

**İSTANBUL İLİNDE SATIŞA SUNULAN
TAHİN
HELVALARINDA AFLATOKSİN
VARLIĞININ BELİRLENMESİ
Arzu ŞEKERCİ
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd.Doç. Dr. Fatma COŞKUN
2014**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İSTANBUL İLİNDE SATIŞA SUNULAN TAHİN HELVALARINDA AFLATOKSİN
VARLIĞININ BELİRLENMESİ**

Arzu ŞEKERCİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN:YRD. DOÇ. DR. FATMA COŞKUN

TEKİRDAĞ-2014

Her Hakkı Saklıdır

Yrd. Doç .Dr. Fatma COŞKUN danışmalığında, Arzu ŞEKERCİ tarafından hazırlanan “İSTANBUL İLİNDE SATIŞA SUNULAN TAHİN HELVALARINDA AFLATOKSİN VARLIĞININ BELİRLENMESİ” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Yrd. Doç. Dr Fatma COŞKUN

İmza

Üye : Prof. Dr. Ayşe Canan SAĞLAM

İmza :

Üye : Doç.Dr. Ümit GEÇGEL

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTANBUL İLİNDE SATIŞA SUNULAN TAHİN HELVALARINDA AFLATOKSİN VARLIĞININ BELİRLENMESİ

Arzu ŞEKERCİ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Fatma COŞKUN

Bu araştırmada, İstanbul'da, süpermarketler ve halk pazarlarından (tesadüfi örnekleme yöntemine göre) satın alınan 15 adet sade, 15 adet kakaolu ve 15 adet fıstıklı olmak üzere toplam 45 adet tahin helvası örneği, aflatoksin B₁ (AFB₁), aflatoksin B₂ (AFB₂), aflatoksin G₁ (AFB₁), aflatoksin G₂ (AFG₁) ve toplam aflatoksin içeriği bakımından HPLC yardımıyla analiz edilmiştir. AFB₁, AFB₂ AFG₁ AFG₂'in tespit limitleri sırasıyla 0,210; 0,201; 0,205 ve 0,187µg/kg'dır. Araştırma da incelenen 15 adet sade tahin helvası örneğinin hiçbirinde aflatoksin varlığına rastlanmamıştır. Diğer yandan, fıstıklı ve kakaolu örneklerin birer tanesinde AFB₁ ve AFB₂ belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, AFB₁ ve AFB₂ helva örneklerinin ikisinde (4,44%) belirlenirken, helva örneklerinin 43'ünde (95,56%) belirlenmemiştir. İki örnekte de belirlenen aflatoksin seviyesi Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'nde bildirilen kabul edilebilir maksimum sınır değerden(tüm gıdalar için 5µg/kg) fazla değildir.

Anahtar kelimeler:Tahin Helvası, Susam, Aflatoksin, Mikotoksin, HPLC

2014, 43 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EXAMINING THE EXISTENCE OF AFLATOXINE IN TAHINI HALVA SOLD IN ISTANBUL

Arzu ŞEKERCİ

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Assist.Prof.Dr. Fatma COŞKUN

In this research, a total of 45 tahini halva samples consisting of 15 plain halva, 15 halva containing cacao, and 15 halva containing pistachio nuts purchased(according to the random sampling method) from supermarkets and bazaars in Istanbul were analysed for aflatoxin B₁ (AFB₁), aflatoxin B₂(AFB₂), aflatoxin G₁(AFB₁), aflatoxin G₂(AFG₁) and total aflatoxis by HPLC. The detection limits of AFB₁, AFB₂ AFG₁ AFG₂ was 0,210; 0,201;0,205 and 0,187 µg/kg, respectively. In this study, the presence of aflatoxin was not found in any of 15 plain tahini halva. On the other hand, in one sample containing pistachio nuts and in one sample containing cacao, AFB₁ and AFB₂ was determined. In other words, while AFB₁ and AFB₂ was detected in 2 (4,44%) of halva samples, was not detected in 43 (95,56%) of halva samples. The levels of aflatoxins determined in 2 samples didn't found higher than the maximum acceptable level set by the Turkish Food Codex Regulation on Contaminants (5 µg/kg for all foods).

Key words: Tahini halva, sesame, aflatoxin, mycotoxin, HPLC

2014, 43 pages

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans tezimin her aşamasında bilgisini, deneyimlerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, her konuda yol gösterici olan danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Sayın Fatma COŞKUN hocama,

Bu süre boyunca her zaman yanımda olan, manevi desteklerini hep hissettiğim sayın Ziraat Yüksek Mühendis'i Osman İNAN hocama,

Çalışmam boyunca desteklerini bir an olsun bırakmayan çalışma arkadaşlarım sayın Filiz ELYILDIRIM BULANIK, Sevda GENÇ, Toygar TOPKAR, Fatma ASLAN' a,

Sabır ve desteklerini benden esirgemeyen her zaman yanımda hissettiğim bir an bile beni yalnız bırakmayan babam Cemil ŞEKERCİ, annem Fadime ŞEKERCİ, kardeşlerim Yılmaz ŞEKERCİ ve Ahsen ŞEKERCİ' ye ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ocak, 2014

Arzu ŞEKERCİ

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1.Tahin Helvası.....	5
2.1.1.Tahin Helvasının Tanımı.....	5
2.1.2. Tahin Helvasının Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	5
2.1.2.1. Susam.....	5
2.1.2.2. Tahin.....	6
2.1.2.3. Şeker.....	8
2.1.2.4. Çöven Suyu.....	8
2.1.2.5. Sitrik Asit.....	8
2.1.2.6. Antep Fıstığı.....	8
2.1.2.7. Kakao.....	9
2.1.2.8. Vanilya.....	10
2.1.3 Tahin Helvası Üretimi.....	11
2.1.3.1. Su ve Şekerin Kaynatılması.....	12
2.1.3.2. Ağartma ve Ağda Eldesi.....	12
2.1.3.3. Tahin ile Ağdanın Karıştırılması.....	12
2.1.3.4. Kürekleme ve Yoğurma.....	12
2.1.3.5. Gramajlara Göre Ayarlama,Kalıplama,Soğutma,Dinlendirme ve Paketleme.....	12
2.1.4. Dünya’da ve Türkiye’de Tahin Helvasının Önemi.....	13
2.1.5. Tahin Helvasının Beslenmemiz Açısından Önemi.....	14
2.2. Mikotoksinler.....	14
2.2.1. Aflatoksinlerin Yapısı ve Özellikleri.....	16
2.2.2. Aflatoksinlerin Sağlık Üzerine Etkileri.....	20
2.2.3. Aflatoksin Üreten Küfler ve Gelişme Şartları.....	21
2.2.4. Aflatoksin ile İlgili Yasal Düzenlemeler.....	22
2.2.5. Gıda Maddelerinde Küflenmenin Önlenmesi.....	25

2.2.6. Aflatoksin İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	27
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1.Materyal.....	28
3.2.Yöntem.....	28
3.2.1. Aflatoksin Analizi (HPLC yardımı ile).....	28
4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	30
4.1.Tahin Helvası Örneklerinde Toplam Aflatoksin ve Aflatoksin B ₁ Varlığı.....	30
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	34
6.KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Tahin Üretimi İşlem Akış Şeması.....	7
Şekil 2.2 Tahin Helvası Üretim Akış Şeması.....	11
Şekil 2.3 Aflatoksinlerin Kimyasal Yapıları.....	18
Şekil 4.1.Aflatoksin varlığına göre tahin helvası örneklerinin dağılımı.....	30
Şekil 4.2. Kakaolu tahin helvası örneklerinde aflatoksin varlığı.....	32
Şekil 4.3 Fıstıklı tahin helvası örneklerinde aflatoksin varlığı.....	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1 Tahin Helvası Ürün Özellikleri.....	14
Çizelge 2.2 Aflatoksinlerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	19
Çizelge 2.3 Gıdalardaki Bulaşanların Maksimum Limitleri.....	24
Çizelge 4.1 Sade tahin helva örneklerinin alındığı yer ve örneklerde bulunan Aflatoksin B ₁ , Aflatoksin B ₂ , Aflatoksin G ₁ , Aflatoksin G ₂ ve Toplam Aflatoksin miktarları.....	31
Çizelge 4.2 Kakaolu tahin helva örneklerinin alındığı yer ve örneklerde bulunan Aflatoksin B ₁ , Aflatoksin B ₂ , Aflatoksin G ₁ , Aflatoksin G ₂ ve Toplam Aflatoksin miktarları.....	32
Çizelge 4.3 Fıstıklı tahin helva örneklerinin alındığı yer ve örneklerde bulunan Aflatoksin B ₁ , Aflatoksin B ₂ , Aflatoksin G ₁ , Aflatoksin G ₂ ve Toplam Aflatoksin miktarları.....	33

1.GİRİŞ

İnsan beslenmesinde yer alan gıdaların ülkelere göre farklılık göstermesinde iklim koşulları, ekonomik durum, sosyal hayatta adet ve gelenekler ile ulusların tarihsel gelişimi büyük ölçüde etkili olmaktadır. Zengin gıda kültüründen birine sahip olan Türk beslenme kültürünün kökeni Orta Asya'ya kadar uzanmaktadır. Ülkemiz genelinde kültürel geleneklerimize göre bölgesel olarak üretilip tüketilen ve endüstriyel ölçekte de üretilebilen farklı çeşit ve bileşimde geleneksel gıda ürünlerinin mevcut olduğu bilinmektedir (Tan 2004). Bu ürünlerden bir tanesi de tahin helvasıdır.

Tahin helvası Batı ülkelerinde 'Türk Balı', 'Türk Tatlısı' ve 'Türk Helvası' olarak bilinmektedir. Üretimi gün geçtikçe hem iç piyasada hem de ihracat olarak yurtdışında artmaktadır (Güven 1982).

Genel olarak kış aylarında ve sabah kahvaltılarında tüketilen tahin helvası, içerdiği yağ, karbonhidrat, mineral madde ve protein kalitesi bakımından çocuklar, işçiler, hamile ve emzikli kadınlar için önemli bir gıda maddesi olarak görülmektedir. Besleyici değerinin yanı sıra ekonomik olması, üretiminin ve muhafazasının kolay olması ve hatta istenildiğinde kolayca temin edilebilmesi tahin helvasının ideal bir gıda olarak tercih edilmesinin başlıca sebepleri arasında gösterilmektedir (Ceyhun 2003, Var ve ark. 2004, Var ve ark. 2007).

Tahin helvası, ana bileşenleri olan şeker (şeker ağdası) ile tahinin formüle göre belirli bir oranda katılması; içerisine çöven suyu, lezzet ve aroma kazandırmak için fıstık, fındık, kakao, vanilya gibi ürünlerin eklenmesiyle birlikte, özel bir yoğurma işlemiyle homojen bir görünüm kazanması amacıyla elde edilen bir üründür.

Tahin helvası protein, yağ ve karbonhidratlar bakımından oldukça zengin olup yoğun bir gıda özelliği taşımaktadır (Baylan 1990). Bileşiminde; % 1.5 su , % 10.5 protein, % 28 yağ , % 53.5 şeker, 91 mg/100g kalsiyum, 9.0 mg/100g demir, 0.35 mg/100g tiamin, 0.05 mg/100g riboflavin, 1.5 mg/100g niasin bulunmaktadır. Ayrıca susamdan yapıldığı için çoğunlukla doymamış yağ asitlerini içermektedir. Yaklaşık 100 g tahin helvası, 516 kalori enerji vermektedir. Bu nedenle demir ve proteince zengin olan helva, enerji gereksinimini karşılamak üzere de kullanılabilir bir tatlıdır (Birer 1985).

Günlük yaşamda insanların tükettikleri gıda maddelerinin içerdiği besin öğelerinin yanı sıra bunlarda sağlığa zararlı olan bileşiklerin bulunup bulunmadığına da önem verilmektedir. Gıdaların bileşiminde bulunabilecek herhangi bir zararlı bileşik insan ve toplum sağlığını doğrudan etkilemektedir (Artık 2007).

Mikotoksin terimi, Yunanca küf anlamına gelen ‘mykes’ ve Latince zehir anlamına gelen ‘toxicum’ kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur (Anonim 2006 a). Mikotoksinler küflerin salgıladığı, insan ve hayvanlarda hastalık oluşturan, antijenik özellik göstermeyen sekonder metabolik ürünlerdir (Ünlütürk ve Turantaş 1999). Mikotoksinler, insan ve hayvanlarda patolojik veya istenmeyen fizyolojik değişikliklere neden olurlar. Mikotoksikozis ise, mikotoksinlerle kontamine olmuş gıda ve yemlerin tüketilmesiyle ortaya çıkan hastalıklardır (Mirocha ve ark.1980, Goto 1990).

Mikotoksinler, çeşitli bitkisel ve hayvansal orijinli gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır ve bitkisel ürünlerde hasat öncesinde olduğu gibi hasat sonrasında da oluşabilmektedir ve insan sağlığını tehdit edici özelliktedir (Karagözlü ve Karapınar 1998).

Mikotoksin terimi ilk kez, 1962 yılında İngiltere’de Londra yakınlarında bir hindi çiftliğinde 100.000 hindinin ölümüne neden olan veteriner kriz sonrasında kullanılmıştır. 1960-1975 yılları arasındaki periyod mikotoksin çalışmaları açısından altın çağ olarak adlandırılmış ve yapılan çalışmalar sonucunda 300 ila 400 arasında bileşen, mikotoksin olarak tanımlanarak insan ve hayvan sağlığı açısından tehdit oluşturdukları belirlenmiştir. Bunlar içerisinde birinci derecede önemli olarak kabul edilenlerin sayısı 5-6 civarındadır (Bennett ve Klich 2003). Bu mikotoksinlerin çoğunun *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Rhizopus* cinslerine giren üyelerce sentezlendiği belirlenmiştir (Karagözlü ve Karapınar 1998). Önem derecesine göre bütün ülke ve ürünleri kapsayan genel bir sıralama yapmak güç olmakla birlikte; aflatoksinler, okratoksin A, fumonisinler, trikotesenler ve zearalenonun birinci derecede önemli mikotoksinler olduğu konusunda araştırmacılar görüş birliğine varmışlardır (Heperkan 2005).

