



Investigation of Aflatoxin M1 Presence in Open and Packaged Ice Creams[#]

Ahmet Burak Biniş^{1,a}, Tuğba Demir^{2,b,*}

¹Department of Veterinary Food Hygiene and Technology, Institute of Health Sciences, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

²Department of Veterinary Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

Acknowledgment

[#]This study is a Master's thesis conducted at Cumhuriyet University, Health Sciences Institute in Sivas, with reference number 10504191.

History

Received: 11/07/2023

Accepted: 04/09/2023

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the presence of Aflatoxin M1 (AFM1) in packaged and openly sold ice creams and determine whether it poses a risk to public health, taking into account legal regulations. A total of 60 ice cream samples were collected, including 30 different brands of fruit-flavored, plain, and chocolate ice creams, and 30 samples of openly sold ice creams (fruit-flavored, plain, and chocolate) from various retail outlets. The samples were analyzed using the ELISA method. In the study, varying concentrations of AFM1 were detected in all ice cream samples. The average level of AFM1 in packaged ice creams was measured as 0.045 ± 0.019 µg/kg, while in openly sold ice cream samples, the AFM1 concentration was measured as 0.030 ± 0.006 µg/kg. Among all the analyzed samples, 10 samples (17%) were found to exceed the legal limit (0.05 µg/kg) allowed by the Turkish Food Codex. All of the samples that exceeded the legal limit were packaged ice creams, specifically in the fruit-flavored group (0.077 ± 0.016 µg/kg). Within the openly sold samples, no samples exceeding the legal limit were detected. However, it was determined that 14 samples were contaminated with AFM1 at levels close to this limit. As a result, it was found that the potential exposure to AFM1 is higher in packaged ice cream samples. In order to minimize the carcinogenic risk of AFM1 that poses a threat to public health, necessary hygiene conditions must be followed and regular inspections and controls should be conducted throughout all stages of production, including raw material selection, production, and storage of ice cream. New strategies need to be developed to minimize this risk. Precautions taken through good agricultural practices will be able to control potential problems.

Keywords: Aflatoxin, AFM1, Ice cream, Milk, Public health

Açık ve Ambalajlı Dondurmalarda Aflatoksin M1 Varlığının Araştırılması[#]

Bilgi

[#]Bu çalışma, 10504191 Referans Numaralı Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Çalışmasıdır.

Süreç

Geliş: 11/07/2023

Kabul: 04/09/2023

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Öz

Bu çalışmada, ambalajlı ve açık olarak satışa sunulan dondurmelerde Aflatoksin M1 (AFM1) varlığının araştırılması, yasal düzenlemeler dikkate alınarak halk sağlığı yönünden tehlike oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, 30 adet farklı markalardan oluşan meyveli, sade ve çikolatalı dondurma, 30 adette farklı satış noktalarından olmak üzere açık olarak satışa sunulan (meyveli, sade ve çikolatalı dondurma) toplam 60 adet dondurma örneği toplanarak ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi ile analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında tüm dondurma örneklerinde değişen konsantrasyonlarda AFM1 tespit edilmiştir. Ambalajlı dondurmelerde ortalama AFM1 düzeyi $0,045 \pm 0,019$ µg/kg, açık olarak satışa sunulan dondurma örneklerinde ise AFM1 konsantrasyonu $0,030 \pm 0,006$ µg/kg olarak ölçülmüştür. Analiz edilen tüm örnekler içinden 10 örnek (%17) Türk Gıda Kodeksi'nin izin verdiği yasal sınırı ($0,05$ µg/kg) aştığı tespit edilmiştir. Yasal sınırı aşan örneklerin tamamı ambalajlı olup, içerik olarak meyveli grupta ($0,077 \pm 0,016$ µg/kg) yer almıştır. Açık olarak satışa sunulan örnekler içerisinde yasal sınırı geçen örnek tespit edilmemiş, ancak 14 örneğin bu sınıra yakın bir düzeyde AFM1 ile kontamine olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak AFM1'e maruz kalma potansiyelinin ambalajlı olarak satılan dondurma örneklerinde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Halk sağlığını tehdit eden kanserojen AFM1 riskinin en aza indirilmesi için, dondurmanın ham madde seçimi başta olmak üzere, üretimden depolanmaya kadar ki tüm proses aşamalarında, gerekli hijyen koşullarına uyulmalı ve düzenli denetim ve kontroller yapılmalıdır. Bu riski en aza indirmek için gerekli yeni stratejiler geliştirilmelidir. İyi üretim uygulamaları ile alınacak önlemler oluşabilecek problemleri kontrol edebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin, AFM1, Dondurma, Halk sağlığı, Süt

^a ahmetburak00010@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-9899-5151>

^b tugba@cumhuriyet.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-5195-9372>

How to Cite: Binis AB, Demir T (2023) Investigation of Aflatoxin M1 Presence in Open and Packaged Ice Creams, Journal of Health Sciences Institute, 8(3): 418-427

Giriş

Yükselen eğitim seviyesi ve yaşam standartları insanları tükettikleri gıdalar konusunda bilinçlenmelerini sağlamaktadır. İnsanların daha kaliteli, daha sağlıklı ve daha uzun yaşama istekleri onları sağlıklı beslenme konusunda teşvik etmektedir. İnsanların yaşlandıkça karşılaştıkları diyabet, kalp hastalıkları, kanser gibi kronik sağlık sorunları ve bu hastalıkların tedavi maliyetleri, insanların temel besin ihtiyaçlarını karşılamaktan öte,

sağlık durumlarını iyileştiren ve koruyan fonksiyonel gıda ürünlerine olan ilgilerini artırmaktadır (Öncebe ve Demircan, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) sağlığı; insanın "fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik halinde olması" şeklinde tanımlamaktadır. Dolayısıyla insan sağlığı sadece yaralanma ve hastalık durumunda sağlıksız olarak ifade edilmemektedir (Baysal ve ark., 2014). Sağlığa etki eden

çevresel etmenlerin başında beslenme gelmektedir. Beslenme “insanın ihtiyaç duyduğu makro ve mikro besin öğelerini karşılamak için gerçekleştirmesi gereken bir faaliyettir”. Sürdürülebilir, sağlıklı bir diyet ise yeterli ve dengeli beslenme modeli ile oluşturulmaktadır. Günümüzde, farklı etkenlerin bir araya gelmesiyle oluşan sağlıksız beslenme uygulamaları, insanların sağlığını tehdit eder boyuta gelmiştir. Bilinen bir gerçek olarak, yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenme sağlanarak, sağlıklı yaşamın sürdürülmesi ve kalitesinin artırılması, hastalıklardan korunulması, tedavi sonrası etkinliğin artırılması ve tedavi süresinin kısaltılması mümkün olabilmektedir (Alphan ve ark., 2018).

Beslenme, insanların büyüme, yaşamını sürdürme ve sağlıklarını koruma ihtiyaçları için besinleri tüketme sürecidir ve öncelikli gereksinimleri arasında yer almaktadır. İklim koşulları uygun olduğunda, barınak ve giysi olmadan hayatta kalılabilmektedir, buna karşın beslenme olmadan yaşam düşünülmemektedir. Yirminci yüzyılın başlarından günümüze değin, yapılan bilimsel çalışmalar ile beslenme önemli bir bilim dalı olarak günümüzde yerini almıştır. Bu önemli bilim dalı, en başta gıda bileşenlerinin türlerini, miktarlarını, özelliklerini ve metabolizmadaki işlevlerini incelemektedir. Diğer yandan gıdaların bileşimini, fiziko-kimyasal özelliklerini, üretimden tüketime kadar uygulanan işlemlerin gıdanın kalitesi üzerine etkilerini de mercek altına almaktadır (FAO, 2021).

Dondurma teknolojisi, hızla büyüyen ve sürekli kendini yenileyen bir sektör haline gelerek, ülkemizde ve dünyada giderek artan bir öneme sahip olmuştur. Her yaş grubundan tüketicinin ilgisini çeken dondurma, zengin aromaları ve teknolojik gelişmelerle birlikte daha da çeşitlenerek kârlı bir endüstri haline gelmiştir. Düşük kalori değerleri ve üstün kaliteli yapıları ile tüketicilere daha iyi hizmet vermek amacıyla bu alanda pek çok araştırma ve çalışma yapılmaktadır (Yücel ve Çıtak 2000; Turgut, 2006; Atsan ve Çağlar, 2008; Elife ve ark., 2017; Goral ve ark., 2018; GadAllah ve ark., 2020; Beegum ve ark., 2021; Ilievska ve ark., 2022; Çaybaşı, 2023).

