



T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURDUR İLİNDEKİ BAZI SÜT SIĞIRI İŞLETMELERİNDE  
YEMLERDEKİ AFLATOKSİN B<sub>1</sub> VARLIĞININ SÜTE GEÇME  
DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI**

**Veteriner Hekim Cem ÇETİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

VETERİNER HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI

**Danışman**  
**Prof. Dr. Mustafa Numan OĞUZ**

**BURDUR-2019**



T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURDUR İLİNDEKİ BAZI SÜT SIĞIRI İŞLETMELERİNDE  
YEMLERDEKİ AFLATOKSİN B<sub>1</sub> VARLIĞININ SÜTE GEÇME  
DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI**

**Veteriner Hekim Cem ÇETİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**VETERİNER HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI**

**Danışman  
Prof. Dr. Mustafa Numan OĞUZ**

Bu Araştırma Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinatörlüğü tarafından 0317-YL-16 proje numarası ile desteklenmiştir.

**BURDUR-2019**

**KABUL ve ONAY**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

*Cem ÇETİN tarafından Prof. Dr. Mustafa Numan OĞUZ yönetiminde hazırlanan Burdur İlindeki Bazı Süt Sığırcı İşletmelerinde Yemlerdeki Aflatoksin B1 Varlığının Süte Geçme Durumunun Araştırılması* başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında *Yüksek Lisans Tezi* olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Tez Savunma Tarihi**

**11/07/2019**

**Prof. Dr. Fatma KARAKAŞ OĞUZ**  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
**Başkan**

**Prof. Dr. Mustafa Numan OĞUZ**  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
**Jüri**

**Doç. Dr. İbrahim Sadi ÇETİNGÜL**  
Afyon Kocatepe Üniversitesi  
**Jüri**

**ONAY**

Bu tez, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu **23/08/2019** Tarih ve **35** sayılı kararı ile kabul /red edilmiştir.

**Prof. Dr. Mustafa Doğa TEMİZSOYLU**  
Müdür  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü**




## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince benden yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. M. Numan OĞUZ' a, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Fatma KARAKAŞ OĞUZ' a, Dr. Öğr. Üyesi Kadir Emre BUĞDAYCI' ya, Dr. Öğr. Üyesi Hıdır GÜMÜŐ' e, Ak Gıda San. ve Tic. A.Ő.'nin Burdur Müdürü Veteriner Hekim Ömer Faruk GÜNDÜZALP ve ekibine, eşim Dr. Öğr. Üyesi Bilgün ÇETİN' e ve aileme teşekkürlerimi sunarım.



## ETİK BEYAN

***Burdur İlindeki Bazı Süt Sığırı İşletmelerinde Yemlerdeki Aflatoksin B<sub>1</sub> Varlığının Süte Geçme Durumunun Araştırılması*** başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. M. Numan OĞUZ danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığımı beyan ederim.

  
Cem ÇETİN  
25.06.2019

## İÇİNDEKİLER

|  |             |
|--|-------------|
| İÇ KAPAK SAYFASI   | <i>i</i>    |
| KABUL VE ONAY SAYFASI  | <i>ii</i>   |
| TEŞEKKÜR   | <i>iii</i>  |
| BEYAN SAYFASI  | <i>iv</i>   |
| İÇİNDEKİLER  | <i>v</i>    |
| ŞEKİLLER   | <i>vii</i>  |
| TABLolar   | <i>viii</i> |
| SİMGELER ve KISALTMALAR  | <i>ix</i>   |
| TÜRKÇE ÖZET  | <i>x</i>    |
| İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)  | <i>xi</i>   |
| 1. GİRİŞ   | 1           |
| 1.1. Genel Bilgiler  | 2           |
| 1.1.1. Mantarlar   | 2           |
| 1.1.2. Mikotoksinler   | 4           |
| 1.1.3. Mikotoksinlerin Yaygınlığı  | 5           |
| 1.1.4. Mikotoksikozlar   | 6           |
| 1.1.5. Aflatoksinler   | 8           |
| 1.1.5.1. Genel Özellikleri   | 8           |
| 1.1.5.2. Aflatoksin Sentezi  | 9           |
| 1.1.5.3. Aflatoksin Çeşitleri  | 10          |
| 1.1.5.4. Aflatoksin Etki Şekli   | 12          |
| 1.1.5.5. Atılım  | 14          |
| 1.1.5.6. Aflatoksikozis  | 15          |
| 1.1.5.7. Aflatoksin M <sub>1</sub> Oluşumu ve<br>Yemden Süte Toksin Geçişini<br>Etkileyen Faktörler              | 17          |
| 1.1.5.8. Aflatoksin Sınır Değerleri  | 18          |
| 2. GEREÇ ve YÖNTEM   | 22          |
| 2.1. Gereç   | 22          |
| 2.1.1. İşletmelerin Seçimi   | 22          |
| 2.1.2. Yem ve Süt Gereci   | 22          |
| 2.1.3. Yem Analizi İçin<br>Kullanılan Malzemeler   | 23          |
| 2.1.4. Süt Analizi İçin Kullanılan<br>Malzemeler   | 23          |
| 2.2. Yöntem  | 24          |
| 2.2.1. HPLC ile Yemde Aflatoksin<br>(B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> ) Analizi | 24          |
| 2.2.2. HPLC ile Sütte Aflatoksin<br>M <sub>1</sub> Analizi   | 24          |
| 2.2.3. Kalibrasyon   | 24          |
| 3. BULGULAR  | 26          |
| 4. TARTIŞMA  | 36          |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER   | 42          |

**KAYNAKLAR**  
**ÖZGEÇMİŞ**

**43**  
**49**





## ŞEKİLLER

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Şekil 1.1. | 2015 yılında dünyadaki mikotoksin durumu  | 6  |
| Şekil 1.2. | Mikotoksinlerin insan ve hayvanlara geçiş yolları                                       | 8  |
| Şekil 1.3. | AFB <sub>1</sub> 'in doğal sentez mekanizması   | 10 |
| Şekil 1.4. | Bazı aflatoksinlerin kimyasal yapıları  | 11 |
| Şekil 1.5. | Aflatoksinlerin olası biyotransformasyonu   | 13 |
| Şekil 2.1. | M <sub>1</sub> standart kromatogramı  | 24 |
| Şekil 2.2. | M <sub>1</sub> numune kromatogramı  | 25 |
| Şekil 2.3. | G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> standart kromatogramı | 25 |
| Şekil 2.4. | G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> numune kromatogramı   | 25 |
| Şekil 4.1. | Burdur ili yıllık ortalama maksimum hava sıcaklığı dağılışı haritası                    | 36 |

## TABLULAR

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>Tablo 1.1.</b> | Bazı mantar türlerinin gelişimleri için sıcaklık (°C) değerleri   | <b>3</b>  |
| <b>Tablo 1.2.</b> | Bazı mikotoksinler ve bunları salgılayan mantar türleri   | <b>4</b>  |
| <b>Tablo 1.3.</b> | Mikotoksinler ve toksik etkileri  | <b>5</b>  |
| <b>Tablo 1.4.</b> | Hayvanlarda mikotoksikozis şekilleri ve etkileri  | <b>7</b>  |
| <b>Tablo 1.5.</b> | Mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler  | <b>9</b>  |
| <b>Tablo 1.6.</b> | Aflatoksinlerin karaciğer üzerindeki etkileri   | <b>14</b> |
| <b>Tablo 1.7.</b> | Yemlerde istenmeyen maddelerin kabul edilebilir en çok miktarları   | <b>19</b> |
| <b>Tablo 1.8.</b> | Türkiye’de gıdalar için belirlenmiş aflatoksin limitleri  | <b>20</b> |
| <b>Tablo 1.9.</b> | Çeşitli Avrupa Ülkeleri ve ABD için gıdalardaki maksimum aflatoksin M <sub>1</sub> limitleri  | <b>21</b> |
| <b>Tablo 3.1.</b> | İşletmelerin kullanılan yemlerdeki aflatoksin B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> (µg/kg) miktarları  | <b>27</b> |
| <b>Tablo 3.2.</b> | Süt örneklerindeki aflatoksin M <sub>1</sub> miktarı, yağ, toplam kuru madde ve protein oranları  | <b>30</b> |
| <b>Tablo 3.3.</b> | Süt örneklerindeki aflatoksin M <sub>1</sub> miktarları, yağ, toplam kuru madde ve protein oranları   | <b>31</b> |
| <b>Tablo 3.4.</b> | İşletmedeki rasyonda kullanılan yemlerdeki aflatoksin B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> (µg/kg) miktarları, yem tüketimi, total AFB <sub>1</sub> Miktarları | <b>32</b> |
| <b>Tablo 3.5.</b> | İşletmedeki total aflatoksin B <sub>1</sub> alımı, sütteki aflatoksin M <sub>1</sub> miktarları, günlük süt verimi ve geçiş oranları  | <b>35</b> |

## SİMGELER ve KISALTMALAR

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>°C</b>               | Santigrat Derece   |
| <b>AFB<sub>1</sub></b>  | Aflatoksin B <sub>1</sub>  |
| <b>AFB<sub>2</sub></b>  | Aflatoksin B <sub>2</sub>  |
| <b>AFB<sub>2a</sub></b> | Aflatoksin B <sub>2a</sub>   |
| <b>AFG<sub>1</sub></b>  | Aflatoksin G <sub>1</sub>  |
| <b>AFG<sub>2</sub></b>  | Aflatoksin G <sub>2</sub>  |
| <b>AFG<sub>2a</sub></b> | Aflatoksin G <sub>2a</sub>   |
| <b>AFLA</b>             | Aflatoksin   |
| <b>AFM<sub>1</sub></b>  | Aflatoksin M <sub>1</sub>  |
| <b>AFM<sub>2</sub></b>  | Aflatoksin M <sub>2</sub>  |
| <b>AFP<sub>1</sub></b>  | Aflatoksin P <sub>1</sub>  |
| <b>AFQ<sub>1</sub></b>  | Aflatoksin Q <sub>1</sub>  |
| <b>CO<sub>2</sub></b>   | Karbondioksit  |
| <b>DNA</b>              | Deoksiribo Nükleik asit  |
| <b>DON</b>              | Dioksinivalenol  |
| <b>ELISA</b>            | Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay                                     |
| <b>FAO</b>              | Gıda ve Tarım Örgütü   |
| <b>FUM</b>              | Fumonisin  |
| <b>HPLC</b>             | Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi                                    |
| <b>IARC</b>             | Uluslar arası Kanser Araştırmaları Merkezi                             |
| <b>kg</b>               | Kilogram   |
| <b>km</b>               | Kilometre  |
| <b>L</b>                | Litre  |
| <b>LD50</b>             | Latel Doz Elli   |
| <b>LDL</b>              | Düşük Yoğunluklu Lipoprotein   |
| <b>mg</b>               | Miligram   |
| <b>ng</b>               | Nanogram   |
| <b>O<sub>2</sub></b>    | Oksijen  |
| <b>OTA</b>              | Okratoksin A   |
| <b>ppb</b>              | Parts per bilion (milyarda bir)  |
| <b>ppm</b>              | Parts per milion (milyonda bir)  |
| <b>ppt</b>              | Parts per thousand (binde bir) ya da parts per trilion (trilyonda bir) |
| <b>RNA</b>              | Ribo Nükleik Asit  |
| <b>TGK</b>              | Türk Gıda Kodeksi  |
| <b>TLC</b>              | Thin Layer Chromatography  |
| <b>TÜİK</b>             | Türkiye İstatistik Kurumu  |
| <b>UV</b>               | Ultraviyole  |
| <b>WHO</b>              | Dünya Sağlık Örgütü  |
| <b>ZEN</b>              | Zearalenon   |
| <b>µg</b>               | Mikrogram  |
| <b>v/v</b>              | Hacimce Yüzde  |
| <b>µL</b>               | Mikrolitre   |
| <b>PBS</b>              | Fosfat tamponlu tuz çözeltisi  |
| <b>λ<sub>ex</sub></b>   | Uyarma Dalgaboyu   |

## ÖZET

### Burdur İlindeki Bazı Süt Sığırı İşletmelerinde Yemlerdeki Aflatoksin B<sub>1</sub> Varlığının Süte Geçme Durumunun Araştırılması

Bu çalışmanın amacı, Burdur ilinde faaliyet gösteren 20 süt sığırı işletmesinde üretilen sütteki aflatoksin M<sub>1</sub>'in hangi yem hammaddelerinden kaynaklandığını, bu yemi tüketen hayvanların sütlerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> seviyelerinin saptanmasını ve yem ile süt arasındaki aflatoksin ilişkisini ve toksikasyon risklerini incelemektir. Tüm işletmelerin rasyonlarında kullandıkları yem çeşitlerinden ve süt tanklarından numuneler alınmıştır. Yapılan analizlerde yem numunelerinin %68,23'ünde aflatoksin rastlanmıştır. İşletmelerin kullandığı rasyonları oluşturan hammaddelerde tek tek aflatoksin analizi yapılmış, ölçülen aflatoksin B<sub>1</sub> değerleri ile günlük yem tüketimleri çarpılarak ve elde edilen değerler toplanarak günlük total aflatoksin B<sub>1</sub> alımı hesaplanmıştır. Yemle alınan total aflatoksin B<sub>1</sub> miktarı hayvan başına en düşük 0,108 µg/gün, en yüksek 22,6921 µg/gün olarak tespit edilmiştir. İşletmelerden alınan 20 süt numunesinin 13 tanesinde (%65) aflatoksin M<sub>1</sub> tespit edilmiştir. Süt örneklerindeki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı en düşük 0,0164 ng/l, en yüksek 0,1772 ng/l olarak tespit edilmiştir. Sütlerde ölçülen aflatoksin M<sub>1</sub> değerleriyle günlük süt verimleri çarpılarak total aflatoksin M<sub>1</sub> atılımı bulunmuştur. Süt örneklerindeki total aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı en düşük 0,286 ng/gün, en yüksek 3,7212 ng/gün olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yemlerdeki aflatoksin B<sub>1</sub>' in en düşük %0,013, en yüksek %0,7 oranlarında sütle atıldığı gözlemlenmiştir. Geçiş miktarını azaltmak için yem hammaddelerinde aflatoksin oluşumunun düşürülmesi ve sütteki aflatoksin M<sub>1</sub> miktarının azaltılmasında toksin bağlayıcının kullanılabilmesi önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aflatoksin, Kaba yem, Konsantre yem, İnek sütü

## ABSTRACT

### The Investigation Of The Conditions Of Aflatoxin B<sub>1</sub> Of The Feeds Through Transfer Into Milk In Some Dairy Farms In The Province Of Burdur

The aim of this study is to determine aflatoxin M<sub>1</sub> from which feed raw materials used in 20 dairy cows operating in Burdur province, to detect levels of aflatoxin M<sub>1</sub> in the milk of animals consuming these feeds and to examine the relationship between feed and milk. It also examines the risks of toxicity. Samples were taken from feed types and milk tanks used by all enterprises in their rations. As a result of analysis, aflatoxin was found in 68,23% of the feed samples. The aflatoxin analysis was performed for the raw materials forming the rations used by the enterprises and the total aflatoxin B<sub>1</sub> intake was calculated by multiplying the daily feed consumption with the measured aflatoxin B<sub>1</sub> values and collecting the obtained values. Feed samples taken from enterprises the minimum amount of aflatoxin B<sub>1</sub> was detected to be 0,108 µg /day and the maximum 22,6921 µg/day. Aflatoxin M<sub>1</sub> was detected in 13 (65%) of 20 milk samples taken from the enterprises. Besides, the amount of aflatoxin M<sub>1</sub> was found to be the minimum 0.0164 ng/l and the maximum was 0,1772 ng/l in milk samples. Total aflatoxin M<sub>1</sub> excretion was found by multiplying the daily milk yields with aflatoxin M<sub>1</sub> values measured in milk. The amount of total aflatoxin M<sub>1</sub> was found to be the minimum 0,286 ng/day and the maximum was 3,7212 ng/day in milk samples. As a result of this study, it was determined that aflatoxin B<sub>1</sub> in the fodder passes at the minimum 0,04% and the maximum at 0,7% in aflatoxin M<sub>1</sub>. In order to reduce the amount of transition, it was recommended that decrease the formation of aflatoxin in storage of feed raw materials and toxin binder could be used to reduce the amount of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk.

**Keywords:** Aflatoxin, Roughage, Concentrates, Cow milk

## 1. GİRİŞ

Gelişen ve değişen dünyada insanoğlunun geçmişten günümüze önemli ve değişmez sorunlarının başında güvenilir ve yeterli gıdaya erişim gelmektedir. İnsan sağlığı, gıda güvenilirliği ve sürdürülebilir gıda güvenliği ancak hayvan sağlığının güvence altına alındığı bir ortamda temin edilebilir. Sağlıklı hayvansal gıdaların üretilebilmesi için hayvanların yeterli, sağlıklı ve dengeli beslenmesi gerekmektedir.

Hayvanların sağlıklı beslenmesinde yemler oldukça önemli yer tutmaktadır. Besin değeri fazla olan yemler zararlı mikroorganizmaların üreyebilmeleri için elverişlidir. Bu durum yemlerin kısa sürede bozulmasına neden olabilir.

Mikotoksinler, yem ve gıda maddelerinde mevcut olan çeşitli patolojik mantar türleri tarafından sentezlenen metabolizma ürünleri olup bunları tüketen hayvan ve insanlarda latent, akut, subakut veya kronik karakterde toksikasyonlara neden olan toksik maddelerdir (Aydın, 2007).