Ülkemiz açısından mikotoksin sorunu 1960’lı yıllarda gündeme gelmiştir. Aflatoksin sorunu 1967 yılında Kanada’ya gönderilen 10 ton iç fıncığın, 1971 yılında da ABD’ye ihraç edilen 45 parti antepfıstığının 31 partisinin aflatoksin içerdiği gerekçesiyle geri çevrilmesi sonucu ortaya çıkmıştır (Akpınar 2006).

Aflatoksinlerin insan ve hayvanlarda çok sayıda ve değişik sağlık sorunlarına neden olması ve tarımsal ürünlerin değerini düşürerek ekonomik kayıplara yol açması bu konudaki araştırmaları yoğunlaştırmıştır.

Mikotoksinler arasında en önemli ve üzerinde en çok çalışılanı aflatoksinlerdir. Aflatoksinler; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve çeşitli toksijenik *Aspergillus* soyu ile bazı *Penicillium* ve *Rhizopus* soyuna bağlı küfler tarafından sentezlenen mikotoksinlerdir (Harvey ve ark. 1991, Steyn 1998). Aflatoksinler, aflatoksin B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ ve M₂ olmak üzere başlıca altı ana bileşikten oluşurlar. Aflatoksin bileşiklerinde en toksik ve en

yaygın olanı ise aflatoksin B₁'dir. Aflatoksin M₁ ise aflatoksin B₁'in karaciğerde metabolize olduktan sonra süt ile atılan türevidir (Applebaum ve ark. 1982, Rao ve Chopra 2001).

Aflatoksin en fazla bitkisel ürünlerde görülür. Sert kabuklu yağlı-kuru meyveler (ceviz, fındık, yer fıstığı, antep fıstığı, v.b.), bazı kuru meyveler (kuru incir, kuru üzüm, v.b.) , yağlı tohumlar (pamuk tohumu), özellikle mısır olmak üzere tahıllar ve baharatlar (kırmızıbiber, karabiber, hindistan cevizi, v.b.) ile süt, peynir gibi bazı hayvansal gıdalar aflatoksin yönünden riskli ürünlerdendir (Tunail 2000).

Aflatoksin sorunu, insan sağlığı açısından büyük bir tehlike oluşturmasının yanı sıra, birçok ülke için ekonomik yönden de önem taşımaktadır. Aflatoksin oluşmuş gıdaları ihraç etmek mümkün olmamakta ve çoğu kez ürün imha edilmek zorunda kalınmakta veya denetim mekanizması yetersiz olan ülkelerde iç pazarda tüketime sunulmaktadır. Bu durum ya ağır ekonomik kayıplara yol açmakta ya da söz konusu ülkelerde insan sağlığı yönünden tehdit oluşturmaktadır(Özkaya 2001).

Tahin helvasının ana maddelerinden biri olan tahin susamdan elde edilmektedir. Susam, linoleik asit, E vitamini, protein ve kalsiyumca zengin olup çok az miktarlarda da A, B1 ve B2 vitaminlerini içermektedir. Susamdaki lignan maddeleri suda erimeyen ve sindirilmeyen özellikte olduğundan, besinlerin bağırsak kanalına geçişini ve bağırsak hareketlerini hızlandırıcı rol oynar. Kanserojen özellikteki etkenlerin bağırsakta kalma sürelerini kısaltarak bağırsak duvarı ile temasını azaltmakta, bağırsak pH'ını değiştirerek bakterilerin bu tür maddeleri üretmesini engellemektedir Susamın bağışıklık sistemini kuvvetlendirdiği, diyabet, alzheimer ve parkinson gibi hastalıklara yakalanma riskini azalttığı ve ömrü uzattığı da belirtilmiştir. Susamın bu kadar önemli özellikleri olmasına karşılık susamda aflatoksin gibi bir küfün gelişmesi görülmüştür. Susamın hasat zamanından depolanma koşullarına kadar yapılan bazı aksaklıklar bu küfün oluşum sebeplerindendir (Güler 2003).

Tahin helvası üretiminde kullanılan bir başka madde ise fıstıktır. Fıstık ürüne lezzet vermesi amacıyla katılmaktadır. Ülkemizde antepfıstığı üretimi açısından önemli gelişmeler kaydedilmiş olmasına karşılık ihracatta istenilen düzeye gelinememiştir. Bunun en önemli sebeplerinden birisi ürünün aflatoksinle kontamine olma riski taşımasıdır. Aflatoksin oluşumunda; ürünün işlenmesi sırasında yapılan birtakım yanlışlıklar (zamanında ve etkin kurutma yapılamaması, meyve içinin çıkarılması sırasında için zarar görmesi) ve yanlış depolama önemli sebeplerdendir (Aluç ve Aluç 2005).

Tahin helvasında aflatoksinle ilgili ülkemizde bugüne kadar birkaç çalışma dışında çalışma yapılmamıştır.

Bu alışmada İstanbul ilinde marketlerde ve pazarlarda satışa sunulan tahin helvalarının aflatoksin varlığı alınan örneklerde yapılan analizler ile ortaya konulmuş ve elde edilen sonuçlarla, tüketilen helvaların sağlığı ne kadar etkilediği belirlenmiştir.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 TAHİN HELVASI

2.1.1 Tahin Helvasının Tanımı

Batı'da “ Türk Balı, Türk Tatlısı veya Türk Helvası” olarak bilinen ve sevilen Tahin helvası'nın Türkiye'de oldukça eski bir tarihe sahip olduğu tahmin edilmektedir. (Yazıcıoğlu 1953). Türkiye dışında Güneydoğu Avrupa, Eski Sovyetler Birliği Cumhuriyetleri, Ortadoğu, İngiltere ve ABD' de de sevilen bir tatlıdır (Baylan ve ark. 1993). Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde de oldukça popüler olan helva, Arapça tatlı anlamına gelen 'Hulv' kökünden gelmektedir (Var ve ark. 2007).

Tahin helvası; şeker, içme suyu ve sitrik asit veya tartarik asit ile gerektiğinde yenilebilir glikoz şurubu katıldıktan sonra pişirilerek elde edilen şeker şurubunun ağdalaştırılıp çöven ekstraktı (*Radix saponariae Albae sive L.*) ve/veya modifiye proteinler ile beyazlaştırıldıktan sonra tekniğine uygun olarak tahin ile karıştırılıp yoğrulması ve gerektiğinde çeşni maddeleri ilavesi ile tekniğine uygun olarak hazırlanan katı, homojen ince lifli yapıdaki ürünü ifade eder (Anonim 2008).

2.1.2 Tahin Helvasının Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Tahin helvasının ana bileşenleri şeker, tahin (susam) ve çögen ekstraktıdır. İstenilen özelliklere göre kakao, fıstık gibi çeşni maddeleri de kullanılmaktadır.

2.1.2.1 Susam

Susam bilinen en eski gıda kaynaklarından biridir (Işık 1995). Özellikle tohumlarını elde etmek amacıyla susam bitkisi üretimi Ege ve Akdeniz bölgelerinde yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Susamın %44-54 gibi önemli bir kısmını susam yağı oluşturur. Susam yağı oksidasyona karşı bazı antioksidan maddeler içermektedir. Bu maddeler susam yağı içerisinde bulunan sesamolin maddesinin hidrolizasyonu sonunda meydana gelen sesamol maddesi ve diğer bazı maddelerdir. Susam yağının üstün oksidasyon stabilitesinin sesamole bağımlı olduğunun ve ana yağ asidi içeriği olarak da %37-49 arası oleik asit ve %35-47 arası linoleik asit içerdiği belirtilmiştir (Nas ve ark. 2001). Ayrıca susam tohumları %50–60 yağ ve %25 protein bulunduran bir yağ bitkisidir (Işık 1995). Susam danesinin % 15-18'si en fazla % 20'si kabuk olarak ayrılır. Geriye kalan kısım öğütülerek tahin haline getirilir. Böylece 100 kg susamdan 82-85 kg ve en az 80 kg tahin elde edilebilir (Yazıcıoğlu, 1953).

2.1.2.2 Tahin

Tahin; tahine işlemeye uygun susam tohumlarının tekniğine uygun olarak kabukları ayrıldıktan ve fırında kurutulup kavrulduktan sonra değirmende ezilmesi ile elde edilen işlenmiş bir üründür (Karakahya ve Yılmaz 2006).

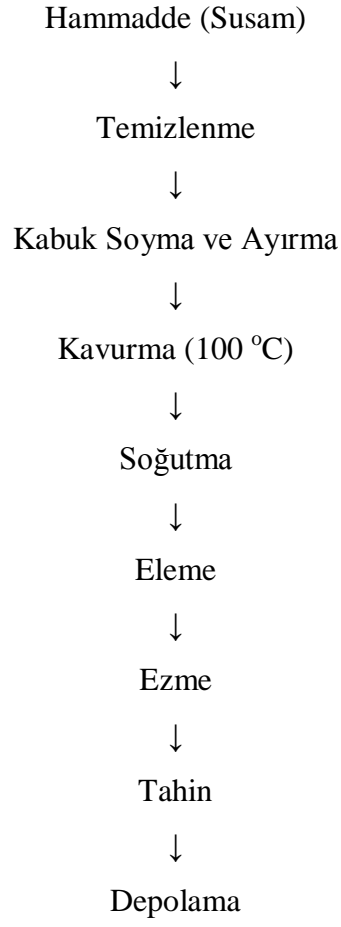
Tahin helvasında kullanılan ana madde olan tahin %60 yağ, %26 yüksek değerli protein ve B grubu vitaminleri içermesinden dolayı çok kaliteli bir gıda sayılmaktadır (Feingnbaum 1965).

Tahin sevilerek tüketilen salata, meze, unlu mamüllerde kullanıldığı gibi ülkemizde pekmez ve balla karıştırılarak sevilerek tüketilen bir gıdadır. Ancak en büyük kullanım alanı tahin helvası üretimidir (Yurdagel ve Baysal 1996).

Tahinin yaklaşık kimyasal kompozisyonunu, yüksek oranda yağ (% 58.9) ve protein (% 24.7), düşük oranda ham selüloz (% 2.3) ve nem (<%1.0) ve önemli miktarda kül (% 3.0) oluşturmaktadır (Kömez 2002). Tahindeki yağ yüksek oranda (% 82) doymamıştır. Oleik (% 42.4) ve linoleik (% 39.7) asit doymamış yağ asitlerinin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (% 9.8) ve stearik asit (% 6.4) baskındır. Oleik asit, linoleik asit, palmitik ve stearik asit tahindeki toplam yağ asitlerinin % 98'ini oluşturmaktadır (Kömez 2002).

Helvadaki mevcut yağ tahin kökenli olup kakaolu tahin helvasında kullanılan yağın, kakaodan gelen kakao yağı hariç tutulursa susam yağı, orijinli olması gerekmektedir (Ünsal ve Nas 1995).

Tahin üretim akış şeması Şekil 2.1 de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tahin Üretimi İşlem Akış Şeması (Ünsal ve Nas 1995)

2.1.2.3 Şeker

Tahin helvası yapımında tatlandırıcı olarak esas olarak şeker kullanılmaktadır. İyi bir özellikteki helvanın şekeri gerçek şeker olmasına karşılık bazen değişen miktarlarda, nişasta şurubu ve glikoz da karıştırılabilmektedir.

2.1.2.4 Çöven suyu

Helva üreticilerince 'çöven suyu' olarak adlandırılan bu katkı, helvaya işlenmesi sırasında yoğurma özelliği kazandırmak, rengi ağartarak helvanın açık ve güzel bir renk almasını sağlamak, yumuşak ve lifli bir yapı kazandırarak tekstürü istenilen düzeye getirmek, hacmi arttırmak ve emülgatör görevi yaparak susam yağının helvadan ayrılmasını önlemek ve böylece helvaya karakteristik özelliklerini kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır (Baylan 1990).

Çöven suyunun ana bileşeni saponindir. Saponinler yüksek molekül ağırlıklı glikozit olup, triterpen veya steroid aglikon içermektedirler. Hemolitik aktivite gösterirler, keskin bir tada sahiptirler ve balıklar için toksiktirler (Marston ve Hostettmann 1995)

2.1.2.5 Sitrik asit

Sitrik asit (E330), şekerin okside olup karbondioksit ve suya dönüşmesi ve enerji açığa çıkmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca gıda endüstrisinde en yaygın olarak pH kontrol edici ajanı olarak kullanılmaktadır. Diğer şekerli gıdaların üretiminde de kullanıldığı gibi tahin helvası üretiminde de şekerin kristalleşmesini engellemek amacı ile kullanılmaktadır (Cemeroğlu ve Acar 1988). Sitrik asit ilavesi ile invert şekere dönüşen sakkaroz tekrar kristalleşmez.

2.1.2.6 Antep Fıstığı

Antepfıstığı, fındıktan sonra ticari değeri yüksek tarımsal endüstriyel ürünlerimiz arasında yer almaktadır. Günümüzde, antepfıstığı yoğun olarak Türkiye, İran, ABD ikinci derecede de Suriye, İtalya ve Yunanistan'da yetiştirilmektedir (Bilgen 1998).

Ülkemizde antep fıstığı üretimi Güney Doğu Anadolu Bölgesinde yoğunlaşmıştır. Antep fıstığı yazları uzun, sıcak, kurak ve kışları nispeten soğuk olan bölgelerde ekonomik olarak yetiştirilmektedir (Aluç ve Aluç 2005).

Ülkemizde antepfıstığı üretimi açısından önemli gelişmeler kaydedilmiş olmasına karşılık ihracatta istenilen düzeye gelinebilmiştir. Bunun en önemli sebeplerinden birisi ürünün aflatoksinle kontamine olma riski taşımasıdır. Aflatoksin oluşumunda; ürünün işlenmesi sırasında yapılan birtakım yanlışlıklar (zamanında ve etkin kurutma yapılamaması, meyve içinin çıkarılması sırasında için zarar görmesi) ve yanlış depolama önemli sebeplerdendir (Aluç ve Aluç 2005). Diğer bir sebep de başta ABD olmak üzere diğer bazı

ülkelerin rekabeti, İran fıstıklarının yasal olmayan yollardan ülkemiz kanalı ile ihracı, önemli sorunlar olarak dikkat çekmektedir. Tahin helvasında ise antep fıstığı, fıstıklı helva üretimi için kullanılmaktadır.