Dondurma genel olarak; “süt ve süt ürünleri (süt tozu, krema gibi), tatlandırıcılar, stabilizörler, emülsifiye ajanlar, renk ve aroma maddelerinden oluşan karışıma hava verilerek dondurucularda işlenmesiyle elde edilen bir süt ürünü” olarak tanımlanmaktadır (Türkmen ve Gürsoy, 2017). Sütün besin içeriklerini daha yoğun şekilde içermesi nedeniyle dondurmanın besin değeri süte kıyasla daha yüksektir. Esansiyel aminoasitleri yeterli ve dengeli şekilde içermesi, süt gibi bütün vitaminleri bulundurması, kolay sindirilebilir oluşu ve toplumdaki hemen hemen herkes tarafından sevilerek tüketilmesi nedeniyle dondurma oldukça önemli bir gıda özelliği taşımaktadır (Yücel ve Çıtak, 2000, Demirci, 2014).

Dondurma, insan vücudu için pek çok biyoyararlanımı olan madde içermesinin yanında yaygın bir tüketim ürünü özelliği taşımaktadır. Bazı tüketici grupları için (örnek; laktoz intoleransı ve süt alerjisi olan insanlar) tüketiminin kısıtlı olduğu bilinmektedir (Góral ve ark., 2018). Süt alerjisi ve laktoz intoleransı olan kişi sayısı neredeyse

dünya nüfusunun %80'i kadar olduğu bildirilmiştir (Pineli ve ark., 2015). Bu noktada inek sütüne alternatif olarak bitkisel kaynaklardan elde edilen içecekler ve bu içecekler kullanılarak üretilen ürünler, günlük beslenmede güçlük çeken tüketici grupları için alternatif ürün çeşitliliğini artırmaktadır (Góral ve ark., 2018).

Dondurma; süt ve süt ürünleri, tatlandırıcılar, stabilizer-emülsifiyerler, renk ve aroma gibi bileşenlerin özel dondurucu cihazlarda işlenmesiyle elde edilen popüler bir tatlıdır. Gıda endüstrisi ve süt teknolojisi alanında hızlı gelişmeler yaşanması, dondurmanın üretim sürecini de etkilemiştir. Bu ürün, genellikle sütün yararlı bileşenlerini içermesi nedeniyle besleyici ve lezzetli bir seçenek olarak tüketilmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan, 16/11/1997 tarihli ve 23172 mükerrer satışı Resmî Gazetede yayınlanan “Türk Gıda Kodeksi (TGK) Dondurma Tebliği’ne göre dondurma karışımı; Süt ve veya, süt ürünlerinin, katkı maddeleri ve diğer bileşenlerle (Salep, yumurta ve veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi) Birlikte tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen yumuşak halde ya da sertleştirir dedikten sonra tüketime sunulan üründür (TGK Dondurma Tebliği No:2004/45; Elife ve ark., 2017).

Süt ve süt ürünleri her yaş grubunda insanlar için vazgeçilemez besinlerdir. Ancak süt ve süt ürünlerinde Aflatoksin M1 (AFM1) varlığı tüketici için ciddi riskler içermektedir (Baysal, 2011). Sütün elde edildiği hayvanların bulunduğu çevresel şartlara, beslenmelerinde kullanılan yem kalitesine, sağım koşullarına ve sağım sonrası sütün işleme sürecine bağlı olarak veteriner ilaçları, pestisit, mikotoksin, ağır metal (Demir ve Ağaoğlu, 2023a) ve dioksin benzeri kimyasalların kalıntıları ile süt kontamine olabilmektedirler. Bu gibi nedenlerden dolayı süt ve süt ürünleri insan sağlığı açısından risk taşıyabilmektedir (Çoşkun ve Şanlı, 2016; Demir ve ark., 2021).

Çocukların hassasiyetlerine göre yetişkinlere oranla daha fazla süt tüketmesi gerektiği düşünülerek, süt ve süt ürünlerindeki aflatoksinler halk sağlığı için önemli bir risk faktörüdür (Madallı ve Ayaz, 2017). Gıdaların aflatoksin ile kontaminasyonu: Doğrudan ve dolaylı olarak gerçekleşebilmektedir (Turgut, 2006). Doğrudan kontaminasyon, gıdada mikotoksin üreten küf oluştuğunda ve üreyen küfler mikotoksin oluşturduğunda meydana gelmektedir. Dolaylı kontaminasyon, mikotoksinler, ham maddeler veya yardımcı maddeler ile kontamine olduğunda ve gıda üretiminde kullanıldığında meydana gelmektedir (Şener, 2009).

Aflatoksin kontaminasyonu, insanlar ve hayvanlar için önemli sağlık riskleri olarak kabul edilir. Gıda ve Tarım Örgütü (Food Administration Organization: FAO), tüm dünyada bitkisel kökenli ürünlerin yaklaşık %25'inin aflatoksin yönünden kontamine olduğunu vurgulamaktadır (FAO, 2022). Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) başlıca aflatoksinler arasında olan AFB1, AFM1 ve AFG1'i “Grup I kanserojen” olarak kategorize etmektedir (IARC, 2002). Aflatoksin maruziyeti karaciğer yetmezliği, ensefalopati ve Reye sendromunun

yanı sıra, fetüs ve yeni doğanların sağlığını ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bennett ve Klich, 2003). Yüksek düzeyde aflatoksin maruziyeti, karaciğer hasarı nedeniyle ölüme neden olabilmektedir. Otoriteler tarafından lethal doz (AFM1) 1-3 hafta boyunca günde 20-120 µg/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir (IARC, 2002). Dondurma üretiminde; süt, yağ, tatlandırıcılar, yağsız süt kuru maddesi, stabilizatörler, emülgatörler, aroma ve renk maddeleri gibi ana bileşenlerin bulunması gerekmektedir. Her gıda katkı maddesinin dondurma içerisinde belirli özellikleri mevcuttur. Bu gıda katkı maddeleri TGK tebliğinde yer alan güvenlik koşullarını sağlamak durumundadırlar (Kır, 2007).

Mikotoksinler, toksijenik küfler tarafından üretilen sekonder metabolizma ürünleridir ve insanlar ile hayvanlarda mikotoksikozis adı verilen hastalık tablosuna neden olurlar. Aflatoksinler, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus paracitikus* gibi bazı (*Aspergillus*, *Penicillium* ve *Rhizopus*) küf türleri tarafından üretilen toksik sekonder metabolitlerdir. Aflatoksinlerle kontamine olmuş gıdaların veya yemlerin tüketilmesi, insan ve hayvanlarda "aflatoksikozis" olarak adlandırılan bir hastalık tablosuna neden olabilir (Kowalska ve ark., 2017; Ağaoğlu ve ark., 2020).

Aflatoksinler, insan ve hayvan sağlığı için toksik etki gösteren bileşiklerdir. İnsanların aflatoksinlere diyetle maruz kalması dünya çapında ciddi sağlık sorunlarına neden olur ve etkisi genellikle kümülatif olsa da bazı durumlarda ölüme yol açabilir. (Min ve ark., 2020). Alınan toksin miktarı ve toksinin etki süresine bağlı olarak, insanlar ve hayvanlar arasında akut ve kronik zehirlenmeler görülebilir. İnsanlarda, aflatoksin zehirlenmesi olgularında kusma, karın ağrısı, sarılık, akciğer ödemi, koma hali ve kasılmalar en sık görülen belirtilerdir. Kronik aflatoksikozis'te ise bağışıklığın baskılanması ve karaciğer hasarı şekillenir. Aflatoksinlerin karsinojenik, mutajenik, teratojenik, hepatotoksik ve immunosupresif özellikleri yanında, böbrek hasarı ve çeşitli organ tümörlerinin (akciğer, karaciğer, meme, kolon, rektum) oluşumunda da etkili oldukları bildirilmiştir (Li ve ark., 2018). Aflatoksinler aynı zamanda hepatotoksiktir veya hayvanlarda karaciğer hasarına neden olur; aflatoksin B1 bunlardan en güçlüsüdür. Duyarlılık, cins, tür, yaş, doz, maruz kalma süresi ve beslenme durumuna göre değişmektedir. Aflatoksinler, üretimin azalmasına neden olabilir (süt, yumurta, kilo artışı vb.) ve aynı zamanda, bağışıklık sistemini baskılayıcı, kanserojen, teratojenik ve mutajeniktirler (Richard, 2007).

