

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI



**SİVAS İLİNDE BAZI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE  
KULLANILAN SIĞIR BESİ YEMLERİNDE OKRATOKSİN-A  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Kurşat YILMAZ

**Danışman**

Doç. Dr. Dilek AKSU ELMALI

**HATAY - 2015**

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**SİVAS İLİNDE BAZI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE  
KULLANILAN SIĞIR BESİ YEMLERİNDE OKRATOKSİN-A  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Kurşat YILMAZ

**Danışman**

Doç. Dr. Dilek AKSU ELMALI

Bu tez, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından  
10802 kodlu proje olarak desteklenmiştir.

**HATAY - 2015**

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**SİVAS İLİNDE BAZI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE  
KULLANILAN SIĞIR BESİ YEMLERİNDE OKRATOKSİN-A  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Kurşat YILMAZ

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından .../...../2015 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oyçokluğu / oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi:** Jüri Başkanı: Doç. Dr. Yasemin BİRCAN YILDIRIM  
Üye: Doç Dr. Dilek AKSU ELMALI  
Üye: Yrd. Doç. Dr. Bülent ÖZSOY

Bu tez, Enstitümüz Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

.../..../2015

Doç. Dr. Yaşar ERGÜN  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince kıymetli görüşleri, bilgi, deneyim ve katkılarından yararlandığım, her zaman yakın ilgi gördüğüm danışmanın sayın hocam, Doç. Dr. Dilek AKSU ELMALI' ya, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Pınar PEKER AKALIN ve Sivas İl Kontrol Laboratuvarında Veteriner Hekim Fatih ERDOĞAN' a, istatistik hesaplamaların yapılmasında katkı sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni Ana Bilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Akın YAKAN ve Yrd. Doç. Dr. Sema ALAŞAHAN' a, yüksek lisans eğitimim süresince desteklerini gördüğüm Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. İbrahim YURDAKUL ve Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Bülent ÖZSOY' a, tez çalışmamı teşvik eden, cesaret veren ve manevi desteğini esirgemeyen Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Ana Bilim Dalı öğretim üyesi hocam Doç. Dr. Mehmet TUZCU' ya, Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Nevin TUZCU' ya, tezle aynı adlı projenin tüm aşamalarında maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan aileme ve özellikle de anneme ve eşime içten teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2. 1. Mikotoksinlerin Sınıflandırılması	7
2. 1. 1. Mikotoksinlerin Yemlerdeki Etkileri	9
2. 1. 2. Mikotoksinlerin Hayvanlar Üzerindeki Etkileri	10
2. 2. Okratoksinler	13
2. 2. 1. Okratoksinlerin Yemlerdeki Etkileri	14
2. 2. 2. Okratoksinlerin Hayvanlar Üzerindeki Etkileri	16
2. 3. Korunma Yolları	17
2. 4. Mikotoksinlerin Zararsız Hale Getirilmesi	18
2. 4. 1. Biyolojik Yöntemler	19
2. 4. 2. Fiziksel Yöntemler	20
2. 4. 3. Kimyasal Yöntemler	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3. 1. Gereç	22
3. 1. 1. Yem Örnekleri	22
3. 2. Yöntem	23
3. 2. 1. Analizde Kullanılan Kit	23
3. 2. 2. Örneklerin Hazırlanması	23
3. 2. 3. Spektrofotometrik Analiz Test Protokolü	23
3. 2. 4. Kalibrasyon Tablosunun Oluşturulması ve Hesaplama	25
3. 3. İstatistik Analiz	25
4. BULGULAR	26
4. 1. Karma Yemlerdeki Okratoksin A Düzeyleri	26
4. 2. Arpadaki Okratoksin A Düzeyleri	27
4. 3. Karma Yem ve Arpada Okratoksin A Düzeylerinin Karşılaştırılması	29
5. TARTIŞMA	30
5. 1. Besi Sığırlarının Tüketimine Sunulan Karma Yemlerde Okratoksin A	30
5. 2. Besi Sığırlarının Tüketimine Sunulan Arpadaki Okratoksin A	32
6. SONUÇ	34
7. KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	37

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2. 1. Küflerin sistematik dağılımı	7
Şekil 2. 2. Okratoksin A' nın kimyasal yapısı	14
Şekil 3. 1. Analiz için hazırlanan örnekler	24
Şekil 3. 2. Kitin analiz için hazırlanması	24
Şekil 4. 1. Örneklerin aylara göre OTA düzeyleri	28
Şekil 4. 2. Karma yem ve arpada aylara göre OTA düzeylerinin karşılaştırılması	29

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 2. 1. Bazı yemlerin nem içerikleri (%) ve ortamın bağıl nem (%) oranlarında üreyen mantarlar	5
Çizelge 2. 2. Tarımsal ürünlerde sıklıkla görülen funguslar	6
Çizelge 2. 3. Gelişebildiği vasatlara göre mikotoksinlerin sınıflandırılması	8
Çizelge 2. 4. Yaygın bazı mikotoksinlerin hayvanlardaki etkileri	12
Çizelge 2. 5. Hayvanlarda görülebilecek mikotoksikozis formları	13
Çizelge 2. 6. Yemlerde okratoksin A' nın kabul edilebilir maksimum miktarları	15
Çizelge 3. 1. Sivas ili için 2013-2014 yılı Kasım-Nisan aralığındaki şartlar	22
Çizelge 4. 1. Karma yem örneklerinde OTA minimum-maksimum düzeyleri (ppm)	26
Çizelge 4. 2. Karma yem örneklerinde OTA sıklık düzeyleri (ppm)	26
Çizelge 4. 3. Karma yem örneklerinde aylara göre ortalama OTA düzeyleri (ppm)	27
Çizelge 4. 4. Arpa örneklerinde OTA minimum-maksimum düzeyleri (ppm)	27
Çizelge 4. 5. Arpa örneklerinde OTA sıklık düzeyleri (ppm)	28
Çizelge 4. 6. Arpa örneklerinde aylara göre ortalama OTA düzeyleri (ppm)	28
Çizelge 4. 7. Karma yem ve arpada OTA düzeyleri	29

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

DNA	Deoksiribo nükleik asit
HRP	Horseradish peroxidase
$\mu$ l	Mikrolitre
NaCl	Sodyum klorür
nm	Nanometre
OTA	Okratoksin A
ppb	Milyarda bir
ppm	Milyonda bir
RNA	Ribonükleik asit
TMB	Tetrametilbezidin
tRNA	Taşıyıcı ribonükleik asit
$\leq$	Küçük eşit
$>$	Büyük



## ÖZET

### **Sivas İlinde Bazı Hayvancılık İşletmelerinde Kullanılan Sığır Besi Yemlerinde Okratoksin-A Düzeylerinin Belirlenmesi**

Bu çalışmada Sivas yöresinde hayvancılık faaliyeti gösteren besi sığırları işletmelerinin kullandıkları karma yem ve arpa örneklerinde okratoksin A'nın varlığı ve miktarı araştırıldı.

Bu araştırmaya esas olarak, aralık, şubat ve nisan aylarında işletmelerden 39' ar adet karma yem, 32' şer adet arpa örnekleri alınarak, okratoksin A analizleri spektrofotometrik yöntemle test kitinde belirtilen protokollere uyularak tespit edildi.

Karma yemlerde okratoksin A düzeyleri, aralık, şubat ve nisan olmak üzere dönemlere göre sırasıyla ortalama 0.025, 0.024 ve 0.024 ppm olarak belirlendi. Ortalama okratoksin A düzeyleri arasında aylara göre anlamlı bir farklılık belirlenemedi. Arpada ise aralık, şubat ve nisan olmak üzere dönemlere göre sırasıyla ortalama okratoksin A düzeyleri 0.022, 0.020 ve 0.021 ppm olarak belirlendi. Dönemler arasında önemli bir fark bulunamadı.

Karma yemlerdeki okratoksin A düzeylerinin aynı dönemdeki arpa okratoksin A düzeylerinden aralık ve şubat ayında anlamlı olarak yüksek olduğu, nisan ayında ise karma yemlerin okratoksin A düzeyleri ile arpa numuneleri okratoksin A seviyeleri arasında anlamlı bir fark tespit edilemedi.

Sonuç olarak, Sivas ili besi çiftliklerinde kullanılan karma yem ve arpa numunelerinde belli bir düzeyde okratoksin A tespit edildi. İnsan ve hayvan sağlığı açısından yem ve yem ham maddelerinin üretim ve tüketime kadar her aşamada uygun şartların sağlanmasının zaruri olduğuna kanaat edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Okratoksin A, Yem, Arpa, Spektrofotometrik metot

## **ABSTRACT**

### **Determination of Ochratoxin A Levels in Beef Feed Used in The Some Livestock Enterprise in The Sivas Province**

In this study, presence and amount of ochratoxin A were researched in mixed feed and barley samples used by the feeder beef establishments which carry on business in Sivas district.

As the basis of this research, 39 mixed feed and 32 barley samples were received separately from the establishments in december, february and april, and ochratoxin A analyses were conducted through the spectrophotometric method complying with the protocols defined in the test kit.

In mixed feeds, ochratoxin A levels were respectively discovered as 0.025, 0.024 and 0.024 ppm on average according to the periods of december, february and april. No significant difference was found between the average ochratoxin A levels according to months. In barley, ochratoxin A levels were respectively discovered as 0.022, 0.020 and 0.021 ppm on average according to the periods of december, february and april. No significant difference was found between the periods.

The ochratoxin A levels of mixed feeds were found higher than the ochratoxin A levels of barley within the same period in december and february; no significant difference was observed between the ochratoxin A levels of mixed feeds and the ochratoxin A levels of barley samples in april.

Consequently, a certain level of ochratoxin A was discovered in the mixed feed and barley samples used in the breeding farm of Sivas. It has been agreed that it is necessary to provide the appropriate conditions at each stage from the production to the consumption of the feeds and feed raw materials for human and animal health.

**Keywords:** Ochratoxin A, Feed, Barley, Spectrophotometric method

# 1. GİRİŞ

Yem kalitesi denildiğinde, yemin sağlığa uygunluğu, yemin besleyici değeri ve tüketici istekleri önemli bir yer tutmaktadır (Ergün ve ark. 2013). Yemin fiziksel ve kimyasal özellikleri yanında hijyenik yapısı da büyük önem arz etmektedir. Karma yem üretiminde, hasat, depolama, silo, pelet soğutucuları ve taşıyıcılar gibi birçok farklı aşama mikrobiyel bulaşma bakımından önemli kaynakları oluşturmaktadır. Bu aşamalarda alınacak önlemler toksin kontrolünün temelini oluşturmaktadır. Gerekli önlemlerin alınmadığı ve toksin oluşumunun engellenemediği durumlarda toksin veya toksinlerin etkilerini engelleyecek katkı maddelerinden yararlanılabılır (Basmacıoğlu ve Ergül 2003).

Yemlerde bir bulaşma riski varsa, yem üretiminde yüksek kaliteli ham maddelerinin yanı sıra, gerekli önlemler alınırsa insan tüketiminde kullanılmayan fakat besleyici değeri olan tahıl ve tahıl ürünlerinin kullanılması tercih edilebilir. Hijyenik olmayan ham maddelerin karma yem üretiminde kullanılması kalitesiz ve sağlıksız yem olup, böyle üretilen bir yem hayvanın performansının düşmesine, hastalıklara ve dolaylı olarak insanlara da zarar verebilmektedir (Ergün ve ark. 2013).