2.1.2.7 Kakao

Kakao ağacı sadece ekvatorun 15 derece kuzeyi ile 15 derece güneyi arasındaki sıcak, yağışlı tropik bölgelerde yetişir (Drouven 1996). Her bir tohum zarfında kurutmadan ve fermentasyondan sonra kakao çekirdekleri olarak bilinen 30-40 adet tohum bulunur. Tohumlar kırmızımsı kahverengi olup dış kısmı beyaza çalar. Kakao ağacının tohumları ya hemen ya da bir süre sonra mayalandırılır ve ardından kurutulur. Böylece tohumun acı lezzeti kaybolur ve hoş bir koku meydana gelir. Bu taneler kavurularak, un haline getirilip yağı alınır. Sonra yeniden öğütülerek, toz halindeki kakao elde edilir. Kakao tozu olan bu hali cevizli yaz helvası ve diğer birçok gıda maddesinde kullanılır (Korkubilmez 2005). Ayrıca kakaolu tahin helvası üretiminde kullanılır.

Kakao çekirdeğinde bulunması muhtemel pestisit kalıntıları ve aflatoksinlerdir. Yağlı tohumlarda olduğu gibi kakao tohumlarında da en sık rastlanan gıda güvenliği riski tarımsal faaliyetler esnasında kullanılan, sudan ve topraktan ürüne geçebilen pestisitler ve olumsuz depolama koşullarında üründe küf gelişimine koşturarak sentezlenen aflatoksinlerdir. Aflatoksin bulaşmış kakao tohumlarının ileriki aşamalarda aflatoksinden arındırılması mümkün olmadığından söz konusu kimyasal tehlikenin ortadan kaldırılması ancak bu aşamada yapılacak olan etkin kontroller ile gerçekleştirilebilmektedir. Temin edilen kakao tohumunun kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sertifikasına sahip olması ve bu sertifikanın kontrolü ile işletmeye alınması gerekmektedir. Ön kabul sonrasında yapılacak olan kontroller ve alınan numunelerde kamuya ait laboratuvarlarda yaptırılacak olan pestisit ve aflatoksin analizleri sonucunda herhangi bir tehlike oluşturmadığı belirlenen kakao tohumlarının kesin kabulü gerçekleştirilmelidir. Uygun olmayan hammadde reddedilir. Hammaddenin kontrolü esnasında göz önünde bulundurulmak üzere, hammaddeden beklenen ve özellikle gıda güvenliği açısından önem taşıyan unsurlar “hammadde kabul kriterleri” adı altında belirlenmeli, bu kapsamda, kriterlerin yanı sıra uygunsuzluğun tespiti ve uygunsuz hammaddenin reddi hususlarında yapılması gerekenler ortaya konulmalıdır (Kundakçı ve Ergönül 2011).

Kakao tohumlarının depolanması pestisit ve aflatoksin içermeyen ürünün satın alınması kadar, depolama esnasında aflatoksin oluşumunu engelleyecek tedbirlerin alınması da önemlidir. Depo atmosferinin bağıl neminin yüzde 50’den fazla olması durumunda kakao çekirdeklerinde küf gelişimi ve bunu takiben mikotoksin sentezlenmesi söz konusu olacaktır.

Bu olumsuz durumu engellemek için depo bağıl nemi % 50, sıcaklığı ise 20°C'den düşük olmalıdır. Depoların temizliği yine bu aşamada düşünülmesi gereken bir olgudur. Depolarda çapraz bulaşmaların olmaması, özellikle kemirgenlerden, farelerden ileri gelebilecek bulaşmaların ve zararların engellenmesi gereklidir. Bu nedenle depoların günlük temizlik ve hijyenine gereken önem verilmelidir (Kundakçı ve Ergönül 2011).

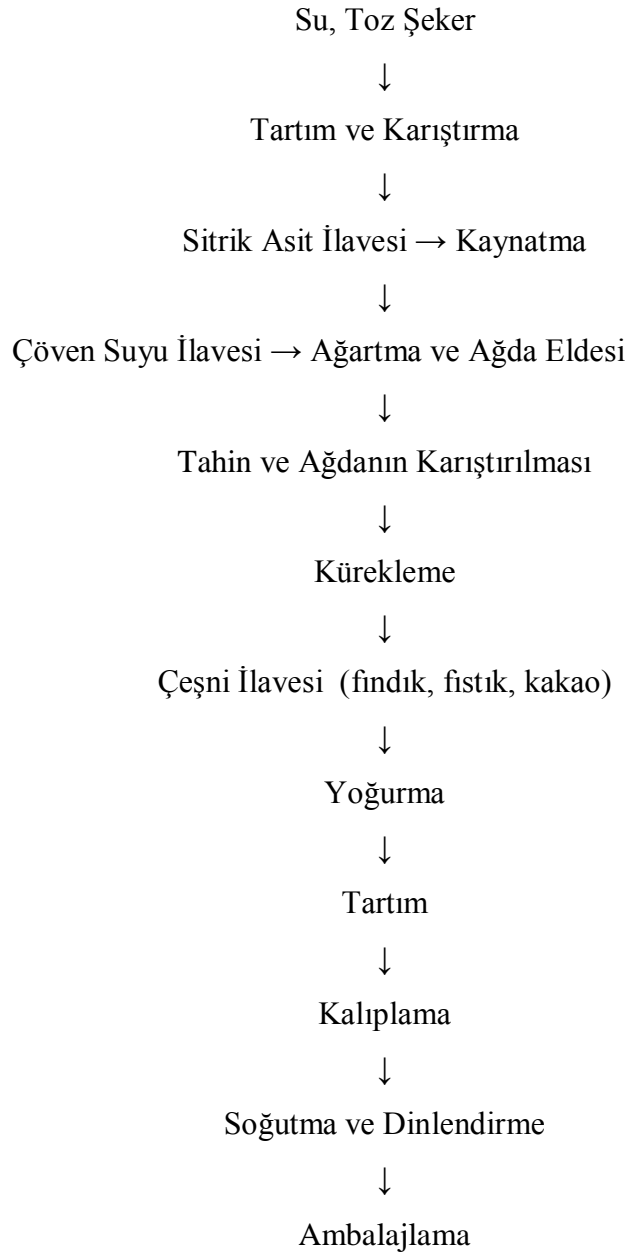
2.1.2.8 Vanilya

Vanilya, ticari olarak sadece *Vanilla planifolia*, *Vanilla tahitiensis* ve *Vanilla pompona* türleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bourbon vanilyası; Madagaskar, Komoros gibi Hint okyanusu adalarında yetiştirilen bitkilerden elde edilen vanilyalara verilen genel bir addır. Doğal vanilin, vanilya tanesinde ağırlıkça % 2'lik bir oran teşkil etmektedir. Başlıca krema, kek ve diğer gıda ürünlerinde katılan vanilya ya doğrudan ürüne katılmasıyla ya da sıvı preparatta vanilya tanelerinin pişirilmesiyle ürünlere katılmaktadır. Eğer vanilya taneleri ikiye yarıp katılırsa, dane içinde güçlü aromalar preparatlara daha iyi karışabilmektedir (Karakahya ve Yılmaz 2006). Aroma vermesi amacıyla tahin helvalarında kullanılır.

2.1.3 Tahin Helvası Üretimi

Tahin helvası geleneksel ürünlerimizden bir tanesidir. Ana bileşenleri tahin ve şekerdir.

Basamaklar halinde tahin helvası üretim teknolojisi şu şekildedir:



Şekil 2.2 Tahin Helvası Üretim Akış Şeması (Ünsal ve Nas 1995)

2.1.3.1 Su ve Şekerin Kaynatılması

Su ve şeker miktarları helva üretim formülüne göre miktarlarınca kaynatılır. Kaynatma işlemi helva üretim prosesinde en önemli basamaklardan bir tanesidir. Burada kaynama sıcaklık derecesi çok önemlidir. Kaynama derecesi 145 °C olmalıdır. Son ürünün kalitesinde bu basamak etkindir. Sitrik asit ilavesi bu aşamada olmaktadır.

2.1.3.2 Ağartma ve Ağda Eldesi

Kaynamış olan şeker istenilen koyu kıvama geldikten sonra kaynatma kazanından ağda kazanlarına alınır. Ağarmayı sağlamak için içerisine bir miktar çöven suyu ilave edilir. Bu kazanlarda çırpma işlemi gerçekleştirilerek ağda hazır hale getirilir. Çıkan ağdanın istenilen özellikte olması için dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar vardır. Çöven suyu miktarı, ağdanın çırpılma hızı ve sıcaklığı bunlardan bazılarıdır. Hazır olan ağdanın helva üretiminde kullanılması için 70-75 °C'ye soğutulması gerekmektedir. Bu da ağda kazanına bağlı bir fan sistemiyle gerçekleşir. Fanlardan biri ortama soğuk hava verirken diğeri ortamdaki sıcak havayı dışarıya üfler.

2.1.3.3 Tahin ile Ağdanın Karıştırılması

Tahin ile ağda 1:1 oranında yoğurma kazanı denilen yarım küre şeklinde kazanlar içerisine alınarak karıştırma işlemi gerçekleştirilir. Burada dikkat edilmesi gereken tahin ile ağdanın sıcaklıklarıdır. Ağda soğumadan tahin ise ılık bir şekilde kullanılmalıdır.

2.1.3.4 Kürekleme ve Yoğurma

Helva geleneksel bir ürün olduğundan üretimin bazı basamaklarında ustalık ve el becerileri ön plandadır. Kürekleme ve yoğurma işlemi bunlardan biridir. Yoğurma kazanlarına alınan ağda ve tahin burada ustalar vasıtasıyla kürekleme işlemine tabi tutulur. Formülüne göre vanilya, fıstık, kakao bu aşamada ilave edilerek homojen bir şekilde karıştırılması sağlanır. Ustaların el ile kontrol ederek ek tahin ilavesi yapılacaksa kürekleme esnasında bu gerçekleştirilir. Kürekleme işlemi ağdanın tahinin tamamen içine hapsetmesiyle son bulur. Bu işlemin bitmesiyle artık kısmen helva yapılmış demektir. Bu aşamada ustaların el becerisi ortaya çıkar ve aynı bir hamur yoğurur gibi küreklenmiş olan helva yoğrulmaya başlanır. Helva kıvamını alıncaya kadar yoğurma işlemi gerçekleşir.

2.1.3.5 Gramajlara Göre Ayarlama, Kalıplama, Soğutma, Dinlendirme ve Paketleme

Helvalar kazanlardan el yardımı ile kesilerek alınıp terazilerde tartılır. İstenilen gramaja göre ayarlama yapılır. Helvalar kalıplarına konulduktan sonra raflı bir sistem olan kalıp arabalarına konularak kalıplama işlemi gerçekleştirilir ve dinlenme odalarına alınır. Burada belli bir nem altında helvaların soğuması sağlanır. Ortalama 12-24 saattir. Helvalar

soğuyup dinlendikten sonra paketleme bölümüne alınarak ambalajlanıp kolilere konularak tüketime hazır hale getirilir.

2.1.4 Dünya’da ve Türkiye’de Tahin Helvasının Önemi

Helva, Arapça kökenli olup tatlı, şirin, güzel anlamına gelen ‘hulv’ kelmesinden gelmektedir. Helvanın dünyada ilk yapıldığı bölge Ortadoğu ve Balkan ülkeleri olarak bilinmektedir. Türklerin helva ile tanışmaları İslamiyeti kabul ederek Arap kültürlerine yakınlaşmalarıyla başlamıştır. İhracatçı firmalar tarafından tahin helvasının ülkemiz dışında Balkan ülkeleri, İsrail, Ortadoğu ülkeleri, Polonya, Rusya, İngiltere ve Amerika’da tüketildiği belirtilmektedir (Karakahya ve Yılmaz 2006).

Türkiye’de tahin helvası 1985’li yıllarda yıllık 35.000-40.000 tona yakın üretilmekte (Birer 1985) iken, günümüzde bu değer 60.000-80.000 tonlarında seyretmektedir. İlerleyen zamanlarda ihracat olarak özellikle Arap ülkelerine tahin helvası satışı artması beklenmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Tahin Helvası Tebliğine göre ürünün özellikleri şu şekilde olmalıdır:

Bileşenler	Kütlece
Susam Yağı(en az%)	26
Tahin Miktarı(en az %)	52
Protein(en az%)	10
Toplam Şeker(sakaroz cinsinden en çok %)	47
Rutubet(en çok %)	3
Kül(en çok %)	2
Peroksit Sayısı(ekstrakte edilen yağda)(en çok meq/kg)	10
Asitlik(ekstrakte edilen yağda oleik asit cinsinden)(en çok %)	2
Helvada saponin(en çok %)	0,1

Çizelge 2.1 Tahin Helvası Ürün Özellikleri (Anonim 2008)

2.1.5.Tahin Helvasının Beslenmemiz Açısından Önemi

Ülkemizde geleneksel bir ürün olan tahin helvası, genellikle kahvaltılarda tüketilmektedir. Yüksek kalorili bir besin olduğundan enerji vericidir. İçerisinde tahin olmasından dolayı birçok faydası vardır. Minerallerce zengin bir besindir. İçerisinde fosfor, demir, potasyum ve magnezyum bulunur. Karaciğerin temizlenmesinde etkilidir. Çok iyi bir kalsiyum kaynağıdır. Vitaminlerce zengindir. Hücrelerin yapısını korur. Protein kaynağıdır. Kansızlığı önler. Bağışıklığı güçlendirir. Anne sütünü arttırır. Metabolizmayı hızlandırır. Zihni açar(Anonim 2013 a).

2.2.Mikotoksinler

Dünyada üretilen tarım ürünlerinin yaklaşık dörtte birini mikotoksinlerle kontamine olduğunun rapor edilmesi ve dünya nüfusunun artışına paralel olarak çeşitli ülkelerde gıda sorununun artmaya başlaması önümüzdeki yıllarda güvenilir ve yeterli gıda elde etmenin büyük önem taşıyacağına işaret etmektedir (Moss 1992,Sweeney ve Dobson 1999).

Mikotoksin, terimi yunanca küf anlamına gelen ‘mykes’ ve latince zehir anlamına gelen ‘toxicum’ kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur (Anonim 2006 b).

