

**TEKIRDAG ve ÇORUM ILLERİNDE ÜRETİLEN  
BUGDAY ve ÇAVDAR UNLARINDA  
AFLATOKSİN MİKTARLARININ  
BELİRLENMESİ**

**Yasemin GÜHER**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜS**

**2008**

T.C  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKİRDAĞ VE ÇORUM İLLERİNDE ÜRETİLEN BUĞDAY VE ÇAVDAR  
UNLARINDA AFLATOKSİN MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

YASEMİN GÜHER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANISMAN: Yrd. Doç. Dr. TUNCAY GÜMÜS

TEKİRDAĞ-2008

Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜS danismanliginda, Yasemin GÜHER tarafından hazirlanan bu çalisma 22/02/2008 tarihinde asagidaki jüri tarafından Gida Mühendisligi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmistir.

Juri Baskani : Prof. Dr. Sefik KURULTAY

*Imza :*

Üye : Prof. Dr. Burhan ARSLAN

*Imza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜS

*Imza :*

**Yukaridaki sonucu onaylarim**  
(imza)

**Prof. Dr. Orhan DAGLIOGLU**  
**Enstitü Müdürü**

Yüksek Lisans Tezi

Tekirdag ve Çorum Illerinde Üretilen Bugday ve Çavdar Unlarında  
Aflatoksin Miktarlarının Belirlenmesi

Yasemin GÜHER

Namik Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danisman: Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜS

**ÖZET**

Bu araştırmada farklı iklim özelliklerindeki illerimizden Çorum ve Tekirdag'da, üretilen ve satışa sunulan tam bugday unu, ekmeçlik un ve çavdar unu örneklerinde küf gelişimi ve aflatoksin oluşumu ile ilgili incelemeler yapılmış ve analiz sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen kriterlere uygunluğu değerlendirilmiştir. Çorum ilinden alınan 25 adet ekmeçlik un, 20 adet tam bugday unu, 10 adet çavdar unu ve Tekirdag ilinden alınan 10 adet ekmeçlik un, 20 adet tam bugday unu ve 5 adet çavdar unu örneğinde küf ve aflatoksin analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda;

Çorum ilinde maksimum aflatoksin miktarlarının çavdar unlarında tespit edilebilir limitin altında, tam bugday unu ve ekmeçlik unlarda ise 0,56 ppb olduğu bulunmuş küf sayılarının ise çavdar unlarında  $1,00 \times 10^2$ -  $1,05 \times 10^4$  kob/g, tam bugday unlarında  $4,70 \times 10^2$ - $1,37 \times 10^4$  kob/g, ekmeçlik unlarda  $1,50 \times 10^2$ - $6,80 \times 10^3$  kob/g arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tekirdag ilindeki maksimum aflatoksin miktarının ise çavdar unlarında 2,10 ppb, tam bugday unlarında 1,99 ppb, ekmeçlik unlarda ise tespit edilebilir limitin altında olduğu bulunmuş, küf sayılarının da çavdar unlarında  $4,00 \times 10^3$  - $10^5$  kob/g, tam bugday unlarında  $1,70 \times 10^3$ - $4,62 \times 10^4$  kob/g, ekmeçlik unlarda ise  $1,70 \times 10^3$ - $1,17 \times 10^4$  kob/g arasında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çavdar unu, Tam bugday unu, Aflatoksin

2008, 49 sayfa

MSc. Thesis

Determination of Aflatoxin in Wheat and Rye Flours Produced in Provinces of  
Tekirdag and Çorum

Yasemin GÜHER

Namik Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Tuncay GÜMÜS

**ABSTRACT**

In this research, mold growth and aflatoxin formation were determined in whole wheat flour, bread wheat flours and rye flours produced and sold in Çorum and Tekirdag provinces which are different in climate feature. Also results of analyses were compared with criterias of Turkish Food Codex. The mold counts and aflatoxin amounts were analyzed in 25 bread wheat flour samples, 20 whole wheat flour samples and 10 rye flour samples which were taken from Çorum province and 10 bread wheat flours samples, 20 whole wheat flour samples and 5 rye flour samples taken from Tekirdag province. The results are follows;

In the rye flours taken from Çorum province, maximum aflatoxin amounts were under the detection limits and in whole wheat flours and bread wheat flours, aflatoxin amounts were determined as 0.56 ppb. Mold counts were found as  $1.00 \times 10^2$ - $1.05 \times 10^4$  cfu/g in rye flours,  $4.70 \times 10^2$ - $1.37 \times 10^4$  cfu/g in whole wheat flours and  $1.50 \times 10^2$ - $6.80 \times 10^3$  cfu/g in bread wheat flours.

Maximum aflatoksin amounts in rye flours, whole wheat flours and bread wheat flours taken from Tekirdag province were determined as 2.10 ppb, 1.99 ppb and under detection limits, respectively. Mold counts in rye flours, whole wheat flours and bread wheat flours were determined as  $4.00 \times 10^3$ - $10^5$  cfu/g  $1.70 \times 10^3$ - $4.62 \times 10^4$  cfu/g and  $1.70 \times 10^3$ - $1.17 \times 10^4$  cfu/g respectively.

**Keywords:** Rye flour, whole wheat flour, aflatoxin

2008, 49 pages

## ÖNSÖZ

Tahil ve tahil ürünleri tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de insanların beslenmesinde en önemli gıda kaynağıdır. Bu nedenle de tahil üretiminin artırılması ve kalitenin yükseltilmesi için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yaptığımız bu çalışmada, insan gıdası olarak önemli bir yere sahip ve mikotoksin oluşumuna hassas olan tam buğday unu, ekmeçlik un ve çavdar unu örneklerinde küf ve aflatoksin mevcudiyeti araştırılmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında her türlü desteği sunan değerli hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜS'e ve değerli bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Yasemin GÜHER  
Ocak 2008, Tekirdağ

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SIMGELER ve KISALTMALAR DIZINI.....	vi
SEKİLLER DIZINI.....	vii
ÇİZELGELER DIZINI.....	viii
GRAFİKLER DIZINI.....	ix
RESİMLER DIZINI.....	x
<b>1. GİRİS</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	4
2.1. Mikotoksinler.....	4
2.2. Aflatoksinlerin Fiziksel ve Kimyasal Yapıları.....	5
2.3. Aflatoksinlerin Sağlık Üzerine Etkileri.....	7
2.4. Küf ve Toksin Olusumunu Etkileyen Faktörler.....	10
2.5. Aflatoksin Olusumunu Önleme Yolları ve Detoksifikasyon.....	14
2.6. Tahıl ve Tahıl Ürünlerinde Aflatoksin Varlığı ile İlgili Araştırmalar.....	16
2.7. Yasal Düzenlemeler.....	19
<b>3. METERYAL ve YÖNTEM</b> .....	21
3.1 Meteryal.....	21
3.2. Yöntemler.....	21
3.2.1. Aflatoksin analizi için örneklerin hazırlanması.....	21
3.2.2. Aflatoksin analizinin yapılması.....	22

3.2.3. Maya küf sayısının belirlenmesi.....	22
3.3. İstatistiksel Analizler.....	23
<b>4. ARASTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>24</b>
4.1. Çavdar Unu Örneklerinde Aflatoksin Varlığı.....	24
4.2. Çavdar Unu Örneklerinin Küf Sayıları.....	26
4.3. Tam Bugday Unu Örneklerinde Aflatoksin Varlığı.....	29
4.4. Tam Bugday Unu Örneklerinin Küf Sayıları.....	31
4.5. Ekmeklik Un Örneklerinde Aflatoksin Varlığı.....	33
4.6. Ekmeklik Un Örneklerinin Küf Sayıları.....	35
<b>5. TARTISMA ve SONUÇ.....</b>	<b>39</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>42</b>
ÖZGEÇMİŞ.....	49



## SIMGELER VE KISALTMALAR DIZINI

$\mu\text{g}$	:	.....	mikrogram
ng	:	.....	nanogram
kg	:	.....	kilogram
g	:	.....	gram
$\mu\text{l}$	:	.....	mikrolitre
l	:	.....	litre
kob /g	:	.....	Koloni olusturan bakteri/gram
ppb	:	.....	Milyonda bir kisim
$a_w$	:	.....	Su aktivitesi
TLC	:	.....	Thin Layer Cromotograpy (Ince Tabaka Kromotografisi)
HPLC	:	.....	Yüksek Basınçlı Sivi Kromotografisi
Max	:	.....	Maksimum
Ort	:	.....	Ortalama
Min	:	.....	Minumum
ATA	:	.....	Alimentary Toxic Aleukia
PDA	:	.....	Patato Dekstrose Agar
DNA	:	.....	Deoksiribonükleik asit
RNA	:	.....	Ribonükleik asit

## SEKILLER DIZINI

Sekil 2.1. Aflatoksin B <sub>1</sub> ve metabolitleri.....	6
--	---

## ÇİZELGELER DIZINI

Çizelge 2.1. Gidalarda siklikla saptanan mikotoksinler, toksik etkileri ve etken küfler ....	9
Çizelge 2.2. Gıda maddelerinde belirli bulasanların maksimum seviyeleri.....	20
Çizelge 4.1. Çavdar unlarının aflatoksin içerikleri.....	24
Çizelge 4.2. Çavdar unlarının aflatoksin düzeylerinin illere göre varyans analizi.....	25
Çizelge 4.3. Çavdar unlarının aflatoksin düzeylerinin illere göre LSD testi.....	26
Çizelge 4.4. Çavdar unlarının küf sayısı.....	27
Çizelge 4.5. Çavdar unlarının küf düzeylerinin illere göre varyans analizi.....	28
Çizelge 4.6. Çavdar unlarının küf düzeylerinin illere göre LSD testi.....	28
Çizelge 4.7. Tam bugday unlarının aflatoksin içerikleri.....	29
Çizelge 4.8. Tam bugday unlarının aflatoksin düzeylerinin illere göre varyans analizi.....	30
Çizelge 4.9. Tam bugday unlarının küf sayısı.....	31
Çizelge 4.10. Tam bugday unlarının küf düzeylerinin illere göre varyans analizi.....	32
Çizelge 4.11. Tam bugday unlarının küf düzeylerinin illere göre LSD testi.....	33
Çizelge 4.12. Ekmeklik unların aflatoksin içerikleri.....	33
Çizelge 4.13. Ekmeklik unların aflatoksin düzeylerinin illere göre varyans analizi.....	35
Çizelge 4.14. Ekmeklik unların küf sayısı.....	36
Çizelge 4.15. Ekmeklik unların küf düzeylerinin illere göre varyans analizi.....	37
Çizelge 4.16. Ekmeklik unlarının küf düzeylerinin illere göre LSD testi.....	37

## **GRAFIKLER DIZINI**

Grafik 4.1. avdar unlarında illere göre aflatoksin bulunma oranları.....	25
Grafik 4.2. avdar unlarında illere göre yasal limitin üzerinde kf oranları.....	27
Grafik 4.3. Tam buğday unlarında illere göre aflatoksin bulunma oranları.....	30
Grafik 4.4. Tam buğday unlarında illere göre yasal limitin üzerinde kf oranları.....	32
Grafik 4.5. Ekmeklik unlarda illere göre aflatoksin bulunma oranları.....	34
Grafik 4.6. Ekmeklik unlarda illere göre yasal limitin üzerinde kf oranları .....	37

## RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. Elisa test kitleleri (Veratoks®).....	21
Resim 3.2. Kontrol ve örnek kuyucukları.....	22

## GIRIS

Bugday degisik kosullara kolay adapte olabilen bir bitki oldugundan dünyanin birçok ülkesinde yetistirilebilmektedir. Ayrica depolanmasinin kolayligi, besleyici olmasi ve birçok ürüne islenmesi nedeniyle insan gidasi olarak en fazla kullanılan tahildir. Dünyada üretilen bugdayin yaklasik 2/3' insan gidasi olarak kullanılmaktadır. Bunun disinda bir kısmi yemlik, bir kısmi da tohumluk olarak ayrılmakta geri kalan az bir kısmi ise diger amaçlar için kullanılmaktadır (zkaya ve zkaya 2005).

Hububat ve ürünlerinde küflerin neden oldugu bozulmalar önemli bir yere sahip olup, önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Depolama sirasinda böceklenme veya küflenme nedeniyle bozuldugu tahmin edilen hububat tanelerinin orani %20 dolayinda olup, bu oran gelismemis ülkelerde daha da yüksektir (zkaya ve zkaya 2005).

Tarimsal ürünlerdeki kf kontaminasyonu tarimsal faaliyetlerin tarihsel gelisminde daima bir sorun olarak ortaya ıkmistir. Dogada yaygin olarak bulunan küfler gida sektöründe ve fermantasyon tekniklerinin kullanildigi endüstrilerde pek çok yarar saglamasına karsin tarimsal ürünlere tarladan, mamullere ise teknolojik islemler ve saklama sürecinden tüketime kadar geçen süreçte küflerin verdiigi zarar küçümsenmeyecek boyuttur. Her yil dünyada üretilen misirin %3'ünün, pirincin %5'inin küflerin zararlı etkileri sonucu kayba ugradigi belirtilmektedir (Topal 1985). Dünya tahil üretimindeki yillik kaybın ortalama %5 oldugu kabul edilse bile bunun yilda 25 milyon tondan fazla pirinç ve bugdaya esdeger oldugu hesaplanmaktadır ki bu miktar açlık sorununun gündemde oldugu dnyamizda küçümsenmeyecek bir rakamdır (zkaya ve Kahveci 1989).

Küflerin üzerinde gelistikleri tarimsal ürünlerde neden oldugu gözle görülebilir kayıplardan çok daha önemli ve kolaylıkla tespit edilemeyen etkileri insan ve hayvanlarda esitli sağlık sorunları yaratabilen metabolitler olusturmalarıdır. Bu toksik maddeler, 'mikotoksin' olarak adlandırılırken bunların insan ve hayvanlardaki toksik belirtilerine de 'mikotoksikozis' denilmektedir (Davis ve Diener 1978, Bullerman 1979). zerinde en çok çalışılan ve insan sağlığına direkt etkisi bilinen mikotoksinler 'aflatoksin' lerdir. Aflatoksinler, *Aspergillus flavus* grubu olarak bilinen *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* türlerinin metabolitleridir. Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>'nin deney hayvanları üzerinde akut toksik etkiye sahip oldugu belirlenmiştir. Ancak aflatoksinler akut toksik etkilerinden çok kanserojenik

özelliklerinden dolayı önem tasimaktadır. Hayvan denemelerinde özellikle aflatoksin B<sub>1</sub>'in karaciger kanserine yol açtigi saptanmistir. Düzenli olarak aflatoksin içeren gidalari tüketen insanların karacigerlerinde siklikla tümörlere rastlandigi ve deney hayvanlari üzerinde yapilan denemelerde aflatoksinlerin mutajenik ve teratojenik etkiye sahip olduklarinin saptandigi bildirilmektedir (Shank 1981, Betina 1989).

Aflatoksinlerin insan ve hayvanlarda çok sayida ve degisik saglik sorunlarina neden olmasi ve tarimsal ürünlerin degerini düşürerek ekonomik kayiplara yol açmasi bu konudaki arastirmalari yogunlastirmistir. Birçok ülkenin konuyla ilgili yasalarinda aflatoksinlere duyarli ürünler için limitler yer almaktadır. Yerfistigi, çigit, findik, antepfistigi, misir vb. ürünlerin uluslar arasi ticareti bu limit ve kontrollerden olumsuz yönde etkilenmistir. Günümüzde bu sorun ülkemiz açısından da önemli bir konuma gelmistir. 1967 yilinda Kanada'ya ihraç edilen iç findiklarin, 1970'de Amerika Birlesik Devletleri (ABD)'ne gönderilen yer fistiklarinin aflatoksin içerdiği gerekçesiyle geri çevrilmesi bunun ülke ekonomisi açısından önemli olduğu gibi, beslenme ilkeleri yönünden de üzerinde titizlikle durulmasi gereken bir durum oldugunu göstermistir. Bu olaylar üzerine Türkiye'de aflatoksin üzerine arastirmalar baslatilmis ve bu güne kadar çeşitli ürünler üzerinde çalışilmistir (Demirer 1973, Askin 1976, Atli 1977, Çoksöyler 1977, Denizel 1979, Çoksöyler 1984, Eke 1985).

Tahil ve tahil ürünleri tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de insanların beslenmesinde en önemli gida kaynagidir. Bu nedenle de tahil üretiminin arttirilmasi ve kalitenin yükseltilmesi için yogun çalışmalar yapılmaktadır.

Yapilan bu arastirmada insan gıdası olarak önemli bir yere sahip ve mikotoksin olusumuna hassas olan ve farklı iklim sartlarinda üretilmiş ve depolanmış bugday, tam bugday ve çavdar unlarında aflatoksin bulunma riski ve varsa hangi düzeyde olduğu tespit edilmeye çalışilmistir. Arastirmada iki farklı il seçilmiş olup, Tekirdag ve Çorum farklı iklim özelliklerinde iki ilimizdir. Meteoroloji verilerine göre Çorum ili karasal iklim özelliginde, Tekirdag ili ise marmara geçiş iklimi özelliginde olup, 1971-2000 yıllari havanın nispi nem oranlari Çorum ili için ortalama %68-70, Tekirdag ili için %78-80 olarak bildirilmektedir. Örneklerin toplanıp analizlerinin yapıldigi 2006 ve 2007 yıllarındaki ortalama nispi nem oranlari ise sirasiyla Çorum ili için %72,9-67,9 ve Tekirdag ili için %83,3-84,1'dir (Anonim 2008).