Küfler ve mayalar için “fungus” kelimesi kullanılmaktadır. Çoğu zaman küf yerine “mantar” terimi kullanılmaktadır. Fungusların sayısı yaklaşık 300 000 olup, 50 000 adedinin özellikleri belirlenmiştir. Mayalar tek hücreli, küfler ise birbiriyle temas eden hücreler şeklinde organizmalardır. Fakat aynı zamanda da küf ve mayaların birçok özelliği benzerdir. Her ikisinin de su aktivitesi, pH ve soğuğa dayanıklılığı benzer olup, aynı zamanda ikisi de oksijensiz yaşayamaz. Küfler, yemlerde enzimleri aracılığıyla bozulmalara neden olabilmekte, küflerin bazı türleri ise mikotoksin üreterek tehlike arz edebilmektedir. Yemlerin uygun olmayan koşullarda saklanmaları sonucunda küfler üreyip, toksin oluşturabilirler (Tayar ve Yarsan 2014).

Yemlerde mikotoksin kirliliği tüm dünyada önemli bir problemdir. *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* türü mantarlar tarafından sentezlenen (Şahindokuyucu Kocası ve Erdemli 2014), biyolojik orijinli metabolitlere “mikotoksin” (Tiryaki ve ark. 2011), mikotoksinlerle kirlenmiş yemleri tüketen hayvanlarda görülen zehirlenme olgularına ise “mikotoksikozis” denir (Tayar ve Yarsan 2014). Doğal toksinlerinden en zararlıları, bazı küflerin metabolizma sonucu ürettikleri mikotoksinlerdir. Küfler, ürünlerin yetiştirilmesi

ve/veya depolanması esnasında oluşabilmektedir. Küflerin gelişiminin engellenmesi zordur. Fakat bunların miktarları, işleme ve depolama esnasında hijyenik koşulların sağlanmasıyla azaltılabilir. Gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelerdeki gibi kontrollü depolama koşulları bulunmadığından, toksin üreten küflerin oluşması özel bir problemdir. Ayrıca, ılık ve nemli iklime sahip tropik bölgelerde gıdalarda küf gelişimi riski de artmaktadır. Mikotoksinlerin, toksisiteleri ve sağlık üzerine etkileri büyük farklılıklar göstermekte, bu tüketilen toksinin miktarına ve tipine göre değişmektedir (Ayaz ve Yurttagül 2008). Sıcaklık ve nem mikotoksin üretilmesi üzerine etkilidir (Bacon ve ark. 1973). Tarlada hasat öncesi ve sonrası ısı ve rutubet gibi uygun şartlarda yemler mantarların istilasına uğrayarak mikotoksinlerle kirlenebilir. Mikotoksinler yemlerde besin değerlerinin azalmasına yol açmakta (Şahindokuyucu Kocasarı ve Erdemli 2014), ayrıca mikotoksinlerle bulaşık yemler hayvanlar tarafından alındığında akut veya kronik mikotoksikozislere neden olmaktadır (Şahindokuyucu Kocasarı ve Erdemli 2014, Tiryaki ve ark. 2011).

Tarımsal ürünler hasat dönemi, işleme ve depolama aşamalarında değişik küflerle kontamine olabilir. Bu durum ortam koşullarına, tarım ürününün bileşimine ve su içeriğine bağlıdır (Tunail 2000). Küfle bulaşma ortam koşullarına bağlı olarak hasat öncesi oluşmaya başlayabilir ve tarlada doğal kurutma sırasında artabilir (Elden Taydaş ve Aşkın 1995). Substrat nemi, kurutmadaki hızlılık, tekrar nemlenme ve ortamdaki nisbi hava nemi, sıcaklık, mekanik yaralanma gibi fiziki faktörler; karbondioksit, oksijen, substratın kimyevi yapısı, substratlara yapılan kimyevi uygulamalar ve gübreleme gibi faktörler ve inokulum yoğunluğu, bitki dayanıklılığı, fungus türleri arasındaki genetik farklılık gibi biyolojik özellikler, mikotoksin oluşumunda etkili faktörlerdir (Erzurum 2001). Örneğin Sedefoğlu (2013)' nun antep fıstığı çeşitleriyle yaptığı çalışmada, Antep kırmızı örneklerinin %7' sinde okratoksin A belirlendiği, Antep yeşil ve Siirt örneklerinde Okratoksin A saptanamadığı ifade edilmektedir.

Yemlerdeki küfler yemlerde mevcut besin maddelerini tüketerek, yemlerin besin madde bileşiminde olumsuz değişikliklere neden olurlar. Mantarlar yemlerden aldıkları besin maddeleri ile yaşamlarını sürdürürken, özellikle bakterilere karşı kullanılan bazı maddelerin de sentezini yaparlar. Bu maddeler yemle birlikte vücuda alındığında canlıda zararlı etkiler meydana getirmektedir (Ergün ve ark. 2013).

Mikotoksinler; sağlık kayıpları, kalite kayıpları ve ekonomik açısından karşılaşılabilen riskler olarak, tehlike kaynağı oluşturmaktadır. Mikotoksin sentezlenmesi, bulaşan küfün cinsine veya ürün işleme ve saklama koşullarına göre değişebilmektedir. Yine mikolojik sorunların çeşitliliği; ülkelere, ekolojik bölgelere ve ürüne bağlı olarak farklılaşabilmektedir. Nitekim Türkiye’ de bölgelere göre bazı tarımsal ürünlerin dominant mikroflora dağılımları ve mikotoksin profillerinin incelendiği bir araştırmada, bölgelere göre farklılıklar belirlenmiştir. Buğday ve mısırın Türkiye’ nin bazı bölgelerinde küfler açısından en riskli ürünler olduğu, yine buğday, mısır ve arpanın mikotoksinler açısından en riskli ürünler olduğu bildirilmiştir (Topal 2003).

Mikotoksinler, birçok kf tarafından özellikle de *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* tarafından üretilmektedir. Bununla birlikte, bu küflerin hepsi mikotoksin üretmemektedir. Küflerin ürettiği önemli mikotoksinler, aflatoksinler, okratoksinler, patulin, trikotesenler ve fumonisin’ dir (Ayaz ve Yurttagül 2008).

Yemlerde okratoksin A varlığı, hayvan sağlığının yanı sıra insan sağlığını da olumsuz etkilediğinden, bu çalışmada Sivas ilinde besi sığır işletmelerinde kullanılan karma yem ve arpalarda okratoksin A’ nın var olup olmadığı araştırılmıştır. Mevcut çalışmadan elde edilecek bulgular, okratoksin A’ dan kaynaklanabilecek problemlerin önlenmesi ve mikotoksinlerin Sivas ilinde ne derecede yaygın olduğu hususu hakkında katkı sağlayabilecektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Mantarlar, çok hücreli ve gerçek çekirdekli olup, çoğalan hücrelerin birbirine eklenmesi ile çoğalırlar. Klorofil içermediklerinden kendi besin maddelerini sentezleyemezler. Hazır organik maddelere ihtiyaç duyarlar ve değişmekte olan çevre şartlarına çok iyi uyum sağlarlar. Doğada on binlerce mantar türü bulunmakta ve spor formları uygun şartlarda vejetatif forma geçerek hızla çoğalmaktadır. Yemlerde mikroorganizmal bulaşıklığı etkileyen faktörler aşağıda belirtilen özelliklere bağlı olarak değişebilmektedir (Ergün ve ark. 2013).

- a- Yemlerdeki mikroorganizma sayısı ve türü
- b- Yem maddesinin türü
- c- Çevre ve depolama koşulları
  - a. Ortamın ısısı
  - b. Yemin nem düzeyi
  - c. Depolama süresi
  - d. Temizlik

Yem ham maddeleri ve karma yemlerin her gramında mantar sayısı 1000' in üzerine çıkmamalıdır. Bitkisel kaynaklı yemlerde mikroorganizma sayısının hayvansal kaynaklı yemlerden daha fazla olduğu görülmektedir (Ergün ve ark. 2013). Yemlerde birincisi başlıca *Fusarium*, *Cladosporium*, *Claviceps*, *Pullaria*, *Rhizopus*, *Alternaria* türlerini bulunduran ekim alanlarına bağlı mantar florası, ikincisi nispeten düşük sıcaklık (20 °C) ve rutubet (%60) şartlarına uyum sağlamış *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerini içeren hasat sonucu tarımsal ürünlere yansıyan flora ve üçüncüsü de *Fusarium*, *Popullaspora*, *Aspergillus* türlerinin içinde yer aldığı uygun depolama koşullarında ortaya çıkan flora olmak üzere, mantarlar başlıca üç kaynaktan gelmektedir. Yemlerin küflenmesinde etkili, nisbi rutubet ve denge durumu, ısı, oksijen, besin çeşidi ve pH değişiklikleri, metal iyonları, fungusit maddeler, radyasyon ve ortamda mevcut bulunan mantar türleri miktarı gibi birçok faktör bulunmaktadır (Tayar ve Yarsan 2014).

Yemlerde bulunan mantarlar 0-46 °C ısıda etkili olmakta, optimum 20-30 °C ısıda ise üremektedir (Ergün ve ark. 2013). Bunun yanı sıra, bazı mantar türleri 0 °C' nin altında ve 55 °C' nin üstünde üreyebilmektedir. Su aktivitesi, pH ve soğuğa dayanıklı olan küfler

ısı işlemleriyle kolayca öldürülür. Ortamda CO<sub>2</sub> yoğunluğu %10' un üzerine çıktığında ise, mantar mikroflorası hızla baskı altına alınmaktadır (Tayar ve Yarsan 2014).

**Çizelge 2. 1.** Bazı yemlerin nem içerikleri (%) ve ortamın bağıl nem (%) oranlarında üreyen mantarlar (Ergün ve ark. 2013)

<b>Ortamın bağıl nemi</b>	<b>Niştastaca zengin tahıllar, pamuk tohumu küspesi, pelet yonca</b>	<b>Soya</b>	<b>Ayçiçeği tohumu, aspir tohumu, yer fıstığı</b>	<b>Mantar</b>
<b>65-70</b>	13.0-14.0	12.0-13.0	5.0-6.0	<i>Aspergillus halophilicus</i>
<b>70-75</b>	14.0-15.0	13.0-14.0	6.0-7.0	<i>A.restrictus</i> <i>A.glaucus</i> <i>A.walleniense</i>
<b>75-80</b>	14.5-16.0	14.0-15.0	7.0-8.0	<i>A.candidus</i> <i>A.orchraceus</i>
<b>80-85</b>	16.0-18.0	15.0-17.0	8.0-10.0	<i>A.flavus</i> , <i>Penicillium</i>
<b>85-90</b>	18.0-20.0	17.0-19.0	10.0-12.0	<i>Penicillium</i>

Rutubet, fungal etkinlik ve üreme için gerekli en önemli etkenlerin başında gelir (Tayar ve Yarsan 2014). Yemlerde %9 nem bulunması durumunda bulaşıklık riski azalmakta iken, %13-16 düzeylerine çıkmasıyla yemler kolaylıkla bozulabilmektedir. Örneğin, *Penicillium* ve *Aspergillus* türü mantarların %13-18 nem, %50-60 bağıl nemde çok çabuk üredikleri görülmektedir (Ergün ve ark. 2013). Mantarlar pH değişikliklerine kolayca uyum gösterebilmekte, çoğunlukta pH 2-7.5 arasında üreme gösterebilmektedir (Tayar ve Yarsan 2014)

Yemlerde bulunan filamentli funguslar denildiğinde, Mycobiota (funguslar âlemi) içinde Zygomycota, Ascomycota, Deuteromycota bölümleri altında bulunan değişik cins ve türdeki funguslar akla gelmektedir (Tunail 2000). Çizelge 2. 2'de tarımsal ürünlerde sıklıkla görülen funguslar belirtilmektedir.