Mikotoksinler küflerin salgıladığı, insan ve hayvanlarda hastalık oluşturan, antijenik özellik göstermeyen sekonder metabolik ürünlerdir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Mikotoksinler, çeşitli bitkisel ve hayvansal orijinli gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır ve bitkisel ürünlerde hasat öncesinde olduğu gibi hasat sonrasında da oluşabilmektedir ve insan sağlığını tehdit edici özelliktedir (Karagözlü ve Karapınar,1998).

Ülkemizde mikotoksin açısından risk oluşturan başlıca gıda maddeleri arasında fındık, kuru üzüm, incir ve Antep fıstığı gibi kurutulmuş ürünler, kırmızı pul biber başta olmak üzere çeşitli baharatlar, mısır, susam, buğday gibi tahıl ürünleri ve elma suyu yer almaktadır (Kabak ve Var 2006).

Bugüne kadar yaklaşık 400 tane mikotoksin tanımlanmıştır. Bunların içerisinde yaklaşık 350 tanesinin insan ve hayvan sağlığı için önemli olan mikotoksinleri ürettiği bilinmektedir (Cole ve Cox 1981, Tunail 2000, Bennett ve Klich 2003).

Mikotoksinler, farklı kimyasal yapıları, biyosentetik orijinleri, sayısız biyolojik etkileri ve birçok küf türü tarafından üretilmelerinden dolayı birkaç kategori altında sınıflandırılabilirler (Bennett ve Klich 2003). Örneğin klinisyenler mikotoksinleri etki ettikleri organlara göre; karaciğere etki edenlere hepatotoksik, sinir sistemine etki edenlere nörotoksik, böbreklere etki edene nefrotoksik, bağışıklık sistemine etki edenlere immunotoksik şeklinde gruplandırır (Tunail 2000, Bennett ve Klich 2003). Hücre biyolojistleri ise teratojenik, kanserojenik, mutajenik, halusinojenik, östrojenik, tremojenik, allerjenik şeklinde gruplara ayırırlar.

Organik kimyacılar mikotoksinleri kimyasal yapılarına göre (örneğin laktonlar, kumarinler); biyokimyacılar biyosentetik orijinlerine göre (örneğin polyketidler, aminoasit-kaynaklılar); mikolojistler ise toksini üreten fungusa göre (örneğin *Aspergillus* toksinleri, *Penicillium* toksinleri) şeklinde gruplandırmaktadır (Bennett 1987, Bennett and Klich 2003).

Mikotoksikozis terimi ise, mikotoksinlerle kontamine olmuş gıda ve yemlerin tüketilmesiyle ortaya çıkan hastalıklardır. İlk mikotoksikozis vakası ortaçağ sonrası Avrupa'da görülen *Claviceps purpurea* küfünün oluşturduğu ergot toksininin neden olduğu ergotizm zehirlenmesidir. Tarihte görülen diğer önemli mikotoksikozis vakası ise İkinci Dünya Savaşı sırasında Rusya'da küflenmiş tahıl ürünlerinin yenmesiyle görülen Alimentary Toxik Aleukia (ATA) hastalığı birçok deri lezyonlarına kanama ve lökopenia (kandaki lökosit sayısının anormal düzeyde düşmesi) ve kemik iliği dejenerasyonuna sebep olmuştur. Bu hastalık nedeniyle ölüm oranı %60'lara kadar çıkmış ve hastalık bazı bölgelerde popülasyonun %10'unu etkilemiştir (Kiremit 1993).

Küfler insan ve hayvan sağlığı açısından önemli olmanın yanında her yıl büyük ekonomik kayıplarda neden olmaktadır (Tunail 2000, Oruç 2006). Küflerin verdiği ekonomik zararlar, tarım ürünlerindeki kayıplar dikkate alındığında gerçekten

azımsanamayacak düzeydedir. Yıllık üretimler baz alındığında; yağlı tohumlarda % 12, pirinçte % 5, yer fıstıklarında % 4.2, mısırdaki %3, soya fasülyesinde %3 ürün kaybına neden olmaktadır (Tunail 2000).

Küfler, gıdaların protein, yağ ve karbonhidratlarını enzimatik faaliyetlerle parçalayarak gıdanın dokusunu değiştirmekte, yağ içeriğinin azalmasına, serbest yağ asiti miktarının artmasına, proteinlerin parçalanmasına, amino asit bileşiminde değişime, renk değişimine, kötü koku oluşmasına, tat değişimlerine ve ağırlık kaybına yol açmaktadır.

Tarımsal ürünlerde mikotoksin oluşumu, uygun koşullarda ürüne bağlı olmak üzere, hasattan tüketime kadar hemen her aşamada meydana gelebilmektedir. Küf üremesi ve mikotoksin oluşumu, ürün kompozisyonu, sıcaklık, nem, insektisitlerin verdiği zararlar gibi bir çok faktöre bağlıdır (Oruç 2006).

Mikotoksinlerin çoğu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* ve *Rhizopus* gibi küf türlerince sentezlenmektedir (Karagözlü ve Karapınar,1998)

Aspergillus küflerinin ürettiği toksinler arasında aflatoksin, okratoksin, sterigmatosistin, aspergillik asit, kojik asit, tremorjenik asit, oksalit asit sayılabilir. Bunlardan en önemlileri aflatoksinlerdir.

2.2.1 Aflatoksinlerin Yapısı ve Özellikleri

Aflatoksinler, en toksik mikotoksinler arasında yer almakta olup en önemli üreticileri *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* tur (Bennet ve Papa 1988).

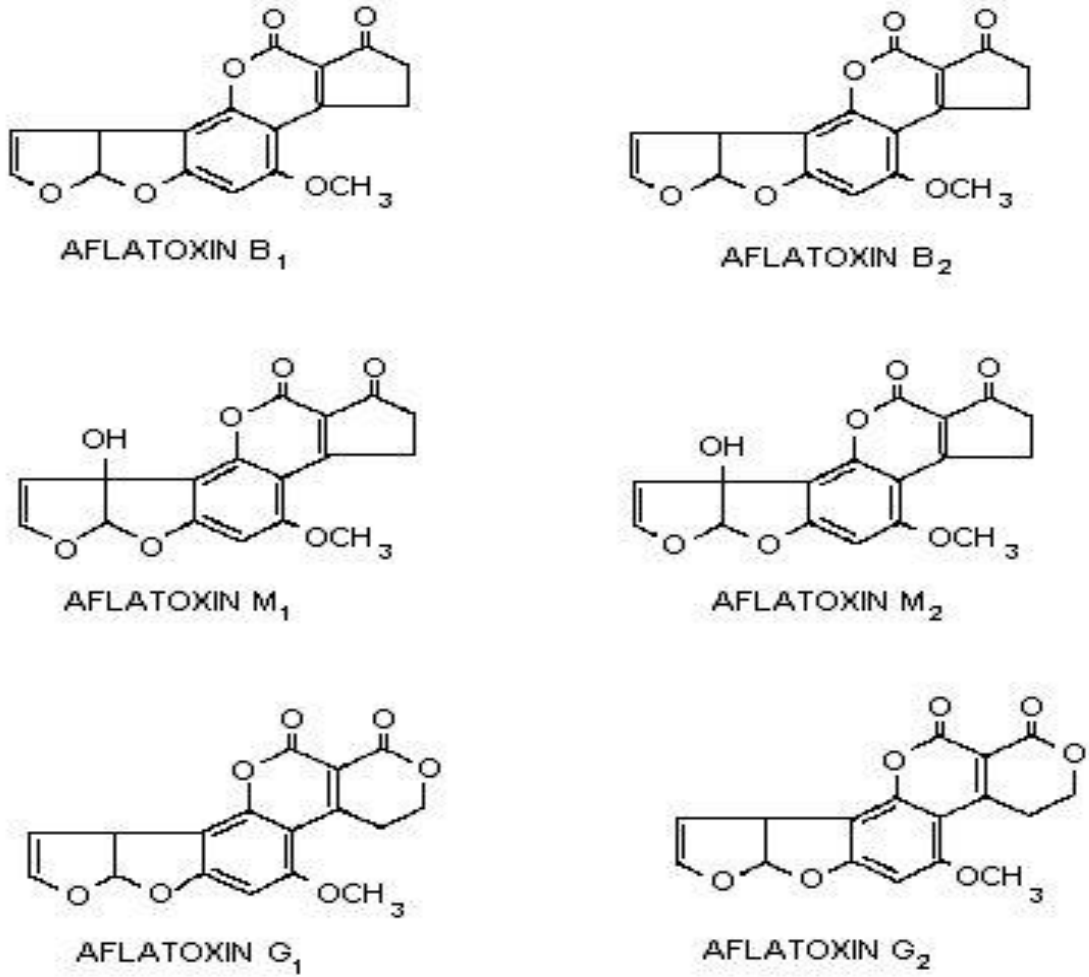
Aspergillus flavus bütün dünyada daha yaygın olarak bulunur, *Aspergillus parasiticus* ise daha fazla tropik ve subtropik iklim zonlarında görülür. Her ikisine de topraklarda sıklıkla rastlanır. Havada, canlı veya ölü hayvanlar ve bitkiler üzerinde de bulunurlar. Küflerin aflatoksin üretmeleri; genetik potansiyel, çevre koşulları (su aktivitesi, sıcaklık, substrat, Ph, redoks potansiyeli) ve fungusla substratın buluşması gibi faktörlere bağlıdır. *Aspergilluslar* mezofilik karakterli olup 6-8°C den 50-60°C ye kadar gelişebilirler. Optimum gelişme sıcaklıkları 35-38°C dir. 10-13°C'lerin altında ve 41-42°C'lerin üzerinde aflatoksin oluşumu sınırlanır. En yüksek toksin oluşumuna ise 25-30°C lerde ulaşılır (Anonim 2006 c, Samson ve ark. 2002, Klich 2002).

Aflatoksinlerin dört ana fraksiyonu bulunmaktadır. Bunlar aflatoksin B₁, aflatoksin B₂, aflatoksin G₁ ve aflatoksin G₂'dir. Buna ek olarak iki metabolik ürün daha vardır. Aflatoksin M₁ ve M₂. Aflatoksin M₁ ve Aflatoksin M₂, Aflatoksin B₁ ve Aflatoksin B₂'nin OH içeren formlarıdır.

Toksinler, UV ışığını (362 nm) kuvvetle absorblarlar ve aflatoksin B₁ ve B₂ için 425 nm de; aflatoksin G₁ ve G₂ için ise 450 nm de floresans emisyonu oluştururlar (Özkaya ve

Temiz 2003). Aflatoksinlere verilen harfler toksinlerin UV ışını altında verdikleri floresans renkleri belirtir. B₁ ve B₂ mavi, G₁ ve G₂ yeşil-mavi, M₁ mavi viyole ve M₂ viyole renkli floresans yayar (Tunail 2000).

Aflatoksinlerin kimyasal yapıları şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Aflatoksinlerin Kimyasal Yapıları(Anonim 2007)

Bu toksinler birbirlerine çok benzer yapılara sahiptirler ve yüksek derecede oksijenlenmiş biçimde benzersiz bir gruptur, doğal olarak heterosiklik bileşiklerden meydana gelirler(Anonim 2013 b).

Aflatoksinler içerisinde gıda ve besinlerde en sık bulunanı, insan ve hayvanlarda oluşturdukları toksik ve karsinojenik etkiler bakımından en tehlikeli olarak kabul edileni aflatoksin B₁'dir (Franco ve ark. 1998; Yiannikouris ve Jouany, 2002; Williams ve ark., 2004). İnsan ve hayvanlardaki toksik etkileri göz önüne alınarak bir sıralama yapmak gerekirse, B₁>M₁>G₁>B₂>M₂>G₂ şeklinde sıralayabiliriz; fakat bu sıralama her tür ve ırkta farklılıklar göstermektedir (Ender 2001, Yaroğlu 2002, Verma 2004).

Aflatoksin	Molekül Formülü	Molekül Ağırlığı	Erime Noktası	UV absorption max(e),	
				265	360-362
B ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312	268-269	12,4	21,8
B ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	286-289	12,1	24
G ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	244-246	9,6	17,7
G ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	237-240	8,2	17,1
M ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	299	14,15	21,25 (357)
M ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	293	12,100 (264)	22,900 (357)

Çizelge 2.2 Aflatoksinlerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri (Anonim 2006 b)

Aflatoksinler hasat, kurutma, depolama, gıda ve yem halinde ürünü işleme aşamasında oluşabildiği gibi tarlada ve bahçede gelişirken de meydana gelebilmektedir. Aflatoksin oluşumunu ürün nemi, kurutma hızı, ortamın nisbi nemi, sıcaklık, ortamda bulunan fungus veya sporlarının yoğunluğu, gelişen türlerinin toksin oluşturma güçleri, mikroorganizmalar arası rekabet, ürünün ve yetiştirilen çeşidin direnci, böcek veya diğer zararlıların faaliyeti, bitki stresi, hava sıcaklığı, atmosferik gazların bileşimi gibi birçok etken etkilemektedir (Çoksöyler 1999).

Aflatoksin oluşumunu önlemek amacıyla şu tedbirler alınmalıdır:

Aflatoksin oluşumu tarlada hasat sırasında başlayabildiğinden ilk önce üretici bilinçlendirilmelidir. Hasat sırasında hem üründeki nemin yüksek olması hem de hava sıcaklığının 25-30 °C olması aflatoksin oluşumu için uygun ortam olabileceğinden ürün fazla bekletilmeden kurutulmalıdır. Aflatoksin oluşmasında depolama koşulları büyük önem taşımaktadır. Uygun koşullarda ve uygun şartlarda depolama yapılarak aflatoksin oluşması önlenir. Tüketici; Açıkta satılan, nerde üretildiği belli olmayan ürünleri tüketmemeleri konusunda bilgilendirilmeli (Anonim 2010).

2.2.2.Aflatoksinlerin Sağlık Üzerine Etkileri

Vücuda alınan aflatoksinin (özellikle aflatoksin B₁) neden olduğu akut, subakut ve kronik olarak seyreden mikotoksikozise “aflatoksikosis” denir (Tunail, 2000).

Aflatoksinler yüksek dozlarda akut, sub-letal dozlarda ise kronik toksisite göstermektedir. Düşük dozda sürekli alımları, birçok hayvan denemesinde karsinojen etki ile sonuçlanmıştır. Aflatoksinler içerisinde en yüksek toksisiteyi aflatoksin B₁ göstermektedir.

