1 tespit etmiştir. Yaroğlu [48], Bursa'da, kaşar, eritme ve beyaz peynirlerden oluşan 300 peynir örneğinin yaklaşık % 2'sinin, Günsen ve Büyükyörük [49], Bursa'da 130 adet peynir örneğinin % 15,45'inin, Ayçiçek vd. [50], İstanbul'da 186 adet beyaz peynir örneğinin %19'unun Sarımehmetoğlu vd. [51] ise Ankara'da 400 adet peynir örneğinin 110'unun Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen tolerans limiti (0,25 ppb)'ni aştığını tespit etmişlerdir. Bostan vd. [52], İstanbul'da 67 içme sütü örneğinin 16'sında AFM1 miktarının yasal limit olan 0,05 ppb'den yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

HPLC ile yapılan çalışmalarda ise, Özkaya vd. [53], Türkiye genelinde, 360 adet çiğ süt örneğinin 159'unda (% 44,3) 0,001 1,4 ppb arasında değişen oranlarda aflatoksin M₁ tespit etmişler ve bunların 48'inin (%13,3) yasal sınır olan 0,05 ppb'nin üzerinde AFM1 içerdiğini bildirmişlerdir. Ankarada toplana 29 adet beyaz peynir örneğinin ise 19'unda (% 65,5) 0,011 ile 0,231 ppb arasında Aflatoksin M₁ bulunmasına karşın, peynir örneklerinin hiç birinin sınır değeri (0,25 ppb) aşmadığını belirtmişlerdir. İzmir piyasasından alınan 20 beyaz peynir örneğinin ise, 3'ünde (%15) Aflatoksin M₁ bulunmuş, örneklerden sadece birinin 0,5 ppb düzeyi ile limit değeri aştığını tespit etmişlerdir. Deveci ve Sezgin [54], Türkiye genelinde 21 süt tozu örneğinin sadece 2'sinde AFM1 tespit etmezken, 2'sinde sınır değer olan 0,5 ppb'nin üzerinde, geri kalan 17 örneğin ise 0,193 ppb 0,372 ppb arasında değişen düzeylerde AFM1 içerdiğini belirtmişlerdir. Çetin vd. [55], Ankara'da 25 kaşar peyniri

örneğinin 14 (% 56)'ünün 0,010 0,400 ppb arasında değişen miktarlarda AFM1 içerdiğini, bunlardan sadece 1 örneğin AFM1 içeriğinin peynirler için sınır değer olan 0,25 ppb'nin üzerinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Kırımhan [56], Ankara'da 20 UHT ve pastörize içme sütü örneğinin 12 (% 60)'sinde AFM1 tespit etmiş, bunlardan 1 adet UHT ve 2 adet pastörize süt örneğinin sırasıyla 0,056, 0,075 ve 0,073 ppb'lik AFM1 içerikleri ile içme sütleri için sınır değer olan 0,05 ppb'nin üzerinde M₁ içerdiğini bildirmiştir.

SONUÇ

Ülkemizde konu ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, süt ve ürünlerinde değişen oranlarda AFM1 bulunduğu, çok fazla sayıda olmasa da bazı örneklerde Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenmiş yasal sınırların üzerine çıktığı görülmektedir. AFM1 süte bulaşması durumunda o sütte üretilen süt ürünlerine de değişen oranlarda geçmektedir. Bu ürünlerin tüketilmesi, toksijenik ve kanserojenik etkileri bilinen AFM1'in kolaylıkla insanların diyetine geçmesi anlamını taşımaktadır. Bu konuda aşağıdaki öneriler yol gösterici olabilir;

- Temel bulaşma kaynakları önlenmelidir: Sütün ürünlere işlenmesi sırasında uygulanan proses aşamaları AFM1 içeriğinde belirli oranda azalışlara sebep olsa da M₁'in tamamen inaktivasyonu söz konusu değildir. Riski ortadan kaldırmanın tek yolu temel bulaşma kaynaklarının önlenmesidir.