Arastirmada Çorum ve Tekirdag illerinin seçilmesinin nedeni; bu illerde un sanayinin gelişmiş olmasıdır. Bu iki il arasındaki iklim farklılıklarının, unlardaki küf gelişimine ve toksin oluşumuna etkisi belirlenmeye çalışılmış, iki il bu kriterler bakımından karşılaştırılmıştır.



## 2-KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Mikotoksinler

Mikotoksin sözcüğü Yunanca **mykes** (fungus) ve **toxicon** (zehir) sözcüklerinin birlesmesiyle olusmustur. Buna göre mikotoksin mantar zehiri anlamina gelmektedir. Bir baska anlatimla, mikotoksin denince küflerin olusturdugu, gelismis canlilara zehir etkisi yapan maddeler anlasilir. Bilim adamlari, mikotoksinleri, mantarlarca olusturulan, gelismis canlilara, özellikle omurgalilara çok az miktarlari ile zehir etkili olan ikincil metabolitler olarak tanımlamislardir (Sahin ve Korukluoglu 2000).

Mikotoksinlerin neden oldugu hastaliklar (mikotoksikoz) uzun süredir bilinmektedir. İlk bilinen mikotoksikoz, ergotizm olarak adlandırilan, *Claviceps purpurea* ile kontamine olmus tahillarin tüketilmesi sonucu olusan bir hastaliktir. Diger bir mikotoksikoz ATA (Alimentary Toxic Aleukia)'dir. II. Dünya savasi sonunda, Rusya'da küflü tahillarin yenmesi ile ortaya çıkan bu hastaliga *Fusarium* ve *Cladosporium* cinsine ait küf mantarlari neden olmustur. Yine ayni yillarda Japonya'da ithal edilen sari renkli küflü pirinçlerde toksisite problemi olmus ve bunlari tüketen insanlarda kasilmalar, kusma ve felçler görölmüs, 1-3 gün içinde de ölümler meydana gelmistir. Daha sonra bundan *Penicillium* cinsine ait küf mantarlarinin sorumlu oldugu saptanmistir. Bu örneklerine ragmen mikotoksinlerin neden oldugu hastaliklar 1960'larin ilk yillarina kadar ihmal edilmiş, bu alanda gerekli bilimsel arastirmalara ancak bu tarihten sonra baslanmistir (FAO 1990).

Gidalarda bulunabilen mikotoksinlerden baslivalari aflatoksinler, sterigmatosistin, okratoksin A, sitrinin, patulin, penisillik asit, zearalenon, trikotesenler, ergot alkaloidleri, tenuazonik asit, deoksinivalenol, PR toksin, penitrem A, stakibotritoksin, alternaria toksinleri, rubratoksin, tremorgenler, alumentaria toksik aleuka ve siklapiazonik asittir (Aran 1993, Özkazanç ve ark. 1992).

Mikotoksinler içinde en toksik oldugu bilinen aflatoksindir ve *A.flavus* ve *A.parasiticus* türü küfler tarafından üretilmektedir. Ancak son yillarda yapılan arastirmalarda *A.flavus*'a benzer özellik gösteren *Aspergillus nomius*'un da aflatoksin ürettiği belirtilmektedir (Taydas ve Askin 1995).

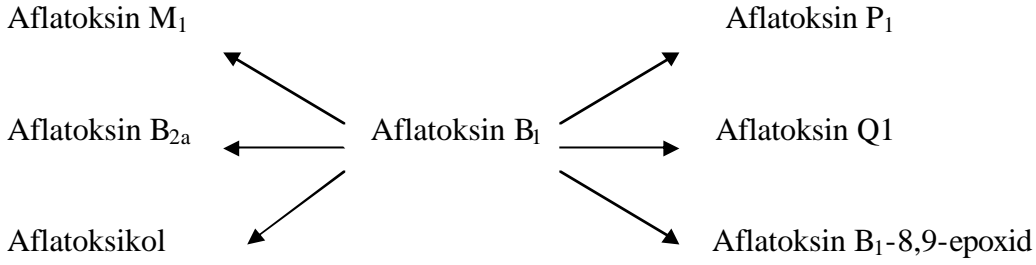
1960-61 yıllarında İngiltere’de çok sayıda kümes hayvanının ölümü ile sonuçlanan hastalık ‘Hindi bilinmeyen hastalığı’ (Turkey X Disease) olarak adlandırılmış ve nedeninin bu hayvanların yemlerinde protein kaynağı olarak kullanılan Brezilya yer fıstığında oluşan bir toksik madde olduğu bulunmuştur. Bu toksik maddenin *A. flavus* türü küf mantarları tarafından üretildiği görülmüş ve ‘aflatoksin’ olarak adlandırılmıştır. Daha sonra *A. parasiticus* türü küf mantarının da aflatoksin ürettiği bulunmuştur. *Aspergillus* türü mantarlar içerisinde Aflatoksin ilk defa *Aspergillus flavus*’ta saptandığından bu mantarların adının ilk harfleri kullanılmış ve bu mikotoksine aflatoksin adı verilmiştir (Miller 1987).

Türkiye aflatoksin sorunuyla ilk kez 1967’de Kanada’ya ihraç edilen 10 ton fındık partisinin iade edilmesiyle karşılaşmıştır. Daha sonra 1971’de ABD’ye ihraç edilen 48 parti antep fıstığının 38 partisinde aflatoksin saptanarak geri iade edilmiştir. 1973 yılında Danimarka yetkilileri Türkiye’den ithal edilen incirlerde aflatoksin bulunduğunu bildirerek ihracatçıları uyarmıştır. 1973-74 yıllarında ise ABD’ye ihraç edilen incirlerden 3 parti aynı gerekçe ile iade edilmiştir. Daha sonra 1976’da Batı Almanya ithal ettiği fındıklarda 5µg/kg (ppb) aflatoksin B<sub>1</sub> ve 10µg/kg (ppb) toplam aflatoksin bulunması halinde partilerin geri çevrileceği konusunda ihracatçıları uyarmıştır (Gönül ve Boyacıoğlu 1985).

## 2.2. Aflatoksinlerin Fiziksel ve Kimyasal Yapıları

Sargeant ve ark. (1961), kloroform-metanol kullanarak ince tabaka kromatografisi ile silika jel üzerinde UV ışığı altında, aflatoksinin 4 temel bileşiğe ayrıldığı ve UV ışığı altında bu bileşenlerden ikisinin mavi, diğer ikisinin yeşil floresan verdiğini saptamışlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda, aflatoksinler B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> olarak isimlendirilmişlerdir. Aflatoksinler UV ışığı altında gösterdikleri floresan özelliklerine göre, mavi floresan veren aflatoksinler olan B<sub>1</sub> (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) ve B<sub>2</sub>(C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>), yeşil floresan veren aflatoksinler olan G<sub>1</sub>(C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>), G<sub>2</sub>(C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>) esas bileşenlerini içermektedirler. Nesbitt ve ark (1962), aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>’in moleküler formülünün sırasıyla C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ve C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub> olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçları elementlerin analizi ve kütle spektral (mass-spektral) verilerden elde etmişlerdir. Asao ve ark. (1965), B<sub>2</sub> ve G<sub>2</sub>’nin aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>’lerin dihidro türevi olduklarını göstermişlerdir. Aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>’e su bağlanması suretiyle aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>, aflatoksin B<sub>2a</sub> ve G<sub>2a</sub>’ya dönüşmektedir (Coomes ve ark.1966). Aflatoksin M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>’nin metabolitleridir (Dutton ve Heathcote 1966). Bu altı ana mikotoksini içeren

aflatoksinlerin sayilari metabolitleriyle birlikte ( $B_{2a}$ ,  $G_{2a}$ , P,  $Q_1$  ve  $R_0$ ) 11'i bulmaktadır (Jasenska 1993).



Sekil 2.1. Aflatoxin B<sub>1</sub> ve metabolitleri (Ergün 1992).

*A.flavus* tarafından yalnız aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> üretilmesine karsin, *A.parasiticus* tarafından aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>'nin yanisira G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> bilesikleri de üretilmektedir. Aflatoksinler süt veren hayvanlarin bünyesinde degisiklige ugrayarak süt toksini denilen M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>'ye dönüşmektedir. Ayni durum et, yumurta gibi hayvansal ürünler için de geçerlidir. Böylece bu hayvansal ürünler küf mantari ihtiva etmedigi halde mikotoksin ihtiva etmis olur. En güçlü mikotoksin olan aflatoksin B<sub>1</sub>'in inek tarafından, sütte görülen 4-hidroksi türevi aflatoksin M<sub>1</sub>'e dönüştüğünün bulunmasindan beri süt ürünlerinin kontaminasyonuna büyük bilimsel dikkat harcanmistir. Ineklerle yapilan deneyler göstermistir ki aldıkları aflatoksinin yaklasik %1-4'ü sütte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak görülmektedir (Meral ve Boyacioglu 1985). Sütlerde bulunan aflatoksin M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>, aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>'nin 4-OH türevleridir. Bu konuda Misir'da yapilan bir arastirmada 24 saat süreyle aflatoksinli yemle beslenmis süt veren keçilerin feces, süt ve plazmalarinda B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> bulunmustur. Beslenme periyodunda, vücut agirligi ve süt verimi önemli oranda azalmistir. Aflatoksin kontaminasyonu süütün besleyici degerini düşürmüs, yogunlastirmis ve ayrica süt tozu üretimi ve peynir islemi için uygunlugunu etkilemistir. Aflatoksin kontaminasyonu protein sentezinde kalitatif ve kantitatif degisimlere de sebep olmus; çiftlik hayvanlarinin et ve sütlerinin protein içeriklerinde azalma olmus, kümes hayvanlarinin kas dokulari ve cigerlerinde protein sentezi düşmüştür ( Selim ve ark. 1996).

En önemli aflatoksinlerden B<sub>1</sub> ortamda çoğunlukla yüksek konsantrasyonda bulunmakta olup B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> düşük konsantrasyonlardadir. Bilinen aflatoksinlerden en toksik olanı B<sub>1</sub>'dir (Davis ve Diener 1978, Anonim1979, Taydas1993).

Potansiyel toksik etkisi en fazla olan 6 aflatoksinin etkileri çoktan aza doğru  $B_1 > M_1 > G_1 > B_2 > M_2 = G_2$  şeklinde sıralanmaktadır (Jay 1992).

Aflatoksinler, isiya son derece dayanıklı maddeler olup, ancak 300°C'nin üzerindeki ısılarda tümüyle parçalanabilirler. Bu sebeple sütte ve diğer gıdalarda bulunan aflatoksinler, sütün pastörizasyonu, süttten süt tozu elde edilmesi veya gıdaların diğer pişirme ısılarında herhangi bir değişimle uğramadan kimyasal yapılarını muhafaza ederler. Aflatoksinler özellikle bu yönleriyle insan sağlığı açısından büyük risk oluştururlar (Tuncer 1987).

Aflatoksinler metanol, kloroform ve asetonda erir, ısıktan kolayca etkilenir, buna karsin ve petrol eterde erimezler. Sodyum hipoklorit, amonyak ve potasyum permanganat gibi kuvvetli alkali ve oksitleyici maddeler ile süratle parçalanırlar (Arda 1975, Doyle ve ark. 1982, Scott 1984).

### 2.3. Aflatoksinlerin Sağlık Üzerine Etkileri

İnsan veya hayvanların mikotoksikozisinin tarihi çok eski yıllara dayanır. İlk tanımlanan mikotoksikozis olayı; nekroz ve kangrenle kendini gösteren 'ergotizm' hastalığıdır. Ortaçağ Avrupası'nda 'holy fire' veya 'St. Antony's fire' olarak bilinmektedir ve '*Claviceps purpurea*' ile kontamine olmuş tahilin tüketilmesi sonucu bu dönemde sık sık ortaya çıkmıştır. Bu fungus; buğday, arpa, çavdar, yulaf ve yabancı otlar üzerinde gelerek toksik karakterli alkaloidler üretmektedir. Fungustan yaklaşık 40 çeşit alkaloid izole edilmiştir. Kol ve bacaklarda kangrene, korkunç ağrılara, kasılmalara, üşüme ve halüsanasyonlara neden olan bu hastalık aynı zamanda hamile kadınların çocuk düşürmesi şeklinde de kendini göstermektedir (Egmond ve Paulsch 1986, Çoksöyler 1995, Taydas ve Askin 1995, Yılmaz ve Özay 2001).

Aflatoksinler, insan ve bütün hayvanlarda zehirli etkiye sahiptirler. Aflatoksinlerin insan ve hayvanlarda meydana getirdiği zehirlenme olayına 'aflatoksikozis' denir. Bilinen en güçlü karaciğer karsinogeni olan aflatoksinler insan ve hayvanlarda karsinogenik (karaciğer, kolon ve böbreklerde kanser oluşumu), mutajenik (aflatoksin B<sub>1</sub> en mutajen mikotoksindir), teratojenik (protein sentezinin inhibisyonu, canlılarda sakat veya ölü doğumlar), hepatotoksik (karaciğerde yağlanma, soluk renk, nekroz, kanamalar, sarılık ve siroz) etkileri yanında

böbreklerde zayıflama, genel durum bozukluğu ve hayvanlarda verim düşüklüğüne neden olurlar (Demirer ve ark. 1989, Kardes 2000).

Aflatoksinlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri, birdenbire ortaya çıkan belirtiler ve kalıcı olabilen belirtiler olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Ani rahatsızlıklar, aflatoksin içeren gıdaların tüketilmesinden sonra genellikle zehirlenme belirtileri ile ortaya çıkmakta, ancak bu vakaların çok sıklıkla görülmediği belirtilmekle beraber, söz konusu belirtiler sonucunda literatürde geçmiş ölüm vakalarının da bulunduğu ifade edilmektedir. Bunun yanında ABD’de kalın bağırsak ve karaciğer kanseri olan bir erkek hastanın karaciğerinden 0,52 µg/kg düzeyinde Aflatoksin B<sub>1</sub> izole edildiği bildirilmektedir. Fransa’da ise, ölen kişilerden elde edilen 50 karaciğer örneğinin 3 adedinde, Aflatoksin B<sub>1</sub> izole edildiğini bildiren raporlar da söz konusudur. Aflatoksinlerin insan sağlığı üzerinde meydana getirdiği kalıcı zararlar ile ilgili araştırmalarda ise özellikle iliman bölgelerde yaşayan insanlarda bu tip rahatsızlıkların görüldüğü saptanmış ve araştırmacılar söz konusu kalıcı zararları sınıflandırmışlardır. Bunlar şu başlıklar altında toplanmaktadır: Birincil karaciğer kanserleri, akciğer kanserleri ve Reye’s sendromu denilen, küçük çocuklarda görülen ve karaciğerin asiri yağlanması olarak ifade edilen bir hastalıktır (Anonim 1979, Bullerman 1986, Topal 1987).

Karsinojenik etki halk sağlığı açısından, özellikle tropik ve subtropik ülkelerde, son derece büyük önem taşıırken, hayvanlarda toksikozun oluşumunda o denli önemli değildir (Kaya ve ark. 1985). Aflatoksinlerin toksik etkileri canlının türüne, yasa, cinsiyete ve alınan doza göre değişkenlik göstermektedir. Aflatoksinlerin mutajenik, karsinojenik, teratojenik ve diğer akut toksisite etkileri deneysel olarak, ayrıca evcil hayvanlarda gözlenmiştir. En çok etkili olduğu organ karaciğer olup, karaciğer hücre çekirdeğindeki DNA ve RNA sentezleme olaylarını, dolayısıyla bir çok metabolik sistemi etkilemektedir. Diğer bazı organlarda da çeşitli lezyonlara rastlanmaktadır (Topal 1986).

Bulasık yem ve besinlerle alınan aflatoksinler, sindirim kanalında emilerek karaciğer ve yumuşak dokulara dağılırlar. Kısmen makromoleküllere bağlanırlar ve önemli bir bölümü de suda çözünen metabolitlere çevirilirler. Bir defada alınan aflatoksinin %85-90’i ilk 5-24 saatte idrar ve sütle dışarı atılır. Aflatoksin B<sub>1</sub> özgün bileşik olarak etkisizken karaciğerde mikrozomal enzim sistemi ile epoksit türevlerine çevrilerek toksik etki kazanmaktadır. Bunun sonucunda Deoksiribonükleik asit (DNA) ve Ribonükleik asit (RNA) polimeraz enzimleri

hızla inhibe olurlar. Özellikle RNA sentezindeki değişiklikler sonucunda protein sentezi ciddi bir şekilde bozulur (Kaya 1989, Balci 1998).

Gidalarda sıklıkla saptanan mikotoksinler, toksik etkileri ve etken küfler Çizelge 2,1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Gidalarda sıklıkla saptanan mikotoksinler, toksik etkileri ve etken küfler (Aran1993).