Mikotoksin oluşturan mantarlar yeryüzünün her tarafında yaygın şekilde bulunurlar. Gerek sahada gerekse hasat, depolama, taşıma ve hazırlama sırasında şartlar mantarların gelişmesine uygun olduğu durumda, tarım ürünleriyle bunlardan hazırlanan yem ve besinler mantarların istilasına maruz kalarak mikotoksinlerle kolayca kirlenebilirler. Bu kirlenmelerin neticesinde hayvanlarda oluşan mikotoksikozis özellikle farkına varılmadan uzun süre seyredebilir. Bu yüzden gerek hayvan sağlığı ve ekonomik işletmecilik yönünden gerekse de kalıntıları vasıtasıyla doğuracakları toplum sağlığı riski bakımından mikotoksinler günümüzde en çok ilgi doğuran konulardan birini oluştururlar (Kaya, 1989).

Ülkemizde ve yurtdışında yemdeki aflatoksinin süte geçişiyle ilgili çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunun tek çiftlikte veya belirlenmiş hayvanlarda yapılmış, hayvanların yemlerine katılmış belirli bir doz aflatoksini aldığı, kontrollü denemeler şeklinde olduğu görülmektedir. Diğer bazı çalışmalarsa sahada ayrı ayrı yemlerde veya sütlerde aflatoksin varlığına yönelik tespit çalışmalarıdır.

Çalışmamız, çok sayıdaki bağımsız çiftlikte, yetiştirici şartlarında beslenen hayvanlarda, yetiştiricinin kendi ürettiği veya temin ettiği yemlerin yedirildiği ve bu sayede üretilen sütlerin aflatoksin yönünden incelendiği bir çalışma olması açısından özgündür.

Bu çalışma, Burdur ilindeki bazı süt sığırı işletmelerindeki süt sığırlarının tükettikleri kaba yem, konsantre yem ve karma yemlerde bulunan AFB<sub>1</sub>'in hangi yem materyalinde bulunduğu ve bu yemlerle beslenen ineklerin sütlerinde AFM<sub>1</sub> varlığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## **1.1. Genel Bilgiler**

### **1.1.1. Mantarlar**

Mantarlar, taksonomide Mycobiota (funguslar alemi) içerisinde Zygomycota, ascomycota, Deuteromycota ve Basidiomycota bölümleri altında yer almaktadır (Tunail, 2000). Mantarlar ökoryotik organizmalar olup birçok doğal habitatı işgal etmektedir (Knogge, 1996). Üremeleri sporları aracılığı ile gerçekleşmektedir. Uygun şartların bulunduğu ortamlarda mantar sporları hızla gelişebileceği gibi uygun olmayan şartlarda ise yıllarca uygun şartları beklerler. Bir mantar sporundan gelişebilecek üreme trilyonlar seviyesinde ifade edilir (Şanlı, 2002).

Mantarların toksin oluşturabilmesi için genetik karakter yanı sıra bazı şartların da oluşması gerekmektedir (Arda ve ark., 1997). Mantar gelişimini etkileyen başlıca faktörler; ürünün özellikleri ve hasar durumu, rutubet miktarı, ortamın sıcaklığı ve havalandırma gibi parametrelerdir (Şanlı, 2002).

Mantarların üreyebilmesi için önemli çevresel koşulların başında rutubet gelmektedir. Rölatif rutubetin %50-60'ın üzerinde bulunması üreme için optimum koşuldur (Aydın, 2007).

Uygun üreme sıcaklığı mantarların türüne göre değişiklik göstermekle birlikte 0-60°C arasında üreme yeteneklerine sahip oldukları bilinmektedir. Bununla birlikte genel olarak 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklar uygun üreme sıcaklığı olarak kabul edilir (Aydın, 2007). Bazı mantar türlerinin gelişimleri için sıcaklık (°C) değerleri Tablo 1.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1.1.** Bazı mantar türlerinin gelişimleri için sıcaklık (°C) değerleri (Anonim, 2016).

| <b>Mantar Türü</b>             | <b>En Düşük Sıcaklık</b> | <b>Uygun Sıcaklık</b> | <b>Tolere edilebilen En Yüksek Sıcaklık</b> |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|---|
| <i>Aspergillus flavus</i>      | 10-12                    | 25-35                 | 42-43                                       |
| <i>Aspergillus parasiticus</i> | 10-12                    | 32-35                 | 42-43                                       |
| <i>Aspergillus ochraceus</i>   | 8                        | 24-37                 | 37  |
| <i>Penicillium verrucosum</i>  | 0                        | 20                    | 31-35                                       |
| <i>Fusarium culmorum</i>       | 0-10                     | 20-25                 | 31-35                                       |
| <i>Fusarium tricinctum</i>     | 5-10                     | 20-25                 | 35  |
| <i>Fusarium graminearum</i>    | -                        | 24-26                 | -   |
| <i>Fusarium proliferatum</i>   | 4                        | 30                    | 37  |

Mantarların pH 1,5-8,5 arasında gelişebildikleri bilinmektedir (Tunail, 2000). Düşük pH durumunda fungal aktivite olumsuz etkilenir (Şanlı, 2002).

Mantarlar aerob organizmalardır. Ortamdaki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yoğunluğunun %10'un üzerine çıkması durumunda mantar florası hızla inhibisyona uğrar (Şanlı, 2002). Oksijen (O<sub>2</sub>) yokluğunda ise alkoloik fermantasyon yaparak gelişmelerini sürdürebilirler (Tunail, 2000).

Mantarların gelişiminde ve üremesinde gıda maddelerinin çeşidi ve fiziksel durumu etkilidir (Şanlı, 2002). Sıvı gıdalar anaerob ortamın hızlı bir şekilde oluşmasına ve fermantasyonun hızlıca gelişmesine uygundur. Bu sebeple mantarlar daha katı ve oksijen geçişi olan gıdaları tercih etmektedirler (Pitt, 2000). Özellikle kolay sindirilebilir karbonhidrat ve yağ içeriğince zengin olan tarımsal ürünler ve gıda maddelerinin hızla küflenerek bozulduğu bir gerçektir. Belirtilen nedenlerle yem hammaddesi olarak kullanılan ayçiçeği ve pamuk tohumu küspeleri, soya fasulyesi, mısır çeşitleri kolaylıkla küflenerek kirlenebilmektedir (Şanlı, 2002).



### 1.1.2. Mikotoksinler

Mikotoksinler, yem ve gıda maddelerinde fungus türleri tarafından sentezlenen metabolizma ürünleri olup, bunları tüketen hayvan ve insanlarda latent, akut, subakut veya kronik karakterde mikotoksikozis olgularına neden olan toksik maddelerdir (Aydın, 2007; Tiryaki ve ark., 2011).

Mikotoksin terimi Yunanca "mykes" ve Latince "toxicum" kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Günümüzde 110.000'i aşkın mantar türü izole ve identifiye edilip karakterleri saptanmış olmakla beraber, içlerinden 350 civarında türün mikotoksin oluşturduğu ve bunlardan da 20'den fazlasının insanlar ve hayvanlar için yüksek toksiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Arda ve ark., 1997; Tunail, 2000; Şanlı, 2002). Bir mantar türü tarafından farklı mikotoksinler üretilmediği gibi, farklı mantar aileleri tarafından bir mikotoksinde üretilmektedir (Şener ve Yıldırım, 2000; Şanlı, 2002). Bazı mikotoksinler ve bunları salgılayan mantar türleri Tablo 1.2'de gösterilmektedir.

**Tablo 1.2.** Bazı mikotoksinler ve bunları salgılayan mantar türleri (D'Mello ve Macdonald, 1997)

| <b>Mantar Türleri</b>  | <b>Mikotoksinler</b>    |
|--|-------------------------|
| <i>Aspergillus flavus</i> ve <i>Aspergillus parasticus</i>                                     | Aflatoksin              |
| <i>Penicillium viridicatum</i> ve <i>Penicillium cyclopium</i>                                 | Okratoksin A            |
| <i>Fusarium culmorum</i> , <i>Fusarium graminearum</i> 'un ve <i>Fusarium sporotrichioides</i> | Deoksinivalenol         |
| <i>Fusarium sporotrichioides</i> ve <i>Fusarium poae</i>                                       | T-2 toksin              |
| <i>Fusarium sporotrichioides</i> , <i>Fusarium graminearum</i> 'un ve <i>Fusarium poae</i>     | Diasetoksissirpenol     |
| <i>Fusarium culmorum</i> , <i>Fusarium graminearum</i> ve <i>Fusarium sporotrichioides</i>     | Zearalenone             |
| <i>Fusarium proliferatum</i> , <i>Fusarium verticillioides</i>                                 | Fumonisin               |
| <i>Acremonium coenophialum</i>   | Ergopeptine alkaloidler |

Mikotoksinler, vücutta affinite gösterdikleri organlara ve bu organlarda gösterdikleri etkilere göre sınıflandırılır (Arda ve ark., 1997). Mikotoksinlerin toksik etkilerine göre sınıflandırılması Tablo 1.3'de gösterilmiştir.

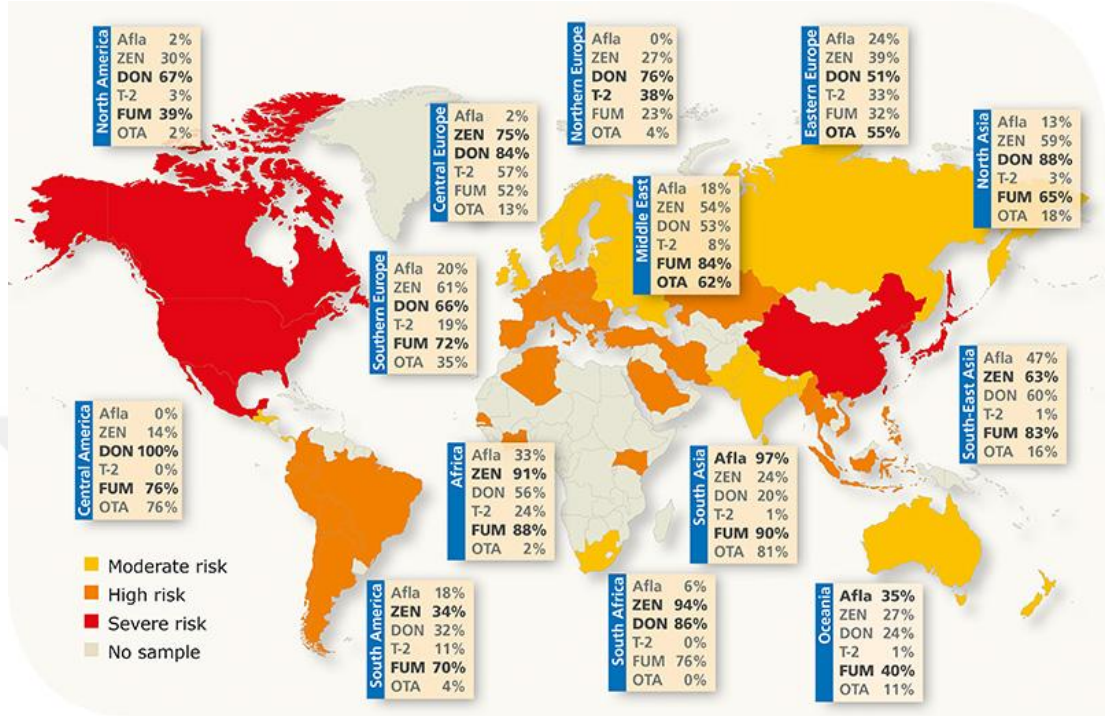
**Tablo 1.3.** Mikotoksinler ve toksik etkileri (Arda ve ark., 1997; Aydın, 2007).

| <b>Toksik Etki</b>                    | <b>Mikotoksin</b>   |
|---------------------------------------|---|
| Karsinojen Etkili Mikotoksinler       | Aflatoksin, Okratoksin, Sterigmatosistin, Fumonisin, Luteoskirin, Patulin, Streptozotosin, Elaiomycin                 |
| Hepatotoksik Etkili Mikotoksinler     | Aflatoksin, Sterigmatosistin, Sitrinin, Sporidesmin, Okratoksin, Rubratoksin, Luteoskirin, Sikloklorotin, Rubratoksin |
| Nefrotoksik Etkili Mikotoksinler      | Okratoksin, Sitrinin  |
| Dermatotoksik Etkili Mikotoksinler    | Stakibotritoksin, Trikotesenler, Verrucarın, Furanokumarin  |
| Solunum Sistemi Toksinleri            | Stakibotritoksin  |
| Hemapoletik Sistem Toksinleri         | Trikotesenler   |
| İmmunotoksik Etkili Mikotoksinler     | Aflatoksin, Okratoksin, Trikotesenler, Fusarium Toksinleri  |
| Nörotoksik Etkili Mikotoksinler       | Ergot Alkoloidleri, Fumonisin, Sitreoviridin, Penitrem  |
| Tremorjenik Etkili Mikotoksinler      | Trikotesen  |
| Östrojenik Etkili Mikotoksinler       | Zearalenon  |
| Kardiyotoksik Etkili Mikotoksinler    | Sitreoviridin, Penisilik Asit   |
| Alimenter Kanala Etkili Mikotoksinler | Trikotesenler, Stakibotritoksin   |
| Diyabetojenik Etkili Mikotoksinler    | Terrik Asit   |
| Teratojenik Etkili Mikotoksinler      | Aflatoksin, Okratoksin, Sitokalsin  |

### 1.1.3. Mikotoksin Yaygınlığı

Mantarlar insan ve hayvan sağlığını tehdit ettiği gibi tarımsal ürünlerde tahribatları azımsanmayacak düzeydedir. Mantarların vermiş oldukları ekonomik zararlar, yem hammaddelerinde kayıplar dikkatte alındığında oldukça önemli düzeydedir. Yıllık üretim düzeyinde; yağlı tohumlarda %12, yer fıstığında %4,2, mısırdan %3, soya fasulyesinde %3'lük besin değerlerinde kayıplara neden olmaktadır (Tunail, 2000). Dünya çapında 2011 yılında yapılan bir araştırmada; 4.327 örnek üzerinden aflatoksin, zearalenon, deoksinivalenol, okratoksin A ve fumonisin yönünden incelenmiştir. Araştırma neticesinde aflatoksin %63,99 (2.769 pozitif) ve okratoksin bakımından %27, zearalenonda %40, fumonisinde %51 ve deoksinivalenolde %59 düzeylerinde tespit edilmiştir (Anonim, 2011). Aynı araştırma şirketinin 2015 yılında 75 ülkede yapmış olduğu aflatoksin (Afla), zearalenon (ZEN), dioksinivalenol (DON), T-2 toksin, fumonisin (FUM) ve

okratoksin A (OTA) yönünden 8.271 analiz yapmış. Mikotoksin survey çalışmasının sonucu Şekil 1.1'de verilmiştir (Anonim, 2015).



Şekil 1.1. 2015 yılında dünyadaki mikotoksin durumu (Anonim, 2015).

Ülkemiz küresel ısınmanın etkisi ile subtropikal iklim kuşağının içine girmesi öngörülmektedir. Bu durum çerçevesince 2100 yılına kadar küresel sıcaklığın 4,8 °C artabileceği Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panel'inde rapor edilmiştir (Anonim, 2007). Küresel sıcaklığın yükselmesi ile bitki patojenlerinde kutuplara doğru 2,7 km/yıl hızında taşınma olması beklenmektedir. Yayılım mikotoksin profilini de değiştireceği öngörülmektedir ( Wu ve ark., 2011).

#### 1.1.4. Mikotoksikozlar

Hayvanlarda funguslar tarafından oluşturulan direk etkiye 'Mikozis', fungusların toksinleri aracılığı ile oluşturdukları etkiye 'Mikotoksikozis' denir. Fungusların metabolitlerinin tüketilmesi sonucunda oluşan etkisi; mikotoksinin tipi, miktarı, ne kadar süredir tüketildiği, hayvanın yaşı, sağlığının durumu, ne sıklıkla

beslendiği gibi etmenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Arda ve ark., 1997; Basmacıoğlu ve Ergül, 2003).