Süt ve süt ürünleri, insanlar için önemli bir besin kaynağıdır. Süt, içerdiği yüksek kaliteli proteinler, esansiyel aminoasitler, yağ asitleri, kalsiyum, fosfor, B grubu ve yağda eriyen vitaminler ile birçok besin maddesi içerir. İnsan vücudu, bu besin maddelerini sağlıklı bir şekilde geliştirebilmek ve iyi bir sağlık durumunu koruyabilmek için gereksinim duyar. Bu nedenle, süt ve süt ürünleri sağlıklı bir diyetin önemli bir parçasıdır. Bu grup besinlerde AFM1 varlığı, özellikle bebek ve çocuklar olmak üzere, tüketici açısından risk oluşturmaktadır (Ağaoğlu ve ark., 2020; Demir ve Ağaoğlu 2023b).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda; çiğ ve ısı işlemi görmüş sütler (pastörize, UHT), süt tozu, bebek mamaları, devam sütleri ve çeşitli süt ürünlerinde (yoğurt, peynir, dondurma) AFM1 kalıntısı tespit edilmiştir (Atasever ve ark., 2010a; Atasever ve ark., 2010b; Atasever ve ark., 2011; Ağaoğlu ve ark., 2020; Demir ve Ağaoğlu, 2023b). Aflatoksinlerin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, birçok ülkede yasal düzenlemelerin getirilmesine yol açmıştır. Özellikle gıda güvenliği açısından önemli bir konu olan aflatoksinlerin belirli sınırlar içinde kalması gerekmektedir. Birçok ülke, aflatoksinlerin belirli ürünlerdeki maksimum izin verilen seviyelerini belirleyen yasal sınırlar koymuştur (EC, 2010; WHO/FAO, 2016). Bu sınırların belirlenmesinde, aflatoksinlerin sağlık üzerindeki etkileri, insanların ve hayvanların maruz kaldığı miktarlar, risk yönetimi ve diğer faktörler dikkate alınmaktadır. Türkiye'de Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenen sınır değerler süt ve süt ürünleri için AFM1 için 0,05 µg/kg, tahıllar ve ürünleri için AFB1 için 5 µg/kg olarak belirlenmiştir (Ağaoğlu ve ark., 2020; Demir ve Ağaoğlu, 2023b). Bu çalışmada; ambalajlı (30 adet) ve açık (30 adet) olarak satılan, farklı markalarda toplam 60 adet dondurma örneği AFM1 varlığı ve kontaminasyon düzeyi yönünden incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Dondurma örnekleri Sivas ili'nde satış yapan firmalar ve yerel işletmelerden sağlanmıştır. Çalışmada, 30 adet ambalajlı, 30 adet açık satılan olmak üzere, farklı çeşitte (sade, çikolatalı, meyveli) toplam 60 adet dondurma örneği analiz edilmiştir. Aseptik koşullarda ve farklı zamanlarda alınan örnekler soğuk zincir uygulanarak analiz için Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı laboratuvarına getirilmiştir. Örnekler, analizler sonuçlanıncaya kadar dondurucuda (-18°C) muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Dondurma Örneklerinin Ön İşlemi

Dondurma örneği (5 ml) bir test tüpüne pipetlenmiş ve 4°C'de 30 dk inkübe edilmiştir. Sonra 3500 rpm'de 10 dk boyunca santrifüjlenmiştir. Yağ tabakası pastör pipeti ile alınarak, katmanın altından 100 µL süt serumu alınmıştır. Örnekler analize hazır hale getirilmiştir. Dondurma örneklerinde AFM1 düzeyleri ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) metodu ile belirlenmiştir. Analizlerde Shanghai Coon Koon Biotech Co CK-LAB KIT, CK-bio-20774 kullanılmıştır. Analiz aşamalarının tamamı üretici firmanın önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Analiz amacıyla kullanılan Biotech Co CK-LAB KIT, CK-bio-20774; 12x8 kuyucuklu strip (folyo içinde), 6 adet standart (0, 5, 10, 25, 50 ve 100 ppt), 15 ml AFM1 konjugant solüsyonu, 15 ml substrat solüsyonu, 15 ml stop solüsyonu ve 15 ml yıkama solüsyonu (x20 konsantre) içeriklerine sahiptir. Kullanılan kitin saptama limiti 5 ppt'dir.

Analiz Prosedürü

Örnekler ve AFM1 standartları antikor kaplı mikro kuyucuklara eklendi, böylece AFM1'in antikor bağlanma bölgelerine bağlanmasına izin verildi. Bir yıkama adımından sonra, enzime bağlı aflatoksin eklendi ve antikorların serbest bağlanma bölgelerine bağlanmasına izin verildi. İkinci bir yıkama adımından sonra, enzim substratı eklendi ve renk değişimi gözlemlendi. Daha sonra rengi maviden sarıya değiştiren bir durdurma çözeltisi eklendi ve her kuyucuğun absorbanası 450 nm ve 630 nm'de ölçüldü. Ölçüm işlemi durdurma solüsyonu eklendikten sonra 10 dk içinde yapıldı.

İstatistik Analizleri

Örneklerde tespit edilen AFM1 değerlerinin tanımlayıcı istatistiği ve değerler arasındaki ilişkiler SPSS 22.00 paket programında analiz edilmiştir.

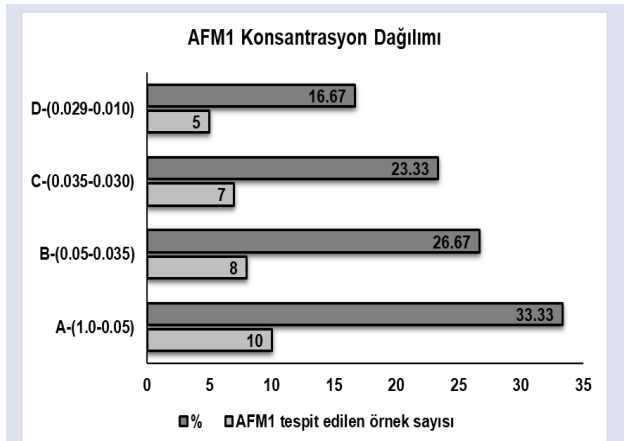
Bulgular ve Tartışma

Açık ve ambalajlı dondurma örneklerinin sayı, yüzde ve içerik dağılımları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde; ambalajlı ve açık olarak satılan dondurma örneklerinin tamamında değişen konsantrasyonlarda AFM1 tespit edilmiştir. Ambalajlı örneklerde AFM1 düzeyi 10 örnekte (%33,33) 1,0-0,05 µg/kg; 8 örnekte (%26,67) 0,05-0,035 µg/kg; 7 örnekte (%23,33) 0,035-0,030 µg/kg; 5 örnekte (%16,67) ise 0,029-0,010 µg/kg aralığında belirlenmiştir. Ambalajlı dondurma örneklerinde AFM1 düzeyleri Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan dondurma örneklerinin içerik dağılımı

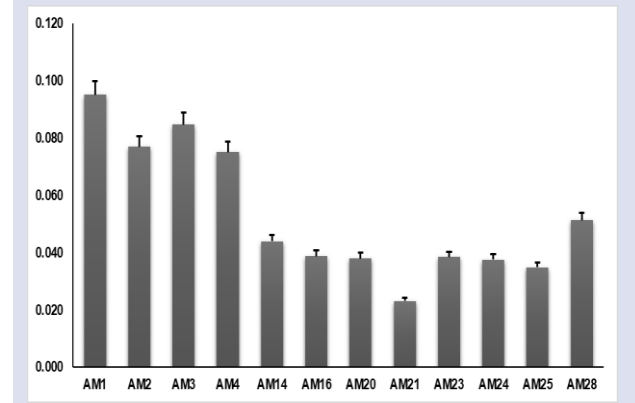
Table 1. Content distribution of ice cream samples