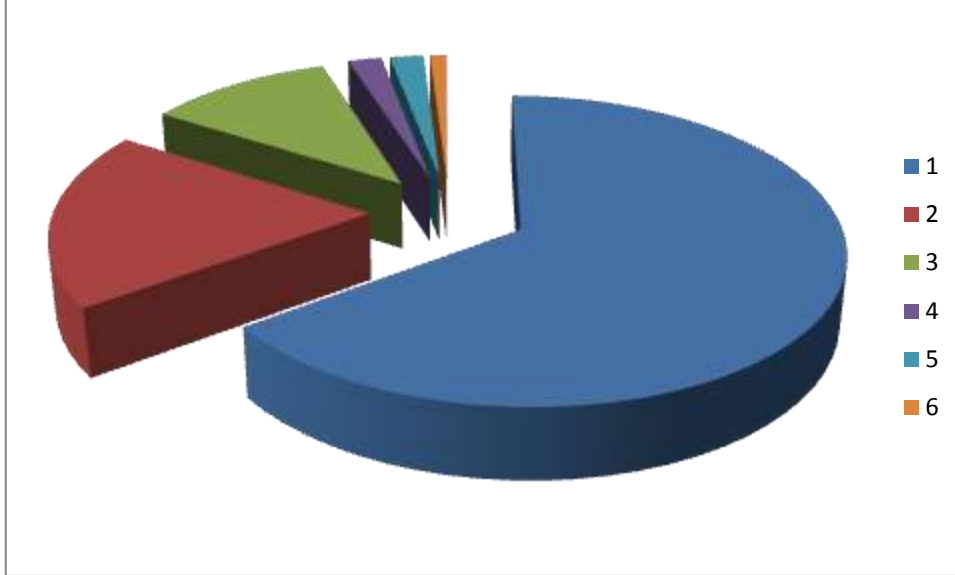
Çizelge 2. 2. Tarımsal ürünlerde sıklıkla görülen funguslar (Tunail 2000)

MYCOBIOTA		
ZYGOMYCOTA	ASCOMYCOTA	DEUTEROMYCOTA
Mucorales	Eurotiales	Caelomycetes
Mucoraceae	Trichocomaceae	Melanconiales
<i>Absidia</i>	(Eurotiaceae)	Melanconiaceae
Mucor	Byssochlamys	Colletotrichum
Rhizomucor	Emerciella	Sphaeropsidales
<i>Rhizopus</i>	<b>Eurotium</b>	Sphaeropsidaceae
Thamnidiaceae	<i>Neosartorya</i>	<i>Ascochyta</i>
<i>Thamnidium</i>	<i>Eupenicillium</i>	<b>Phoma</b>
Syncephalastraceae	<i>Taleromyces</i>	Hypomycetes
<i>Syncephalastrum</i>	Monascaceae	Tuberculariales
	<i>Monascus</i>	<b>Hypomycetales</b>
	<i>Xeromyces</i>	<b>Bipolaris</b>
	Leotiales	Moniliaceae
	Sclerotinaceae	<i>Acremonium</i>
	<b>Sclerotinia</b>	<b>Aspergillus</b>
	Sordariales	<i>Aureobasidium</i>
	Chaetomiaceae	<i>Botrytis</i>
	Chaetomium	<i>Chrysonilia</i>
	Dothideales	<i>Chrysosporium</i>
	Botryosphaeriaceae	<i>Geotrichum</i>
	<b>Diplodia</b>	<i>Monilia</i>
	Diaporthales	<i>Moniliella</i>
	Valsaceae	<b>Myrothecium</b>
	<b>Phomopsis</b>	<b>Paelomyces</b>
	Clavicipiales	<b>Penicillium</b>
	Clavicipiaceae	<i>Phialophora</i>
	<b>Claviceps</b>	<b>Pithomyces</b>
		<i>Scopulariopsis</i>
		<b>Trichoderma</b>
		<b>Trichothecium</b>
		<i>Verticillum</i>
		<i>Vallemia</i>
		Dematiaceae
		<b>Alternaria</b>
		<i>Arthrinium</i>
		<i>Cladosporium</i>
		<b>Stachybotrys</b>
		<i>Ulocladium</i>

\*Koyu renkli yazılanlar en önemli mikotoksin üreticileridir.



Türkiye mikroflorasına ait küflerin sistematik dağılımı Topal (2003)'ün çalışmasında bildirilmiş olup, veriler Şekil 2. 1' de verilmektedir.



1	%65 Penicillium
2	%19 Aspergillus
3	%11 Diğer Deuteromyces
4	%2 Fusarium
5	%2 Zygomycetes
6	%1 Basidiomycetes

Şekil 2. 1. Küflerin sistematik dağılımı (Topal 2003).

## 2. 1. Mikotoksinlerin Sınıflandırılması

Mantarlardan 120 kadarı metabolik olaylar sonunda buldukları ortama biyolojik olarak çok aktif olan, canlılar için toksik olan mikotoksin denilen maddeler salgılar (Ergün ve ark. 2013). Tanımlanmış mikotoksin sayısı 300 üzerindedir. Fakat, günümüzde en çok üzerinde durulanlar; aflatoksinler (B1, B2, G1, G2), okratoksin A, patulin, trikotesenler ve zearalenondur (Tayar ve Yarsan 2014). Mikotoksinler, üreten mantarın gelişebildiği vasatlara göre sınıflandırılabilir (Concon 1988). Çizelge 2. 3' de mikotoksinlerin sınıflandırılması belirtilmektedir.



- j. Karsinogenik olanlar
- k. Kemik iliğini etkileyenler
- l. Mutajenik etkili olanlar
- m. Sinir sistemine etkileyenler
- n. Sitotoksik etkili olanlar
- o. Teratojenik etkili olanlar
- ö. Tremor yapıcılar
- p. Tümör oluşumunu engelleyenler

### **2. 1. 1. Mikotoksinlerin Yemlerdeki Etkileri**

Normal şartlarda, yem ham madde ve karma yemlerin her gramında mantar sayısının 1000' in üzerine çıkmaması gerekir. Bitkisel kaynaklı yemlerde bulaşma kaynağı genellikle toprak olup, bitkisel yemler hava, su ve toprakla daha sıkı ilişki içinde olduğundan, hayvansal kaynaklı yemlere göre daha fazla mikroorganizma içermektedir. Mantarlar, hasattan önce buğdaygillerin epidermis altına yerleşirler. Özellikle *Aspergillus* ve *Penicillium* türü mantarlar çiçeklenme döneminde taneye girip yerleşmektedir (Ergün ve ark. 2013).

Yemlerde küfler besin maddelerini tüketmektedir. Böylece mantarlar yaşamlarını devam ettirirken, siyanik asit, penisilin, mikotoksin gibi bazı maddeleri de üretirler (Ergün ve ark. 2013). Tarım ürünlerindeki kayıplar dikkate alındığında, küflerin verdiği ekonomik zararlar azımsanamayacak düzeydedir. Yıllık üretimler esas alındığında; yağlı tohumlarda %12, pirinçte %5, yer fıstıklarında %4.2, mısırdaki %3, soya fasulyesinde %3 ürün kayıpları meydana gelmektedir (Tunail 2000). Mikotoksin bakımından tane yemlerden mısır, soya ve darı, bitkisel protein kaynaklarından ise yerfıstığı küspesi, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi en çok şüphe duyulması gereken yemlerdir (Ergün ve ark. 2013). Her yıl dünyada tahıl ve yağlı tohum üretiminde en az %1' i küflenme ve çürüme dolayısıyla kullanılamaz hale gelirken, %20' ye yakın kısmının ise mikotoksinlerle kirlenebildiği ifade edilmektedir (Tayar ve Yarsan 2014).

Yemlerde gelişen fungusların gelişme sürecini tamamladıktan sonra miselleri içerisinde oluşturdukları ve birçok durumda üzerinde buldukları ürüne salgıladıkları

toksik metabolitler, insan ve hayvan sağlığını tehdit ettiğinden, küflenme ekonomik boyutun ötesinde önem taşıtmaktadır. Bugün, mikotoksin üreten küf sayısının yaklaşık 350 ile sınırlı olduğu bilinmektedir (Tunail 2000). Mikotoksin oluşumu üzerine bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler etkili olup (Tiryaki ve ark. 2011), günümüzde üretimi gerçekleştirilen tahılların önemli miktarının mikotoksinlerle bulaşık olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’ de toplanan yemlerde kirliliğin daha yoğun olduğu görülmüştür (Yıldız 2009).

### 2. 1. 2. Mikotoksinlerin Hayvanlar zerindeki Etkileri

Hayvansal üretimin kaliteli olması için rasyonda besin maddeleri içeriğinin hayvanın ihtiyaçlarını karşılayabilmesinin yanı sıra yemlerin zararlı mikroorganizmalardan da arınmış olması şarttır. Bu organizmalardan küfler yemlerde hem besin madde hem de ekonomik kayba yol açabilmekte, bunun yanı sıra böyle bozulmuş yemleri tüketen hayvanlarda hem hayvan sağlığı hem de ürün kalitesi açısından problemlere neden olabilmektedir (Tayar ve Yarsan 2014).

Fungusların çeşitli sekonder metabolitleri bulunmaktadır. Bu metabolitlerden biri olan antibiyotikler sağlık üzerinde olumlu etkiye sahip olup, çok önemli bir madde grubudur. Yine bu metabolitlerden olan mikotoksinler ise, küçük dozlarda alınsalar bile toksik etki yaparlar. Bu her iki metabolit arasındaki önemli ayrıma rağmen, bazı mikotoksinleri antibiyotiklerden ayırt etmek zordur. Bazı mikotoksinler antibiyotik gibi mikroorganizmaların gelişmelerini engellemektedir. Örneğin ilk kez *Penicillium patulum* (sin. *Pen. urticae*, sin. *Pen. griseofulvum*)’ dan izole edilen patulin geniş bir antibiyotik spektrumu göstermektedir. Genel olarak, mikroorganizmalara etkili olanlar antibiyotik, yüksek organizmalara toksik etki gösterenler mikotoksin olarak tanımlanmaktadır (Tunail 2000).

Mikotoksinler, yem maddelerinde bulunan çeşitli patojenik mantar türleri tarafından sentezlenen metabolizma ürünleridir. Aynı zamanda bunları tüketen hayvanlarda latent, akut, subakut veya kronik toksikasyonlara neden olan toksik maddelerdir. Bu toksik maddeler, mantarların üzerinde veya içinde üredikleri substratlara

girerler ve yayılırlar. Hayvanlarda mikotoksikozisler çeşitli formlarda görülebilmektedir (Aydın 2007).

Mikotoksinlerin hayvansal üretim ve insan sağlığı üzerinde istenmeyen etkileri mevcuttur (Yıldız 2009). Mikotoksinlerden kaynaklanan insan ve hayvanlardaki toksikozlarla ilgili raporlar, özellikle az gelişmiş ülkelerde olmak üzere, dünyanın her bir köşesinden gelmektedir (Tiryaki ve ark. 2011). Mikrobiyel bozulmuş yemlerin hayvanlarda etkileri yalnız mikroorganizma yoğunluğu ve toksin miktarı ile ilgili olmayıp, hayvanın ırkı, yaşı, cinsiyeti ve beslenme düzeyi gibi durumlarda önemli role sahiptir. Zaman zaman hayvanlarda verim düşüklükleri böyle etkilere bağlanabilir (Ergün ve ark. 2013).

Mikotoksinlerin organizmadaki etkileri birbirinden farklı olup (Ergün ve ark. 2013), en zararlı toksik etkileri çoğunlukla karaciğer üzerinedir (Tiryaki ve ark. 2011). Yemlerde yaygın olarak bulunabilen mikotoksinlerin hayvanlar üzerine etkileri Çizelge 2. 4' te verilmektedir.