Mikotoksinler	Hayvan Deneyleri		Riskli Gıdalar
	Etkilenen Canlılar	Patolojik Etkileri	
Aflatoksin B1, B2 G1, G2, M1, M2	kus türleri, memeliler, balık ve lab. hayvanları	karaciğer tahribati, karaciğer tümörleri	yerfistigi, diğer yağlı tohumlar, bugday, süt ve çeşitli gıda grupları
Sterigmatosistin	fare, siçan	kanserojen	yeşil kahve, küflü bugday, peynir
Okratoksin A	domuz, köpek ördek, tavuk, insan	böbrek ve karaciğer tahribati, bağırsak iltihabi, teratojen	tahıllar, kuru fasulye, yerfistigi, bazı hayvansal dokular
Sitrinin	domuz, lab. hayvanları	böbrekte sisme	tahıllar
Patulin	kuslar, memeliler, bazı su ürünleri	beyin ve akciğerde ödem, akciğerde kanamalar, karaciğer dalak ve böbreklerde tahribat	yem, çürük elma, elma suyu, bugday samanı
Penisilik asit	fare, siçan, tavuk embr.	karaciğer ve böbrekte tahribat, aritmî, antidiyretik, deride ödem kanserojen, antibiyotik	depolanmış tahıllar, kuru fasulye, küflü tütün
Zearalenon (F-2)	domuz, süt sigirleri, tavuk, hindi, kuzu, fare, siçan	östrojenik etkiler, uterus büyümesi, düşükler	misir, yem küflü saman
Trikotesenler, T-2 Toksin, Neosolaniol, Nivalenol, HT-2 toksin, Fusarenon x Diasetoksisirpenol, Diasetilnivalenol	domuz, sigir, tavuk, hindi, at, fare, siçan, köpek, kedi, insan	sindirim bozukluğu, kanamalar, ödem, oral lezyonlar, dermatit, akyuvarlarda azalma	misir, bugday, yem

Aflatoksin B<sub>1</sub> insan ve hayvanlarda çok çeşitli zararlı tesirler gösteren ve sayıları 300'ün üzerinde olduğu bildirilen mikotoksinlerin halk sağlığı açısından önem taşıyan değişik etki mekanizmalarına sahip çeşididir. Aflatoksin B<sub>1</sub> *A.flavus* ve *A.parasiticus*'un salgıladığı en kuvvetli kanserojen özellikteki aflatoksindir. Aflatoksin B<sub>1</sub>'in insan karacigerinde kolayca metabolize olduğu ve uzun süreli birikim neticesinde de karaciger tümörü ve karaciger sirozuna neden olduğu bildirilmektedir (Ergün 1992).

Tropik bölgeler gibi sıcak ve rutubetli bölgelerde, besin maddelerinin noksanlığı nedeniyle, besinler arasında bir seçim yapma olanığı bulunmayan, halkın çoğu kez yerfistigi v.s. ile beslendiği yerlerde, zengin protein kaynağı olan ve bu nedenle protein tamamlayıcısı olarak kullanılan fistik tanelerinin *A.flavus* ile bulaşık olma ihtimali, önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Özellikle, diğer besin maddelerini bulamadıkları için fazla miktarda yerfistigi ve pirinç gibi gıdaları tüketen fakir toplumlarda primer karaciger kanseri rastlantı sıklığının yüksek olduğu ve bunun da diyetdeki aflatoksin miktarı ile siki bağımlilik gösterdiği belirtilmektedir (Kaya 1984). İnsanların aflatoksinli yerfistigi tükettiği Tayland, Uganda, İsviçre gibi ülkelerde karaciger kanseri normalden daha sık görülmektedir. Çin'de yaygın olan özofagal ve mide kanserleri ile küflü besin tüketimi arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır (Wetherilt 1991).

Türkiye'de 1983-1984 yılları kasım aylarında Sağlık Bakanlığı Kanseri Savaş Dairesi Başkanlığı'na ihbar edilen 183 karaciger kanser olgusuna sahip kişilerin aflatoksin oluşumu için elverişli iklim koşullarına sahip olduğu varsayılacak bölgelerde toplanmış olması dikkat çekicidir (Meral ve Boyacıoğlu 1985).

#### **2.4. Küf ve Toksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler**

Gıdalarda aflatoksin oluşumunda öncelikle aflatoksijenik özellikteki küfün ortamda bulunması gerekir. Ancak küfün üremesi ve toksin oluşturmada, ürünün nem miktarı ve su aktivitesi, pH değeri, ortamın sıcaklığı ve bağıl nemi, gıdanın yapısı, gıdanın mekaniksel olarak tahrip olması gibi pek çok faktör etkilidir. Bu faktörler birbirleri ile siki ilişkilidir ve aflatoksin oluşumu oldukça karmaşık bir mekanizmadır. Nitekim incirlerde yapılan bir çalışmada birçok örnekte aflatoksijenik *A.flavus* ve *A.parasiticus* izole edilmişse de aflatoksin kontaminasyonu çok az sayıda örnekte saptanmıştır (Karapınar ve ark. 1989). Küf gelişimi için gerekli olan sıcaklık ve a<sub>w</sub> değerleri toksin oluşumu için gereksinim duyulan değerler ile

ayni olmamakta, ayrica türe göre de degisiklik göstermektedir. Örneğin *A.flavus* 0,78  $a_w$  'de gelisip 0,83-0,87  $a_w$ 'de toksin üretmekte iken *A.parasiticus* 0,82  $a_w$ 'de gelisip 0,83  $a_w$ 'de toksin üretmektedir. Küf ve toksin olusumu için gerekli minimum sicaklik degerleri de farklıdır. Genel olarak düşük sicakliklarda toksin olusumu önlenmektedir (Özay 1989). Pirinçte *A.flavus* sirasiyla 25 °C, 18 °C ve 15 °C'lerde az toksin üretir. *A.flavus* 15 °C'de *A.parasiticus*'tan daha çok aflatoksin olusturur (Park ve Bullerman 1983). *A.flavus* ve *A.parasiticus*'un 15 °C'de,  $a_w$  degerinin 0,95'den büyük olduğu durumda çogaldıkları gözlenmiştir (Cotty 1988).

Aflatoksinlerin üretildiği optimum sicaklik 23-26 °C'dir. Ancak diger faktörlere de bagli olmak üzere 7,5-40 °C arasında aflatoksin üretilebildiğini bildiren çalismalar mevcuttur. Yine kosullara bagli olmak üzere aflatoksin üretim süresi 24 saat ile 4-10 gün arasında degisebilmektedir. Aflatoksin üretimi için minimum su aktivitesinin ise 0,85 olduğu bildirilmiştir. Aflatoksin olusturan türlerin bulunduğu her türlü gıdada aflatoksin oluşabilir. *Aspergillus*'un degisik türleri farklı su aktivitesi degerlerinde gelisebilmektedir. Örneğin *A.flavus* minimum 0,86 su aktivitesine gereksinim gösterirken, *A.restrictus* 0,75 su aktivitesinde gelisebilmektedir (Ünlütürk ve Turantas 2003).

Su aktivitesi, mikroorganizmaların yararlanabileceği suyun ifadesidir. Gıdanın nemi bu açıdan çok önemli değildir. Çünkü %90'ların üzerinde nem içeren reçel, tursu gibi gıdalarda küflerin gelişmemesi ancak bu gıdalardaki su aktivitesinin düşüklüğü ile açıklanabilmektedir. Fungusların toksin olusumu için ihtiyaç duyduğu su aktivitesi, genelde gelişim için duyduklarından daha yüksektir. Genelde 0,85 olan su aktivitesinin üzerinde toksinler oluşabilmektedir. Bazı küfler 0,65 su aktivitesinde gelisebilseler de 0,70'in altında gelisebilen toksijenik fungus bilinmemektedir. Bu nedenle de toksin gelişimi için 0,70 su aktivitesi güvenli bir sınır olarak kabul edilmektedir (FAO 1990). *A.flavus*, tahıl tanelerinde relatif rutubet en düşük %85, %88, %90, %99 olduğu zaman aflatoksin üretir. Relatif rutubet yükseldikçe aflatoksin üretme miktarı artar (Diener ve ark.1987). Küf üremesi ve spor sekillenmesi için baslıca gereksinimin yüksek relatif rutubet olduğu bildirilmiştir (Ashworth ve ark. 1969).

Christensen ve Kaufmann (1969), hububat taneleri üzerinde bulunan küflerin 'tarla küfleri' ve 'depo küfleri' olarak iki grupta incelenebileceğini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılara göre tarla küfleri (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Fusarium* türleri), hasattan önce bitki



tarlada iken tane üzerinde gelişebilen ve gelişmeleri için %22-25 gibi yüksek rutubete gereksinim duyan küflerdir. Depo küfleri (*Penicillium* ve *Aspergillus* türleri) ise daha düşük rutubete (%13-18) gereksinim duyar ve depolanmış hububat tanelerinde bozulmaya yol açar. Ancak tarla küfleri ve depo küfleri arasında kesin bir ayırım yapmak oldukça zordur. Son yıllarda yapılan çalışmalarda tarla küflerinin depolanan hububat üzerinde gelişip bozulmaya neden olabileceği, depo küflerinin de hasattan önce tarladaki üründe gelişebileceği belirlenmiştir. Depo küfü olarak bilinmelerine rağmen *A.flavus* grubu küflerin misiri tarlada enfekte edebildiği ve aflatoksin oluşturdığı belirtilmiştir (Anderson ve ark. 1975, Lillehoj ve ark.1980, Payne 1986, Lacey 1989).

Rutubet ve sıcaklığın depo küflerinin gelişmesini ve mikotoksin oluşumunu etkileyen en önemli faktörler olduğu belirtilmektedir (Bullerman ve ark.1984, Sauer ve Tuite 1986). Lopez ve Christensen (1967), mısırda *A.flavus* gelişmesi için gerekli sıcaklık ve rutubet sınırlarını belirlemek için yaptıkları çalışmada %17,5 ve altındaki rutubet değerlerinde depolanan mısırda *A.flavus* saptanmadığı halde, %18,5 ve üzerindeki rutubet değerlerinde 25°C veya 35 °C'de *A.flavus* grubunun florada hakim olduğunu bulmuşlardır. Christensen ve ark. (1977), *A.flavus* grubu küflerin %83-85 nispi rutubete esdeğer olan rutubet içeriğinin (%18-18,5) altında gelişemeyeceğini, bu sınırın üzerine çıkıldıkça küf gelişimi ve aflatoksin oluşumunun arttığını, optimum rutubet ve sıcaklık koşullarında 24 saat içinde oluşan aflatoksinin 10 gün içinde maksimum düzeye eriştiğini belirtmişlerdir.

Rutubetin *A.parasiticus*'un pirinçte aflatoksin oluşturmaya etkisini araştırarak Boller ve Schroeder (1974), 30 °C'de *A.parasiticus*'un gelişiminin depo rutubetine bağlı olarak arttığını %70, 75 ve 80 nispi rutubette tanelerin %15-30'unun enfekte olduğunu ve doğal mikrofloradaki küflerin de *A.parasiticus* yanında hızlı geliştiğini, yüksek rutubetlerde fazla miktarda aflatoksin oluştuğunu bulmuşlardır. Maksimum aflatoksin miktarının 100 nispi rutubette 14. günde 40,572 µg/kg olarak belirlendiği çalışmada bu değerin 21. günde 7,543 µg/kg'a düştüğü ve %85 ve üzerindeki nispi rutubetlerde tanelerin %90'ından fazlasının *Aspergillus glaucus* ile enfekte olduğu saptanmıştır.

*A.parasiticus* ile asılanan ve değişik rutubetlerde depolanan arpada aflatoksin oluşumunu inceleyen Chang ve Markakis (1981), %13,5 ve altındaki rutubetlerde aflatoksin tespit etmediklerini, %16,5 rutubette ise eser miktarda aflatoksin oluştuğunu belirtmişlerdir. Maksimum aflatoksin birikiminin %28-31 rutubet aralığında olduğu belirlenen çalışmada,

arpa için %16 ve üzerindeki rutubetlerde 25°C'de depolamanın tehlikeli olduğu sonucuna varılmıştır.

Christensen ve Mirocha (1976), tarafından yapılan bir çalışmada çeltik yoğun olarak *A. parasiticus* ile asılanmış ve 25°C'de %75, 80, 85 nispi rutubetlerde depolanmıştır. Başlangıçta aflatoksin içermeyen örneklerden birinde asilamadan sonra 30 ppb aflatoksin B<sub>1</sub>, 125 ppb aflatoksin G<sub>1</sub> ve daha az miktarda aflatoksin B<sub>2</sub> ve G<sub>2</sub> belirlenmiştir.

Misirin çeşitli su aktivitesi (a<sub>w</sub>) değerlerine esdeğer rutubetlere getirilip tek basına veya diğer küflerle beraber *A.flavus* ile asilandıktan sonra depolandığı bir çalışmada 16 °C ve 0,80 a<sub>w</sub>'de küf gelişimi görülmesine rağmen bu koşulların aflatoksin oluşumu için yeterli olmadığı, aflatoksin oluşması için 26-32 °C'de 0,85-0,89 a<sub>w</sub>'nin gerekli olduğu bulunmuştur. Tek basına *A.flavus* ile asılanan mısırdaki 16 °C ve 0,96 a<sub>w</sub>'de hiç aflatoksin saptanmadığı halde 26 °C ve 0,98 a<sub>w</sub>'de 50 ppb aflatoksin B<sub>1</sub> belirlenmiştir (Trucksess ve ark. 1988).

Aflatoksinlerin doğal çevre koşullarında ve değişen sıcaklıklarda oluştuğu göz önüne alınarak gece-gündüz sıcaklık farklarının aflatoksin oluşumuna etkisi araştırılmış ve bu farkların toksin oluşumunu önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir (Stutz ve Krumperman 1976). Park ve Bullerman (1981, 1983), değişken sıcaklıkta (12 saat 5 °C – 12 saat 25 °C) sabit sıcaklığa göre (15 °C veya 25 °C) daha fazla miktarda aflatoksin oluştuğunu bildirmişlerdir.

*A.flavus* yüksek nem ve yüksek pH (8,0-12,2)'da fazla miktarda aflatoksin üretir. Küfler pH değeri 5-7,8'i çoğalmak için tercih ederler. Besin ve yemlerde yaygın olarak bulunan *A.flavus*'un üremesi için bağıl nemin %85, ürün neminin %18,5, sıcaklığının 30°C ve pH değerinin 3-4,5 olmasının uygun koşullar olduğu belirtilmiştir (Eser ve ark. 1978). Buğday ve diğer karbonhidratlı besinlerin fermantasyonu pH'nin düşmesine neden olmaktadır. Japonya'da ticari amaçla aflatoksin elde etmek için tahıllar fermente edilmektedir (Eser ve ark. 1978). pH 3,0'a doğru düştüğünde küflerin üremelerinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Cotty 1988, Lopez-Malo ve ark. 1997).

Aflatoksin için bitkilerde hasar önceden gerekli olmadığı halde, *A.flavus*'un üreyip aflatoksin oluşturma düzeyi hasarlı tahıllarda, sağlam tahıllardan daha yüksektir (Hill ve ark. 1983, Anderson ve ark. 1975). Mısırdaki hasat öncesi aflatoksin kontaminasyonuna karışan faktörler arasında stres faktörleri dahil edilmiştir. Diğer araştırmacılar, tarlada veya ortamdaki nitrojen

düzeyi ile yüksek düzeydeki aflatoksin arasında pozitif ilişki olduğunu saptamışlardır (Jones ve ark. 1981). Yoğun bitki popülasyonu ve gübrelemenin azalması, tarladaki yabancı otların varlığı aflatoksin düzeyini yükseltmektedir (Cobb 1979).

Küf gelişimi ve mikotoksin üretimini etkileyen faktörlerden bir diğeri ise oksijen ve karbondioksit varlığıdır. Mikotoksin üreten küfler son derece aerobik organizmalar olup bu sebeple oksijene ihtiyaç duyarlar. Düşük oksijen konsantrasyonu ya da diğeri gazların yüksek konsantrasyonu küf büyümesi ile mikotoksin oluşumunu engellemektedir (Ayata 1993).

## **2.5. Aflatoksin Oluşumunu Önleme Yolları ve Detoksifikasyon**

Mikotoksin oluşumunu önlemek için esas çözüm küf ve mikotoksin oluşumuna yol açan koşulların giderilmesi ve bu şekilde sorunun başlamadan çözülmesidir. Tarımsal ürün henüz tarlada iken küf ile kontamine olabilmektedir. Bu nedenle ham mahsulün erken hasat edilmemesi, olgun mahsulün yağmur ve kar altında bırakılmaması, hasattan önce böceklere karşı etkin mücadele ilaçlarının kullanılması, az küflü ürünlerin hasat sırasında ayrılıp sağlam ürüne karıştırılmaması gibi ilk önlemlerle toksin oluşumu büyük ölçüde önlenmektedir. Diğeri etkin bir önlem, bazı tarımsal ürünlerin küf ve toksin gelişmesine direnç gösteren varyetelerinin saptanarak, bunların ekimine özen gösterilmesidir. Ancak bu uzun vadede gerçekleştirilecek bir önlemdir (Karaali 1986).