Aflatoksinler yüksek dozlarda akut toksisiteye neden olabilirler. Hayvanların çoğunda gözlenen akut toksisitenin klinik bulguları; iştah azalması, ağırlık kaybı, nörolojik anormallikler, muko membranlarında sarılık, kasılma ve sonunda ölümdür. Karaciğerde rengin açılması veya tamamen renksizleşme ve yağ birikimi belirgin olarak görülür. Vücut boşluklarında sıvı birikimi ile böbrek ve bağırsaklarda kanama da meydana gelebilir (Bullerman 1979).

Deney hayvanlarının çoğunda bu gözleendiği gibi insanlarda akut zehirlenme yaptığını gösteren olaylar da literatüre geçmiştir. Tayvan’da küflü pirinç tüketen 26 kişi hastalanmış ve bunların arasında 3 çocuk, ayaklarda ödem, karın ağrısı, kusma, karaciğerde büyüme gibi belirtilerden sonra ölmüştür. İncelenen pirinç örneklerinde 200 ppb aflatoksin B₁ bulunmuştur. Uganda’da 15 yaşında bir çocuk, Tayvan’daki çocuklara çok benzer belirtilerle ölmüş ve bu çocuğunda 1.7 ppm aflatoksin içeren ‘cassava’ yediği belirlenmiştir. Patolojik bulgu olarak akciğerde ödem, kalp yetmezliği, karaciğerde nekroz ve yağlanma görülmüştür. Aynı aileden iki çocuk daha hastalanmış ancak daha az yedikleri için kurtulabilmişlerdir. Taylanda’da da 3 yaşındaki bir çocuk ‘reye’s sendromu’ sonucu ölmüş ve çocuğun 2 gün önce yediği pirincin 10 ppm aflatoksin içerdiği saptanmıştır.

Aflatoksinler,sub-letal dozlarda,kronik etki göstermektedir. Sub-letal dozlarda aflatoksin uygulanan hayvanlarda, karkasın sarkması ve karaciğerde siroz görülmüştür (Bullerman 1979).

Düşük düzeyde ancak uzun süreli aflatoksin alımı ise, birçok deney hayvanlarında karaciğer kanseri ile sonuçlanmaktadır. Deney hayvanlarından alınan bu sonuçlara bağlı olarak aflatoksinin kuvvetli bir hepatokarsinojen olduğunun belirlenmesi üzerine, insanlar üzerindeki etkisini anlamak amacıyla çok sayıda etiyolojik çalışma yapılmıştır. Asya ve Afrika’nın çeşitli ülkelerinde yapılan bu çalışmalarda; karaciğer kanserine yakalanma sıklığı ile aflatoksinle kontamine olmuş gıdaların tüketim düzeyi arasında kuvvetli bir ilişki gözlenmiştir (Wilson 1978, Uneo 1985).

Aflatoksin B₁’in karsinojenite ve mutajenitesi vücuttaki metabolizması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Aflatoksinler hayvanlarda öncelikle mikrozomal ve stoplazmik oksijenaz

enzim sistemleri tarafından metabolize edilmektedir. Bu enzim sistemleri, esas olarak karaciğer hücrelerinin endoplazmik retikulumunda bulunan, sitokromla ilişkili enzimlerle O₂'ye ve NADPH'a bağımlı enzimlerin kompleks bir organizasyonudur. Bu enzimler, çeşitli hidroksillenmiş türevlerin ve yüksek reaktif özelliğe sahip epoksid metabolitin oluşmasıyla sonuçlanan aflatoksin B₁'in oksidatif metabolizmasını katalize etmektedir (Uneo 1985).

Aflatoksin molekülünün karaciğer hücreleri ile birçok noktada reaksiyona girdiği, DNA ve RNA polimerazların hızlı bir inhibisyona uğradığı, özellikle mRNA sentezindeki değişikliklerden etkilenerek protein sentezinin önemli derecede bozulduğu rapor edilmiştir. Sonuçta DNA'ya bağlı RNA sentezi ve bazı proteinlerin sentezinin azaldığı ve hücrenin öldüğü bildirilmiştir (Özen ve Erdem 1990). Aflatoksin B₁'in, DNA köprülerinin GC diziliminin TA şeklinde değişimine neden olabileceği de belirlenmiştir (Bennett ve Klich 2003).

Aflatoksin bileşiklerinin ayrıca kolon, rektum, rahim ağzı, meme, akciğer kanseri gibi vakalarda da tespit edildiği bildirilmiştir (Özkaya ve Temiz 2003). Philips ve ark. (1976). Amerika Birleşik Devletlerinde rektum ve karaciğer kanseri olan hastalardan alınan karaciğer biyopsilerinde aflatoksin B₁ tespit edildiğini rapor etmişlerdir.

Mikotoksin zehirlenmelerinde etkin bir tedavi yöntemi yoktur. Kontamine olan besinlerin mikotoksinlerden arındırılması da olası görünmektedir. Bu nedenle insan sağlığı bakımından kontamine gıdaların tüketiminden kaçınılması ve gıdaların konatminasyonuna karşı etkin önlemlerin alınması önemlidir (Şener 2006).

2.2.3 Aflatoksin Üreten Küfler ve Gelişme Şartları

Aflatoksin filamentli funguslardan *Aspergillus* cinsine ait üç tür ve iki alt tür tarafından oluşturulur. Bunlar; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nomius* türleri ve *Aspergillus flavus* var. *columnaris*, *Aspergillus parasiticus* var. *globosus* alt türleridir. Bunların dışında *Penicillium*, *Rhizopus* ve *Streptomyces* cinsleri belirtilmişse de çok sayıda fungal izolatin taranması sonucu yalnızca iki *Aspergillus* türünün toksin üretmeye muktedir olduğu belirlenmiştir. Son yıllarda üçüncü bir tür olarak *Aspergillus nomius* bunlara eklenmiştir. Aflatoksin oluşturduğu saptanan ilk fungus *Aspergillus flavus*'dur. Bu üç türün bütün suşlarının toksini sentezlemeleri söz konusu değildir. Gıdalardan ve yemlerden izole edilen ve toksin üretimi açısından test edilen 3000 civarında *Aspergillus flavus* suşundan % 76'sının bu yeteneğe sahip olduğu gösterilmiştir (Tunail 2000).

Türkiye' de yapılan iki ayrı çalışmada aflatoksin üretme yeteneği / test edilen *Aspergillus flavus* sayısı 3/18 ve 20/43 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç izole edilen ve

tanılanan üç türe ait suşların aflatoksin oluşturma yeteneklerinin mutlaka tek tek test edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Tunail 2000).

Aspergillus flavus ve *Aspergillus parasiticus* diğer bazı *Aspergillus* türleri ile birlikte kserofilik küfler içinde yer alır. *Penicillium*' lar da birçok fungus cinsine oranla daha düşük min A_S (bağıl nem) değerlerinde gelişebildiklerinden kserotolerant funguslara dahildir. *Aspergillus*' ların optimum gelişmeleri için gereken A_S : 0.97-0.99 olmakla birlikte gelişimlerini A_S : 0.80 değerinin altında da sürdürebilirler. *Aspergillus parasiticus* gelişimi için min. A_S : 0.78-0.84 değerlerini talep ederken *Aspergillus flavus* min. A_S : 0.78-0.82 değerini ister. Toksin oluşumu için her ikisi de biraz daha yüksek min. A_S değerlerine gereksinirler (*Aspergillus parasiticus* min. A_S : 0.87, *Aspergillus flavus* min. A_S : 0.83-0.87). Aflatoksin oluşumu için fungus türüne göre farklılık gösteren min. A_S değeri, substrata göre daha da farklılaşır. Toksinin sentezlenebilmesi için min. A_S değerleri pirinçte 0.70-0.75, mısırdaki 0.80, yer fıstığında 0.85, salamda 0.94 olarak belirlenmiştir (Tunail 2000).

Aflatoksin oluşturan küflerin en yüksek düzeyde aflatoksin oluşturmaları pH 5.0-6.0' da gerçekleşir. pH 4.0' ün altındaki ortamlarda gelişip toksin oluşturabilirlerse de hem misel gelişimi epey yavaşlar hem de toksin miktarı iyice azalır. Toksin sentezlenmesine en uygun substratlar glikoz, galaktoz ve sakkarozdur. Maltoz ve laktoz ikinci derecede elverişli, sorbitol ve mannitol ise elverişsiz substratlardır. Düşük tuz konsantrasyonlarının (% 1-3 NaCl) gelişimi ve toksin oluşumunu olumlu etkilediği, % 8 NaCl düzeyinin gelişmeye ve toksin oluşumuna fazlaca imkan vermediği % 14 NaCl konsantrasyonunda ise küf gelişiminin tamamen durduğu görülür. Aflatoksin oluşumu atmosferdeki O_2 konsantrasyonunun düşüşü veya CO_2 ve N_2 gazları konsantrasyonlarının modifiye atmosfer içinde artışı ile önemli düzeyde geriler (Tunail 2000).

2.2.4 Aflatoksin ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Aflatoksin B₁, aflatoksinlerin en zehirlisi olup gıda maddelerinde çok sık rastlanmaktadır. Yüksek dozda alındıklarında şiddetli toksik etkilere ek olarak, aflatoksinlerin düşük dozda sürekli alınması, insan sağlığı üzerinde kronik etkiye sebep olmaktadır. Bu bilimsel bulgular, gıdalardaki aflatoksin düzeyleri için uluslararası standartların tartışılmasını hızlandırmıştır. Gelişmiş ülkelerde, gıdaların standartlara uygunluğu ve sağlık riskleri oldukça fazla tartışılmaktadır. Gıda güvenliğini sağlamak amacıyla AB komisyonu tarafından aflatoksin düzenlemeleri ile yapılan müdahale ve ithalat yasaklarının kullanımı, artık savunulur duruma gelmiş olup önlem amacıyla uygulanmaktadır (Karaman ve Acar 2006).

İlk olarak WHO, FAO gibi organizasyonlar, gıdalarda tolere edilebilecek aflatoksin miktarını 30 ppb olarak belirlemişler ve bu miktardan fazla aflatoksin içeren gıdaların ithal

edilmemesi kararını almışlardır. Bu sınır değerler zaman içerisinde düşürülmüştür. Aynı tarihlerde bazı Avrupa ülkeleri WHO ve FAO normlarından daha düşük miktarları benimsemiş, UNICEF gibi kuruluşlarında çocuklar tarafından tüketilecek gıda maddelerinde daha düşük sınır değerlerin saptanmasında katkısı olmuştur. Günümüzde 60 kadar ülke aflatoksin, okratoksin A, sitrinin, patulin, zearelenon, deoksinivalenol, T-2 toksin, fumonisin gibi mikotoksinlerin gıda ve yemlerde bulunabilecek en yüksek düzeylerini yasal olarak belirlemiştir (Anonim 2006 c).

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğine göre gıda ürünlerinde bulunması gereken maksimum aflatoksin miktarları çizelge 2.3 'de verilmiştir.

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

Çizelge 2.3 Gıdalardaki bulaşanların maksimum limitleri (Anonim 2011)

- (1) Meyve, sebze ve hububat için Türk Gıda Kodeksi – Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliğinde yer alan sınıflandırma esas alınır. Buna göre; karabuğday (*Fagopyrum spp.*) hububat ve karabuğdaydan elde edilen ürünler ise hububat ürünleri kapsamında değerlendirilir. Meyveler için belirlenen maksimum limitler sert kabuklu meyveleri kapsamaz.
- (2) Maksimum limit, işlenmek üzere tarladan fabrikaya doğrudan nakledilen taze ıspanak için uygulanmaz.
- (3) Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları ilgili mevzuatında tanımlanan ürünleri kapsar.
- (4) Maksimum limit; üretici tarafından beyan edilen kullanım talimatına göre hazırlanan veya doğrudan tüketime hazır olarak piyasaya arz edilen ürünler için geçerlidir.
- (5) GTİP 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207 kapsamındaki yağlı tohumları ve GTİP 1208'den üretilen ürünler; GTİP 1207 99 kavun tohumu hariç
- (6) Maksimum limit; yerfıstığı ve sert kabuklu meyvelerin yenilebilir kısımlarına uygulanır. Yerfıstığı ve sert kabuklu meyveler kabuklarıyla analiz edilirse Brezilya fıncığı hariç, aflatoksin miktarı hesaplanırken tüm bulaşanın yenilebilir kısım üzerinden olduğu kabul edilir.
- (7) İşlenmiş ürünlerin tamamı veya hemen hemen tamamı bahse konu sert kabuklu meyvelerden üretiliyorsa bu sert kabuklu meyveler için belirlenen maksimum limit; işlenmiş ürünü için de kullanılır. Aksi halde 6 ncı maddenin birinci, ikinci ve üçüncü fıkraları uygulanır.
- (8) Hayvansal Gıdalar için Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliğinde tanımlanan ürünleri kapsar.
- (9) Maksimum limit; kuru madde üzerinden geçerlidir. Kuru madde, mikotoksin limitlerinin resmi kontrolü için gıdalardan numune alma, numune hazırlama ve analiz metodu kriterleri ilgili mevzuatında belirtilen şekilde hesaplanır.
- (10) Bebek formülleri ve devam formülleri ilgili mevzuatında tanımlanan ürünleri kapsar.

2.2.5 Gıda Maddelerinde Küflenmenin Önlenmesi

Aflatoksinler fıstık, susam, kakao, kahve, kırmızı biber, pirinç, mısır, süt ve süt ürünleri, buğday ve diğer tahıl ürünleri ve kuru meyvelerde yaygın şekilde bulunmaktadır.

Yüksek miktarlarda aflatoksin içeren gıdaların uzun süre tüketimi halk sağlığı açısından problem yaratabileceği gibi aynı zamanda ihracatı da olumsuz yönde etkileyebileceğinden ülkede ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu yüzden mikotoksinlerin gelişiminin üretimden tüketime kadar izlenebilirliği önem taşımaktadır(Yentür ve Er 2012)

Aflatoksin oluşumunu önlenmesinde öncelikle hammaddenin tarlada gelişimi, hasatı, depolanması, nakliyesi, ürüne işlenmesi ve ürün elde edilmesi aşamalarındaki küf kontaminasyonunun engellenmesi veya en aza indirilmesi önem taşımaktadır. Aflatoksin oluşumunun önlenmesinde ikinci ve daha da önemli adım ise hammadde, ara ürünler ve son

ürüne çeşitli şekillerde bulaşan küflerin gelişiminin önlenmesidir. Bu da üretimde iyi bir teknoloji kullanma ve bilinçli uygulamalarla mümkün olabilir.