**Çizelge 2. 4.** Yaygın bazı mikotoksinlerin hayvanlardaki etkileri (Ergün ve ark. 2013)

<b>Mantar türü</b>	<b>Mikotoksin</b>	<b>Etkilediği yemler</b>	<b>Etkilenen hayvan türü</b>	<b>Başlıca etkileri</b>
<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatoksinler B1,B2,G1,G2	Mısır, sorgum, yerfıstığı, pamuk tohumu, soya fasulyesi, mısır silajı	Tüm hayvan türleri ve insan	Karaciğer kanseri karaciğer sirozu yemden yaralanma ve canlı ağırlıkta azalma, verimlerde azalma
<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Aspergillus melleus</i>	Okratoksin A	Arpa, mısır pirinç, diğer tahıllar	Tüm hayvan türleri, başlıca kanatlılar ve domuz	Karaciğer yağlanması Böbrekte dejenerasyon iştah azalması, immün cevabın azalması
<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Fusarium tricinctum</i>	Trikotesen (T-2 toksin)	Mısır, tahıl yağlı tohumlar	Tüm hayvanlar, başlıca kanatlılar	Dermatit, deri nekrozu, hemorajik sendrom, anemi, immün sistemde bozulma, yumurta verimi ve kalitesinde azalma
<i>Claviceps purpurea</i> <i>Claviceps paspali</i>	Ergotalkaloid	Çavdar, buğday diğer yem maddeleri	Tüm hayvanlar	Sinir sistemi (Ergotismus) Büyümenin azalması
<i>Aspergillus versicolor</i> <i>Aspergillus nidulans</i>	Sterigmatosistin	Mısır, buğday diğer yem maddeleri	Tüm hayvanlar	Karaciğer kanseri
<i>Fusarium roseum</i> <i>Fusarium graminearum</i>	Zearalenon (F-2 Toksin)	Mısır, tahıllar	Domuz koyun sığır	Üreme problemleri, östrojenik etki

Hayvanlarda mikotoksikozis; akut primer, kronik primer ve sekonder mikotoksikozis olmak üzere üç farklı formda görülmektedir (Aydın 2007). Etkileri Çizelge 2. 5’ te verilmektedir.

**Çizelge 2. 5.** Hayvanlarda görülebilecek mikotoksikozis formları (Aydın 2007).

<b>Akut Primer Mikotoksikozis</b>	<b>Kronik Primer Mikotoksikozis</b>	<b>Sekonder Mikotoksikozis</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>•Reproduktif 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>

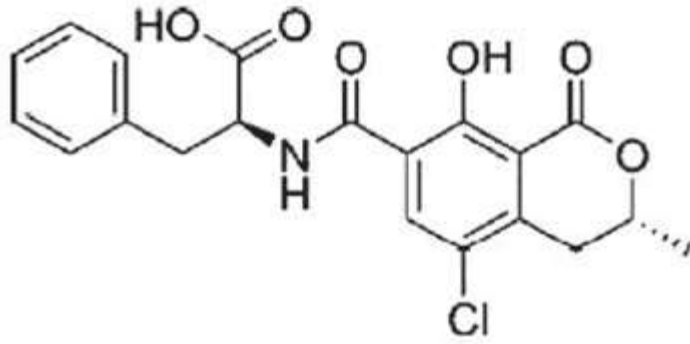
Nitekim yapılan bir araştırmada (Uran 2012), okratoksin içeren yemlerle beslenen sığırcılarda plazma ve organ OTA düzeylerinin cinsiyete bağlı değiştiği ve dişilerde daha yüksek seviyede bulunduğu, erkek sığırcılarda karaciğer ve böbrek OTA düzeylerinde organlara bağlı bir farklılık gözlenmediği bildirilmektedir.

Plazma ve organ okratoksin A düzeyleri testosteron hormon düzeyinden bağımsız gözükmektedir (Uran 2012).

## 2. 2. Okratoksinler

Okratoksinler, *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium viridicatum* olmak üzere, bu iki cinsle ilgili 10’ dan fazla tür tarafından hazırlanan mikotoksin grubudur. Okratoksin A, okratoksin B, okratoksin C, okratoksin A’ nin metili ve okratoksin B’ nin metil ve etil

esterleri gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan genellikle okratoksin A' ya ve nadiren de okratoksin B' ye yem ve yem ham maddelerinde rastlanmaktadır (Kaya ve ark.1998). Özellikle okratoksin A' nın kuvvetli bir toksik etkisi bulunmaktadır (Ayaz ve Yurttagül 2008).



Şekil 2. 2. Okratoksin A' nın kimyasal yapısı (Tunail 2000).

Okratoksin A, fenilalanine peptid bağıyla bağlı izokumarin parçası içeren bir toksindir. Daha çok depolarda bulunan *Penicillium* (özellikle *P. verrucosum*) ve *Aspergillus* (özellikle *A. alutaceus*) türleri tarafından üretilmektedir (Şeviktürk ve Gönülalan 2007). Okratoksin A renksiz, kristalize, suda az, sulu bikarbonat çözeltilerinde iyi çözünür. Okratoksin A ısıya dayanıklı olup, alkali çözeltileri soğutucuda 1 yıldan uzun süreyle saklanabilir ve otoklav ısısında 3 saat süreyle tutulan tarım ürünlerinde önemli bir parçalanma oluşmaz (Kaya ve ark. 1998). Toksin, düşük sıcaklıklarda sentezleyebildikleri için, soğuk bölgelerde üretilen tahıllar ve bu tahılların kullanıldığı yemler doğal olarak bulaşıktır (Ergün ve ark. 2013).

### 2. 2. 1. Okratoksinlerin Yemlerdeki Etkileri

Okratoksin A yem maddelerinde özellikle Kanada, Danimarka, Almanya, İsveç ve İngiltere gibi ılıman bölgelerde yaygın olarak bulunmaktadır. Sadece çok az sayıda ülke gıda ve yem ürünlerinde OTA için düzenlemeler yapmıştır (Höhler 1998).



Okratoksin üreticisi mantar türleri çok düşük sıcaklıklarda toksin sentezleyebilmektedir. Özellikle soğuk iklimin hüküm sürdüğü kuzey ülkelerindeki tarım ürünleri ve yemlerde sıklıkla karşılaşılan bir mikotoksin grubudur. Bu nedenle soğuk ülkelerdeki tahıllar ve bunlardan hazırlanan yemler bu mikotoksinlerle genellikle doğal olarak bulaşmıştır. Okratoksin A' ya yem ve yem ham maddelerinde genellikle rastlanmaktadır (Kaya ve ark. 1998). Arpa, yerfıstığı, yulaf, çavdar, pirinç, darı ve buğday gibi yemlerde okratoksin A' ya rastlanılabilmektedir (Ergün ve ark. 2013). Nitekim, Karagözlü ve Karapınar (2000)' ın çalışmalarında aşurelik buğday, mısır ve yulaf ezmesinde 0.27-9.84 ppb düzeyleri arasında değişen okratoksin-A varlığının saptandığı bildirilmektedir (Karagözlü ve Karapınar 2000).

Okratoksin, pirinç ve arpada bulunan mikotoksinlerden biridir. Bu toksin Avustralya, Danimarka ve Yeni Zelanda' da önemli hayvan kayıplarına neden olabilmektedir. Okratoksin A; mısır, kuru fasulye, soya fasulyesi, arpa, yulaf, turuncgil meyveler ve yer fıstığı gibi ürünlerde bu küflerin çoğalması sonucu oluşabilmektedir (Ayaz ve Yurttagül 2008). Ürünler, hasat öncesi, hasat sırasında veya işleme aşamasında kontamine olabilmektedir. Okratoksin A riskini azaltmak amacıyla, ürünün tarımsal boyutunda iyi üretim tekniklerine uyulmasına, uygun depolama koşullarına ve kaliteli ham madde seçimine özen gösterilmesi önem taşımaktadır (Kabak ve Var 2006). Bazı yemlerde okratoksin A' nın kabul edilebilir maksimum miktarları Çizelge 2. 6' da verilmektedir.

**Çizelge 2. 6.** Yemlerde okratoksin A' nın kabul edilebilir maksimum miktarları (Ergün ve ark. 2013).

<b>İstenmeyen Maddeler</b>	<b>Hayvan Beslemede kullanılan yemler</b>	<b>%12 rutubet içeren yeme göre (ppm)</b>
<b>Okratoksin A</b>	Yem maddeleri Tahıllar ve tahıl ürünleri	0.25
	Tam ve tamamlayıcı yemler için; Domuz yemleri	0.05
	Tam ve tamamlayıcı yemler için; Kanatlı yemleri	0.1

## 2. 2. 2. Okratoksinlerin Hayvanlar Üzerindeki Etkileri

Okratoksinler *Aspergillus* ve *Penicillium*' un bazı toksijenik türlerinin ikincil metabolitleridir. Nefrotoksik, hepatotoksik, teratojenik, kanserojen ve immünyüpresif etkileri bulunmaktadır (Höhler 1998). *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri tarafından sentezlenen toksik metabolitler olan okratoksinler içerisinde okratoksin A en fazla toksik olan okratoksinidir. Daha sonra okratoksin B ve C takip etmektedir (Karagözlü ve Karapınar 1994). Okratoksin A toksisite, ATP tükenmesi ile ilişkili olarak mitokondriyal solunum inhibisyonu, düşük protein sentezi ile tRNA sentetaz inhibisyonu ve gelişmiş lipid peroksidasyon olmak üzere üç büyük etki göstermektedir (Höhler 1998).

Yemlerle alınan okratoksinin çoğunluğu sindirim kanalından emilmektedir. Bu emilimin büyük bir kısmı ise ince barsaklarda gerçekleşmektedir. Bu toksin dolaşım sisteminde özel bir proteine bağlanır ve bu halde glomerüllerden kolayca süzülerek, böbreklerde birikmektedir. Ayrıca, okratoksin A vücutta protein, RNA ve DNA sentezini etkilemektedir. Bu aşamada fenilalanin metabolizmasına giren enzimler, hücre zarı fosfolipidleri ve mitokondrionlar çok fazla etkilenen unsurlardır (Tayar ve Yarsan 2014).

Okratoksinler, sık sık zehirlenmelere neden olmakta (Kaya ve ark. 1998), özellikle nefrotoksik ve kanserojenik aktivitelerinden dolayı okratoksin A büyük önem taşımaktadır (Kabak ve Var 2006). Okratoksin A böbreklerde yıkım, enteritis ve karaciğer nekrozisine neden olmaktadır (Karagözlü ve Karapınar 1994). Paraziter ve bakteriyel enfeksiyonlar ile mikotoksinler eş zamanlı mevcutsa, birlikte etki etmektedirler (Duarte ve ark. 2011).

Okratoksin A güçlü bir nefrotoksik, hepatotoksik ve teratojenik bileşiktir. Çiftlik hayvanlarında, OTA ile kontamine yem alımı hayvan sağlığını ve verimliliğini etkilemesinin yanı sıra hayvansal ürünlerde de OTA varlığına neden olabilir (Denli ve Perez 2010). Avustralya, Avrupa ve Kuzey Amerika' daki yem, hayvansal dokular ve insan kanında tespit edilmiştir (Şeviktürk ve Gönülalan 2007). Okratoksinli yemleri tüketen hayvanların etlerinde de kalıntılara rastlanabilmektedir. Kalıntı, bu hayvanların kas ve yağ dokularında 2 hafta, böbrek ve karaciğerinde ise 3-4 hafta kalabilmektedir (Ergün ve ark. 2013). Bu toksinler, hayvanların büyümesini engellemenin yanı sıra, böbrek genişlemeleri ve diğer bazı yol bozukluklara açarak ölümlere neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra okratoksin insanlardaki böbrek hastalıkları ile de ilgili olabilmektedir (Ayaz ve Yurttagül 2008). Benzer olarak bu toksinle zehirlenme durumunda tavuklarda ürik asit

metabolizması bozulur ve viseral gut şekillenir. Bu hayvanlarda şiddetli dehidrasyon vardır (Ergün ve ark. 2013).

Okratoksinlerin oluşturdukları klinik tablo okratoksikoz olarak tanımlanmaktadır. Mikotoksinler doğrudan veya metabolik değişiklikler sonucu oluşan metabolitleri ile etki ederler. Bu etkilerini başlıca, DNA kalıbı, hücre zarı geçirgenliği ve hücre solunumu üzerine, ayrıca hormonal etki olarak göstermektedir (Kaya ve ark. 1998).