- Üreticiler ve tüketiciler bilinçlendirilmelidir: Bulaşma kaynaklarının önlenmesi ancak aflatoxin B₁ içeriği kontrol altına alınmış yemlerin üretimi ve süt hayvanlarının bu yemlerle beslenmesi ile mümkündür. Bu nedenle özellikle kış aylarında yemlerin depolama şartlarına daha fazla önem verilmeli, düşük sıcaklık ve düşük nem ortamında muhafazaları sağlanmalı, yem üreticileri bu konuda bilinçlendirilmelidir. Ülkemizde üreticiler kadar tüketiciler de ne yazık ki bu konuda yeterli bilgiye sahip değildirler. Örneğin, kendiliğinden küflenmiş peynirler halen toplumun büyük bir kesimi tarafından tüketilmektedir. Oysaki, peynirler üzerinde gelişen küflerin, *Aspergillus* türü, AFM1 üretim yeteneğine sahip küfler olmadığının hiç bir garantisi yoktur.

- Yemler ile süt ve süt ürünlerinin Aflatoxin içerikleri kontrol edilmelidir: Yemlerin aflatoxin içerikleri rutin analizlerle belirlenmelidir. Bu belki de aflatoxin içeriği kontrol altına alınmış yem üretiminin ilk adımı olacaktır. Bu son öneri süt ve ürünleri için de geçerlidir. Süt ve ürünlerinin AFM1 içerikleri de sürekli rutin analizler ile izlenmeli ve kamuoyu bu yönde bilgilendirilmelidir.

Bu konuda yasal mercilere de önemli görevler düşmektedir. Günümüzde, gıdanın güvenli olması ve tüketici sağlığını tehdit edecek unsurları içermemesi, diğer özelliklerine göre daha fazla önem kazanmıştır. AB ile uyum süreci çerçevesinde gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla çok sayıda mevzuat yayınlanmıştır. Gıda sanayi açısından en önemli yasal düzenleme;

gıdaların üretimi, tüketimi ve denetlenmesine dair 1995 tarih ve 560 sayılı kanun hükmündeki kararname (KHK) ile 2004 tarih ve 5179 sayılı yasadır [57].