Dondurma İçeriği	Örnek Sayısı	Yüzde Değeri (%)
Meyveli	30	50
Sade	15	25
Çikolatalı	15	25
Toplam	60	100



Şekil 1. Ambalajlı olarak satışa sunulan dondurma örneklerinin AFM1 konsantrasyon dağılımı (µg/kg)
Figure 1. AFM1 concentration distribution of packaged ice cream samples (µg/kg)

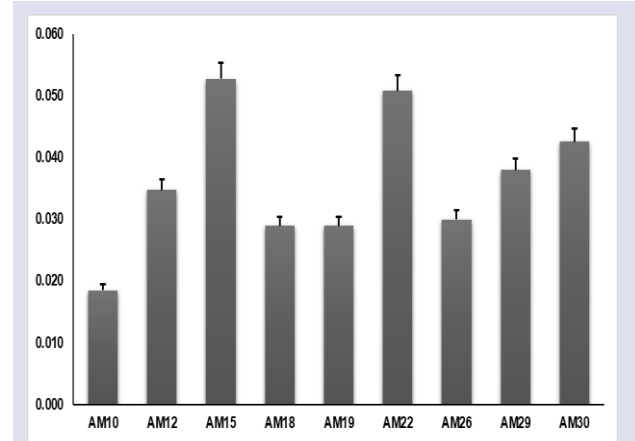
Ambalajlı olarak satışa sunulan dondurma örnekleri (30 adet) Çizelge 1'de gösterildiği gibi meyveli, sade ve çikolatalı olarak üç ayrı grupta değerlendirilmiştir. AFM1 tespit edilen gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde meyveli olan 12 adet örnekte yasal sınır olarak belirlenen 0,05 µg/kg AFM1 konsantrasyonunu geçen toplam 5 adet örnek olduğu belirlenmiştir. Bu örnekler AM1, AM2, AM3, AM4 ve AM28 olup, ambalajlı olarak satılan meyveli dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg) Şekil 2'de sunulmuştur.



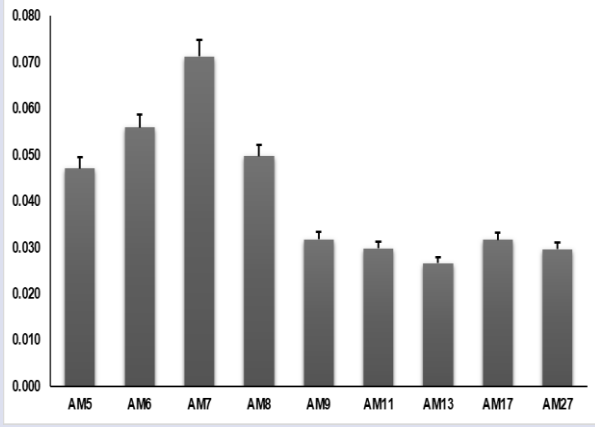
Şekil 2. Ambalajlı olarak satılan meyveli dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg)
Figure 2. AFM1 distribution in packaged fruit ice creams (µg/kg)

AFM1 tespit edilen gruplardan sade olan 9 adet örnekte yasal sınır olarak belirlenen 0,05 µg/kg AFM1 konsantrasyonunu geçen toplam 2 adet örnek (AM15 ve AM22) olduğu belirlenmiştir. Ambalajlı olarak satılan sade dondurmalarındaki AFM1 dağılımı Şekil 3'te sunulmuştur.

Çikolatalı olarak satışa sunulan ambalajlı dondurmaların AFM1 düzeyleri değerlendirildiğinde 9 adet örneğin içerisinde 3 adette (AM6, AM7, AM8) belirtilen yasal düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ambalajlı olarak satılan çikolatalı dondurmalarındaki AFM1 dağılımı Şekil 4'te sunulmuştur.

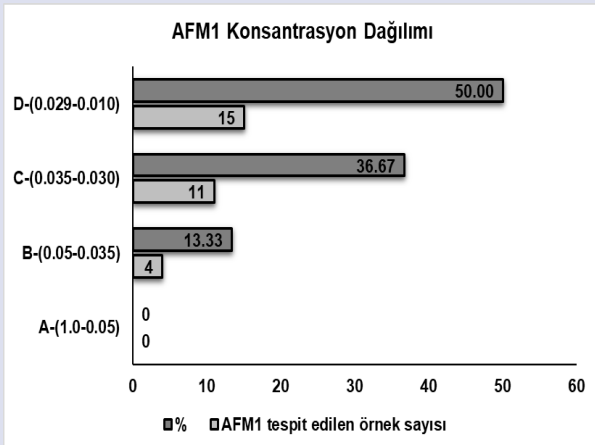


Şekil 3. Ambalajlı olarak satılan sade dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg)
Figure 3. AFM1 distribution in packaged plain ice creams (µg/kg)



Şekil 4. Ambalajlı olarak satılan çikolatalı dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg)
Figure 4. AFM1 distribution in packaged chocolate ice creams (µg/kg)

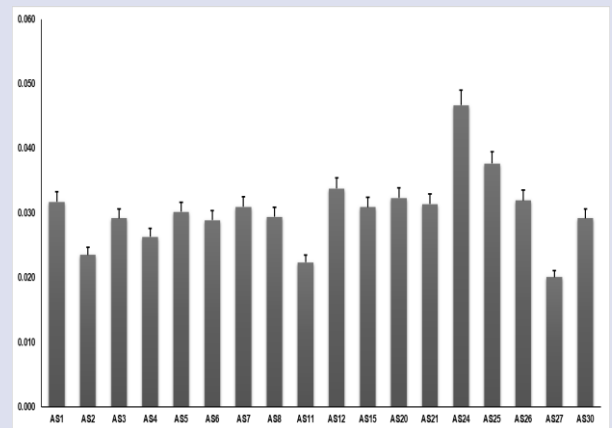
Açık olarak satılan dondurma örneklerinin konsantrasyon dağılımları incelendiğinde 1,0-0,05 µg/kg aralığındaki hiçbir örnekte AFM1 tespit edilmemiştir. Konsantrasyon aralığı 0,05-0,035 µg/kg arasında olan 4 örneğin toplamdaki yüzdesi %13,33 olarak belirlenmiştir. AFM1 tespit edilen 11 örneğin konsantrasyon aralığı ise 0,035-0,030 µg/kg arasında olup %36,67 olarak ölçülmüştür. Son olarak, 0,029-0,010 µg/kg konsantrasyon aralığında olan örnek sayısı 15 adet olarak ölçülmüş olup bu sayı tüm örneklerin %50'sine tekabül etmiştir. Ambalajlı ve açıkta satılan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmıştır ($p < 0,05$). Açık olarak satışa sunulan dondurma örneklerinin AFM1 konsantrasyon dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Açık olarak satışa sunulan dondurma örneklerinin AFM1 konsantrasyon dağılımı (µg/kg)
Figure 5. AFM1 concentration distribution of open ice cream samples (µg/kg)

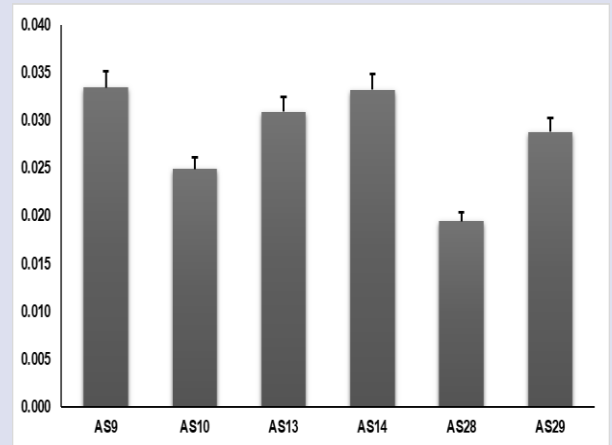
Açık olarak satışa sunulan dondurma örnekleri (30 adet) Çizelge 1'de gösterildiği gibi meyveli, sade ve çikolatalı olarak üç ayrı grupta değerlendirilmiştir. AFM1 tespit edilen gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde meyveli olan 18 adet örnekte yasal sınır olarak belirlenen