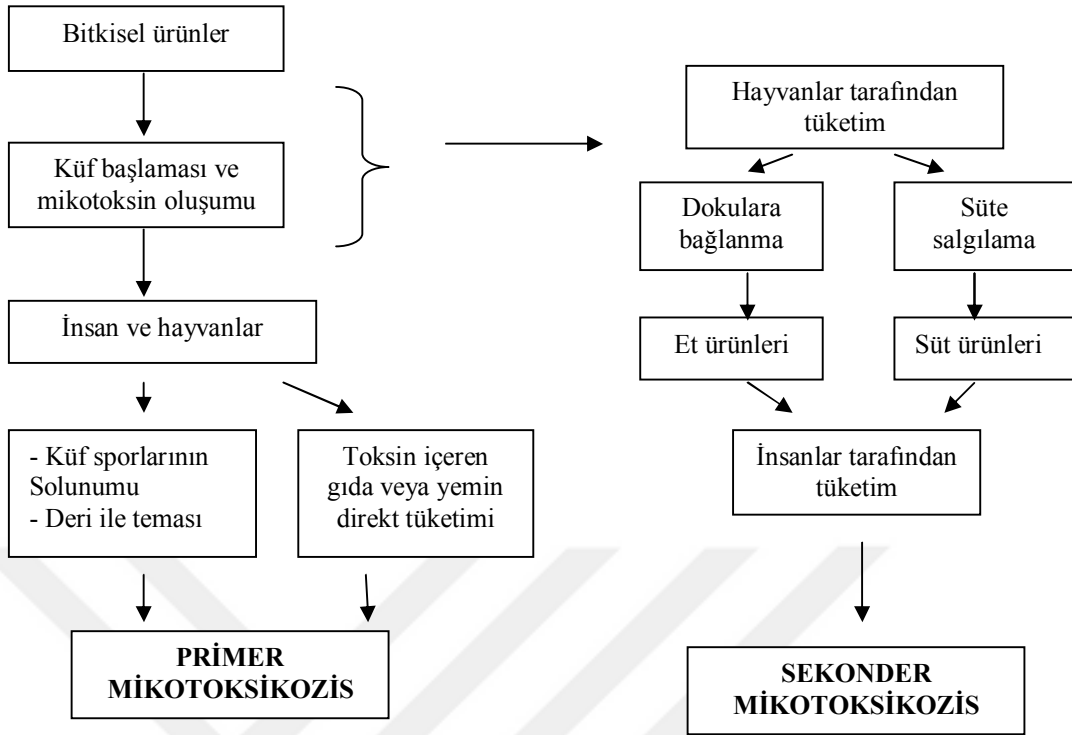
Mikotoksinlere maruz kalma genellikle gastrointestinal sistem üzerinden şekillenmektedir. İnhalasyon yoluyla toksin alımı çok nadirdir (Arda ve ark., 1997). Mikotoksikozis olgusu sporadik seyretmekte olup, enfeksiyöz ve bulaşıcı karakterde değildir (Şanlı, 2002). Ruminantlar, toksikasyonlara karşı tek tırnaklılara göre daha dayanıklıdır (Zain, 2011). Bu dayanıklılık rumende bulunan mikroorganizmaların mikotoksinleri yıkımlamasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu direnç tüm mikotoksinler için üst seviyede değildir. Direnç toksinin türüne bağlı olduğu gibi hayvanın beslenme ritminin değişmesi yada yüksek verimli hayvanların yoğun beslenmesi gibi durumlarda düşmektedir (Kiesling ve ark., 1984; Fink-Gremmels, 2008a; Fink-Gremmels 2008b).

Mikotoksin alımına bağlı hayvanlarda klinik seyir Tablo 1.4'de gösterilmektedir.

**Tablo1.4.** Hayvanlarda mikotoksikozis şekilleri ve etkileri (Aydın, 2007).

| <b>Akut Primer Mikotoksikozis</b>   | <b>Kronik Primer Mikotoksikozis</b>  | <b>Sekonder Mikotoksin Bozuklukları</b>  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Hepatitis</li><li>• Hemoraji</li><li>• Nefritis</li><li>• Ağız ve barsak epitelinde nekroz</li><li>• Ölüm</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Büyüme hızında yavaşlama</li><li>• Reprodüktif etkinlikte azalma</li><li>• Et, süt ve yumurta veriminde azalma</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• İmmunogenezis ve doğal direnç mekanizması bozukluğu</li><li>• İnfeksiyonlara karşı duyarlılık</li><li>• Hücrel immun yanıt sisteminin baskılanması</li><li>• Fagositoz ve komplement aktivitesinin baskılanması</li><li>• Teratojenik etki</li></ul> |

Mikotoksinlerle kirlenmiş gıdaları tüketen insan ve hayvanlarda mikotoksikozis olgunun nasıl meydana geldiği Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Mikotoksinlerin insan ve hayvanlara geçiş yolları (Özer, 2008).

### 1.1.5. Aflatoksinler

#### 1.1.5.1. Genel Özellikleri

İngiltere'de 1960 yılında sebebi bilinmeyen bir hastalıktan 100.000'den fazla hindinin ölümüne neden olmuştur. Bu hastalığa "Turkey X Disease" ismi verilerek nedenleri araştırılmıştır. Rasyonun değiştirilmesi ile ölümlerin azalması sonucunda hastalığın yem kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Brezilya kökenli küflü yer fıstığı küspesinden *Aspergillus flavus* izole edilmiş ve onun metaboliti olan difurankumarin'in ölümlere neden olduğu gösterilmiştir. *Aspergillus flavus* kaynaklı olduğu için toksine aflatoksin adı verilmiştir (Tunail, 2000; Weidenbörner, 2001).

Aflatoksin üretebilen fungusların sayısı fazla değildir. *Aspergillus* ailesine üye olan *A. flavus*, *A. parasiticus* ve kısmen de *A. nominus* ile bazı *Penicilium* ve *Rhizopus* türleridir. *A. flavus* yalnızca AFB üretirken diğer türler hem AFB hem de AFG üretirler (Henry ve ark., 2001; Şener ve Yıldırım, 2000).

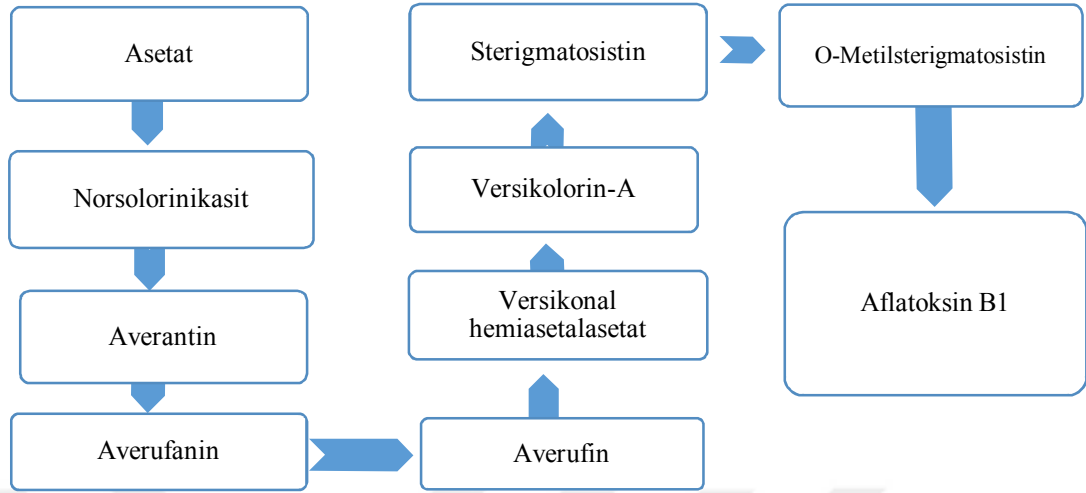
*Aspergillus* türleri dünya geneline yayılmıştır ve tüm iklim koşullarında rahatlıkla çoğalabilmektedir. Ortam sıcaklığının 24-25 °C, %9-14 arası veya daha yüksek oranlarda rutubet içeren tarımsal ürün ve gıda maddelerinde 72-96 saat gibi kısa zamanda bile yoğun bir küflenme meydana gelebilir (Şanlı, 2002). Mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler Tablo 1.5'de gösterilmiştir (Kielstein, 1993). Riskli yemler olarak mısır, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği küspesi, soya fasulyesi unu, yağlı tohumlar, balık unu, et kemik unu ve bunları ihtiva eden karma yemleri sayılabilir. Aflatoksin ile kirlenme (tarladan-depoya) herhangi bir zamanda gerçekleşebilir (Şanlı, 2002).

**Tablo 1.5.** Mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler (Kielstein, 1993).

| <b>Fiziksel faktörler</b> | <b>Kimyasal faktörler</b>               | <b>Biyolojik faktörler</b>          |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| Nemlilik                  | CO <sub>2</sub>                         | Fungal enfeksiyon, inokulum miktarı |
| Substrat nemliliği        | O <sub>2</sub>                          | Bitki çeşidi, bitki dayanıklılığı   |
| Kuruma hızı               | Substratın yapısı                       | Bitki stresi, bitkinin hastalıkları |
| Yeniden nemlenme          | Substrata yapılan kimyasal uygulamalar  | Fungusların genetik farklılığı      |
| Nispi hava nemi           | Kimyasal işlemler (gübreleme, ilaçlama) | Mikroorganizmalar arasındaki ilişki |
| Sıcaklık                  | Zararlıların faaliyeti                  |                                     |
| Mekanik zararlanma        | Fungal izolat farklılıkları             |                                     |
| Zaman                     |   |                                     |
| Hububatın karıştırılması  |   |                                     |

#### **1.1.5.2. Aflatoksin Sentezi**

Laboratuvar koşullarında aflatoksin biyosentezi için toksijenik mantarlardan asetat ile başlayan ve devam eden sentez mekanizması Şekil 1.3'de gösterilmiştir. Bu nedenle gerek biyosentez gerekse yapısal yönden AFB<sub>1</sub> temel bileşik niteliğindedir (Aksoy, 1990; Şanlı, 2002; Tunail, 2000)

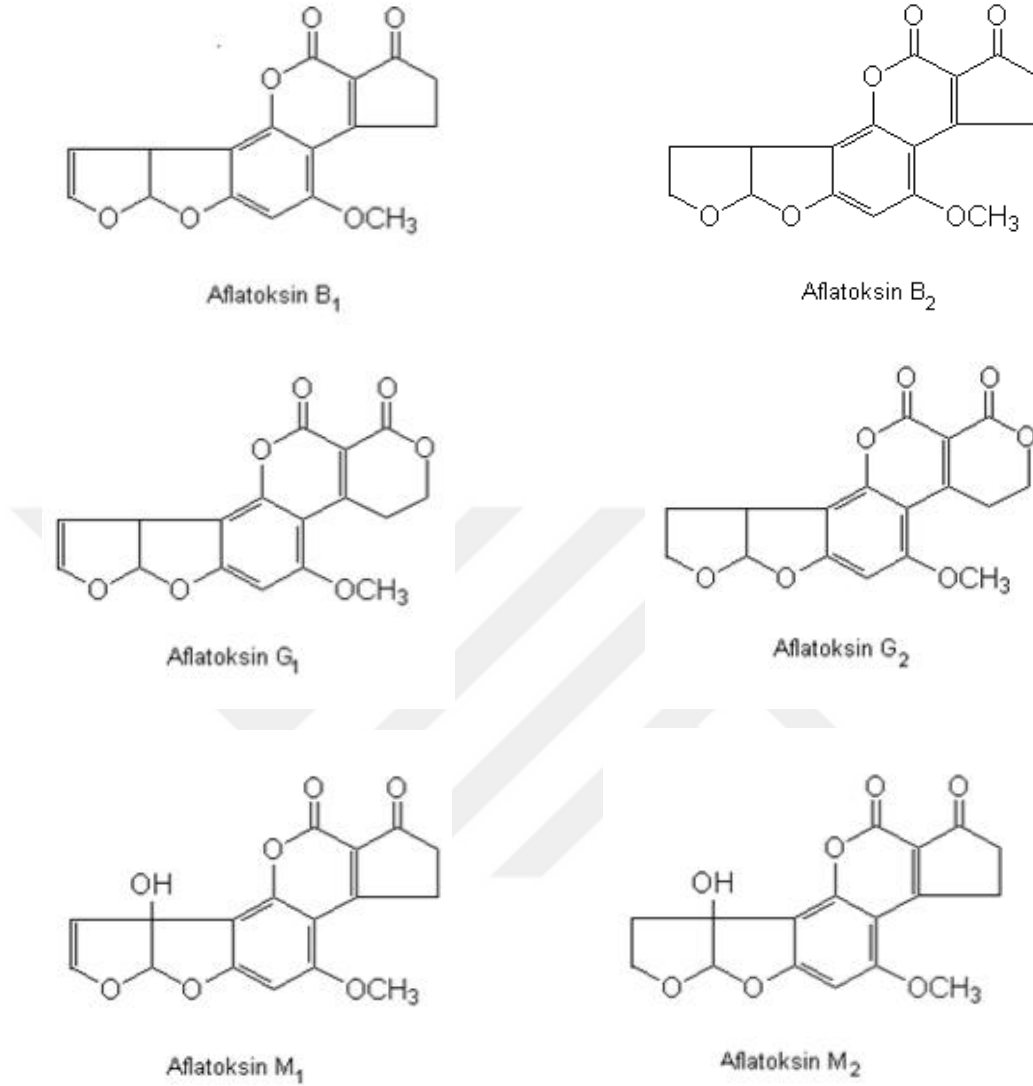


**Şekil 1.3.** AFB<sub>1</sub>'in doğal sentez mekanizması (Tunail, 2000).

Aflatoksin sentezlenme miktarı ile küflenmeye dahil olan fungus sayısı ve koloni hacmi arasında doğrusal ilişki bulunmamaktadır. Ortamın rutubetinin azalması, kullanılabilir besin maddeleri kompozisyonu, aşırı sporlanma, küflenme süresi ve iklim koşulları aflatoksin sentezini inhibe eder (Şanlı, 2002).

### 1.1.5.3. Aflatoksin Çeşitleri

Aflatoksinin kimyasal konfigürasyonuna bakıldığında bifuran halkası ve lakton bağı içeren kumarin derivatlarıdır. Aflatoksinler B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> ve M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> olmak üzere altı önemli fraksiyonu bulunmaktadır. Aflatoksinlere verilen bu harfler ultraviyole ışık'ın altında toksinlerin vermiş oldukları (B<sub>1</sub>- B<sub>2</sub>'nin blue), (G<sub>1</sub>-G<sub>2</sub>'nin green) renk ile ilgilidir. Aflatoksin (M<sub>1</sub>-M<sub>2</sub>'nin milk) türevleri AFB<sub>1</sub> ve AFB<sub>2</sub>'nin sağmal hayvanlar tarafından tüketilmesi sonucunda sütle atılan şekilleri olarak kabul edilir. Aflatoksin M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub>'nin hidroksi türevleridir. Kimyasal yapıları Şekil 1.4'de verildiği gibi B<sub>2</sub> toksini B<sub>1</sub>'in, G<sub>2</sub> toksini G<sub>1</sub>'in dihidro formlarıdır (Tunail, 2000; Şanlı, 2002).



**Şekil 1.4.** Bazı aflatoksinlerin kimyasal yapıları. (Tunail, 2000).

AFB<sub>2a</sub> ve AFG<sub>2a</sub> AFB<sub>1</sub> ve AFG<sub>1</sub>'in hemiasetal türevleridir. *A.flavus*'un doğal metabolitleri olarak izole edilmişlerdir. Bu türevler, AFB<sub>1</sub> ve AFG<sub>1</sub>'in asit ortamda hidrosilleşmesi ile de elde edilmektedir. Ayrıca AFP<sub>1</sub> ve AFQ<sub>1</sub>, AFB<sub>1</sub>'in farklı türden hayvanlarda metabolize olmuş metabolitleridir (Weidenbörner, 2001; Şanlı, 2002).

Aflatoksinler metanol, kloroform, diklormetan, aseton veya asetonitril çözünürler. Ancak sudaki çözünürlükleri azdır (Tunail, 2000).



Gıdalarda, tarımsal ürünlerde ve yemlerde en çok görülen aflatoksinlerin toksisite sıralaması;  $AFB_1 > AFG_2 = AFM_1 > AFB_2 > AFG_2 > AFM_2$  şeklindedir (Tunail, 2000).