Ürünün kurutulması aşaması toksin oluşumu açısından oldukça önemli bir aşamadır. Özellikle ülkemizde bosta üzüm, kayısı gibi ürünler olmak üzere birçok tarım ürünü ekonomik olması nedeniyle açık havada, güneşte kurutulmaktadır. Bu durumda koşulları kontrol etmek olanaklı bulunmamakta ve kurutulan ürün açık alanda çeşitli böcek, kus v.b. hayvanın zararına uğramaktadır. Yapay kurutmada ise bu sakıncalar ortadan kalkmaktadır (Cemeroglu ve Acar 1986).

Toksin oluşumunun gözlemlendiği diğeri bir aşama depolama sürecidir. Ürünü depolamadan önce belirli bir nem oranında kurutmak, toksin üretimini durdurabilmekte veya azaltabilmektedir. Optimum nem oranları örneğin mısır, pirinç, buğday v.b. hububatlar için %13-14, ayçiçeği, çigit gibi yağlı tohumlar için %9 olarak belirlenmiştir (Karaali 1986). Ancak bu kontrol metodlarının başarılı olması iyi depolama koşullarına bağlıdır. Böcekler sporların taşıyıcısıdır ve bunların metabolizmalarının oluşturduğu nem bu sporlar için ideal üreme

kosullarini meydana getirir. Bu yüzden depolama sirasinda böceklerin kontrolü mikotoksin kontrolünün kritik bir kismini olusturmaktadır (Karaali 1986, Bates 1994).

Küf ve mikotoksinlerle kontamine olmuş gıdalardan bu istenmeyen ögeleri uzaklastirmak için çeşitli detoksifikasyon metotları mevcuttur. Bu metotlar aflatoksin moleküllerinin spesifik halka yapısının yıkımı esasına dayanır. Aflatoksinlerin detoksifikasyonu veya inaktivasyonu molekülün lakton zincirini kimyasal olarak modifiye etmekle mümkündür. Bu da genellikle sıcaklık veya basınç altında amonyak veya diğer alkali ajanlar ile gerçekleştirilir. Etkili detoksifikasyon işlemlerinin bazıları şunlardır:

- Solar radyasyon ile ısıtılmış, temiz plastik kaplarda amonyaklama,
- Amonyak, sodyum karbonat veya sodyum hidroksit ile yas ihraç etme,
- Alkali ve/veya oksidatif karışımlarla kuru ihraç etme,
- Minimum sıcaklıkta yüksek basınçta amonyaklama,
- Aflatoksini okside etmek ve tadı düzeltmek için ürünün kavrulması,

Ancak ağır amonyaklama sonucu küflü ürün ve yemlerde tat ve aroma kaybı problemleri olmakta, aynı zamanda ürün renginde koyulasma meydana gelmektedir. Bu da ürün kalitesini düşürmektedir (Bates 1994).

Aflatoksinlerin detoksifikasyonu için fiziksel bazı metotlar da geliştirilmiştir. Bunlar:

- Kontamine olan ürünlerdeki renk değişimi esasına dayanan ‘elektronik göz’ adı verilen cihazlarla yapılabilen ayırım,
- Kontamine olan ürünün yoğunluğunun düşmesi esasına dayanan flotasyon (yüzdürme) tekniğidir (Karaali 1986).

Kuru incirde yapılan bir çalışma ile UV ışını altında (365nm) parlak yeşilimsi sarı (PYS) floresans gözlenmesi ile, kalitatif olarak aflatoksin varlığı arasında güçlü bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Kontaminasyon derecesi yaklaşık %1 oranında tahmin edilmiştir. 56 kg örnekten PYS floresanslı incirlerin ayıklanması sonucu, orijinal kontaminasyon düzeyi 22,6’ dan 0,3 µg/kg (ppb) aflatoksin B<sub>1</sub>’ e düşürülmüştür (Steiner ve ark. 1988).

Aflatoksin inaktivasyonu biyolojik metotlar ile de yapılabilir. Aflatoksin oluşturan küf türlerinin hiçbiri diğer küflere karşı etkin bir rekabet sürdürememektedir. Kontamine üründe

bulunan *A.flavus* ve *A.parasiticus* hemen hemen saf bir kültür olmadıkça aflatoksin üretimi ya hiç olmamakta ya da çok düşük düzeyde kalmaktadır. Ancak bu etkileşim pek açık değildir; diğer küfler toksin oluşumunu inhibe ediyor olabilmekte veya aflatoksin gelişiminde oluşan ön ve ara maddeler diğer yarışmacı organizmalar tarafından tüketilebilmektedir. Bu özellik manipüle edilerek ve ürüne bilinçli olarak toksin olmayan yarışmacı bir organizma enfeksiyonu ile aflatoksin oluşumunu kontrol etmek mümkün olabilmektedir (Bates 1994).

## **2.6. Tahil ve Tahil Ürünlerinde Aflatoksin Varlığı ile İlgili Araştırmalar**

Janicki ve ark. (1975), Polonya'da süt tozu, bugday, arpa, çavdar ve yulaftan oluşan ürünlerden toplamışlar ve aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> için ürünleri analiz etmişlerdir. Sonuç olarak süt tozunda hiç bulunmazken, 35 adet tahil ürünlerinden 1 tanesinde Aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>'e rastlamışlardır.

Virginia, Kuzey Carolina, S.E, Missouri, S. Illinbis ve Kentucky'de yapılan bir çalışmada toplanan bugday ve soya örneklerinin hiçbirinde aflatoksine rastlanmamıştır. Ancak 42 bugday örneğinin 19 tanesinde Zearelonone' a rastlanmıştır (Shotwell ve ark. 1977).

Chelkowski ve ark. (1978), Polonya'da çeşitli gıda maddeleri, yağlı tohumlar ve hububatlarda aflatoksin kontaminasyonunu incelemişler, gıdalarda 21 örnekten bir tanesinde 8,4 µg/kg, 24 arpadan bir tanesinde 15,3 µg/kg aflatoksin B<sub>1</sub> tespit etmişlerdir. Çavdar ve yulaf örneklerinde aflatoksine rastlamamışlardır.

Yugoslavya'da yapılan bir çalışmada 14 farklı türden oluşan gıda örneklerinden 666 adet örnek toplanmış ve aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub>, Okratoksin ve Zearelonone analizi yapılmıştır. Bu örneklerin %26'sında (173 örnek) Aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub> bulunmuş, bunun %22,9'unda 5ppb'den düşük, %1,5'inde 10 ppb'den düşük ve %1,5'inde 10 ppb'den yüksek aflatoksin tespit edilmiştir. Tahillerin toplam 242 örneğinden %51,3'ünde Aflatoksin B<sub>1</sub> ve G<sub>1</sub> kontaminasyonuna rastlanmıştır (Pantovic ve Adamovic 1980).

Virginia'da, 1976-1980 yılları arasında her yıl 100 örnek toplanmış ve örneklerde Aflatoksin, Zearelonone ve Okratoksin A analizleri yapılmıştır. Örneklerin hiçbirisinde ne aflatoksin ne de diğer mikotoksin türlerine rastlanmamıştır (Shotwell ve Hesseltine 1983).

Sahin ve Duru (1980), farklı yerlerde depolanan un örneklerini incelemişler un örneklerinin 5'inde aflatoksin miktarının WHO'nun belirlediği limitlere yakın ve onun üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Chang ve Markakis (1981)'e göre toksinlerin gelişebilmesi için ortam şartlarının uygun olması gerekir. Yapılan bu çalışmada, değişik rutubetlerde depolanan arpa *A.parasiticus* ile asılanarak sonuçta %13,5'in altındaki rutubetlerde aflatoksin oluşmadığı, %16,5 rutubette ise eser miktarda aflatoksin oluştuğunu belirtmişlerdir. Maksimum aflatoksin birikimi %28-31 rutubet aralığında meydana geldiği için arpa için %16 ve üzerindeki rutubetlerde 25°C'de depolanmasının aflatoksin gelişimi bakımından tehlikeli olduğu sonucuna varmışlardır.

Kulmanov (1982), Alma-Ata ve Dzhambul'da mısır, buğday, arpa, darı ve pirinçten oluşan 160 adet depolanmış tahıl ürünü toplamış, TLC kullanarak aflatoksin analizi yapmıştır. Sonuçta buğdayın %4-5'inde 5-10 µg/kg arasında aflatoksin B<sub>1</sub> tespit etmiştir. Buna göre depolanmış tahıllarda titizlikle aflatoksin analizinin yapılması gerektiğini ve özellikle gıdalarda mikotoksin analizinin sürekli yapılması gerektiğini tavsiye etmiştir.

Miguel ve Andus (1982), 15 farklı üründe TLC yöntemi kullanarak Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, Okratoksin A ve Zearelenon analizi yapmışlar, buğdayda 3µg/kg toplam aflatoksin tespit etmişlerdir.

Polonya'da yapılan başka bir çalışmada ise 44 arpa, 42 buğday ve 45 çavdar numunesi toplanmış ve TLC kullanarak mikotoksin analizi yapılmıştır. Arpa ve buğdayın sadece bir tanesinde 20-26,4 µg/kg arasında Aflatoksin B<sub>1</sub> olduğu belirlenmiştir (Czerwiecki 1982).

Erdem (1982), Ankara piyasasında rastgele 25 firından 25 un ve 25 ekmeği toplamış ve aflatoksin taraması yapmıştır. Örneklerden sadece iki tanesinde standart B<sub>1</sub> ile aynı R<sub>f</sub> değerine sahip süpheli mavi floresan leke görmüş, ancak yapılan doğrulama testleri ile bunun Aflatoksin B<sub>1</sub> olmadığını tespit etmiştir.

Kazakistan'da yapılan bir çalışmada 1980-1982 yılları arasında 657 buğday, 339 un, 301 pasta, 97 yulaf, 161 pirinç ve 20 süt numunesinden oluşan toplam 1575 örnek toplanmış ve bu örneklerin mikroflora ve aflatoksin düzeyi kontrol edilmiştir. Unda ve pastada *A.flavus*, *A.niger*, *A.nidulans*, *Penicillium spp.* olduğu saptanmıştır. Gıdalarda aflatoksin bulunmamış,

fakat süt tozundan yapilmis ve siselenmis veya polietilenle paketlenmis 10 adet sütte Aflatoksin B<sub>1</sub> düzeyinin 0,1- 0,5 µg/l, ikisinde de Aflatoksin M<sub>1</sub> düzeyinin 0,35-0,40 µg/l olduğu ve özellikle aflatoksin B<sub>1</sub>'in yanlis depolama sonucunda ortaya çıktığı ifade edilmistir (Sharmanov ve ark. 1984).

Cole ve ark. (1985), ædelenmis tahil tanelerinde topragin sicakliginin 24,8°C ve daha düsük olduğu durumlarda aflatoksin tespit edememis, sicakligin 29'dan 30,5 °C'ye yükselmesi durumunda tahil teneleri çok fazla miktarda (ortalama 365 ppb) ile aflatoksin ile kontamine olmuslardir.

oksyler ve ark. (1987), bulgur üretiminin yogun olduğu Gaziantep ve Karaman'daki esitli imalathanelerden agustos ve ekim aylarında aldıkları bulgur örneklerinde toksin olusumu, nem-sicaklik, kf iliskisini incelemisler, Karaman bölgesinde, sicakligin az, nispi nemin fazla olmasi nedeni ile kf gelismisi için Gaziantep'e göre çok daha uygun sartlarda olduğunu rapor etmislerdir. Ayrica 1985 ve 1986 yıllarında isletmelerden 15 ve piyasadan 35 olmak üzere toplam 50 bulgur örneğinde yapılan aflatoksin analizi sonunda hiçbir örneğin tespit edilebilir miktarda aflatoksin içermediği saptanmistir.

Trinidad'da yapılan bir alısmada, ig yer fistiği, fistic ezmesi, bugday unu, tavuk ve domuz yemlerinden olusan 64 adet numune aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> aisından analiz edilmistir. Bunlardan sadece 1 adet fistic ezmesi örneğinde ince tabaka kromatografisi (TLC) ile 2,1 ng/g düzeyde, yüksek basınçli sivi kromatografisi (HPLC) ile 1,6 ng/g düzeyde aflatoksin G<sub>1</sub> saptanmistir (Yen ve Felmine 1987).

Unlu besinlerde yapılan bir arastirmada, 60 adet örnekle alisilmis ve örneklerin kf yükü 0-88x10<sup>2</sup> kob /g arasında saptanmistir. Bu örneklerden baskin olarak yine *Penicillium* ve *Aspergillus* türleri izole edilmiş, diğer cinslerden *Rhizopus*, *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ulacladium*, *Phoma*, *Geotrichum* ve *Euroticum*'un da bulasik oldukları belirtilmistir (Topal 1988).

Ortalama nem ve isi değerlerine göre seçilen 9 ilden toplanan 540 bulgur rneğinde Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> ile Okratoksin A analizleri yapilmistir. Analiz sonuçlarına göre 11 bulgur rneği Aflatoksin B<sub>1</sub>, iki bulgur rneği Aflatoksin B<sub>2</sub>, ve iki örnekte Aflatoksin G<sub>1</sub> aisından süpheli olarak değerlendirilmistir. Yapılan dogrulama alısmaları sonunda 4 bulgur

örneğinde aflatoksin B<sub>1</sub> pozitif bulunmuştur. İnce tabaka kromatografisi (TLC) ile görsel miktar tayinleri sonunda pozitif olan bulgur örneklerinde, 4 örneğin ikisinde 7,0 ppb, diğerlerinde sırasıyla 5,4 ve 10 ppb Aflatoksin B<sub>1</sub> belirlenmiştir. Aflatoksin B<sub>1</sub> belirlenen örneklerin hepsinin satış yerlerinden alındığı anlaşılmıştır. İncelenen bulgur örneklerinden 13'ü ise Okratoksin A açısından şüpheli olarak değerlendirilmiştir. Doğrulama çalışmaları ve ikinci TLC sonucu bu örneklerde Okratoksin A bulunmadığı belirtilmiştir (Tayfur 1991).

Ekmek ve benzeri unlu besinlerin küf florasi üzerine yapılan bir çalışmada 20 örnek incelenmiş ve 64 küf izole edilerek tanıları yapılmıştır. Bu izolatların 34'ü yani %53,1'i *Aspergillus*, 24'ü *Penicillium* cinslerinin değişik türleri olarak belirlenmiştir. Diğer suslardan biri *Paecilomyces*, 5'i ise *Rhizopus* cinsine sınıflanmıştır (Göçmen ve Sahin 1997).

Daglioglu ve ark. (1999), Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren un değirmenlerinde kullanılan ekmeklik bugdaylar ile bunların öğütme ürünlerinde aflatoksin (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>) varlığı araştırmışlar, 15 un fabrikasından 4 ayrı mevsimde alınan toplam 60 adet bugday örneğinin 7 sinde 1,0-4,5 µg/kg arasında aflatoksin belirlemişlerdir. Söz konusu bugdayların un fabrikalarında öğütülmesiyle elde edilen toplam 60 adet ekmeklik un örneğinin hiç birisinde aflatoksine rastlanmazken, razmol+kaba kepek+bonkaliteden oluşan yan ürünlerin 1:1:1 karışımından oluşan 60 adet örneğin 4'ünde 0,5-1,2 µg/kg arasında aflatoksin B<sub>1</sub> olduğu belirlenirken, Aflatoksin B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>'nin ise hiç bir örnekte bulunmadığını bildirmişlerdir.

## 2.7. Yasal Düzenlemeler

Aflatoksinlerin gıdalarda ve hayvan yemlerinde bulunma düzeyleri, gerek halk sağlığı gerekse ekonomik kayıplar nedeniyle çeşitli ülkelerin sorumlu resmi mercileri tarafından önemle ele alınmış ve aflatoksinler için sınırlar getirilmiştir. Günümüzde birçok ülkede aflatoksinler için tolerans düzeyleri gıda maddelerinde 5-25 µg/kg (ppb) sınırlarında olup yemlerde genellikle daha yüksektir (FAO 1990).

Türk Gıda Kodeksi'ni, Gıda Maddelerinde Belirli Bulunanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkındaki Tebliğ'e göre gıda maddelerindeki maksimum mikotoksin seviyeleri Çizelge 2,2'de verilmiştir.



Çizelge 2.2. Gıda maddelerinde belirli bulasanların maksimum seviyeleri (Anonim 2002).

Gıda Maddesi	Maksimum Seviye (ppb)				
	Aflatoksin			Okratoksin A	Patulin
	B1	B1+B2+G1+G2	M1		
Findik, yer fıstığı ve diğer yağlı kuru meyveler, yağlı tohumlar, incir üzüm ve kurutulmuş meyveler ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar	5	10			
Tahıllar (karabugday- <i>fagopyrum sp.</i> dahil) ve tahıl ürünleri	2	4			
Süt			0,05		
Süt tozu			0,5		
Peynir			0,25		
Bebek mamaları ve devam formülleri (süt bazlı)			0,05		
Bebek mamaları ve bebek gıdaları	1	2			
Baharat	5	10			
Diğer gıda maddeleri *	5	10			
İşlenmemiş tahıl taneleri (çeltik ve karabugday dahil)				5	
Tahıllardan elde edilen bütün ürünler (tahıl bazlı işlenmiş ürünler ve doğrudan insan tüketimine sunulan tahıl taneleri)				3	
Kuru üzüm				10	
Elma suyu ve elma suyu içeren içecekler ve sirkeler **					50

Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne göre tahıl unlarında küf sayısı 5 örnekten iki tanesinde maksimum  $10^4$  kob/g üzerinde olmamalıdır (Anonim 2006 a).