0,05 µg/kg AFM1 konsantrasyonunu geçen örnek olmadığı belirlenmiştir. Ancak sınır değere çok yakın AS24 örneğinin konsantrasyonu 0,047 µg/kg olarak ölçülmüş olup bu sırayı, AS25 (0,038 µg/kg), AS12 (0,034 µg/kg) ve AS20, AS26, AS1 (0,032 µg/kg) örnekleri takip etmiştir. Açık olarak satışa sunulan meyveli dondurmalarındaki AFM1 dağılımı Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Açık olarak satılan meyveli dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg)
Figure 6. AFM1 distribution in open fruit ice creams (µg/kg)

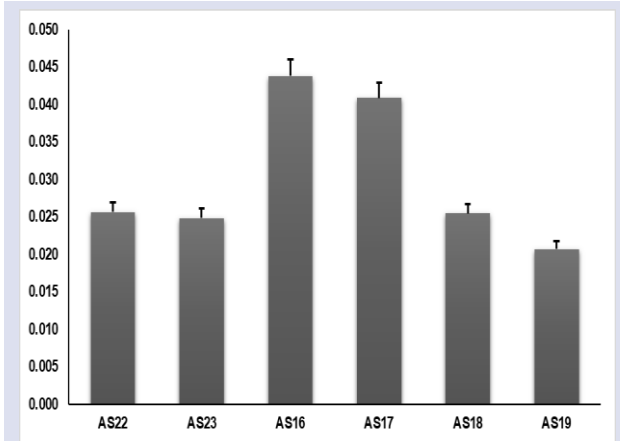
AFM1 tespit edilen gruplardan sade olan 5 adet örnekte yasal sınır olarak belirlenen 0,05 µg/kg AFM1 konsantrasyonunu geçen örnek olmadığı belirlenmiştir. Bu gruptaki en yüksek AFM1 konsantrasyonu 0,033 µg/kg ile AS9 ve AS14 örneklerinde ölçülmüştür. Açık olarak satışa sunulan sade dondurmalarındaki AFM1 dağılımı Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7. Açık olarak satılan sade dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg)
Figure 7. AFM1 distribution in open plain ice creams (µg/kg)

Çikolatalı olarak satışta olan ambalajsız dondurmaların AFM1 düzeyleri değerlendirildiğinde 6 adet örneğin içerisinde hiçbir örneğin yasal düzeyin üzerinde olmadığı belirlenmiştir. Ancak sınır değere çok yakın AS16 örneğinin konsantrasyonu 0,044 µg/kg olarak ölçülmüş olup bu

sırayı, AS17 (0,041 µg/kg) takip etmiştir. Açık olarak satışı sunulan çikolatalı dondurmalarındaki AFM1 dağılımı Şekil 8'de sunulmuştur.



Şekil 8. Açık olarak satılan çikolatalı dondurmalarındaki AFM1 dağılımı (µg/kg)

Figure 8. AFM1 distribution in open chocolate ice creams (µg/kg)

Çizelge 2'de görüldüğü üzere hem ambalajlı hem ambalajsız olan dondurmalarındaki AFM1 konsantrasyon ve yüzde dağılımı görülmektedir. Toplam yüzde ve konsantrasyon dağılımı 0,050-0,031 µg/kg aralığında yoğunlaştığı (26 örnek, %43) ve her iki grup kendi içerisinde değerlendirildiğinde bu aralığın ambalajsız örneklerdeki dağılımının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Öyle ki, 14 ambalajsız örneğin belirtilen konsantrasyon aralığındaki AFM1 seviyesi (%54), ambalajlı (%46) olan örneklerden daha fazla seviyede olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 0,030-0,026 µg/kg konsantrasyon aralığındaki örnek dağılımına bakıldığında bu aralıkta ambalajlı örneklerin AFM1 konsantrasyon düzeyinin daha düşük olduğu (%43) ambalajlı örneklerin ise bu aralıktaki tespit edilen AFM1 konsantrasyon düzeylerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyon olan 0,095-0,050 µg/kg aralığındaki örnek dağılımı dikkate alındığında bu gruptaki örneklerin tamamı ambalajlı örneklerdir (%100) ambalajsız örnekler içerisinde bu aralıkta AFM1 düzeyine sahip olan örnek tespit edilmemiştir (Çizelge 2). Çizelge 3'te Tüm örneklerde ve gruplardaki ortalama AFM1 konsantrasyonları gösterilmiştir.

Çizelge 2. Tüm örneklerdeki AFM1 konsantrasyon ve yüzde (%) dağılımı

Table 2. AFM1 concentration and percentage (%) distribution in all samples

Konsantrasyon Aralık (µg/kg)	Toplam AFM1*	Toplam %	Ambalajlı AFM1**	Ambalajlı %	Ambalajsız AFM1***	Ambalajsız %	Toplam %
0,095-0,050	10	17	10	100	0	0	100
<0,050-0,031	26	43	12	46	14	54	100
0,030-0,026	14	23	6	43	8	57	100
0,025-0,00	10	17	2	20	8	80	100
Toplam	60	100	30		30		

*;örnek sayısı 60 adet, **:örnek sayısı 30 adet, ***; örnek sayısı 30 adet

Çizelge 3. Tüm örneklerde ve gruplardaki ortalama AFM1 konsantrasyonları

Table 3. Mean AFM1 concentrations in all samples and groups

	Ambalajlı AFM1 * µg/kg	Ambalajsız AFM1 µg/kg	Ambalajlı AFM1 ≥0,05 µg/kg	Ambalajsız AFM1 ≥0,05 µg/kg
Tüm Örnekler	0,045±0,019	0,030±0,006	0,063±0,013	Tespit edilmedi
Meyveli	0,053±0,023	0,030±0,006	0,077±0,016	Tespit edilmedi
Sade	0,036±0,011	0,028±0,005	0,052±0,001	Tespit edilmedi
Çikolatalı	0,041±0,015	0,030±0,010	0,059±0,011	Tespit edilmedi

Dondurma, süt ve süt ürünleri içeren bir gıda olduğu için aflatoksinlerin bulunabileceği bir gıda kategorisine girer. Bu nedenle, dondurmadaki aflatoksin seviyeleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar, dondurmalarla aflatoksin seviyelerinin bölgesel ve ulusal düzeyde farklılıklar gösterebileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmaların sonuçları, tüketicilerin sağlığı açısından dikkate alınması gereken bir sorun olduğunu da göstermektedir.

Sezer ve ark. (2014), Kars İli'nde üretilip ambalajsız olarak satılan 50 adet dondurma örneği aflatoksin M1 varlığı yönünden analiz edilmiştir. Örneklerden 27 adedinde (%54) AFM1 miktarı <0,005 µg/kg olarak belirlenmiştir. Örneklerin 6 adedinde (%12) toksin miktarı 0,005-0,05 µg/kg'dır. Bununla birlikte, AB ve TKG'inde süt

ve ürünleri için belirtilen AFM1 limitini (0,05 µg/kg) aşan toplam 17 örnek (%34) tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda yer alan 30 adet ambalajsız olarak satılan dondurma örneklerinin tümünde AFM1 tespit edilmiştir. Bu çalışmada, açık olarak satılan dondurma örneklerinde halk sağlığını tehdit eden ulusal ve uluslararası standartların belirttiği yasal limiti (İtalya dışında) geçen örnek ile karşılaşılmaş ancak sınıra yakın bir adet örnek tespit edilmiştir. Çalışmamız bu yönüyle Sezer ve ark. (2018) yapmış olduğu çalışma ile kıyaslandığında Sivas ilinde açık olarak satışı sunulan dondurmaların halk sağlığı tehdidinden daha uzak olduğu görülmüş, günlük alım dozunu geçmediği sürece ve uzmanların önermiş olduğu beslenme öğünlerinin üzerinde tüketilmediği takdirde sağlık riski oluşturmayacağı sonucuna varılmıştır.