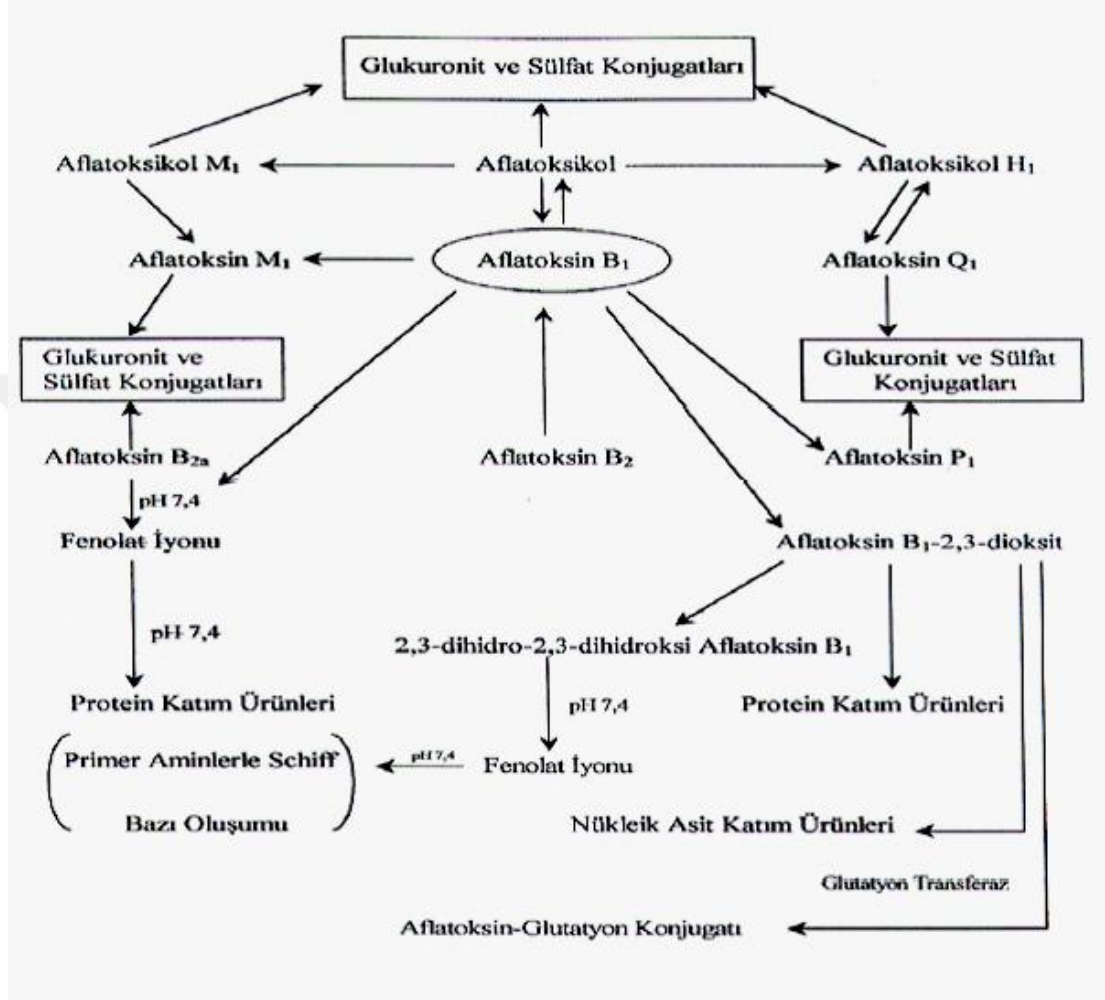
#### 1.1.5.4. Aflatoksin Etki Şekli

Gastrointestinal sistemden emilen aflatoksinler, serum albümin ile transport edilir. Başlıca karaciğer ve yumuşak dokulara yerleşim gösterir. Toksikitesi; DNA, RNA ve protein sentezi inhibisyonu; çeşitli enzimlerin etkinliğinde düşme; glukoz metabolizması çökmesi; fosfolipidler, serbest yağ asitleri, trigliseritler ve kolesterol ve esterleri dahil olmak üzere lipit sentezi inhibisyonu ve pıhtılaşma faktörü inhibisyonu gibi etkilerden kaynaklanmaktadır (Hendrickse, 1997).  $AFB_1$  8,9-epoksit; ekso- ve endo- olmak üzere iki formda oluşur. Farelerde bu iki izomerin oranı 32:1 iken insanda bu oran daha düşüktür. Her iki izomerin de DNA'ya olan afiniteleri farklıdır. Ekso-epoksit oldukça elektrofiliktir ve DNA'da guaninin N7 konumuna bağlanır. Endoizomerden yaklaşık 500 kat daha çok mutajenik aktiviteye sahiptir.  $AFB_2$  ise 8,9 konumunda çifte bağ içermediğinden dolayı pratik olarak inaktiftir.  $AFB_1$  8,9-epoksit daha sonra 8,9-dihidro  $AFB_1$ 'e metabolize olarak Schiff bazı oluşumuyla hücre proteinlerindeki lizin amino asidine -amin grubundan bağlanarak modifiye eder ve hücre hasarı ile hücre ölümüne neden olabilir (McConnell ve Garner, 1994).

Bu etkilerin neticesinde toksine en çok maruz kalan organ; karaciğerde nekroz tümoral gelişmeler meydana gelir. Sitokrom P-450 varlığıyla aflatoksinlerden sentezlenen epoksitler geçici ara ürünlerdir ve karacigerde GSH (glutatyon) ile konjuge edilir veya epoksit hidrataz enziminin etkisiyle aflatoksikole dönüştürülerek daha az zararlı metabolitlere çevrilir. Bu korumacı mekanizma uzun süreli ya da yüksek dozlarda aflatoksine maruz kalmada yetersiz kalır (Şanlı, 2002).

$AFB_1$  8,9-epoksit için glutatyon ile konjugasyon en önemli detoksifikasyon yoludur.  $AFB_1$ 'in metabolizması sırasında P450 tarafından katalizlenen pek çok hidroksilasyon oluşur ve bu reaksiyonlar sonucunda  $AFM_1$ ,  $AFP_1$  ve  $AFQ_1$  gibi

ikincil metabolitler oluşur. Faz II konjugasyon işlemleri primer aflatoksin metabolitlerinin glukronidasyon, sülfasyon ve asetilasyonunu içerir. Şekil 1.5'de aflatoksinlerin olası metabolizma yolları görülmektedir (Busby ve Wogan, 1984).



Şekil 1.5. Aflatoksinlerin olası biyotransformasyonu (Busby ve Wogan, 1984).

Aflatoksinlerin karaciğer hücrelerinde meydana getirdiği hepatoksisite reaktif oksijen üreterek peroksidatif hasar oluşturmaya bağlı olduğu düşünülmektedir (Eldin ve ark., 2008). Aflatoksinlerin karaciğer üzerindeki etkileri Tablo1.6'da gösterilmiştir (Yunus ve ark., 2011).

**Tablo 1.6.** Aflatoksinlerin karaciğer üzerindeki etkileri (Yunus ve ark., 2011).

| Hayvan        | LD50 (mg/kg) | Nekroz ve Hemoraji | Fibrozis | Nodül Rejenerasyonu | Safra Kanalı Proliferasyonu ve Hiperplazisi | Hepatik Hücrelerde Büyüme |
|---------------|--------------|--------------------|----------|---------------------|---|---------------------------|
| Tavşan        | 0.4          | +                  | -        | +                   | +   | +                         |
| Ördek Yavrusu | 2.8          | +                  | -        | +                   | +   | +                         |
| Köpek         | 6.3          | +                  | +        | +                   | +   | +                         |
| Tavuk         | 72.0         | -                  | -        | -                   | +   | +                         |
| Fare          | 56.3         | -                  | -        | -                   | -   | +                         |
| Sıçan         | 73.3         | +                  | -        | +                   | +   | +                         |
| Domuz         | 3.9          | +                  | +        | +                   | +   | +                         |

Lipit metabolizmasındaki bazı değişiklikler hepatik steatoza (yağlı karaciğer) sebep olabilir. Lipit metabolizmasındaki akut dengesizlik LDL'nin modifiye olmasına ve yüzey reseptörlerinin hücreler tarafından tanınmamasına neden olur. Geri dönen bu modifiye hücreler sinüzoidal hücrelere bağlanır. Karaciğerin yağ yükü yükselirken periferel hücrelerde lipid açlığı meydana gelir (Amaya-Farjan, 1999).

Aflatoksinlerin başka önemli etkisi immunsupresif etkidir. Bu etki büyük olasılıkla komplementler gibi non spesifik humoral maddelerin depresyonu ve immunojen maddelerin aflatoksinler tarafında etkilenmiş konakçı dokularıyla etkileşimlerinin engellenmesinden kaynaklanmaktadır. Reseptör hasarı oluşması sebebiyle çeşitli hücreler arasında iletişim bozukluklarına ve makrofajlar tarafından üretilen iletişim moleküllerinin de düşüşe yol açar (Şanlı, 2002). Aflatoksinler bu immunsupresif özellikleri nedeniyle aşılmalara karşı yeterli bağışıklık oluşumunu engellemenin yanında çeşitli enfeksiyonlara karşı hassaslaştırır (Arda ve ark., 1997).

#### 1.1.5.5. Atılım

Hayvanlar (Ratlar) üzerinde yapılan çalışmalarda, vücuda giren toksinin %90'dan fazlası ekskretlerle dışarı atılmaktadır. Atılım gaita (%75) ve idrarla (%15-20) şeklindedir. Toksinin %5-6'lık kısmında karaciğerde tutulur. Yemlerinde aflatoksin bulunan ruminantların sütlerinde ve kanatlıların yumurtalarında aflatoksine rastlanmıştır (Arda ve ark.,1997).

Aflatoksin ihtiva eden yemler gastrointestinal sisteme alındığında kolayca emilerek yüksek oranda serum albüminle taşınır. Başlıca karaciğer olmak üzere yumuşak dokulara dağılır. Ruminantların sindirim kanalında rumen mikroflorasınca kısmen suda çözünebilen konjugasyon ürünlerine çevrilir. Dolaşımdaki kanda bulunan aflatoksinler, yüksek oranda karaciğerde tutulmaktadır. Karaciğerdeki aflatoksinlerin bir kısmı hepatositler, DNA, endoplazmik steroidlerin bağlanma yüzeyleri ve enzimler gibi büyük moleküllere birleşirken bir bölümüde türlere göre farklılık gösteren tür ve oranda yağda ve suda çözünebilen aflatoksin Q<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>, B<sub>2a</sub>, aflatoksikol M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>' ye çevrilmektedir. Şekillenen metabolizma ürünleri büyük oranda safra ile atılırlar (Şanlı, 2002). Aflatoksinler, üriner sistemle de metabolize edilirler. Hayvan türlerinin büyük bir kısmında atılan miktarın %50'si biliyer sekresyonla olurken, üriner eliminasyonla uzaklaştırılan miktar %15-25 kadardır (Şener ve Yıldırım, 2000).

#### **1.1.5.6. Aflatoksikozis**

İnsan ve birçok hayvan aflatoksikoza duyarlıdır fakat etkilenenler çoğunlukla sığırlar, koyunlar ve kanatlılardır. Bu etki alanı tür, yaş, cinsiyet, beslenme gibi parametrelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Agag, 2004). Aflatoksikozis, büyük oranda AFB<sub>1</sub> tarafından ortaya çıkan akut, subakut veya kronik seyirli bir mikotoksikozdur (Arda ve ark., 1997). Çiftlik hayvanlarında aflatoksikoz genel olarak immunsupresyon, canlı ağırlık kazancında azalma, beslenme yetersizliği ekonomik kayıplara yol açar (Robens ve Richard, 1992).

Aflatoksikozun akut olgularında meydana gelen ansızın ölümlerin yanında kronik olgularda rastlanan hepatoselüler karsinomlar başlıca toksik etkilerindedir (Kensler ve ark., 2011). Dünyanın birçok yerinde gözlenen hepatoselüler karsinom ve buna bağlı ölümlerin nedeni aflatoksinlerdir (Ferlay ve ark., 2010). Hindistan'ın kuzeybatısında 1974 yılında meydana gelen 397 kişinin etkilendiği ve 106 kişinin öldüğü aflatoksikozis vakasının 6.250-15.600 µg/kg aflatoksin ihtiva eden mısırların tüketilmesinden kaynaklandığı anlaşılmıştır (Krishnamachari ve ark., 1975). Ekonomik gelir seviyesi düşük olan ülkeler aflatoksinlere uzun süre boyunca ve daha

yüksek oranda maruz kalmaktadır. Çin ve Sahra Altı Afrika bölgelerinde IARC tarafından yapılan çalışmalar neticesinde aflatoksinlerin insanlar için karsinojen olduğu tespit edilmiştir (Wild ve Gong, 2010; Kensler ve ark., 2011). Dünyada her yıl görülen 550.000-600.000 hepatoselüler karsinom vakalarının 25.200 ila 155.000 civarı aflatoksin maruziyeti ile ilişkilendirilirken, tüm hepatoselüler karsinom vakalarında aflatoksinlerin etkisi %4,6-28,2 oranlarındadır. Tespit edilen vakaların büyük bir kısmı Sahra Altı Afrikasında, Çin ve Güneydoğu Asya'da gözlenmektedir. Hepatoselüler karsinom olgularının gelişmemiş ülkelerde görülme oranı gelişmiş ülkelere kıyasla 16-32 kat daha fazladır (Liu ve Wu, 2010). Yapılan farklı bir epidemiyolojik çalışmada aflatoksinli gıdaları tüketen insanlarda hepatoselüler karsinom ve karaciğer sirozu görülme oranı daha yüksektir. Danimarka'da primer hepatoselüler karsinomlar %0,18, beyaz Amerikalılarda %1,7 iken sürekli yer fıstığı ile beslenen Sudan'da oran %14'e yükselmektedir (Tunail, 2000).

Ratlar üzerindeki yürütülen bir çalışmada vücuda alınan AFB<sub>1</sub>'in gençlerde Glutasyon S-transferaz aktivitesini ileri yaşlılara kıyasla önemli derecede artığı için aflatoksinin metabolitlerinin gençlerde daha hızlı yok edildiğini bildirmiştir. (Parhizkar ve ark., 2002).

Süt inekleri tek mideli hayvanlara nazaran mikotoksikoz vakalarına daha dirençlidir. Bu durum rumende bulunan mikroorganizmaların mikotoksinleri yıkımlama özelliklerinin bulunmasından kaynaklanmaktadır (Fink-Gremmels, 2008a).

Süt ineklerinde aflatoksikozis vakalarının klinik seyrini, alınan mikotoksinin miktarı belirlemektedir. Özellikle yüksek süt verimine sahip ineklerin fazla yem tüketmesi ve tüketilen yemin sindirim sisteminde yeterince kalamaması neticesinde aflatoksinlere karşı rumende parçalanma azalmakta ve emilimi artmaktadır (Starkl ve ark., 2013). Mikotoksin alımlarında akut olgulara nazaran subklinik olgular önem taşımakta olup hayvanlarda direkt ve indirekt olarak sağlığın bozulmasına ve ekonomik kayba neden olmaktadır. Kronik aflatoksikozis olgularında yem tüketiminde ve yemden yararlanmada azalma, süt veriminde düşme, abort, döl veriminde düşme, iştahsızlık ve killarda kabarma görülmektedir. Kontamine yem

tüketimi protein, karbonhidrat ve yağ metabolizmasında bozulmalara neden olmaktadır. (D'Mello ve Macdonald, 1997; Hussein ve Bresel, 2001). Hayvanlarda ketozis, yavru zarlarının atılamaması, abomasum deplasmanı, mastitis, metritis, laminitis gibi metabolik hastalıkların artışı ve sütte somatik hücre sayısında yükselme gözlenmektedir. Aflatoksin ile kontamine rasyonla beslenen süt hayvanlarında düşük gebe kalma oranı, kistik ovarium ve uterus enfeksiyonları görülmüştür (Starkl ve Zwielehner, 2013).

Yemle verilen 100 µg/kg aflatoksinin süt verimini (Patterson ve Anderson, 1982), 120 µg/kg aflatoksinin ise döl verimini düşürdüğü belirtilmiştir (Guthrie, 1979).

Klinik olarak aflatoksikozis vakalarını teşhis etmek kolay değildir (Arda ve ark., 1997). Akut olguların tespiti zor olduğu gibi subakut olgularda teşhis koymak yine kolay olmamaktadır. Kesin tanıya ulaşmak için ise muhakkak yemlerde toksikolojik analizlerin yapılması gerekmektedir (Şanlı, 2002).

Mikotoksinlerin analizinde, ince tabaka kromatografisi (Thin Layer Chromatography, TLC), yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (High Pressure Liquid Chromatography, HPLC), gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS), enzim bağlanmış immunoabsorbant yöntemi (ELISA) kullanılmaktadır (Oruç, 2005).

HPLC mikotoksin analizlerinde en yaygın kullanılan analiz yöntemlerinden biridir. Diğer yöntem olan ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi, antikora bağlanmış bir enzimin aktivitesini araştırma prensibine dayanan kantitatif bir ölçüm yöntemidir. (Oruç, 2005; Özöğüt, 2009).

#### **1.1.5.7. AFM<sub>1</sub> Oluşumu ve Yemden Süte Toksin Geçişini Etkileyen Faktörler**

Rasyonda bulunan aflatoksin hayvan sağlığını nasıl tehdit ediyorsa, aflatoksinin M<sub>1</sub>'e dönüşmesi insan sağlığını tehdit etmektedir. Aflatoksin ihtiva eden yemlerin sindirim sistemine alınması ile AFB<sub>1</sub> rumende yıkımlanarak aflatoksikole dönüşür. Dönüştürülemeyen kısım ise gastrointestinal sistem aracılığıyla emilerek

karaciğerde hidroksil grubu ile birleşerek AFM<sub>1</sub> 'e çevrilir. AFM<sub>1</sub> glukronik asit ile birleşerek bilier sistemle ya da süt ile atılır (Kuilman ve ark., 2001).

AFM<sub>1</sub> sütle %0,8-2,2 oranlarında atılmaktadır (Oruç ve Sonal, 2001). Sütteki AFM<sub>1</sub> miktarı; mevcut yemle alınan aflatoksin miktarı, beslenme aralığı, hayvanın sağlığı, karaciğerin biyotransformasyon kapasitesi, süt verim seviyesi gibi etmenlerle bağlantılı olarak değişim göstermektedir. Süt verimi yüksek olan hayvanlar fazla konsantre yem verilmesi neticesinde, süte geçen AFM<sub>1</sub>'in %6,2 oranına kadar yükselebildiği bilinmektedir (Veldman ve ark., 1992).

AFM<sub>1</sub>, rasyon ile vücuda girdikten sonra, 6-24 saat içinde sütte tespit edilmekte, 12-48 saat içinde pik seviyesine erişmekte ve AFB<sub>1</sub> girişi bittikten 72-96 saat sonra sütte AFM<sub>1</sub> düşüş gözlenmektedir (Van Egmond, 1989).

Stubblefield ve ark. (1983), yaptıkları bir çalışmada Holstein ırkı ineğe 3 gün boyunca 0,35 mg/kg dozunda saflaştırılmış AFB<sub>1</sub> oral yolla vererek doku ve sütteki toksin birikimini incelemiştir. Sütte 0,1 µg/l düzeyinde AFM<sub>1</sub> tespit etmiştir.

#### **1.1.5.8. Aflatoksin Sınır Değerleri**

Aflatoksin barındıran gıdaların detoksifiye olumlu sonuçlar alınamaması, insan ve hayvan sağlığı açısından son derece zararlı olmaları ve son derece yaygın oluşları yem ve gıdalarda belirli kontrolleri zorunlu hale getirilmiştir. İlk olarak Dünya Sağlık Örgütü, Gıda ve Tarım Örgütü gibi organizasyonlar gıdalarda tolere edilebilecek aflatoksin miktarının 30 µg/kg olarak belirlemişlerdir. Zaman içerisinde bu sınır değer düşürülmüştür (Tunail, 2000).

Hayvanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda kronik zehirlenmelerin meydana gelebilmesi için günlük ortalama 200 ppb veya daha yüksek düzeylerde aflatoksinin vücuda alınması gerektiği gözlenmiştir. Bununla birlikte 50-200 ppb arası AFB<sub>1</sub>'in yeterli süre vücuda alınması kromozomlarda bozulmalara, karaciğer

hücreleri ve kanın biyokimyasında değişik ve protein sentezi inhibisyonunu içeren subklinik toksikoza sebep olabilirler (Şanlı, 2002).

Türkiye'de 1990-1991 yıllarında gıda ve yem maddelerinde bulunabilecek aflatoksin miktarları ile ilgili olarak sınır değerler yasal olarak belirlenmiştir. Günümüzde Türkiyede ve dünyadaki yem ve gıda ürünlerindeki sınır değerler Tablo1.7, Tablo 1.8 ve Tablo1.9 gösterilmektedir (Anonim, 2005; Eltem, 2007).

**Tablo 1.7.** Yemlerde istenmeyen maddelerin kabul edilebilir en çok miktarları (Anonim, 2005).

| <b>İstenmeyen Maddeler</b> | <b>Hayvan Yemi Olarak Kullanılan Ürünler</b>   | <b>Kabul Edilebilir Üst Sınır mg/kg (ppm) (%12 rutubet içeren yeme göre)</b> |
|----------------------------|--|--|
| Aflatoksin B <sub>1</sub>  | Tüm Yem maddeleri  | 0,02   |
|                            | Tamamlayıcı ve tam yemler; aşağıdakiler dışında:   | 0,01   |
|                            | -Süt sığırları ve buzağular, süt koyunları ve kuzular, süt keçileri ve oğlaklar, domuz yavruları ve genç kanatlı hayvan karma yemleri  | 0,005  |
|                            | -Sığır (süt sığırları ve buzağular hariç), koyun (süt koyunları ve kuzular hariç), keçi (süt keçileri ve oğlaklar hariç), domuz (domuz yavruları hariç), kanatlı (genç kanatlılar hariç) karma yemleri | 0,02   |



**Tablo 1.8.** Türkiye’de gıdalar için belirlenmiş aflatoksin limitleri (Anonim, 2005).

| No | Gıda  | Maksimum Limit ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) |  |                |
|----|---|--|--|----------------|
|    |   | B <sub>1</sub>                             | B <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub> | M <sub>1</sub> |
| 1  | AFLATOKSİN<br>Yerfıstığı ve diğer yağlı tohumlar (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)<br>- Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılan yerfıstığı ve diğer yağlı tohumlar hariç | 8,0  | 15,0   | -              |
| 2  | Badem, Antepfıstığı ve kayısı çekirdeği (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)  | 12   | 15,0   | -              |
| 3  | Fındık ve Brezilya fıstığı (doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)<br>- Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılan fındık hariç   | 8,0  | 15,0   | -              |
| 4  | Badem, Antepfıstığı ve kayısı çekirdeği (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan)  | 8,0  | 10,0   | -              |
| 5  | Doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan kurutulmuş meyveler  | 8,0  | 10,0   | -              |
| 6  | Tahıllar, bunlardan elde edilen ürünler ve bunların işlenmiş ürünleri (Bölüm 11, 14 ve 16’de belirtilenler hariç)   | 2,0  | 4,0  | -              |
| 7  | Doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan mısır ve pirinç  | 5,0  | 10,0   | -              |
| 8  | Çiğ süt, ısıtılmış süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt   | -  | -  | 0,050          |
| 9  | Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları  | 0,1  | -  | -              |
| 10 | Bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dâhil)   | -  | -  | 0,025          |
| 11 | Bebekler için özel tıbbi amaçlı diyet gıdalar   | 0,1  | -  | 0,025          |

**Tablo 1.9.** Çeşitli Avrupa Ülkeleri ve ABD için gıdalardaki üst AFM<sub>1</sub> limitleri (Eltem, 2007).

| <b>Mikotoksin</b>         | <b>Ülkeler</b> | <b>Üst limit<br/>(µg/kg veya µg /l)</b> | <b>Gıdalar</b>      |
|---------------------------|----------------|---|---------------------|
| Aflatoksin M <sub>1</sub> | İsveç          | 0,05                                    | Sıvı süt ürünleri   |
|                           | Avusturya      | 0,05                                    | Süt                 |
|                           | Almanya        | 0,05                                    | Süt                 |
|                           |                | 0,05                                    | Süt                 |
|                           | Hollanda       | 0,02                                    | Tereyağı            |
|                           |                | 0,2                                     | Peynir              |
|                           | Rusya          | 0,5                                     | Süt                 |
|                           |                | 0,02                                    | Bebek maması        |
|                           | İsviçre        | 0,05                                    | Süt ve süt ürünleri |
|                           |                | 0,25                                    | Peynir              |
|                           | Belçika        | 0,05                                    | Süt                 |
|                           | ABD            | 0,5                                     | Süt                 |
|                           | Fransa         | 0,03                                    | Çocuk sütü          |

## **2. GEREÇ ve YÖNTEM**

### **2.1. Gereç**

#### **2.1.1. İşletmelerin Seçimi**

Burdur ilinde bulunan 20 adet süt ineği işletmesinin seçiminde; yem karma makinesi kullanması, en az 30 en fazla 50 baş sağmal hayvanı bulunması, son bir aydır aynı yemi kullanması, süt sağım sistemi kullanması ayrıca süt soğutma tankı bulundurması durumu dikkate alınmıştır. İlave olarak süt numunesi almak için Burdur ilinde bulunan 10 toplu sağım ünitesi de belirlenmiştir.

#### **2.1.2. Yem ve Süt Gereci**

Araştırmada 2016 yılı mart ayında Burdur ilinde bulunan 20 farklı işletmede kullanılan yemler ve aynı işletmedeki süt toplama ünitelerinden alınan süt örnekleri kullanılmıştır. Yem değişikliklerinin sonucu etkileyebileceğinden, işletmelerin en az bir aydır kullandıkları rasyonlardan numuneler alınmıştır. Rasyonu oluşturan tüm yem çeşitleri; Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili yönetmeliğinde belirtilen esaslara uygun olarak alınmıştır (Anonim, 1975). Örnekleme için temiz el küreği ve silindirik numune alma bastonu kullanılmıştır. Rasyonda kullanılan yem içeriğini oluşturan tüm yem çeşitlerinden partiyi temsil edecek şekilde değişik yerlerden alınan numuneler birleştirilerek, partiyi temsil edecek şekilde olması sağlanmıştır.

Süt numuneleri; işletmede bulunan ve sağlıklı hayvanların sütlerinin sağımdan sonra toplandığı soğutma tanklarından homojen bir şekilde alınmıştır. Örnekler, her işletmede 2 adet 250'şer ml'lik kaplara konulmuştur. Alınan numuneler derhal soğuk zincir altına, doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmadan taşınmış ve analiz işlemlerine kadar (Burdur MAKÜ Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda) -25 °C'de bulunan derin dondurucularda muhafaza edilmiştir.

Aflatoksin analiz işlemleri için Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinden hizmet satın alınmıştır.

Sütlerdeki yağ, protein ve toplam kuru madde oranlarının tespiti için Ak Gıda San. ve Tic. A.Ş.'nin Burdur şubesinden destek alınmıştır. Analizler tesiste bulunan Milkoscan ft 120 süt analiz cihazı ile yapılmıştır. Tüm işletmeden alınan 250 ml'lik numunelerin soğuk zincir bozulmadan işletmeye getirilmiştir. Alınan numuneler cihazda işlenmesi ile analiz sonuçları elde edilmiştir.

### **2.1.3. Yem Analizi İçin Kullanılan Malzemeler**

HPLC Metodu: Kullanılan Sistem: Shimadzu Prominence Marka HPLC (Tokyo, Japonya)

CBM: 20A CBM

Dedektör: FloresansRF 20A

Kolon Fırını: CTO-10ASVp

Pompa: LC20 AT

Autosampler: SIL 20ACHT

Kolon: Inertsil ODS 3 150 mm 4.6 mm, 5µm (Tokyo, Japonya)

Akış hızı: 1 ml / dk

Mobil Faz: %60:40 v/v su: metanol, 119 mg/l KBr + 350 µL 4 M HNO<sub>3</sub> (B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> için λ<sub>ex</sub> 362 nm, λ<sub>em</sub> 362 nm 425 nm; G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub> için λ<sub>ex</sub> 362 nm, λ<sub>em</sub> 362 nm 455 nm)

### **2.1.4. Süt Analizi İçin Kullanılan Malzemeler**

HPLC Metodu: Kullanılan Sistem: Shimadzu Prominence Marka HPLC

CBM: 20A CBM

Dedektör: RF 20A Floresans

Kolon Fırını: CTO-10ASVp

Pompa: LC20 AT

Autosampler: SIL 20ACHT

Mobil Faz: %75,25 v/v su: acetonitril. λ<sub>ex</sub> 365 nm. λ<sub>em</sub> 435

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. HPLC ile Yemde Aflatoksin (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>) Analizi

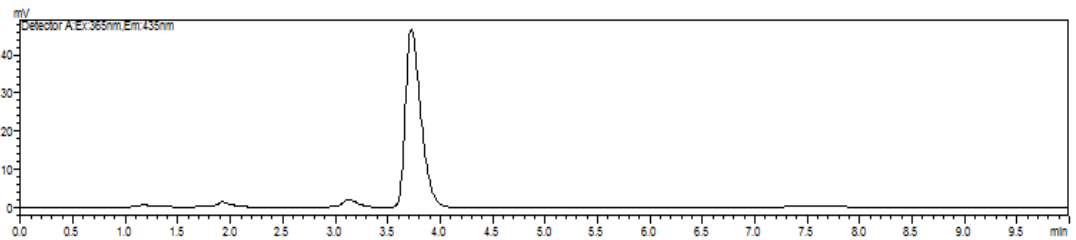
Numune Hazırlanması: 25 g numune karıştırıcıya alınmıştır. Üzerine 100 mL %60 asetonitril, %40 su içeren çözücü katılmış ve yüksek hızda homojenize edilmiştir. 4000 rpmde santrifüj edilmiş ve süzütünün pH'sı 7,4'e ayarlandıktan sonra, karışımdan 2 ml alınarak üzerine 48 ml fosfat tamponu eklenmiştir. 25 ml numune alınmış, aflaprep kartuştan geçirilmiş ve 20 ml PBS ile yıkandıktan sonra 1 ml metanol ve 1 ml su ile aflatoksin bileşenleri kartuştan alınmıştır (Metot Journal of AOAC International Vol 88, No:2 2005 metodun revizyonu ile elde edilmiştir).

### 2.2.2. HPLC ile Sütte AFM<sub>1</sub> Analizi

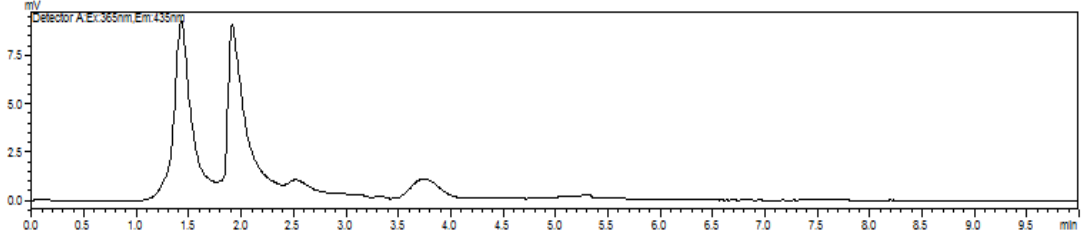
Analiz öncesinde 37°C'ye ısıtılmış 100 ml süt 4000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Yağı alınan süttten 50 ml alınarak EasiExtract marka kartuştan geçirilmiştir. Kartuş 20 ml fosfat tamponu ile yıkanmıştır. M<sub>1</sub> kolondan 1,25 ml metanol: asetonitril (40:60, v/v) ve 1,25 ml saf su ile alınmıştır.

### 2.2.3. Kalibrasyon

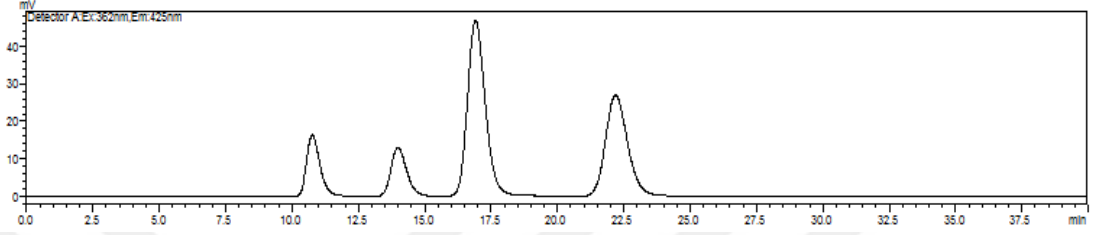
Numuneler okunmadan önce Shimadzu Prominence Marka HPLC cihazında standart aflatoksin solüsyonları ölçüldü, kromatogramlarda toksinlerin piklerinin yeri ve kantitatif değerleri karşılaştırıldı. Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4'de standart ve numune kromatogramı gösterilmektedir.



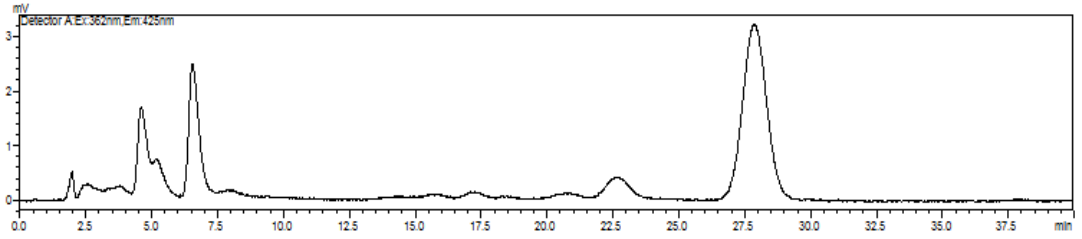
Şekil 2.1. M<sub>1</sub> Standart kromatogramı.



Şekil 2.2. M<sub>1</sub> Numune kromatogramı.



Şekil 2.3. G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> Standart kromatogramı.



Şekil 2.4. G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> Numune kromatogramı.

### 3. BULGULAR

Burdur ilinden belirlenen 20 adet süt ineği işletmesinin rasyonunu oluşturan kaba ve konsantre yem örnekleri alınarak aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> yönünden analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (µg/kg) miktarları Tablo 3.1'de verilmiştir.

İşletmelerden alınan süt numunelerindeki AFM<sub>1</sub> değerleri Tablo 3.2'de sunulmuştur. Ayrıca sütlerdeki yağ, protein ve toplam kuru madde oranları Tablo 3.2'de gösterilmiştir. İşletmelerin ortalama yağ oranı %3,5275, protein oranı %3,135 seviyesindedir.

Burdur ilinde bulunan toplu sağım ve depolama merkezleri, toplu bakım süt sağım ve depolama merkezleri arasından belirlenen 10 işletmeden alınan süt örneklerindeki AFM<sub>1</sub> miktarları, yağ, toplam kuru madde ve protein oranları Tablo 3.3'de sunulmuştur.