Yumurtacılar da 4 ppm toksin yumurta üretiminin durmasına neden olurken, 6 hafta süreyle 0.5 ppm toksin verilmesi yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerine olumsuz etki yapmaktadır (Ergün ve ark. 2013). Bunların yanı sıra, hayvanlarda okratoksinin canlı ağırlık üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır (Gibson ve Bailey 1990).

İnsanlarda ise, en büyük tehlike balkan endemik nephropathy denilen geri dönüşü olmayan ve ölümcül böbrek hastalığından sorumlu olmasıdır (Höhler 1998).

### **2.3. Korunma Yolları**

Yemlerin fiziksel ve kimyasal yapısının yanı sıra hijyenik yapısı da, yem kalitesi üzerinde büyük önem taşımaktadır. Yemlerde hasat, depolama ve karma yem üretiminin silo, pelet soğutucuları, taşıyıcılar gibi farklı aşamaları mikrobiyel bulaşma açısından önemli kaynakları oluşturmaktadır (Basmacıoğlu ve Ergül 2003). Ürünlerin OTA kontrolü için erken tanı ve ürün zincirinde kontaminasyon risklerinin ortadan kaldırılması gerekir. Bununla birlikte, mevcut analitik protokoller özellikle hayvan yeminde, kontamine ürünleri tanımlamak için başarısız olabilir (Denli ve Perez 2010).

Yemin mikrobiyolojik yapısı, hayvan ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesinin yanında, ekonomik anlamda da kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle, yemlerde bulunan mikroorganizmalar ve bunların metabolik ürünleri olan toksinlerin saptanması, hayvan ve insanlar üzerindeki etkilerinin ortaya konması ve hatta bunların kontrol yolları hiç kuşkusuz çok önemlidir. Karma yem üretimine kadar ki tüm aşamalarda mikrobiyel bulaşma ve dolayısıyla toksin oluşumu söz konusu olup, alınacak önlemler toksin kontrolünün temelini oluşturmaktadır. Yemleri daha uzun süreli olarak depolamak ve hijyen sağlamak amacıyla katkı maddelerinin kullanılması da ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır (Basmacıoğlu ve Ergül 2003).

Mikotoksinler dünyada hayvanların bakım ve beslenmesi açısından büyük bir risktir. Hayvansal üretimde hayvan sağlığına zarar vermesi, aynı zamanda hayvansal ürünlere belli oranlarda geçmesi nedeniyle önem arz etmektedir. Her ne kadar süt sığırlarında rumen ortamı bu toksinlerin absorpsiyonunu sınırlandırsa da, bu durum mikotoksinlerin tamamı için ve her koşulda gerçekleşmemektedir. Özellikle kronik mikotoksikozisin hayvanda herhangi bir belirti göstermemesi, immün supresyona sebep olarak hastalıklara karşı duyarlılığı artırması, süt ve döl veriminde düşüşe sebep olması, hayvansal ürünlere geçerek insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesi gibi sebeplerden dolayı tarladan rasyona mikotoksin kontaminasyonu için önlemler alınmalı, kontrol programları yürütülmelidir (Çankırı ve Uyarlar 2013)

Tanelerin tam olgunlaşmış olarak hasat edilmesi ve nem derecesinin %15' in altında tutulması, mikotoksinleri önlemenin en etkin yoludur. Ürünlerin saklandığı yerin nemi arttıkça, küfler çoğalmakta ve mikotoksinler üretmektedir. Nem oranının %18 ve üstü, deponun nisbi neminin %85, sıcaklığın 30 °C ve pH' nın 3-5 olması, küfler için en uygun üreme koşullarıdır. Doğal kontaminant olarak okratoksin B daha az toksik olup, nadir bulunur. Diğer okratoksinler hiçbir zaman doğal ürünlerde bulunmaz (Ayaz ve Yurttagül 2008).

#### **2. 4. Mikotoksinlerin Zararsız Hale Getirilmesi**

Mikotoksinler, teratojenik, karsinojenik ve mutajenik etkilere sahip olup, aynı zamanda hepatokarsinojenite, hepatotoksisite, nefrotoksisite, immün sistemin bozulması, hastalıklara karşı yatkınlık, büyümenin yavaşlaması, üreme fonksiyonlarının bozulması gibi pek çok toksik etkiye de neden olabilmektedir (Atasayar Sabuncuoğlu ve ark. 2008).

Dünyada gıda ve yem ürünlerinin önemli bir bölümü mikotoksinler ile kontamine edilmiştir. Dekontaminasyon ve mikotoksinlerin çoğalmalarını önlemek için daha güvenli yöntemler gereklidir (Abrunhosa ve ark. 2010). Gerekli önlemlerin alınmadığı ve toksin oluşumunun engellenmediği durumlarda toksin veya toksinlerin etkilerini engellemek mümkün olabilmektedir (Basmacıoğlu ve Ergül 2003). Mikotoksinlerin oluşturabilecekleri riskleri azaltma, zararlı etkilerini önleme ve toksinlerin

degradasyonlarına yönelik olarak yapılan çalışmalarda biyolojik, fiziksel veya kimyasal yöntemler uygulanabilmektedir (Atasayar Sabuncuoğlu ve ark. 2008).

Mikroorganizmalar ve enzimler konsantrasyonları azaltmak ve biyoremidasyon yoluyla toksik etkilerinden korunmak için pratik bir yol olabilir. Okratoksin A gıda ve yem ürünlerinde bulunan en önemli mikotoksinlerden biridir (Abrunhosa ve ark. 2010). Okratoksin A halk sağlığı ve tarımsal açıdan büyük öneme sahip mikotoksinlerden biridir (Duarte ve ark. 2011). Öncelikle bazı hayvan türlerinde nefrotoksik ve karsinojenik etkileri bilinmektedir. Okratoksin A *Aspergillus* ve *Penicillium*' un bazı yoksik türleri tarafından çeşitli tarım ürünlerinde üretilebilmektedir. Bazı ülkelerde OTA' nın yasal sınırları mevcuttur ve gıda ve yem ürünlerindeki konsantrasyonların teknolojik açıdan düşük haline getirilmesi gerekmektedir. Okratoksin A denetimine alınması gereken en önemli önlem, mantar çoğalmasını ve OTA üretimini önlemektir. Ancak, bu önlemleri almak tarım ürünlerinde her durumda uygulamak zordur. Düzeltme işlemleri genellikle OTA' nın toksik etkilerini uzaklaştırmak, azaltmak veya ortadan kaldırmak için kullanılır (Abrunhosa ve ark. 2010).

Mikotoksin önleme amacıyla kullanılan maddeler, mikotoksinleri parçalamalı, bağlamalı ya da inaktive etmelidir. Yemde ya da hayvansal dokularda toksik, karsinojenik ya da mutajenik bir kalıntı bırakmamalıdır. Yemin besin değerinde, tadında herhangi bir olumsuz etki yapmamalı ve bunların yanı sıra yem üretim teknolojisinde herhangi bir değişikliğe gerek duyulmamalıdır (Ergün ve ark. 2013).

#### **2. 4. 1. Biyolojik Yöntemler**

Uygulanabilecek biyolojik metotlar aşağıda belirtilmektedir (Ergün ve ark. 2013).

- a- Yemin besleyici değerinin artırılması
- b- Bulaşık yemlerle temiz yemlerin belirli oranlarda karıştırılması
- c- Yemlere lezzet vericiler ilave edilmesiyle yem tüketiminin artırılması
- d- Uygun küf önleyiciler kullanılması; böylece mikotoksin oluşumunun önlenmesi

Okratoksin A' nın biyolojik parçalanması çeşitli mikroorganizmalar ile olabilir. Ancak, bazı durumlarda bu biyolojik parçalanma ve adsorpsiyon mekanizmaları açık

değildir. Biyolojik yöntemler giderek fiziksel ve kimyasal yöntemlere alternatif olarak kabul edilmektedir. Ancak, pratik uygulamalara örnek çok azdır (Abrunhosa ve ark. 2010).

#### **2. 4. 2. Fiziksel Yöntemler**

Fiziksel metotlar maddeler halinde gösterilmektedir (Ergün ve ark. 2013).

- a- Yıkama veya flotasyon yöntemi uygulanarak, seyreltilmiş NaCl çözeltisinde yüzdürme; böylelikle sağlamlar küflü taneler ayrılabilir.
- b- Kabuklu yemlerde, kabukların uzaklaştırılması uygulanabilir.
- c- Bulaşık kısımlar, temiz kısımlardan ayrılarak, temiz kısımlar kullanılabilir.
- d- Bulaşık yem gün ışığında 6 saat-2 gün havalandırılabilir.
- e- Bulaşık yem direk ultraviyole ışınlarıyla muamele edilebilir.
- f- Yüksek ısı işlemleri uygulanabilir.
- g- Yemler basınç altında 1 saat tutulabilir.
- h- Otoklavlanan yemler sodyum hidroksit ile muamele edilebilir.
- i- Aseton ve etanol gibi bazı organik çözücüler kullanılabilir.
- j- Aktif kömür, zeolit, kaolen ve mannan gibi adsorban (bağlayıcılar) kullanılabilir.
- k- Elektronik göz cihazı kullanılabilir.

#### **2. 4. 3. Kimyasal Yöntemler**

Kullanılacak maddeler uygun kriterlerde olmalıdır. Yapılabilecek kimyasal işlemler aşağıda maddeler halinde verilmektedir (Ergün ve ark. 2013).

- a- Klorin gazı
- b- Hidrojen peroksit
- c- Sodyum hidroksit (%2), kalsiyum hidroksit (%2.5)
- d- Hidroklorik asit
- e- Sodyum bisülfid
- f- Enzimatik reaksiyonların oluşturulması
- g- Amonyak ile muamele

h- Propiyonik (%0.25) ve asetik asit gibi organik asitler kullanılabilir.

Okratoksin zehirlenmelerinde sağaltım için özel bir yöntem yoktur. Yenilen yem değiştirilebilir. Okratoksin organik asit olduğundan sodyum bikarbonat gibi sistemik alkalileştiriciler verilerek toksinin vücuttan uzaklaştırılması çabuklaştırılabilir. Bunun yanı sıra, fenilalanin okratoksin A' nın akut ve karsinojenik etkilerini önler. Yemlerin protein oranının artırılması okratoksin A' ya karşı koruyucu etki oluşturabilir. Ayrıca yemlere askorbik asit ilavesi koruyucu etki sağlar (Tayar ve Yarsan 2014).

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

#### 3. 1. Gereç

##### 3. 1. 1. Yem Örnekleri

Sivas ilinde rastgele seçilen besi sığır işletmelerinden karma yem ve arpa örnekleri Ergün ve ark. (2013)' ın belirttikleri yönteme göre toplandı. 2013 yılı aralık, 2014 yılı şubat ve nisan aylarında olmak üzere 1' er ay arayla 3 farklı dönemde; her bir ayda 39 adet karma yem ve 32 adet arpa olmak üzere toplam 71 adet örnek alındı. Alınan örnekler analizleri yapıncaya dek derin dondurucuda saklandı.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nden alınan Sivas ili aylık ortalama sıcaklık ve nem değerleri 2013 yılı kasım ayından 2014 yılı nisan ayına kadar aylık ortalama hava durumu bilgileri Çizelge 3. 1' de verilmektedir.

**Çizelge 3. 1.** Sivas ili için 2013-2014 yılı Kasım-Nisan aralığındaki şartlar (Sivas Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 2015)

<b>YIL</b>	<b>AY</b>	<b>Ortalama Sıcaklık (°C) 1 gün</b>	<b>Maksimum Sıcaklık (°C) 12 saat</b>	<b>Minimum Sıcaklık (°C) 12 saat</b>	<b>Ortalama Bağıl Nem 1 gün</b>
<b>2013</b>	<b>Kasım</b>	6.9	14.3	0.8	64.4
	<b>Aralık</b>	-3.6	1.9	-7.6	69.7
<b>2014</b>	<b>Ocak</b>	1.7	7.9	-2.9	70.9
	<b>Şubat</b>	3.2	10.2	-2.4	60.5
	<b>Mart</b>	7.4	12.9	0.9	56.8
	<b>Nisan</b>	12.6	18.8	5.4	51.2



### **3. 2. Yöntem**

Numunelerde okratoksin-A analizleri spektrofotometrik yöntemle tespit edildi. Okratoksin-A tespiti amacıyla uygulanan yöntem ticari test kitinde belirtilen protokollere göre yapıldı.