560 sayılı KHK'nin getirdiği en önemli yenilik üretilen gıdaların denetim ve kontrolünde esas olan özelliklerinin tanımlarını tek dökümanda toplayan Türk Gıda Kodeksi'nin hazırlanmasıdır. Böylece yasal işlemlerde gıdaların özelliklerine ait Türk Standardı, Gıda Maddeleri Tüzüğü gibi kargaşa yaratan farklılıklar ortadan kalkmıştır. 5179 sayılı yasayla da gıda mevzuatımıza izlenebilirlik, risk yönetimi, bildirimler, kriz yönetimi gibi kavramlar ve bunlarla ilgili yetki ve sorumluluklar girmiştir. Eğer bu yasal çerçeveye dayanan denetim birkaç yılda gereği gibi yapılabilir duruma gelirse Türkiye'de satışa sunulan gıdalar en az bir Avrupa Topluluğu ülkesindeki kadar güvenli olacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Çoksöyler, N., Dizdar, G., Korkut, H., Ataman, P. ve Çepni, J. 2005. Türkiye gıda denetim sistemi ve tüketici hakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, sf: 1059-1073, Ankara.
2. Bullerman, L.B. 1981. Public health significance of molds and mycotoxins in fermented dairy products. *J. Dairy Sci.* 64: 2439-2452.
3. D'Mello, J.P.F. and Macdonald, A.C.M. 1997. Mycotoxins. *Animal feed Sci. Tech.* 69; 155-166
4. Çelik, K. 2001. Küf toksinleri ve hayvan beslemedeki önemi. *Türk-Koop Ekin. Yıl:5, Sayı: 17; 62-66.*
5. Applebaum, R.S., Brackett, R.E., Wiseman, D.V. and Marth, E.H. 1982. Aflatoxin: Toxicity to dairy cattle and occurrence in milk and milk products a review. *J. Food Protect.*, 45(8); 752-777.
6. Elden, E. ve Tağı, Ş. 2001. Tarımsal ürünlerde mikotoksinlerin önemi. *Türk-Koop, Ekin. Yıl:5, Sayı: 17; 38-43.*
7. Galvano, F., Galofaro, V. and Galvano, G. 1996. Occurrence and stability of aflatoxin M₁ in milk and milk products: A worldwide review. *J. Food Protect. Vol: 59, No: 10, 1079-1090.*
8. Meerarani, S., Ramadas, P., Padmanaban, V.D. and Nachimuthu, K. 1997. Incidence of Aflatoxin M₁ in milk samples around Chennai (Madras) city. *J. Food Sci. Tech.* 34(6); 506-508.
9. Lin, L., Zhang, J., Wang, P., Wang, Y. and Chen, J. 1998. Thin-layer chromatography of mycotoxins and comparison with other chromatographic methods. *J. Chromatography A.* 815; 3-20.
10. Galvano, F., Galofaro, V., Ritieni, A., Bognanno, M., De-Angelis, A. and Galvano, G. 2001. Survey of the occurrence of aflatoxin M₁ in dairy products Marketed in Italy: Second year of observation. *Food Additives and Contaminants.* 18(7); 644-646.
11. Moss, M.O. 1998. Recent studies of mycotoxins. *J. Applied Microbiology Symposium Supplement.* 84(27); Supplement; 62-76.
12. Çetin, T., Deveci, O. ve Sezgin, E. 2003. Süt ve süt ürünlerinde aflatoxin M₁. *Gıda Teknolojisi.* 7(4); 42-48.
13. Nilüfer, D. ve Boyoçğlu, D. 2003. Süt ve süt ürünlerinde mikotoksin riski ve analizi. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı.* 22-23 Mayıs, İzmir. Bildiri No.P49. p.419-424. İzmir.
14. Alperden İ. 1976. Hayvansal gıda maddeleri ile mamüllerinde mikotoksin araştırmaları ve kalite kontrol esaslarının tespiti. I. Gelişme raporu. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Ünitesi. Proje No: 2817. 11 s.
15. Wiseman, D.W. and Marth, E.H. 1983a. Behaviour of aflatoxin M₁ during manufacture and storage of Queso Blanco and Bakers cheese. *J. Food Prot.* 46;910-913.
16. Stoloff, L. 1980. Aflatoxin M₁ in perspective. *J. Food Protect.* 43(3); 226-230.
17. Ruston, I.Y.S. 1997. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food chem.* 59(1); 57-67.
18. Hansen, T.J. 1990. Affinity column cleanup and direct fluorescence measurement of aflatoxin M₁ in raw milk. *J. Food Protect.* 53(1); 75-77.
19. Barbieri, G., Bergamini, C., Ori, E. and Resca, P. 1994. Aflatoxin M₁ in Parmesan cheese: HPLC determination. *J. Food Sci.* 59(6); 1313-1314.
20. Mayes, L. and MacDonald, S. 1995. Aflatoxin M₁ in retail milk and milk products. *CSL Food Sci. Lab. Norwich Research Park, Colney Norwich NR4 7UQ.*
21. Stoloff, L., Trucksess, M., Hardin, N., Francis, O.J., Hayes, J.R., Polan, C.E. and Campbell, T.C. 1975. Stability of aflatoxin M₁ in milk. *J. Dairy Sci.* 58;1789-1793.22. Creppy, E.E. 2002. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letters.* 127; 19-28.
23. Anonymous 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete. Sayı: 23172., Ankara.
24. Egmond-Van, H.P., Paulsch, W.E., Veringa, H.A. and Schuller, P.L. 1977. The effect of processing on the aflatoxin M₁ content of milk and milk products. *Extrait des Archives de l'institut Pasteur de Tunis.* 3-4; 381-390.