İşletmelerin kullandığı rasyonları oluşturan hammaddelerde tek tek aflatoksin analizi yapılmış, llen AFB<sub>1</sub> değerleri ile günlük yem tüketimleri çarpılarak ve elde edilen değerler toplanarak günlük AFB<sub>1</sub> alımı hesaplanmıştır. Bulanan sonuçlar Tablo 3.4.'de sunulmuştur. Sütlerde llen AFM<sub>1</sub> değerleriyle günlük süt verimleri çarpılarak total AFM<sub>1</sub> atılımı bulunmuştur. Bu değerlerin oranlanmasıyla geçiş oranı hesaplanmıştır. Bulanan sonuçlar Tablo 3.5.'de sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** İşletmelerin kullanılan yemlerdeki aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (µg/kg) miktarları.

| İşletme No | Silajlar                  | Kuru Otlar   | Samanlar  | Konsantre Yemler  | Posalar                    |
|------------|---------------------------|--|---|---|----------------------------|
| 1          | Mısır Silajı<br>B1: 0,078 | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,1516<br>G1: 0,0623               | Buğday Samanı<br>B1: 0,0792<br>B2: 0,0289<br>G1: 0,0623 | Konsantre Yem<br>B1: 0,6161<br>B2: 0,0722<br>G1: 0,0623               |                            |
| 2          | Mısır Silajı<br>B1: 0,103 | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,2958<br>B2: 0,0392<br>G1: 0,1782 | Arpa Samanı<br>B1:0,4093<br>G1: 0,0623                  | Konsantre Yem<br>B1: 2,0183<br>B2: 4,5274<br>G1: 2,2224<br>G2: 0,0491 | Pancar Posası<br>B1: 0,139 |
| 3          | Mısır Silajı<br>B1: 0,161 | Kurutulmuş Yulaf<br>B1: 0,1570<br>B2: 0,0033<br>G1: 0,0623 | Arpa Samanı<br>B1:0,1775<br>G1:0,0623                   | Konsantre Yem<br>B1: 0,4173<br>B2: 0,1657<br>G1: 0,2627               | Pancar Posası<br>B1: 0,077 |
| 4          | Mısır Silajı<br>B1: 0,200 | Kurutulmuş Yulaf<br>-                                      | Arpa Samanı<br>B1: 0,286<br>G1: 0,798                   | Konsantre Yem<br>-  |                            |



**Tablo 3.1. (Devam) İşletmelerin kullanılan yemlerdeki aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (µg/kg) miktarları.**

| <b>İşletme No</b> | <b>Silajlar</b>           | <b>Kuru Otlar</b>  | <b>Samanlar</b>   | <b>Konsantre Yemler</b>                            | <b>Posalar</b>     |
|-------------------|---------------------------|--|---|--|--------------------|
| 5                 | Mısır Silajı<br>B1: 0,195 |  | Arpa Samanı<br>G1: 0,735<br>G2: 0,014                       | Konsantre Yem<br>B1: 0,034, G1: 0,350<br>G2: 0,293 |                    |
| 6                 |                           | Kurutulmuş Yonca<br>-  | Arpa Samanı<br>B2: 0,045                                    | Konsantre Yem<br>B1: 0,200<br>B2: 0,098            |                    |
| 7                 | Mısır Silajı<br>-         | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,030, B2: 0,061<br>G1: 0,258, G2: 0,142 | Arpa Samanı   | Konsantre Yem<br>B1: 0,205<br>B2: 0,104            |                    |
| 8                 |                           | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,029<br>G1: 0,398                       | Arpa Samanı<br>B1: 0,060<br>B2: 0,118<br>G2: 1,456          | Konsantre Yem<br>-                                 |                    |
| 9                 | Mısır Silajı<br>B1: 0,025 | Kurutulmuş Çayır<br>Otu<br>-                                     | Arpa Samanı<br>B2: 0,042                                    | Konsantre Yem<br>-                                 |                    |
| 10                | Mısır Silajı<br>B1:0,197  | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,030<br>B2: 0,080                       | Arpa Samanı<br>B1: 0,109, B2: 0,132<br>G1: 0,391, G2: 0,090 | Konsantre Yem<br>-                                 |                    |
| 11                | Mısır Silajı<br>-         |  | Arpa Samanı<br>-  | Konsantre Yem<br>B1: 0,018, B2: 0,030<br>G1: 0,149 | Pancar Posası<br>- |

**Tablo 3.1. (Devam)** İşletmelerin yem bazlı aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> miktarları.

| <b>İşletme No</b> | <b>Silajlar</b>                                     | <b>Kuru Otlar</b>  | <b>Samanlar</b>                     |                             | <b>Konsantre Yemler</b>                 | <b>Posalar</b>                          |
|-------------------|---|--|-------------------------------------|-----------------------------|---|---|
| 12                | Mısır Silajı<br>B1: 0,177                           | Kurutulmuş Yonca<br>G1: 0,579  | Arpa Balyası<br>B1: 0,195           |                             | Konsantre Yem<br>B2: 0,037              |   |
| 13                | Mısır Silajı<br>B1: 0,021<br>B2: 0,068<br>G1: 0,139 | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,073<br>B2: 0,078                           | -                                   |                             | Konsantre Yem<br>B2: 0,066              | Pancar Posası<br>B1: 0,213<br>G2: 1,526 |
| 14                | Mısır Silajı<br>B1: 0,209                           | Kurutulmuş Yonca<br>-  | Arpa Samanı<br>B2: 0,396            |                             | Konsantre Yem<br>-                      | Pancar Posası<br>B1: 0,195              |
| 15                | Mısır Silajı<br>B1: 0,054<br>B2:0,033               | Kurutulmuş Yonca<br>-  | Arpa Samanı<br>-                    |                             | Konsantre Yem<br>B1: 1,109<br>B2: 0,071 |   |
| 16                | Mısır Silajı<br>-                                   | Kurutulmuş Yonca<br>-  | Arpa Samanı<br>B1: 0,381            |                             | Konsantre Yem<br>B1: 3,781, B2: 0,017   |   |
| 17                | Mısır Silajı<br>-                                   | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,039, B2:0,032<br>Kurutulmuş Çayır<br>Otu - | Arpa Samanı<br>B1: 0,281            |                             | Konsantre Yem<br>B1: 0,623              |   |
| 18                | Mısır Silajı<br>B1: 0,062<br>B2:0,042               | Kurutulmuş Yonca   | Arpa<br>Balyası                     | Arpa<br>Samanı<br>B1: 0,281 | Konsantre Yem<br>B1: 0,064<br>B2: 0,867 | Pancar Posası<br>B1: 0,201              |
| 19                | Mısır Silajı<br>B1: 0,058<br>B2: 0,046              | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,293  | Arpa Samanı<br>-                    |                             | Konsantre Yem<br>-                      | Pancar Posası<br>-                      |
| 20                | Mısır Silajı<br>B1: 0,156                           | Kurutulmuş Yonca<br>-  | Arpa Samanı<br>B1: 0,231, B2: 0,067 |                             | Konsantre Yem<br>B1: 0,602, B2: 0,299   | Pancar Posası<br>-                      |

**Tablo 3.2.** Süt örneklerindeki AFM<sub>1</sub> miktarı, yağ, toplam kuru madde ve protein oranları.

| <b>İşletme No</b> | <b>Süt Yağ Oranı (%)</b> | <b>Süt Protein Oranı (%)</b> | <b>Toplam Kuru Madde (%)</b> | <b>Aflatoksin M<sub>1</sub> (µg/l) Miktarı</b> |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| 1                 | 3,91                     | 3,36                         | 12,69                        | 0,0001020                                      |
| 2                 | 3,61                     | 3,12                         | 12,10                        | 0,0001211                                      |
| 3                 | 3,38                     | 2,97                         | 11,58                        | -  |
| 4                 | 3,07                     | 3,12                         | 11,59                        | 0,0000335                                      |
| 5                 | 3,44                     | 3,23                         | 12,06                        | 0,0000528                                      |
| 6                 | 3,31                     | 2,97                         | 11,47                        | 0,0000725                                      |
| 7                 | 3,69                     | 3,08                         | 12,14                        | 0,0000202                                      |
| 8                 | 3,45                     | 3,03                         | 11,78                        | -  |
| 9                 | 3,04                     | 3,06                         | 11,53                        | 0,0000452                                      |
| 10                | 3,92                     | 3,47                         | 12,91                        | -  |
| 11                | 3,79                     | 3,18                         | 12,37                        | -  |
| 12                | 3,82                     | 3,27                         | 12,55                        | -  |
| 13                | 3,59                     | 3,12                         | 12,19                        | 0,0000168                                      |
| 14                | 3,83                     | 3,23                         | 12,49                        | 0,0000801                                      |
| 15                | 3,56                     | 3,11                         | 12,10                        | 0,0000693                                      |
| 16                | 3,54                     | 3,16                         | 12,17                        | -  |
| 17                | 3,15                     | 2,99                         | 11,47                        | -  |
| 18                | 3,63                     | 3,15                         | 12,13                        | 0,0000331                                      |
| 19                | 3,50                     | 3,12                         | 11,86                        | 0,0000164                                      |
| 20                | 3,32                     | 2,96                         | 11,65                        | 0,0001772                                      |

**Tablo 3.3.** Süt örneklerindeki AFM<sub>1</sub> miktarı, yağ, toplam kuru madde ve protein oranları.

| <b>İşletme Adı</b>                                | <b>Süt Yağ Oranı (%)</b> | <b>Süt Protein Oranı (%)</b> | <b>Toplam Kuru Madde (%)</b> | <b>Aflatoksin M<sub>1</sub> (µg /l) Miktarı</b> |
|---|--------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| Akören Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi        | 3,45                     | 3,06                         | 11,89                        | 0,0000355                                       |
| Akçaören Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi      | 3,47                     | 3,01                         | 11,83                        | 0,0000669                                       |
| Pınarbaşı Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi     | 3,57                     | 3,14                         | 12,18                        | 0,0000349                                       |
| Kağılcık Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi      | 3,49                     | 3,11                         | 11,99                        | 0,0001562                                       |
| Yarıköy Toplu Bakım Süt Sağım ve Depolama Merkezi | 3,43                     | 3,16                         | 11,97                        | 0,0000506                                       |
| Büyükyaka Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi     | 3,48                     | 3,10                         | 11,98                        | 0,0000452                                       |
| Manca Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi         | 3,51                     | 3,10                         | 12,05                        | 0,0000331                                       |
| Tefenni Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi       | 3,53                     | 3,12                         | 12,04                        | 0,0000528                                       |
| Akyaka Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi        | 3,46                     | 3,01                         | 11,92                        | 0,0000168                                       |
| Kayı Toplu Süt Sağım ve Depolama Merkezi          | 3,49                     | 3,09                         | 11,98                        | 0,0000528                                       |

**Tablo 3.4.** İşletmedeki rasyonda kullanılan yemlerdeki aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (µg/kg) miktarları, yem tüketimi, total AFB<sub>1</sub> miktarları.

| İşletme No | Silajlar                                   | Kuru Otlar                                      | Samanlar                                    | Konsantre Yemler                             | Posalar                                  | Total Aflatoksin B <sub>1</sub> tüketimi (µg/gün) |
|------------|--|---|---|--|--|---|
| 1          | Mısır Silajı<br>B1: 0,078*6 kg<br>=0,468   | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,1516*2,5 kg<br>=0,379 | Buğday Samanı<br>B1: 0,0792*3 kg<br>=0,2376 | Konsantre Yem<br>B1: 0,6161*8 kg<br>=4,9288  |  | 6,0134  |
| 2          | Mısır Silajı<br>B1: 0,103*4kg<br>=0,412    | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,2958<br>*3 kg= 0,8874 | Arpa Samanı<br>B1:0,4093*2,5kg<br>=1,0232   | Konsantre Yem<br>B1: 2,0183*5Kg<br>=10,0915  | Pancar Posası<br>B1: 0,139*2kg<br>=0,278 | 22,6921   |
| 3          | Mısır Silajı<br>B1: 0,161*2,5kg<br>=0,4025 | Kurutulmuş Yulaf<br>B1: 0,1570*2,5kg<br>=0,3925 | Arpa Samanı<br>B1:0,1775*3,5kg<br>=0,6212   | Konsantre Yem<br>B1: 0,4173*7 kg<br>=2,9211  | Pancar Posası<br>B1: 0,077*2kg<br>=0,154 | 4,4913  |
| 4          | Mısır Silajı<br>B1: 0,200*5,5kg =1,100     | Kurutulmuş Yulaf<br>4 kg                        | Arpa Samanı<br>B1: 0,286*3kg =0,858         | Konsantre Yem<br>5,5 kg                      |  | 1,958   |
| 5          | Mısır Silajı<br>B1: 0,195*4,5kg<br>=0,8775 |   | Arpa Samanı<br>4 kg                         | Konsantre Yem<br>B1: 0,034*4,5 kg =<br>0,153 |  | 1,0305  |
| 6          |  | Kurutulmuş Yonca<br>4 kg                        | Arpa Samanı<br>4 kg                         | Konsantre Yem<br>B1: 0,200*7kg<br>=1,400     |  | 1,400   |
| 7          | Mısır Silajı<br>3 kg                       | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,030*5kg<br>=0,15      | Arpa Samanı<br>3 kg                         | Konsantre Yem<br>B1: 0,205*7kg<br>=1,435     |  | 1,585   |

**Tablo 3.4. (Devam)** İşletmedeki rasyonda kullanılan yemlerdeki aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (µg/kg) miktarları, yem tüketimi, total AFB<sub>1</sub> miktarları.

| İşletme No | Silajlar                                   | Kuru Otlar                                    | Samanlar                                  | Konsantre Yemler                      | Posalar                                   | Total Aflatoksin B <sub>1</sub> tüketimi (µg/gün) |
|------------|--|---|---|---------------------------------------|---|---|
| 8          |  | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,029*5kg<br>=0,145   | Arpa Samanı<br>B1: 0,060*4kg =0,24        | Konsantre Yem<br>6 kg                 |   | 0,385   |
| 9          | Mısır Silajı<br>B1: 0,025*5kg =0,125       | Kurutulmuş Çayır<br>Otu 4 kg                  | Arpa Samanı<br>2,5 kg                     | Konsantre Yem<br>6,5kg                |   | 0,125   |
| 10         | Mısır Silajı<br>B1: 0,197*5,5kg<br>=1,0835 | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,030*5,5kg<br>=0,165 | Arpa Samanı<br>B1: 0,109*2,5kg<br>=0,2725 | Konsantre Yem<br>7,5 kg               |   | 1,521   |
| 11         | Mısır Silajı<br>5 kg                       |   | Arpa Samanı<br>4kg                        | Konsantre Yem<br>B1: 0,018*6kg =0,108 | Pancar Posası<br>-                        | 0,108   |
| 12         | Mısır Silajı<br>B1: 0,177*4,5kg<br>=0,7965 | Kurutulmuş Yonca<br>4kg                       | Arpa Balyası<br>B1: 0,195*3kg =0,585      | Konsantre Yem<br>6kg                  |   | 1,3815  |
| 13         | Mısır Silajı<br>B1: 0,021*4kg =0,084       | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,073*3kg<br>=0,219   | -   | Konsantre Yem<br>5 kg                 | Pancar Posası<br>B1: 0,213*2 kg<br>=0,426 | 0,729   |
| 14         | Mısır Silajı<br>B1: 0,209*4 kg =0,836      | Kurutulmuş Yonca<br>3 kg                      | Arpa Samanı<br>2,5 kg                     | Konsantre Yem<br>5,5kg                | Pancar Posası<br>B1: 0,195*2kg<br>=0,39   | 1,226   |

**Tablo 3.4. (Devam)** İşletmedeki rasyonda kullanılan yemlerdeki aflatoksin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (µg/kg) miktarları, yem tüketimi, total AFB<sub>1</sub> miktarları.

| İşletme No | Silajlar                               | Kuru Otlar                                     | Samanlar                                  | Konsantre Yemler                              | Posalar                                    | Total Aflatoksin B <sub>1</sub> tüketimi (µg/gün)  |
|------------|--|--|---|---|--|--|
| 15         | Mısır Silajı<br>B1: 0,054*4,5kg =0,243 | Kurutulmuş Yonca<br>2,5kg                      | Arpa Samanı<br>3kg                        | Konsantre Yem<br>B1: 1,109*5,5kg<br>=6,0995   |  | 6,3425   |
| 16         | Mısır Silajı<br>5kg                    | Kurutulmuş Yonca<br>3kg                        | Arpa Samanı<br>B1: 0,381*3kg =1,143       | Konsantre Yem<br>B1: 3,781 *5,5kg<br>=20,7955 |  | 21,9385  |
| 17         | Mısır Silajı<br>4kg                    | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,039*2kg<br>=0,078    | Arpa Samanı<br>B1: 0,281*3,5 kg<br>=0,843 | Konsantre Yem<br>B1: 0,623 *5,5kg<br>=3,4265  |  | 4,3475   |
| 18         | Mısır Silajı<br>B1: 0,062*2,5kg =0,155 | Kurutumuş Yonca<br>2kg                         | Arpa<br>Balya<br>2kg                      | Arpa Samanı<br>B1: 0,281<br>*3,5kg<br>=0,9835 | Konsantre Yem<br>B1: 0,064*5,5kg<br>=0,352 | Pancar Posası<br>B1: 0,201<br>*2kg=0,402<br>1,8925 |
| 19         | Mısır Silajı<br>B1: 0,058*2,5kg =0,145 | Kurutulmuş Yonca<br>B1: 0,293*2,5kg<br>=0,7325 | Arpa Samanı<br>3 kg                       | Konsantre Yem<br>5 kg                         | Pancar Posası<br>2 kg                      | 0,8775   |
| 20         | Mısır Silajı<br>B1: 0,156*4,5kg =0,702 | Kurutulmuş Yonca<br>2 kg                       | Arpa Samanı<br>B1: 0,231*3,5kg<br>=0,8085 | Konsantre Yem<br>B1: 0,602*5,5kg<br>=3,311    | Pancar Posası<br>2 kg                      | 4,8215   |

**Tablo 3.5.** İşletmedeki total AFB<sub>1</sub> atılımı, sütteki AFM<sub>1</sub> miktarları, günlük ve geçiş oranları.

| İşletme no | Total Aflatoksin B <sub>1</sub> tüketimi (µg/gün) | Total M1 atılımı aflatoksin M <sub>1</sub> (µg/l) *süt verimi | Total M <sub>1</sub> atılımı, (µg/gün) | Geçiş oranı % |
|------------|---|---|--|---------------|
| 1          | 6,0134  | 0,0001020*22  | 0,002224                               | 0,04          |
| 2          | 22,6921   | 0,0001211*24  | 0,0029064                              | 0,013         |
| 3          | 4,4913  | -   | -                                      | -             |
| 4          | 1,958   | 0,0000335*22  | 0,000737                               | 0,038         |
| 5          | 1,0305  | 0,0000528*19  | 0,0010032                              | 0,1           |
| 6          | 1,400   | 0,0000725*19  | 0,0013775                              | 0,098         |
| 7          | 1,585   | 0,0000202*22  | 0,0004444                              | 0,03          |
| 8          | 0,385   | -   | -                                      | -             |
| 9          | 0,125   | 0,0000452*20  | 0,000904                               | 0,7           |
| 10         | 1,521   | -   | -                                      | -             |
| 11         | 0,108   | -   | -                                      | -             |
| 12         | 1,3815  | -   | -                                      | -             |
| 13         | 0,729   | 0,0000168*17  | 0,0002856                              | 0,04          |
| 14         | 1,226   | 0,0000801*17  | 0,0013617                              | 0,11          |
| 15         | 6,3425  | 0,0000693*23  | 0,0015939                              | 0,02          |
| 16         | 21,9385   | -   | -                                      | -             |
| 17         | 4,3475  | -   | -                                      | -             |
| 18         | 1,8925  | 0,0000331*22  | 0,0007282                              | 0,04          |
| 19         | 0,8775  | 0,0000164*23  | 0,0003772                              | 0,04          |
| 20         | 4,8215  | 0,0001772*21  | 0,0037212                              | 0,08          |