### 3. METERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Meteryal

Arastirma materyalini Çorum ve Tekirdag illerinde üretilen ve tüketime sunulan ekmeklik un, tam bugday unu ve çavdar unu örnekleri oluşturmaktadır. Çorum ilinden 25 adet ekmeklik un (Tip 550, 650 ve 850), 20 adet tam bugday unu, 10 adet çavdar unu ve Tekirdag ilinden 10 adet ekmeklik un (Tip 550, 650 ve 850), 20 adet tam bugday unu, 5 adet çavdar unu olmak üzere toplam 90 adet numune 1'er kg'lık paketler halinde tesadüfi örnekleme yöntemine göre, hepsi farklı firmalara ait olmak üzere alınmıştır. Örnekler alındıktan sonra laboratuara getirilmiş ve analizleri yapılmıştır. Örnekler analize alınincaya kadar oda sıcaklığında, karanlık bir ortamda bekletilmiştir.

#### 3.2. Yöntemler

Aflatoksin analizleri Elisa Test Kitleri (Veratox®) kullanılarak yapılmıştır (Anonim 2006 b).

Resim 3.1. Elisa test kitleri (Veratox®)



##### 3.2.1. Aflatoksin analizi için örneklerin hazırlanması

Örnekler laboratuarda homojen hale getirilmiş  $\frac{1}{4}$ 'ü alınıp tekrar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Bu işlem seri halde tekrarlanarak örnek azaltılmış ve azaltılmış örnekten 5g tartılıp, 25 ml %70'lik metanol solüsyonu ile karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım blender'da yüksek hızla 2 dakika karıştırılmış, karışım whatman-1 filtre kağıdından süzülmesi ve süzüntüden 100  $\mu$ l alınmıştır.

### 3.2.2. Aflatoksin analizinin yapilisi

Tüm kimyasallar kullanmadan önce oda sicakligina getirilmis ve hafifçe çalkalanmistir. Tüm kirmizi isaretli karistirma kuyucuklarına 100µl mavi isaretli konjuge ilave edilmistir. Her seferinde pipet ucunu degistirmek kaydiyla, 1 numarali kuyucuga 100 µl 0 ppb kontrolü, 2 numarali kuyucuga 100 µl 1 ppb kontrolü, 3 numarali kuyucuga 100 µl 2 ppb kontrolü, 4 numarali kuyucuga 100 µl 4 ppb kontrolü, 5 numarali kuyucuga 100 µl 8 ppb kontrolü, diger kuyucuklara ise numuneler koyulmustur. Bu islem sirasinda ayni zamanda pipetle çekip birakarak karistirma islemi de gerçekteştirilmistir. Daha sonra her bir kuyucuktan 100 µl pipetleyerek isaretsiz antikor kapli kuyucuklara aktarilmis ve oda sicakliginda 10 dakika inkübasyona birakilmistir. Inkübasyon asamasindan sonra antikor kapli kuyucukların içi dökülüp saf suyla 5 defa yikanmis ve kagit havlu yardimiyla kurulanmistir. Tekrar her defasinda yeni bir pipet kullanarak kuyucukların içine 100 µl yesil isaretli substrattan aktarilmis ve 10 dakika inkübasyona birakilmistir. Inkübasyondan sonra tüm kuyucuklara 100 µl kirmizi isaretli stop solusyonunu aktarilmistir. Test bitiminden sonra, kuyucukların alti kurulanip hava kabarciklarının olmamasina dikkat edilerek 650 nm’de Elisa “ELx800 Serisi Microplater Reader” okuyucuda okunmustur. Sonuçlar bilgisayar ortaminda özel program ile otomatik olarak hesaplanmistir.

Resim 3.2. Kontrol ve örnek kuyucuklari



### 3.2.3. Maya küf sayisinin belirlenmesi

Örneklerden, 90 ml’lik peptonlu su üzerine 10 g tartılarak dilisyon hazirlanmistir. Bu dilisyonlardan 1 ml alinip 9 ml peptonlu su içeresine aktarilarak 2. dilisyon ve seri dilisyonlar sirasiyla hazirlanmistir. Bu dilisyonlardan 1 ml örnek, pH degeri % 10 luk tartarik asit ile 3,5’e düşürülmüş PDA (Potato Dekstrose Agar)’ya ekim yapilip 25 °C sicaklikta 3 gün inkübe edilmistir. Sonuçlar sayilip dilisyon katsayisi ile çarpilarak hesaplanmistir (Baumgart 1993).

### **3.3. İstatistiksel Analizler**

Analiz sonuçlarına göre un örnekleri istatistiki olarak illere göre değerlendirilmiştir, analiz sonuçlarına göre iller arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla tamamen sansa bağlı deneme planında varyans analizi yapılmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynakları LSD testine tabi tutulmuştur. Küf sayıları ile aflatoksin arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon analizleri yapılmıştır (Soysal 1998).

## 4. ARASTIRMA BULGULARI

### 4.1. Çavdar Unu Örneklerinde Aflatoksin Varlığı

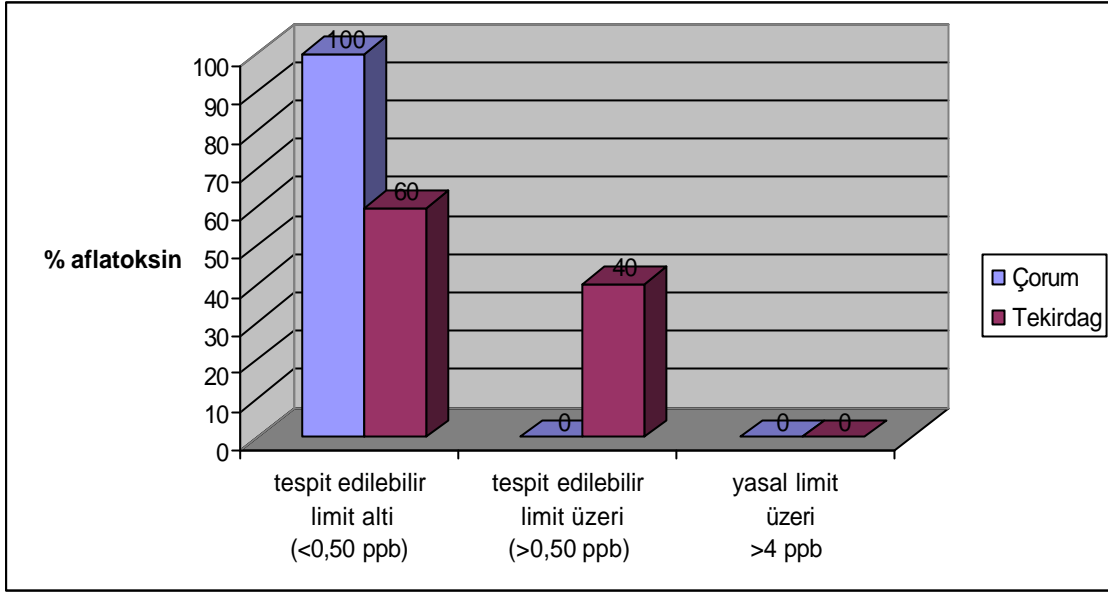
Çorum ve Tekirdag illerinden alınan çavdar unu örneklerinde aflatoksin analizleri yapılmış ve analiz sonuçlarına göre, örneklerin hiç birinin yasal limitlerin üzerinde aflatoksin içermediği belirlenmiştir. Tekirdag ilinden alınan 5 adet çavdar unu örneğinin iki tanesi tespit edilebilir miktarın (0,50 ppb) üzerinde aflatoksin içerirken, Çorum ilinden alınan 10 adet çavdar unu örneğinin tamamının aflatoksin içeriği tespit edilebilir limitin altında bulunmuştur. Tekirdag ilinde ise maksimum 2,10 ppb düzeyinde aflatoksin tespit edilmiştir.

Çorum ilinden alınan 10 adet çavdar unu ve Tekirdag ilinden alınan 5 adet çavdar unu örneklerinin aflatoksin içerikleri Çizelge 4,1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çavdar unlarının aflatoksin içerikleri (ppb)

Çorum İli Çavdar Unu Örnekleri				Tekirdag İli Çavdar Unu Örnekleri	
Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı
1	<0,50	6	<0,50	1	1,23
2	<0,50	7	<0,50	2	<0,50
3	<0,50	8	<0,50	3	2,10
4	<0,50	9	<0,50	4	<0,50
5	<0,50	10	<0,50	5	<0,50
<b>Max.</b>		<0,50		<b>Max.</b>	2,10
<b>Min.</b>		<0,50		<b>Min.</b>	<0,50

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan çavdar unu örneklerinin toplam aflatoksin miktarları, tespit edilebilir limitin (0,50 ppb) altındakiler, üzerindeki ve yasal limitin üzerindeki olarak yüzdesel şekilde gösterilmiştir. Çavdar unlarının aflatoksin bulunma yüzdesi Grafik 4,1'de verilmiştir.



Grafik 4.1. Çavdar unlarında illere göre aflatoksin bulunma oranları

Çorum ilinden alınan çavdar unu örneklerinin hiç birisinin yasal ve tespit edilebilir limitlerin üzerinde aflatoksin içermediği belirlenmiştir. Tekirdag ilinden alınan çavdar unu örneklerinde örneklerin tamamının aflatoksin içeriğinin yasal limitin altında olduğu, bununla birlikte örneklerin %60'lık kısmının aflatoksin içeriği tespit edilebilir miktarın altında iken %40'inin ise tespit edilebilir miktar olan 0,50 ppb'nin üzerinde olduğu bulunmuştur.

Çavdar unu örneklerinin aflatoksin değerlerine göre Çorum ve Tekirdag illeri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4,2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çavdar unlarının aflatoksin düzeylerinin illere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Karalar Ortalaması	F Değeri
Bölgeler	1	4,4356	4,4356	17,16*
Hata	43	11,1164	0,2585	
Toplam	44	15,5519		

\*P < 0,05 düzeyinde önemli

Varyans analizi tablosuna göre Çorum ve Tekirdag illerinden alınan örneklerin, aflatoksin içerikleri bakımından birbirinden farklılıkları  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan iller LSD karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4,3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çavdar unlarının aflatoksin düzeylerinin illere göre LSD testi

İller	Ortalamalar	Sonuç
Tekirdag	0,66	A
Çorum	0,00	B

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan çavdar unu örneklerinin aflatoksin içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Tekirdag ili çavdar unu örneklerinin aflatoksin içeriği Çorum ilinden daha yüksektir. Bu durum örneklerin alındıkları işletmelerin teknik ve hijyenik koşullarında ki farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi iller arasındaki nispi rutubet farkının da etkili olabileceği düşünülmektedir. Meteoroloji verilerine göre Tekirdag ilinde nispi rutubet Çorum iline kıyasla daha yüksektir (Anonim 2008) ve havanın nisbi rutubet oranı fazlalığının toksin oluşumu için daha elverişli olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

#### 4.2. Çavdar Unu Örneklerinin Küf Sayıları

Çorum ilinden alınan 10 adet ve Tekirdag ilinden alınan 5 adet çavdar unu örneğinde küf analizleri yapılmış ve Çorum ili un örneklerinin 1 tanesinin ve Tekirdag ili un örneklerinin ise 2 tanesinin yasal limitin üzerinde küf içerdiği tespit edilmiştir. Çorum ili çavdar unu örneklerinin küf miktarları  $1,00 \times 10^2$ -  $1,05 \times 10^4$  kob/g arasında bulunmuş ve küf miktarları ortalaması  $3,20 \times 10^3$  kob/g olarak belirlenmiştir. Tekirdag ilinde ise örneklerde ki küf miktarları  $4,00 \times 10^3$ - $1,00 \times 10^5$  kob/g arasında ve ortalama  $2,75 \times 10^4$  kob/g olarak belirlenmiştir.

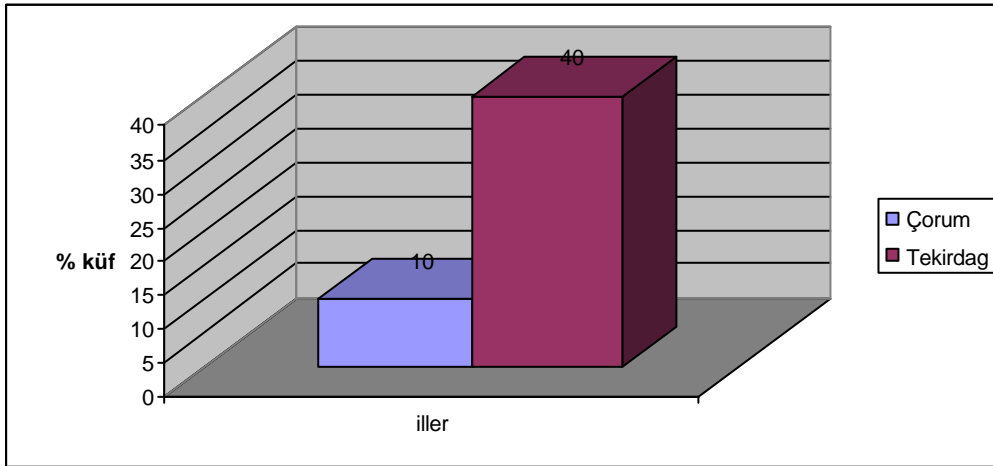
Çorum ilinden alınan 10 adet çavdar unu ve Tekirdag ilinden alınan 5 adet çavdar unu örneğinde küf miktarı Çizelge 4,4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Çavdar unlarının küf sayısı (kob/g)

Çorum İli Çavdar Unu Örnekleri				Tekirdag İli Çavdar Unu Örnekleri	
Örnek No	Küf Miktarı	Örnek No	Küf Miktarı	Örnek No	Küf Miktarı
1	$1,05 \times 10^4$	6	$3,50 \times 10^3$	1	$1,00 \times 10^5$
2	$1,70 \times 10^3$	7	$3,70 \times 10^2$	2	$1,00 \times 10^4$
3	$2,30 \times 10^3$	8	$3,50 \times 10^3$	3	$1,52 \times 10^4$
4	$1,00 \times 10^2$	9	$2,30 \times 10^3$	4	$8,20 \times 10^3$
5	$1,70 \times 10^3$	10	$6,00 \times 10^3$	5	$4,00 \times 10^3$
<b>Max.</b>		$1,05 \times 10^4$		<b>Max.</b>	$1,00 \times 10^5$
<b>Min.</b>		$1,00 \times 10^2$		<b>Min.</b>	$4,00 \times 10^3$
<b>Ort.</b>		$3,20 \times 10^3$		<b>Ort.</b>	$2,75 \times 10^4$

Çorum ilinden alınan çavdar unu örneklerinin %10'unun, Tekirdag ilinden alınan çavdar unu örneklerinin ise %40'ünün yasal limitin üzerinde küf içerdiği belirlenmiştir. Tekirdag ilinde yasal limitin üzerindeki küf oranları Çorum ilinden daha yüksektir.

Çavdar unu örneklerinde küf sayıları yasal limitin üzerinde olanların illere göre yüzdesel oranları Grafik 4,2'de verilmistir.



Grafik 4.2. Çavdar unlarında illere göre yasal limitin üzerinde küf oranları



Çavdar unu örneklerinin küf değerlerine göre Çorum ve Tekirdag illeri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4,5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çavdar unlarının küf düzeylerinin illere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Karalar Ortalaması	F Değeri
İller	1	7,656	7,656	26,14*
Hata	43	12,593	0,293	
Toplam	44	20,249		

\*P < 0,05 düzeyinde önemli

Varyans analizi tablosuna göre Çorum ve Tekirdag illerinden alınan çavdar unu örneklerinin küf içerikleri bakımından birbirinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan bölgeler LSD karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4,6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çavdar unlarının küf düzeylerinin illere göre LSD testi

İller	Ortalamalar	Sonuç
Tekirdag	4,1380	A
Çorum	3,2630	B

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan çavdar unu örneklerinin küf içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuş ve farklı gruplarda yer almıştır. Tekirdag ili çavdar unu örneklerinin küf içeriği Çorum ilinden daha yüksek bulunmuştur. Tekirdag ilinden alınan örneklerdeki küf sayısının fazlalığında, işletmedeki üretim ve depolama koşulları, depolama süreleri, hijyenik koşulların farklılıkları ve havanın nisbi rutubet farklılıklarının etkili olabileceği düşünülmektedir.