Atanda ve ark. (2007), Nijerya'nın Ogun Eyaletindeki Abeokuta ve Odeda yerel yönetimlerinde süt ve yerel olarak üretilen bazı süt ürünlerinde AFM1 kontaminasyonunu belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Yerel yönetimlerden inek sütü, yoğurt, "wara", dondurma ve "nono" örnekleri toplanmış ve iki boyutlu İnce Tabaka Kromatografisi (TLC) kullanılarak AFM1 analiz edilmiştir. Sadece süt ve dondurmada 2,04-4,00 µg/kg aralığında AFM1 kontaminasyonu görülmüştür. Standartlarda belirtilen (Afrika) sütteki ağırlıklı ortalama AFM1 konsantrasyonu 0.002 µg/kg olduğundan tespit edilen sonuçların yerel işletmelerde yüksek düzeyde kontaminasyon olduğu belirtilmiştir. Bahsi geçen çalışma ile bizim çalışmamız karşılaştırıldığında bulunan sonuçların bizim çalışmamızda bulunan AFM1 değerlerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak kullanılan metot başta olmak üzere dondurma üretim prosesinin farklılığından da kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Her iki yöntem de laboratuvar ortamında kullanılan yaygın analiz yöntemleridir, ancak kullanım amaçları ve uygulamaları farklılık gösterir.

Chen ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışma, dondurmadaki aflatoksin B1 seviyelerinin tespit edilmesi için farklı bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi-Florimetrik Detektör (HPLC-FLD) kullanılarak örneklerin analizleri yapılmıştır. Çalışma, 30 farklı dondurma örneğinin analiz edildiği bir pilot çalışma özelliği taşımaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 30 dondurma örneğinin 27'sinde aflatoksin B1 tespit edilmiştir. Ayrıca, bu örneklerin 13'ünde aflatoksin B1 seviyeleri Çin'de belirlenen maksimum limitlerin üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlar, dondurmada aflatoksin B1'in önemli bir kaynak olduğunu ve tüketiciler için sağlık riski oluşturabileceğini göstermektedir (Chen ve ark., 2018). Bunun yanında, HPLC-FLD yönteminin dondurmadaki aflatoksin B1 seviyelerini tespit etmek için etkili bir yöntem olduğunu ve bu yöntemin gıda endüstrisindeki kalite kontrol süreçlerinde kullanılabilirliğini öne sürmektedir. Bizim çalışmamızda da dondurma örneklerinde değişen oranlarda tespit edilen AFM1 seviyesinde sağlık için önemli risk taşıdığı vurgulanmıştır.

Rahimi (2014), İran'da farklı satış noktalarından toplanan bazı süt ürünlerinde AFM1 kontaminasyonu insidansı, ELISA tekniği kullanılarak araştırılmıştır. Şubat 2011'den Şubat 2012'ye kadar yoğurt (60 örnek), peynir (80 örnek) ve dondurmada (60 örnek) oluşan toplam 200 örnek incelenmiş, test edilen örneklerin %75,5'inin çeşitli düzeylerde AFM1 ile kontamine olduğu belirtilmiştir. İncelenen 34 (%56,7) dondurma örneğinde 0,0149-0,147 µg/kg aralığında AFM1 tespit edildiği yapılan çalışmada yer almıştır. Rahimi (2014)'ün yapmış olduğu çalışma bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında Sivas İli'nin farklı satış noktalarından toplanan 60 dondurma örneğinde tespit edilen AFM1 düzeyi en düşükten en yükseğe 0,018-0,095 µg/kg aralığında ölçülmüştür. Belirlenen bu aralıktaki AFM1 düzeyi daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sonucu olarak, düşük AFM1 seviyelerinin, insanlar tarafından tüketilen bu dondurmalarından kaynaklı

maruziyetinin kontrol altında olduğunu ve sağlık riskinin minimum olduğunu göstermektedir. Böylece, Rahimi (2014)'ün çalışma evrenindeki bölgeye kıyasla, bizim ülkemizdeki, gıda güvenliği önlemlerinin ve düzenlemelerin etkili bir şekilde uygulandığını ve halk sağlığının korunmasına yönelik önlemlerin alındığını göstermektedir.

Fallah (2010), İran'da yapılan bir çalışmada 4 büyük marketten 36 dondurma örneği toplanmıştır. TLC tekniği ile AFM1 açısından incelenmiştir ve incelenen 36 dondurma örneğinden 25 adetinde (%69) AFM1 konsantrasyonu (0,015-0,132 µg/kg) İran'da pazarlanan süt ve süt ürünlerindeki AFM1 seviyeleri genellikle kabul edilebilir düzeylerin üzerinde olduğu vurgulanmıştır. Yaz aylarında kış aylarına kıyasla daha yüksek AFM1 seviyeleri tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında tespit edilen aralık bizim çalışmamızdan oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızdaki örneklerin toplandığı süreçlerdeki mevsimsel farklılıklar ile paralellik göstermiştir. Sonuç olarak, farklı süreçlerde üretilen ve tüketiciye sunulan süt ve süt ürünlerinin üretim, depolama ve dağıtım süreçlerinde AFM1 kontaminasyonunun artabileceği ve gıda güvenliği önlemlerinin geliştirilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Hepçin ve ark. (2022), Türkiye'de yapılan bir çalışmada manda sütü ürünlerinde AFM1'in ELISA tekniği ile araştırılması amaçlanmış ve incelenen dondurma örneklerinin %14,3'ü istenilen yasal limitin üzerinde bulunmuştur. Çalışma bulguları bizim çalışmamız ile kıyaslandığında yasal limitin üzerinde çıkan örnek oranı bizim çalışmamızdan düşük olduğu görülmüş olup bu durumun örneklerin toplandığı mevsimsel koşullar olabileceği düşünülmektedir.

Abdali ve ark. (2016), İran'da yapılan deneysel bir çalışmada 2016 yazından 2016 kışına kadar, perakendecilerden dört süt ürününden (çiğ süt (22), peynir (22), dondurma (22) ve yoğurt örneği (10) 76 örnek toplamış olup, ELISA yöntemi ile değerlendirilmiştir. Tüm örneklerin %92,1'inde AFM1 tespit edilmiştir. Örneklerin %23,65'inde AFM1 AB'nin standart limitlerini aştığı belirtilmiştir. Dondurma örneklerinde tespit edilen AFM1 konsantrasyon aralığı 0-0,071 µg/kg olarak belirlenmiştir. Analiz bulguları çalışmamız ile karşılaştırıldığında bulguların konsantrasyon aralığı bakımından bizim çalışmamızdan daha düşük, yasal limiti geçen örnek sayısı bakımından bizim çalışmamızdan daha yüksek değerler bulunmuştur, bu durum örnek toplanan bölgeye, çevresel faktörlere ve yem kontaminasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Ilievskva ve ark. (2022), Kuzey Makedonya'daki pazarlardan 404 süt, 291 dondurma, 178 yoğurt ve 101 peynir olmak üzere toplam 974 süt örneği toplanmıştır. AFM1'in analizi, ELISAVE Floresan Tespitli HPLC kullanılarak yapılmıştır. AFM1 insidansı en yüksek yoğurt örneklerinde (%93,8) ve en düşük UHT süt örneklerinde (%67,8) bulunmuştur. Dondurma örneklerinin %88'inde pozitif örnek tespit edilirken ortalama konsantrasyon 0,03 µg/kg olarak belirtilmiştir. Çalışma bulguları bizim çalışma

verilerinden oldukça düşük olarak bulunmuştur. Çünkü bu çalışma da 60 örnekte (%100) ($\bar{x}=0,037\pm 0,015$) AFM1 tespit edilmiştir. Llievska ve ark. (2022) çalışması detaylı incelendiğinde çalışmada kullanılan süt örneklerinin (ortalama 0,016 $\mu\text{g}/\text{kg}$) AFM1 maruziyet düzeyleri dondurmadakinden (ortalama 0,023 $\mu\text{g}/\text{kg}$) daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar bu durumu açıklarken dondurma üretiminde kullanılan süt yağı, süt tozu, tatlandırıcı ve stabilizatörlerin dondurmanın AFM1 maruziyet oranının yüksek olmasında etkili olabileceğini vurgulamaktadır. Öyle ki çalışma bulgularımızda örnek dağılımı içerisinde yer alan meyveli, sade ve çikolatalı dondurmaların yüksekte düşüğe AFM1 maruziyet oranları literatür ile kıyaslandığında meyveli>çikolatalı>sade şeklinde sıralanmıştır. Sonuç olarak Bu çalışma Llievska ve ark. (2022)'nin yapmış olduğu çalışma bulguları ile bu açıdan paralellik göstermiştir. Çünkü meyveli dondurmalarındaki proses reçetesi, sade dondurmanınkinden fazla olduğu düşünüldüğünde, eklenen katkı, tatlandırıcı veya stabilizatör sayı ve miktarı arttıkça AFM1 konsantrasyon düzeylerinin arttığı görülmüştür. Sonuç olarak, gıda güvenliği ve halk sağlığını tehdit eden katkı maddelerinin ilavelerinin düzenli olarak ilgili komitelerce kontrolünün yapılması, bunun yanında ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.