\*: Günlük süt verimi(Litre)

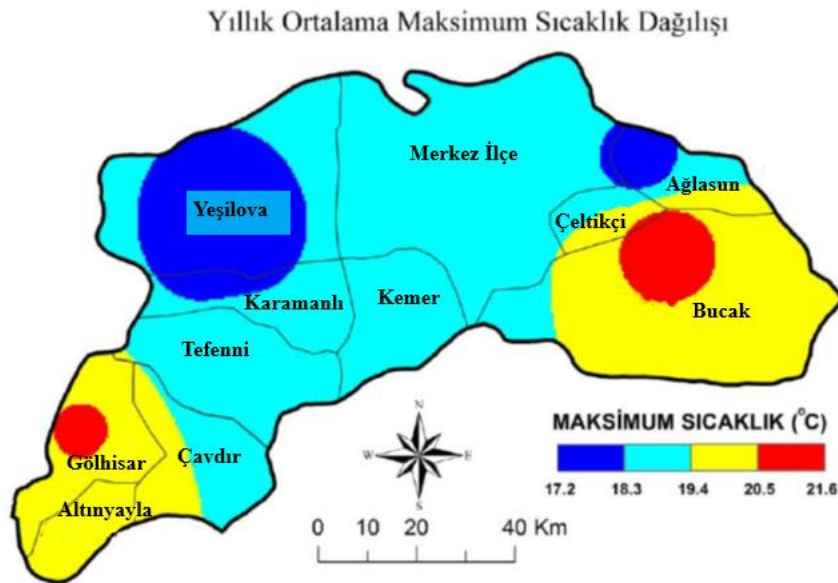


#### 4. TARTIŞMA

Türkiye'de mikotoksinlerin önemiyetinin anlaşılmasıyla birlikte; hayvanların tükettiği yemlerde ve hayvansal ürünlerde birçok çalışma yapılmıştır (Demirer ve ark., 1979; Keser ve Kutay, 2008; Karakaya ve Atasever, 2010). Bu bağlamda; yemlerdeki en önemli sorunlardan biri de funguslar ve ürettikleri mikotoksinlerdir. Mantarlar yemlerdeki besin değeriğerliliklerini azaltmaktadır (Ergün ve ark., 2002). Bu durumda verim kaybına yol açmaktadır.

Türkiye'de 2015 yılında toplamda 8.937.141 ton süt toplanmıştır. Burdur ili 2015 yılında 391.385 ton süt üretimi ile ülkemizde süt üretiminde önemli bir yere sahiptir (Tük, 2015).

Burdur ili coğrafi yönden değeriğerlendirildiğinde 29°-24' ve 30°-53' Doğu Boylamları ve 36°-53' ve 37°-50' Kuzey Enlemleri arasında yer almaktadır, karasal bir iklim özelliğine sahiptir. İlin genel yüksekliği (ortalama) 1.000 metredir (Anonim, 2019a). Burdur il genelinde yıllık ortalama maksimum hava sıcaklığı 17,2°C ile 21,6°C arasında değerişmektedir. Şekil 1.12 de Burdur ili yıllık ortalama maksimum hava sıcaklığı dağılışı haritası verilmiştir (Aksu ve Hepdeniz, 2016).



**Şekil 4.1.** Burdur ili yıllık ortalama maksimum hava sıcaklığı dağılışı haritası (Aksu ve Hepdeniz, 2016).

Yapılan çalışmada Burdur ilinde belirlenen 20 işletmeden alınan 85 yem numunesinin 58'inde (%68,23) aflatoksin bulunmuştur. Dashti ve ark. (2009), ise 84 adet hayvan yemi numunesini aflatoksin yönünden analizlerini yapmışlar ve bu örneklerin %79,8'inde aflatoksin tespit etmişlerdir. Bulgular Dashti ve ark. (2009)'nın çalışması ile benzerlik göstermektedir.

İşletmelerin 18 tanesi rasyonda mısır silajı kullanmış ve 14 numunede (%77,78) aflatoksine rastlanmıştır. Şahindoyucu ve ark. (2010), Burdur ilinde 2006-2007 yıllarında almış oldukları 60 mısır silajı örneğinin 18 tanesinde (%30) aflatoksine rastlamışlardır. Çalışmamızda bulunan sonuçlar Şahindoyucu ve ark. (2010)'nın sonuçlarından oldukça yüksektir.

İşletmelerin 19'nun rasyonunda saman kullanmış, 15 numunede (%78,95) aflatoksin tespit edilmiştir. Yıldız (2009), ülke genelinde 2001-2004 yılları arasında 23 saman numunesinin 4 tanesinin pozitif olduğunu (%17,39) tespit etmiştir. Bulgular Yıldız (2009)'ın bulguları ile uyuşmamaktadır.

İncelenen işletmelerde kullanılan tüm rasyonlarda konsantre yem kullanılmış ve 14 tanesinde (%70) aflatoksin, 12 tanesinde aflatoksin B<sub>1</sub> (%60) tespit edilmiştir. Polat (2013), yılında Hatay ilinde yaptığı çalışmada 20 işletmeden aldığı konsantre yem numunesinden 9 tanesinde (%45) AFB<sub>1</sub> tespit etmiştir. Polat (2013)'ın sonuçlarından oldukça yüksektir.

İncelenen işletmelerden 8 tanesinde pancar posası kullanmış ve 5 tanesinde (%62,50) aflatoksin B<sub>1</sub> tespit edilmiştir.

İşletme 18 tanesi kuru kaba yem olarak kurutulmuş yonca, yulaf ve çayır otu kullanmış, otların 10 tanesinde (%55,55) aflatoksin tespit edilmiştir. Yıldız (2009), ülke genelinde 2001-2004 yılları arasında 43 yonca kuru otu numunesinin 30 tanesinin pozitif olduğunu (%69,77) tespit etmiştir. Bulgular Yıldız (2009)'ın bulguları ile uyuşmaktadır.

İşletmelerin kullandığı rasyonları oluşturan hammaddelerde tek tek aflatoksin analizi yapılmış, ölçülen AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub>, AFG<sub>2</sub> değerleri ile günlük yem tüketimleri çarpılarak ve elde edilen değerler toplanarak günlük total aflatoksin alımı hesaplanmıştır. İşletmelerden alınan yem örneklerdeki total aflatoksin miktarı hayvan başına en düşük 0,197 µg/gün (İşletme no: 11) , en yüksek 47,4946 µg/gün (İşletme no: 2), mısır silajı için en düşük 0,025 µg/gün (İşletme no: 9), en yüksek 0,228 µg/gün (İşletme no:13), saman için en düşük 0,042 µg/gün (İşletme no: 9) , en yüksek 1,634 µg/gün (İşletme no: 8), konsantre yemde en düşük 0,037 µg/gün (İşletme no: 12) , en yüksek 8,8172 µg /gün (İşletme no: 2) , pancar posasında en düşük 0,077 µg/gün (İşletme no: 3) , en yüksek 1,739 µg/gün (İşletme no: 13), kuru kaba yem olarak kurutulmuş yonca, yulaf ve çayır otu kullanmış en düşük 0,071 µg/gün (İşletme no: 17) , en yüksek 0,579 µg/gün (İşletme no: 12) olarak tespit edildi.

İşletmelerin kullandığı rasyonları oluşturan hammaddelerde tek tek aflatoksin analizi yapılmış, ölçülen AFB<sub>1</sub> değerleri ile günlük yem tüketimleri çarpılarak ve elde edilen değerler toplanarak günlük total AFB<sub>1</sub> alımı hesaplanmıştır. Yem örneklerdeki total AFB<sub>1</sub> miktarı hayvan başına en düşük 0,108 µg/gün (İşletme no: 11) , en yüksek 22,6921 µg/gün (İşletme no: 2), mısır silajı için en düşük 0,084 µg/gün (İşletme no: 9) , en yüksek 1,10 µg/gün (İşletme no:13), saman için en düşük 0,2376 µg/gün (İşletme no: 1) , en yüksek 1,143 µg/gün (İşletme no: 16), konsantre yemde en düşük 0,153 µg/gün (İşletme no: 5) , en yüksek 20,7955 µg/gün (İşletme no: 2) , pancar posasında en düşük 0,154 µg/gün (İşletme no: 3) , en yüksek 0,426 µg/gün (İşletme no: 13), kuru kaba yem olarak kurutulmuş yonca, yulaf ve çayır otu kullanmış en düşük 0,078 µg/gün (İşletme no: 17) , en yüksek 0,8874 µg/gün mikrogram (İşletme no: 2) olarak tespit edildi.

İşletmeden alınan 20 süt numunelerinin 13 tanesinde (%65) AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir ve bu değer Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinin aflatoksin limiti litrede 0,050 mikrogram seviyesini aşmadığı belirlenmiştir. Yine Burdur yöresinde bulunan 10 adet toplu süt sağım ve depolama merkezlerinin süt numunelerinde 10 tanesinde (%100) AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir ve yasal limitleri

(0,050 µg/l) geçmediği belirlenmiştir (Anonim, 2009). Akdemir ve Altıntaş (2004), Ankara ilinde yaptıkları bir çalışmada 48 adet süt numunesini AFM<sub>1</sub> yönünden incelenmişlerdir. Numunelerin %70,83'ünün AFM<sub>1</sub> içerdiği ve %33,3'ünde düzeylerin Türkiye için yasal limit değerinin üzerinde olduğu hesaplanmıştır. Yine aynı çalışmada Burdur ilinden alınan 10 numunenin tamamında (%100) AFM<sub>1</sub> tespit edilmiş ve yörenin riskli olduğu ifade edilmiştir. Hazer (2011), yılında Aydın ve Denizli illerinden toplanan 81 süt örneği incelenmiş ve 20 örneğin (%24,69) yasal sınırların üzerinde AFM<sub>1</sub> içerdiği tespit edilmiştir. Özsunar (2005), yılında bir işletmede tesadüfî örnekleme ile seçtikleri 45 inekten Mart ayı ve Haziran ayı dönemlerinde 135 adet süt örneğini analiz etmiş. Analiz edilen çiğ süt örneklerinden 116'sında (%85,93) AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir. Araştırmamızın işletmelerden alınan sonuçları Akdemir ve Altıntaş (2004)'ün Türkiye geneli verileriyle uyumlu, Akdemir ve Altıntaş (2004)'ün Burdur ilindeki verileri ve Özsunar (2005)'ün sonuçları ile uyumsuz görünmektedir.

Türkoğlu (2018), yılında Burdur ilinde yapmış olduğu çalışmada 35 süt işletmelerinden çiğ süt örnekleri almış AFM<sub>1</sub> yönünden analizleri gerçekleştirmiş ve tüm numunelerde (%100) AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir. Araştırmamızın işletmelerden alınan sonuçlar Türkoğlu (2018) ile uyumsuz fakat toplu süt sağım ve depolama merkezlerinin verileri ile benzer olduğu görülmektedir.

Çeçen (2009), yılında entansif ve ekstansif besi ile beslenen hayvanların sütlerindeki AFM<sub>1</sub> miktarının karşılaştırmak gayesiyle yapılan bir çalışmada, ekstansif beslenen hayvanlardan 31 adet ve entansif besi ile karma yemle beslenen hayvanlardan 30 adet süt numunesi alınarak kıyaslama yapılmıştır. Ekstansif beslenen hayvanlardan alınan süt numunelerinin sadece 1 (%3,22) tanesinde AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir, entansif besideki hayvanlardan alınan süt numunelerinin 23'ünde (%76,66) farklı düzeylerde AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir. İncelediğimiz tüm işletmeler entansif hayvancılık yaptığı için çalışmamızda elde edilen sonuçlar Çeçen (2009)'ün sonuçları ile uyumludur.

İşletmelerden alınan süt örneklerdeki AFM<sub>1</sub> miktarı en düşük 0,0164 ng/l (İşletme no: 19) , en yüksek 0,1772 ng/l (İşletme no: 20) olarak tespit edilmiştir.

Sütlerde ölçülen aflatoksin M<sub>1</sub> değerleriyle günlük süt verimleri çarpılarak total aflatoksin M<sub>1</sub> atılımı bulunmuştur. Süt örneklerindeki total aflatoksin M<sub>1</sub> miktarı en düşük 0,286 ng/gün (İşletme no: 13), en yüksek 3,7212 ng/gün (İşletme no: 20) olarak tespit edilmiştir. Toplu süt sağım ve depolama merkezlerinden alınan süt örneklerinde AFM<sub>1</sub> miktarı en düşük 0,0168 ng/l (Akyaka) , en yüksek 0,1562 ng/l (Kağılcık) olarak belirlenmiştir.

İşletmeler toksin bağlayıcı preparatları kendileri temin ettiklerini ve bu amaçla kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca yetiştiricilerin aldıkları konsantre yemin içerisinde kullanılan farklı amaçlı yem katkı maddelerinin formülasyonunda da toksin bağlayıcı bulunabilmektedir. Bu durum neticesinde yemle aflatoksin alımı yüksek olduğu halde süte geçişin az olarak gerçekleştiği işletmelerde doğrudan ve dolaylı olarak toksin bağlayıcı kullanıldığı düşünülmektedir.

Akkaya (2011), yılında toksin bağlayıcıların etkisi üzerine yapmış olduğu çalışmada dışarıdan AFB<sub>1</sub> uygulaması ile sütteki AFM<sub>1</sub> atılımını yükseltmiştir. Sütteki AFM<sub>1</sub> miktarı 10 g/gün/hayvan toksin bağlayıcı uygulaması ile %36,3 oranında azalırken, 20 g/gün/hayvan toksin bağlayıcı uygulaması ile de %46,2 oranında azalmıştır.

Yemde tespit edilen AFB<sub>1</sub> seviyeleri ile sütte tespit edilen AFM<sub>1</sub> seviyesi arasındaki farklılıklara önemli bir etki yapması bakımından maskeli mikotoksin kavramının da göz önünde bulundurulmalıdır. Polar substanslara bağlanarak kabul edilen analiz yöntemlerinde tespit edilemeyen mikotoksinler hayvanın gastrointestinal sistemden açığa çıkabilmekte ve ancak hidrolize olduklarında tespit edilebilmektedir (Berthiller ve ark. 2013). Bu durum yemde tespit edilen düşük AFB<sub>1</sub> düzeylerine rağmen sütte yüksek oranda AFM<sub>1</sub> görülmesine ve farklı oranlarda geçiş değerleri elde edilmesine neden olabilmektedir.

Yemde bulunan total AFB<sub>1</sub>' in AFM<sub>1</sub>'e en düşük %0,013, en yüksek %0,7 oranlarında geçtiği tespit edilmiştir. Süt hayvanlarının yemle aldıkları aflatoksinlerin hayvanların sütüne geçtiği ve sütte AFM<sub>1</sub> bulunduğu anlaşılmıştır. Sumantri ve ark.

(2012), yılında yapmış oldukları çalışmada AFB<sub>1</sub>'in AFM<sub>1</sub>'e geçiş oranını %0,1 olarak tespit etmişlerdir. Polat (2013), yılında yapmış olduğu çalışmada aflatoksin B<sub>1</sub>'in süte aflatoksin M<sub>1</sub> olarak taşınma oranı %2,66 olarak bulmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Sumantri ve ark.(2012)'lerinin sonuçları ile uyumludur, Polat(2013)In sonuçları ile uyumsuz görülmektedir.

Mevcut çalışmada yem numunelerinde %58,33 oranında aflatoksin tespiti, numunenin alınış tarihlerindeki yemin muhafaza süresinin en yüksek seviyede olduğu ve mantar üremesinin elverişli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İşletmelerin mikotoksin konusundaki bilgi yetersizliği de kontaminasyonu tetiklemektedir. Yemdeki kirliliği göz önünde bulundurduğumuzda sütte benzer netice çıkması (%65) şaşırtıcı değildir. Mikotoksin üreten küflerin üremesi için elverişli şartlardan biri de ürünün kuru madde oranıdır. Rasyonda kullanılan kuru kaba yemlerdeki aflatoksin oranları (Samanda %63,16) ise oldukça yüksektir. Aflatoksin için riskli rasyon kaynakları olan silaj (%77,78) da oran oldukça fazladır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Burdur ilinde faaliyet gösteren 20 süt ineği işletmesinde kullanılan rasyonlardaki aflatoksinin süte hangi yem hammaddesinden aktarıldığı, bu yemi tüketen hayvanların sütlerindeki AFM<sub>1</sub> seviyelerinin saptanması ve yem ile süt arasındaki aflatoksin geçişi ilişkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Yapılan analizlerde yem numunelerinin %68,23'ünde aflatoksine rastlanmıştır. Yemle alınan total AFB<sub>1</sub> miktarı hayvan başına en düşük 0,108 µg/gün, en yüksek 22,6921 µg/gün olarak tespit edilmiştir. İşletmeden alınan 20 süt numunelerinin 13 tanesinde (%65) AFM<sub>1</sub> tespit edilmiştir. Süt örneklerindeki AFM<sub>1</sub> miktarı en düşük 0,0164 ng/l, en yüksek 0,1772 ng/l olarak tespit edilmiştir. Yemde bulunan AFB<sub>1</sub>'in AFM<sub>1</sub>'e en düşük %0,013, en yüksek %0,7 oranlarında geçtiği tespit edilmiştir.