Hasat edilen ürünün nakledilmesi ve depolanmasında, nakil araçlarının temiz ve rutubetsiz olması, küflü ürünlerin depoya alınmaması, deponun temiz olması, deponun ve ürünün böcek ve küflere karşı ilaçlanması, özellikle düşük ortam rutubeti (% 65'in altında), düşük sıcaklık (20 °C'nin altında), düşük ürün rutubeti (yer fıstığı, fındık gibi yağlı tohumlarda % 9'dan az, tahıllarda % 12'den az) gibi hususlara dikkat edilmesi küflenmenin önüne geçmede yararlı olmaktadır. (Kardeş 2000, Kaya 2001, Whitlow ve Hagler, 2001;2005, Williams ve ark. 2004)

Aflatoksininin uzaklaştırılması ve detoksifikasyon amacıyla çok sayıda araştırma yapılmakta ve fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok yöntem denenmektedir. Fiziksel ayırma yöntemleri arasında, elle veya elektronik yollarla ayıklamadan aflatoksin düzeylerini azaltmak için yaygın olarak yararlanılmaktadır. Rengi değişmiş, bozulmuş, şekli bozuk taneleri ayıklayarak aflatoksini azaltma yönünde en iyi sonuçlar yer fıstığı sektöründe alınmıştır. Ayıklama ile son üründe başlangıçtakinden düşük aflatoksin düzeylerine ulaşılsa bile, çoğu kez kontaminasyonun tamamı giderilememektedir (Park 1993). Fiziksel dekontaminasyon yöntemleri arasında, iyonize ve iyonize olmayan ışınların, solvent ekstraksiyonlarının, adsorbsiyon ve mikrodalga ile ısı işleminin aflatoksin üzerine etkileri de incelenmektedir (Goldblatt ve Dollear 1977, Rustom 1997).

Gıda katkıları ve kimyasal adsorbanslar da potansiyel dekontaminasyon yöntemleri olarak dikkate alınmaktadır. Aflatoksinlere karşı en etkili kimyasal maddeler amonyak, klorür gazı, hidrojenperoksit, sodyumhipoklorit, sodyumbisülfid ve ozondur. Bu kimyasal maddelerin kullanılması ile aflatoksinlerin detoksifikasyonu sağlanabilmesine rağmen, bunların kullanımı ile gıda ve yemlerde istenmeyen değişiklikler meydana geldiğinden ve bazı gıdaların besin değeri azaldığından, özellikle gıda sektöründe kullanılmaları uygun değildir (Özkaya ve Temiz 2003).

Biyolojik yöntemlerden ise üzerinde en çok çalışılanlardan biri, mikotoksinin fermantasyon yoluyla giderilmesidir. İki farklı çalışmada, zeralenon ve fumonisine kontamine olmuş mısırlardan etanol eldesi sırasında toksin miktarındaki değişim izlenmiş; her ikisinde de üretilen etanolde toksin bulunmazken, toksinin diğer fraksiyonlarda kaldığı belirlenmiştir (Bennet ve ark. 1981, Bothast ve ark. 1992).

Aflatoksinle ısı uygulaması da denenmiştir ancak aflatoksinlerin ısıya olan dirençlerinden dolayı ısı uygulamaları sınırlı oranda etkili olmaktadır. Pastörizasyon, buharla muamele etme, fırında pişirme, sterilizasyon gibi işlemlerle aflatoksinlerin parçalanmaları

mümkün değildir. Sütte bulunan aflatoksin M₁'in pastörizasyon ve sterilizasyon ile yıkımlanması olanaksızdır. Ancak yer fıstığı tanelerinin 160 °C'de 30 dakika süreyle kavrulma işlemiyle aflatoksin seviyesinde % 90 azalma olmaktadır. Tahıllar ve yem tanelerinin ince yayılmış bir halde iki gün süresince güneş ışığında tutulmaları aflatoksin seviyesini büyük oranda azaltmaktadır(Tunail 2000, Kaya 2001).

2.2.6.Aflatoksin İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Var ve arkadaşlarının (2005) yaptığı çalışmada, 34 adet sade tahin helvası, 34 adet kakaolu tahin helvası ve 34 adet fıstıklı tahin helvası olmak üzere toplam 102 örnekte aflatoksin B₁'e bakılmıştır. Sade ve kakaolu helvalarda aflatoksin B₁'e rastlanmazken 34 adet fıstıklı helvadan 8 adetinde aflatoksin B₁'in teşhis limitini (1µg/kg) aştığı bunlardan 4'ünün ise Türk Gıda Kodeksinde (Anonim 2011 a) 5 µg/kg olan limit değerini geçtiği belirlenmiştir.

Tabata ve arkadaşları (1993) helvanın ana hammaddesi olan susamda aflatoksin varlığını araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada 19 susam örneğinin ikisinde 0,6 ile 2,4 µg/kg olmak üzere AFB₁ tespit etmişlerdir.

Nilüfer ve Boyacıoğlu (2002) piyasadan topladıkları 14 adet tahin örneğinde toplam aflatoksin(AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂) miktarını araştırmışlardır. 14 örneğin sadece 1 tanesinde 176 µg/kg olarak yüksek bir değer tespit ettiler.

1996 yılında Amerika'da Türkiye'den ithal edilen antep fıstıklı tahin helvalarında sadece 1 örnekte aflatoksin miktarı 23,8 µg/kg olarak belirlenmiştir (Import Alert, 1996).

Abdulkadar ve arkadaşları (2000) Katar'da 23 kabuksuz fıstık örneğinin 12'sinde 7,3-289 µg/kg arasında aflatoksin belirlemişlerdir.

Turcotte ve arkadaşları (2013) Kanada'da 15 doğal kakao ve 21 adet alkalize edilmiş kakao örneklerinde aflatoksin analizi yapmışlardır. Yapılan çalışmada miktar belirleme limitleri AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ için sırasıyla 0.07; 0.021; 0.12 ve 0.056 µg/kg'dır. 14 doğal kakao örneğinin AFB₁ miktarı belirleme limitini aşmıştır. 5 örnek 1-2 µg/kg arasında, 1 örnek'te 2 µg/kg üzerinde aflatoksin B₁ içermektedir. Belirleme sınırını aşan fakat 1 µg/kg'ın altında AFB₂ içeren örnekler 13, AFG₁ içeren örnekler 7 ve AFG₂ içeren örnekler 2 tanedir. Alkalize edilmiş 21 adet kakao örneğinde ise 20 örneğin AFB₁, 15 örneğin AFB₂ ve 1 örneğin AFG₁ miktarları belirleme sınırını aşmış fakat 1 µg/kg'ın altında kalmıştır.

Copetti ve arkadaşları (2012) 25 toz kakao örneğini aflatoksin içeriklerini belirlemek için analiz etmişlerdir. Belirleme limitleri 0.01 µg/kg'dır. 25 örnekte pozitif örnek sayısı AFB₁ için 24, AFB₂ için 20, AFG₁ için 11 ve AFG₂ için 3'tür. Tespit edilen en yüksek konsantrasyonlar ise AFB₁ için 0.96; AFB₂ için 0.6; AFG₁ için 0.48 ve AFG₂ için 0.1 µg/kg'dır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

İstanbul'un farklı bölgelerinden, piyasadan, değişik zamanlarda temin edilerek 45 adet tahin helvası (15 adet sade tahin helvası,15 adet kakaolu tahin helvası,15 adet fıstıklı tahin helvası) denemenin materyalini oluşturmuştur. Örnekler toplanırken aynı firmanın ürettiği örnekler olmamasına dikkat edilmiştir. Örnekler uzun süre bekletilmeden, bir an önce analiz için laboratuvara gönderilmiştir. Analiz için laboratuvara gelen örneklerde Aflatoksin B₁ ve toplam Aflatoksin (B₁+B₂+G₁+G₂) değerleri belirlenmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1.Aflatoksin Analizi (HPLC yardımı ile)

Aflatoksin analizi R-Biopharm'ın bitki yağlarında aflatoksin belirlenmesi metodu kullanılarak HPLC ile yapılmıştır (Anonim 2011 b).

Tahin helvası örnekleri 50'şer gr olmak üzere hassas teraziyle tartılarak bir erlen içine alınmıştır. 50 ml %100'lük metanol ilave edilmiştir ve 2 dk boyunca blenderda yüksek hızda homojen bir karışım sağlamak için karıştırılmıştır. Bu karışımdan 50 ml santrifüj tüplerine alınmış ve 4000 devirde 10 dk santrifüjlenerek katı ve sıvı fazın birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Whatman 4 (125 mm) filtre kağıdında süzülme işlemi gerçekleştirilir. Süzülen fazdan 1 ml alınmış ve kolondan geçirilmiştir.(kolonda aflatoksinin tutulmasını sağlayan antijenler vardır.)Üzerine 9 ml saf su eklenmiş ve o da kolondan geçirilmiştir.(Kolon üzerinde yapılan ayarlamalarda fazın yavaş yavaş geçmesi sağlanmalıdır.) Daha sonra 20 ml PBS ile yıkama yapılmıştır.1.5 ml metanol enjektör yardımıyla çekip bırakılma suretiyle tüpe aktarılmış ve aynı şekilde 1.5 ml saf su da bu şekilde yapılmıştır. Daha sonra vorteks işlemine tabi tutulmuştur. HPLC cihazına konulmak üzere özel cam tüplere örnekler konulmuştur ve 24 dk içerisinde 425 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar bilgisayar ortamında hesaplanmıştır.

Kullanılan alet ve kimyasallar aşağıda belirtilmiştir:

- 1.Hassas terazi:Rodway marka.AS 220/C/2 model.
- 2.Santrifüj:Nüve marka.NF 1200 model.
- 3.Mikropipetler:Eppendorf marka.
- 4.Vorteks:Dragon lab.marka.
- 5.HPLC:Shimadzu marka.LC-20AT marka.
- 6.Kobra cell:

7.Ultra saf su cihazı:Protek marka.seri no:1112903

8.Methanol:J.T. Barker marka.lot no:1309912004

9..Nitrik Asit:J.T Barker marka.lot no:1311401822

10.Potasyum Bromür:Sigma-Alorich marka.

11.Kolon:

12.Kolon tüpleri:R-Biopharm marka.ürün kodu:RP70N

13.Karıştırıcı(BLENDER)

14.HPLC mobil fazı:Su ve methanol.(60:40 v/v) karışımı hazırlanmıştır. Çözeltinin içerisine 119 mg Potasyum bromür ve 350 mikrolitre 4 M Nitrik asit ilave edilmiştir. Kullanmadan önce süzölmüştür.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1.Tahin Helvası Örneklerinde Toplam Aflatoksin ve Aflatoksin B₁ Varlığı

Bu araştırmada 15 adet sade tahin helvası,15 adet kakaolu tahin helvası ve 15 adet antep fıstıklı tahin helvası olmak üzere toplam 45 adet tahin helvası örneğinde toplam aflatoksin ve aflatoksin B₁ düzeyi belirlenmiştir. Tahin helvası numunelerinden sade olanlarda aflatoksin tespit edilemezken, kakaolu tahin helvasının 1 adedinde ve fıstıklı tahin helvasının da 1 adedinde aflatoksin tespit edilmiştir. Kakaolu helvada belirlenen aflatoksin B₁ miktarı 0,956 µg/kg, fıstıklı helvada belirlenen aflatoksin B₁ miktarı ise 1,083 µg/kg'dır. Böylece tahin helvası örneklerinin % 4,44 ünde aflatoksin tespit edilirken %95.56 'sında aflatoksin tespit edilememiştir. Ayrıca kakaolu ve fıstıklı bu helvalarda aflatoksin B₂ de tespit edilmiştir. Kakaolu helvada aflatoksin B₂ 0,229 µg/kg, fıstıklı helvada ise aflatoksin B₂ 0,251 µg/kg'dır. Değerlerin belirlenmesiyle birlikte toplam aflatoksin miktarı da değişmiştir. Kakaolu helvada toplam aflatoksin 1,261 µg/kg, fıstıklı helvada ise 1,419 µg/kg'dır. Kakaolu ve fıstıklı tahin helvalarının %6,66 sında aflatoksin tespit edilmiştir (Şekil 4.1, 4.2, 4.3).



Şekil 4.1.Aflatoksin varlığına göre tahin helvası örneklerinin dağılımı

Yapılan çalışmada helvalar, marketlerden ambalajlı ve yerel firmalara ait açık olarak satılan helvalar olmak üzere; halk pazarlarından ise açık olarak satılan helvalar olmak üzere aynı firma olmamasına dikkat edilerek toplanmıştır.