### 4.3. Tam Bugday Unu Örneklerinde Aflatoksin Varlığı

Çorum ve Tekirdag illerinden 20'ser adet tam bugday unu örnekleri alınmış ve örneklerde aflatoksin analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre her iki ildeki un örneklerinin aflatoksin içeriği yasal limitlerin altındadır. Çorum ili tam bugday unu örneklerinin 1 tanesinde, Tekirdag ili un örneklerinin ise 3 tanesinde tespit edilebilir limitin (0,50 ppb) üzerinde aflatoksin bulunmuştur. Çorum ve Tekirdag illerindeki maksimum aflatoksin içerikleri sırasıyla 0,56 ve 1,99 ppb'dir.

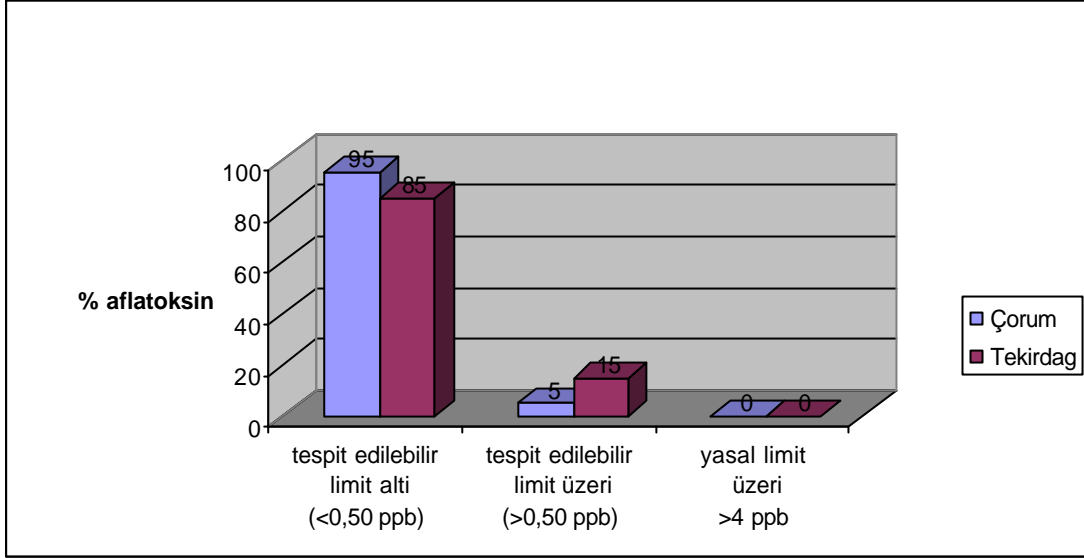
Çorum ve Tekirdag illerinden alınan 20'ser adet tam bugday unu örneğinin toplam aflatoksin miktarları Çizelge 4,7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Tam bugday unlarının aflatoksin içerikleri (ppb)

Çorum İli Tam Bugday Unu Örnekleri				Tekirdag İli Tam Bugday Unu Örnekleri			
Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı
1	<0,50	11	<0,50	1	<0,50	11	<0,50
2	<0,50	12	<0,50	2	<0,50	12	<0,50
3	<0,50	13	<0,50	3	<0,50	13	<0,50
4	<0,50	14	<0,50	4	<0,50	14	<0,50
5	<0,50	15	<0,50	5	0,52	15	1,99
6	<0,50	16	<0,50	6	<0,50	16	1,20
7	<0,50	17	<0,50	7	<0,50	17	<0,50
8	<0,50	18	<0,50	8	<0,50	18	<0,50
9	<0,50	19	<0,50	9	<0,50	19	<0,50
10	<0,50	20	0,56	10	<0,50	20	<0,50
Max.		0,56		Max.		1,99	
Min.		<0,50		Min.		<0,50	

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan tam bugday unu örneklerinin toplam aflatoksin miktarları, tespit edilebilir limitin (0,50 ppb) altındakiler, üzerindeki ve yasal limitin üzerindeki şeklinde yüzdesel olarak Grafik 4,3'de verilmiştir.

Çorum ve Tekirdag illeri tam bugday unu örneklerinin tamamının aflatoksin içeriği yasal limitin altındadır. Tespit edilebilir düzeyin üzerinde aflatoksin içeren tam bugday unu örneklerinin oranı Çorum ilinde %5, Tekirdag ilinde ise %15'dir.



Grafik 4.3. Tam bugday unlarında illere göre aflatoksin bulunma oranları

Tam bugday unu örneklerinin aflatoksin değerlerine göre, Çorum ve Tekirdag illeri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4,8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tam bugday unlarının aflatoksin düzeylerinin illere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Karalar Ortalaması	F Değeri
İller	1	0,749	0,749	5,59
Hata	118	15,810	0,134	
Toplam	119	16,559		

Varyans analizi tablosuna göre Çorum ve Tekirdag illerinden alınan örneklerin aflatoksin içeriği bakımından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. İller arasındaki farklılıklar önemsiz olduğundan LSD testi yapılmamıştır.

#### 4.4. Tam Bugday Unu Örneklerinin Küf Sayıları

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan 20'ser adet tam bugday unu örneklerinde küf analizleri yapılmış ve analiz sonuçlarına göre tam bugday unu örneklerinde, Çorum ilinde 1 ve Tekirdag ilinde ise 9 adedinde yasal limitin üzerinde küf içeriği tespit edilmiştir. Çorum ili tam bugday unu örneklerinin küf miktarları  $4,70 \times 10^2$  -  $1,37 \times 10^4$  kob/g arasında bulunmuş ve örneklerin küf ortalaması  $3,46 \times 10^3$  kob/g olarak belirlenmiştir. Tekirdag ili örneklerinin küf içeriği  $1,70 \times 10^3$  -  $4,62 \times 10^4$  kob/g değerleri aralığındadır. Tekirdag ili örneklerinin ortalama küf miktarı ise  $1,15 \times 10^4$  kob/g'dir.

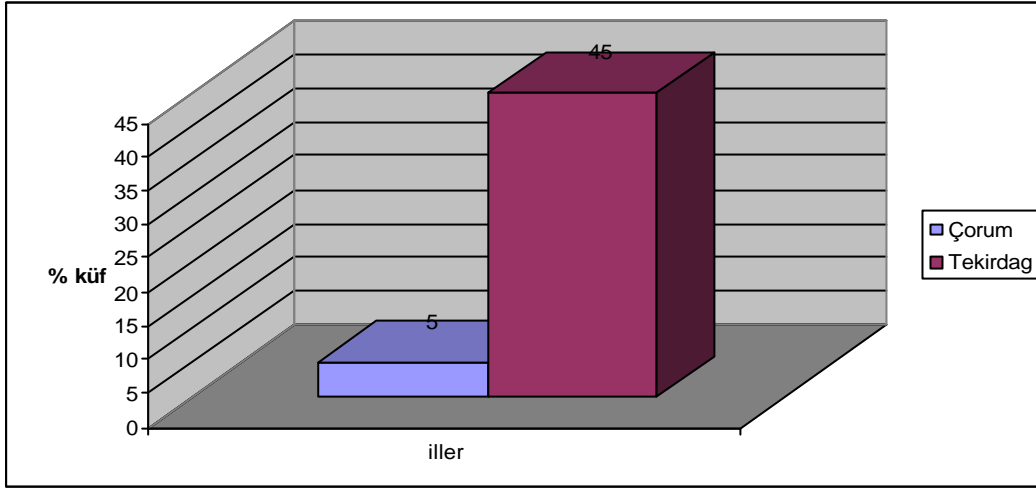
Çorum ve Tekirdag illerinden alınan 20'ser adet tam bugday unu örneğinin küf sayıları Çizelge 4,9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tam bugday unlarının küf sayısı (kob/g)

Çorum İli Tam Bugday Unu Örnekleri				Tekirdag İli Tam Bugday Unu Örnekleri			
Örnek no	Küf miktarı	Örnek no	Küf miktarı	Örnek no	Küf miktarı	Örnek no	Küf miktarı
1	$6,30 \times 10^3$	11	$4,20 \times 10^3$	1	$3,20 \times 10^3$	11	$1,03 \times 10^4$
2	$2,00 \times 10^3$	12	$1,70 \times 10^3$	2	$1,85 \times 10^4$	12	$7,50 \times 10^3$
3	$1,50 \times 10^3$	13	$3,20 \times 10^3$	3	$9,50 \times 10^3$	13	$1,82 \times 10^4$
4	$5,70 \times 10^3$	14	$2,00 \times 10^3$	4	$2,20 \times 10^3$	14	$5,00 \times 10^3$
5	$1,00 \times 10^3$	15	$4,80 \times 10^3$	5	$7,30 \times 10^3$	15	$1,70 \times 10^3$
6	$5,10 \times 10^2$	16	$1,00 \times 10^3$	6	$6,00 \times 10^3$	16	$1,70 \times 10^4$
7	$4,80 \times 10^3$	17	$3,50 \times 10^3$	7	$1,50 \times 10^4$	17	$1,42 \times 10^4$
8	$6,00 \times 10^2$	18	$9,00 \times 10^3$	8	$1,75 \times 10^4$	18	$1,35 \times 10^4$
9	$7,30 \times 10^2$	19	$1,37 \times 10^4$	9	$4,80 \times 10^3$	19	$4,62 \times 10^4$
10	$4,70 \times 10^2$	20	$2,5 \times 10^3$	10	$9,20 \times 10^3$	20	$3,50 \times 10^3$
<b>Max.</b>		$1,37 \times 10^4$		<b>Max.</b>		$4,62 \times 10^4$	
<b>Min.</b>		$4,70 \times 10^2$		<b>Min.</b>		$1,70 \times 10^3$	
<b>Ort.</b>		$3,46 \times 10^3$		<b>Ort.</b>		$1,15 \times 10^4$	

Tam buğday unu örneklerinde, küf sayıları yasal limitin üzerinde olanların illere göre yüzdesel oranları Grafik 4,4’de verilmistir.

Çorum ilinden alınan tam buğday unu örneklerinde %5 ve Tekirdag ilinden alınanlarda ise %45 oranında yasal limitin üzerinde küf içeriği tespit edilmiştir. Tekirdag ilinde bu oran Çorum iline göre oldukça yüksek bulunmuştur.



Grafik 4.4. Tam buğday unlarında illere göre yasal limitin üzerinde küf oranları

Tam buğday unu örneklerinin küf değerlerine göre Çorum ve Tekirdag illeri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4,10’da verilmistir.

Çizelge 4.10. Tam buğday unlarının küf düzeylerinin illere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Karalar Ortalaması	F Değeri
İller	1	10,538	10,538	66,32*
Hata	118	18,750	0,159	
Toplam	119	29,288		

\*P < 0,05 düzeyinde önemli

Varyans analizi tablosuna göre Çorum ve Tekirdag illerinden alınan örneklerin küf içerikleri bakımından birbirinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan bölgeler LSD karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4,11’ de verilmistir.

Çizelge 4.11. Tam bugday unlarının küf düzeylerinin illere göre LSD testi

İller	Ortalamalar	Sonuç
Tekirdağ	3,9280	A
Çorum	3,3353	B

Çorum ve Tekirdağ illerinden alınan tam bugday unu örnekleri küf içerikleri bakımından istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Çavdar unu örneklerinde olduğu gibi, tam bugday unu örneklerinde de Tekirdağ ilinden alınan örneklerin aflatoksin içeriğinin Çorum ilinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.5. Ekmeklik Un Örneklerinde Aflatoksin Varlığı

Çorum ilinden alınan 25 adet ve Tekirdağ ilinden alınan 10 adet ekmeklik un örneğinde aflatoksin analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4,12’ de verilmiştir.

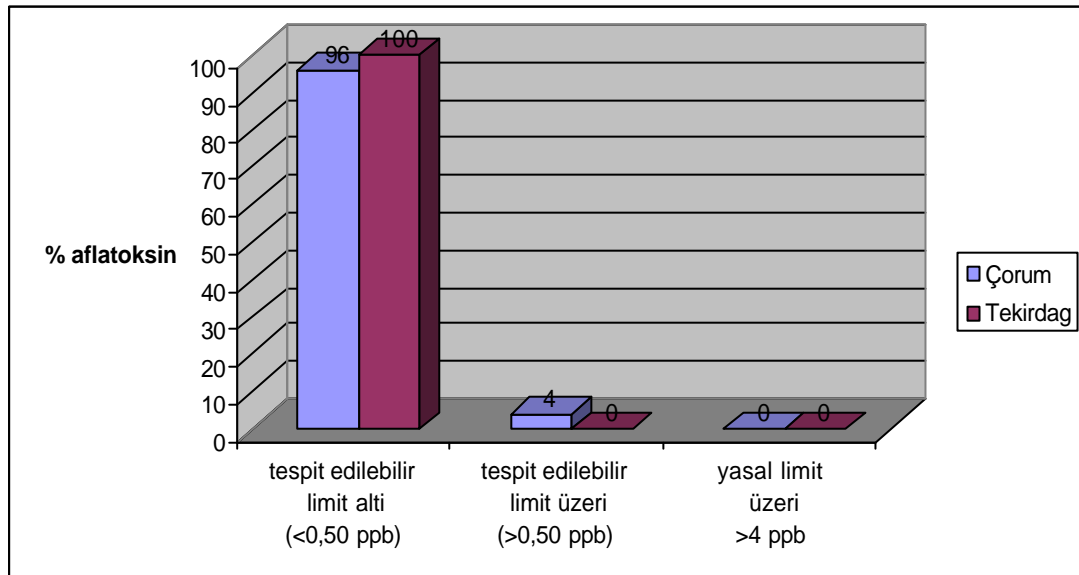
Çizelge 4.12. Ekmeklik unlarının aflatoksin içerikleri (ppb)

Çorum İli Ekmeklik Un Örnekleri				Tekirdağ İli Ekmeklik Un Örnekleri	
Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı	Örnek no	Aflatoksin miktarı
1	<0,50	14	<0,50	1	<0,50
2	<0,50	15	<0,50	2	<0,50
3	<0,50	16	<0,50	3	<0,50
4	<0,50	17	<0,50	4	<0,50
5	<0,50	18	<0,50	5	<0,50
6	<0,50	19	<0,50	6	<0,50
7	<0,50	20	<0,50	7	<0,50
8	<0,50	21	<0,50	8	<0,50
9	<0,50	22	<0,50	9	<0,50
10	<0,50	23	<0,50	10	<0,50
11	<0,50	24	<0,50		
12	0,56	25	<0,50		
13	<0,50				
<b>Max.</b>		0,56		<b>Max.</b>	<0,50
<b>Min.</b>		<0,50		<b>Min.</b>	<0,50

Ekmeklik un örneklerinin hiç birisinde yasal limit üzerinde aflatoksin tespit edilememiştir. Çorum ili ekmeklik un örneklerinin 1 tanesi tespit edilebilir miktarın (0,50 ppb) üzerinde, 0,56 ppb düzeyinde aflatoksin içerirken, Tekirdag ili örneklerinin ise tamamının tespit edilebilir miktarın altında olduğu belirlenmiştir.

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan ekmeklik un örneklerinin toplam aflatoksin miktarları, tespit edilebilir limitin (0,50 ppb) altındakiler, üzerindeki ve yasal limitin üzerindeki şekilde yüzdesel olarak Grafik 4,5' de verilmektedir.

Örneklerin tamamının aflatoksin içeriği yasal limitin altındadır. Çorum ili ekmeklik un örneklerinin %4'ünün aflatoksin içeriği tespit edilebilir limitin üzerinde iken Tekirdag ili ekmeklik un örneklerinin ise tamamının aflatoksin içeriği bu limitin altında tespit edilmiştir.



Grafik 4.5. Ekmeklik unlarda illere göre aflatoksin bulunma oranları

Ekmeklik un örneklerinin, aflatoksin değerlerine göre Çorum ve Tekirdag illeri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4,13' de verilmektedir.

Çizelge 4.13. Ekmeklik unların aflatoksin düzeylerinin illere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Karalar Ortalaması	F Değeri
İller	1	0,01037	0,01037	1,23
Hata	103	0,87140	0,00846	
Toplam	104	0,88177		

Varyans analizi tablosuna göre Çorum ve Tekirdag illerinden alınan ekmeklik un örneklerinin, aflatoksin içerikleri bakımından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. İller arasındaki farklılıklar önemsiz olduğundan LSD testi yapılmamıştır.

#### 4.6. Ekmeklik Un Örneklerinin Küf Sayıları

Çorum ilinden alınan 25 ve Tekirdag ilinden alınan 10 adet ekmeklik un örneğinde küf analizleri yapılmış ve Çorum ilinden alınan ekmeklik unların hiç birisinde yasal limitin üzerinde küf içerisine rastlanmazken, Tekirdag ili örneklerinin ise 3 tanesinin yasal limit üzerinde küf içerdiği tespit edilmiştir. Örneklerde ki küf miktarları Çorum ilinde  $1,50 \times 10^2$ -  $6,80 \times 10^3$  kob/g ve Tekirdag ilinde  $1,70 \times 10^3$ -  $1,17 \times 10^4$  kob/g aralığındadır. Örneklerin ortalama küf miktarları ise Çorum ve Tekirdag illerinde sırasıyla  $2,68 \times 10^3$  kob/g ve  $6,78 \times 10^3$  kob/g olarak bulunmuştur.