25. Wiseman, D.W. and Marth, E.H. 1983b. Heat and acid stability of aflatoxin M₁ in naturally and artificially contaminated milk. *Milchwissenschaft*. 38;464-466.
26. Wiseman, D.W. and Marth, E.H. 1983c. Behaviour of aflatoxin M₁ in yoghurt, buttermilk and kefir. *J. Food Prot.* 46;115-118.
27. Blanco, J.L., Dominguez, L., Gomez-Lucia, E., Garayzabal, J.F.F., Goyache, J. and Suarez, G. 1988. Behaviour of aflatoxin during the manufacture, ripening and storage of Manchego-type cheese. *J. Food Sci.*, 53;1373-1376.
28. Hassanin, N.I. 1994. Stability of aflatoxin M₁ during manufacture and storage of yogurt, yoghurt-cheese and acidified milk. *J. Sci. Food Agric.* 65; 31-34.
29. Ciapara, I.H., Esqueda, M.V. and Nieblas, J. 1995. Reduction of aflatoxin M₁ from artificially contaminated milk using ultrafiltration and diafiltration. *J. Food Sci.* Vol. 60, No. 3; 645-647.
30. Dragacci, S. and Freymy, J.M. 1996. Application of imunoaffinity column cleanup to aflatoxin M₁ determination and survey in cheese. *J. Food Protection*. 59(9); 1011-1013.
31. Saitanu, K. 1997. Incidence of aflatoxin M₁ in Thai milk products. *J. Food Prot.* 60(8), 1010-1012.
32. Lopez, C., Ramos, L., Ramadan, S., Bulacio, L. and Perez, J. 2001. Distribution of aflatoxin M₁ in cheese obtained from milk artificially contaminated. *Int. J. Food Microbiology*. 64;211-215.
33. Choudhary, P.L., Sharma, R.S. and Borkartria, V.N. 1998. Effect of chilling and heating on aflatoxin M₁ content of contaminated Indian cow's milk. *Egyptian J. Dairy Sci.*, 26;223-229.
34. Bakırçı, İ. 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and milk products produced in Van Province of Turkey. *Food Control*. 12: 47-51.
35. Kendirci, P. ve Altuğ, T. 2003. Kefir ve kefir tanesinde aflatoxin M₁ tayin yönteminin geliştirilmesi ve kontamine sütlerden kefire ve kefir tanelerine aflatoxin M₁ geçişinin araştırılması. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, Bildiri Kitabı*. Bildiri no: S26; 157-162, İzmir.
36. Sezgin, E., Deveci, O., Çetin, T. ve Kırımhan, E. 2004. Bazı süt ürünlerinin aflatoxin M₁ düzeyi ve prosesteki değişimi. *TUBİTAK projesi. TOGTAG-3010 (Basılmamış)*. Ankara.
37. Deveci, O. 2003. İnek sütlerinden üretilen yağsız süttozlarının aflatoxin M₁ düzeyi ve prosesteki değişimi. *Doktora tezi (basılmamış)*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
38. Kırımhan, E. 2005. Ankara'da satışı sunulan içme sütlerinin aflatoxin M₁ düzeyi ve çeşitli ısı işlemlerin AFM1 stabilitesi üzerine etkisi. *Yüksek lisans tezi (basılmamış)*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
39. Demirel, M.A. 1973. Süt ve mamüllerinde AFLM₁ ve B₁ aranması üzerinde araştırmalar. *A.Ü. Vet. Fak. Derg.* XX: (2-3) 421-443.
40. Çoksöyle, N. ve Köşker, Ö. 1980. Süt ve Yemde aflatoxin oluşumu üzerine araştırmalar. *A.Ü.Z.F. Diploma sonrası Y.O. İhtisas Tez Özetleri Vol.1* s:436-456.
41. Kardeş, E. 2000. Türk Silahlı Kuvvetleri'ne bağlı birliklere alınan peynirlerde aflatoxin B₁ ve M₁ varlığının ve seviyelerinin saptanması. *Yüksek lisans tezi (basılmamış)*. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
42. Gürbüz, Ü., Nizamloğlu, M., Nizamloğlu, F., Dinc, İ. ve Doğruer, Y. 1999. Bazı et, süt ürünleri ile baharatlarda aflatoxin B₁ ve M₁ aranması. *Veterinarum*. 10(1); 34-41.
43. Kaya, S. 1982. Süt yemi ve çiğ sütte aflatoxin kalıntılarının kromatografik yöntem ile araştırılması. *Ankara Univ. Vet. Fak. Derg.* 29 (3-4); 443-457.
44. Dağoğlu, G., Keleş, O. ve Yıldırım, M. 1995. Peynirlerde aflatoxin düzeylerinin ELISA testi ile araştırılması. *İ.Ü. Vet. Fak. Derg.* 21(2), 313-317
45. Sarımehtemoğlu, B., Çelik, T.H. ve Özdemir, H. 2000. Pastörize sütlerde ELISA yöntemiyle AFM₁ varlığının ve düzeylerinin saptanması. *IV. Ulusal Veteriner Mikrobiyoloji Kongresi Kongre Kitapçığı*. Sayfa: 16-17. 26-28 Eylül, Ankara.
46. Oruç, H.H. and Sonal, S. 2001. Determination of aflatoxin M₁ levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Vet. Human Toxicol.* 43 (5); 292-293.
47. Seyrek, K. 2001. Türk Silahlı Kuvvetleri'ne bağlı birliklerde tüketilen beyaz peynirlerdeki aflatoxin M₁ seviyesinin ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) metodu ile saptanması. *Vet. Hek. Der. Dergisi*. 72(1-2-3-4):55-58.
48. Yaroğlu, T. 2002. Türk Silahlı Kuvvetleri'ne bağlı birliklerde tüketime sunulan peynirlerde aflatoxin M₁ düzeylerinin araştırılması. (yüksek lisans tezi). *U.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa*.
49. Günsen, U. and Büyükyörük, İ. 2002. Aflatoxins in retail food products in Bursa, Turkey. *Vet. Human Toxicol.* 44 (5); 289-290.
50. Ayçiçek, H., Yarsan, E., Sarımehtemoğlu, B. and Çakmak, O. 2002. Aflatoxin M₁ in white cheese and butter consumed in İstanbul, Turkey. *Vet. Human Toxicol.* 44(5); 295-296.
51. Sarımehtemoğlu, B., Kuplulu, Ö. and Çelik, T.H. 2003. Detection of aflatoxin M₁ in cheese samples by ELISA. *Food Control*. 15; 45-49.
52. Bostan K., Çetin, Ö., Büyükyörük, İ. ve Ergün, Ö. 2003. İstanbul'da satışı sunulan içme sütü örneklerinde aflatoxin M₁ düzeyleri üzerine bir araştırma. *Seyes 2003 Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. Bidiri no: p50, sayfa 425-428. 22-23 Mayıs 2003, İzmir.
53. Özkaya, Ş., Başaran, A., Kaymak, T., Dikmen, O., Kocabey, M., Demirkazık, G., Altındış, N. ve Ramis, R. 2002. Türkiye'de üretilmekte olan süt ve peynirlerde Aflatoxin M₁ aranması. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü. Gıdalarda katkı kalıntı ve bulaşanların izlenmesi II*. 80-92. Bursa..
54. Deveci, O. and Sezgin, E. 2005. Aflatoxin M₁ levels of skim milk powders produced in Turkey. *J. Food and Drug Analysis*. 13 (2); 139-142.
55. Çetin, T., Gürsoy, A., Deveci, O., Sezgin, E. 2005. Ankara piyasasında satışı sunulan kaşar peynirlerinin aflatoxin M₁ içeriklerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojisi*. 9(3); 93-95.
56. Kırımhan, E., Sezgin, E. ve Deveci O. 2005. Çeşitli ısı işlemlerin sütün AFM₁ stabilitesi üzerine etkisi. *Gıda Teknolojisi*. 9(9); 93-96.
57. Ekşi, A., Yurdakul, O., Emiroğlu, M., Güneş, E., Atamer, M., Topal, E., Deveci, O. ve Taşdoğan, F. 2005. Gıda Sanayinde Yapısal Değişimler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası*, sf: 1001-1016, Ankara.