Khoshnevis ve ark. (2012), İran'ın Babol şehrinde yapılan bir çalışmada süpermarketlerden 45 dondurma örneği alınmış, ELISA testi ile AFM1 analizi yapılmış, 10'u (%22,2) AB yasal sınırının (50 ng/l) üzerinde bulunmuştur. İlgili çalışmada analiz edilen örneklerdeki toksijenik AFM1 pozitif yüzdesinin bizim çalışmamızdan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum üzerinde ürünlerin ambalajlı veya ambalajsız olmasının etkili olabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca, dondurmalarda potansiyel bir gıda güvenliği sorunu olabileceğini de göstermektedir. Aflatoksin M1'in insan sağlığı üzerinde potansiyel zararları olduğu bilinmektedir ve ulusal ve uluslararası gıda güvenliği standartları, bu mikotoksinin belirli bir sınır değerinin üzerinde olmamasını vurgulamaktadır.

Tomašević ve ark. (2015)'nin Sırbistan'da yapmış oldukları çalışmada 678 adet çiğ süt, 438 adet ısıl işlem görmüş süt ve 322 adet süt ürünü olmak üzere toplam 1438 örnek analiz edilmiştir. Çalışmada 21 dondurma örneğinin ELISA testi ile AFM1 maruziyet düzeyleri incelenmiştir. Dondurmaların yarısından fazlasının (%52,3) AB Maksimum Kalıntı Limiti'ni (>0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$) geçtiğini (ortalama 0,071 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ancak hiçbirinin Amerika Birleşik Devletleri Maksimum Kalıntı Limiti'nin (>0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) üzerinde olmadığını belirtmişlerdir. Çalışma bulguları bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında sonuçlar AFM1 maruziyeti bakımından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çalışmanın tamamı incelendiğinde görülmüştür ki, incelenen süt örneklerinin AFM1 düzeyleri ısıl işlem görmüş AFM1 düzeylerinden daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Ancak süt ürünlerine bakıldığında özellikle süt tozlarındaki AFM1 düzeylerine bakıldığında (0,847

$\mu\text{g}/\text{kg}$) oldukça yüksek bir AFM1 kontaminasyonu olduğu bu durumda dondurma prosesine yansıdığı ve sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak başta süt olmak üzere süt ürünlerinde güvenliğini sağlamak, öncelikle üreticilerin sorumluluğunda ardından ilgili komitelerin kontrol ve denetim sıklığını artırmaları ve yasal yaptırımlar yapmaları gerekmektedir. Aksi takdirde halk sağlığı ciddi anlamda risk altındadır.

GadAllah ve ark. (2020), Mısır'da yapılan bir çalışmada Kahire ve Giza şehirlerinde bulunan mandıra ve süpermarketlerden 75 adet dondurma örneği toplanmış, incelenen 20 adet dondurma örneğinin 16'sında AFM1 bulunmuş, AFM1 bulunan 16 örneğin 5'inin Mısır mevzuatının standartlarına göre kabul edilen 50 ppt (0,002-0,108 $\mu\text{g}/\text{kg}$) yasal limiti aştığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmada örnekler hem mikrobiyolojik hem fiziksel hemde kimyasal tehlikeler yönünden incelenmiştir. Özellikle toplam maya-küf sonuçları ile AFM1 düzeyleri ilişkilendirildiğinde halk sağlığı için anlamlı bir bulguyu ortaya koymuştur. Öyle ki, çalışma bulguları bizim çalışmamızdan oldukça yüksek bulunmuş olup, AFM1 maruziyeti tespit ettiğimiz örneklerin fungal kontaminasyon yükünün yüksek olabileceğini düşündürmüştür.

Çadırcı ve ark. (2011) Samsun'da 25'i vanilyalı, 65'i meyveli ve 25'i çikolatalı olmak üzere toplamda 115 ambalajsız dondurma örneğinde AFM1 varlığı ve düzeyini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre 30 adet (%26) dondurma örneğinin AFM1 ile kontamine olduğu belirlenmiştir. AFM1 belirlenen dondurma örneklerinin yasal limitlerin üzerinde olmadığı bildirilmiştir. Araştırma bulguları bizim çalışmamız ile kıyaslandığında analiz ettiğimiz 30 adet ambalajsız olarak satışa sunulan dondurma örneklerimizin tamamında AFM1 değişen konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Bu yönüyle bizim çalışmamızın değerleri Çadırcı ve ark. (2011)'in rapor ettiği değerlerden daha yüksek bulunmuş ve bu durum kontaminasyonu riskinin yüksek olduğu dondurmaların gıda güvenliği ve halk sağlığı için tehdit oluşturabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Aflatoksinler, bazı küf türleri tarafından üretilen ve insan sağlığı açısından zararlı sekonder metabolitlerdir. Süt toksinleri olarak tanımlanan AFM1 ve AFM2 özellikle bebek ve çocuklar açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu mikotoksinler, özellikle süt ürünleri, kuruyemişler ve tahıllar gibi gıdalarda bulunabilir. Dondurma üretimi de potansiyel olarak aflatoksin bulaşması riski taşıyan bir süreçtir. Dondurmalarda aflatoksin riskini engellemek için alınması gereken önlemler ve uygulanabilecek öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- Dondurma yapımında kullanılan süt, süt ürünleri ve diğer malzemelerin hijyenik ve kimyasal kalitesi standartlara uygun olmalıdır.
- Dondurma üretiminde genel hijyen kuralları uygulanmalı ve ekipman hijyeni sağlanmalıdır.