#### **3. 2. 1. Analizde Kullanılan Kit**

Ochratoxin A Assay Elisa Kit (Helica Biosystem Inc; 9410CH01M-96) kullanıldı. Ochratoxin A Assay kitinin prosedürüne göre çalışıldı.

#### **3. 2. 2. Örneklerin Hazırlanması**

Test edilecek örnekler, aşağıda belirtilen şekilde hazırlandı.

- a- Örnekleme tekniğine göre toplanan numuneler öğütüldü.
- b- Test edilecek her örnek için %70' lik metanol hazırlandı.
- c- Örnek ile ekstraksiyon solüsyonu oranı 1/5 olacak şekilde örnekler ekstraksiyon solüsyonunda çözdürüldü.
- d- Ardından kapalı olarak en az 2 dakika karıştırma kabında karıştırıldı.
- e- Partikül içeriği çöktükten sonra, Whatman#1 filtre kağıdı ile süzüldü.

Bu işlemler, kullanılan Ochratoxin A Assay kitinin ekstraksiyon prosedürüne göre uygulandı.

#### **3. 2. 3. Spektrofotometrik Analiz Test Protokolü**

Ochratoxin A Assay kiti kullanılarak analizler spektrofotometrik yöntemle yapıldı. Çalışma protokolü kullanılan kite uygun olarak yapıldı. Test aşamalarında multikanal pipet kullanıldı.



Şekil 3. 1. Analiz için hazırlanan örnekler



Şekil 3. 2. Kitin analiz için hazırlanması

- a- Tüm reaktifler oda ısısına getirildi.
- b- Mikroplaka tutucusuna standart ve numune sayısı kadar dilusyon ve antikor kaplı kuyucuklardan yerleştirildi.
- c- Her dilusyon kuyucuğuna 200  $\mu$ l konjugat (HRP) eklendi.
- d- Standart ve örnekten 100  $\mu$ l konjugat eklenmiş kuyucuklara ilave edildi. Pipetaj yaparak karıştırma işleminden sonra, antikor kaplı kuyucuklara 100  $\mu$ l aktarıldı.
- e- Oda ısısında 15 dakika inkube edildi.
- f- Kuyucuk içerikleri boşaltılıp, distile su ile 5 defa yıkama işlemi yapıldı.
- g- Kuyucuklarda kalan sıvı emici kağıda vurarak boşaltıldı.

h- Substrat reaktifinden (TMB) bütün kuyucuklara 100 µl ilave edilip, 5 dakika oda ısısında inkube edildi.

I-Bütün kuyucuklara 100 µl stop solüsyonundan ilave edildi.

Protokole göre hazırlanan mikroplakalar 450 nm' de okutuldu. Spektrofotometrik analizler, kullanılan kitin assay prosedürüne göre yapıldı.

### **3. 2. 4. Kalibrasyon Tablosunun Oluşturulması ve Hesaplama**

Analizlerde 0.0, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 ng/mL konsantrasyonunda olan standartlar kullanıldı. Sonuçlar excel programında değerlendirildi.

### **3. 3. İstatistik Analiz**

Araştırmada yem örneklerinde aylara göre farklılık olup olmadığını belirlemek için, General Linear Model (GLM) Repeated Measures testi yapıldı. Karma yem ve arpa grupları karşılaştırılırken, Mann Whitney U testi kullanıldı. Sıklık, minimum-maksimum değerlerin belirlenmesinde ve elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, SPSS (2002) istatistik paket programından yararlanıldı.

## 4. BULGULAR

### 4. 1. Karma Yemlerdeki Okratoksin A Düzeyleri

Karma yemlerde aralık, şubat ve nisan olmak üzere üç (3) dönem halinde okratoksin A düzeyleri belirlendi. Okratoksin A düzeyleri minimum ve maksimum düzeyleri Çizelge 4. 1' de, 0.020 ppm temel alınarak sıklık sayıları ve yüzdeleri Çizelge 4. 2' de belirtildi. Her bir ayda 39 numune test edildi.

Çizelge 4. 1. Karma yem örneklerinde OTA minimum-maksimum düzeyleri (ppm)

Örnek	Dönem	n	Minimum	Maksimum
Karma Yem	Aralık	39	0.018	0.029
	Şubat	39	0.017	0.030
	Nisan	39	0.021	0.030

Çizelge 4. 2. Karma yem örneklerinde OTA sıklık düzeyleri (ppm)

Örnek	Dönem	n	$\leq 0.020$ ppm	$> 0.020$ ppm	$\leq 0.020$ ppm	$> 0.020$ ppm
			Sıklık (Sayı)	Sıklık (Sayı)	Sıklık (%)	Sıklık (%)
Karma Yem	Aralık	39	5	34	12.82	87.18
	Şubat	39	10	29	25.64	74.36
	Nisan	39	0	39	0	100

Örnek alımlarının son ayı olan nisan ayında, örneklerin %100' nde de okratoksin A düzeylerinin 0.020 ppm' den daha yüksek olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4. 3.** Karma yem örneklerinde aylara göre ortalama OTA düzeyleri (ppm)

<b>Örnek</b>	<b>Dönem</b>	<b>n</b>	<b>X±Sx</b>	<b>P</b>
<b>Karma Yem</b>	<b>Aralık</b>	39	0.025±0.003	*
	<b>Şubat</b>	39	0.024±0.004	
	<b>Nisan</b>	39	0.024±0.003	

\* Dönemler arasında fark önemli değildir (P > 0.05).

Aralık, şubat ve nisan olmak üzere dönemlere göre sırasıyla ortalama okratoksin A düzeyleri (ppm) 0.025, 0.024 ve 0.024 olarak belirlendi. Ortalama okratoksin A düzeyleri arasında aylara göre anlamlı bir farklılık belirlenemedi (Çizelge 4. 3).

#### **4.2. Arpadaki Okratoksin A Düzeyleri**

Arpa örneklerinde aralık, şubat ve nisan olmak üzere üç (3) dönem halinde okratoksin A düzeyleri belirlendi. Okratoksin A düzeyleri minimum ve maksimum düzeyleri Çizelge 4. 4' te, sıklık sayıları ve yüzdeleri 0.020 ppm temel alınarak Çizelge 4. 5' te belirtilmektedir. Her bir ayda 32 numune test edildi.

**Çizelge 4. 4.** Arpa örneklerinde OTA minimum-maksimum düzeyleri (ppm)

<b>Örnek</b>	<b>Dönem</b>	<b>n</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>Arpa</b>	<b>Aralık</b>	32	0.008	0.025
	<b>Şubat</b>	32	0.014	0.028
	<b>Nisan</b>	32	0.013	0.025

Çizelge 4. 5. Arpa örneklerinde OTA sıklık düzeyleri (ppm)

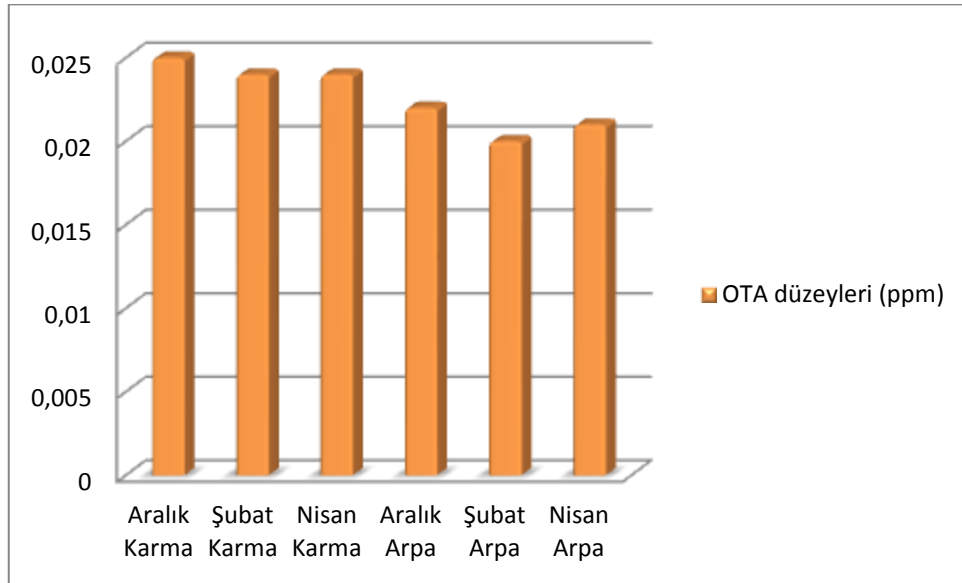
Örnek	Dönem	n	$\leq 0.020$ ppm	$> 0.020$ ppm	$\leq 0.020$ ppm	$> 0.020$ ppm
			Sıklık (Sayı)	Sıklık (Sayı)	Sıklık (%)	Sıklık (%)
Arpa	Aralık	32	6	26	18.75	81.25
	Şubat	32	19	13	59.37	40.63
	Nisan	32	7	25	21.87	78.13

Çizelge 4. 6. Arpa örneklerinde aylara göre ortalama OTA düzeyleri (ppm)

Örnek	Dönem	n	$\bar{X} \pm S_x$	P
Arpa	Aralık	32	$0.022 \pm 0.005$	*
	Şubat	32	$0.020 \pm 0.004$	
	Nisan	32	$0.021 \pm 0.004$	

\* Dönemler arasında fark önemli değildir ( $P > 0.05$ ).

Aralık, şubat ve nisan olmak üzere dönemlere göre sırasıyla ortalama okratoksin A düzeyleri (ppm) 0.022, 0.020 ve 0.021 olarak belirlendi. Ortalama okratoksin A düzeyleri arasında aylara göre anlamlı bir farklılık belirlenemedi (Çizelge 4. 6).



Şekil 4. 1. Örneklerin aylara göre OTA düzeyleri

### 4.3. Karma Yem ve Arpada OTA Düzeylerinin Karşılaştırılması

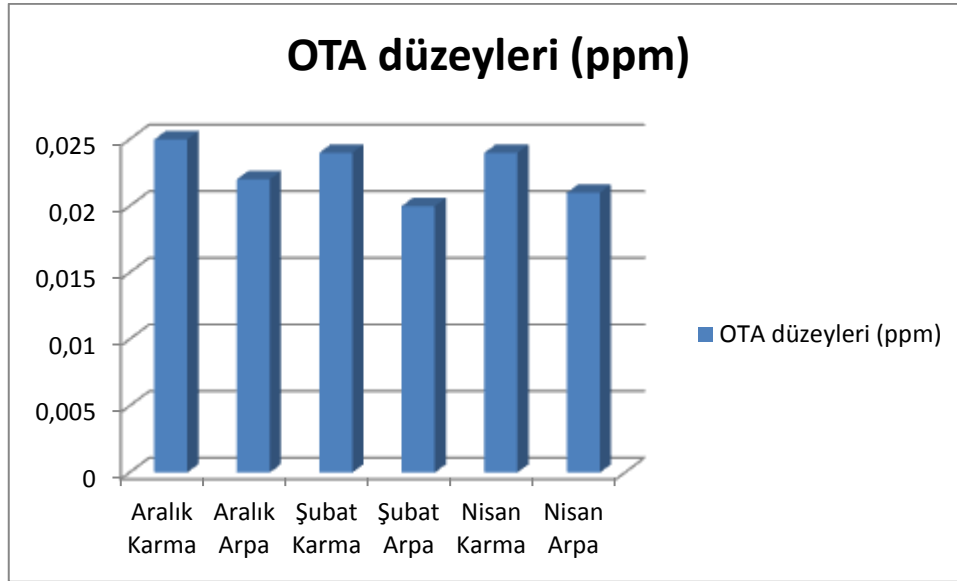
Karma yemlerdeki ve arpada her üç dönemde de ayrı ayrı OTA düzeyleri karşılaştırıldı. Aralık ve şubat ayında karma yemlerdeki OTA düzeylerinin aynı dönemdeki arpa OTA düzeylerinden anlamlı olarak yüksek olduğu belirlendi ( $P<0.01$ ). Nisan ayında da karma yemlerin OTA düzeylerinin sayısal olarak arpa numunelerinden yüksek olduğu belirlendi, ancak anlamlı bir fark tespit edilemedi ( $P>0.05$ ). Aylara göre karma yem ve arpa örneklerinde okratoksin A düzeyleri Çizelge 4. 7' de verilmektedir.