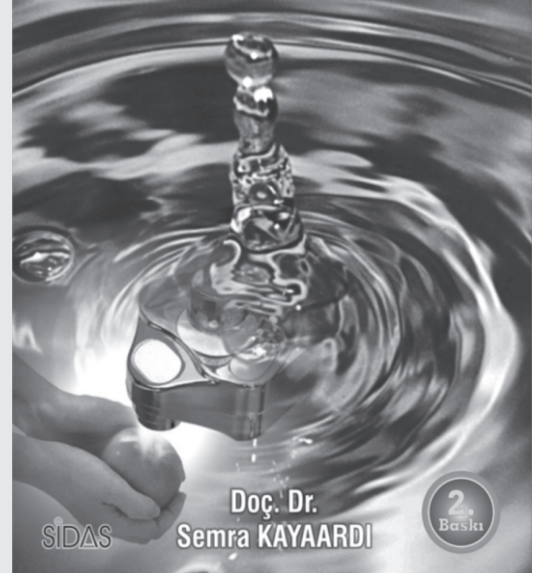
“Gıda Hijyeni ve Sanitasyon”

II. Baskı Çıktı

KİTAP İSTEME ADRESİ

Fevzipaşa Blv. Çelik İş Merkezi
No:162 Kat: 3 D: 302 Çankaya / İZMİR
TEL: +90 232 441 60 01
FAX: +90 232 441 61 06
akademikgida@myinet.com

Gıda Hijyeni ve Sanitasyon



SİDAS

Doç. Dr.

Semra KAYAARDI

2. Baskı