Tahin helva örneklerinin alındığı yer ve aflatoksin tespit edilen örneklerin miktarları Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Sade helva örnekleri						
Örnekler	Örneklerin Alındığı yer	Aflatoksin B ₁ (µg/kg)	Aflatoksin B ₂ (µg/kg)	Aflatoksin G ₁ (µg/kg)	Aflatoksin G ₂ (µg/kg)	Toplam Aflatoksin (µg/kg)
1	Market	*	*	*	*	*
2	Pazar	*	*	*	*	*
3	Pazar	*	*	*	*	*
4	Market	*	*	*	*	*
5	Market	*	*	*	*	*
6	Market	*	*	*	*	*
7	Pazar	*	*	*	*	*
8	Pazar	*	*	*	*	*
9	Pazar	*	*	*	*	*
10	Market	*	*	*	*	*
11	Market	*	*	*	*	*
12	Pazar	*	*	*	*	*
13	Market	*	*	*	*	*
14	Pazar	*	*	*	*	*
15	Pazar	*	*	*	*	*

Çizelge 4.1 Sade tahin helva örneklerinin alındığı yer ve örneklerde bulunan Aflatoksin B₁, Aflatoksin B₂, Aflatoksin G₁, Aflatoksin G₂ ve Toplam Aflatoksin miktarları

* Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

Aflatoksin belirleme teşhis limitleri:

Toplam Aflatoksin (B₁+B₂+G₁+G₂) (µg/kg) : 0.793

Aflatoksin B₁ (µg/kg) : 0.210

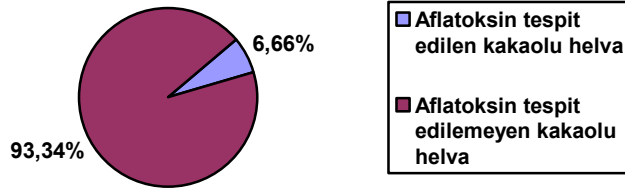
Aflatoksin B₂ (µg/kg) : 0.201

Aflatoksin G₁ (µg/kg) : 0.205

Aflatoksin G₂ (µg/kg) : 0.187

Kakaolu helva örnekleri						
Örnekler	Örneklerin Alındığı yer	Aflatoksin B ₁ (µg/kg)	Aflatoksin B ₂ (µg/kg)	Aflatoksin G ₁ (µg/kg)	Aflatoksin G ₂ (µg/kg)	Toplam Aflatoksin (µg/kg)
1	Pazar	*	*	*	*	*
2	Market	*	*	*	*	*
3	Market	*	*	*	*	*
4	Market	*	*	*	*	*
5	Market	*	*	*	*	*
6	Pazar	*	*	*	*	*
7	Market	*	*	*	*	*
8	Pazar	*	*	*	*	*
9	Pazar	*	*	*	*	*
10	Market	*	*	*	*	*
11	Market	*	*	*	*	*
12	Market	*	*	*	*	*
13	Pazar	0.956	0.229	*	*	1.261
14	Market	*	*	*	*	*
15	Pazar	*	*	*	*	*

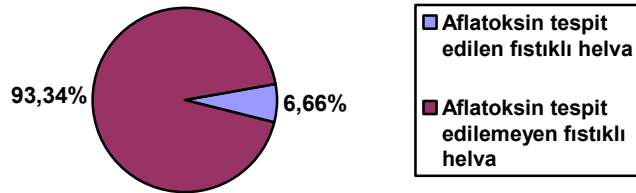
Çizelge 4.2 Kakaolu tahin helva örneklerinin alındığı yer ve örneklerde bulunan Aflatoksin B₁, Aflatoksin B₂, Aflatoksin G₁, Aflatoksin G₂ ve Toplam Aflatoksin miktarları



Şekil 4.2. Kakaolu tahin helvası örneklerinde aflatoxin varlığı

Fıstıklı helva örnekleri						
Örnekler	Örneklerin Alındığı yer	Aflatoksin B ₁ (µg/kg)	Aflatoksin B ₂ (µg/kg)	Aflatoksin G ₁ (µg/kg)	Aflatoksin G ₂ (µg/kg)	Toplam Aflatoksin (µg/kg)
1	Pazar	*	*	*	*	*
2	Pazar	*	*	*	*	*
3	Market	*	*	*	*	*
4	Market	*	*	*	*	*
5	Pazar	*	*	*	*	*
6	Market	*	*	*	*	*
7	Market	*	*	*	*	*
8	Pazar	*	*	*	*	*
9	Market	*	*	*	*	*
10	Pazar	*	*	*	*	*
11	Pazar	*	*	*	*	*
12	Market	*	*	*	*	*
13	Market	*	*	*	*	*
14	Pazar	1.083	0.251	*	*	1.419
15	Pazar	*	*	*	*	*

Çizelge 4.3 Fıstıklı tahin helva örneklerinin alındığı yer ve örneklerde bulunan Aflatoksin B₁, Aflatoksin B₂, Aflatoksin G₁, Aflatoksin G₂ ve Toplam Aflatoksin miktarları



Şekil 4.3 Fıstıklı tahin helvası örneklerinde aflatoxin varlığı

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

İstanbul'un farklı bölgelerinden alınan tahin helvası örneklerinde HPLC yardımıyla aflatoksin varlığı tespit edilip standartlara uygunluğuna bakılmıştır. Araştırma tahin helvasının aflatoksin içeriği bakımından durumunu ortaya koymak için yapılmıştır. Ancak Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ndeki Gıdalardaki Bulaşanların Maksimum Limitleri'nde yer fıstığı ve diğer yağlı tohumlarda, tahıllarda, tahıllardan elde edilen ürünlerde ve işlenmiş ürünlerinde aflatoksin sınırları belirlenmesine rağmen tahin helvası için aflatoksin sınır değerleri belirtilmemiştir. 2 adet örnekte aflatoksin tespit edilirken, 43 adet örnekte aflatoksin tespit edilememiştir. Yapılan çalışmada tahin helvalarında aflatoksin değerleri, diğer gıda maddeleri için verilen sınırların altında bulunmuştur.

Toksisite ve oluşum bakımından en önemli aflatoksin aflatoksin B₁'dir. Bu aflatoksin insanlar için kanserojenik olarak sınıflandırılır (IARC 2002).

Türk Gıda Kodeksi'de yer alan aflatoksin limitlerindeki yağlı tohumlar ve bunların işlenmiş ürünlerindeki toplam aflatoksin miktarının limit değeri 10 µg/kg, tahıllar ve bunlardan elde edilen ürünler ile bunların işlenmiş ürünlerindeki limit değeri 5 µg/kg'dır. Bu çalışmada belirlenen en yüksek toplam aflatoksin değeri kakaolu helva için 1,261 µg/kg, fıstıklı helva için 1,419 µg/kg'dır. Bu değerler limit değerlerin oldukça altındadır.

Kakaolu helvada bulunan aflatoksin B₁ değeri 0,956 µg/kg, fıstıklı helvada bulunan aflatoksin B₁ ise 1,083 µg/kg'dır. Yağlı tohumlar ve bunların işlenmiş ürünlerindeki aflatoksin B₁ limit değeri 5 µg/kg; tahıllar, bunlardan elde edilen ürünler ve bunların işlenmiş ürünlerindeki aflatoksin B₁ limit değeri 2 µg/kg olarak verilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen değerler limit değerlerin altındadır.

Var ve arkadaşlarının (2005) yaptığı çalışma bu çalışma ile sade ve kakaolu helvalar konusunda benzerlik gösterir. Sade ve kakaolu helvalarında belirlenmemesinin sebebi susamdan ve kakaodan gelen bir aflatoksin olmaması olabilir. Ancak bu çalışmada bir adet kakaolu helva örneğinde aflatoksin bulunmuştur.

Antep fıstıklı helvalarda limit değeri aşan aflatoksin değerlerinin bulunması, üretim sırasında kullanılan antep fıstığının aflatoksin taşıdığı bir göstergesidir. Bu da ürünün işlenmesi sırasında kaybolmadan helvaya kadar geçebilmektedir.

Tabata ve arkadaşlarının (1993) çalışmasına göre susamda aflatoksine sık rastlanmamıştır. Bu çalışmada da sade tahin helvalarında aflatoksin tespit edilememiştir.

Nilüfer ve Boyacıoğlunun (2002) yılında yaptıkları çalışmada 1 adet tahin örneğinde oldukça yüksek bir değer bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada bir adet örnekte çok fazla bir miktarda aflatoksin değerinin bulunması, tahinin ana maddesi olan susamın aflatoksin içeriği

bakımından önemli bir madde olduğunun ve sık sık kontrol edilmesine ihtiyaç duyulduğunun bir kanıtıdır.

1996 yılında Amerika'da Türkiye'den ithal edilen antep fıstıklı tahin helvalarında aflatoksine rastlanmıştır. Bu, helvada aflatoksin varlığı ile ilk veriydi ve helvada özellikle fıstıklı helvada aflatoksin belirlenmesinin gerekliliğinin tespiti için yapılması gereken çalışmaların aciliyetini ortaya koymuştur. (Import Alert, 1996). Bu çalışmada aflatoksin tespit edilen helvadaki aflatoksin susam kaynaklı olabileceği gibi fıstık kaynaklı da olabilir. Fıstığın aflatoksin içeriğini belirlemek üzere yapılan çalışma sonuçlarına bakılırsa fıstık sıklıkla aflatoksin içermektedir. İlave edildiği ürünleri de bulaştırmaktadır.

Abdulkadar ve arkadaşları (2000) Katar'da kabuksuz fıstık örneklerinde yaptığı çalışmada çok yüksek değerlerde aflatoksine rastlamışlardır. Bu değerler oldukça yüksek değerlerdir.

Aflatoksinde izin verilen limitler ülkeden ülkeye değişmektedir. Avrupa Birliği Bilimsel Komisyonu fındık, fıstık ve doğrudan alınan işlenmiş diğer ürünler için AFB₁ seviyesi 2 µg/kg, toplam aflatoksin seviyesi ise 4 µg/kg olarak sınırlandırılmıştır (Commission of the European Communities, 2001).

Turcotte ve arkadaşlarının (2013) yaptığı çalışmada analiz edilen örneklerin neredeyse tamamının belirlenen limitleri aştığı görülmektedir. Kakao çekirdeklerinde ya da toz kakaoda küf gelişimi olmuş olabilir. Kakao'nun kuru madde oranı yüksek olsa da olumsuz şartlarda artan su aktivitesiyle küf gelişimi meydana gelebilmektedir.

Copetti ve arkadaşları (2012) toz kakao örneklerinde aflatoksin çalışması yapmıştır. Kakao tozunda neredeyse tamamında aflatoksin bulunması bu ürünün aflatoksin içeriği bakımından incelenmesi ve araştırılması gerçeğini ortaya koymaktadır. Tahin helvasında kakao tozu direkt olarak üretimde kullanılmaktadır ve eğer kakaoda aflatoksin mevcut ise son üründe aflatoksin mevcut olacaktır.

Tahin helvası ülkemizde hem besleyici özelliği hem de geçmişten günümüzde kadar gelen geleneksel bir ürün olduğundan sık olarak tüketilmektedir. Bu yüzden bu çalışma, tahin helvalarının aflatoksin içeriğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Kakao, tahin helvası üretimde doğrudan kullanılan bir maddedir. Kullanılan hammadde kabul edilebilir kriterlerine göre incelenmelidir ve öyle kabul edilmelidir. Aflatoksin içermeyen kakaonun kullanılması üretim sonucunda oluşabilecek aflatoksin sorununda engelleyecektir. Ancak depolama esnasında oluşabilecek sıkıntılarda engellenmelidir. Depo bağıl neminin fazla olması küf gelişiminin ve böylece de mikotoksin sentezlenmesini oluşturacaktır. Bu olumsuzluğun olmaması için bağıl nem düşürülmelidir.

Fıstıkta aflatoksin oluşumunda; ürünün işlenmesi sırasında yapılan birtakım yanlışlıklar (zamanında ve etkin kurutma yapılamaması, meyve içinin çıkarılması sırasında için zarar görmesi) ve yanlış depolama önemli sebeplerdendir. Antep fıstığının işlenmesi için hala eski teknolojilerden faydalanılmaktadır. Fıstık, üretimde kullanılmadan önce hammadde olarak geldiğinde ilk olarak kakao'da da olduğu gibi kabul kriterlerine uygunluğuna bakılmalı ve aflatoksin içeriği bakımından uygun olup olunmamasına göre kabul ya da red edilmelidir. Araştırmalarda görüldüğü gibi eğer bir ürün aflatoksin içeriyorsa üretim sonrasında son üründe de aflatoksin çıkmaktadır.

Susam tahin helvası üretiminde tahine işlenerek kullanılır ve tahin helvasının ana maddesidir. Susam yağlı bir üründür ve küf gelişimi için gerekli olan bağılı olmayan suyun oranı yüksektir. Üründe aflatoksin, hasat sırasında, işlenmesinde ve depolanmasında bir takım yanlışlar yapılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Tahin, hem direkt olarak hemde tahin helvası üretimde ülkemizde oldukça sık kullanılmaktadır. Bu nedenle kontrolü sık aralıklarla yapılmalıdır.

Aflatoksin oluşumunu engellemek amacıyla şunlar gerçekleştirilmelidir:

-Gıda ürünlerinin üretim basamaklarında uygun prosesler kullanılırken hiçbir aksaklığa yer bırakmadan kontroller sıklıkla yapılmalıdır.

-Ürün tam olgunluğa ulaştığı zaman hasat edilmelidir.

-Ürünlerin hasatı sırasında bir kontaminasyonuna maruz kalmamak için hijyen kuralları en üst seviyede uygulanmalıdır.

-Ürünlerin sevkiyatı sırasında, sevkiyat araçlarının temizliğine dikkat edilmelidir.

-Ürünlerin depolanacağı ortamın nem ve sıcaklık oranı küflerin gelişmesi için uygun olan değerlerden düşük olmalıdır. Depo alanı temiz ve rutubetsiz olmalıdır.

-Gıdaların küfle kontaminasyonu önlenmelidir.

-Gıdaların üretimde çalışan personelin hijyen kurallarına dikkat etmesi gerekmektedir. Çalışan personelin ürünlere temas halinde olması sırasında hijyen kurallarına uyulmadığı takdirde kontaminasyonun olması ve küf gelişebilecek bir ortamın hazırlanması anlamına gelmektedir.

-İyi ve gelişmiş tarım teknikleri uygulanmalıdır. Ayrıca;

Yasal düzenlemelerle belirlenen sınır değerler üzerinde aflatoksin içeren gıdaların kullanılmasına ve tüketilmesine izin verilmemelidir. Gıdaların küflerle kontaminasyonunu sağlayacak koşullar önlenmeli ve aflatoksin oluşumunun engellenmesi yönünden çalışmalar arttırılmalıdır. Bu da üretimde iyi bir teknolojinin kullanılması ve bilinçli uygulamalarla gerçekleştirilir.