Çizelge 4. 7. Karma yem ve arpada OTA düzeyleri

Aylar	GRUPLAR		P
	Karma Yem (n = 39)	Arpa (n = 32)	
	$\bar{X}\pm S_x$	$\bar{X}\pm S_x$	
Aralık	0.025±0.003	0.022±0.005	<0.01
Şubat	0.024±0.004	0.020±0.004	<0.01
Nisan	0.024±0.003	0.021±0.004	>0.05

$P<0.01$  Gruplar arasında anlamlı düzeyde fark vardır.

$P>0.05$  Gruplar arasında fark önemsizdir.



Şekil 4. 2. Karma yem ve arpada aylara göre OTA düzeylerinin karşılaştırılması

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Besi Sığırlarının Tüketimine Sunulan Karma Yemlerde Okratoksin A

Okratoksin A' nın belirlenen miktarı 20 ppb temel alındığında, aralık, şubat ve nisan aylarında alınan örneklerde sırasıyla %87.18, %74.36 ve %100' ünün 20 ppb' den büyük miktarlarda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. 2). Nitekim Yıldız (2009) araştırma sonuçlarında, sığır besi yemlerinin %20.69' unda okratoksin A tespit edememişken, %31.03' ünde okratoksin A seviyelerinin 20 ppb' den daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra ruminant karma yemlerinde %80.65 (1.10-975.00 ppb) okratoksin A tespit edildiği bildirilmiştir. Yıldız (2009) araştırmasında, örneklerin alındığı bölgeler çok geniş bir alanı kapsadığından, ortalama değerler de bu çalışma verilerinden daha geniş bir aralıkta seyretmiş olabilir. Nitekim Yıldız (2009) araştırmasında ruminant karma yemlerinde okratoksin A kirliliğini maksimum 975.00 ppb olarak bildirmiştir. Bunların yanı sıra Marmara ve Ege bölgesinde 20 ppb' den yüksek okratoksin A kirliliğini sırasıyla %52.94 ve %46.67 olarak belirtmektedir.

Okratoksin A' nın yemlerdeki düzeyleri üzerine bir çok faktör etki etmektedir. Mikotoksin oluşumunda, nem, sıcaklık, mekanik etkiler gibi fiziksel faktörler; karbondioksit, oksijen, substratın kimyasal yapısı, yapılan kimyasal uygulamalar, gübreleme gibi kimyasal faktörler ve bitki dayanıklılığı, genetik gibi biyolojik faktörler rol almaktadır (Erzurum 2001). Özellikle, bu çalışmada örneklerin Sivas ilinden elde edildiği gözönüne alındığında ve bununla birlikte bölgesel farklılıklar, mevsim, nem gibi değişkenler Yıldız (2009)' un çalışmasındaki verilerden daha farklı olmasına neden olabilir.

Grajewski ve ark. (2012) 2006-2009 yılları arasında tahıl karışımlarında okratoksin A düzeylerini ortalama 675 ppb olarak bildirmektedir. Bu çalışmada ise, karma yemlerde şubat ve nisan aylarında maksimum 30 ppb olarak belirlenmiştir (Çizelge 4. 1). Elbette ki bölgesel farklılıkların yanı sıra (Elden Taydaş ve Aşkın 1995), ham maddeler işleme esnasında da kontamine olabilmektedir (Kabak ve Var 2006). Karışımlarda kullanılan ham madde farklılıkları da okratoksin A' nın yemlerde oluşan düzeyleri üzerine etkili olabilir.



Bu nedenlerle, çalışmada okratoksin A düzeyleri Grajewski ve ark. (2012)' ın bildirdiklerinden daha düşük belirlenmiş olabilir.

Özkazanç ve ark. (1992), 1987 - 1989 tarihlerinde sığır besi yemlerinde okratoksin A' ya rastlama sıklığını %15.3 olarak bildirmiş ve 1987-1989 tarihlerinde sığır besi yemlerinde ortalama okratoksin A düzeyini 120 ppb olarak belirtmiştir. Yine karma yem ve yem ham maddelerinde bölgelere göre okratoksin A düzeyi ortalama olarak 31.6 ppb olarak bildirilmiştir. Özkazanç ve ark. (1992) çalışmalarında, okratoksin düzeylerini yapılan bu çalışmadan çok yüksek olarak belirlemişlerdir. Aradan geçen zaman baktığımızda, bu çalışmada daha düşük OTA belirlenmesi, ürün zincirindeki gelişmelerden kaynaklanmış olabilir.

Erzurum ilinde yemlerde okratoksin seviyeleri ortalama 4.93-7.09 ppb aralığında bildirilmiştir (Polat 2012). Bu çalışmada bulgular Polat (2012)' nin sonuçlarından daha yüksek olarak belirlenmiştir. Nitekim Polat (2012)' nin çalışmalarından daha yüksek okratoksin A düzeylerinin elde edilmesinde nisbi hava nemi etkili olmuş olabilir. Mikotoksin oluşumunda substrat nemi, kurutmadaki hızlılık, nisbi hava nemi, mekanik yaralanma gibi faktörler; bitki dayanıklılığı, gibi biyolojik özellikler, etkili olup (Erzurum 2001), elbette küfle bulaşma ortam koşullarına bağlı olarak başlayabilir ve uygulanan işlemler esnasında artabilir (Elden Taydaş ve Aşkın 1995). Sanal ve Oruç (2000)' un çalışmalarında, karma yemlerde minimum 0.1 ppb, maksimum 7.4 ppb olmak üzere, ortalama 4.36 ppb okratoksin A, Şahindokuyucu Kocası ve ark. (2013)' ın araştırmalarında da, besi sığırı karma yemlerinin %46.7' sinde okratoksin A kirliliği belirlendiği ve okratoksin A düzeylerinin minimum 1.01 ppb, maksimum 10.76 ppb, ortalama 3.41 ppb olarak tespit edildiği ifade edilmiştir. Sanal ve Oruç (2000) ile Şahindokuyucu Kocası ve ark. (2013)' in bulguları bu çalışma verilerinden daha düşük seviyede bildirilmiştir.

Çalışmada karma yemlerde aralık, şubat ve nisan olmak üzere üç (3) dönem halinde okratoksin A düzeyleri (ppm) dönemlere göre sırasıyla ortalama 0.025, 0.024 ve 0.024 olarak belirlenmiştir. Ortalama OTA düzeyleri arasında aylara göre anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4. 3).

Yapılan bir araştırmada, ilkbahar ve yaz mevsiminde yem örneklerinde sonbahar ve kış mevsimindeki yemlerden belirgin derecede daha yüksek okratoksin A kirliliği tespit edilmiştir (Polat 2012). Bilindiği gibi sıcaklık da mikotoksin üretimi üzerinde etkili olup

(Bacon ve ark. 1973), mantarlar genellikle geniş bir sıcaklık aralığında gelişirler (Tunail 2000). Ancak sıcaklığın yanı sıra mantar türleri de mikotoksin üretiminde önemli bir husustur. Nitekim, mantar türleri arasındaki genetik farklılık mikotoksin oluşumunda etkilidir (Erzurum 2001).

## **5.2. Besi Sığırlarının Tüketimine Sunulan Arpadaki Okratoksin A**

Arpa örneklerinde aralık, şubat ve nisan olmak üzere üç (3) dönem halinde okratoksin A düzeyleri (ppm) dönemlere göre sırasıyla ortalama 0.022, 0.020 ve 0.021 olarak belirlenmiştir. Ortalama OTA düzeyleri arasında aylara göre anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Karagözlü ve Karapınar (2000) çalışmalarında bazı buğdaygillerde OTA düzeylerini 0.27-9.84 ppb aralığında bildirmektedir. Karagözlü ve Karapınar (2000)' in çalışmalarında en yüksek OTA düzeyi 9.84 ppb ile mısırdan bildirilmektedir. Nitekim Yıldız (2009), arpanın %78.57' sinde Okratoksin A tespit edilmediğini ifade etmektedir. Küfle bulaşmayı ve mikotoksinlerin üretimi üzerine birçok faktör etkili olduğundan (Bacon ve ark. 1973, Elden Taydaş ve Aşkın 1995), Karagözlü ve Karapınar (2000) ve Yıldız (2009)' un çalışmalarından farklı sonuçlar elde edilmiş olabilir.

Bu çalışmada, aralık ayı numunelerinin %81.25' inde, şubat ayı numunelerinin %40.63' ünde ve nisan ayı numunelerinin ise %78.13' ünde OTA 20 ppb' nin üzerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4. 5). Yapılan başka bir çalışmada ise arpa örneklerinin %7.14' ünde, yerfıstığının %100' ünde 20 ppb' nin üzerinde OTA tespit edildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada bölgelere göre yemlerdeki OTA miktarlarını karşılaştırdıklarında, en yüksek düzeyde Marmara bölgesinin (%52.94) 20 ppb üzerindeyken, İç Anadolu bölgesinin (%17.86) 20 ppb üzerinde 4. Sırada yer aldığı ifade edilmektedir (Yıldız 2009).

Bu çalışmada OTA düzeylerinin 20 ppb üzerinde olma yüzdesi Yıldız (2009)' un bildirişlerinden daha yüksektir. Bu durum çevre, sıcaklık ve nem gibi etken farklılıklarından kaynaklanabilir. Nitekim yapılan bir çalışmada, %15 nem içeren arpa örneklerinde okratoksin A tespit edilememişken, 20 haftalık süreçte, %19 nem içeren arpada okratoksin A düzeyinin 24 ppb' ye yükseldiği belirtilmektedir (Abramson ve ark. 1999). Abramson ve ark. (1999) çalışma bulguları yapılan bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan bir araştırmada, arpa rneklelerinde okratoksin A belirlenemediği ifade edilmiştir (Trkz Bakırcı 2014). Olsson ve ark. (2002) arpa rneklelerinde, okratoksin A düzeylerini 0-934 ppb aralığında ve ortalama 57 ppb seviyesinde bildirmiştir. Bu farklılıkların nedeni, bölgesel iklim değişiklikleri olabilir.

Veldman ve ark. (1992)' in çalışmalarında analizi yapılan rneklelerin %27' sinin okratoksin A ile kontamine olduğu belirtilmektedir. Okratoksin A seviyesi 18 ppb iken, en yüksek düzeyin ham maddelerden arpada olduğu ve 120 ppb olarak tespit edildiği bildirilmektedir. Veldman ve ark. (1992)' nin bildirişinde ortalama okratoksin A düzeyleri bu çalışmayla benzerlik gösterirken, arpadaki okratoksin A, bu araştırmanın verilerinden oldukça yüksek tespit edilmiştir.