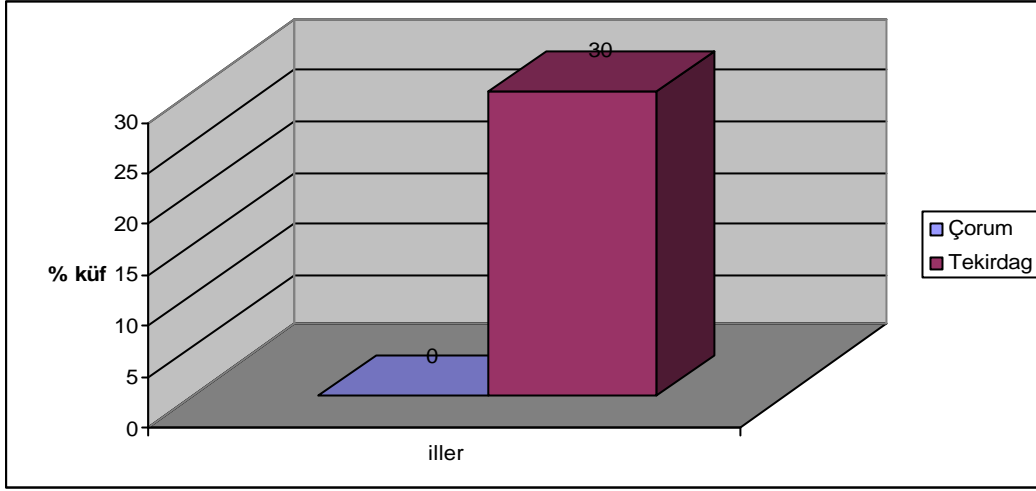
Çorum ilinden alınan 25 adet ve Tekirdag ilinden alınan 10 adet ekmeklik un örneğinin küf miktarları Çizelge 4,14'de verilmektedir.



Çizelge 4.14. Ekmeklik unların küf sayısı (kob/g)

Çorum İli Ekmeklik Un Örnekleri				Tekirdag İli Ekmeklik Un Örnekleri	
Örnek no	Küf miktarı	Örnek No	Küf miktarı	Örnek no	Küf miktarı
1	$5,70 \times 10^3$	14	$4,50 \times 10^3$	1	$4,50 \times 10^3$
2	$5,00 \times 10^2$	15	$1,20 \times 10^3$	2	$8,00 \times 10^3$
3	$1,50 \times 10^3$	16	$4,50 \times 10^3$	3	$1,00 \times 10^4$
4	$2,20 \times 10^3$	17	$1,20 \times 10^3$	4	$1,12 \times 10^4$
5	$2,30 \times 10^3$	18	$4,00 \times 10^3$	5	$5,00 \times 10^3$
6	$2,20 \times 10^2$	19	$1,20 \times 10^3$	6	$1,12 \times 10^4$
7	$4,30 \times 10^3$	20	$2,80 \times 10^3$	7	$2,00 \times 10^3$
8	$6,80 \times 10^3$	21	$4,00 \times 10^3$	8	$1,17 \times 10^4$
9	$2,80 \times 10^3$	22	$2,30 \times 10^3$	9	$1,70 \times 10^3$
10	$1,70 \times 10^3$	23	$4,00 \times 10^3$	10	$2,50 \times 10^3$
11	$4,00 \times 10^3$	24	$2,70 \times 10^3$		
12	$2,10 \times 10^3$	25	$4,00 \times 10^2$		
13	$1,50 \times 10^2$				
<b>Max.</b>		$6,80 \times 10^3$		<b>Max.</b>	$1,17 \times 10^4$
<b>Min.</b>		$1,50 \times 10^2$		<b>Min.</b>	$1,70 \times 10^3$
<b>Ort.</b>		$2,68 \times 10^3$		<b>Ort.</b>	$6,78 \times 10^3$

Çorum ilinden alınan ekmeklik un örneklerinin hiç birisinin yasal limitler üzerinde küf içermediği, Tekirdag ilinden alınan ekmeklik unların ise %30'unun küf içeriğinin yasal limitin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Tekirdag ilinde yasal limitin üzerindeki küf oranlarının Çorum ilinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Grafik 4.6. Ekmeklik unlarda illere göre yasal limitin üzerinde küf oranları

Ekmeklik un örneklerinin küf değerlerine göre, Çorum ve Tekirdag illeri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4,15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ekmeklik unların küf düzeylerinin illere göre varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Karalar Ortalaması	F Değeri
İller	1	4,355	4,355	27,50*
Hata	103	16,308	0,158	
Toplam	104	20,662		

\*P < 0,05 düzeyinde önemli

Varyans analizi tablosuna göre Çorum ve Tekirdag illerinden alınan örneklerin, küf içerikleri bakımından birbirinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan bölgeler LSD karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar çizelge 4,16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Ekmeklik unların küf düzeylerinin illere göre LSD testi

İller	Ortalamalar	Sonuç
Tekirdag	3,7340	A
Çorum	3,2832	B

Çorum ve Tekirdag illerinden alınan ekmeklik un örneklerinin küf içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Tekirdag ili ekmeklik unlarının küf içeriğinin Çorum ilindekilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

## 5. TARTISMA VE SONUÇ

Bu araştırmada farklı iklim özelliklerindeki, Çorum ve Tekirdağ illerinde üretilen ve satışa sunulan buğday ve çavdar unlarında küf gelişimi ve aflatoksin oluşumu ile ilgili incelemeler yapılmış ve analiz sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen kriterlere uygunluğu değerlendirilmiştir. Çorum ilinden alınan 25 adet ekmeklik un, 20 adet tam buğday unu, 10 adet çavdar unu ve Tekirdağ ilinden alınan 10 adet ekmeklik un, 20 adet tam buğday unu ve 5 adet çavdar unu örneğinde küf ve aflatoksin analizleri yapılmış, sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çorum ilinde aflatoksin miktarları yasal limitin altında tespit edilmiş ve maksimum aflatoksin değerlerinin çavdar unlarında tespit edilebilir limitin altında, tam buğday unu ve ekmeklik unlarda ise 0,56 ppb olduğu belirlenmiştir. Küf sayılarının ise çavdar unu örneklerinde  $1,00 \times 10^2$  -  $1,05 \times 10^4$  kob/g, tam buğday unu örneklerinde  $4,70 \times 10^2$  -  $1,37 \times 10^4$  kob/g, ekmeklik un örneklerinde ise  $1,50 \times 10^2$  -  $6,80 \times 10^3$  kob/g arasında olduğu tespit edilmiştir. Çorum ilinden alınan 10 adet çavdar unu ve 20 adet tam buğday unu örneklerinin birer adedinin yasal limitler üzerinde küf içerdiği tespit edilmiştir.

Tekirdağ ilindeki aflatoksin miktarları da yine yasal limitin altındadır. Maksimum aflatoksin miktarları ise çavdar unlarında 2,10 ppb, tam buğday unlarında 1,99 ppb, ekmeklik unlarda ise tespit edilebilir limitin altında bulunmuştur. Küf sayıları da çavdar unlarında  $4,00 \times 10^3$  -  $10^5$  kob/g, tam buğday unlarında  $1,70 \times 10^3$  -  $4,62 \times 10^4$  kob/g, ekmeklik unlarda ise  $1,70 \times 10^3$  -  $1,17 \times 10^4$  kob/g arasında tespit edilmiştir. Tekirdağ ili un örneklerinde 5 adet çavdar unu örneğinin 2'si, 20 adet tam buğday unu örneğinin 9'u ve 10 adet ekmeklik un örneğinin 3'ü yasal limitlerin üzerinde küf içermektedir.

Genel olarak Tekirdağ ilindeki küf ve aflatoksin düzeylerinin Çorum iline kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun un üretiminde kullanılan buğday ve çavdarın mikrobiyal yükü, un üretiminin yapıldığı işletmedeki teknik ve hijyenik koşullar ve depolama koşullarındaki farklılıklar ayrıca iller arasındaki nispi rutubet farklılıklarından kaynaklanabileceği kanısına varılmıştır. Meteoroloji verilerine göre örneklerin toplanıp analize alındığı 2006 ve 2007 yılları nispi nem oranlarının sırasıyla Çorum ili için %72,9-67,9, Tekirdağ ili için ise %83,3-84,1 olduğu belirtilmektedir. İklim özellikleri bakımından

Tekirdag ilinin küf gelismisi ve toksin olusumu için, daha yüksek nispi nem oranlari nedeniyle daha elverisli oldugu düşünölmüştür. Çoksöyler ve ark. (1987), bulgur üretiminin yogun oldugu Gaziantep ve Karaman'daki çeşitli imalathanelerden agustos ve ekim aylarında aldıkları bulgur örneklerinde toksin olusumu, nem-sicaklik, küf iliskisini incelemisler, Karaman bölgesinde, sicakligin az, nispi nemin fazla olması nedeni ile küf gelismisi için Gaziantep'e göre çok daha uygun sartlarda oldugunu rapor etmişlerdir. Ayrıca 1985 ve 1986 yıllarında işletmelerden 15 ve piyasadan 35 olmak üzere toplam 50 bulgur örneğinde yapılan aflatoksin analizi sonunda hiçbir örneğin tespit edilebilir miktarda aflatoksin içermediği saptanmıştır. Bu arastirmada da iklim ile küf-toksin iliskisi bakımından Çoksöyler ve ark.'nin kine benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Küf ve aflatoksin içerikleri arasındaki korelasyon katsayisi çavdar unlarında +0,523 ( $P < 0,05$  düzeyinde önemli), tam bugday unlarında -0,013, ekmeklik unlarda ise -0,036 olarak hesaplanmıştır. Yani çavdar unlarında küf miktarı arttıkça aflatoksin miktarı da buna paralel olarak artarken, diğer un çeşitlerinde bunun tersi bir durum gözlenmesine rağmen  $P < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Bu durumun, ekmeklik un ve tam bugday unlarında ki küf florasinin toksijenik karakterde olmaması veya depolama koşullarının küf olusumu için uygun olduğu halde tam olarak aflatoksin olusumu için gerekli koşullarda olmamasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir. Özay (1989), Küf gelismisi için gerekli olan sicaklik ve  $a_w$  degerlerinin, toksin olusumu için gereksinim duyulan degerler ile aynı olmadığını, ayrıca türe göre de değisiklik gösterdiğini belirtmiştir. Örneğin *A.flavus*' un 0,78  $a_w$ 'de gelisip 0,83-0,87  $a_w$ 'de toksin üretmekte iken *A.parasiticus*'un ise 0,82  $a_w$ 'de gelisip 0,83  $a_w$ 'de toksin ürettiğini, küf ve toksin olusumu için gerekli minimum sicaklik degerlerinin de farklı olduğunu bildirmiştir. Trucksess ve ark (1988), Misiri çeşitli su aktivitesi ( $a_w$ ) degerlerine esdeger rutubetlere getirip tek basına veya diğer küflerle beraber *A.flavus* ile asıladıktan sonra depoladıkları bir çalışmada 16°C ve 0,80  $a_w$ 'de küf gelismisi görülmesine rağmen bu koşulların aflatoksin olusumu için yeterli olmadığı, aflatoksin olusması için 26-32°C'de 0,85-0,89  $a_w$ 'nin gerekli olduğunu ve tek basına *A.flavus* ile asılanan mısırda 16°C ve 0,96  $a_w$ 'de hiç aflatoksin saptanmadığı halde 26°C ve 0,98  $a_w$ 'de 50 ppb aflatoksin B<sub>1</sub> tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Karapınar ve ark (1989), birçok incir örneğinde aflatoksijenik *A.flavus* ve *A.parasiticus* izole ettiğini, buna rağmen çok az sayıda aflatoksin kontaminasyonu tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bizim bulduğumuz sonuçlar da bu çalışmalardaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Bu arastirmada buldugumuz sonuçlar, Daglioglu ve ark.(1999)'nin yapmis oldugu Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren un degirmenlerinde kullanılan ekmeklik bugdaylar ile bunların gtme ürünlerinde aflatoksin (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>) varligi ile ilgili alimasina benzer niteliktedir. Bu alimada ekmeklik unların aflatoksin ierigi bugdayın kepek kisimlerini içeren unlara kiyasla daha düsük bulunmudur. Bizim alimamızda da tam bugday unlarının kf ve toksin ierigi ekmeklik unlara göre daha yüksek tespit edilmistir. Söz konusu durumun örneklerin alindiği isletmelerdeki teknik ve hijyenik kosullardaki farklılıktan kaynaklanabileceği gibi tam bugday unlarının, küflenmenin basladığı ilk kısım olan kepek kisimini da içermesinden kaynaklanabileceği dsnlmektedir.

Sonuç olarak, kf mantarları, gerek bitkisel gerekse hayvansal gıdalarda uygun ortam bulmaları halinde geliserek ürettikleri toksik maddelerle hem ürün kaybına hem de insan ve hayvan sağligi aisinden tehlikeli sonuçlara yol açabilmektedir. Küflerin; tahıllar, gıda ve yemlere bulasması üretimden tüketime her asamada olmaktadır. Bu nedenle üreticileri, tüketicileri ve bu ürünleri pazarlayanları bu konuda bilinçlendirmek gerekmektedir. Tahılların ekimi zamanında yapılmalı, danenin en az düzeyde zarar görmesine imkan verecek nem içerisinde iken hasat edilmeli ve tohum zararını en aza indirmek için uygun makine ve ekipman seçilmelidir. Taneler %15 nem içerisine kadar kurutulmalıdır. Eger %13 ya da daha düsük düzeyde üniform bir nem ierigi sağlanabilirse dane daha uzun süre güvenle depolanabilir. Depolar su geçirmez, böcek ve kemirgenlere karsi dayanikli olmalıdır. Depolarda periyodik olarak havalandırma yapılmalı, sıcak noktaların olusumu engellenmeli ve depo sıcakligi ve ortamın nispi nemi kontrol edilmelidir. Toprak altı silolarda depolanan tahıllarda kf kontaminasyonu daha fazla olmaktadır. Bunun nlenmesi için toprak altı yigin silolardan vazgeçilip, betonarme hangarlar ve elik konstrüksiyon silolar kullanılmalıdır. Bu depolarda tahılların rutubeti ve sıcakliginin sürekli kontrol edilebilme imkanı oldugundan, tahılda meydana gelebilecek rutubet ve sıcaklık artisi gibi herhangi bir sorun karsısında zaman kaybedilmeden müdahale edilebilmektedir. rk, zedelenmis ve hastalikli taneler mümkün oldugunca temizlenmelidir. rnlerde mikotoksin kontrolleri yogunlastirilmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

- Anderson HW, Nehring EW, Wichser WR (1975). Aflatoxin Contamination of Corn in the Field . J. Agric. Food Chem., 23:774-782.
- Anonim (1979). WHO Environmental Health Criteria 11, Mycotoxins Printed in the United Kingdom,1-98
- Anonim (2002). Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulasanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Sayı: 24885
- Anonim (2006 a). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği. Sayı: 26221
- Anonim (2006 b). <http://www.neogen.com/foodsafetyorder.htm>
- Anonim (2008). <http://www.meteoroloji.gov.tr>
- Aran N (1993). Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Toksinler. Gıda Sanayi, 7:31-46.
- Arda M (1975). Mikotoksinler ve Mikotoksikozis. Vet.Hek.Der. Derg, 3:5-18.
- Asao T, Buchi G, Abdel Kader MM, Chang SB, Wich EL, Wogan GN (1965). The Structures of Aflatoxins B<sub>1</sub> and G<sub>1</sub>. J. Am. Chem. Soc., 89:882-886
- Ashworth JR, Mcmeans JL, Brown CM (1969). Infection of Cotton by *Aspergillus Flavus* Epidemiology of the Diase. J. Stored Prod. Res., 5:193-202.
- Askin O (1976). Incirlerde Aflatoksin Tesekkülü Üzerinde Arastirmalar. (İhtisas Tezi), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Atli A (1977). Bugday, Un ve Ekmekte Aflatoksin Olusumu ve Stabilitesi Üzerinde Arastirmalar. (İhtisas Tezi), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Ayata C (1993). Bazı Baharat Çesitleri ile Etkin Maddelerinin Aflatoxin Üreten Küflerin Gelisim ve Toksin Üretmeleri Üzerine Etkilerinin Arastirilmesi. (Doktora Tezi), E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Balci F (1998). Yüksek Su Aktivitesinde Depolanan Yerfistiklerinde *Aspergillus Flavus* Gelisimi ve Aflatoksin Olusumu Üzerine Depo Sartlarının Etkisi. (Y.Lisans Tezi), Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bates LS (1994). Aflatoxins. Perspective American Soybean Association Tecnical Bulletin, 71: 1-4.
- Baumgart J (1993). Microbiologische Untersuchung Van Lebensmitteln Behr's Verlag, Hamburg.
- Betina W (1989). Aflatoxins, Sterigmatocystins and Versicolorins. Elsevier, 114-139.