6.KAYNAKLAR

- Abdulkadar AHW, Al-Ali A, Al-Jedah J (2000). Aflatoxin contamination in edible nuts imported in Qatar. Food Control, 11, 157–160.
- Akpınar Ş (2006). Gıdalar, Yemler ve Mikotoksinler. Ordu Tarım İl Müdürlüğü İnternet Kayıtları, <http://www.ordutarim.gov.tr/subeleler/kontrol/aflatoksin/toksinler.html>
- Aluç M, Aluç S (2005). Antepfıstıklarında aflatoxin kirliliği üzerine bir çalışma 26-33. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu bildirileri kitabı (Heperkan, D., Güler, K.F., Kaya, G.D. eds.). 23-24 Mayıs, İstanbul.
- Anonim (2006 a). <http://www.fao.org>
- Anonim (2006b). <http://www.mycotoxins.org/>
- Anonim (2006 c).Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 891112005
- Anonim (2007). <http://forum.gidagundemi.com/aflatoksin-nedir-nasil-olusur-findikta-aflatoksin-t5706.html>
- Anonim (2008).Türk Gıda Kodeksi Tahin Helvası Tebliği Resmi Gazete sayı:26807<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/03/20080305-8.htm>
- Anonim (2010). http://www.a-p-m.com.tr/kurumsal_sayfa.asp?shfno=112885
- Anonim (2011). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği.Gıdalardaki Bulaşanların Maksimum Limitleri.Resmi Gazete sayı:28157 <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm>
- Anonim (2011 b). Eası-Extract Aflatoxin (Vegetable oil) Product Code:RP71/RP70N, Ref No:A22-RP71/70N.V2, R-Biopharm Rhône Ltd. Scotland, UK
- Anonim (2013 a). <http://kalori-fayda.blogspot.com/2013/05/tahinin-faydalar-nelerdir.html>
- Anonim (2013 b).Aflatoksinler. <http://www.food-info.net/tr/tox/afla.htm>
- Applebaum R.S,Brackett R.E, Wiseman D.W, Marth E.H, (1982). Responses of dairy cows to dietary aflatoxin: feed intake and yield, toxin content and quality of milk of cows treated with pure and impure aflatoxins. J. Dairy Sci., 65, 1503- 1508.
- Artık N (2007). Gıda Mikotoksinleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi, T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Gıda Serisi No: 6, Ankara, (s9- 57)
- Baylan N (1990). Tahin Helvalarında Saponin Miktarı Üzerine Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 64s. Ankara.

- Baylan N, Artık N, Cemeroğlu B, (1993). Tahin Helvalarında Saponin Miktarı Üzerine Araştırma. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi. 17(3):785-800
- Bennett JW (1987). Mycotoxins, mycotoxicoses, mycotoxicology and mycopathology. Mycopathologia, 100:3-5
- Bennett GA, Lagoda AA, Shotwell OL, Hesseltine CM (1981) Utilization of Zearalenone-Contaminated Corn For Ethanol Production, J. Am.Oil Chem. Soc., 58, 974-976.
- Bennet JW, Papa KE (1988). The aflatoxigenic Aspergillus spp. Adv. Plant. Pathol. 6, 263-280.
- Bennett JW, Klich M (2003). Mycotoxins. Clinical Microbiology Reviews, Vol 16, No 3:497-516.
- Bilgen AM (1998). Antep fıstıkları Anaçları ve Aşılama tekniği
- Birer S (1985). Tahin Helvasının Yapılışı ve Beslenmemizdeki Yeri. Gıda 10 (3):133-135.
- Bothast RJ, Bennett GA, Vancauwenberge JE, Richard JL (1992). Fate of Fumonisin B1 in Naturally Contaminated Corn During Ethanol Fermentation, Appl. Environ. Microbiol., 58, 233-236.
- Bullermen LB (1979). Significance of Mycotoxins to food safety and human health: Journal of food protection 42(1):65-86
- Cemeroğlu B, Acar J (1988). Meyve Ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın no.6, 455-457.
- Ceyhun EA (2003). Türk Tahin Helvalarında Saponin Miktarının HPLC ile Belirlenmesi. Dalı, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bil. Ens., Ankara.
- Cole RJ, Cox RH (1981). Handbook of Toxic Fungal Metabolites, Academic Press, New York.
- Commission of the European Communities (2001). Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Commission Regulation (EC) No.: 466/2001, 8th March.
- Copetti Marina V, Iamanaka Beatriz T, Pereira José L, Lemes Daniel P, Felipe Nakano Marta H. Taniwaki (2012). Co-occurrence of ochratoxin a and aflatoxins in chocolate marketed in Brazil Food Control (26) 36-41
- Çoksöyler N (1999). Farklı yöntemlerle kurutulmuş kırmızıbiberlerde Aspergillus flavus gelişimi ve aflatoksin oluşumunun incelenmesi. Gıda; 24 (5): 297– 306.
- Drouven H (1996). Tecnohology for sweet, Drouven & Fabry GmpH, 124.
- Ender G (2001). Kaşar Peynirinin Olgunlaştırılması Aşamasında Aflatoksin M1 Düzeyinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Feingnbaum IJ (1965). Improved Helua. Made with Liconica Extract, Fd. Technology 19.216.
- Forgacs J (1962). Mycotoxicoses—the neglected diseases. Feedstuffs, 34:124-134
- Franco CM, Fente CA, Vazquez BI, Cepeda A, Mahuzier G, Prognon P (1998). Interaction between cyclodextrins and aflatoxins Q1, M1 and P1 fluorescence and chromatographic studies. J. Chrom. A, 815, 21-29.
- Goldblatt L(1969). Aflatoxin, Scientific Background, Control and Implications. Academic Press, New York.
- Goldblatt LA, Dollear FG (1977). Detoxification of Contaminated Crops: Mycotoxins in Human and Animal Health. Rodricks, J.V., Hesseltine, C.W., Mehlman, M.A. (Eds.), Pathotox Publishers, Inc., Park Forest South, Illinois. pp. 139-150
- Goto T (1990) Mycotoxins: current situation. Food Reviews International, 6 (2): 265-290.
- Güler Z (2003). Tahin ve Tahin Helvalarında Kimyasal Niteliklerin Belirlenmesi ve Standartlara Uygunluğun Değerlendirilmesi. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim, pp.559-571.
- Güven S (1982). Bazı Geleneksel Gıdalarımızın İşlenmesi ve Teknoloji Geliştirmenin Önemi. Türkiye III. Gıda Kongresi. Gıda Teknolojisi Derneği. San Matbaası. S. 135136. Ankara
- Harvey RB, Philips TD, Ellis JA, Kubena LF, Huff WE, Peterson HD (1991). Effects on aflatoxin M1 residues in milk by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to aflatoxin contaminated diets of dairy cows. Am. J. Vet., 52 (9), 1556-1558.
- Heperkan D (2005). Mikotoksinlerin Önemi ve Türkiye’de Mikotoksin Çalışmaları. Türkiye’de Mikotoksin Çalışmaları: II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, S:3-11. İstanbul.
- IARC (2002) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Napthalene and Styrene. Vol 82, 2002, in press. IARC, Lyon.
- Import Alert (1996). Detention without physical examination of halva (candy) containing pistachio nuts due to aflatoxin. Available from: [http://www.fda.gov/ora/fiars/ora_import_ia3311.html].
- Işık Ç (1995). Samsun Kaynaklı Susam Tohum Yağı Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Farmakognozi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara
- Kabak B ,Var I (2006).Ülkemiz açısından Sorun Olan Mikotoksinler ve Riskli Gıda Maddeleri

- Karagözlü N, Karapınar M(1998). Bazı Tahıl ve Ürünlerinde Okratoksin A ve fungal kontaminasyon. Turk J.Biol.24:561-572
- Karakahya E, Yılmaz İ (2006). Tahin Helvası Üretiminde Farklı Bitkisel Yağı Soya Proteini Kullanımının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü yüksek Lisans Tesi. Tekirdağ
- Karaman S, Acar B (2006). Uluslararası Gıda Ürünleri Ticareti ve Aflatoksin Yasal Düzenlemeleri, Doğu Üniversitesi Dergisi, 7 (2) 2006, 190-197.
- Kardeş E (2000). Türk Silahlı Kuvvetleri'ne bağlı birliklere alınan peynirlerde aflatoksin B1 ve aflatoksin M1 varlığının ve seviyelerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaya S (2001). Mikotoksinler. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji, ikinci Baskı. Editörler: Kaya, S., Pirinçci, İ., Bilgili, A. Medisan Yayınevi, 537-571.
- Kiremit N (1993). Aspergillus mellus tarafından üretilen okratoksin A üretimini etkileyen fizyolojik koşulların saptanması.Hacettepe üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji A.B.D., Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara.
- Klich MA (2002). Identification of common Aspergillus species. First Ed.122 pp. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands.
- Korkubilmez M (2005). Farklı Orjinli Kakao Çekirdeklerinden Elde Edilen Kakao Likörlerinin Çikolatanın Lezzetine Olan Etkisi. Osmangazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.
- Kömez E (2002). Tahin Üretimi İçin Uygun Koşulların Belirlenmesi.. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 41s. Ankara.
- Kundakçı A, Ergönül B (2011).Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü <http://www.dunyagida.com.tr/haber.php?nid=1848>
- Marston A, Hostettmann K (1995). Saponins, [In] Encyclopedia of Analytical Science, Editor. London: Academic Press Inc., p. 4540-4544.
- Mirocha CJ, Pathre SV, Christensen CM (1980) Mycotoxins. "Advances in cereal science and technology", vol. 3.Ed. Y. Poreranz. s. 159-203. A.A.C.C. Inc. St. Paul-Minnesota, USA.
- Moss MO (1992). Secondary metabolism and food intoxication-moulds. J Appl Bacteriol, 73: 80-88.
- Nas S, Gökalp HY ,Ünsal M (2001). Bitkisel Yağ Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 312 Erzurum.

- Nilüfer D ,Boyacıoğlu D (2002). Comparative study of three different methods for the determination of aflatoxins in tahini. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 50, 3375–3379.
- Oruç HH (2006)..Mikotoksinler ve Tanı Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Veteriner fakültesi Dergisi, Sayı: 24, s. 105-110.
- Özen N ,Erdem H (1990). Aflatoksinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Açısından Önemi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 5, No: 1-2 Samsun.
- Özkaya Ş, Temiz A (2003). Aflatoksinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, Sayı:01, Cilt:01, Sayfa:1-21.
- Özkaya Ş (2001). Ülkemizde Aflatoksin Sorunu Yaşanan Bazı Gıdalarda Azaltılması veya Giderilmesinde *Flavobacterium aurantiacum*'un Etkinliğinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara. 86s.
- Park LD (1993). Perspectives on Mycotoxin Decontamination Procedures, *Food Additives and Contaminants*, 10(1), 49-60
- Phillips DL, Yourtee DM, Searles S (1976). Presence of Aflatoxin B1 in Human Liver in the UnitedStates.*Toxicol. Appl. Pharmacol.*,36: 403-406.
- Rustom IYS (1997). Aflatoxin in Food and Feed: Occurrence, Legislation and İnactivation by Physical Methods, *Food Chemistry*, 59(1), 57-67
- Rao SBN, Chopra RC (2001). Influence of sodium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M1 excretion in milk of goats. *Small Ruminant Research*, 41, 203–213
- Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O. 2002. İnstruction to food and airborne fungi. Sixth Ed. 389 pp. Centraalbureau Voor Schimmelcultures-Utrecht- The Netherlands.
- Steyn PS (1998). The biosynthesis of mycotoxins. *Rev. Med. Vet.*, 149 (6), 469-678
- Sweeney MJ, Dobson ADW (1999). Molecular biology of mycotoxin biosynthesis. *Fems Microbiol Lett*, 175: 149-163.
- Şener S (2006).Gıda güvenliği açısından mikotoksinler. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*; 2 (46): 135–9.
- Tabata S, Kamimura H, Ibe A, Hashimoto H, Iida M, Tamura Y (1993). Aflatoxin contamination in foods and foodstuffs in Tokyo: 1986–1990. *Journal of AOAC International*, 76, 32–35.
- Tan E (2004). Türkiye Geleneksel Gıda Ürünleri Projesi. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 23-24 Eylül, Van. ISBN: 975-395-785-8.

- Tunail N (2000). Funguslar ve Mikotoksinler. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları,Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını, s:522, 03.Bölüm, 13.kısım, Sim Matbaası, Ankara.
- Turcotte AM, Scott PM, Tague B (2013) Analysis of cocoa products for ochratoxin A and aflatoxins Mycotoxin Res 29:193–201
- Uneo Y (1985). The Toxicology of Mycotoxins , CRC Critical Review in Toxicology, 14(2),99-132
- Ünlütürk A, Turantaş F (1999). Gıda mikrobiyolojisi, Ege üniversitesi,İzmir
- Ünsal M, Nas S (1995). Tahin Helvasının ve Yağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Gıda 20(1):43-47.
- Var I, Gök F, Kabak B (2004). Tahin Helvalarının Mikrobiyolojik Kalitesi. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 23-24 Eylül, Van. ISBN: 975-395-785-8.
- Var I, Kabak B , Gök F (2007). Survey of aflatoxin B1 in helva, traditional turkish food, by TLC. Food Control. 18:59-62
- Verma RJ (2004). Aflatoxin cause DNA damage. Int. J. Hum. Genet., 4 (4), 231-236.
- Whitlow LW,Hagler WM (2001). Mycotoxin contamination of feedstuffs, an additional stres factor for dairy cattle. 25. symposium sur les bovins laitiers held on October 17, 2001 in St-Hyacinthe, Quebec.
- Williams J.H, Phillips TD, Jolly PE, Stiles JK, Jolly CM, Aggarwal D (2004). Human aflatoxicosis in developing countries, a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. Am. J. Clin. Nutr., 80 (5), 1106-1122.
- Wilson BJ (1978). Hazards of Mycotoxins to Public Health, Journal of Food Protection,41 (5),375-384
- Yaroğlu T (2002). Türk Silahlı Kuvvetlerine Bağlı Birliklerde Tüketime Sunulan Peynirlerde Aflatoxin M1 Düzeylerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yazıcıoğlu T (1953). Tahin Helvasının Yapılışı ve Terkibi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı 1-2: 109-116.
- Yentür G ,Er B (2012).Gıdalarda aflatoxin varlığının değerlendirilmesi.Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi.
- Yiannikouris A, Jouany JP (2002). Mycotoxins in feeds and their fate in animals, a review. Anim. Res., 51, 81-99.
- Yurdagel Ü,Baysal T(1996). Helva Yapımında Çöven Kökü ve Meyan Kökünün Kullanımı. Gıda Teknolojisi. 1(2):35-37

ÖZGEÇMİŞ

20.11.1988 yılında İstanbul’da doğdu. İlköğretim ve lise öğrenimini İstanbul’da gördü.2007 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başladı.2011 yılında bölümümden mezun oldum ve aynı yıl içerisinde Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.2011 (Kasım) ve 2013 (Ekim) yılları arasında Seyidođlu Gıda San.ve Tic. A.Ş ‘de Gıda Mühendisi olarak çalıştı.