- Dondurma, üretim aşamasının yanı sıra depolama sürecinde de aflatoxin yönünden risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, depolama koşulları uygun olmalıdır.
- Piyasada satılan dondurmalar ve dondurma üretim yerleri, yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- Tolerans düzeyinin üzerinde kalıntı tespit edilmesi durumunda gerekli yasal işlemler yapılmalıdır.
- Dondurma üreticileri konu ile ilgili olarak bilgilendirilmelidir.
- Sonuç olarak, gıda güvenliği ve halk sağlığını tehdit eden kimyasal kontaminantların düzenli olarak ilgili komitelerce kontrolünün yapılması, bunun yanında ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Halk sağlığını tehdit eden kanserojen AFM1 riskinin en aza indirilmesi için, dondurmanın ham madde seçimi başta olmak üzere, üretimden depolanmaya kadar ki tüm proses aşamalarında, gerekli hijyen koşullarına uyulmalı ve düzenli denetim ve kontroller yapılmalıdır.
- Bu riski en aza indirmek için gerekli yeni stratejiler geliştirilmelidir.
- İyi tarım uygulamaları ile alınacak önlemler oluşabilecek problemleri kontrol edebilecektir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Bu çalışmada, yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Abdali, F., Zare, M., Abbasi, A., & Berizi, E. (2020). Aflatoxin M1 occurrence in local dairy products in Shiraz, Southern Iran. *International Journal of Nutrition Sciences*, 5(3), 142-147.
- Ağaoğlu, S., Alemdar, S., & Ercan, N. (2020). Presence of aflatoxin M1 in Cube cheeses produced in Sivas region. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 520-525.
- Alphan, T. E., Baş M., Baysal A., Merdol T. K., Kızıltan G., Pekcan G., Özenoğlu A., Saka M., Şahin H., Ercan A., Erdem Z. N., Sökülmez P., Şeker G. E. Ş., Şensoy F., Türker F. P., Kösel E., Metin S., Güngör Y. A., Sancak Y. E., Özfidan T. A. Hastalıklarda Beslenme Tedavisi. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 2018; ss 3-5.
- Atanda, O., Oguntubo, A., Adejumo, O., Ikeorah, J., & Akpan, I. (2007). Aflatoxin M1 contamination of milk and ice cream in Abeokuta and Odeda local governments of Ogun State, Nigeria. *Chemosphere*, 68(8), 1455-1458.
- Atasever, M. A., Adıgüzel, G., Atasever, M., Özturan, K., & Cops, N. A. (2010a). Determination of Aflatoxin M1 levels in some cheese types consumed in Erzurum-Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, S87-S91.
- Atasever, M. A., Atasever, M., & Özturan, K. (2011). Aflatoxin M1 levels in retail yoghurt and ayran in Erzurum in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 35(1), 59-62.
- Atasever, M., Adıgüzel, G., Atasever, M., Özlü, H., & Özturan, K. (2010b). Occurrence of aflatoxin M1 in UHT milk in Erzurum-Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(Suppl A), S119-S122.
- Atsan, E., Çağlar, A. 2008. Farklı Stabilizör Kullanımının Dondurmanın Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2), 195-200.
- Avrupa Komisyonu (2010). COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 on setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- Baysal, A., Aksoy M., Besles H. T., Bozkurt N., Keçecioglu S., Mercanlıgil S. M., Merdol K. T., Pekcan G., Yıldız E. (2014). *Diyet El Kitabı*. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara 2014; ss 7-13.
- Beegum, P. S., Nair, J. P., Manikantan, M. R., Pandiselvam, R., Shill, S., Neenu, S., & Hebbar, K. B. (2021). Effect of coconut milk, tender coconut and coconut sugar on the physico-chemical and sensory attributes in ice cream. *Journal of Food Science and Technology*, 1-12.
- Bennett, J. W., Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497-516.
- Chen, X. ve ark. (2018). Dondurma örneklerindeki aflatoxin B1 seviyelerinin belirlenmesi için HPLC-FLD yönteminin geliştirilmesi. *Food Chemistry*, 267, 80-85.
- Çadırcı, Ö., Gucukoglu, A., Ozpinar, N., Terzi, G., Alisarlı, M. (2011). Aflatoxin M1 Contamination of Ice Cream in Samsun, Turkey. *Journal of Animal and Advances*. 10(15), 2047- 2050.
- Çaybaşı, T. (2023). Üzüm çekirdeği katkılı dondurma ile sade dondurmanın duyu analizi ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Çoşkun, T., & Şanlı, T., "Süt ve süt ürünlerinde kalıntılar", *Akademik Gıda*, 14 (1): 67-74 (2016).
- Demir, T., & Ağaoğlu, S. (2021). Presence of Tetracycline-Group of Antibiotics in the Eggs Coded According to the Cultivation Method. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 35(1), 43-47.
- Demir, T., & Ağaoğlu, S. (2023a). Estimated daily intake and health risk assessment of toxic elements in infant formulas. *British Journal of Nutrition*, 1-11.
- Demir, T., & Ağaoğlu, S. (2023b). Exposure assessment of aflatoxin M1 through ingestion of infant formula in Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(2), 396-402.
- Demirci, M. (2014). Beslenme. *Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Tekirdağ*.
- Dondurma Tebliği (Tebliğ no: 2004/45). *Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği*. 13 Ocak 2005 tarih ve 25699 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Elife, K. A. Y. A., Erdem, T. K., & Tekin, F. B. (2017). Maraş dondurması üretimi ve üretilen dondurmanın fizikokimyasal niteliklerinin belirlenmesi. *Caucasian Journal of Science*, 4(1), 45-56.
- Fallah, A. A. (2010). Aflatoxin M1 contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. *Food Control*, 21(11), 1478-1481.
- FAO, (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and Agriculture Organization Livestock Primary. Available online: <http://www.fao.org/3/I9037EN/i9037en.pdf> (accessed on 7 January 2021)
- FAO, (2022). Food and Agricultural Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/data> . Erişim tarihi: 27.03.2022.
- GadAllah, A. H., Abou Zied, A. H. M., & Fahim, K. M. (2020). Research Article Risk Profile of Some Food Safety Hazards Associated with Ice-cream Sold in Egypt. *International Journal of Dairy Science*, 15 (3), 123-133.
- Góral, M., Kozłowicz, K., Pankiewicz, U., Góral, D., Kluza, F., & Wójtowicz, A. (2018). Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. *LWT*, 92, 516-522.

- Hepçin, S., & Gücükoğlu, A. (2022). Determination of Aflatoxin M1 in Buffalo Milk and Products. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(12), 2354-2357.
- IARC. (2002). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. World Health Organization; International Agency for Research on Cancer, Aflatoxins, 82, 171-300.
- Ilievaska, G., Stojanovska-Dimzoska, B., Koceva, D., Stojković, G., Angeleska, A., & Dimitrieska-Stojković, E. (2022). Dietary Exposure and Health Risk Assessment of Aflatoxin M1 in Dairy Products Consumed by Population of North Macedonia. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 9 (2022), 14-22.
- Khoshnevis, S. H., Gholampour Azizi, I., Shateri, S., & Mousavizadeh, M. (2012). Determination of the aflatoxin M1 in ice cream in Babol City (Northern, Iran). *Glob Vet*, 8(2), 205-208.
- Kır, R. (2007). Farklı tip yağ kullanımının dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyu kalite özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kowalska, A., Walkiewicz, K., Kozieł, P., & Muc-Wierzoń, M. (2017). Aflatoxins: characteristics and impact on human health. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine*, 71, 315-327.
- Li, S., Min, L., Wang, G., Li, D., Zheng, N., & Wang, J. (2018). Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk from manufacturers of infant milk powder in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 879.
- Madallı, B., & Ayaz, A., "Aflatoxin M1 in dairy products: exposure and health risks", Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 4 (1),1-14 (2017).
- Min, L., Li, D., Tong, X., Sun, H., Chen, W., Wang, G., & Wang, J. (2020). The challenges of global occurrence of aflatoxin M1 contamination and the reduction of aflatoxin M1 in milk over the past decade. *Food Control*, 117, 107352.
- Öncebe, S. ve Demircan, V. (2019). Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketimini etkileyen faktörler. *Akademik Gıda* 17(4), (2019) 497-507.
- Pineli, L. D. L. D. O., Botelho, R. B., Zandonadi, R. P., Solorzano, J. L., de Oliveira, G. T., Reis, C. E. G., & Teixeira, D. D. S. (2015). Low glycemic index and increased protein content in a novel quinoa milk. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 1261-1267.
- Rahimi, E. (2014). Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Iran. *Toxicology and Industrial Health*, 30(8), 750-754.
- Richard, J. L. (2007). Some major mycotoxins and their mycotoxicoses—An overview. *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 3-10.
- Sezer, Ç., Aksoy, A., Vatansever, L., & Bilge, N. (2014). Kars ilinde satışa sunulan dondurmalarda aflatoxin M1 varlığının belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40(1), 90-94.
- Şener, A. (2009). Serbest ve mikroenkapsüle probiyotik bakterilerin ticari dondurma üretiminde kullanılabilirliği üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- TGK, 2004. Türk Gıda Kodeksi, Dondurma Tebliği (Tebliğ No:2004/45).
- Tomašević, I., Petrović, J., Jovetić, M., Raičević, S., Milojević, M., & Miočinović, J. (2015). Two year survey on the occurrence and seasonal variation of aflatoxin M1 in milk and milk products in Serbia. *Food Control*, 56, 64-70.
- Turgut, T. (2006). Bazı probiyotik bakterilerin dondurma üretiminde kullanım imkanları, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 168s.
- Türkmen, N., Gürsoy, A. (2017). Fonksiyonel Dondurma. *Akademik Gıda* 15(4), (2017) 386-395.
- WHO, FAO. "Statistical aspects of microbiological criteria related to foods: A Risk Manager's Guide." (2016).
- Yücel, N. ve Çitak, S. (2000). Dondurma örneklerinde bazı mikroorganizmaların varlığı üzerine bir araştırma. *Türk Hijyen Deneysel Biyoloji Dergisi*. Cilt: 57, No: 3, S:165-170.