Süt hayvanlarının yemle aldıkları aflatoksinlerin hayvanların sütüne geçtiği ve sütte AFM<sub>1</sub> bulunduğu anlaşılmıştır. Yemle aflatoksin alımı yüksek olduğu halde süte geçişin az olarak gerçekleştiği işletmelerde toksin bağlayıcı kullanıldığı görülmüştür. Rasyonda bulunan AFB<sub>1</sub>'in alınması ile artan sütteki AFM<sub>1</sub> miktarının azaltılmasında toksin bağlayıcının kullanılabilceğini göstermektedir.

Rasyonda kullanılacak olan yem maddelerinin işletmelerde depolanması sırasında ortamın nem miktarı, sıcaklığı ve havalandırma gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Özellikle içeriğindeki su oranları yüksek riskli gruptaki yemlerin muhafazasına özel ihtimam gösterilmelidir.

Yemlerde oluşan mikotoksinlerin olumsuz etkileri hayvanlarda ekonomik kayıplara ve hayvan sağlığında kayıplara neden olduğu gibi insan sağlığı üzerine doğrudan zararlı etkilere yol açtığı konusunda üreticilere gerekli bilinçlendirme ilgili kurum ve kuruluşlara düşmektedir.

İnsanların yeterli beslenebilmeleri için çok önemli bir yere sahip olan süt ve süt ürünlerinin güvenilirliği açısından AFM<sub>1</sub> düzeyinin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

**Agag B I (2004).** Mycotoxins in food and feeds 1-aflatoxins. *Ass Univ. Bull. Environ. Res.*, **7**, 173-205.

**Akdemir Ç, Altıntaş A (2004).** Ankara'da işlenen sütlerde aflatoksin-M<sub>1</sub> varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, **51**, 175-179.

**Akkaya M R (2011).** *Süt Sığırlarında Aflatoksin B<sub>1</sub> İçeren Yemlerin Toksin Bağlayıcılar İle Kontrolü ve Aflatoksin M<sub>1</sub> Oluşumunun Saptanması*. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Kahramanmaraş / Türkiye.

**Aksoy U (1990).** *Aflatoksin yayın bülteni*. Teknik Bülten: 2, İzmir: Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, s: 2-7.

**Aksu H H, Hepdeniz K (2016).** Burdur'da Yıllık ve Aylık Ortalama Maksimum Hava Sıcaklığı Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Haritalanması ve Analizi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, **7(Ek Sayı 1)**, 202-214.

**Amaya-Farfan J (1999).** Aflatoxin B<sub>1</sub>-induced hepatic steatosis: role of carbonyl compounds and active diols on steatogenesis. *Lancet*. **353**, 747-748.

**Anonim (1975).** Numunesi Alma Yönetmeliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Olur, tarihi 14.02.1975, Olur No: 24.

**Anonim (2005).** Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2005/3). 25718 sayılı Resmi Gazete.

**Anonim (2007).** Intergovernmental Panel on Climate Change <https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/WMJ2010.1246> (Erişim Tarihi: 23.04.2016).

**Anonim (2009).** Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ (TEBLİĞ NO: 2008/26). 27143 sayılı Resmi Gazete.

**Anonim (2011).** Mycotoxin Annual Report. Erişim: [http://www.biomin.net/fileadmin/user\\_upload/Magazines/MTX\\_Survey/index.html](http://www.biomin.net/fileadmin/user_upload/Magazines/MTX_Survey/index.html). (Erişim Tarihi: 22.03.2016).

**Anonim (2015).** Mycotoxin Survey. <https://www.biomin.net/en/blog-posts/2015-biomin-mycotoxin-survey-out-now/>. (Erişim Tarihi: 23.03.2016).

**Anonim (2016).** Mycotoxin formation/fungal growth, Erişim: [http://www.mycotoxins.info/myco\\_info/field\\_funggrwth.html](http://www.mycotoxins.info/myco_info/field_funggrwth.html). (Erişim Tarihi: 19 Mayıs 2016).



**Anonim (2019).** Burdur ili coğrafi bilgileri. <http://www.burdurkulturturizm.gov.tr/TR-155073/cografı-durumu.html>. (Erişim Tarihi: 23.04.2019).

**Arda M, Minbay A, Aydın N, Akay Ö, İzgür M ve ark. (1997).** Mikotoksikozisler. *Özel Mikrobiyoloji; Epidemiyoloji, Bakteriyel ve Mikotik Enfeksiyonlar*, Er 4. Baskı, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları, s: 345-357.

**Aydın N (2007).** Hayvan sağlığında mikotoksinler ve mikotoksikozis. *İnfeksiyon Dergisi*, **21**, 037-046.

**Basmacıoğlu H, Ergül M (2003).** Yemlerde bulunan toksinler ve kontrol yolkarı. *Hayvansal Üretim*, **44**, 9-17.

**Berthiller F, Crews C, Dall'Asta C, De Saeger S, Haesaert G, Karlovsky P, Oswald I P, Seefelder W, Speijers G, Stroka J, (2013).** Masked mycotoxins, *Mol. Nutr. Food Res.* **57**, 165–186.

**Busby W F Jr, Wogan G N (1984).** Aflatoxins. In: Edwards F, ed. Chemical Carcinogens. York, Maple Press Co, 945-1136

**Çeçen A (2009).** *Ahırda ve Merada Beslenen Hayvanların Sütlerinde Aflatoksin M1 Oluşumunun Karşılaştırılması*. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü, Van / Türkiye.

**D'Mello J P F, Macdonald A M C (1997).** Mycotoxins. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, **69**, 155-166.

**Dashti B, Al-Hamli S, Alomirah H, Al-Zenki S, Abbas A B, Sawaya W, (2009).** Levels of aflatoxin M1 in milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*. **20**, 686-690.

**Demirer MA, Akkılıç M, Özalp E, Kaymaz Ş, Dinçer B, İnan T, (1979)** Piyasada satılmakta olan bazı karma yemlerde ve ham maddelerinde Aflatoksin B1 araştırmaları. *Ankara Univ. Vet. Fak. Dergisi*. **26(1-2)**. 169-184.

**Eldin A A K, Motawi T M K, Sadik N A H, (2008).** Effect of some natural antioxidants on aflatoxin B1-induced hepatic toxicity. *EXCLI Journal*. **7**, 119-131.

**Eltem R (2007).** *Mikotoksinler*, Ege Üniversitesi Müh. Fak. Biyomühendislik Bölümü, Ders Notları, İzmir / Türkiye. [http://www.hemakim.com/files/sunumlar/HOzer\\_Mikotoksinler\\_izmir\\_28052008.ppt](http://www.hemakim.com/files/sunumlar/HOzer_Mikotoksinler_izmir_28052008.ppt) (Erişim Tarihi: 23.05.2015).

**Ferlay J, Shin H R, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin D M (2010).** Estimates of worldwide burden of cancer in 2008. *Int. J. Cancer*: **127**, 2893–2917.

**Fink-Gremmels J (2008a).** The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *Vet J.*, **176**, 84-92.

**Fink-Gremmels J (2008b).** Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A Review. *Food Addit. Contam. A.*, **25 (2)**, 172-180.

**Guthrie L D (1979).** Effects of aflatoxin in corn on production and reproduction in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **62**, 134.

**Hazer A (2011).** *Aydın ve Denizli İllerinden Elde Edilmiş Olan Sütlerde Aflatoksin M1 (AFMI) Prevalansı ve Miktarının Aranması*. Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni Anabilim Dalı, Aydın / Türkiye.

**Hendrickse R G. (1997):** Of sick turkeys, kwashiorkor, malaria, perinatal mortality, heroin addicts and food poisoning: research on the influence of aflatoxins on child health in the tropics. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **91 (7)**, 787-93.

**Henry S H, Whitaker T, Rabbani I, Bowers J, Park D ve ark. (2001).** Aflatoxin M1. In: Safety evaluation of certain mycotoxins in food; *WHO Food Additives Series 47; FAO Food and Nutrition Paper 74*, WHO: Geneva, p.1-102.

**Hussein, H S, Bresel, J M , (2001).** Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxin on humans and animals. *Toxicology*. **167**, 101-134. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11567776>. (Erişim Tarihi: 23.04.2016).

**J P F D'Mello, A M C Macdonald, (1997).** Mycotoxins, *Anim. Feed. Sci. Technol.*, **69**, 155-166.

**Karakaya M, Atasever M (2010).** Mısır silajında aflatoxin B1 varlığının ve süte geçme durumunun araştırılması. *Kafkas Univ Vet Fak Der.*, **16**, 123-127.

**Kaya S (1989).** Yem ve besinlerdeki mikotoksinler: İnsan ve hayvan sağlığı için önemleri, *Ankara Univ. Vet. Fak. Derg.*, **31**, 226-253.

**Kensler T W, Roebuck B D, Wogan G N, Groopman J D (2011).** Aflatoxin: A 50-Year odyssey of mechanistic and translational toxicology. *Toxicol Sci.*, **120(1)**, p: 28–48. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043084/?tool=pmcentrez>. (Erişim Tarihi: 23.05.2016).

**Keser O, Kutay H C (2008).** Mikotoksinlerin önlenmesinde kullanılan bazı yöntemler I. fiziksel yöntemler. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, **34 (2)**, 63-70.

**Kielstein P (1993).** *Pilze als Krankheitserreger bei Mensch und Tier*. In: Allgemeine Mikologie, Weber (Eds), H. Gustav Fischer Verlag Jena-Stuttgart. p: 467-505.

**Kiessling K H, Pettersson H, Sandholm K, Olsen M. (1984).** metabolism of aflatoxin, ochratoxin, zearalenone, and three trichothecenes by intact rumen fluid, rumen protozoa, and rumen bacteria. *Appl. Environ. Mikrob.*, **47**, 1070–1073.

**Knogge W (1996).** Fungal infection of plants. *The Plant Cell*. **8**, 1711-1722,

**Krishnamachari K A, Bhat R V, Nagarajan V, Tilak T B (1975).** Hepatitis due to aflatoxicosis. An outbreak in Western India. *Lancet*. **10;1 (7915)**, 1061-1063. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/48730>. (Erişim Tarihi: 23.05.2016).

**Kuilman M E, Maas R F, Fink-Gremmels J (2001).** Cytochrome P450-mediated metabolism and cytotoxicity of aflatoxin B(1) in bovine hepatocytes. *Toxicol. In Vitro*. **4**, 321-327.

**Liu Y, Wu F (2010).** Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. *environ health perspect.*, **118(6)**, 818-824. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2898859>. (Erişim Tarihi: 23.05.2016).

**McConnell I R, Garner R C (1994).** *DNA Adducts of Aflatoxins, sterigmatocystin and other mycotoxins*. In: Hemminki K, Dipple A, Shuker DEG, Kadlubar FF, Segerbäck D, Bartsch H, (Eds.), *DNA Adducts: Identification and Biological Significance*. Lyon: IARC Scientific Publications No.125, p: 49-55.

**Oruç H H (2005).** Mikotoksinler ve tanı yöntemleri. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.*, **24 (1-4)**, 105-110.

**Oruç H H, Sonal S (2001).** Determination of aflatoxin m1 levels in cheese and milk consumed in Bursa, Turkey. *Vet. Hum. Toxicol.*, **43(5)**, 292-293.

**Özer H (2008).** Mikotoksinler, yasal düzenlemeler, tanı yöntemleri, dünyadaki çaişmalar, günümüzde ve gelecekte mikotoksin analizleri semineri.

**Özögüt D (2009).** Organik Kimya Lab. Notları; Kromatografi ile Ayırma. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Kimya Bölümü, <http://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CDMQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.ogu.edu.tr%2Fimages%2Fbirimduyuru%2F20091223153619.doc> (Erişim Tarihi: 23.05.2015).

**Özsunar A (2005).** *Trakya Bölgesi'nde üretilen inek sütlerinde aflatoksin M1 varlığı*. Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ / Türkiye.

**Parhizkar A, Mirhadi S A, Allameh A (2002).** Effects of aflatoxin B1 on liver nuclear DNA biosynthesis ingrowing and day-old chickens. *Arch. Razi. Ins.*, **53**, 57-65.

**Patterson, D S P, Anderson, P H (1982).** Recent aflatoxin feeding experiments in cattle. *Vet. Rec.*, **110**, 60-61.

**Pitt J I (2000).** Toxigenic fungi and mycotoxins. *British Medical Bulletin*. **56**, 184-192.

**Polat F (2013).** *Hatay İli Süt İneği İşletmelerinde Kullanılan Yemlerin Aflatoksin Düzeylerinin Belirlenmesi Ve Bu Yemlerin Kan Parametreleri İle Sütteki Aflatoksin Düzeyleri Üzerine Etkisi.* Doktora tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme Ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı. Hatay / Türkiye.

**Robens J F, Richard J L (1992).** Aflatoxins in animal and human health. *Rev. Environ. Contam. T.* **127**, 69-94.

**Starkl V, Zwielehner J, Rodrigues I (2013).** Mycotoxins in dairy – an underestimated problem. <https://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2013/10/Mycotoxins-in-dairy--an-underestimated-problem-1377414W/> (Erişim Tarihi: 23.04.2016).

**Stubblefield, R D, Pier, A C, Richard, J L, Shotwell, O L, (1983).** Fate of aflatoxins in tissues, fluids, and excrements from cows dosed orally with Aflatoxin B1. *Am. J. Vet. Res.*, **44 (9)**, 1750-1752.

**Sumantri I, Murti T W, Poel A F B, Boehm J, Agus A (2012).** Carry-over of aflatoxin b1-feed into aflatoxin M1-milk in dairy cows treated with natural sources of aflatoxin and bentonite. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* **37(4)**, 271-277

**Şahindokuyucu F, Mor F, Oğuz M. N, Oğuz F. K, (2010).** Burdur İl'inde Toplanan Silajlarda Mikotoksin Varlığının ve Düzeylerinin Araştırılması, *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.*, **29**, 49-54

**Şanlı Y (2002).** *Veteriner Klinik Toksikoloji.* Ankara: Medipres Yayınları. s: 487-547.

**Şener S, Yıldırım M (2000).** *Veteriner Toksikoloji.* İstanbul: Teknik Yayıncılık Akademik Eserler Serisi, s: 239-273.

**Tiryaki O, Seçer E, Temur C. (2011).** Yemlerde mikotoksin oluşumu, toksisiteleri ve mikotoksin kalıntı analizleri, *Anadolu J. of AARI*, **21**, 44 - 58.

**Tunail N (2000).** *Funguslar ve Mikotoksinler.* Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, s: 2-32.

**Tüik (2015).** Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvansal Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 17.04.2019).

**Türkoğlu Ç (2018).** *Çiğ, Pastörize Ve Uht Sütlerde Aflatoksin M1 İle Okratoksin A Varlığının Araştırılması.* Yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvansal Ürünler Hijyen Ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Burdur / Türkiye.

**Van Egmond Hp (1989).** *Aflatoxin M1: Occurrence, Toxicity, Regulation.* In: Van Egmond Hp.(Eds.), *Mycotoxins In Dairy Products.* London, Elsevier, p:11-49.

**Veldman A, Meijs Jac, Borggreve Gj, Heeres-Van Tol Jj (1992).** Carry-over of aflatoxin from cows' food to milk. *Animal Production*. **55**, 163–168.

**Weidenbörner M (2001).** *Encyclopedia of food mycotoxins*. Germany. Retrieved from <http://books.google.com.tr/books?id=T9-g289BCeYC&printsec=frontcover&hl=tr#v=onepage&q&f=false> (Erişim Tarihi: 12.04.2016).

**Wild C P, Gong Y Y (2010).** Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. *Carcinogenesis*, **31(1)**, 71–82. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2802673> (Erişim Tarihi: 23.04.2016).

**Wu F, Bhatnagar D, Bui-Klmkel T, Carbone I, Hellmich R, Munkvold G, Paul P, Payne G, Takle E (2011).** Climate change impacts on mycotoxin risks in US maize. *World Mycotoxin J.*, **4 (1)**, 79-93.

**Yıldız G (2009).** Türkiye’de 2001-2004 yıllarında hayvancılık işletmelerinde kullanılan kaba yemlerde Aflatoksin, Zearalenon ve Okratoksin A kirliliği. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, **49**, 113-124.

**Yunus A W, Razzazi-Fazeli E, Bohm J (2011).** Aflatoxin B1 in affecting broiler’s performance, immunity, and gastrointestinal tract: a review of history and contemporary issues. *Toxins*. **3**, 566-590.

**Zain M E (2011).** Impact of mycotoxins on humans and animals. *J. of Saudi Chem. Soc.* **15**, 129–144.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Cem ÇETİN  
Doğum Yeri ve Yılı : Şarkıkaraağaç- 1987  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce  
Uyruğu : T.C  
Telefon No : 0 555 412 9668  
Elektronik Posta : cem.cetin@tarimorman.gov.tr  
İletişim Adresi : Yazır Mah. Menekşe Sk Mehir  
Sit. 1A B1 No 6 Selçuklu/  
KONYA



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi / 2013

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim):

1. SDÜ Şarkıkaraağaç MYO Laborant Veteriner Sağlık Bölümü  
Üct. Öğr. Üyeliği– 2013/2014
2. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı Hayvan ve Hayvansal  
Ürünler Sınır Kontrol Daire Başkanlığı. (2014 Başlangıç)
3. Tarım Orman Bakanlığı, Konya İl Müdürlüğü (2016 Başlangıç)