## 6. SONUÇ

Çalışma sonucunda Sivas ilinde faaliyet gösteren işletmelerde alınan örneklerde yapılan analizlerde, karma yemdeki okratoksin A düzeyi numunelerin toplandığı aylar arasında (aralık, şubat ve nisan) önemli bir farklılık bulunamadı. Ancak örnek alımlarının son ayı olan nisan ayında, örneklerin %100' nde de okratoksin A düzeylerinin 0.020 ppm' den daha yüksek olduğu görülmektedir. Toplanan arpa numunelerinde yapılan analizlerde dönemler arasında önemli bir fark bulunamadı. Arpa numunesinde bulunan okratoksin A sıklık düzeyi en az olduğu ay şubat ayı olarak tespit edildi.

Karma yemlerdeki ve arpada her üç dönemde de ayrı ayrı okratoksin A düzeyleri karşılaştırıldı. Aralık ve şubat ayında karma yemlerdeki okratoksin A düzeylerinin aynı dönemdeki arpa okratoksin A düzeylerinden anlamlı olarak yüksek olduğu belirlendi ( $P<0.01$ ). Karma yem numuneleri ile arpa numunelerini karşılaştırdığımızda da Nisan ayında karma yemlerin okratoksin A düzeylerinin sayısal olarak arpa numunelerinden yüksek olduğu belirlendi, ancak anlamlı bir fark tespit edilemedi.

Yapılan çalışma sonucunda Sivas ili besi çiftliklerinde toplanan karma yem ve arpa numunelerinde okratoksin A tespit edilmiştir. Yemlerde okratoksin A kirliliğinin önüne geçilmesi için hijyen koşullarına ve depolama şartlarına dikkat edilmesi gerektiği ve ayrıca, yem ham maddelerinin depolanmadan önce yeterli kuru madde düzeyine ulaşmasının sağlanması, bölgedeki yağış ve nem düzeyi göz önüne alınarak özellikle bahar aylarında yemlerdeki okratoksin A düzeyinin yükselmemesi için yem saklama koşullarına dikkat edilmesi gerektiği sonucuna varıldı.

Sonuç olarak hayvan yemlerinin hijyeni hem hayvan sağlığı hem de insan sağlığı için çok önemlidir. Mikotoksinler, hayvansal gıdalar aracılığı ile insan sağlığını da tehdit edebileceği için hayvancılık işletmelerinin bilinçlendirilmesinin sağlanması ve yetiştiriciden tüketiciye dek tüm aşamalarda gerekli önlemlerin alınması hayvan ve insan sağlığı açısından faydalı olacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. **Abramson D., Hulasare R., White NDG., Jayas DS., Marquardt RR.** Mycotoxin Formation in Hulled Barley During Granary Storage at 15 and 19% Moisture Content. *Journal of Stored Products Research*, **1999**, s. 35: 297-305.
2. **Abrunhosa L., Paterson RRM., Venâncio A.** Biodegradation of Ochratoxin A for Food and Feed Decontamination. *Toxins*, **2010**, s. 2(5): 1078-1099.
3. **Atasayar Sabuncuoğlu S., Baydar T., Giray B., Şahin G.** Mikotoksinler: Toksik Etkileri, Degredasyonları, Oluşumlarının Önlenmesi ve Zararlı Etkilerinin Azaltılması. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, **2008**, s. 28 (1): 63-92
4. **Ayaz A., Yurttagül M.** Besinlerdeki Toksik Öğeler-I. Sağlık Bakanlığı yayını, Klasmat Matbaacılık, Birinci basım, Ankara, **2008**.
5. **Aydın N.** Hayvan Sağlığında Mikotoksinler ve Mikotoksikozisler. *İnfeksiyon Dergisi*, **2007**, s. 21 (ek cilt): 37-46.
6. **Bacon CW., Sweeney JG., Robbins JD., Burdick D.** Production of Penicillic Acid and Ochratoxin A on Poultry Feed by *Aspergillus ochraceus*: Temperature and Moisture Requirements. *Applied Microbiology*, **1973**, s. 26 (2): 155-160.
7. **Basmacıoğlu H., Ergül M.** Yemlerde Bulunan Toksinler ve Kontrol Yolları. *Hayvansal Üretim*, **2003**, s. 44 (1): 9-17.
8. **Concon JM.** Mold and Mycotoxin Contamination of Food Products. In: Food Toxicology Part B: Contaminants and Additives. New York: Marcel Dekker Inc, **1988**, 677-770. İçinde: G Girgin, N Başaran, G Şahin: Dünyada ve Türkiye’ de İnsan Sağlığını Tehdit Eden Mikotoksinler. *Türk Hijyen ve Biyoloji Dergisi*, **2001**, s. 58(3), 97-118.
9. **Çankır B. Uyarlar C.** Mikotoksinlerin Süt Sığırlarının Beslenmesindeki Yeri ve Önemi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, **2013**, s. 6 (2): 57-69.
10. **Denli M., Perez JF.** Ochratoxins in Feed, a Risk for Animal and Human Health: Control Strategies. *Toxins*, **2010**, s. 2: 1065-1077.
11. **Duarte SC, Lino CM, Pena A.** Ochratoxin A in Feed of Food-Producing Animals: an Undesirable Mycotoxin with Health and Performance Effects. *Vet Microbiol*, **2011**, s. 154(1-2): 1-13.
12. **Elden Taydaş E., Aşkın O.** Kırmızı Biberlerde Aflatoksin Oluşumu. *Gıda*, **1995**, s. 20 (1): 3-8.
13. **Ergün A., Tuncer ŞD., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G. ve ark.** Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi. 5. Baskı, Pozitif Baskı, Ankara, **2013**.
14. **Erzurum K.** Gıdalarda Mikotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler. *Gıda*, **2001**, s. 26 (4): 289-293.
15. **Gibson RM., Bailey CA.** Impact of L-Phenylalanine Supplementation on the Performance of Three-Week-Old Broilers Fed Diets Containing Ochratoxin A. 1. Effects on Body Weight, Feed Conversion, Relative Organ Weight, and Mortality. *Poultry Science*, **1990**, s. 69: 414-419.
16. **Girgin G. Başaran N. Şahin G.** Dünyada ve Türkiye’ de İnsan Sağlığını Tehdit Eden Mikotoksinler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, **2001**, s. 58 (3): 97-118.
17. **Grajewski J., Blajet-Kosicka A., Twaruzek M., Kosicki R.** Occurrence of Mycotoxins in Polish Animal Feed in Years 2006–2009. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, **2012**, s. 96 (5):870-877.
18. **Höhler D.** Ochratoxin A in Food and Feed: Occurrence, Legislation and Mode of Action. *Z Ernährungswiss*, **1998**, s. 37: 2–12.
19. **Kabak B. Var I.** Üzüm Üzümsuyu ve Şarapta Ochratoxin A Sorunu. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu, **2006**, s. 421-424.
20. **Karagözlü N., Karapınar M.** Ochratoxin A ve Ochratoxin B. *Gıda*, **1994**, s. 19 (4): 277-281.
21. **Karagözlü N. Karapınar M.** Bazı Tahıl Ürünlerinde Ochratoxin-A ve Fungal Kontaminasyon. *Turkish Journal Of Biology*, **2000**, s. 24: 561-572.
22. **Kaya S., Pirinçi İ., Traş B., Bigili A., Baydan E., Akar F., Doğan A.** Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayınevi, Ankara, **1998**.
23. **Olsson J., Börjesson T., Lundstedt T, Schnürer J.** Detection and Quantification of Ochratoxin A and Deoxynivalenol in Barley Grains by GC-MS and Electronic Nose. *International Journal of Food Microbiology*, **2002**, s. 72: 203–214.
24. **Özkazanç AN., Russel-Sin H., Şanlı Y., Kaya S.** Türkiye’ nin Değişik Bölgelerinde Üretilen Karma Yem ve Yem Ham Maddelerinin Mikotoksinlerle Kirlenme Durumunun İncelenmesi. *A.Ü Vet. Fak. Derg.*, **1992**, s. 39 (1-2): 268-290.

25. **Polat N.** Erzurum İlindeki Bazı Süt Sığırı İşletmelerinde Kullanılan Kaba, Konsantre ve Karma Yemlerde Total Aflatoksin, Aflatoksin B<sub>1</sub> ve Okratoksin ile Sütte Aflatoksin M<sub>1</sub> Düzeylerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, **2012**.
26. **Sedefoğlu C.** Antep Fıstıklarında Okratoksin A ve Aflatoksin Varlığının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2013**.
27. **Sivas Meteoroloji Bölge Müdürlüğü.** TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, **2015**.
28. **Sonal S., Oruç HH.** Bursa Bölgesindeki Tavuk Çiftliklerinden Sağlanan Yemlerde Mikotoksin Düzeyleri. *YYÜ. Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2000**, s. 11 (2): 1-6.
29. **SPSS Inc.** Statistical Package for Social Sciences (SPSS 11.5 for Windows). Chicago, II, USA, **2002**.
30. **Şahindokuyucu Kocasarı F., Mor F., Oğuz MN., Karakaş Oğuz F.** Occurrence of Mycotoxins in Feed Samples in Burdur Province, Turkey. *Environ Monit Assess*, **2013**, s. 185: 4943-4949.
31. **Şahindokuyucu Kocasarı F., Erdemli SB.** Mikotoksinlerin İnsan ve Hayvanlar Üzerindeki Etkileri. *Ayrıntı*, **2014**, s. 2 (19): 49-54.
32. **Şeviktürk İM. Gönülalan Z.** Kayseride Tüketime Sunulan Bazı Tahıl Ürünlerinde Okratoksin A Miktarları. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, **2007**, s. 16 (2): 86-90.
33. **Tayar M., Yarsan E.** Veteriner Halk Sağlığı. Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa, **2014**.
34. **Tiryaki O. Seçer E. Temur C.** Yemlerde Mikotoksin Oluşumu, Toksisiteleri ve Mikotoksin Kalıntı Analizleri. *Anadolu*, **2011**, s. 21 (1): 44-58.
35. **Topal RŞ.** Türkiye' nin Tarımsal Ürün ve Bölgelerine Göre Dominant Mikroflora Dağılımları ve Mikotoksin Profilleri. *Mikrobiyoloji Dergisi*, **2003**, s. 1 (12): 7-21.
36. **Tunail N.** Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını, Sim matbaası, Ankara, **2000**.
37. **Türköz Bakırcı G.** Tahıl ve Tahıl Ürünlerinin Aflatoksin, Okratoksin A, Zearalenon, Fumonisin ve Deoksinivalenol Mikotoksinleri Yönünden İncelenmesi. *Akademik Gıda*, **2014**, s. 12 (2): 46-56.
38. **Uran K.** Okratoksin A içeren Yemle Beslenmiş Wistar çeşidi Erkek Sıçanların (*Rattus norvegicus*) Karaciğer ve Böbrek Dokularında Okratoksin Birikimi ve Testosteron Hormon Düzeyi ile İlişkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, **2012**.
39. **Veldman A., Borggreve GJ., Mulders EJ., Van De Lagemaat D.** Occurrence of The Mycotoxins Ochratoxin A, Zearalenone and Deoxynivalenol in Feed Components. *Food Additives and Contaminants*, **1992**, s. 9 (6): 647-655.
40. **Yıldız G.** Türkiye' de Çeşitli Hayvancılık İşletmelerinde Kullanılan Karma Yemlerin ve Yem Ham Maddelerinin Okratoksin A Kirliliği Yönünden İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **2009**, s. 56: 131-135

## ÖZGEÇMİŞ

Yıl 1976' da Sivas' ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sivas' ta tamamladı. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesinden 2002 yılında mezun oldu. Askerliğini Ankara Mamak A tipi gıda kontrol müfrezesinde gıda mikrobiyolojisi laboratuvarında yaptı. Özel veteriner kliniğinde 2003-2006 yılları arasında veteriner hekimlik yaptıktan sonra, 2006 yılında Sivas İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğüne veteriner hekim olarak atandı. Yüksek Lisans programına 2012 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında başladı. Halen Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Sivas İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde veteriner hekim olarak görev yapmaktadır. Evli ve üç çocuk babasıdır.