- Boller RA, Schroeder HW (1974). Influence of Relative Humidity on Production of Aflatoxin in Rice by *Aspergillus Parasiticus*. *Phytopathology*, 64:17-21.
- Bullerman LB (1979). Significance of Mycotoxins to Food Safety and Human Health. *Journal of Food Protection*, 42:65-86.
- Bullerman LB, Schroeder LL, Park KY (1984). Formation and Control of Mycotoxins in Food, *Journal of Food Protection*, 47:637-646.
- Bullerman LB (1986). Mycotoxin and Food Safety. *Food Technology*. A scientific Status Summary by the IFT Expert Panel on Food Safety Nutrition.
- Cemeroglu B, Acar J (1986). Meyve Sebze isleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği, 365s, Ankara
- Chang HG, Markakis P (1981). Effect of Moisture Content on Aflatoxin Production in Barley. *Cereal Chemistry*, 58:89-91.
- Chelkowsky J, Godlewska B, Rodomyńska W (1978). Occurrence of Mycotoxins in Foods and Animal Feeds. *Inst Tech Zywnosci pochodzenia Roslinnego*, 32: 285-286.
- Christensen CM, Kaufmann HH (1969). *Grain Storage*. University of Minnesota Press, 17:76-93.
- Christensen CM, Mirocha CJ (1976). Relation of Relative Humidity to the Invasion of Rough Rice by *Aspergillus Parasiticus*. *Phytopathology*, 66:204-205.
- Christensen CM, Mirocha CJ, Meronuck RA (1977). Molds Mycotoxins and Mycotoxicoses. *Cereal Foods World*, 22:513-520.
- Cobb WY (1979). Aflatoxin in the Southeastern United States. *Q Bull Assoc Food Drug Off*, 43:99-107.
- Cole RJ, Sanders TH, Hill RA, Blankenship PD (1985). Mean Geocarposphere Temperatures That Induce Preharvest Aflatoxin Contamination of Peanuts Under Drought Stress. *Mycopathol*, 91: 41-46.
- Coomes TJ, Crowther PC, Feuill AJ, Francis BJ (1966). Experimental Detoxification of Groundnut Meal Containing Aflatoxin. *Nature*, 209:406-407.
- Cotty PJ (1988). Aflatoxin and Sclerotial Production by *Aspergillus Flavus* Influence of pH. *Phytopathol*, 78:1250-1253.
- Czerwiecki L (1982). Detection and Quantitative Determination of Certain Mycotoxins in Grain. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 33: 421-424.
- Çoksöyler FN (1977). Süt ve Mamüllerinde Aflatoksin Olusumu Üzerindeki Arastirmalar. (Ihtisas Tezi), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.



- Çoksöyler FN (1984). Süt ve Mamüllerinde aflatoksin Olusumu Üzerindeki Arastirmalar. (İhtisas Tezi), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Çoksöyler N, Özkaya S, Boncuk H (1987). Türkiye’de Üretilmekte Olan Bazı Gidalarda Aflatoksin Olusumu Üzerinde Arastirmalar. Tarım Orman ve Köyisleri Bakanligi Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara İl Müdürlüğü, İl Kontrol Laboratuari Müdürlüğü Arastirma Projeleri 1986 Yili Raporlari, 83-96.
- Çoksöyler N (1995). Aflatoksin Olusumu ve Aflatoksin Olusumunu Etkileyen Faktörler. Kahramanmas Kirmizi Biber Semineri, 11:18-25
- Daglioglu O, Gümüs T, Demirci M (1999). Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren Un Degirmenlerinde Kullanilan Ekmeklik Bugdaylar ve Bunlariin Öğütme Sonrasi Ürünlerinde Aflatoksin (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>) Aranmasi, Un Mamülleri Teknolojisi, 8:50-57.
- Davis ND, Diener UL (1978). Mycotoxins Food and Beverage Mycology , Westport Connecticut, 397-444
- Demirer MA (1973). Bazı Peynirlerimizden İzole Ettigimiz Küfler ve Bunlariin Aflatoksin Yeteneklerinin Arastirilmesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 180-194
- Demirer MA, Dinçer B, Kaymaz S, Alperden I, Yalçin S, Özer E (1989). Bazı Gıda Maddelerinde Mycoflora ve Mycotoxin Arastirmalari. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 36:85-107.
- Denizel T (1979). Misirlarin Depolanmalari Sirasinda Olusan Bazı Mikotoksinler ve Bunlariin Sinerjetik Etkileri Üzerinde Arastirmalar. (Doçentlik Tezi), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Diener UL, Cole RJ, Sanders TH, Payne GA, Lee LS, Klich MA (1987). Epidemiology of Aflatoxin Formation by Aspergillus Flavus. Phytopathol, 25:247-270.
- Doyle MP, Applebaum RS, Brackett RE, Marth EH (1982). Phycical and Biological Degradation of Mycotoxin in Food and Agricultural Commodities. J. Food Protect, 10:964-971
- Dutton MF, Heathcote JG (1966). Two New Hydroxyaflatoxins. Biochem, 101:21-22
- Egmond VHP, Paulsch WE (1986). Determination of Mycotoxins. Appl. Chem.,2:315-326
- Eke D (1985). Fındıklarda Aflatoksin Gelismesi. (Doktora Tezi), Beslenme ve Teknolojisi Bölümü,Izmir.
- Erdem S (1982). Ekmeklik Un ve Bu Unlardan Yapilmis Ekmeklerde Aflatoksin Durumunun Açiklanmasi. (Uzmanlik Tezi), H.Ü Saglik Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Programi, Ankara.

- Ergün Ö (1992). Ülkemizde Tüketilen Biralarin Enzim Immunolojik Test Çubuklari Metodu ile Zearelenone ve Aflatoksin B<sub>1</sub> Kalintilari Yönünden Incelenmesi. Gida dergisi, 17:409-412.
- Eser SR, Kumova B, Sivas S (1978). Bulgurlarda Aflatoksin Yapan Aspergillus Bulasmasi Hakkinda. Cerrahpasa Tıp Fak. Derg., 9:213-218.
- FAO, (1990). Food and Nutrition Paper, Manuals of Foof Quality Control 10. Training in Mycotoxins Analysis, Food and Aqriculture Organization of the United Nations, Rome, 14/10
- Göçmen D, Sahin I (1997). Investigation of Moulds in Microfloro of Bread Similar Bakery Products. Adv Food Sci, 19:100-103.
- Gönül M, Boyacioglu D (1985). Türkiye’de Aflatoksin Çalışmalari. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, 1:127-135.
- Hill RA, Blankenship PP, Cole RJ, Sanders TH (1983). Effects of Soil Moisture and Temperature on Preharvest Invasion of Peanuts by the Aspergillus Flavus Group and Subsequent Aflatoxin Development. Appl Environ microbiol, 145:628-633.
- Janicki J, Szebiotko K, Chelkowski J, Kokorniak M, Godlewska B, Wiewiorawska M (1975). Detection and Determination of Aflatoxins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> and Parasitical in Cereals and Milk Acta Alimentaria., Inst.Tech.Zywosci Pochodenia Roslinnego 1:207-219
- Jasenska Z (1993). Micromycetes in Foodstuffs and Feedstuff. Elsevier, 28:4-11.
- Jay JM (1992). Modern Food Microbiology, Van Nostiond Reinhoki, 115 fifth Rovenue New York, 10003
- Jones RK, Ducan HE, Hamilton PB (1981). Planting Data Harvest Data are Irrigation Effects on Aflatoxin Production by Aspergillus Flavus in Field Corn. Phytopathol, 71: 810-816.
- Karaali A (1986). Gidalarda Küf ve Mikotoksin Gelismesini Önleyici ve Giderici Yöntemler ve Bunlari Gidalar Üzerine Etkileri, IÜ Cerrahpasa Tıp Fak. Diyabet Yilligi, 291-296
- Karapinar M, Gönül M, Gönül SE, Boyacioglu D (1989). Ege Bölgesi Kuru Incirlerde Küf Florasi ve Aflatoksin Dagilimi. E.Ü. Çogaltma Yayinlari, 84.
- Kardes E (2000). Türk Silahlı Kuvvetleri’ne Bagli Birliklere Alinan Peynirlerde Aflatoksin B<sub>1</sub> ve M<sub>1</sub> Varliginin ve Seviyelerinin Saptanmasi. (Y.Lisans Tezi), A.Ü. Saglik Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Kaya S (1984). Mikotoksinler ve Hayvan ve Insan Sagligi Yönünden Önemi. A.Ü. Vet.Fak. Derg., 31:388-409.

- Kaya S, Sanli Y, Özkazañ N (1985). Küflenmekten Süpheli Yem ve Yem Hammaddelerinde Aflatoksinler. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 32:1-12
- Kaya S (1989). Yem ve Besiblerdeki Mikotoksinler ve İnsan ve Hayvan Sağliğ Yöñünden Önemleri. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 36:226-253.
- Kulmanov ME (1982). Incidence of Aflatoxin Contamination of Corn Grain in Several Regions of Kazakhstan . Voprosy, Pitoniya, 6:68-69.
- Lacey J (1989). Pre and Post Harvest Ecology of Fungi Causing Spoilage of Foods and Other Stored Products. Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement, 11-25.
- Lillehoj EB, Kwolek WF, Horner ES, Widstrom NW, Josephson LM, Franz AO, Cantalano EA (1980). Aflatoxin Contamination of Preharvest Corn Role of Aspergillus Flavus Inoculum and Insect Damage. Cereal Chemistry, 57:255-257.
- Lopez LC, Christensen CM (1967). Effect of Moisture Content and Temperature on Invasion of Stored Corn by Aspergillus Flavus. Phytopathology, 57:588-589.
- Lopez-Malo A, Alzamora SM, Argaiz A (1997). Effect of Vanillin Concentration pH and Incubation Temperature on Aspergillus Flavus , Aspergillus Niger, Aspergillus Ochraceus and Aspergillus Parasiticus Growth. Food Microbiol, 14:117-124
- Meral G, Boyacioglu D (1985). Türkiye’de Aflatoksin Çalışmaları. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, 3: 26-29
- Miguel JA, Advus V (1982). Simple Method for Simultaneous Detn of Aflatoxins, Ochratoxin A and Zearalenone in Agricultural Products. Anales Del Instituto Nacinel de investigaciones Agrarias Ganadera , 15: 101-110.
- Miller K (1987). Toksikoloğical Aspacts of Food. The British Industrial Biological Research Association, El Sevier Applied Science, London and Newyork, 164-171
- Nesbitt BF, O’kelly J, Sargeant K, Sheridan A (1962). Toxic Metabolites of Aspergillus Flavus. Nature, 195:1062-1063.
- Özay G (1989). Çesitli Depolama Kosullarının Misirda Aflatoksin ve Okratoksin A Olusumu Üzerine Etkisi. Gıdalarda Küfler ve Mikotoksinler Sempozyumu Tebligleri. Tübitak ve İstanbul Ticaret Odası.
- Özkaya H ve Kahveci B (1989). Önemli Depo Fungusları ve Depolanmış Hububatin Biyokimyasal, Fonksiyonel ve Kalite Özellikleri Üzerindeki Etkileri. Gıda, 275-279.
- Özkaya H ve Özkaya B (2005). Öğütme Teknoloğisi Kitabı. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 777s, Ankara.
- Özkazañ AN, Russel-Sinn H, Sanli Y, Kaya S (1992). Türkiye’nin Deđisik Bölgelerinde Üretilen Karma Yem ve Yem Hammaddelerinin Mikotoksinlerle Kirlenme Durumunun İncelenmesi. A.Ü Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 39: 268-290.

- Pantovic D, Adamovic VM (1980). Mycotoxin Contamination of Foods With Reference to Maximum Tolerances. *Hrana I Israna*, 21:177-180.
- Park KY, Bullerman LB (1981). Increased Aflatoxin Production by *Aspergillus Parasiticus* Under Conditions of Cycling Temperatures. *Journal of Food Science* , 46:1147-1151.
- Park KY, Bullerman LB (1983). Effect of Cycling Temperatures on Aflatoxin production by *Aspergillus Flavus* in Rice and Cheddar Cheese. *Journal of Food Science* , 48: 889-896.
- Payne GA (1986). *Aspergillus* Infection of Maize Silks and Kernels. *Cimmyt*, 119-129.
- Sargeant KA, Sheridan A, O'Kelly J, Carnaghan RBA (1961). Toxicity Associated With Certain Samples of Ground Nuts. *Nature*, 192:1095-1097.
- Sauer DB, Tuite J (1986). Conditions that Effect Growth of *Aspergillus Flavus* and Production of Aflatoxin in Stored Maize. *Cimmyt*, 41-50
- Scott PM (1984). Effects of Food Processing on Mycotoxins. *J. Food Protect*, 6:489-499
- Selim MI, Ibrahim MS, El-Sharkawy S, Kashory ES (1996). Aflatoxin B<sub>1</sub> in Common Egyptian Foods. *J. Aoac Int*, 79:5.
- Shank RC (1981). Aflatoxins: Mycotoxins and N- Nitroso Compounds Environmental Risks. CRC pres, 11:3-27.
- Sharmanov TSH, Nikov PS, Fadeeva LM, Bukharbaeva AS (1984). Current Problems of Mycotoxins . *Vaprosp Pitaniya*, 1:7-12.
- Shotwell OL, Goulden ML, Bennett GA, Plattner RD, Hesseltine CW (1977). Survey of 1975 Wheat and Soybeans for Aflatoxin, Zearalenone and Ochratoxin . *Journal of the Association of Offical Analytical Chemists*, 60: 778-783.
- Shotwell OL, Hesseltine CW (1983). Five Year Study of Mycotoxins in Virginia Wheat and Dutcorn . *Journal of Association of Offical Analytical Chemists* , 6: 1466-1469.
- Soysal I (1998). Biometrinin Prensipieri, Tekirdag Ziraat Fakültesi Yayinlari, Yayin no:95, Tekirdag.
- Steiner WE, Ricker RH, Battaglia R (1988). Aflatoxin Contamination in Dried Figs, Distribution and Association With Fluorescence. *J Agric. Food. Chem* , 36:88-91
- Stutz HK, Krumperman PH (1976), Effect of Temperature Cycling on the Production of Aflatoxin by *Aspergillus Parasiticus* .*Applied and Environmental Microbiology*, 32:327-332
- Sahin D, Duru S (1980). Unlarda Aflatoksin B<sub>1</sub> Sorunu. *Gida*, 5:73-75.
- Sahin I ve Korukluoglu M (2000). Küf, Gida, İnsan. *Uludag Üniversitesi Güçlendirme Vakfı*, 155: 31-122.

- Taydas EE (1993). Kırmızı Biberlerde Aflatoksin ve Okratoksin Olusumu Üzerine Arastirmalar. (Y.Lisans tezi), H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taydas EE, Askin O (1995). Kırmızı Biberde Aflatoksin Olusumu. Gıda, 20:3-8
- Tayfur M (1991). Tüketim Asamasındaki Bulgur Örneklerinde Aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> ve Okratoksin A Taramasi Üzerine Bir Arastirma. (Doktora Tezi), H.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Topal S (1985). Küflerin Gıda ve yem Maddelerinden İzolasyonu, Gıdalarda Küfler ve Mikotoksinler Projesi, Genel Bilgiler ve Laboratuvar Çalışma Yöntemleri. Beslenme ve Gıda Teknolojileri Bölümü, Gebze.
- Topal S (1986). Penicillium Aspergillus, Fusarium Toksinleri. I.Ü. Cerrahpasa Tıp Fak. Diabet Yilligi, 301-311.
- Topal M (1987). Bazı Önemli mikotoksinler ve Özellikleri. Gıda Teknoloji Derneği,5:283-291.
- Topal S (1988). Diabet ve Endokrinoloji Yilligi, 6: 226-238.
- Trucksess MW, Stolof L, Mislivec PB (1988). Effect of Temperature, water Activity and Other Toxigenic Mold Species on Growth of Aspergillus Flavus and Aflatoxin Production on Corn, Pintobean and Soybeans. Journal of Food Protection, 51:361-363.
- Tuncer N (1987). Ankara ve Çevresinde Üretilen Yumurta Örneklerinde Aflatoksin Rezidülerinin araştırılması. Etlik Vet. Mikrobiyoloji Dergisi, 6:1
- Ünlütürk A, Turantas F (2003). Gıda Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayinlari,606s, Izmir.
- Wetherilt H (1991). Beslenme ve Kanseri. Gıda Sanayi, 5:34-46.
- Yen C, Felmine J (1987). Aflatoxin Levels in Selected Bulk Foods and Feeds in Trinidad. Tropical Agriculture, 64: 283-286.
- Yılmaz A, Özyay G (2001). Gıda ve Yemlerde Mikotoksinlerin Detoksifikasyonu. Gıda, 7:80-84

## **ÖZGEÇMİS**

09.12.1982 tarihinde Çorum ilinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğretimini Çorum Bahçelievler İlköğretim Okulu'nda lise öğrenimini ise Çorum Fen Lisesi'nde tamamladı.1999-2004 tarihleri arasında Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi almış olup 2005 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansa başladı.

2005-2007 yılları arasında Çorum Un İrmik San.'da çalıştı.2007 yılının Eylül ayından itibaren Tarım ve Köyisleri Bakanlığı Büyükçekmece İlçe Tarım Müdürlüğünde görev yapmaktadır.

Yasemin GÜHER

Ocak, 2008